



Oppgavens tittel: Høyhastighetstog – har de en framtid i Norge?	Dato: 18.12.2007		
	Antall sider (inkl. bilag): 56		
	Masteroppgave	Prosjektoppgave	X
Navn: Stud.techn. Linn Verde Thon			
Faglærer/veileder: Førsteamanuensis Eirin Ryeng			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Johan Selmer, NSB Plan; Tore Knudsen, Sintef Teknologi og Samfunn			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne oppgaven søker å svare på spørsmål knyttet til etablering og drift av et høyhastighetstogtilbud i Norge, basert på teori og erfaringer fra utlandet.</p> <p>De ulike land, EU og Den Internasjonale Jernbaneunionen (UIC) defineres høyhastighetstog på forskjellig måter. Felles for disse definisjonene er at togene skal kjøre fort, helst over 250 km/t, på dedikerte, oppgraderte eller, i noen tilfeller, konvensjonelle spor, med høy komfort for passasjerene. Flere land har bygd ut høyhastighetsspor. De fem landene med de mest utbygde høyhastighetsnettene er Japan, det landet som var først ute med høyhastighetstog i verden, og Frankrike, Tyskland, Italia og Spania. Hva slags linjenett som bør velges og hvordan dette bør utformes avhenger av geografiske, demografiske og økonomiske faktorer. De ulike nettene kan klassifiseres som stjerneform, nettverk eller blandingsnett. Forlengelse og oppdeling av en linje er mulige strategier for å øke inntjeningen ved å nå ekstra markeder med relativt små tilleggsinvesteringer. Fire ulike delingsprinsipper for høyhastighetstog og -linjer kan brukes, og det finnes eksempler på alle disse i høyhastighetstogtilbud i drift. De aktuelle versjonene av blanding av ulike togtilbud i Norge er høyhastighetstog og godstog, høyhastighetstog og saktegående tog, eller høyhastighetstog og hurtigtog. En slik blanding av ulike typer tog avhenger av om det er ledig kapasitet på høyhastighetssporene. Blanding av togtilbud påvirker kapasiteten ulikt, avhengig av togtype, kjørehastighet og stoppmønster til de ulike togene. Stoppmønster og stasjonstetthet avhenger av ønsket gjennomsnittshastighet, demografi og kunde grunnlag. Som en følge av det lave folketallet og befolkningstettheten i Norge, vil et høyhastighetstog kun stoppe i de største byene, der det er stor nok etterspørsel til å dekke tapt ende-til-ende etterspørsel som følge av lengre reisetid pga. stoppet. Et feeder-system, som forbinder omkringliggende områder med høyhastighetslinjen ved hjelp av regionalto og buss, vil kunne gi et økt marked samtidig som for tette stasjoner unngås. Den foreslåtte etsporsinfrastrukturen nødvendiggjør kryssingsspor der togene kan passere hverandre. Disse kryssingssporene bør så langt som mulig legges der det er stasjoner hvor togene uansett skal stoppe. Faktorer som påvirker konkurranseevnen til høyhastighetstog er avstanden mellom de større byene, befolkningsfordeling og -tetthet i de større byene sammenlignet med landsgjennomsnittet, etterspørsel etter langdistanse reiser og konkurransedyktigheten til andre reisemidler. Det er noen situasjoner som gir høyhastighetstogene fortrinn i forhold til andre transportmidler. Konkurransedyktigheten til andre reisemidlene, som konvensjonelt tog, bil og fly, avhenger av pris, tilgjengelighet og standard. Høyhastighetstog i Norge vil være et tilbud med hovedvekt på ende-til-ende reise mellom de største byene. Dette innebærer at det først og fremst konkurrerer med flytrafikken, da avstandene er såpass store og da verken konvensjonelle tog eller bil tilbyr hurtig nok transport.</p>
--

Stikkord:

1. Drift av høyhastighetstog
2. Etablering av høyhastighetstog
3. Høyhastighetstog i Norge
4. Erfaringer med høyhastighetstog fra utlandet

*Linn Verde Thon*

(sign.)



**Faggruppe: Faggruppenavn**

Postadresse  
Høgskoleringen 7A  
7491 Trondheim  
Telefon 73 59 46 40  
Telefax 73 59 70 21

## **FORDYPNINGSPROSJEKTOPPGAVE**

HØSTEN 2007

for

Stud techn. Linn Verde Thon

### **Høyhastighetstog – har de en framtid i Norge?**

#### **Bakgrunn**

Høyhastighetstog er etter hvert etablert i en rekke land, men foreløpig ikke i Norge. En eventuell etablering av et slikt tilbud i Norge må skje på grunnlag av vurderinger foretatt innen en rekke områder, så som marked/trafikkgrunnlag, samfunnsøkonomiske vurderinger, miljømessige konsekvenser, og forhold knyttet til drift, så som ruteopplegg/driftsopplegg, økonomi, samspill med øvrig togtilbud og lokalisering av stasjoner.

#### **Oppgave**

Kandidaten skal gjennomføre et litteraturstudium der erfaringer fra etablering og drift av høyhastighetstog i andre land studeres. Hovedvekt legges på erfaringer fra Frankrike og Tyskland. I besvarelsen skal det primært fokuseres på driftsopplegget for høyhastighetstog i de ulike land hvor aktuelle problemstillinger vil være:

- Utforming av linjenettet; her ser man eksempler på radielle linjer til/fra et dominerende senter (stjerneform) og nettverk mellom mer eller mindre likeverdige byområder (nettverksform). Hvordan kan man klassifisere høyhastighetsnettet i de ulike land?
- I hvilken grad finner man det rasjonelt og mulig å blande ulike trafikkarter (f.eks godstog, konvensjonelle tog med ulik hastighet, intercitytog og høyhastighetstog) på samme spor, og hvilke delingsprinsipper bruker man i så fall?
- Hvilken stasjonstetthet / stoppmønster benytter man og hvilken resulterende reisehastighet oppnår man?
- Konkurransforhold mellom høyhastighetstog og andre transportmidler. Hvilke forhold påvirker dette, og når har høyhastighetstog fortrinn?

Som oppfølging av selve litteraturstudien skal det gjøres en vurdering av hva som synes å passe best for norske forhold.

## **Generelt**

Ovenstående tekst er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil, om nødvendig, kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Evt. justeringer må skje i samråd med veileder og faglærer ved instituttet.

Normert arbeidsbelastning for prosjektoppgaven er 7,5 studiepoeng som tilsvarer 12 ukebelastningstimer, dvs tilsvarende ca. 192 arbeidstimer pr student. Ved bedømmelsen legges det vekt på grundigheten i bearbeidingen, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal ha sammendrag, innholdsfortegnelse (med fortegnelse over evt. vedlegg og bilag) og komplett paginering. Alt kildemateriale som ikke er av generell karakter, skal angis slik at man uten problemer kan finne tilbake til kilden. Dette gjelder også opplysninger og informasjon som er gitt muntlig.

Se forøvrig «Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og hovedoppgave ved Institutt for bygg- og anleggsteknikk». Dette er retningslinjer for det gamle BA-instituttet, men de gjelder også for Institutt for bygg, anlegg og transport.  
(<http://www.ivt.ntnu.no/bat/undervisning/rapportveiledning.pdf>)

Instituttet vil ha full rett til å bruke resultatene av arbeidet, som om det var utført av en ansatt under den ordinære arbeidsbelastning. Bruk av resultatene til publisering etc. kan bare skje i samarbeid med og etter avtale med faglærer og student (og eventuelt ekstern samarbeidspartner).

### **Innleveringsfrist:**

Oppgavebesvarelsen i original (uinnbundet) samt to kopier skal leveres innen  
**Onsdag 19. desember 2007 kl 1500.**

**Veileder:** Eirin Ryeng

**Evt. ekstern kontakt:** Tore Knudsen, SINTEF Teknologi og samfunn og Johan Selmer, NSB - Plan

Institutt for bygg, anlegg og transport

Dato: 30.august 2007

Eirin Ryeng  
Faglærer

## Forord

Denne oppgaven er en prosjektoppgave som omhandler driftsmessige aspekter knyttet til høyhastighetstog, med teori og erfaringer fra land med allerede utbygde høyhastighetslinjer, før en vurdering av hva som synes å passe best for norske forhold. Oppgaven er gjort i samarbeid med NSB AS og faggruppe Veg og samferdsel ved Institutt for bygg, anlegg og transport på NTNU.

Hovedformålet med oppgaven er å drøfte prinsipper og erfaringer i forhold til utforming av linjenett, deling av linjene, stoppmønster og konkurranseforhold for høyhastighetstog, og å se på relevans for en eventuell høyhastighetsutbygging i Norge.

En stor takk til Førsteamanuensis Eirin Ryeng ved Institutt for bygg, anlegg og transport og til Tore Knudsen ved Sintef Teknologi og Samfunn for veiledning og nyttige tilbakemeldinger underveis. En like stor takk til Johan Selmer og Jo Inge Kaastad ved NSB Plan for deltakelse på høyhastighetsseminar, økonomisk støtte og tilbakemeldinger underveis.

## Sammendrag

Denne oppgaven søker å svare på spørsmål knyttet til etablering og drift av et høyhastighetstogtilbud i Norge, basert på teori og erfaringer fra utlandet.

Høyhastighet kan defineres ut fra infrastruktur, rullende materiell og kompatibiliteten mellom disse eller operasjonskonsept. De ulike land, EU og Den Internasjonale Jernbaneunionen (UIC) defineres dette begrepet på forskjellig måter. Felles for disse definisjonene er at togene skal kjøre fort, helst over 250 km/t, på dedikerte, oppgraderte eller, i noen tilfeller, konvensjonelle spor, med et høy komfort for passasjerene.

Flere land har bygd ut høyhastighetsspor. De fem landene med de mest utbygde høyhastighetsnettene er Japan, det landet som var først ute med høyhastighetstog i verden, og Frankrike, Tyskland, Italia og Spania. Ulike forhold som organisasjon, demografi, finansiering, teknologi, konkurranse og etterspørsel har påvirket utbygging og drift i disse landene.

Hva slags linjenett som bør velges og hvordan dette bør utformes avhenger av geografiske, demografiske og økonomiske faktorer. De ulike nettene kan klassifiseres som stjerneformet, nettverksformet eller blandingsnett, en blanding av de to foregående. Et stjerneformet nett med utgangspunkt i Oslo vil være den beste løsningen i Norge, både med tanke på plassering av de største byene og etterspørsel etter raske reiser mellom disse byene. I tillegg vil topografien gjøre en forbindelse mellom mange av de andre byene vanskelig. Forlengelse og oppdeling av en linje er mulige strategier for å øke markedet ved å nå ekstra markeder med relativt små tilleggsinvesteringer. Dette kan være aktuelt på flere linjer i Norge.

Fire ulike delingsprinsipper for høyhastighetstog og -linjer kan brukes, og det finnes eksempler på alle disse i høyhastighetstogtilbud i drift. Det kan være et totalt skille mellom høyhastighetstog og konvensjonelle tog, høyhastighetstog kan bruke konvensjonelle spor og/eller klassiske tog kan bruke høyhastighetsspor. De aktuelle versjonene av blanding av ulike togtilbud i Norge er høyhastighetstog og godstog, høyhastighetstog og saktegående tog, eller høyhastighetstog og hurtigtog, slik som de norske InterCity-togene og Flytoget. En slik blanding av ulike typer tog avhenger av om det er ledig kapasitet på høyhastighetssporene. Blanding av togtilbud påvirker kapasiteten ulikt, avhengig av togtype, kjørehastighet og stoppmønster til de ulike togene. Godstog og saktegående passasjertog bør ikke bruke høyhastighetslinjene, da forskjellen i hastighet er for stor. For å spare investeringskostnader bør høyhastighetstogene kjøre på Gardermobanen og de nye dobbeltsporene som er planlagt bygget nær de største byene, og her vil det da bli en blanding av høyhastighetstog og andre typer tog. Å integrere InterCity-tilbudet i høyhastighetstilbudet vil øke markedet i Oslo-området, men ha negative konsekvenser for ende-til-ende markedet, pga. økt reisetid, og for markedsgrunnlaget for InterCity-togene.

Stoppmønster og stasjonstetthet avhenger av ønsket gjennomsnittshastighet, demografi og kundegrunnlag. Som en følge av det lave folketallet og befolkningstettheten i Norge, vil et høyhastighetstog kun stoppe i de største byene, der det er stor nok etterspørsel til å dekke tapt ende-til-ende etterspørsel som følge av lengre reisetid på grunn av stoppet. Avstandene nødvendig for akselerasjon og bremsing, som avhenger av stigningen, påvirker også hvor tett stasjonene kan plasseres. Et feeder-system, som forbinder omkringliggende områder med høyhastighetslinjen ved hjelp av regionaltog og buss, vil kunne gi et økt marked samtidig som for tette stasjoner unngås. Høyhastighetstoget bør stoppe på hovedstasjonen i sentrum av

byene, da dette gir bedre dør-til-dør reisetid og bedrer konkurransevnen i forhold til andre reisemidler. Den foreslåtte etsporsinfrastrukturen nødvendiggjør kryssingsspor der togene kan passere hverandre. Disse kryssingsporene bør så langt som mulig legges der det er stasjoner hvor togene uansett skal stoppe.

Faktorer som påvirker konkurransevnen til høyhastighetstog er avstanden mellom de større byene, befolkningsfordeling og -tetthet i de større byene sammenlignet med landsgjennomsnittet, etterspørsel etter langdistanse reiser og konkurransedyktigheten til andre reisemidler. Det er noen situasjoner som gir høyhastighetstogene fortrinn i forhold til andre transportmidler. De større, norske byene ligger avstandsmessig innenfor intervallet på 250 - 550 km som anses som ideelt for høyhastighetstogene konkurransedyktighet. I forhold til de landene som har utviklet høyhastighetsnett er befolkningstettheten i Norge svært lav, men samtidig er langdistansemobiliteten i Norge høy. Konkurransedyktigheten til andre reisemidler, som konvensjonelt tog, bil og fly, avhenger av pris, tilgjengelighet og standard. På distanser opp til 300 km dominerer bilen på lange reiser innenlands i Norge, men etter dette overtar flyet som det dominerende transportmiddelet. Tog og buss har stabilt lave markedsandeler. Høyhastighetstog i Norge vil være et tilbud med hovedvekt på ende-til-ende reiser mellom de største byene. Dette innebærer at det først og fremst konkurrerer med flytrafikken, da avstandene er såpass store og da verken konvensjonelle tog eller bil tilbyr hurtig nok transport.

## Innhold

Forord .....	I
Sammendrag.....	II
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven.....	1
1.2 Oppbygging av oppgaven.....	2
1.3 Ordbok.....	3
2. Definisjon .....	4
3. Presentasjon av land med utbygd høyhastighetsnett .....	6
3.1 Japan.....	6
3.2 Frankrike .....	8
3.3 Tyskland .....	10
3.4 Italia.....	12
3.5 Spania .....	14
4. Utforming av linjenettet .....	16
4.1 Utforming av linjenettet .....	16
4.2 Klassifisering.....	18
5. Blanding av ulike typer tog på samme linje og delingsprinsipper .....	20
5.1 Generelle delingsprinsipper.....	20
5.2 Gods- og passasjertrafikk .....	21
5.3 Saktegående tog og høyhastighetstog .....	22
5.4 Høyhastighetstog og andre hurtigtog .....	23
6. Stasjonstetthet.....	25
6.1 Stoppmønster.....	25
6.2 Reisehastighet/-tid.....	27
7. Konkurransedyktighet .....	29
7.1 Avstander mellom større byer .....	29
7.2 Fordeling av befolkningen .....	31
7.3 Etterspørsel og kapasitet.....	32
7.4 Andre transportmidlers konkurransedyktighet.....	33
7.5 Markedsføring og organisering .....	35
8. Hva passer best for norske forhold? .....	37
8.1 Norske forhold.....	37
8.2 Utforming av linjenett .....	38
8.3 Blanding av ulike typer tog på samme linje og delingsprinsipper .....	38
8.4 Stasjonstetthet.....	40
8.5 Konkurransedyktighet .....	41
9. Konklusjon .....	47
10. Referanser.....	49

## Tabeller

Tabell 1: Høyhastighetslinjer i Japan .....	6
Tabell 2: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Japan [SteerDaviesGleave, 2004].....	8
Tabell 3: Høyhastighetslinjer i Frankrike.....	8
Tabell 4: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Frankrike[SteerDaviesGleave, 2004]	10
Tabell 5: Høyhastighetslinjer i Tyskland .....	10
Tabell 6: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Tyskland [SteerDaviesGleave, 2004]	12
Tabell 7: Høyhastighetslinjer i Italia .....	12
Tabell 8: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Italia [SteerDaviesGleave, 2004].....	13
Tabell 9: Høyhastighetslinjer i Spania .....	14
Tabell 10: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Spania [SteerDaviesGleave, 2004] .	15
Tabell 11: Markedsandel for tog med og uten forlengelse av linjen [VWI 2006] .....	16
Tabell 12: Lengde på kryssingsspor og tap av reisetid [VWI, 2006].....	27
Tabell 13: Markedsandeler i forhold til reisetid [Steer Davies Gleave, 2004] .....	30
Tabell 14: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Norge .....	37
Tabell 15: Togtekniske forhold .....	37
Tabell 16: Avstand mellom byer og minimum kjøretid [VWI, 2006] .....	41
Tabell 17: Beregnet etterspørsel for høyhastighetstog på aktuelle strekninger [VWI, 2006]..	44

## Figurer

Figur 1: Kart over Japans høyhastighetsnett [Fossett, 2007 ] .....	7
Figur 2: Kart over Frakrikes høyhastighetsnett [VWI, 2006] .....	9
Figur 3: Kart over Tysklands høyhastighetsnett [VWI, 2006].....	11
Figur 4: Kart over Italias høyhastighetsnett [VWI, 2006] .....	13
Figur 5: Kart over Spanias høyhastighetsnett [VWI, 2006].....	15
Figur 6: Høyhastighetsnettet i Frankrike, med eksempler på forlengelse og oppdeling.....	17
Figur 7: Stjerneformet nett .....	18
Figur 8: Nettverksformet nett.....	18
Figur 9: Blandingsnett.....	19
Figur 10: Delingsprinsipp 1 for blanding av togtyper [UIC] .....	20
Figur 11: Delingsprinsipp 2 for blanding av togtyper [UIC] .....	20
Figur 12: Delingsprinsipp 3 for blanding av togtyper [UIC] .....	21
Figur 13: Delingsprinsipp 4 for blanding av togtyper [UIC] .....	21
Figur 14: Tid-veg-diagram for tog med ulik hastighet.....	23
Figur 15: Tid-veg-diagram for tog med og uten stopp.....	24
Figur 16: Maksimal hastighet ved ulik stigning og akselerasjonsdistansen [VWI].....	26
Figur 17: Konkurransforhold for konvensjonelt tog, høyhastighetstog og fly [SteerDaviesGleave, 2004].....	30
Figur 18: Befolkingstetthet [SteerDaviesGleave, 2004] .....	31
Figur 19: Tog hver vei pr. dag på noen høyhastighetslinjer [SteerDaviesGleave, 2004] .....	32
Figur 20: Reisefordeling etter kilometer for bil, tog og fly, for privatreiser og arbeidsreiser [Lenoir, 2007].....	34
Figur 21: Befolkingstetthet i Norge .....	42
Figur 22: Befolkningsfordeling i Norge [Statistisk sentralbyrå, Areal].....	42
Figur 23: Langdistanse mobilitet i Europa [VWI 2006] .....	43
Figur 24: Langdistanse mobilitet med fly og tog i Norge og Europa [VWI, 2006].....	44
Figur 25: Transportmiddelbruk på lange reiser innenlands [Denstadli, 2006] .....	45



# 1. Innledning

Verdens første høyhastighetslinje, Shinkansen, ble åpnet mellom Tokyo og Osaka i Japan i 1964. I 1981 fulgte Frankrike etter med en linje mellom Paris og Lyon, og dette var starten på en større, men langsom, utbygging av høyhastighetslinjer i Europa. Land som Frankrike, Tyskland, Italia og Spania har etter hvert fått relativt omfattende høyhastighetsnett, mens det er bygget, eller planlagt bygget, enkelte linjer i land som England, Belgia, Nederland og Portugal. I tillegg går det flere steder høyhastighetstog på konvensjonelle spor, slik at de kan nå enda lenger, også inn i land som ikke har utbygd høyhastighetslinjer.

I Europa har det etter hvert blitt fokus på å linke sammen høyhastighetsnettene i de ulike landene og på den måten skape et europeisk nett. Organisasjoner som Den Internasjonale Jernbaneunionen (UIC) og Railteam jobber for erfaringsutveksling og økt samarbeid mellom de ulike høyhastighetsoperatørene. UIC mener høyhastighetstog har flere fordeler sammenlignet med andre transportmidler:

- Høy kapasitet, en linje kan ta opptil 300 000 passasjerer pr dag, dette kan redusere bilkøene
- Høy sikkerhet
- Miljø; effektiv bruk av land (1/3 av en motorveg), energieffektivt (1/9-del av flyenergien og 1/4-del av bilenergien), mindre forurensing ved bruk av lite forurensende energikilder
- Økonomisk utvikling i enkeltlandene og i Europa
- Landbruk, opprettholder en spredt bosetning

## 1.1 Bakgrunn for oppgaven

På bakgrunn av utbyggingen i Europa, der stadig flere land har, eller planlegger utbygging av, høyhastighetslinjer, ba Samferdselsdepartementet vinteren 2006 Jernbaneverket gjennomføre en oppdatert analyse av hvilke potensial det er for høyhastighetstog i Norge. Jernbaneverket engasjerte VWI-gruppen (Verkehrswissenschaftliches Institut Stuttgart GmbH, Intraplan Consult GmbH og IGV Ingenieur Gesellschaft Verkehr med tre tyske, vitenskapelige institutter) som uavhengige konsulenter etter en anbudsrunde våren 2006. VWI gruppen har nå avsluttet sitt arbeid der de i første omgang så på markedsgrunnlag og mulige traseer. I de etterfølgende prosjektfasene har VWI-gruppen foretatt en mer detaljert utredning av enkelte strekninger og for Oslo-Trondheim og Oslo-Halden/Göteborg også en nytte/kostnad-analyse. Hele arbeidet ble presentert den 5. november.

I forbindelse med en slik eventuell høyhastighetsutbygging i Norge, ønsker NSB AS, som en mulig operatør av høyhastighetstogene, en gjennomgang av erfaringer fra land som allerede har høyhastighetstog knyttet til etablering og drift av et slikt tilbud.

## **1.2 Oppbygging av oppgaven**

Denne oppgaven søker å svare på spørsmål knyttet til etablering og drift av et høyhastighetstogtilbud i Norge, basert på teori og erfaringer fra utlandet.

Først defineres begrepet høyhastighet ved at ulike definisjoner fra EU og Den Internasjonale Jernbaneunionen (UIC), i tillegg til definisjonen denne oppgaven baseres på, presenteres. De mange definisjonene skyldes at ulike land har tilpasset definisjonene til å passe de togtilbudene de har, og at organisasjoner som EU og UIC nå prøver å lage definisjoner som favner alt dette.

Så følger en presentasjon av de fem landene som har de mest utbygde høyhastighetsnettene. Japan, det landet som var først ute med høyhastighetstog i verden, og fire europeiske land som har og holder på å bygge ut høyhastighetsnett; Frankrike, Tyskland, Italia og Spania. Ulike forhold som framtidige høyhastighetsprosjekter, nåværende linjer, organisatoriske forhold, demografi, konkurranse og marked vurderes.

Hoveddelen inneholder en litteraturstudie av ulike forhold knyttet til etablering og drift av høyhastighetstog. Først vurderes hva slags linjenett som bør velges og hvordan dette bør utformes ut fra geografiske, demografiske og økonomiske faktorer. De ulike nettene klassifiseres som stjerneformet, nettverksformet og en blanding av disse to. Så gjennomgås ulike delingsprinsipper for høyhastighetstog og -linjer, og erfaringer og kapasitetsteori knyttet til blanding av ulike andre trafikkarter med høyhastighetstog. De aktuelle versjonene er høyhastighetstog og godstog, høyhastighetstog og saktegående tog, og høyhastighetstog og hurtigtog, slik som de norske InterCity-togene. Videre vurderes stoppmønster og stasjonstetthet opp mot gjennomsnittshastighet, demografi og kundegrunnlag. Til sist gjennomgås faktorer som påvirker konkurransevnen til høyhastighetstog og hvilke situasjoner som gir høyhastighetstogene fortrinn i forhold til andre transportmidler.

Som oppfølging av selve litteraturstudien gjøres en vurdering av hva som synes å passe best for norske forhold. Ut fra det Norges befolkningsgrunnlag, bosettingsmønster, topografi, samt nordmenns reisevaner og jernbanens og konkurrerende transportmidlers stilling, drøftes hvordan de nevnte problemstillinger best kan løses i Norge. Dette etterfølges av en konklusjon om hva som passer best for norske forhold.

### 1.3 Ordbok

ADIF	Administrator av jernbaneinfrastruktur, Spania
AVE	Alta velocita espagnole = spansk høyhastighet, høyhastighetstog i Spania
DB	Deutsch Bahn, tysk togoperatør og infrastruktureier
Ferrovie dello Stato /FS	Italienske statsbaner, italiensk togoperatør og infrastruktureier
HHT	Høyhastighetstog
IC	InterCity, tog som går i Oslo-området
ICE	InterCityExpress, høyhastighetstog i Tyskland
Italfer	Utbyggerdelen av FS
Maglev	Magnethic levitation, togteknologi basert på elektromagnetisme, der togene svever over togbanen. Maglev-tog kan nå hastigheter opp mot 900 km/t
SDT	Suivi de la Demande Touristique, fransk reisevaneundersøkelse for lange reiser, dvs. reiser med minst en overnatting
SNCF	Société Nationale de Chemin de Fer, fransk togoperatør
TAV	Treno Alta Velocità, italiensk utbygger av høyhastighetslinjer
TGV	Train à grande vitesse = tog med stor hastighet, høyhastighetstog i Frankrike
UIC	Union Internationale du Chemin de Fer/ International Union of Railroads

## 2. Definisjon

Det finnes ingen enkelt standarddefinisjon av høyhastighetsjernbane, og høyhastighet defineres som regel ut ifra hvert enkelt lands ståsted. De ulike definisjonene er kulturelt og teknologisk betinget i forhold til hva de ulike landene mener at høyhastighetstog skal tilby og hva de teknisk klarer å oppnå. Dette gjenspeiler kompleksiteten innen jernbane der ulike historiske, geografiske og befolkningsmessige aspekter påvirker utvikling av og syn på høyhastighetstog. Problemene i forhold til ulike definisjoner skyldes ulike lands ønsker om å ha høyhastighetstog gjennom å definere den tog tjenesten de kan tilby som høyhastighetstog.

Høyhastighetstrafikk forstås av mange først og fremst som forflyttelse av høyhastighetstog, enten det er på dedikerte spor eller på det klassiske jernbanenettet. På grunn av fartsbegrensninger på deler av høyhastighetslinjene p.g.a. helse-, sikkerhets- eller kapasitetsaspekter, er det vanskelig å skille mellom hva som virkelig er høyhastighetslinjer og hva som ikke er det.

Høyhastighet knyttes også til sporet, og dets mulighet til å oppnå høye hastigheter. Noen skiller klart på spesialbygde, dedikerte spor, oppgraderte spor og konvensjonelle spor. Et problem i forhold til dette er at noen konvensjonelle spor har muligheter for svært store hastigheter.

I tillegg er det mange som ser på kvaliteten på servicen som tilbys mer enn reisehastigheten, og for dem er høyhastighetstog mer forbundet med høy ytelse der det er høy frekvens, god tilgjengelighet og god komfort ombord med setereservasjon, gode perrongarealer, arbeidsarealer på toget, restaurant osv.

Det er heller ikke en standardisert bruk av hastighetsbegrepet, og både maksimal testhastighet, maksimal kjørehastighet, gjennomsnittshastighet og kommersiell hastighet kan brukes til å beskrive hvor fort et tog kan kjøre.

### **EUs definisjon**

Etter EU-direktiv 96/48/EC deles høyhastighetsjernbane inn i infrastruktur, rullende materiell og kompatibilitet mellom spor og tog, og dette defineres som:

Infrastruktur skal være enten

- bygd spesielt for høyhastighetstog med hastigheter på 250 km/t eller høyere
- oppgradert for høyhastighet med hastigheter på 200 km/t eller høyere
- oppgradert for høyhastighet med lavere hastigheter grunnet spesielle forhold som stigning, bebyggelse og lignende (på en strekning med hovedsakelig infrastruktur for høyere hastigheter).

Rullende materiell skal kunne

- kjøre i minst 250 km/t på høyhastighetslinjer, og med mulighet for å kjøre i over 300 km/t der dette er mulig
- kjøre i minst 200 km/t på oppgraderte linjer
- kjøre med høyest mulig fart på andre typer linjer

### Kompatibilitet

- høyhastighetsjernbane skal ha svært bra kompatibilitet mellom sporets og materiellets karakteristikk, da ytelse, sikkerhet, servicekvalitet og kostnader avhenger av dette.

### Den Internasjonale Jernbaneunionens definisjon

UIC definerer høyhastighet ut fra infrastruktur, rullende materiell og operasjon:

Høyhastighetsinfrastruktur er nye linjer som tillater kjørehastigheter over 250 km/t for hele eller store deler av reisen, og nye eller oppgraderte linjer som kan håndtere hastigheter opp til 200 km/t og oppfyller kriterier som stor reisetidsreduksjon, bruk av smalsporete linjer (europaisk standard sporbredde) osv. Dette er uavhengig av togene som kjører på sporene.

Rullende materiell for høyhastighet består vanligvis av faste motorvognsett, iblant flere sammenkoblede, som kan kjøre i hastigheter på minst 250 km/t i kommersiell drift. I visse tilfeller kan tog med hastigheter på 200 km/t, men som tilbyr høykvalitetsservice, som krengetog, og komme under definisjonen. Det kan også enkelte konvensjonelle tog med kjørehastigheter på 200 km/t. Dette er uavhengig av type spor.

Operasjonskonsept sier noe om hvilke typer rullende materiell som kjører på de ulike typene infrastruktur og blanding av togtyper. Her er det svært ulik praksis, og det er for tiden ikke mulig og harmonisere dette.

Som regel vil høyhastighet bestemmes ut fra infrastrukturen, der man ser bort fra mindre strekninger med fartsbegrensninger.

### Denne oppgavens definisjon

I denne oppgaven defineres høyhastighetsjernbane som tog som kan kjøre med hastigheter over 250 km/t med moderne høyhastighetsmotorvogner og vogner, uten krengeteknologi. Dette gjøres på stort sett dedikerte/oppgraderte spor som tillater hastigheter over 200 km/t, og over 250 km/t på store deler av strekningen. Unntak gjøres ved innkjøring til byer/stasjoner og der andre forhold begrenser hastigheten det kan kjøres med.

Ut fra denne definisjonen er TGV- og ICE-systemene høyhastighetsjernbane, mens X2000 systemet i Sverige ikke regnes som høyhastighetsjernbane, da det bruker krengeteknologi for å komme opp i hastigheter rundt 170 km/t på det klassiske linjenettet. Årsaken til at krengetog utelukkes er at de hittil ikke kan komme opp i høye nok hastigheter og at krengetog ikke regnes som aktuelt i Norge. Årsaken er at krengetog egner seg best til å øke kjørehastigheten på eksisterende spor ved at togene kan holde høyere fart i kurver, men i Norge er overgangskurvene for korte til at effekten fullt ut kan oppnås (med god komfort), og hvis man må bygge ny infrastruktur, kan man like gjerne bygge for høyhastighet.

### 3. Presentasjon av land med utbygd høyhastighetsnett

Her presenteres de fem landene som har de mest utbygde høyhastighetsnettene i verden. Landene gjennomgås med tanke på framtidige høyhastighetsprosjekter, både utbygde og planlagte linjer, organisatoriske forhold, demografi, konkurrenter og marked. De forskjellige landene har brukt ulike metoder for planlegging, evaluering, finansiering osv. [Short, 2004]. Først ut er Japan, det landet som var først ute med høyhastighetstog i verden, og så fire europeiske land som har bygd ut eller holder på å bygge ut høyhastighetsnett, Frankrike, Tyskland, Italia og Spania.

#### 3.1 Japan

Japan fikk verdens første høyhastighetslinje, Shinkansen mellom Tokyo og Osaka, i 1964. Nå er det over 2 000 km med høyhastighetslinjer i landet, som vist i tabellen nedenfor. Mer er planlagt og under bygging, for det meste forlengelser av eksisterende linjer. Japan har nå et høyhastighetsnett som dekker nesten hele landet (se figur 1). Den nye planlagte linjen Tokyo – Osaka på kartet er en Maglevlinje. [UIC, 2007 ]

**Tabell 1: Høyhastighetslinjer i Japan**

Prosjekt	Åpningsår	Lengde
Tokaido (Tokyo - Osaka)	1964	515 km
Sanyo (Shin-Osaka - Hakata)	1975	554 km
Tohoku (Tokyo - Hachinohe)	1982 (m/senere utvidelser)	593 km
Joetsu (Omiya - Niigata)	1982	270 km
Yamagata (Fukushima - Shinjo)	1992	149 km
Akita (Morioka - Akita)	1997	127 km
Hokuriku (Takasaki - Nagano)	1997	125 km
Kyushu (Shin-Yatsushiro - Kagoshima-Chuo)	2004	128 km

Bakgrunnen for utbygging av Shinkansen-nettverket var kapasitetsproblemer på det eksisterende jernbanenettet, spesielt mellom Tokyo og Osaka. I 1956 gikk det 541 tog om dagen på deler av denne strekningen [Nakagawa, 2007]. I begynnelsen ønsket man å knytte sammen de økonomiske sentrene i de største byene, men etter hvert er målet blitt å skape utvikling over hele landet. Blant befolkningen var det i starten svært stor støtte til utbyggingen, mens den nå er noe svakere som følge av mer oppmerksomhet rundt statlig pengebruk.



Figur 1: Kart over Japans høyhastighetsnett [Fossett, 2007 ]

Det nasjonale jernbaneselskapet, JNR, ble i 1987, delt opp i syv selskaper, seks infrastruktur- og passasjertransportoperatører (Japan Rail Companies) og et godstransportselskap [Nakagawa, 2007]. Selskapene ble senere privatisert, men staten har fortsatt noe kontroll som aksjeeier i JRCC (Japan Railway Construction Company). Selv om passasjertransporten drives av seks private selskaper, følger de samme standardpriser og regler, og samarbeider om billettsalg og markedsføring. De tidlige Shinkansenlinjene eies, vedlikeholdes og driftes av Japan Rail Companies, mens de nye linjene eies av JRCC som leier dem ut til Japan Rail Companies, der sistnevnte har ansvaret for vedlikeholdet. [Japan Rail, 2007]

Delvis som en følge av det velutbygde høyhastighetsnettet har jernbanen en stor markedsandel i Japan, med totalt 27 % av passasjerkilometerene og over 50 % for reiser mellom 500 og 700 km. Shinkansen har stor kapasitet med 1600 seter pr tog, og hyppige avganger. Det klassiske, smalsporete nettet har store trafikkmengder, men lider under kapasitetsproblemer [Nakagawa, 2007]. Andre private jernbaneoperatører har store markedsandeler innen pendlerreiser. Når det gjelder konkurranse fra flytrafikken, har utviklingen av flytilbudet blitt hindret av begrenset kapasitet på flyplassene. De tre nasjonale selskapene møter i økende grad konkurranse fra lavkostselskaper, og møter dette med bl.a. prisreduksjon, som igjen påvirker konkurranseforholdet mellom fly og tog. Det er tendenser til økte markedsandeler for fly [Steer Davies Gleave, 2004].

Japanske byer har høy befolkningstetthet, ofte konsentrert i bykjernen, men også høy befolkningstetthet i områdene rundt byene. Dette påvirker utbyggingskostnadene for høyhastighetstog, mulighetene for flyplassutvikling, og markedet for Shinkansen. De største byene ligger fra 300 km til 600 km fra Tokyo.

**Tabell 2: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Japan [SteerDaviesGleave, 2004]**

Markedsandel	Passasjerkilometer	27,1 %
	Passasjerturer	25,6 %
Populasjon	Totalt (millioner)	127
	Populasjonstetthet (personer/kvm)	341
	Gjennomsnitt i de 5 største byene (personer/kvm)	8 033
Andre faktorer	Bensinpris (€/liter)	0,87
	Bompenger for 100 km motorveg kjørt (€)	19,83
	Biler pr 1000 innbyggere	411
	Togbillettpris i % av flybillettpris	70-100%
	Høyhastighetstog som ankommer i tide	i gjennomsnitt 10 sekunders forsinkelse
	Andre langdistansetog som ankommer i tide	-

### 3.2 Frankrike

Frankrike var det første europeiske landet med en høyhastighetslinje, mellom Paris og Lyon i 1981. Den første utbyggingen hadde hovedsakelig politiske og strategiske årsaker, i tillegg til å løse kapasitetsproblemer på strekningen. Linjen Paris-Lyon var et ideelt høyhastighetsprosjekt da det gikk mellom to store byer som lå 400 km fra hverandre og selve konstruksjonen ikke var for teknisk utfordrende. I tillegg var opinionen positiv. Suksessen gjorde det lett å gjennomføre etterfølgende prosjekter, men de senere årene har kostnads-nytte vurderingene blitt grundigere og, som en følge av dette, utbyggingshastigheten langsommere.[Steer Davies Gleave, 2004]

Høyhastighetslinjene som er bygget til dags dato er presentert i tabellen nedenfor [Perren, 1998]. I tillegg er en tilknytning til Spanias høyhastighetsnett, ved forlengelse av TVG Med linjen, og en ny forbindelse mellom Rhone- og Rhindalen under bygging, og flere forlengelser av eksisterende linjer og en linje Lyon-Torino under planlegging.

**Tabell 3: Høyhastighetslinjer i Frankrike**

Prosjekt	Åpningsår	Lengde
TGV Sud-Est (Paris-Lyon)	1981-3	447 km
TVG Atlantique (Paris-Tours/Le Mans)	1989-90	282 km
TGV Rhône-Alps (Lyon-Valence)	1992-4	121 km
TGV Nord (Paris-Calais/Belgia)	1993	330 km
TGV Jonction (Rundt Paris)	1994	70 km
TGV Med (Valence-Marseille/Nimes)	2001	300 km
TGV Est (Paris-Baudrecourt)	2007	320 km

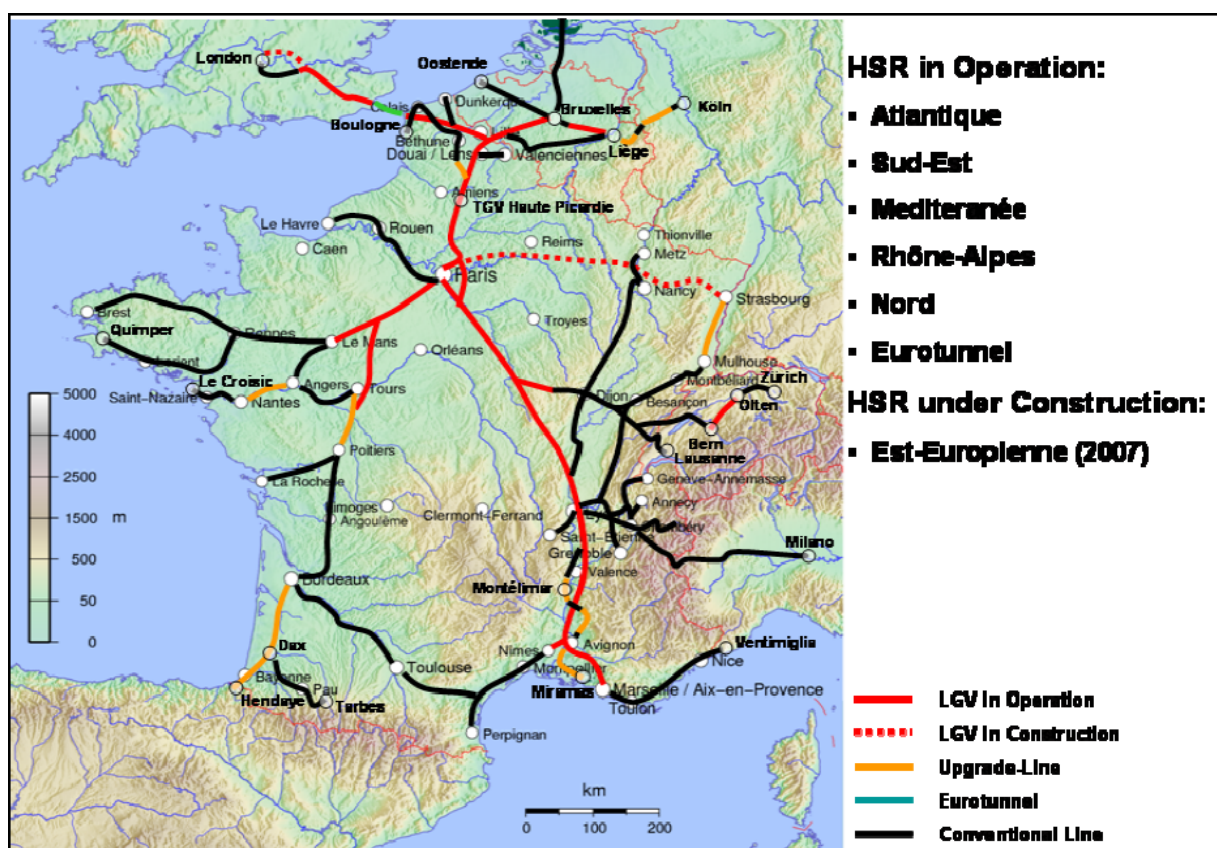
Operatøren av all passasjertransport på tog i Frankrike, SNCF, operer også høyhastighetstogene, TGV. De internasjonale togene, som Eurostar og Thalys, drives som separate selskap, der SNCF er en viktig partner sammen med andre nasjonale jernbaneoperatører. Infrastrukturen eies nå av RFF, som fordeler kapasitet på sporene, men tilbakefører vedlikeholdet til SNCF. Både SNCF og RFF er statlig eide.



Det klassiske jernbanenetverket til/fra Paris har relativt høy kvalitet, mens nettet ellers generelt er dårlig. Det er noen kapasitetsproblemer på det klassiske nettet, der det kjører både regionaltog, langdistansetog, TGV og godstog. [Steer Davies Gleave, 2004]

Franske høyhastighetstog, kjører hovedsakelig på egne linjer, men inn og ut av Paris og i forlengelsen av høyhastighetslinjene kjører de på konvensjonelle linjer. De fleste av disse er oppgradert slik at de kan håndtere høyere hastigheter (opp til 220 km/t). Hver linje har sitt eget kjøremateriell som er spesiallaget for den linjen, men togene kan, med noen tilpasninger, kjøres på andre linjene. [Perren, 1998] Kartet under viser TGV-nettet i Frankrike og ruter fra Frankrike til nabolandene, der det kjører TGV (første fase av Paris- Strasbourg er ferdig).

Utformingen av TGV-nettet er påvirket av den historisk svært sentraliserte stats- og forretningsmakten. Paris-regionen har ca. 10 millioner innbyggere og andre større byer ligger minst 200 km, og de fleste over 400 km, fra Paris. Dvs. at alle kan nås innen 3.5 time med direkte høyhastighetsruter. Alle TGV-linjene så langt har klart å dekke inn konstruksjonskostnadene etter et noen års drift [Railway Technology, 2007].



Figur 2: Kart over Frakrikes høyhastighetsnett [VWI, 2006]

Togets andel av transportmarkedet er i gjennomsnitt 9,6 %, som er høyt sammenlignet med andre land i Europa. Markedsandelen er høyest for turer på 400-600 km (18 %), og turer til/fra Paris og svært stor for lenker der det går TGV (opptil 90 %). Hovedkonkurrenten til TGV er Air France, men TGV har historisk hatt mye lavere priser (av sosiale og politiske årsaker). Utviklingen av lavpris flyselskaper har blitt hindret av kapasitetsmangel ved flyplassene i Paris, og konkurranser derfra er ikke så stor. [Steer Davies Gleave, 2004]

**Tabell 4: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Frankrike**[SteerDaviesGleave, 2004]

Markedsandel	Passasjerkilometer	9.6 %
	Passasjerturer	-
Populasjon	Total populasjon (millioner)	59,8
	Populasjonstetthet (personer/kvm)	100
	Gjennomsnitt i de 5 største byene (personer/kvm)	8 796 i by 1 892 i byregioner
Andre faktorer	Bensinpris (€/liter)	1,00
	Bompenger for 100 km motorveg kjørt (€)	6,52
	Biler pr 1000 innbyggere	478
	Togbillettpris i % av flybillettpris	25 – 50 %
	Høyhastighetstog som ankommer i tide	90 % (innen 10 min)
	Andre langdistansetog som ankommer i tide	87 % (innen 10 min)

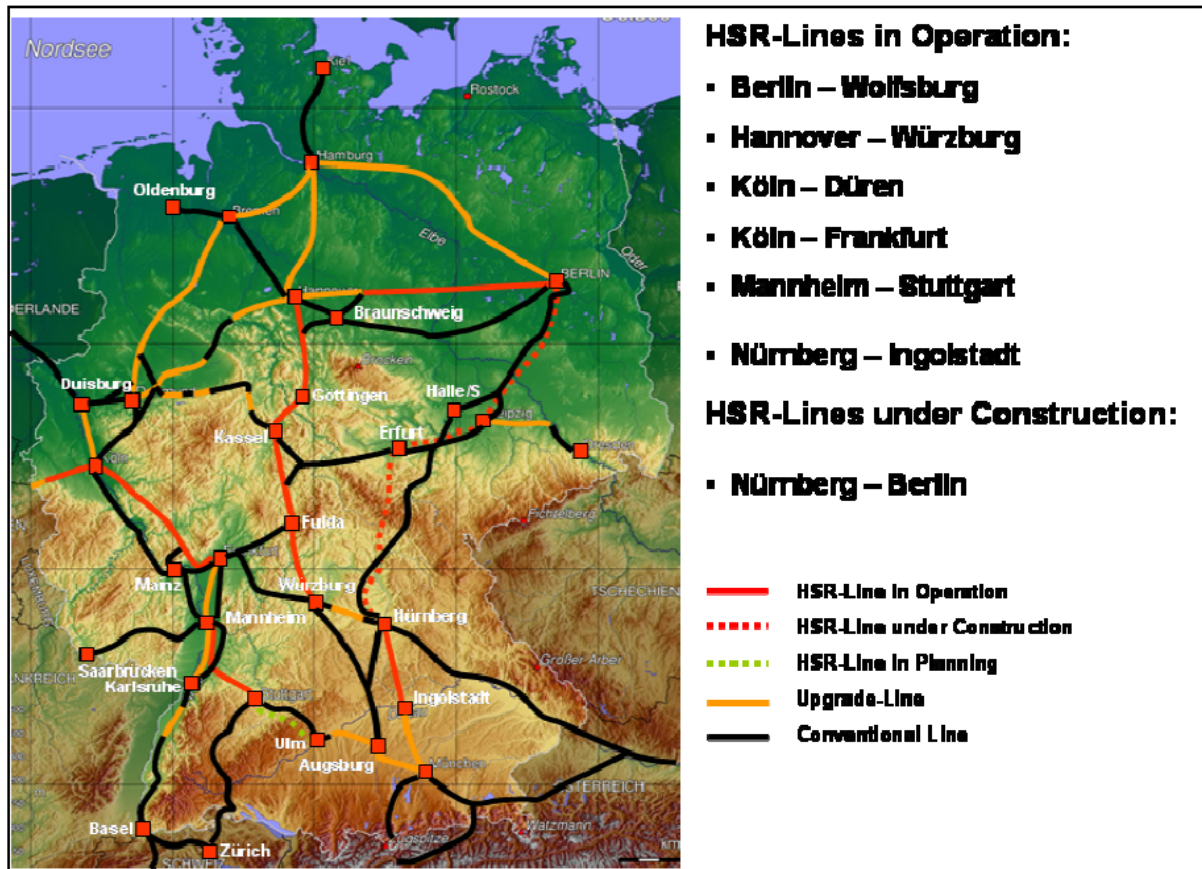
### 3.3 Tyskland

Høyhastighetsprogrammet i Tyskland er mindre omfattende enn i Frankrike, da Tyskland har sett mer på hele jernbanenettverket og ikke bygd ut en og en linje. Oppgraderte klassiske linjer blir mye brukt med mulighet for hastigheter på 200 – 250 km/t, og evt. bygging av noe tilleggs spor. Eksisterende høyhastighetsbaner er vist i tabellen og på kartet nedenfor. I tillegg er linjen Nürnberg-Erfurt-Leipzig mot Berlin under konstruksjon, og et par til under planlegging. [Railway Technology, 2007]

**Tabell 5: Høyhastighetslinjer i Tyskland**

Prosjekt	Åpningsår	Lengde
NBS Hanover – Würzburg	1988-91	327 km
NBS Mannheim – Stuttgart	1991	109 km
NBS Wolfsburg – Berlin	1997	183 km
NBS Köln – Frankfurt	2002	177 km
NBS Köln – Duren	2002	40 km
NBS Nürnberg – Ingolstadt	2006	89 km

Flere av høyhastighetsprosjektene kom opprinnelig som en respons på kapasitetsmangler i det konvensjonelle nettet. Etter hvert ble formålet å gjøre det mulig for jernbanen å konkurrere med andre transportmidler, men dette ble oppnådd like mye gjennom forbedret service som økt hastighet. [Steer Davies Gleave, 2004]. Konstruksjonen av Wolfsburg-Berlin linjen var en politisk markering av et forent Tyskland.



Figur 3: Kart over Tysklands høyhastighetsnett [VWI, 2006]

Ulikt andre høyhastighetsnett, var de første tyske linjene beregnet på godstransport og konvensjonelle tog i tillegg til høyhastighetstogene, ICE. Dette medførte økte investeringskostnader, og godstransport ble etter hvert forbudt av hensyn til sikkerheten. De første linjene ble konstruert med en lavere makshastighet og følgelig svært lave gjennomsnittshastigheter. De nye linjene derimot, konstrueres for 300 km/t og kun ICE. [Steer Davies Gleave, 2004]

Deutsch Bahn (DB) opererer både passasjer- og godstransport og vedlikeholder infrastrukturen. I tillegg til DB opererer Thalys og noen få private langdistanse passasjertransportsselskaper på de klassiske linjene [Steer Davies Gleave, 2004]. Konkurransen fra lavpris flyselskaper er økende, spesielt på lange avstander da reisetiden er lang og togbilletten dyr som følge av at priser beregnes pr. kilometer. DB samarbeider med Lufthansa på enkelte strekninger, der ICE frakter flypassasjerer [DB, 2006]. Også fra veg er konkurransen hard da motorvegene er godt utbygd og tollfrie.

Det klassiske jernbanenettet har variert kvalitet. Tilbudet på hovedrutene er svært frekvent og relativt punktlig, men ruter i vest og syd blir begrenset av geografiske forhold. Den jevnt fordelte befolkningen gjør at togene må stoppe ofte for å få med seg markedspotensialene, og dermed blir gjennomsnittshastigheten lav. Dette gjelder også for høyhastighetslinjene.

**Tabell 6: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Tyskland [SteerDaviesGleave, 2004]**

Markedsandel	Passasjerkilometer	8,4 %
	Passasjerturer	-
Populasjon	Totalt (millioner)	83,3
	Populasjonstetthet (personer/kvm)	233
	Gjennomsnitt i de 5 største byene (personer/kvm)	3 018
Andre faktorer	Bensinpris (€/liter)	1,08
	Bompenger for 100 km motorveg kjørt (€)	0
	Biler pr 1000 innbyggere	533
	Togbillettpris i % av flybillettpris	60 – 80 %
	Høyhastighetstog som ankommer i tide	-
	Andre langdistansetog som ankommer i tide	-

### 3.4 Italia

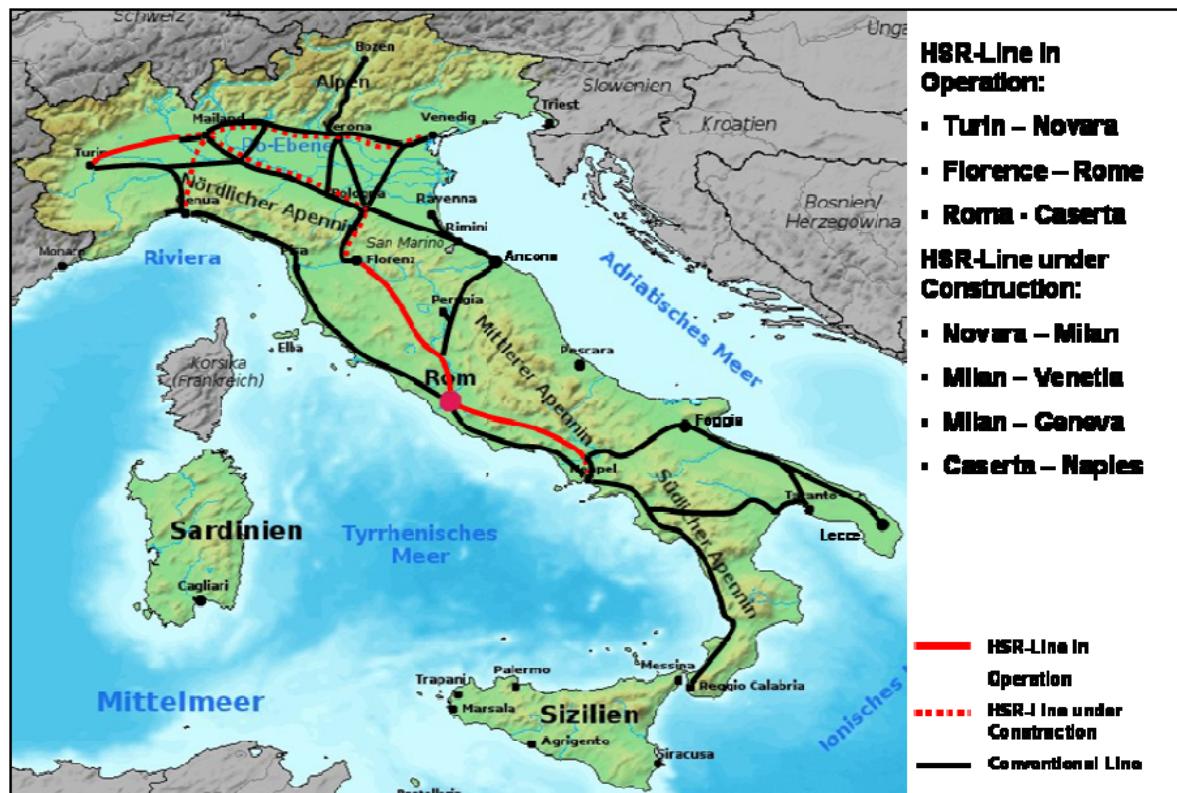
Høyhastighetslinjene i Italia består av en linje fra syd til nord gjennom Roma og linjer mellom industribyene i nord, som vist på kartet nedenfor [Trenitalia, 2007]. Den første linjen mellom Roma og Firenze kom i 1978, men var en oppgradert linje med lavere hastighet enn vi nå regner som høyhastighet [Italferr, 2007]. Italia kom sent i gang med storstilt utbygging, men holder nå på med oppgradering av Roma-Firenze og bygging av Milano-Firenze og har flere andre prosjekter under vurdering. Når denne utbyggingen er ferdig vil de fleste større byene være tilknyttet høyhastighetsnett. [TAV, 2007]

**Tabell 7: Høyhastighetslinjer i Italia**

Prosjekt	Åpningsår	Lengde
Roma – Firenze	1981-92	248 km
Roma – Napoli	2006	220 km
Torino – Novara	2006	94 km

Den første linjen Roma- Firenze ble bygget pga. svært dårlig kvalitet på den konvensjonelle linjen mellom disse byene, som også var hovedspor mellom Roma og Nord- Italia. I tillegg til bedret kvalitet og kapasitet, så ses det å forbedre situasjonen i sør og å skaffe arbeidsplasser som gode sider ved utbyggingen. Ellers har det klassiske nettet stort sett god kvalitet, med relativt høye kjørehastigheter, og som følge av dette vil høyhastighetslinjer kun redusere reisetiden med 20-30 %. Men nettet har svært dårlig kapasitet, og dette er hovedårsaken til utbygging av høyhastighetslinjer. Med bedre forhold på de klassiske linjene får høyhastighetstogene konkurranse fra både konvensjonelle tog på parallelle spor med lavere pris og fly, spesielt lavpris flyselskaper. [Steer Davies Gleave, 2004] I begynnelsen utviklet Italia tog med krengeteknologi (Pendolino), men etter hvert har de gått over til mer TGV- og ICE-liknende teknologi, med ETR 500-togene [Solomon, 2001].





Figur 4: Kart over Italias høyhastighetsnett [VWI, 2006]

Italia er tynt og smalt, og den utforming gjør at en ”ryggradsline” får dekket det meste av landet. Den spredte befolkningen gjør at toget må stoppe ofte og dette reduserer gjennomsnittshastighet. Ferrovie dello Stato er både infrastruktureier og operatør, og bl.a. inndelt i Trenitalia (togoperatør, gods og passasjerer), RFI (infrastruktur) og TAV (utbygger av høyhastighetslinjer) [Trenitalia, 2007]

Tabell 8: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Italia [SteerDaviesGleave, 2004]

Markedsandel	Passasjerkilometer	5,0 %
	Passasjerturer	5,4 %
Populasjon	Totalt (millioner)	57,8
	Populasjonstetthet (personer/kvm)	192
	Gjennomsnitt i de 5 største byene (personer/kvm)	5 600
Andre faktorer	Bensinpris (€/liter)	1,05
	Bompenger for 100 km motorveg kjørt (€)	5,04
	Biler pr 1000 innbyggere	560
	Togbillettpris i % av flybillettpris	50 %
	Høyhastighetstog som ankommer i tide	-
	Andre langdistansetog som ankommer i tide	-

### 3.5 Spania

Den første høyhastighetslinjen var Madrid-Sevilla i forbindelse med Verdensutstillingen i 1992. Denne var en stor suksess med 40 % reduksjon i reisetid, og er siden etterfulgt av flere utbygginger. [Steer Davies Gleave, 2004] Målet er å linke Madrid med alle regionhovedstedene. De hittil gjennomførte prosjektene kan ses i tabell 9. Prosjekter under planlegging er bl.a. tilknytning til Frankrikes linje TGV Med, og til Portugal med en forbindelse mellom Madrid og Lisboa i tillegg til forlengelser av eksisterende linjer.

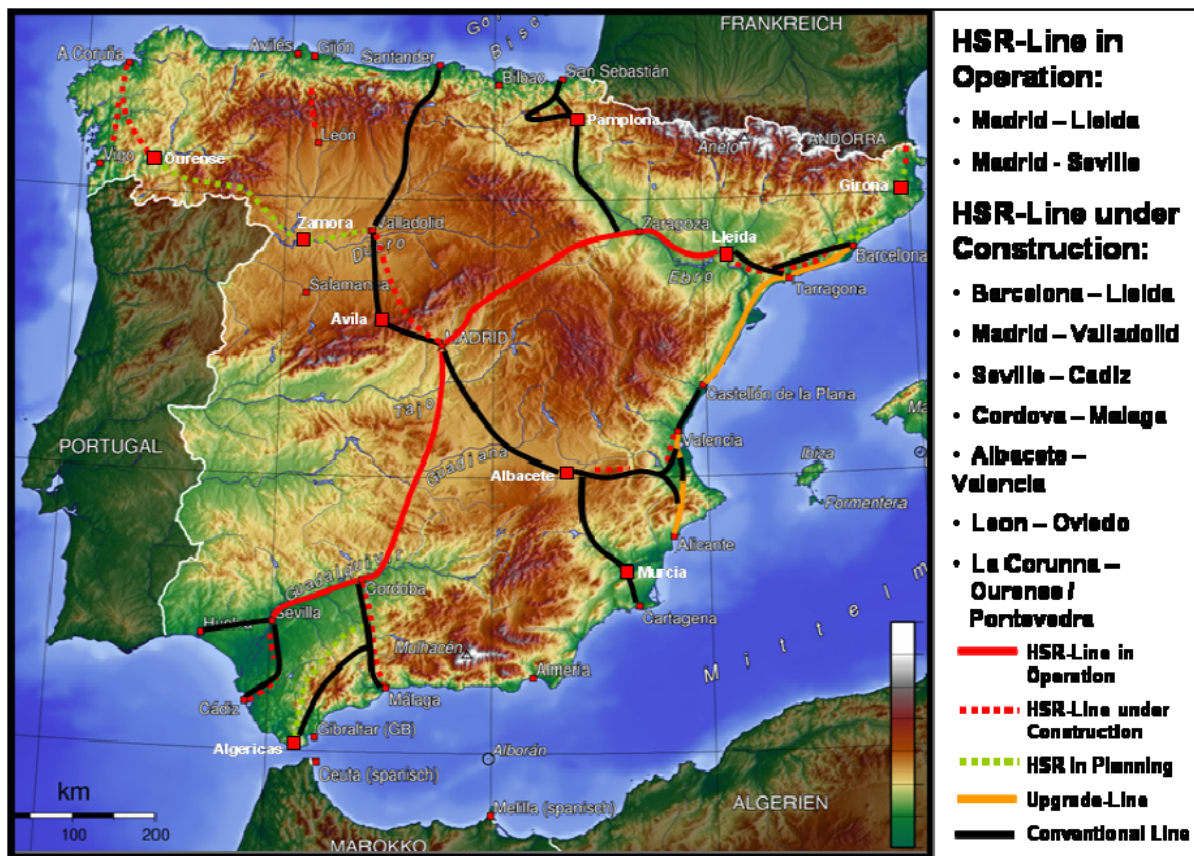
**Tabell 9: Høyhastighetslinjer i Spania**

Prosjekt	Åpningsår	Lengde
Madrid – Sevilla	1992	471 km
Madrid – Lleida	2003	470 km
Zaragoza - Huesca	2003	80 km
La Sagra – Toledo	2005	22 km

Den nasjonale, statseide operatøren av passasjertog heter Renfe Operadora. Renfe får støtte fra staten sentralt og fra regionene. All infrastruktur eies av ADIF etter reorganisering av jernbanesystemet i 2005 [Adif, 2005]. I tillegg til Renfe Operadora finnes det tre andre operatører av passasjertog, men kun en tilbyr langdistansetog, som går på egne spor med smal sporvidde. [Renfe Operadora, 2004]

Madrid ligger midt i landet og er den klart største byen med 3 millioner innbyggere og i tillegg 2,5 til i området rundt. De andre større byene ligger langs kysten, ca 400-600 km fra Madrid. Innlandet har stor sett lav populasjonstetthet, men mye fjell noe som gjør konstruksjon av høyhastighetslinjer vanskelig.

Det klassiske jernbanenettet i Spania har dårlig kvalitet, med kapasitetsbegrensinger pga. ettsporslinjer, og lav hastighet pga. kurver og stigning. Krengetog bedrer dette noe, men togene har fortsatt relativt lav fart. Som en følge av dette er tidsbesparelsene i forbindelse med høyhastighetstog store. Det klassiske jernbanenettet har bredere sporvidde enn normalt i Europa, og tillegg finnes det noen smalsporete linjer [Renfe Operadora, 2004]. Den dårlige kvaliteten på det klassiske nettet, samt sporvidden, gjør at dette ikke kan brukes på den siste strekningen inn i byene da Spania har valgt å ha standard sporbredde på sine høyhastighetslinjer. Dette for å gjøre det mulig med en kobling til Frankrike og det Europeiske høyhastighetsnettet [Steer Davies Gleave, 2004].



Figur 5: Kart over Spanias høyhastighetsnett [VWI, 2006]

Jernbanens markedsandel er svært lav i Spania i forhold til andre europeiske land. Kun 5,2 % av turene av innenlandstrafikken gjøres med jernbane. Det er under halvparten av bussreisene, som iblant er både raskere og har hyppigere avganger enn tog. Et omfattende langdistanse bussnettverk konkurrerer med togtilbudet. I tillegg møter høyhastighetstogene konkurranse fra et velutbygd innenlands flynettverk med generelt lave priser. [Steer Davies Gleave, 2004]

Tabell 10: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Spania [SteerDaviesGleave, 2004]

Markedsandel	Passasjerkilometer	4,8 %
	Passasjerturer	5,2 %
Populasjon	Totalt (millioner)	40,8
	Populasjonstetthet (personer/kvm)	81
	Gjennomsnitt i de 5 største byene (personer/kvm)	6 220
Andre faktorer	Bensinpris (€/liter)	0,83
	Bompenger for 100 km motorveg kjørt (€)	6,86
	Biler pr 1000 innbyggere	444
	Togbillettpris i % av flybillettpris	30-120%
	Høyhastighetstog som ankommer i tide	99,8 % (innen 3 min)
	Andre langdistansetog som ankommer i tide	95,7 % (innen 10 min)

## 4. Utforming av linjenettet

### 4.1 Utforming av linjenettet

Det er to hovedtyper høyhastighetslinjenett i Europa, sentraliserte nett med nesten alle linjene til/fra hovedstaden i landet eller mer spredte nettverk som forbinder flere regionale sentere direkte. Kroneksempelene på disse to tilnærmingene er Frankrike med et sentralisert, stjerneformet nett med utgangspunkt i Paris, og Tyskland med et nettverk som forbinder ulike byer og regioner der ingen by er viktigere enn andre. I andre land, som for eksempel Italia, finnes en blanding av de to systemene med et sentralisert nett med utgangspunkt i Roma i tillegg til innbyrdes forbindelse mellom industribyene i nord. Valg av type linjenett avhenger av markedsmuligheter i de ulike byene, hvor langt de større byene ligger fra hverandre og kostnader knyttet til utbyggingen av linjen, som igjen avhenger av topografi og bosetningsmønster. [HHT-seminar, 2007]

I de smale og lange landene, som Italia og Portugal, går høyhastighetsnettet som en ryggrad gjennom landet og forbinder de viktigste byene i en linje. [HHT-seminar, 2007] I Italia går det en høyhastighetslinje fra Napoli til Firenze, gjennom Roma, som kan betjene store deler av Italia. Ved høyhastighetsutbyggingen i Portugal planlegges en linje mellom Lisboa og Porto, samt en forbindelse fra Lisboa til Madrid og det europeiske høyhastighetsnettet.

Forlengelse og oppdeling (branching) av en linje er mulige strategier for å øke markedet uten store infrastrukturinvesteringer. Forlengelse innebærer at på en høyhastighetslinje mellom to punkter, fortsetter høyhastighetstogene til en by etter ”endepunktet” på høyhastighetslinjen. Dette kan gjøres enten på dedikerte høyhastighetsspor eller på klassiske spor. I praksis innebærer forlengelse ofte en etappevis utbygging av høyhastighetsnettet. Et eksempel er linjen Paris-Lyon som først ble utvidet til Valence i Rhonedalen og så til Middelhavet. Eksempler på forlengelse av linjen og effekten av dette på togets markedsandel kan ses i tabellen nedenfor. Markedsandelene økte med fra 1 % til 34 % med en forlengelse av toglinjen, både på dedikerte høyhastighetsspor og på klassiske spor. Strekningen med mest effekt av en forlengelse, Paris – Milano, følger høyhastighetssport til Lyon og går deretter over Alpene til Nord-Italia. Økningen på linjen Paris – Brussel skyldes kun økt frekvens pga forlengelser på tilknyttede linjer.

Tabell 11: Markedsandel for tog med og uten forlengelse av linjen [VWI 2006]

	OD relasjon	Uten forlengelse	Med forlengelse
<b>Inter-nasjonalt</b>	Paris – Brussel	43 %	44 %
	Paris – Brussel-regionen	37 %	38 %
	London – Brussel	48 %	65 %
	London-regionen – Brussel-regionen	39 %	52 %
	Paris – Milano	18 %	54 %
<b>Nasjonalt</b>	Paris – Marseille	32 %	44 %
	Berlin – München	12 %	41 %
	Berlin-regionen – München-regionen	11 %	34 %
	Köln – Stuttgart	27 %	44 %



I tabellen registreres også at tilgang til sentrum har stor betydning for markedsandelene, da by-til-by linjene har større markedsandeler enn de tilsvarende region-til-region linjene.

Oppdeling innebærer at en høyhastighetslinje deler seg i to for å tilby transport til flere steder fra samme utgangspunkt. Oppdelingen kan også skje på klassiske linjer i forlengelsen av en høyhastighetslinje. Ved konstruksjon av Paris-Lyon linjen, ble oppdeling brukt på det konvensjonelle linjenettet etter Lyon for å frakte passasjerer videre til byer som Lausanne, Genève og Marseille [Steer Davies Gleave, 2004]. Den samme teknikken brukes på tog mellom Brussel, London og Paris, men her på dedikerte høyhastighetslinjer. Eksempler på begge to er vist på kartet. Tykke streker er høyhastighetslinjer og tynne er klassiske linjer der det går høyhastighetstog.



**Figur 6: Høyhastighetsnettet i Frankrike, med eksempler på forlengelse og oppdeling**

Som for utbygging av transportnettverk generelt gjelder at man starter med hovedlinjene, der etterspørselen er høyest, før en evt. mer omfattende utbygging av et mer finmasket nett [Nielsen, 2005]. For høyhastighetstog er det begrenset hvor finmasket et nett kan være. Det bør søkes å dekke etterspørselen i hovedkorridorene med så få linjer som mulig, gjerne pendellinjer [Nielsen, 2005]. Pendellinjer muliggjør direkte reise uten bytte når den enkeltes reisemål ikke er togets siste stopp i en stor by, men i en litt mindre en like etterpå. Pendellinjer vil normalt medføre bedre bruk av kapasiteten. Eksempler på pendellinjer er Eurostar-togene som går fra London via Paris til de Franske Alpene om vinteren.

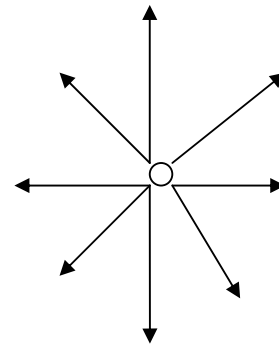
I de fleste land foregår utbyggingen av høyhastighetsnettet i kombinasjon med bruk av eksisterende toglinjer der det kjøres høyhastighetstog. Dette gjøres for å dele opp investeringene i infrastruktur i tid, og for å begrense usikkerheten knyttet til investeringene. Paris-Lyon-Marseille linjen er et eksempel på en strekning som er bygget ut etappevis. I Tyskland er det vanlig at selve ankomsten til stasjonene inne i byene går på klassiske linjer med tilsvarende lav hastighet. Dette skyldes store vanskeligheter/konflikter og kostnader ved å føre høyhastighetslinjene helt inn i sentrum i tett befolkede områder.

## 4.2 Klassifisering

Det finnes 3 hovedtyper nett; stjerneformet nett, nettverk og en blanding av disse to. Etter hvert som utbyggingen av høyhastighetslinjer øker, vil alle nett til slutt bli nettverk. Dette ser vi et eksempel på i Japan, der utbygging begynte som et sentralisert, stjerneformet nett med utgangspunkt i Tokyo og nå holder på å bli et nettverk som forbinder alle de større byene, etter hvert som de ulike linjene knyttes sammen.

### Stjerneformet nett

Stjerneformede nett tar utgangspunkt i en by med linjer som går radielt ut fra denne. Denne nettypen har ofte bakgrunn i en sentralisert statsmakt, der én by historisk sett har vært svært viktig i landet, med den følge at hoveddelen av kommunikasjon har gått fra/til denne byen, som regel hovedstaden. Ofte kan man se den samme tendensen i det konvensjonelle jernbanenettet og til en viss grad også i vegnettet. I tillegg er det en premiss for denne typen nett at hovedstaden er plassert sentralt i landet, slik at den blir et naturlig midtpunkt.

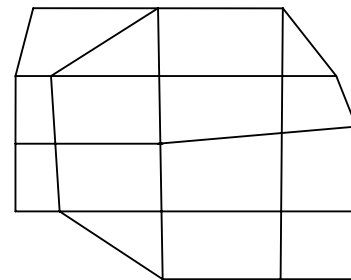


Figur 7: Stjerneformet nett

Eksempler på stjerneformede nett er høyhastighetsnettene i Frankrike og Spania. Her fungerer henholdsvis Paris og Madrid som nav i et system av høyhastighetslinjer. I begge disse landene ligger hovedstaden sentralt midt i landet med de andre større byene lokalisert mer eller mindre langs ytterkantene. I Spania er dette svært tydelig med Madrid på et platå i innlandet og de andre større byene ute langs kysten, 400 – 600 km unna hovedstaden. Denne nettverkstypen innebærer at reiser som ikke går gjennom hovedstaden ikke kan gjøres med høyhastighetstog eller at reisende må ta turen innom hovedstaden for der å skifte tog, og ofte stasjon, før de drar videre til sitt egentlige reisemål. Dette vanskeliggjør bruken av høyhastighetstog og minker konkurransevnen på disse strekningene, spesielt i forhold til bilen.

### Nettverksformet nett

Nettverk er nett der flere byer forbindes gjennom linjer på kryss og tvers av landet, uten at en enkelt by dominerer. De ulike parsellene er tilnærmet likeverdige og det er lett å komme seg fra by til by da det både finnes flere alternative reiseruter og det ikke er nødvendig å dra via en hovedstad/dominerende, by som i det stjerneformede nettet. Denne nettypen er vanlig i land der det ikke har vært en by som har vært viktigere enn de andre, for eksempel der hovedstaden har vært lokalisert i ulike byer opp gjennom tidene og der administrasjon er fordelt mellom flere byer. De ulike byene er jevnbyrdige med tanke på antall reiser til og fra, og de har relativt høy befolkningstetthet, slik at en tilstrekkelig etterspørsel kan oppnås.



Figur 8: Nettverksformet nett

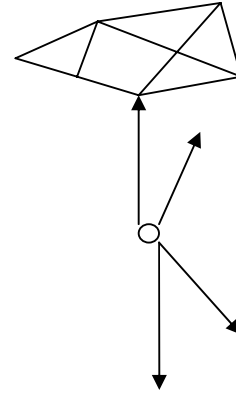
Et slikt nett kan kun anlegges der det er tilstrekkelig befolkningsgrunnlag og etterspørsel etter reiser mellom de flere forskjellige byer. Et eksempel på nettverksformet nett er høyhastighetsnettene i Tyskland, som forbinder alle de store byene og flere mindre byer i landet. Nettet ble begynt planlagt mens landet enda var delt i Øst- og Vest-Tyskland, og da

kunne det ikke lages et nett i Vest-Tyskland med utgangspunkt i Berlin, som ligger øst i landet. Derfor ble nettet først bygget som en forbindelse mellom de viktigste byene nord-syd i Vest-Tyskland, før øst-vestgående linjer har blitt laget etter foreningen av landet. I tillegg har, som nevnt, høyhastighetsnettet i Japan utviklet seg til å bli et nettverk etter hvert som flere og flere linjer i et, i utgangspunktet, stjerneformet nett er bygget.

### **Blanding av nettverk og stjerneformet nett**

Blandingsnett er nettverk som er satt sammen av en stjerneformet del og en nettverksformet del. Dette kan skyldes ulike bosetnings- og reisemønstre i de ulike delene av landet eller industri eller lignende lokalisert i en mindre del av landet, som ønsker jernbanetransport.

Et eksempel på blandingsnett er Italia, der utbygging av høyhastighetslinjer begynte med utgangspunkt i Roma og linjer nordover og sørover fra denne byen. Etter hvert ble man oppmerksomme på potensialet og behovet for å knytte sammen industribyene i nord direkte. Slik er det nå et stjerneformet nett i syd og et nettverksformet nett i nord.



**Figur 9: Blandingsnett**

## 5. Blanding av ulike typer tog på samme linje og delingsprinsipper

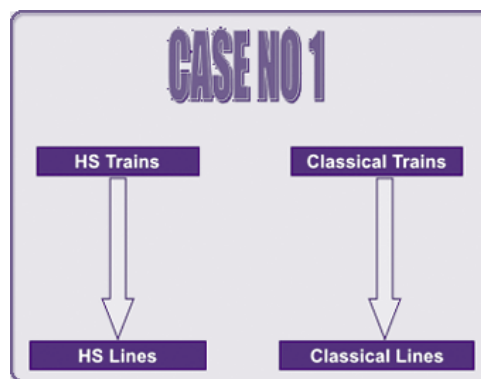
Når man bygger høyhastighetslinjer og setter opp et høyhastighetstogtilbud, er det for å få et reisemiddel som raskt kan frakte mange til og fra de stedene toglinjen går mellom. Da er det nødvendig med nok kapasitet på linjen slik at høyhastighetstogene kan utnytte den store hastigheten sin. Kapasitet påvirkes bl.a. av sammensetningen av togene som kjører på linjen. Generelt reduseres gjennomsnittsfarten når trafikkstrømmen øker [Pachl, 2002]. Samtidig vil man få så mye ut av infrastrukturinvesteringen som mulig, og dette gjøres ved økt bruk. De ulike landene og høyhastighetsoperatørene valgt forskjellige løsninger når det gjelder blanding av ulike typer tog på høyhastighetsnettene og delingsprinsipper.

### 5.1 Generelle delingsprinsipper

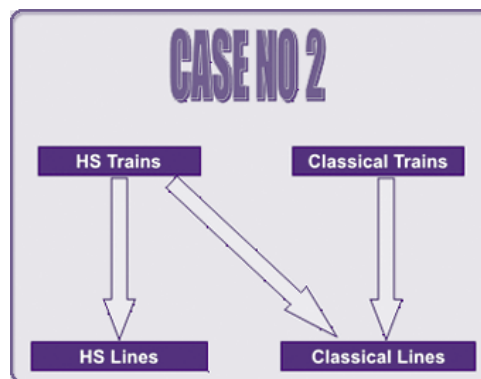
De forskjellige høyhastighetsoperatørene følger ulike delingsprinsipper med tanke på å skille høyhastighetsnettene fra det klassiske nettet, og høyhastighetstog fra konvensjonelle tog. Det er fire muligheter for å blande forskjellige typer tog og linjer, der alle er representert i de høyhastighetsnettene som finnes i verden i dag.

Delingsprinsipp type 1 er det reneste konseptet, der høyhastighet og konvensjonelle tog er helt avskilt. Høyhastighetstog kjører på høyhastighetslinjer, og konvensjonelle tog på det klassiske linjenettet. Slik er togdriften organisert i Japan, der Shinkansentogene kun bruker dedikerte spor, og også er det eneste toget som bruker disse [UIC, 2007]. Dette skyldes at det klassiske sporet har en smalere sporbredde og ingen ekstra kapasitet., og at de konvensjonelle togene er tilpasset det smale sporet. Det snakkes nå om å få Shinkansentog med justerbar sporvidde for å minke kostnadene ved utbygging [Nakagawa, 2007].

Type 2 innebærer et nettverk av høyhastighetslinjer, som kun brukes av høyhastighetstog, men der disse togene også kan bruke det klassiske nettet [UIC, 2007]. Dette kan for eksempel være ved ankomst til byer eller som en forlengelse av høyhastighetstilbudet på strekninger der det ikke er utbygd høyhastighetslinjer. Dette er tilfelle i Frankrike der høyhastighetstog også kjører på det klassiske linjenettet, enten mens de venter på full utbygging av høyhastighetslinjer, som på linjen Paris-Bordeaux, eller for å nå flere byer/markeder i forlengelsen av en høyhastighetslinje.

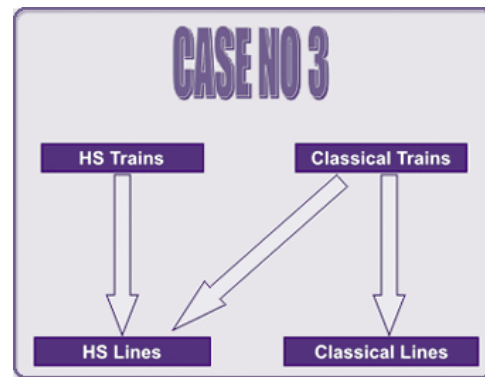


Figur 10: Delingsprinsipp 1 for blanding av togtyper [UIC, 2007]



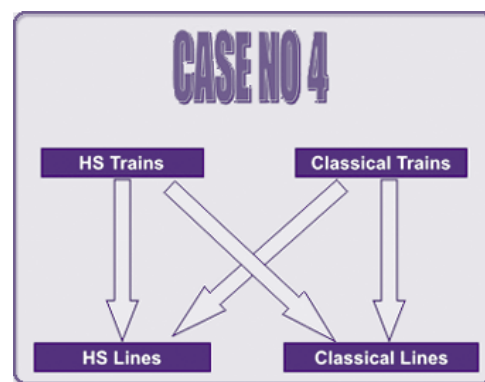
Figur 11: Delingsprinsipp 2 for blanding av togtyper [UIC, 2007]

Type 3 er et system der høyhastighetstogene kun kjører på dedikerte spor, men der enkelte konvensjonelle togtilbud kjører både på klassiske spor og på høyhastighetsspor [UIC, 2007]. Det spanske systemet bruker et slikt operasjonskonsept, der AVE-togene kun kjører på dedikerte spor, men der enkelte andre togtilbud kjører på både høyhastighetsnett og det klassiske nettet [Renfe Operadora, 2004]. De sistnevnte togene har systemer for å endre avstanden mellom hjulene, da det klassiske nettet i Spania er bredsporet og høyhastighetsnett smalere (følger europeisk standard bredde). Hastigheten er lavere, noe som begrenser kapasiteten på høyhastighetsnett.



Figur 12: Delingsprinsipp 3 for blanding av togtyper [UIC, 2007]

Den fjerde muligheten er at høyhastighetstog kan kjøre på både høyhastighetslinjer og klassiske linjer, og at konvensjonelle tog kan gjøre det samme, som vist i figuren til høyre [UIC, 2007]. Eksempler på dette finnes i Tyskland og Italia, der både høyhastighetstog og konvensjonelle tog kan kjøres på alle typer spor. Dette begrenser kapasiteten på begge typer spor. I Italia har de klassiske sporene høy kvalitet og går ofte parallelt med høyhastighetslinjene, i tillegg til at de konvensjonelle togene kjører relativt fort [Trenitalia, 2007]. Mens i Tyskland kjører ICE-togene relativt sakte på enkelte strekninger, både fordi de stopper ofte og fordi store deler av ICE-nettverket går på konvensjonelle og oppgraderte spor som ikke tillater så store hastigheter.



Figur 13: Delingsprinsipp 4 for blanding av togtyper [UIC, 2007]

## 5.2 Gods- og passasjertrafikk

Hvis godstog skal gå på de samme linjene som høyhastighetstog, vil dette medføre økte investeringskostnader, da godstog har større aksellast og krever lavere stigning og stivere linjeføring i infrastrukturen. I tillegg kommer økte vedlikeholdskostnader. [Jernbaneverket, 1999] På den annen side vil godstog kunne øke inntjeningen på linjen.

Det finnes nesten ingen eksempler på at gods fraktes på høyhastighetslinjer [HHT-seminar, 2007]. De to første linjene i Tyskland ble bygget for blandet trafikk, men det viste seg under drift at det høye lufttrykket i tunnelene kunne medføre ulykker ved dårlig sikret last og nå forbyr drift av passasjer- og godstog i tunnel samtidig. [VWI, 2007]

Forskjellen i hastighet mellom høyhastighetstog og godstog er svært stor, og som en følge av dette reduserer godstrafikk kapasiteten på linjen. Blanding av godstog og høyhastighetstog gjør det nødvendig med forbikjøringer da godstogene vil bli tatt igjen. Siden godstogene trenger et relativt stort tidsintervall mellom høyhastighetstogene, da det beveger seg så mye

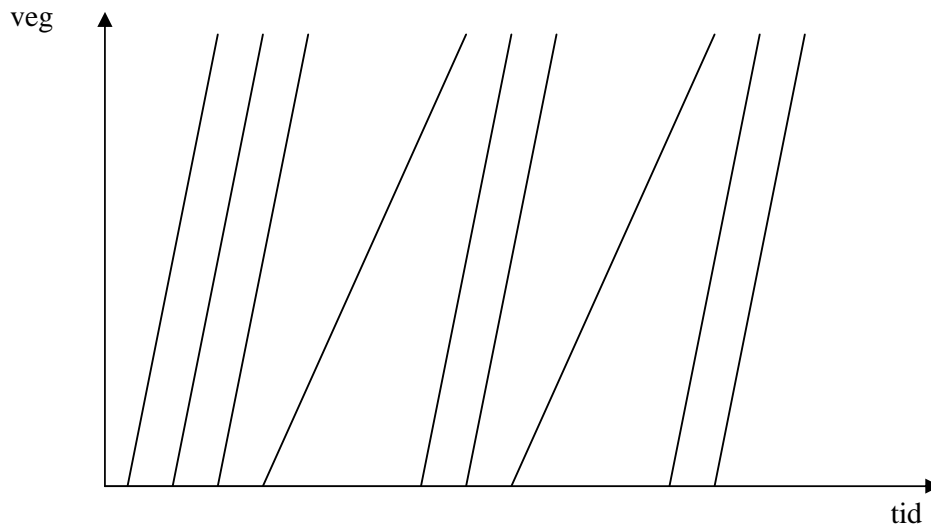
saktere, vil godstogene i praksis måtte vente veldig lenge på hvert krysningssted før de kan forflytte seg til det neste. I Tyskland viste det seg at gjennomsnittshastigheten for godstrafikken ofte ble lavere enn på de regulære skinnene, der kapasiteten økte som følge av at passasjertransporten ble overført til høyhastighetslinjer [VWI, 2006]. I praksis er den eneste ledige tiden for godstransport om natten, men da tiden mellom siste og første passasjertog ofte er liten, er kapasitet for godstransport på høyhastighetslinjer egentlig veldig lav. Som en følge av dette bruker ingen godstog nå lenger de tyske høyhastighetslinjene [VWI, 2006].

I Frankrike kjøres det post med TGV-tog. Dette er høyhastighets, lettvekts godstransport, noe som er mer aktuelt på høyhastighetslinjene enn de vanlige saktegående godstogene [UIC, 2007]. Posten tok initiativet og stod for innkjøp av togene, i tillegg til konstruksjon av linjer til postterminal. Posttoget ble satt i trafikk i 1984 og erstattet dyrere nattdrift mellom Paris og Lyon. I starten gikk det to dagtog og to nattdog med post på strekningen, men etter hvert som høyhastighetslinjene er forlenget, er flere tog kjøpt, flere terminaler bygget og transporten utvidet [Perren, 1998]. I prinsippet kan postogene kjøre like fort som høyhastighetspassasjertogene, men vedlikeholdsarbeid på linjene om natten gjør at enkelte tog bruker noe lengre tid. På den samme strekningen, Paris til syd-øst og syd Frankrike, går det også to daglige lettvekts parselltilbud for gods, med hastigheter opp til 200 km/t [SNCF Fret, 2007]. SNCF ønsker å utvide dette parselltilbudet, men må først finne løsninger på konflikten med linjevedlikeholdet som også pågår om natten.

### **5.3 Saktegående tog og høyhastighetstog**

Det er vanlig å blande de ulike togtilbudene ved at høyhastighetstog kjører på de klassiske linjene, spesielt i innfarten til byene. Slik blanding av togtilbud kan føre til konflikter knyttet til kapasitet og frekvens. Disse konfliktene blir større, jo større forskjell det er i de ulike togtypenes kjøremønster med tanke på stoppmønster og kjørehastighet.

For blanding av saktegående tog og høyhastighetstog gjelder mange av de samme prinsippene som for blanding av høyhastighetstog og godstog. Generelt gjelder at dersom langsomme og raske tog blandes, reduseres kapasiteten [Pachl, 2002]. Dette skyldes at de raske togene hele tiden vil ta igjen de saktegående togene, som da enten stopper og slipper de raske togene forbi eller ligger foran og hindrer de raskere togene. Det første vil resultere i økt reisetid for de saktegående togene og det siste til redusert hastighet og dermed økt reisetid for de raske togene. Dette kan unngås ved at de raske togene starter såpass lenge etter de saktegående at de ikke tar dem igjen, men dette gir svært lange togfølgetider og dårlig kapasitet på linjen. Dette ser vi tydelig i et tid-veg-diagram, der hvert tog symboliseres av en strek som går en veg/strekning på en viss tid. Farten illustreres da av helningen på streken. Togene må ha et visst minste mellomrom mellom seg (togfølgetiden), men avstanden kan også være større som følge av at to tog med ulik hastighet kjører etter hverandre. Vi ser da at når togene holder lik fart blir det kjørt flere tog på en bestemt tid enn når hastigheten på etterfølgende tog varierer. Med andre ord med tilnærmet samme hastighet på togene er kapasiteten på linjen størst [Skartsætherhagen, 1998]. De saktegående togene vil normalt også stoppe relativt ofte og dette vil forverre kapasiteten ytterligere.



**Figur 14: Tid-veg-diagram for tog med ulik hastighet**

På dobbeltspor avhenger kapasiteten spesielt av forskjellene i hastighet mellom de ulike togtypene, mens på enkeltspor avhenger kapasiteten mest av retningsbytte på strekningen, og hvor ofte dette skjer. Kapasiteten kan bedres ved såkalt ”puljekjøring” der enten tog med lik hastighet slippes forbi i puljer, eller tog med lik kjøreretning (på enkeltspor). Dette reduserer variasjonen i togfølgetid slik at togene kan følge tettere etter hverandre, men det innebærer noe venting på ”tur” i hver ende av strekningen det togene kjører i puljer. Ved puljekjøring må stasjonen på begge sider av strekningen kunne håndtere de ventende togene. Denne teknikken er spesielt bra på korte strekninger like ved store terminaler. [Pachl, 2002]

På høyhastighetslinjen Madrid- Lleida fordeles antall togkilometer mellom 26 % høyhastighetstog (AVE), 64 % langdistansetog, 2 % regiontog og 8 % servicetog [Renfe Operadora, 2004]. Regiontogene finnes i ulike utgaver, fra regionaltog som stopper på alle stopp med en hastighet på 120 km/t til regionale ekspressstog med færre stopp og en hastighet på 140 km/t [Renfe, 2007]. Slik blanding er av høyhastighetstog og saktegående kan være en måte å øke inntjeningen av infrastrukturen på hvis det er ledig kapasitet på linjene. Regiontogene utgjør uansett en liten andel av togkilometerene på den aktuelle høyhastighetslinjen i Spania, og er ellers lite vanlig.

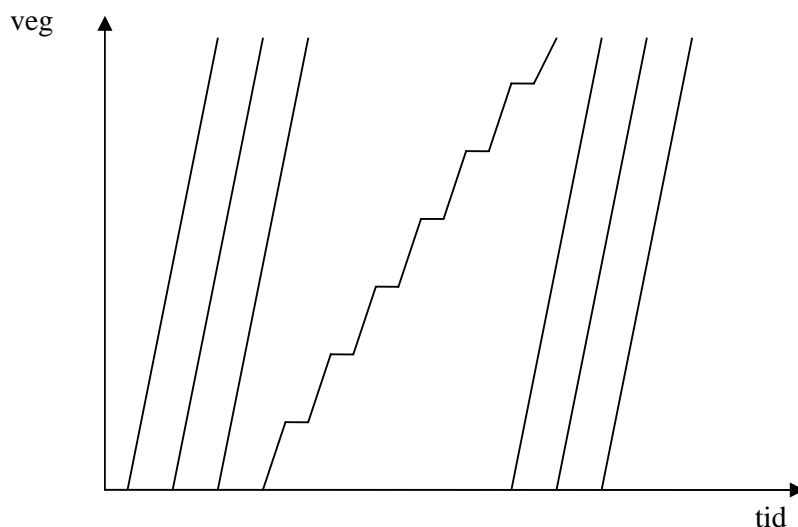
## **5.4 Høyhastighetstog og andre hurtigtog**

Best kapasitet oppnåes når alle togene kjører med harmoniserte kjøreplaner og uten hastighetsforskjeller [Pachl, 2002]. Dermed kan bedre utnyttelse av sporene oppnås hvis høyhastighetstogene deler spor med andre raske tog. Dette finnes det noen eksempler på, bl.a. i Belgia der deler av høyhastighetslinjen mellom Brussel og Liège (HSL 2) brukes både av høyhastighetstogene Thalys og ICE, og også av konvensjonelle, belgiske InterCity tog. InterCity togene holder en høy hastighet, opp mot 200 km/t. [Railway Technology, 2007]

I Spania kjøres det også konvensjonelle langdistansetog på høyhastighetslinjene. På strekningen Madrid-Malaga kjører Talgo 200, som har en hastighet på 220 km/t. Disse togene

kan variere avstanden mellom hjulene slik at de kan kjøre på både høyhastighetssporene og på de bredere klassiske spanske sporene [Solomon, 2001]. Dette togtilbudet bruker høyhastighetslinjen fra Madrid til Cordoba og følger deretter klassiske spor. Et lignende togtilbud, Alaria, følger høyhastighetslinjen mellom Sevilla og Lleida/ Huesca og tar avstikkere fra denne på det klassiske nettet til byer som San Sebastian, Barcelona, Alicante, Granada osv. [Renfe, 2007]. Alaria har den samme muligheten til å variere avstanden mellom hjulene etter hva slags spor det kjøres på, men har en noe lavere maskfart på 200 km/t. I tillegg kommer enkelte mindre strekninger av høyhastighetslinjene som trafikkeres av hurtigtogene Avant, med kun to eller tre stopp [Renfe, 2007]. Som for eksempel direktetoget Sevilla – Cordoba [Renfe Operadora, 2004]. I Tyskland og Italia bruker, som nevnt, klassiske tog enkelte av høyhastighetslinjene.

Hvor vellykket sammenblanding av høyhastighetstog og andre hurtigtog er avhenger av forskjellen i stoppmønster, og hvordan dette påvirker høyhastighetstogene. De fleste hurtigtogene, for eksempel InterCity togene, vil ha flere stopp enn høyhastighetstogene, og det er ugunstig om sistnevnte må stoppe for dette. [Renfe Operadora, 2004]. Dette kan illustreres i et tid-veg-diagram for tog med og uten stopp. Hvert tog symboliseres av en strek som går en veg/strekning på en viss tid, og farten blir da helningen på streken. Selv om togene har tilnærmet samme kjørefart, vil det stoppende toget bruke mye lenger tid, og gjennomsnittshastigheten vil bli mye lavere enn for toget som kjører direkte. Dette vil medføre lavere kapasitet på linjen, da det blir plass til færre tog [Skartsæterhagen, 1998]. Hvor mye kapasiteten senkes avhenger av antall stopp, tidsbruk pr. stopp og forbikjøringsmuligheter på strekningen.



**Figur 15: Tid-veg-diagram for tog med og uten stopp**

Markedsmessing avhenger konsekvensene av å kjøre flere konkurrerende tilbud på samme linje av hvor ulike tilbudene er og prisen for overgang mellom disse [Bonfils, 2007].



## 6. Stasjonstetthet

Jernbaneverket deler stasjonene inn i grupper etter reisemønsteret til hovedvekten av passasjerene, strekningen de reiser og togets rutelengde og stoppmønster. Reisende med langdistansetog kjennetegnes av en overvekt av sjeldent reisende, de har lite eller mye bagasje og relativt lange oppholdstider på stasjonen. Togene stopper kun i større knutepunkter og rutene har lengder på 300- 700 km. [Jernbaneverket, 2003] Vanligvis skal høyhastighetstog kun stoppe på stasjoner med høy trafikketerspørsel.

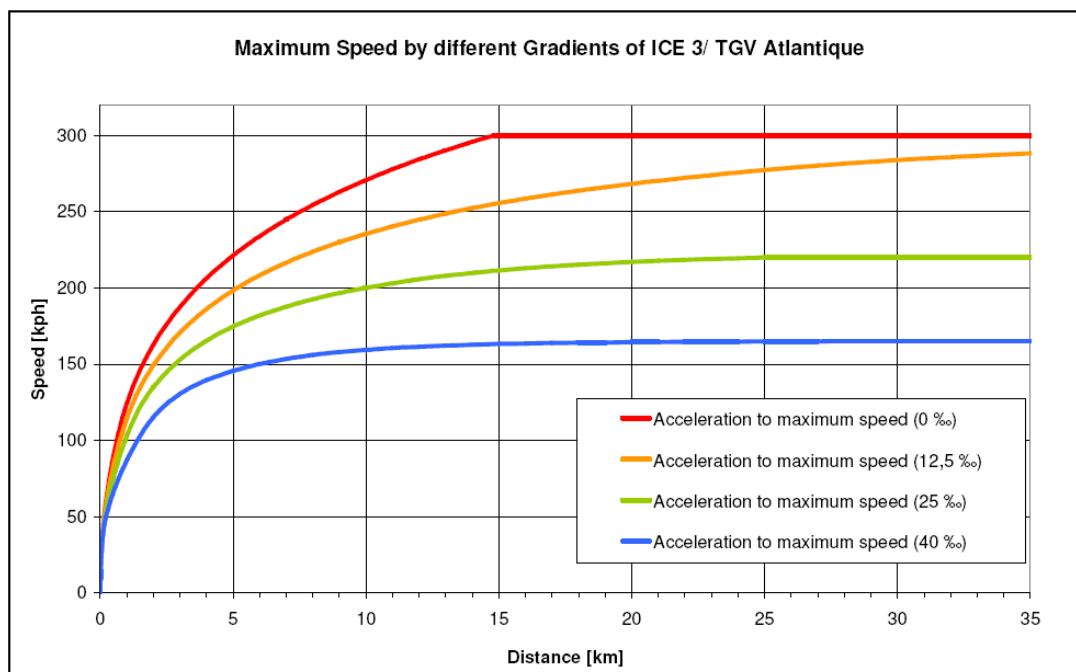
### 6.1 Stoppmønster

Når stoppmønsteret skal bestemmes er det mange hensyn å ta, og mange aspekter som må belyses, både politiske, økonomiske og tekniske. En høyhastighetsstasjon kan gi et regionalt tilbud og det kan påvirke bosetningsmønsteret slik at folk bor lenger unna jobbsentrene i de større byene. Høyhastighetstog kan på den måten bidra til å begrense tilflytting til byene og opprettholde en spredt bosetning [UIC, 2007].

Ved å legge til regionale markeder gjennom å ha stopp langs høyhastighetskorridorene, kan setekapasiteten utnyttelses bedre uten dyre utbygginger av ekstra linjer. Dette vil øke inntjeningen av infrastrukturinvesteringene. Eventuelt kan det være noen direktetog og noen med flere stopp avhengig av etterspørselen. I Frankrike kjøres det for eksempel stort sett ende-til-ende trafikk, men med noen flere stopp på første og siste tog på dagen for å tilby tidlige og sene forbindelser [VWI, 2006]. For ettsporsinfrastruktur er det vanskelig å variere timetabellen da den må fastsettes før utbygging med tanke på krysningsspor og sikkerhet [VWI, 2006]. Fra et økonomisk ståsted er det viktig å se på hele markedet for toglinjen, slik at ikke et ekstra stopp medfører et totalt sett mindre marked ved at ende-til-ende trafikken reduseres mer enn tilført trafikk ved det ekstra stoppet. Målet må være en optimalisering av det totale markedet, med en god balanse mellom stopp og hastighet i forhold til dette. Hovedfokusert bør ligge på ende-til-ende trafikken, men med bevissthet om muligheten for å kombinere markeder for å øke trafikken og inntjeningen på linjen [HHT-seminar, 2007].

Å innføre et stopp for alle tog på en strekning hvor det før ikke var stopp, fører til en drastisk reduksjon av kapasiteten på linjen. Stoppet kan betraktes som en lokal flaskehals da oppholdstiden til togene i dette punktet er så mye større enn for resten av linjen. Kapasitetsreduksjonen avhenger av utforming av stasjonen og antall spor [Skartsæterhagen, 1998].

I flate områder trenger togene rundt 3,5 km for å komme opp i 200 km/t og 7,5 km for å komme opp i 250 km/t. Det er energimessig og økonomisk gunstig å holde denne hastigheten et stykke, så det bør være en viss tid mellom akselerasjon og nedbremsning. Dette medfører at minimum avstand mellom to stopp bør være 10 km for en hastighet på 200 km/t og 20 km for en hastighet på 250 km/t. Ved økende stigning øker disse minimumsavstandene betraktelig da akselerasjonsdistansen øker, som vist i figur 16. I tillegg reduseres den maksimale hastigheten det er mulig for toget å komme opp i. [VWI, 2006] En annen følge av dette er at i tett befolkede områder med mange stopp bør togene holde en redusert fart ut fra energimessige og økonomiske hensyn.



**Figur 16: Maksimal hastighet ved ulike stigning og akselerasjonsdistansen [VWI, 2006]**

Hvis høyhastighetslinjene bygges som enkeltspor vil det trenge flere kryssingsspor der møtende tog kan passere hverandre. Disse vil ha innvirkning på reisetid, konkurransedyktighet og investeringskostnader, og bør derfor, så langt det er mulig, legges slik at de sammenfaller med stasjoner. På denne måten unngås lange kryssingsspor da togene stopper helt opp på en stasjon, og det mulige tilleggsmarkedet som kan oppnås kan tjene inn tidskostnadene ved stoppet i forhold til en nedbremsing.

Et alternativ til flere stopp er å ha et feeder-system tilpasset avgangen til høyhastighetstogene, der omkringliggende områder knyttes til høyhastighetslinjen ved regionalto og buss [VWI, 2006]. På denne måten kan markedet økes. Det er viktig med korte ventetider ved overgang og godt koordinert service for at en slik feeder-trafikk skal bli vellykket. For en mer effektiv feeder-trafikk, er det mulig å sende høyhastighetstogvognen på konvensjonelle spor for så å koble dem direkte til høyhastighetstog for videre transport [VWI, 2006]. Dette kan medføre noe mer tid på stasjonen, men er mer behagelig for passasjerene og tidsaspektet må vurderes opp mot et mulig økt marked. En slik løsning avhenger av at markedet er tilstrekkelig. Det bør unngås å overføre forsinkelse fra vanlige tog til høyhastighetstog.

De ulike landene følger ulike opplegg når det gjelder stoppmønster og stasjonstetthet. I Frankrike fører høyhastighetstogene mye punkt til punkt trafikk med 2-4 times reisetid, evt. med et eller to stopp underveis, og som allerede nevnt noen flere på det første og siste toget i døgnet. I Spania dominerer også endepunktstrafikken. Store, tett befolkede byer med lite befolkede områder mellom, legger opp til store markeder ved endepunktene og lite kostnader ved utbygging. I Tyskland derimot har togene mange regionale stopp, rundt 9 pr. linje. Dette skyldes den store befolkningstettheten med mange byer langs høyhastighetslinjene, men medfører en reduksjon i gjennomsnittshastighet. [HHT-seminar, 2007]

På høyhastighetsbaner vil det være aktuelt med stasjoner hvor enkelte tog stopper, mens andre kjører forbi, fortrinnsvis uten å redusere farten. Dette avhenger av plattformutformingen og plattformarrangement, om det er sideplattformer eller midtplattform. Som følge av høyhastighetsbanens strenge traseringsregler vil en utgreining av sporet for forbikjøringsspor eller midtplattform medføre beslagleggelse av store areal [Skovdahl, 1994].

## 6.2 Reisehastighet/-tid

Flere stasjoner fører til lavere gjennomsnittshastighet og lengre reisetid. Det er derfor ikke mulig å ha mange stopp mellom de største byene hvis en gjennomsnittsfart på over 200 km/t skal opprettholdes. Et stopp tar omtrent 2 minutter [VWI, 2007]. I tillegg kommer akselerasjons- og retardasjonstiden. Markedet for ende-til-ende reiser vil reduseres for hvert stopp pga. økt reisetid [HHT-presentasjon, 2007].

WVI-rapporten foreslår å bygge hovedsakelig ettspors høyhastighetslinjer og da trengs det kryssningspunkter for møtende tog der et tog stopper og/eller et eller begge tog senker farten. Dette vil påvirke reisetiden avhengig av antall kryssningspunkter og hvordan kryssingen foregår. Eksempelvis vil et høyhastighetstog bruke to timer på en 300 km lang strekning med to stopp, med en gjennomsnittsfart på 150 km/t. Med seks kryssningsstopp i tillegg vil gjennomsnittshastigheten reduseres til 120 km/t. Kryssing kan enklest gjøres ved at et tog stopper mens det andre holder høy hastighet. Dette vil gi et kryssingspor på 3,5 til 4,0 km og et tap på 5,5 minutter for det stoppende toget [VWI, 2006]. Seks stopp for kryssing innebærer da en halvtime i tapt reisetid. Andre alternativer for kryssing er at kun et tog bremses ned til 160 km/t, som er maks tillatt hastighet på sporvekslere, eller at begge togene bremses ned til 160 km/t [VWI, 2006]. Generelt vil disse gi lengre kryssingstrekning, som igjen medfører mindre tapt reisetid (som vist i tabell 12), men noe høyere investeringer. Tidspunktet for start av nedbremsing påvirker lengden av kryssingssporet og tap av reisetid.

Tabell 12: Lengde på kryssingsspor og tap av reisetid [VWI, 2006]

Type	Hastighet (km/t)	Buffertid (min)	Lengde kryssingsspor (km)	Tap av reisetid (min)
Et tog bremses	250	1	13,2	2,4 <sup>1</sup>
		2	17,3	2,7 <sup>1</sup>
Begge tog bremses (tidlig nedbremsing)	250	1	8,3	1,5 <sup>2</sup>
		2	11,0	1,8 <sup>2</sup>
Begge tog bremses (sen nedbremsing)	250	1	15,3	0,7 <sup>2</sup>
		2	19,4	0,7 <sup>2</sup>
Et tog stopper	250	1	4,2	4,5 <sup>1</sup>
		2	4,2	5,5 <sup>1</sup>

Det være også nødvendig med buffertid for å opprettholde robusthet i togplanen i tilfelle forsinkelser og lignende. Buffertiden vil være på 5 % av kjøretiden på en delstrekning i tillegg til en sikkerhetsmargin på 1-3 minutter [VWI, 2006]. På enkeltspor avhenger buffertiden mellom tog av avstanden mellom mulige kryssningspunkter. På en linje med mange kryssingsspor, vil en forsinkelse få mindre konsekvenser, da togene kan krysse på et annet

<sup>1</sup> For toget som bremses/stopper

<sup>2</sup> For begge tog

punkt enn planlagt, og på den måten unngå å overføre forsinkelsen til møtende tog. Dette medfører at buffertiden kan reduseres. Den samme effekten har utbygging av dobbeltspor på deler av strekningen, for eksempel nærmest de store byene. Dette innebærer at på en linje med lite reserver når det gjelder infrastruktur, må ha store reserver når det gjelder tid, og omvendt. [Pachl, 2002]

Hastigheten og energiforbruket til et høyhastighetstog er svært sensibelt i forhold til stigning, som vist i figur 16. Av økonomiske årsaker bør man derfor akseptere en lavere hastighet på lange ramper. Dette må også tas med i en beregning av gjennomsnittshastigheten og valg av stopp og krysning. I tillegg kan det være hastighetsbegrensninger i innfarten til byene pga. dårligere spor som ikke kan håndtere de høye hastighetene eller kapasitetsbegrensninger og sakteregående tog. Dette må også vurderes og tas med i beregningen av gjennomsnittshastigheten.

## 7. Konkurransedyktighet

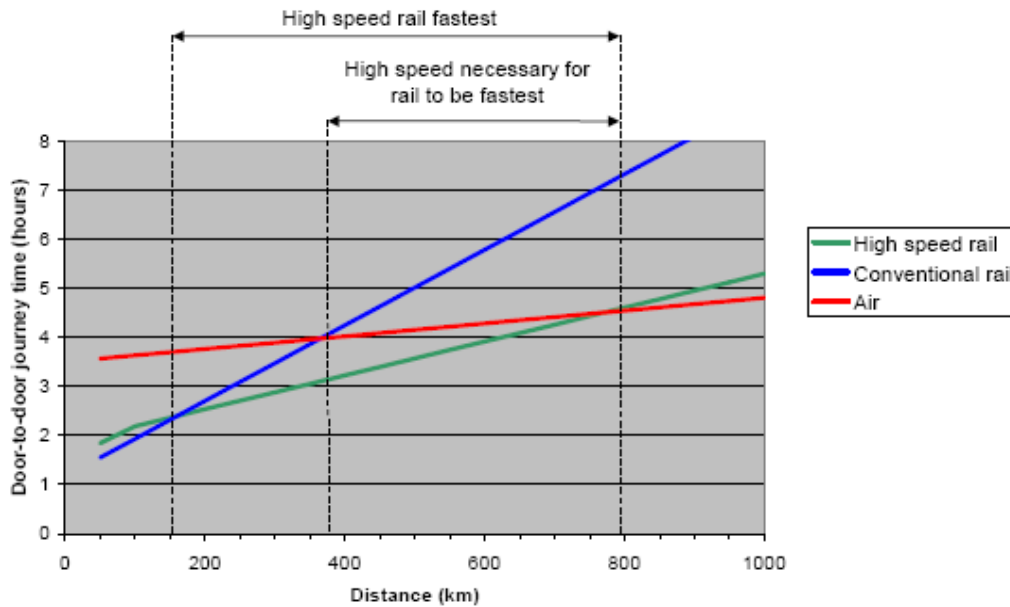
Ut fra presentasjonen av de ulike landene med godt utbygd høyhastighetsnett, er det mulig å se noen fellesnevnerer når det gjelder konkurranseforhold, samtidig som det er flere forskjeller. I forhold til geografiske forhold, avstander mellom større byer og fordelingen av befolkningen mellom by og land er det mulige å trekke noen konklusjoner om hva som bedrer høyhastighetstogets konkurransedyktighet. Det samme gjelder kapasitet og etterspørsel, der det er viktig at høyhastighetstogets fordeler utnyttes. Når det gjelder konkurranse fra andre transportmidler, har de ulike landene pekt seg ut forskjellige hovedkonkurrenter ut fra nasjonale og kulturelle forhold. De konkurrerende transportmidlene har også ulike standard og utviklingsnivå i de forskjellige landene. Til sist er det beskrevet noen prinsipper bak markedsføring og organisering av et høyhastighetstogtilbud.

### 7.1 Avstander mellom større byer

Valg av reisemiddel avhenger i stor grad av distanse og reisetid, og det medfører at man velger det reisemiddelet som totalt sett er raskest på den strekningen man skal reise. I tillegg er det også andre parametere som påvirker reisemiddelvalget, som prisnivå, komfort, opplevd sikkerhet, reisemotiv (arbeid eller ferie) og lignende. [Lenoir, 2007]

Høyhastighetstog kan tilby raske reiser over medium lange avstander. For korte avstander kan vanlig tog gi greie reisetider fra dør til dør, og høyhastighet har lite forbedringspotensial pga. lange akselerasjonsavstander. I noen tilfeller kan til og med høyhastighetstog gi et dårligere tilbud, hvis stasjonen må plasseres utenfor sentrumsområdet. Konkurranseforholdet avhenger av standarden på den konvensjonelle jernbanen, hovedsakelig hastighet og frekvens på avgangene. På korte strekninger vil også bilen konkurrere med høyhastighetstog, da bilen har fordeler ved at den er et dør-til-dør-reisemiddel og at reisetid kan tilpasses den enkelte. Konkurranseforholdet avhenger bl.a. av biltilgjengelighet, vegstandard, bompenger. For lange avstander er fly raskere enn høyhastighetstog, selv fra dør til dør reiser, da tiden brukt på flyplassen og på reise til og fra utgjør en mindre del av total reisetid. Dette forholdet avhenger av faktorer som reisetid til flyplass og stasjon, innsjekkingstid, tid i sikkerhetskontroll osv.

Det opereres med noe forskjellige tall når det gjelder distanser der tog og høyhastighetstog er konkurransedyktige med fly. Noen vurderer konkurranseforholdene for vanlig tog til å være best for avstandene 0 – 600 km og for høyhastighetstog for avstandene 300 – 1200 km [Lenoir, 2007]. Andre mener reiselengden må være mellom 200 og 800 km for at høyhastighetstog skal være konkurransedyktig, og aller helst mellom 250 og 550 km [HHT-seminar, 2007].



**Figur 17: Konkurransforhold for konvensjonelt tog, høyhastighetstog og fly** [SteerDaviesGleave, 2004]

Konsultentselskapet Steer Davies Gleave har foretatt en sammenligningsstudie der de har sett på avstander og konkurranseforhold for vanlig tog, høyhastighetstog og fly, på dør til dør reiser. Resultatene er gjengitt i figuren over. For avstander under 150 km er konvensjonelle tog raskere eller like raskt som høyhastighetstog, og for avstander over 800 km er fly raskere. Opp til 350 km er selv vanlig tog raskere enn fly, men for distanser over dette er høyhastighetstog nødvendig for at tog skal være raskere enn fly. [SteerDaviesGleave, 2004] Skillet mellom der det tidsmessig lønner seg å ta tog eller fly i Norge er nok betraktelig lavere enn 350 km, da gjennomsnittshastigheten er lavere p.g.a. topografien og standarden på det klassiske sporet.

De samme tendensene ser man når man undersøker de landene som har mest utbygd høyhastighetsnett. I Frankrike ligger alle de større byene over 200 km fra Paris. Åtte av de ni større byene ligger over 400 km fra Paris og kun en lenger enn 800 km fra hovedstaden. Det samme gjelder Spania, der Madrid ligger i sentrum av landet og de fleste andre større byer ligger langs kysten, 400-600 km unna. I Japan er de større byene, som Osaka, Nagoya, Kobe og Kyoto, fra 300 km til 600 km fra Tokyo. Plasseringen av større byer i Italia og Tyskland gir ikke et like entydig bilde.

Disse avstandene er ideelle for høyhastighetstog, og det ses også når man undersøker fly-tog markedet på strekninger med TGV i Frankrike (se tabell 13). Reisetid må helst være under 2 ½ -3 timer, og godt under 4 timer, for at toget skal kunne utkonkurrere flyet [HHT-seminar, 2007].

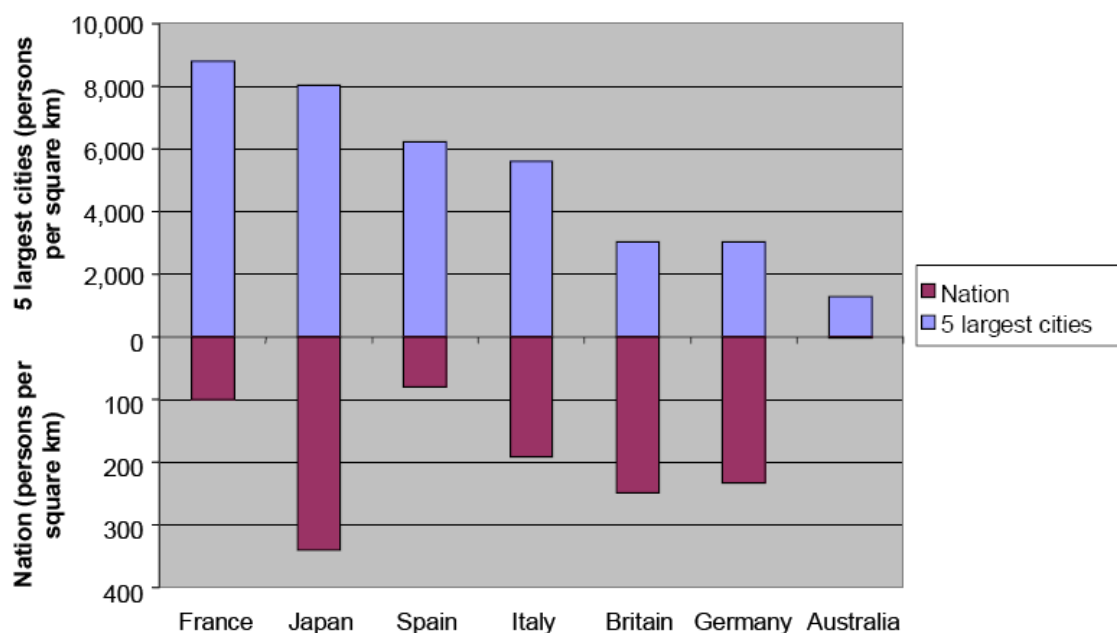
**Tabell 13: Markedsandeler i forhold til reisetid** [Steer Davies Gleave, 2004]

Rute	Markedsandel	Reidetid
Paris – Lyon	91 %	1:55
Paris – Nantes	89 %	2:00
Paris – Bordeaux	62 %	3:00
Lyon – Lille	60 %	3:00
Paris – Marseille	60 %	3:10

## 7.2 Fordeling av befolkningen

Hvordan befolkningen er fordelt i et land har betydning både for konstruksjon og operasjon av høyhastighetslinjer. Høyhastighetstog er, som annen togtrafikk, best egnet til å tilby transport mellom steder med høy etterspørsel og der denne etterspørselen er lokalisert i et avgrenset område. En toglinje bør kunne tilby transport mellom flere steder, både etter og underveis på hovedruten, og det uten å gå store omveier. Dette av hensyn til både konstruksjonskostnader og drift. Optimalt sett burde derfor befolkningen være lokalisert i korridorer som kan dekket av enkeltlinjer, med muligheter for forlengelser og oppdeling i begge ender. På denne måten får man et begrenset antall linjer og mest ut av infrastrukturinvesteringene, da man får dekket en stor andel av befolkningen. Et eksempel er Roma-Firenze-linjen i Italia, som går nord-syd i det lange og smale land, og dette gjør at linjen dekker all befolkning mellom Roma og Firenze, i tillegg til at linjen kan forlenges, og dekke flere andre byer på både nord for Firenze og syd for Roma [SteerDaviesGleave, 2004] På denne måten blir markedet større uten økte investeringer i infrastruktur.

Konstruksjonskostnadene blir høye hvis linjene går gjennom tett befolkede områder, i tillegg til at byggingen blir vanskeligere å gjennomføre rent politisk. Derfor er det ideelt om områdene mellom de større byene har så lav befolkningstetthet som mulig. Figuren nedenfor viser hvordan befolkningen er fordelt i noen land med velutbygde høyhastighetsnett og noen med mindre eller ingen utbygging. De lilla søylene viser befolkningstettheten for hele befolkningen i landet, og den blå søylen viser befolkningstettheten i de 5 største byene. Dette viser at enkelte fordelinger mellom by og land er mer egnet til utbygging høyhastighetsnett, og dette kan også slås fast når man ser hvilke land som har de mest utbygde nettene. Frankrike, Japan og etter hvert Spania og Italia har bygd/bygger ut de største høyhastighetsnettene, mens Tyskland har et stort nett, men relativt lite faktiske høyhastighetsspor. England og Australia på sin side har lite eller ingen høyhastighetsspor. [SteerDaviesGleave, 2004]



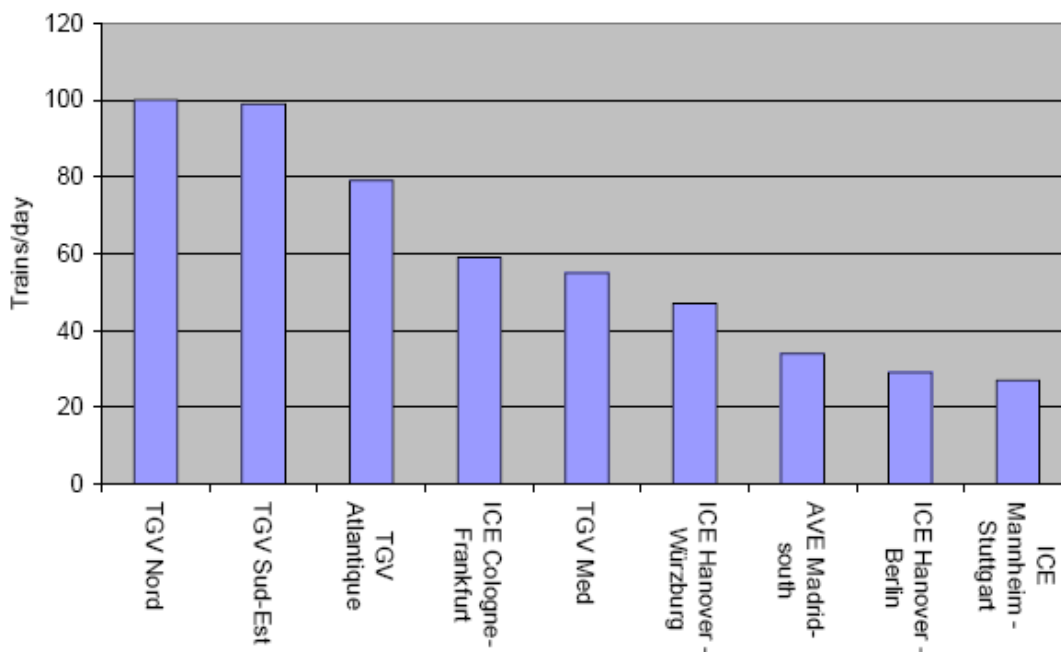
Figur 18: Befolkningstetthet [SteerDaviesGleave, 2004]

### 7.3 Etterspørsel og kapasitet

Høyhastighetsjernbane kan tilby svært høy kapasitet, med mange seter og hyppige avganger. Vanlige franske TGV-tog har en setekapasitet på 400-500 seter, mens et 400 m langt Eurostartog har plass til 766 passasjerer og Shinkansen-togene hele 1600 passasjerer [SNCF Enterprise, 2007]. Når man så vet at togene kan passere med en togfølgetid på 4-5 min, kan en strekning som trafikkeres med 1000-seterstog tilby den samme kapasitet som tre parallelle motorveger eller et stort Boeing-fly hvert minutt [SteerDaviesGleave, 2004]. For å få nytte av investeringene og utnytte den store kapasiteten er det behov for stor etterspørsel etter reiser på avstander der høyhastighetstog har konkurransedyktige vilkår.

Mange av de landene som har bygd ut høyhastighetsjernbane har gjort dette like mye ut fra kapasitetsproblemer på det eksisterende nettet, som et ønske om å oppnå høye hastigheter, som vi så i kapittel 3. De første strekningene som ble utbygd med høyhastighetslinjer, som Tokyo-Osaka, Paris-Lyon og Roma-Firenze, hadde store kapasitetsproblemer på de klassiske linjene. I Italia blir høyhastighetsutbyggingene foretatt selv om reisetidsforbedringen ikke var så stor da det klassiske nettet holder høy kvalitet. I tillegg til å øke kapasiteten for passasjertransport på høyhastighetslinjene, økes også kapasiteten for godstransport og regional passasjertransport på de konvensjonelle sporene da langdistanse passasjertransport flyttes over på de nye høyhastighetssporene.

Teoretisk kapasitet for høyhastighetslinjene i Europa er en frekvens er på 120-160 tog i hver retning pr. dag [HHT-seminar, 2007]. Denne maksimalkapasiteten brukes sjelden, men kan bli fullt utnyttet i rushtiden. Derfor er det viktig å ha en høy kapasitet på linjene slik at man kan dekke etterspørselen i rushtiden, og ellers bruke den kapasiteten man trenger.



Figur 19: Tog hver vei pr. dag på noen høyhastighetslinjer [SteerDaviesGleave, 2004]

En gjennomgang av togfrekvens på høyhastighetslinjer i Europa viser at de fleste har mellom 20 og 120 tog hver vei pr dag [HHT-seminar, 2007]. Shinkansen-nettet i Japan har også store



trafikkmengder med opptil 10 tog i hver retning pr. time [SteerDaviesGleave, 2004]. Figuren ovenfor viser tog hver vei pr. dag på noen høyhastighetslinjer i Europa, hovedsakelig Frankrike og Tyskland. Her ser vi at enkelte strekninger har opptil 100 tog hver veg pr. dag.

## **7.4 Andre transportmidlers konkurransedyktighet**

Konkurransen om å drive togservice er, foreløpig, liten, mens konkurransen mot andre transportmidler er stor. Behov for innkjøp av rullende materiell er en barriere for å komme inn på transportmarkedet med høyhastighetstog, men på den annen side koster det tilnærmet det samme å kjøre toget uavhengig av antall passasjerer, og prisen for en passasjer i tillegg er nær null. [Bonfils, 2007].

Det er flere transportmidler som kan konkurrere med høyhastighetstog, og de ulike landene har pekt seg ut forskjellige hovedkonkurrenter. Dette avhenger av kulturelle og nasjonale forhold som påvirker synet på hva slags transport høyhastighetstog skal tilby. I tillegg til hva slags standard og utviklingsnivå det er på de konkurrerende transportmidlene, som det konvensjonelle jernbanenettet og vegsystemet og hvor utviklet flytrafikken er.

### **Konvensjonelle tog**

Hva slags tilstand det klassiske linjenettet er i og hva slags standard det er på togtilbudet med konvensjonelle tog varierer fra land til land, og mellom ulike ruter i hvert land. I mange land er det klassiske jernbanenettet godt utbygd og holder høy standard. Dette innebærer at forbedringspotensialet forbundet med høyhastighet blir mindre, og at høyhastighet ikke tilbyr noe som er veldig nytt og annerledes. Dette er tilfelle i for eksempel Italia. Dette virker negativt inn på konkurranseforholdet, da det konvensjonelle togtilbudet tilbyr nesten samme reisetid til en lavere pris. Som en følge av at noe trafikk flyttes over på høyhastighetsnettet vil det også bli økt kapasitet på det klassiske nettet.

På den annen side, er det også fordeler knyttet til å ha et bra utbygd klassisk nett. En av dem er at man slipper å bygge høyhastighetslinjene helt inn til bysentrum, men kan sende høyhastighetstogene på det klassiske nettet det siste stykket. Da kan man også bruke eksisterende sentrumsstasjoner, noe som har vist seg å gi økt konkurransedyktighet for høyhastighetstogene [SteerDaviesGleave, 2004]. Dette vil redusere investeringskostnadene betraktelig, men avhenger av at det er nok kapasitet på det klassiske nettet. I Frankrike, Italia og Tyskland har det vært mulig å benytte eksisterende linjer i innfarten til byene. Derimot har den dårlige kvaliteten på det klassiske nettet, og annen sporvidde, i Spania og Japan har økt konstruksjonskostnadene betraktelig.

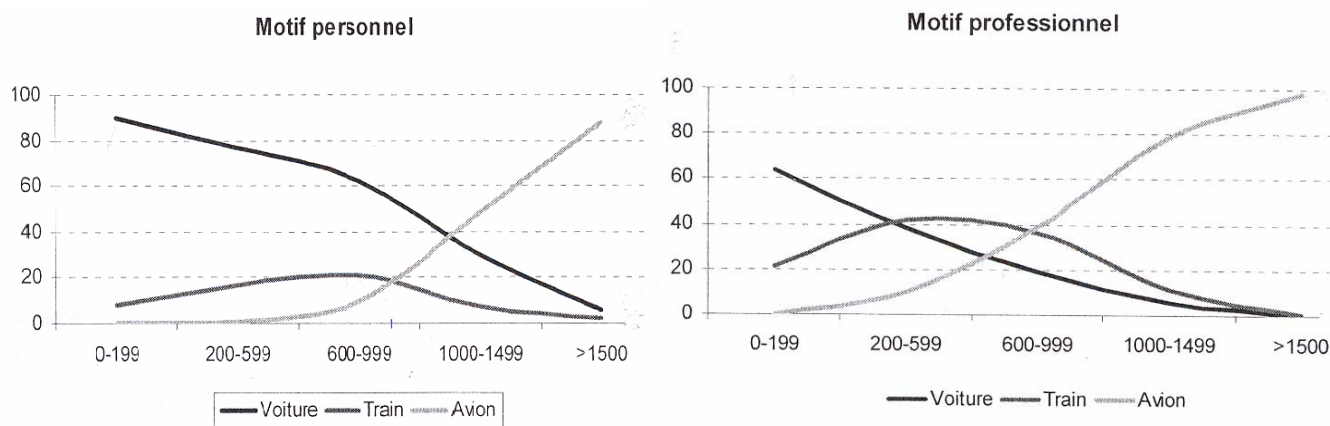
### **Fly**

Over lange avstander er hovedkonkurrenten til høyhastighetstog flytrafikken, og da spesielt lavkost flyselskapene som ikke fantes da de første høyhastighetslinjene ble utbygd [HHT-seminar, 2007]. Landene presentert i kapittel 3 har velutbygde innenlands flynettverk, selv om noen, som Japan og Frankrike, har hatt kapasitetsproblemer på flyplassene, og konkurransen flyselskapene imellom noen steder har vært lav, med høye priser som resultat [SteerDaviesGleave, 2004]. Dette har gjort det lettere for høyhastighetstog å ta markedsandeler.

I Frankrike har TGV overtatt rundt 10 % av markedet til flytrafikken innenlands og til de nærmeste omliggende landene. TGV har en stor markedsandel for reiser over 250 km, da hastigheten til togene dør-tildør på reiser rundt 300 km er overlegen alle andre reisemidler. Siden det som regel er billigere å reise med TGV enn fly, kan tog være en stor konkurrent på reiser helt opp til 800 km. [Futuribles, 1994] Selv på avstander der høyhastighetstog ikke er raskere enn fly, kan mange foretrekke å bruke toget. Et eksempel er Paris-Marseille som har en avstand i øverste sjikt av det som regnes som konkurransedyktig for høyhastighetstog i forhold til fly, men allikevel har en markedsandel på 60 % av fly-tog markedet (som vist i tabell 13). Dette selv om fly tilbyr flere reisemuligheter med flere flyplasser i området. [SteerDaviesGleave, 2004]. Dette kan skyldes både pris og at toget gir direkte tilgang til sentrum.

I en fransk analyse blir nedgangen i flytrafikk estimert til å være på henholdsvis 80 %, 50 % og 25 % for reisetider på inntil 1 ½ time, 2 ½ time og 4 timer med høyhastighetstog [Futuribles, 1994]. I Frankrike har det vært en jevn økning i togtrafikken det siste tiåret, hovedsakelig pga. TGV, og høyhastighetstogene har tatt markedsandeler fra flytrafikken. Denne økningen kommer på tross av streikeperioder og økte billettpriser. Nedgangen i flytrafikk skyldes delvis at selskaper og ruter har blitt lagt ned på strekninger der de har møtt konkurranse fra høyhastighetstogene. [Wemelbeke, 2006]

Tog kan være både et tillegg til og en substitutt for fly [Bonfils, 2007]. Eksempelvis er flytrafikken i Tyskland på noen innlandsstrekninger helt forsvunnet, mens den på andre strekninger er svært redusert og iblant kjører flypassasjerer fra Lufthansa med toget. [DB, 2006] Når høyhastighetstoget brukes som fly har det de samme fasilitetene som på fly, dvs. om bordbetjening, flight-nummer, boarding-kort og lignende [UIC, 2007].



**Figur 20: Reisefordeling etter kilometer for bil, tog og fly, for privatreiser og arbeidsreiser** [Lenoir, 2007]

Reisens formål påvirker konkurranseforholdet mellom fly og høyhastighetstog. Resultatene fra en reisevaneundersøkelse for lange reiser i Frankrike (SDT 2002) er vist i figur 20. Her er lysegrått fly, svart bil og mellomgrått tog. For privatreiser er andelen togreiser relativt lav, men høyest for avstander mellom 400 og 1000 km. Etter dette dominerer flytrafikken. For arbeidsreiser derimot er andelen togreiser høyest for avstander mellom 300 og 800 km og relativt høy fram til 1000 km, selv om fly er høyere. [Lenoir, 2007] Her ser vi også at bilandelen er høyere for privatreiser enn arbeidsreiser. Når det gjelder feriereiser kan høyhastighetstog ta markedsandeler fra flytrafikken på mange feriedestinasjoner, selv de som det ikke går høyhastighetstog til. Dette skyldes at mange velger reisemål like mye ut fra pris

og tilgjengelighet, og at de derfor kan velge et reisemål som betjenes av en høyhastighetslinje, hvis fly blir for tungvint og dyrt. [SteerDaviesGleave, 2004]

Utviklingen av lavkost flyselskaper er et problem for høyhastighetstogene. Erfaringer viser at på strekninger der lavkost flyruter har begynt å konkurrere med høyhastighetstoget, har sistnevnte tapt markedsandeler [SteerDaviesGleave, 2004]. I en spansk analyse av konkurranseforholdet mellom høyhastighetstog og fly på strekningen Madrid – Barcelona konkluderes det med at høyhastighetstogets markedsandel ikke vil overstige 35 %. Dette setter spørsmål ved togets konkurranseevne på strekninger med velutviklet flytilbud og hyppige flyavganger. Artikkelen mener at togets konkurranseevne kan være bedre på kortere deler av denne strekningen, men da hovedsakelig i konkurranse med bil og buss. [Román, 2007]

## **Bil**

Høyhastighetstog har flere fordeler i forhold til bil, bl.a. hastigheten. Høyhastighetstog kan gå raskere enn tillatte kjørehastigheter for bil i alle land. I innfarten til byer har vegene ofte lave fartsgrenser, men samtidig er det ofte begrensinger på hastigheten til togene. Jo lenger strekningen er, jo mer konkurransedyktig er høyhastighetstoget i forhold til bilen. Høyhastighetstog tillater også mye høyere kapasitet enn vegtransport, i tillegg til at de negative miljøeffektene er mindre og sikkerheten høyere

Undersøkelser har ikke vist noe klar sammenheng mellom bileierskap og konstruksjon av høyhastighetslinjer [SteerDaviesGleave, 2004]. Japan, som var først ute med høyhastighetslinjer har en noe lavere bilandel pr. 1000 innbyggere enn de andre landene omtalt i kapittel 3, men generelt ligger de relativt likt. Derimot er det en viss korrelasjon mellom konstruksjon av høyhastighetslinjer og bompenger på vegnettet. De to landene med mest utbygd høyhastighetsnett, Japan og Frankrike, har høye avgifter for bruk av motorvegene. I Italia og Spania er det også avgifter, men på et lavere prisnivå og/eller mindre utstrakt. [SteerDaviesGleave, 2004]. I Tyskland derimot er det ikke avgift på motorvegnettet, som også er svært velutbygd og tillater høye hastigheter. Dette gjør at vegsystemet og bilen blir en konkurrent til høyhastighetstoget, på en måte det ikke er i noen andre land. At bilen anses som en konkurrent kan ha påvirket stoppmønsteret til de tyske høyhastighetstogene, på den måten at de må stoppe ofte for å få med seg de som ikke vil bytte transportmiddel på turen, og heller kjører langt enn å ta et lokaltog for å komme seg til høyhastighetslinjen.

## **7.5 Markedsføring og organisering**

For at et høyhastighetstog skal bli en suksess må det markedsføres på en slik måte at folk velger å bruke det. Her blir kun enkelte hovedprinsipper som har betydning for utforming av et høyhastighetstilbud nevnt.

Høyhastighetstog er et helt nytt produkt, og utforming av reisetilbudet bør utformes deretter. Ombord- og stasjonsfasiliteter, billettsalg og seterreservasjon, reklame, prising, timetabell, matservering osv. bør utformes spesielt for høyhastighetstogene og med sikte på å gi et helhetlig inntrykk [HHT-seminar, 2007]. I utlandet markedsføres høyhastighetstog i en viss grad som et luksusprodukt, men uten nødvendigvis å prises som et, der det tilbys bedre plass, muligheter for å gå rundt, spise eller jobbe samtidig som du fraktes hurtig dit du skal. Dette ses også i utforming av ombord- og stasjonsfasiliteter. Fysisk utforming av og servicetilbud

på stasjonene er avgjørende for jernbanens konkurransekraft [Jernbanelogistik, 2003]. Det brukes ulike systemer for billettsalg, setereservasjon og prising i de ulike landene. I Tyskland prises høyhastighetstog som andre tog, etter et kilometersystem, men i Frankrike brukes samme system som innen flytrafikken, med yieldmanagement [The Economist, 2007].

Viktige faktorer for å opprettholde konkurranseevnen er, ifølge franske SNCF, dør-til-dør tiden, gjennomsnittshastigheten, regularitet, punktlighet, kapasitet og komfort om bord. I tillegg vil bevisstgjøring rundt sosialt ansvar med tanke på universell tilgjengelighet og miljøvennlighet gi et positivt image [SNCF, 2006]. Andre konkurransefortrinn for høyhastighetstog er at det er et svært sikkert reisemiddel og at transporten, stort sett, er uavhengige av vær og andre transportmidler (ingen kø) [UIC, 2007].

En problemfri oppstartsperiode er viktig for å få tiltro blant passasjerene og offentligheten. På den nye TGV Est linjen i Frankrike, ble togene tatt i bruk på det klassiske nettet på den samme strekningen et drøyt år tidligere.. Dette ble gjort for å venne klienter, selgere og vedlikeholdsmannskap til TGV-togene og unngå problemer i oppstartsfasen. [SNCF, 2006] For å øke konkurranseevnen samarbeider nå togdriftorganisasjonene i de store toglandene om å definere felles standarder når det gjelder språk, billetter, og fordeler til de som reiser mye, på samme måte som de store flyalliansene [SNCF, 2006] [Railteam, 2007].

Organiseringen av høyhastighetstilbudet varierer mellom landene. I Frankrike styres TGV som en av fire divisjoner i operatørselskapet SNCF, i Italia er all jernbane samlet i et selskap og i Tyskland er ICE-togene en del av det ordinære togtilbudet. I Spania drives AVE-togene av det nasjonale togselskapet, som også drifter annen togtrafikk, men i tillegg finnes det noen private operatører av passasjertog. I Japan derimot er jernbanen privatisert, og togtilbudet, både høyhastighetstog og vanlig tog, i de ulike regionene drives av hvert sitt selskap. Disse selskapene samarbeider om markedsføring og billettsalg, og i praksis blir denne organiseringen nærmest som en inndeling i regioner.

## 8. Hva passer best for norske forhold?

### 8.1 Norske forhold

**Tabell 14: Forhold knyttet til marked for høyhastighet i Norge**

Markedsandel	Passasjerkilometer	4,9 % <sup>3</sup>
	Passasjerturer	3,4 % <sup>3</sup>
Populasjon	Totalt (millioner)	4,7 <sup>4</sup>
	Populasjonstetthet (personer/kvm)	15 <sup>5</sup>
	Gjennomsnitt i de 5 største byene (personer/kvm)	2477 <sup>4</sup>
Andre faktorer	Bensinpris (€/liter)	1,46 (11,5 NOK)
	Bompenger for 100 km motorveg kjørt (€)	-
	Biler pr 1000 innbyggere	553 <sup>3</sup>
	Togbillettpris i % av flybillettpris	-
	Høyhastighetstog som ankommer i tide (Flytoget)	96 % (3 min) <sup>6</sup>
	Andre langdistansetog som ankommer i tide	90 % (5 min) <sup>7</sup>

**Tabell 15: Togtekniske forhold**

Sporvidde	1435 mm
Kjørestrom, spenning	15 kV
Kjørestrom, frekvens	16 2/3 Hz

Norske spor har samme sporvidde som standard europeisk sporvidde, som er den som brukes for høyhastighetstog i Europa. Kjørestrommen som brukes varierer mer mellom landene, og stammer fra historisk sett tilgang på ulike strømkvaliteter. Norge og Sverige har lik kjørestrom, noe som gjør det mulig å kjøre tog over grensen.

Ledig kapasitet i det konvensjonelle jernbanenettet er noe lav når det gjelder godstransport og for passasjertransport i Osloområdet, der Oslostunnelen danner en flaskehals. Under makstimen er det i tillegg flere spor som nærmer seg kapasitetsgrensen [Jernbaneverket, 2006].

Når det gjelder flyplasstilgang er det ingen begrensinger i kapasiteten. Oslo lufthavn Gardermoen begynner å få fylt opp kapasiteten sin, men utvidelse er mulig og i planlegging. På en vanlig ukedag går det jevnlig med fly mellom de største norske byene. Eksempelvis går det på en hverdag totalt 58 fly mellom Oslo og Trondheim, 29 hver vei, i løpet av et 17 timers operasjonelt døgn. Det tilsvarer nesten to avganger i hver retning i timen.

<sup>3</sup> Kilde: Statistisk Sentralbyrå, 2007-1

<sup>4</sup> Kilde: Statistisk Sentralbyrå, 2007-2

<sup>5</sup> Kilde: Statistisk Sentralbyrå, 2007-3

<sup>6</sup> Kilde: Flytoget, 2007

<sup>7</sup> Kilde: Jernbaneverket, 2005

## **8.2 Utforming av linjenett**

Norges kan, med sin lange og smale form, likne på land som Italia og Portugal, og dette kan gi inntrykk av at en rygggrad-linje opp gjennom landet vil passe også her. I praksis vil ikke dette tilby tilstrekkelig tilgjengelighet til høyhastighetslinjen da topografien vanskeliggjør kommunikasjon over fjorder og fjell. I tillegg er bosetting i Norge hovedsakelig lokalisert i sør, med større etterspørsel etter øst-vest-reiser enn nord-syd-reiser.

Den gjennomsnittlige befolkningstettheten er ikke stor nok til å forsvare utbygging av et omfattende nettverk. Det er kun enkelte byer det er aktuelt å forbinde med høyhastighetslinjer. Disse er Oslo, Bergen, Trondheim, Kristiansand, Stavanger og Halden/Gøteborg. Alle disse byene befinner seg i Sør-Norge med Trondheim som den nordligste. Ifølge VWI-rapporten kan kun Oslo være utgangspunkt for høyhastighetslinjer i Norge, som følge av det lave innbyggertallet i de andre byene. Dette ser vi også i det konvensjonelle jernbanenettet i Norge, der sporene går ut fra Oslo til større byer, men sjelden forbinder de ulike byene direkte. Oslo er sentralt plassert og utgjør et naturlig midtpunkt i landet og vil være navet i et stjerneformet nett.

Trinnvis utbygging og bruk av eksisterende infrastruktur vil gjøre det mulig å fordele investeringskostnadene over flere år. Det bør søkes å bygge ut høyhastighetslinjene på en slik måte at deler av linjen kan tas i bruk selv om ikke hele strekningen er ferdig utbygd, dvs. med forbindelser til eksisterende jernbanespor. Verdien i å kunne ta i bruk deler av strekningen før hele er ferdigstilt bør ikke undervurderes. På den annen side bør linjene bygges så rette og direkte som mulig, for å få fullt utbytte av tidsbesparelsene, men med lavest mulig infrastrukturkostnader, noe som innebærer at topografien følges slik at dyre konstruksjoner som tunneler og viadukter unngås. Alle disse hensynene må tas med i en vurdering av trasé og utbyggingsrekkefølge.

Forlengelse og oppdeling av en linje er mulige strategier for å øke markedet. Dette er spesielt aktuelt på vest/sør linjene i Norge, der de store byene er Bergen, Stavanger og Kristiansand, og et ekstra marked kan nås med relativt små tilleggsinvesteringer. Et alternativ er en oppdeling av linjen fra Oslo mot vest, der linjen splittes i en linje mot Bergen og en mot Stavanger. Dette gir sparte investeringskostnader da togene til Bergen og Stavanger fra Oslo kan bruke samme infrastruktur for deler av strekningen. Et annet alternativ er en forlengelse av sporet til Stavanger, enten fra linjen Oslo-Kristiansand eller fra linjen Oslo-Bergen. Eventuelt kan linjen Oslo-Kristiansand forlenges helt til Bergen, men det spørres om dette vil tilby et bra nok reisealternativ mellom Bergen og Oslo. Det kan også være aktuelt med en oppdeling av linjen mot Trondheim i et spor mot Trondheim og et spor mot nordvestlandet. Det er viktig at utbygging av linjer, forlengelser og oppdeling gjøres med tanke på etterspørsel og markedsoptimering, da et evt. høyhastighetstilbud må kunne driftes uten subsidier.

## **8.3 Blanding av ulike typer tog på samme linje og delingsprinsipper**

På det klassiske linjenettet er det blanding av ulike typer tog, både når det gjelder togtype, kjørehastighet og stoppmønster. En blanding av ulike typer tog med høyhastighetstog på høyhastighetssporene avhenger av om det er ledig kapasitet eller ikke. Hvis det er ledig kapasitet på hele strekningen eller deler av den kan, den denne ekstra kapasiteten benyttes av andre togtilbud og også godstransport. Da blanding av togtilbud påvirker kapasiteten ulikt,

avhengig av togtype, kjørehastighet og stoppmønsteret til de forskjellige togene, må det vurderes hva slags tog som evt. skal kunne bruke høyhastighetssporene. Tog med ulik kjørehastighet medfører, som kjent, redusert kapasitet på linjen, så en blanding av høyhastighetstog og saktegående tog kan være ugunstig. Dette avhenger av hyppigheten på høyhastighetstogene. En blanding av høyhastighetstog og andre hurtigtog vil være en bedre idé. I Norge er det to typer tog med høy hastighet som kan gå på det samme linjenettet som høyhastighetstogene. Dette er:

- InterCity-tog i Oslo-området
- Flytoget/Gardermobanen

For å spare investeringskostnader er det foreslått at høyhastighetstogene skal kjøre på Gardermobanen og de nye dobbeltsporene som er planlagt bygget nær de største byene. VWI-rapporten (2007) legger opp til at høyhastighetstogene skal bruke eksisterende dobbeltspor i Oslo-området. Avgangene til de ulike togtypene må tilpasses slik at det ikke oppstår forsinkelser for verken høyhastighetstogene, Flytoget, IC-togene eller andre. På noen av de vanlige sporene der det går InterCity-tog er det allerede snakk om kapasitetsproblemer, og dette må løses tilfredsstillende for alle parter. VWI foreslår at dette gjøres ved å integrere InterCity-tilbudet i høyhastighetstilbudet. Dette vil også gi et større marked i Oslo-området, men får konsekvenser for ende-til-ende markedet da reisetiden vil øke. I tillegg vil dette begrense markedsgrunnlaget for IC-togene, da det bli parallelle tilbud. Forskjellen i reisetid og pris vil påvirke konkurranseforholdet. Hastighetsforskjellen vil bli liten hvis IC-togene og høyhastighetstogene har like mange stopp, da avstanden mellom stasjonene er for kort til at høyhastighetstogene rekker å komme opp i maksimal hastighet. Den allerede planlagte utbygging av dobbeltspor i Oslo-området vil hjelpe på kapasitetsproblemene.

InterCity-togene stopper i gjennomsnitt for hver 15 km [HHT-presentasjon, 2007]. Flytoget har både noen direktetog og noen tog med flere stopp mellom Gardermoen og Oslo/Asker. For å unngå forsinkelse og kapasitetsproblemer som følge av ulikt stoppmønster mellom høyhastighetstogene og andre tog på disse linjene, må stasjonene bygges med forbikjøringsspor. Forbikjøringssporene bør av sikkerhetsmessige grunner ikke ligge ved plattform. Samtidig bør de ha retttest og enklest mulig togveg gjennom stasjonen, slik at ikke hastigheten må reduseres.

I Norge har det vært diskutert om det er mulig med godstog på høyhastighetslinjene da etterspørselen er relativt lav, selv om dette vil kreve flere og lengre kryssningsspor og øke infrastrukturinvesteringene. Men skal høyhastighetstogene kunne konkurrere med fly er det nødvendig med hyppige avganger på times- eller totimersfrekvenser, og dette gir ikke mye ledig kapasitet til godstransport. På grunn av den tunge lasten vil ikke godstogene bruke så mye kortere tid på høyhastighetssporene enn på de klassiske sporene, i tillegg til at de jevnlig må kjøre til siden for å slippe forbi høyhastighetstogene. På den annen side vil det bli bedre kapasitet for gods og økt fleksibilitet på de klassiske linjene, som en følge av flytting av passasjertrafikk fra disse til de nye høyhastighetslinjene.

De mest aktuelle delingsprinsippene å bruke i Norge er type 2, som innebærer et nettverk av høyhastighetslinjer, som kun brukes av høyhastighetstog, men der disse togene også kan bruke det klassiske nettet. Dette vil være tilfelle ved ankomst til byene, der høyhastighetstogene vil bruke Gardermobanen og planlagte dobbeltspor. Type 4, der høyhastighetstog kan kjøre både på høyhastighetslinjer og klassiske linjer, og de

konvensjonelle togene kan gjøre det samme, kan også være aktuelt hvis det viser seg at det blir ledig kapasitet på høyhastighetssporene.

## 8.4 Stasjonstetthet

På grunn av det lave folketallet og befolkningstettheten i Norge, kan et evt. høyhastighetstog kun stoppe i de største byene. Dette medfører at togene kun vil ha et par stopp underveis. Norges topografi vil medføre relativt mye stigning på linjene, og dette vil påvirke hvor lang tid togene trenger til å akselere, som igjen påvirker avstanden mellom stoppene da togene bør kjøre en stund i toppfart før nedbremsing. Med en stigning på 4 %, som er maksimal tillatt stigning for høyhastighetstog og kun på korte ramper, trenger toget 10 km på å komme opp i en maksfart på 160 km/t, som vist i figur 16. Med en stigning på 2,5 % trengs 20 km for å komme opp i en maksfart på 220 km/t. Etter at maksfart er oppnådd bør toget holde denne en stund, av energimessige og økonomiske årsaker, og derfor må det være en viss avstand mellom stasjonene. Denne avstanden må være på godt over akselerasjonsstrekningen for å gi plass til både nedbremsing og kjøring på maksimal hastighet.

Markedet for ende-til-ende reiser vil reduseres for hvert stopp underveis. Det er beregnet at på strekningen Oslo- Trondheim vil markedet reduseres med 4 % pr. stopp pga. økt reisetid [HHT-presentasjon, 2007]. Derfor må økt marked pga. ekstra stopp vurderes opp mot redusert marked pga. lengre kjøretid. For å få en god dør-til-dør reisetiden for toget sammenlignet med andre reisemidler, da særlig fly, er stasjonsplasseringen viktig. Høyhastighetstoget bør stoppe på hovedstasjonen i sentrum. Dette forenkler også overgang til annen transport. Stoppmønsteret til høyhastighetstogene bør være forskjellig fra stoppmønsteret til det konvensjonelle togtilbudet, for å unngå parallelle tilbud og redusere operasjonskostnadene til sistnevnte.

Ved å legge til regionale markeder langs høyhastighetskorridorene kan kapasitetsutnyttelsen økes, eksempelvis vil et stopp i Hamar gi omkring 500 passasjerer/dag på linja Oslo-Trondheim [VWI, 2006]. Eventuelt kan det være noen direktetog og noen med flere stopp. For etsporsinfrastruktur som er foreslått er det vanskelig å variere timetabellen da den må fastsettes før utbygging med tanke på krysningsspor og sikkerhet. Et alternativ til flere stopp er å ha et feeder-system tilpasset avgangen til høyhastighetstogene, der omkringliggende områder knyttes til høyhastighetslinjen ved regionaltog og buss. På denne måten kan markedet bli større. For eksempel kan man ha et stopp i Mjøs-regionen for Oslo- Trondheim linjen med buss og regionaltog fra de andre byene/tettstedene rundt.

Med etspors infrastruktur vil alle togene ha like kjøreplaner og stoppe på alle stasjonene. Stasjonene trenger derfor ikke forbikjøringsspor. Kun to spor på stasjonene er nødvendig, en for hver retning. Siden togene stopper trengs det ikke dobbeltspor over en lang strekning.

Med en etsporsløsning er det behov for kryssingsspor. Disse vil ha stor påvirkning på reisetid og infrastrukturkostnad. Jo lengre krysningsspor, jo mindre effekt får kryssingen på reisetiden, og omvendt. Hva slags løsning som velges for kryssingene er derfor av stor betydning for reisetiden, og konkurranseevnen i forhold til fly spesielt. Kryssingssporene bør forsøkes å legges til stasjoner der togene uansett skal stoppe. Det kan også være aktuelt å legge en stasjon til et kryssingspunkt det dette vil medføre mindre infrastrukturkostnader og



noen passasjerer/økt marked. Kryssingssporene må legges slik at de er tilpasset de mest frekvente avgangene, timesavganger er mest aktuelt i Norge.

## 8.5 Konkurransedyktighet

### Avstand mellom større byer

De mest aktuelle strekningene for et høyhastighetsnett i Norge er mellom de største byene, Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand, og mellom Oslo og Gøteborg og Stockholm i Sverige. Det er kun i disse byene at det kan være stor nok befolkning til å gi en etterspørsel som er tilstrekkelig stor til å bygge en høyhastighetslinje. Strekningene mellom disse byene, med omtrentlig lengde av toglinjen og minimum kjøretid er gjengitt i tabell 16.

Tabell 16: Avstand mellom byer og minimum kjøretid [VWI, 2006]

Strekning	Lengde av toglinje	Minimum kjøretid
Oslo - Trondheim	ca 500 km	2 t 45 min
Oslo - Bergen	ca 400 km	2 t 15 min
Oslo - Stavanger	ca 400 km	2 t 15 min
Oslo - Kristiansand	ca 300 km	2 t 00 min
Oslo - Gøteborg	ca. 300 km	2 t 00 min
Oslo - Stockholm	ca. 500 km	4 t 00 min <sup>8</sup>
Bergen - Trondheim	ca. 500 km	3 t 00 min
Bergen - Stavanger	ca. 200 km	1 t 30 min
Stavanger - Kristiansand	ca. 200 km	1 t 00 min

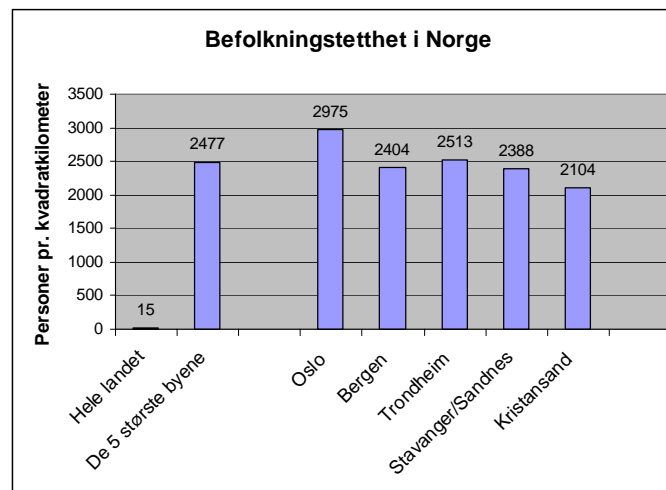
Alle disse avstandene er mellom 250 km og 550 km, som er det som anses som den ideelle avstand for høyhastighetstog konkurransemessig. Ved avstander i dette intervallet er tog mye raskere enn bil, og flyreiser har ennå ikke blitt raskere fra dør-til-dør. De antatte reisetidene på disse strekningene er stort sett godt under 2 ½ - 3 timer, som anses som nødvendig for å utkonkurrere flytrafikken. Oslo – Trondheim og Bergen – Trondheim er på henholdsvis 2 ¾ og 3 timer, og dette er i overkant av hva som regnes som konkurransedyktig. Men det finnes flere eksempler på strekninger med reisetider rundt 3 timer der høyhastighetstog har tatt store markedsandeler av tog-fly markedet. Oslo – Stockholm er reisetiden anslått til å bli på 4 timer, men dette under forutsetning at sporet på svensk side kun oppgraderes. Hoveddelen av sporet går på svensk side, og hvis det bygges høyhastighetsspor der også, vil dette medføre en enda lavere reisetid. Dette er den strekningen som befolkningsmessig har best potensial for en høyhastighetslinje, men dette avhenger av økt trafikk mellom de to byene og et svensk ønske om en høyhastighetsforbindelse.

### Fordeling av befolkningen

I forhold til de landene som har utviklet høyhastighetsnett er befolkningstettheten i Norge svært lav. Ved en sammenligning av befolkningstettheten i Norge i figur 18 med befolkningstetthetene til ulike land med og uten høyhastighetsnett i figur 15, har Norge stort sett lavere befolkningstetthet både i landsgjennomsnitt og i de fem største byene. I forbindelse med høyhastighetstog regnes det som positivt med lav gjennomsnittlig befolkningstetthet, da utbygging i tett befolkede områder gir mye høyere konstruksjonskostnader. Norge har spredt

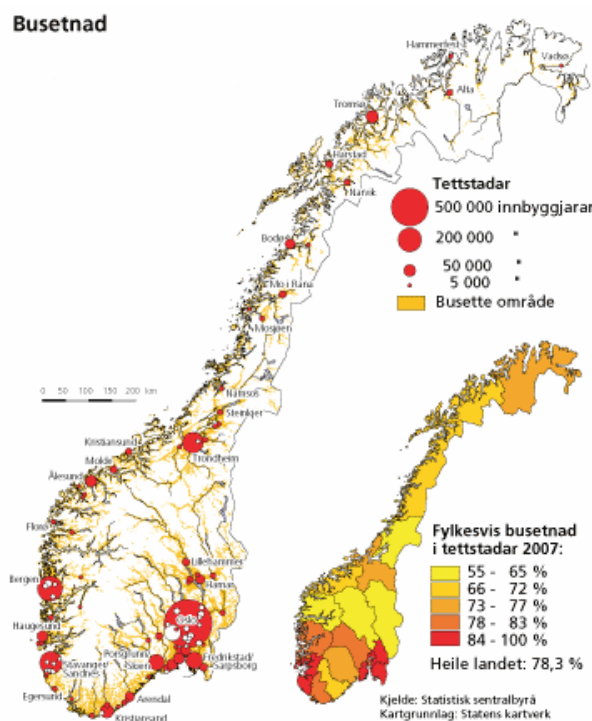
<sup>8</sup> Med kun oppgradering av linjen på svensk side

bosetting, men denne er samlet i dalene, områdene der eventuelle høyhastighetslinjer vil legges, og i områdene der det ikke er bebyggelse er det ofte vanskelig topografi for en infrastrukturbygging.



Figur 21: Befolkningstetthet i Norge

En sammenligning av figur 18 og 21 viser at befolkningstettheten i de fem største tyske byene ikke er så mye større enn i de fem største norske byene, selv om folketallet i Tyskland er mange ganger høyere. Dette skyldes både at tabellene angir antall innbyggere pr. kvadratkilometer og ikke antall innbyggere, og at befolkningen i Tyskland er relativt jevnt fordelt. De andre landene, derimot, har mye høyere befolkningstetthet i de fem største byene, og dette er positivt for høyhastighetstog da det gir et godt konsentrert kundegrunnlag. Den lave befolkningstettheten, og lave innbyggertallet, i norske byer er et problem i forhold til inntjeningen av investeringsutgiftene til høyhastighetslinjen.

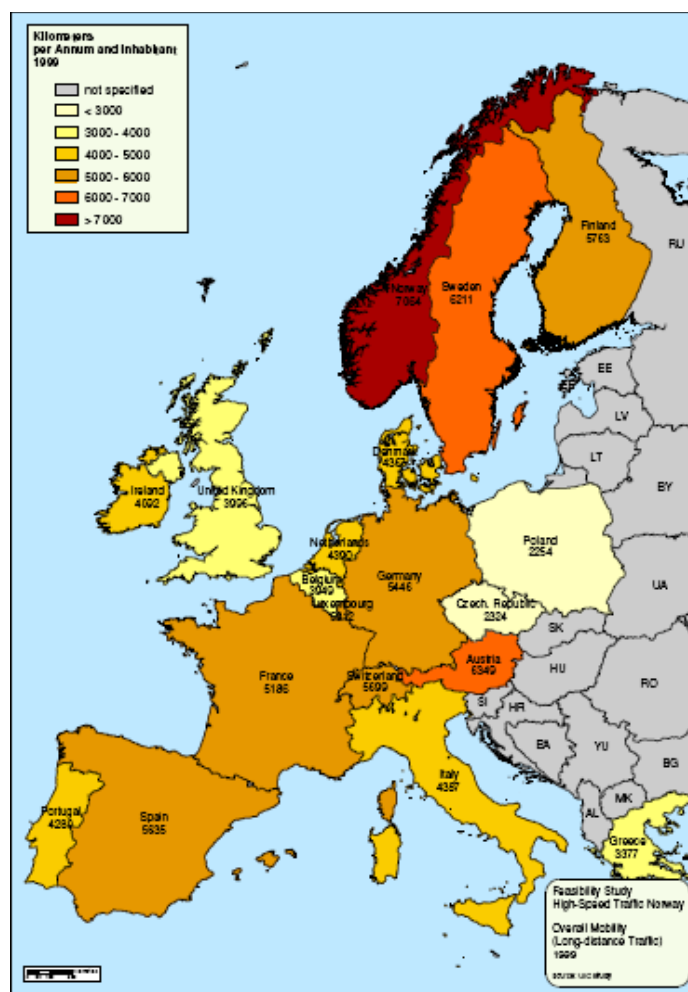


At bosetningen i Norge er samlet i dalene kan i teorien gi muligheter for korridoreffekter, der flere byer kan dekkes av en toglinje. I praksis er bosetningen i dalene for lav, dalene for smale og kommunikasjonen mellom parallelle daler for dårlig. I tillegg må høyhastighetslinjer i Norge nesten uten unntak krysse fjellområder. En høyhastighetslinje mellom Oslo og Trondheim kan enten gå i Gudbrandsdalen eller i Østerdalen og må da krysse fjellet over henholdsvis Dovre eller Kvikne.

Figur 22: Befolkningsfordeling i Norge [Statistisk sentralbyrå, 2007-3]

### Etterspørsel og kapasitet

Hovedfortinnet til høyhastighet er, ved siden av farten, den store kapasiteten. Dette medfører at det trengs stor etterspørsel for å forsvare enn utbygging. På grunn av den lave befolkningen er etterspørselen i Norge mye lavere enn i land som har høyhastighetstog. Samtidig reiser nordmenn mer enn de fleste, over 7000 km pr. år pr. innbygger ifølge en undersøkelse gjennomført av UIC [VWI, 2006]. Dette er 40 % mer enn gjennomsnittet i Vest-Europa, og relativt mye mer enn i høyhastighetsland som Tyskland, Frankrike og Spania, der innbyggerne i gjennomsnitt reiser 5-6000 km pr. år. Dette kan til en viss grad veie opp for det lave innbyggertallet.



Figur 23: Langdistanse mobilitet i Europa [VWI 2006]

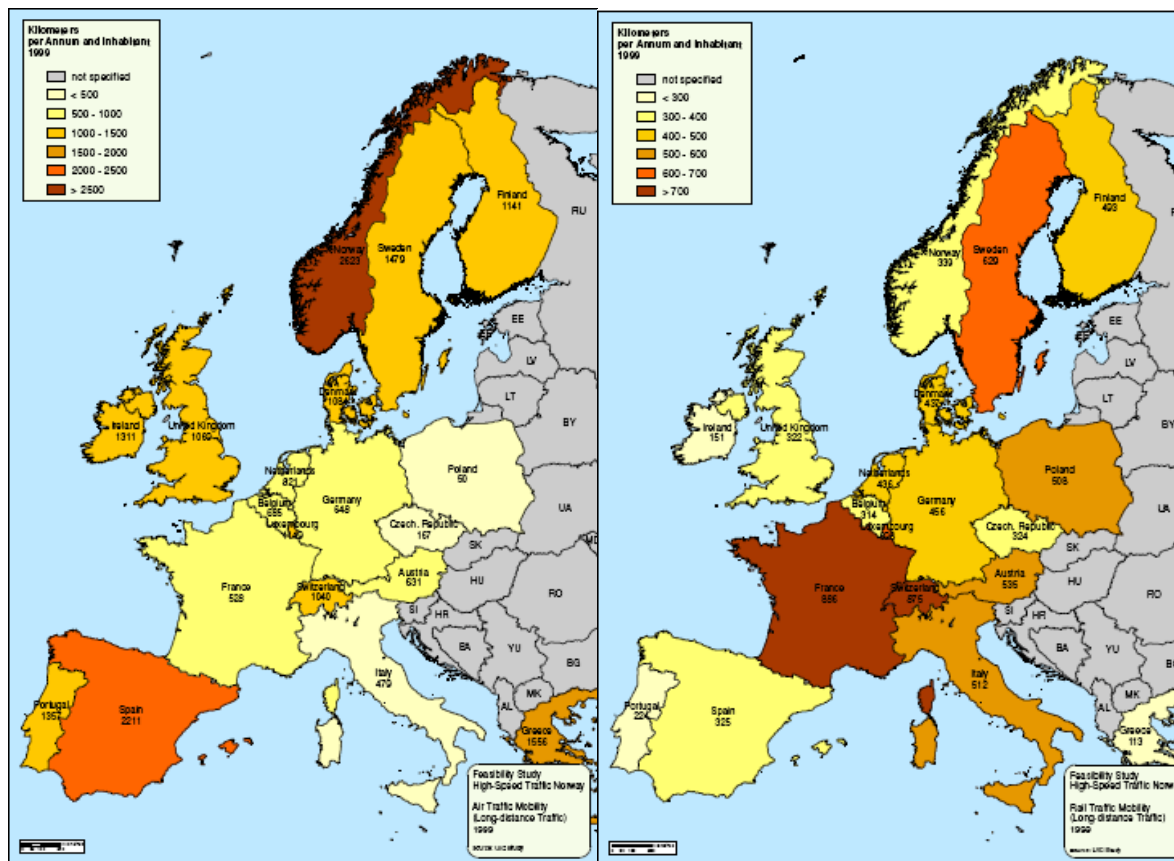
VWI har beregnet etterspørselen på de aktuelle høyhastighetsstrekningene, ved å se på forventet trafikkvekst fram til 2020 som følge av befolkningsvekst og bygging av høyhastighetsforbindelser, og antatt markedsandel for tog. Ut fra nåværende markedsandel for tog på 3,4 % av alle passasjerturer, virker en markedsandel på opptil over 50 %, som de har brukt, noe høyt. Samtidig finnes det mange eksempler på at høyhastighetstog har tatt store markedsandeler etter oppstart. Dette viser at det er relativt vanskelig å anslå framtidig marked for høyhastighetstog, da det avhenger av såpass mange usikre variabler som befolkningsvekst, reisemønster, utvikling i konkurrerende reisemidler osv. I tillegg kan miljøpolitiske tiltak som følge av global oppvarming og den våknende bevisstheten rundt dette påvirke etterspørselen etter høyhastighetstog.

**Tabell 17: Beregnet etterspørsel for høyhastighetstog på aktuelle strekninger [VWI, 2006]**

Strekning	Etterspørsel
Oslo - Trondheim	5000 passasjerer/dag
Oslo - Bergen	5500 passasjerer/dag
Oslo - Stavanger	4000 passasjerer/dag
Oslo - Kristiansand	3500 passasjerer/dag
Oslo - Gøteborg	3500 passasjerer/dag
Oslo - Stockholm	3500 passasjerer/dag
Bergen - Trondheim	1500 passasjerer/dag
Bergen - Stavanger	3500 passasjerer/dag
Stavanger - Kristiansand	2000 passasjerer/dag

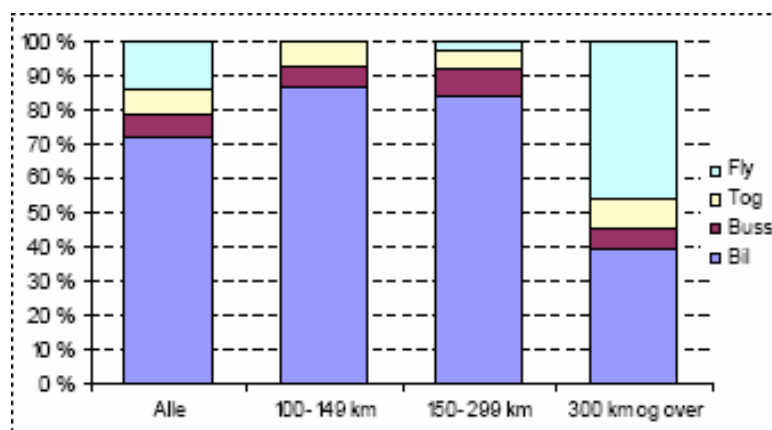
### Andre transportmidlers konkurransedyktighet

Sammenlignet med andre land i Vest-Europa foregår en svært stor andel av de lange reisene til nordmenn med fly og en svært lav andel med tog [VWI, 2006]. Dette skyldes nok både ulik standard på togtilbudet, og pris og tilgjengelighet på fly. I tillegg spiller økonomiske forhold og levestandard inn. Som figur 24 viser, tar franskmenn, som har det best utviklede høyhastighetsnettet i Europa, over 700 togturer i året i gjennomsnitt. I Norge er tilsvarende tall 300 - 400. Vi ser også en tendens til at i landene med høyhastighetstog bruker befolkningen mer tog og mindre fly. Dette innebærer at det er en nær sammenheng mellom kvaliteten på tilbudet og etterspørselen.



**Figur 24: Langdistanse mobilitet med fly og tog i Norge og Europa [VWI, 2006]**

Undersøkelser av transportmiddelbruk i Norge viser at bilen dominerer på lange reiser innenlands. Dette er det markedet en eventuell høyhastighetslinje vil komme inn på, da andelen linjer til utlandet vil være begrenset. Hele syv av ti reiser foregår med bil. De andre transportmidlene står for 28 %, fordelt på halvparten fly og en fjerdedel buss og tog. Som figuren nedenfor viser, dominerer bilen på reiser under 300 km, så overtar flyet mer og mer av markedet. For reiser på mellom 450 km og 650 km (som er avstanden mellom mange norske større byer) står flyet veldig sterkt. Dette skyldes bl.a. en høy andel forretningsreiser. Markedet for tog og buss er mindre avstandsfølsom. Togets markedsandel ligger jevnt rundt 10 % for alle avstander. [Denstadli, 2006]



**Figur 25: Transportmiddelbruk på lange reiser innenlands** [Denstadli, 2006]

Konvensjonell jernbane i Norge har en lav standard og brukes lite til lange reiser, sammenlignet med resten av Vest-Europa, som vist i figur 24. Av 4287 km jernbaner er kun 2528 km elektrifisert og kun 224 km dobbeltspor [Jernbaneverket, 2005]. I 2005 ble det foretatt 52 millioner personreiser med tog på til sammen 2657 millioner personkilometer, og dette viser at jernbane i Norge hovedsakelig brukes til kortere reiser, som pendling til jobb/studier. På grunn av den lave gjennomsnittshastigheten til konvensjonell jernbane, vil ikke konkurransen med høyhastighetstog være så stor, selv om det vil bli en prisforskjell mellom de to togtilbudene. Høyhastighetstog vil trolig ta over mesteparten av markedet til dagens jernbane på lange strekninger. Det bygges for tiden dobbeltspor rundt de større byene i Norge, med tillatte hastigheter opp til 200 km/t. Dette kan medføre mindre investeringskostnader for høyhastighetslinjene, da de kan benytte disse dobbeltsporlinjene ved inngangen til byene. Dette reduseres antall kilometer spor som må bygges spesielt for høyhastighetstog, i tillegg til at det ofte er i bystrøk det er dyrest å bygge.

Bilen er ikke et reelt alternativ til høyhastighetstog, da de som velger å kjøre som regel gjør dette fordi de trenger bilen på reisemålet [Denstadli, 2006]. De norske vegene tillater ikke store hastigheter og på lange avstander, som mellom Oslo og de større byene, er det varierende standard. Økt bruk av bompenger på motorvegene vil påvirke dette forholdet i høyhastighetstogets favør.

Høyhastighetstog må altså først og fremst konkurrere med fly, og da er det viktig med forståelse av flymarkedet, og å se fly som hovedkonkurrent og utvikle høyhastighetstogtilbudet ut fra dette. Spesielt lavprisflyselskapene vil gi høyhastighetstoget konkurranse. For å kunne konkurrere med fly, bør høyhastighetstogene kjøres med timesavganger. Da dette vil medføre økt behov for togmateriell kan en evt. begynne med totimersfrekvenser i oppstartsfasen.

### **Markedsføring og organisering**

Høyhastighetstog i Norge bør markedsføres som et nytt produkt ulikt det vanlige togtilbudet. Dette vil gjøre det enklere å få forståelse fra passasjerene for andre priser, annet billetteringssystem og andre betingelser enn det vanlige togtilbudet til NSB. I tillegg vil det være bedre å markedsføre høyhastighetstog uavhengig av andre tilbud for å kunne skape et nytt, positivt image uten forbindelse til mulige negative konnotasjoner knyttet til tidligere togtilbud.

Det nye togproduktet må få en egen design som går igjen i tog, stasjonsområder, reklame, billettsalg osv., dvs. alle ledd som kunden kommer i kontakt med i forbindelse med en reise med høyhastighetstog. Om ikke høyhastighetstog blir markedsført som et luksusprodukt, noe som kan tenkes å passe dårlig med den norske likhetstanken, kan det markedsføres som et høystandard produkt, med god benplass, komfortable stoler, restaurant og lignende. En inndeling i 1. og 2. klasse, kan gi et tilbud både til foretningmannen som vanligvis tar fly, og til barnefamilien som ønsker en rimelig reise.

Det vil være naturlig at høyhastighetstogene følger samme metoder for billettsalg, seterereservasjon og prising som flytrafikken. Dette vil innebære større muligheter for inntjening, da pris tilpasses etterspørselen gjennom yieldmanagement.

Viktige faktorer som må fremheves i markedsføringsøyemed er dør-til-dør reisetiden for toget sammenlignet med andre reisemidler, da særlig fly, og sikkerheten og regulariteten til toget. Med problemer knyttet til bl.a. tåke på flyplassene og stadig oftere forsinkelser hos Norwegian og SAS, kan høyhastighetstoget tilby et rask alternativ, som ikke blir hindret av været på samme måten. Et miljøvennlig image kan oppnås ved å kun bruke vannkraftprodusert strøm fra produsenter som garanterer dette.

Når det gjelder organisering av det nye høyhastighetsproduktet er det mange ulike måter å gjøre dette på. De ulike landene har valgt ulike organisasjonsformer og alt ser ut til å fungere. Felles for alle organisasjonsformene er behovet for samarbeid mellom de ulike høyhastighetsoperatørene slik at det blir ett produkt, og mellom operatørene av høyhastighetstoget og konvensjonelle tog for å gi et best mulig sammenhengende togtilbud med overgangsmuligheter og et enkelt billettsystem.

## 9. Konklusjon

Om høyhastighetstog har en framtid i Norge er i bunn og grunn en politisk avgjørelse. En vilje til å satse på tog og høyhastighetstog i Norge må ligge bak avgjørelsen sammen med utredninger og vurderinger, som uansett har begrensninger i forhold til et prosjekt av en slik størrelse og kompleksitet. I dette prosjektet er det søkt å svar på enkelte problemstillinger i forhold til etablering og drift av et høyhastighetstilbud i Norge, uten å ta hensyn til inntjening av investeringskostnadene. Ut fra teoriene, eksemplene og drøftingen som hittil er gjennomgått har følgende konklusjoner fremkommet.

Et stjerneformet nett med utgangspunkt i Oslo vil være den beste løsningen i Norge, både med tanke på plassering av de største byene og etterspørsel etter raske reiser mellom disse byene. I tillegg vil topografien gjøre en forbindelse mellom mange av de andre byene vanskelig. Forlengelse og oppdeling av en linje er mulige strategier for å øke markedet ved å nå ekstra markeder med relativt små tilleggsinvesteringer. Dette er aktuelt på vest/sør linjene i Norge, der de store byene er Bergen, Stavanger og Kristiansand. En oppdeling av linjen mot Trondheim i et spor mot Trondheim og et spor mot nordvestlandet kan også være aktuelt.

En blanding av ulike typer tog på høyhastighetssporene avhenger av om det er ledig kapasitet. Hvis det er ledig kapasitet på hele, eller deler av, strekningen kan denne benyttes av andre tog. Da blanding av togtilbud påvirker kapasiteten ulikt, avhengig av togtype, kjørehastighet og stoppmønster til de ulike togene, må det vurderes hva slags tog som skal kunne bruke høyhastighetssporene. Godstog bør ikke bruke høyhastighetslinjene, da forskjellen i hastighet er stor og dette vil gi et økte investeringskostnader og et dårligere tilbud til godstransporten enn dagens. Når passasjertransport flytter over til høyhastighetssporene vil dette frigjøre kapasitet på de klassiske sporene og dette vil bedre forholdene for godstogene der. Andre saktegående tog bør heller ikke bruke høyhastighetssporene da både hastighetsforskjellen og ulikt stoppmønster vil redusere kapasiteten betraktelig. Hurtigtog er enklere å kombinere med høyhastighetstog da hastighetsforskjellen er liten.

For å spare investeringskostnader bør høyhastighetstogene kjøre på Gardermobanen og de nye dobbeltsporene som er planlagt bygget nær de største byene. Her vil det da bli en blanding av høyhastighetstog og andre typer tog, både saktegående tog, godstog og hurtigtog som Flytoget og InterCity-togene. Å integrere InterCity-tilbudet i høyhastighetstilbudet vil øke markedet i Oslo-området, men har negative konsekvenser for ende-til-ende markedet, pga. økt reisetid, og for markedsgrunnlaget for InterCity-togene. Det virker derfor som en ugunstig løsning da det hovedsakelig blir å overføre kunder fra et annet togtilbud, i tillegg til at mange stopp i Oslo-området motvirker hensikten med en høyhastighetsutbygging, nemlig å tilby raske reiser over lengre avstander.

På grunn av det lave folketallet og befolkningstettheten i Norge, vil et høyhastighetstog kun stoppe i de største byene, der det er stor nok etterspørsel til å dekke tapt ende-til-ende etterspørsel som følge av lengre reisetid pga. stoppet. Avstandene nødvendig for akselerasjon og bremsing er bestemmende for hvor tett stasjonene kan plasseres, og disse avhenger av stigning og topografi. Et feeder-system, tilpasset avgangen til høyhastighetstogene, der omkringliggende områder knyttes til høyhastighetslinjen ved regionaltog og buss, vil være en bedre løsning enn flere stasjoner tett plassert. For å få en god dør-til-dør reisetid for toget sammenlignet med andre reisemidler er stasjonsplasseringen viktig. Høyhastighetstoget bør stoppe på hovedstasjonen i sentrum av byene.

Etsporsinfrastrukturen som er foreslått, innebærer at det er behov for kryssingsspor der togene kan passere hverandre. Disse bør så langt som mulig sammenfalle med stasjoner der togene uansett skal stoppe, evt. kan det være aktuelt å anlegge en stasjon der det er behov for kryssingsspor. Variasjon av stoppmønster og avgangstidspunkt er ikke mulig med etsporsinfrastruktur.

De større, norske byene ligger avstandsmessig innenfor intervallet på 250 - 550 km som anses som ideelt for høyhastighetstogenes konkurransedyktighet. I forhold til de landene som har utviklet høyhastighetsnett er befolkningstettheten i Norge svært lav, både for hele landet og de største byene. Samtidig er langdistansemobiliteten i Norge høy, og nordmenn reiser mye sammenlignet med befolkningen i resten av Europa. Denne mobiliteten er i stor grad knyttet til flytrafikk, der en god del kan overføres til høyhastighetstog. Høy langdistansemobilitet kan til en viss grad veie opp for det lave innbyggertallet, og gi en tilstrekkelig etterspørsel.

Bilen dominerer på lange reiser innenlands i Norge på distanser opp til 300 km, etter dette overtar flyet, mens tog og buss har stabilt lave markedsandeler. Høyhastighetstog i Norge vil være et tilbud med hovedvekt på ende-til-ende reise mellom de største byene. Dette innebærer at det først og fremst konkurrerer med flytrafikken, da avstandene er såpass store og da verken konvensjonelle tog eller bil tilbyr hurtig nok transport. Da er det viktig med en god forståelse av flymarkedet, og å utvikle høyhastighetstogtilbudet ut fra at fly er hovedkonkurrenten. Når det gjelder markedsføring og prising bør det ses på hvordan dette er gjort hos flyselskapene og hos høyhastighetstogoperatører i utlandet.

Det er vanskelig å anslå lønnsomheten av et høyhastighetstilbud, da det er mange faktorer som påvirker dette. Med konkurransedyktige reisetider, priser og komfort, gode stasjoner, overgangsmuligheter og god nettutforming virker det mulig å kunne delvis utkonkurrere fly og få en stor nok etterspørsel til å drifte et høyhastighetstilbud i Norge.



## 10. Referanser

Adif, (Spanias administrator av jernbaneinfrastruktur) (2005) *Informe Anual 2005*. Tilgjengelig fra: <http://www.adif.es/empresa/index.html>. [Lastet ned: 4.11.2007].

Bonfils, Marianne (2007) *Forelesning: Le marche du ferroviaire*, under kurset Transport à longue distance des voyageurs (langdistanse passasjertransport), vår 2007. Paris : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

DB, Deutsche Bahn (2006) *Annual report 2006*. Tilgjengelig fra: [http://www.db.de/site/bahn/en/db\\_\\_group/investor\\_\\_relations/financial\\_\\_reports/annual\\_\\_reports/annual\\_\\_report\\_\\_2005.html](http://www.db.de/site/bahn/en/db__group/investor__relations/financial__reports/annual__reports/annual__report__2005.html). [Lastet ned: 4.11.2007].

Denstadli, Jon Martin (2006) *Reiseomfang og transportmiddelbruk på lange reiser, den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2005*. TØI rapport 865/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

EU, *EU-direktiv 96/48/EC*. Tilgjengelig fra: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996L0048:EN:NOT>. [Lastet ned: 1.11.2007].

Flytoget AS (2007) Webservice: <http://www.flytoget.no/>. [Besøkt: 8.11.2007]

Fossett, D. A. J. (2007) *Byun Buyn Shinkansen*. Webservice: <http://www.h2.dion.ne.jp/~dajf/byunbyun/index.htm>. [Besøkt: 8.11.07].

Futuribles (1994) *Etude rétrospective et prospective des évolutions de la société française 1950-2030* (Studie av utviklingen av det franske samfunn).

HHT-presentasjon (2007) *Presentasjon av høyhastighetstog i Norge - en mulighetsstudie*. Jernbaneverket. Lillestrøm, 5.11.2007.

HHT-seminar (2007) *High Speed Trains for Norway; Seminar and Work Shop*, NSB Hovedkontor Oslo, 13.9.2007.

Italferr (utbyggerdel av det italienske statsbaner) (2007) Webservice: <http://www.italferr.it/english/projectsitaly/highspeed.asp>. [Besøkt: 1.11.2007]

Japan Rail (2007) Webservice: <http://www.japanrail.com/index.html>. [Besøkt: 11.11.2007]

Jernbaneverket (1999) *Slik fungerer jernbanen*. Oslo: Jernbaneverket Hovedkontoret, informasjonsavdelingen.

Jernbaneverket (2003) *Ib-S, Stasjonshåndboka*. Oslo: Jernbaneverket.

Jernbaneverket (2005) *Jernbanestatistikk*. Oslo: Jernbaneverket Etatscontroller.

Lenoir, Natalie (2007) *Forelesning: Transport a longue distance de voyageurs* under kurset Transport à longue distance des voyageurs (langdistanse passasjertransport), vår 2007. Paris: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Nakagawa, Dai og Hatoko, Masatoshu (2007) *Reevaluation of Japanese high-speed rail construction, Recent situation of the north corridor Shinkansen and its way to completion*. Transport policy. Osaka: Elsevier.

Nielsen, Gustav et al. (2005) *HiTrans Best practice guide 2: Public transport – Planning the networks*. Hitrans.

Pachl, Joern (2002) *Railway Operation and Control*. Mountlake Terrace: VTD Rail Publishing.

Perren, Brian (1998) *TGV Handbook* (2. utgave). Harrow Weald: Capital Transport Publishing.

Railteam (2007) Webside: [www.railteam.com](http://www.railteam.com). [Besøkt: 1.11.2007]

Railway Technology (2007) *Industry Projects - High-Speed Railways*.  
Webside: [http://www.railway-technology.com/projects/#High\\_Speed\\_Railways](http://www.railway-technology.com/projects/#High_Speed_Railways).  
[Besøkt 1.11.2007]

Renfe (2007) Webside: <http://www.renfe.es>. [Besøkt 19.11.2007]

Renfe Operadora (2004) *Annual Report 2004*. Madrid.

Roman, Concepción ; Espino, Raquel og Martín, Juan Carlos (2007) *Competition of high-speed train with air transport : The case of Madrid – Barcelona*. Journal of air transport management. Las Palmas de Gran Canaria: Elsevier.

Skastsæterhagen, Svein (1998) *Kapasitet på jernbanestrekninger* (Notat 8779. Trondheim: NTNU.

Skovdahl Ove og Våge, John (1994) *Trasering av jernbane i praksis* (Notat nr 883). Trondheim: NTNU.

SNCF (2006) *Annual Report 2006*. Paris.

SNCF Enterprise (2007) Webside: <http://www.enterprise.sncf.com>. [Besøkt: 26.10.2007]

SNCF Fret (2007) Webside: <http://fret.sncf.com/>. [Besøkt 19.11.2007]

Solomon, Brian (2001) *Bullet trains*. Osceola: MBI Publishing Company.

Short, Jack (2004) Summary of discussions. *National systems of transport infrastructure planning, European conference of ministers of transport, Round table 128*. Paris: EMCT/OECD.

Statistisk Sentralbyrå (2007-1) Transport.  
Webside: <http://www.ssb.no/emner/10/12/transport/>. [Besøkt: 8.11.2007]

Statistisk Sentralbyrå (2007-2) Befolkning. Webside: <http://www.ssb.no/befolkning/>.  
[Besøkt: 8.11.2007]

Statistisk Sentralbyrå (2007-3) Areal. Webside: <http://www.ssb.no/areal/>. [Besøkt: 8.11.2007]

Steer Davies Gleave (2004) *High speed rail: International Comparison*. London: Steer Davies Gleave.

TAV (Italiensk utbygger av høyhastighetsspor) (2007)  
Webside: <http://tav.ferroviedellostato.it/>. [Besøkt: 1.11.2007]

Trenitalia (2007) Webside: <http://www.trenitalia.com/>. [Besøkt: 15.11.2007]

VWI (2006) *Feasibility study concerning high-speed railway lines in Norway, report phase 1*. Tilgjengelig på:  
<http://www.jernbaneverket.no/incoming/Presse/article.jhtml?articleID=1693076>.  
[Lastet ned: 20.8.2007]

VWI (2007) *Feasibility study concerning high-speed railway lines in Norway, report phase 2*. Tilgjengelig på: <http://www.jernbaneverket.no/incoming/article.jhtml?articleID=1792870>.  
[Lastet ned: 5.11.2007]

The Economist (2007) *Europe's railways, A high speed revolution*. Tilgjengelig på:  
[http://www.economist.com/business/displaystory.cfm?story\\_id=9441785](http://www.economist.com/business/displaystory.cfm?story_id=9441785).  
[Lastet ned: 13.11.2007]

UIC, Union International de Chemin de Fer/International Union of Railways (2007)  
Webside: <http://www.uic.asso.fr/gv/>. [Besøkt 13.11.2007]

Wemelbeke, Guillaume (2006) *Transport de voyageurs, Evolution contrastée de la mobilité des Français en 2005*. Sesp en bref, 10. Paris: Ministère des Transport de l'Équipement de Tourisme et de la Mer, Secrétariat général Direction des affaires économiques et internationales, Service économie, statistiques et prospective.