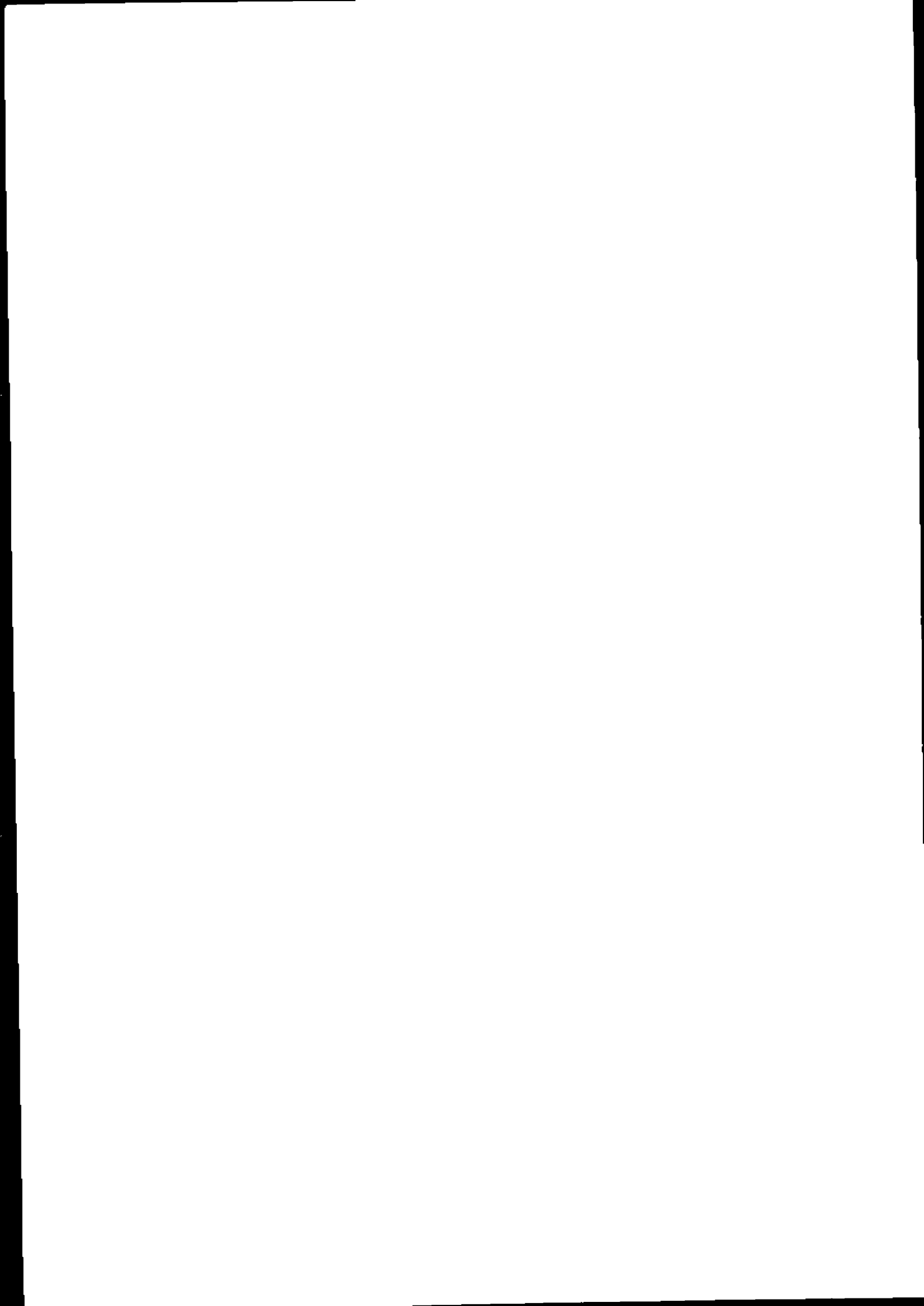


# SLIK FUNGERER JERNBANEN



**NSB Gardermobanen A/S**  
**NSB Banedivisjonen**





## **INNHOOLD**

• Introduksjon.....	4
• Samspillet kjøreveg og materiell.....	5
• Strømforsyning.....	11
• Signal- og sikringsanlegg.....	19
• Teleanlegg.....	27
• Ordforklaring.....	32

# INTRODUKSJON

## HVA DETTE INFORMASJONSHEFTET INNEHOLDER

Framføring av tog kan i utgangspunktet virke som en relativt enkel sak. Skinnene styrer hvor toget kan gå. Toget drives enten med diesel eller elektrisk strøm. Øker trafikken, kan vel togene gå tettere, eller vi kan koble på flere vogner? Og skal det kjøres fortere, hvorfor ikke bare få tak i sterkere lokomotiver?

Så enkelt er det nok ikke. Framføring av tog er et puslespill som er langt mer komplisert enn det kan synes i utgangspunktet.

Ulykker med tog kan få alvorlige konsekvenser. Derfor stilles det spesielt store krav til sikkerhet – noe som gjør at ulykker med tog skjer sjelden. Styring ved hjelp av øyekontakt alene er ikke tilstrekkelig.

Fordi hoveddelen av Norges jernbanenett er enkeltsporet, må det tas mange spesialhensyn. Kryssinger skjer på stasjoner med kryssingsspor eller på kortere eller lengre kryssingsstrekninger.

Nærmest Oslo, hvor jernbanen er dobbeltsporet, har togene forskjellig stoppmønster og motor-tytelser. Raske tog med få stopp forsinkes av forangående lokaltog med mange stopp.

I Norge står vi nå foran en stortilt satsing på jernbanen. Utbygging av Østfoldbanen og Vestfoldbanen gir sammen med utbygging av Gardermobanen de første togstrekningene i Norge hvor togene kan gå i 200 km/t.

Det er lett å forstå at når togenes fart skal økes til 200 km/t eller mer, kreves en rettere trasé og togmateriell med større trekkraft. Men

dette er ikke nok, blant annet stilles andre krav både til strømforsyningen og signalanlegg enn ved dagens framføringshastighet.

Dette informasjonsheftet gir en forklaring på hvordan jernbanesystemet fungerer. Hovedvekten legges på en innføring i jernbanens elektrotekniske anlegg.

**Elektrotekniske anlegg** er en fellesbetegnelse på jernbanens strømforsyning, signalanlegg og teleanlegg.

**Strømforsyning** gir energi til togenes framdrift.

**Signal- og sikringsanlegg** gir trafikkikker togframføring og en optimal utnyttelse av sporenes kapasitet.

**Teleanlegg** gir nødvendig kommunikasjon til togframføring og publikum.

*Dette informasjonsheftet er utarbeidet i samarbeid mellom NSB Gardermobanen A/S og NSB Banedivisjonen.*

*As Civitas, ved siv. ing. Jostein Mundal og siv.ark./informasjonsdesigner Truls Lange har gitt NSB bistand til utarbeidelse og utforming av informasjonsheftet. Utbyggingsdirektør Trond Schjetne i NSB Gardermobanen A/S har vært oppdragsgivers kontaktperson. Ove Skovdahl samt Svein Horrisland og Jon Erik Østgård (Info-avdelingen) har gitt bistand. Følgende personer ved NSB Bane Region Øst har gitt bistand: Baneregionsjef Odd Ingar Jensen, seksjonsleder Tore Myhrvold, Regionservicesjef Geir Harald Ingvaldsen og seksjonsleder Gunnar Flåm. Anders Håkonsen har tatt de fleste bildene.*

*Rapporten er formgitt og illustrert av Publish! Hans Haugen & Partners as. Grafisk produksjon på svanemerket papir ved Grafisk Service Knut Grønli AS.*

# **SAMSPILLET KJØREVEG OG MATERIELL**



## FRAMFØRING AV TOG - HVA KREVES

### KJØREVEGEN – MER ENN SKINNER

Fundamentet for jernbanens spor er underbyggingen.

**Underbyggingen** består av massen som jernbanespor- og sviller ligger på. På mange av de gamle banestrekningene er banenettet bygget med for smale fyllinger i forhold til de kravene moderne togtrafikk stiller.

**Overbyggingen** består av skinner og sporveksler, sviller og ballast/pukk. Tidligere var svillene av impregnert tremateriale, etter hvert er disse blitt skiftet ut med betongsviller.

**Stasjonene** er en del av jernbanens kjøreveg. På enkeltsporede baner er det som regel kryssingspor på stasjonene.

På **godsterminale**ne lastes og losses godstogene. Gods mottas, sorteres, videreformidles og kan lagres. Moderne godsterminaler har kortere terminaltid for gods enn eldre terminaler, og dermed forkortes også framføringstiden.

### ELEKTROTEKNISKE ANLEGG

I jernbanens kjøreveg inngår også de elektrotekniske anlegg.

**Strømforsyning** gir lokomotivene krafttilførsel på de banestrekningene der det er elektrisk drift. Strømmen kommer til lokomotivet via kontaktledningsanlegget, går gjennom lokomotivens strømvaktaker og gjøres om til trekraft. På linjer som ikke er elektrifisert, benyttes dieseldrevet togmateriell.

**Signal- og sikringsanlegg** sørger for en trafiksikker togframføring og at linjenes kapasitet utnyttes best mulig. Moderne teknikk muliggjør – som en ekstra sikkerhet – at togtrafikken også kan fjernstyres.

**Teleanlegg** gir nødvendig samband for togframføringen, og sørger for at de tekniske anlegg fungerer som de skal.

### MATERIELL – MANGE ULIKE TYPER

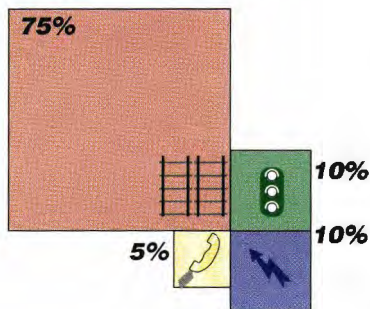
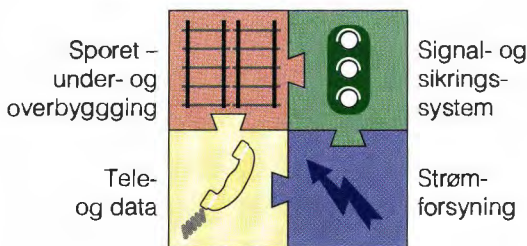
**Lokomotiv med vogner eller motorvognsett.** Godsvogner og personvogner trekkes enten med elektrisk eller dieseldrevne lokomotiver. Lokomotiver som brukes både til å trekke person- og godsvogner kalles gjerne for universallok.

Også **motorvognene**, hvor trekraften i et motorvognsett ligger, kan både være elektrisk- eller dieseldrevet.

Moderne lokomotiver har egne dataanlegg ombord, og alle nødvendige anlegg for samband og sikringsystem.

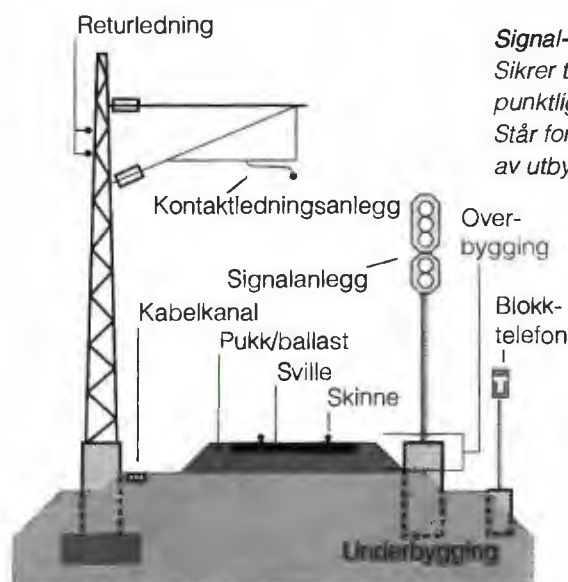
NSB har eget materiell – skiftelokomotiver og skinnetraktorer – som brukes til å sette sammen og dele godstog.

Kjørevegens fire hovedelementer



Grov fordeling av utbyggingskostnader

Kjørevegen



**Underbygging:** Grunnarbeid. Skal sikre at skinnene ligger stabilt. Står for om lag 50 prosent av utbyggingskostnadene.

**Strømforsyningsanlegg:** Fører kjørestømmen til lokomotivets strømvaktaker. Står for om lag 10 prosent av utbyggingskostnadene.

**Signal- og sikringsanlegg:** Sikrer trygg, rask og punktlig togframføring. Står for om lag 10 prosent av utbyggingskostnadene.

**Teleanlegg:** Sikrer nødvendig samband.

**Overbygging:** Sporarbeid. Nøyaktighet sikrer at skinnene ligger "riktig". Står for om lag 25 prosent av utbyggingskostnadene.



## JERNBANENS TRASE OG STASJONER

### KORTE RETTSTREKNINGER OG OVERGANGSKURVER

Mer enn halvparten av dagens jernbanenett består av rettstrekninger eller kurver med større radius enn 2.400 meter. Denne halvparten er dessverre fordelt på mange korte strekninger med mellomliggende kurverike partier, slik at høyhastighetstog får liten glede av rettlinjene.

Jernbane i horisontalkurver legges normalt med overhøyde – eller tverrfall som det heter på vegspråket. Ytre skinne er da løftet i forhold til indre. Overhøyden bygges opp i overgangskurvene.

De korte overgangskurvene gjør at vi i Norge i dag ikke kan utnytte krengetogenes egenskaper fullt ut. Krengeingen opparbeides gjennom overgangskurven. Krengetog med aktiv krengeing trenger et par sekunder på å innstille seg på krengeing etter at overgangskurvene begynner. I Sverige, der krengetog benyttes, er overgangskurvene lengre.

### GODSTOGENE DIMENSJONERER OGSÅ

Stigningene kan begrense godstogens størrelse. Både av hensyn til godstog og høyhastighetstog anbefales internasjonalt at stigningene ikke er brattere enn 12,5-15 pro-

mille (12,5-15 meter pr. kilometer) ved nybygging. Ofte vil det bli så dyrt å oppnå en så slak stigning at brattere vertikalkurvatur må aksepteres.

På nybygde deler av nettet etterstrebes gjerne tilrettelegging for opp til 25 tonns aksellast. Det planeres gjerne for 7 meters bredde på enkeltspor og 12 meter for dobbeltspor i dag, mot 6 meter for enkeltspor og 11 meter for dobbeltspor tidligere.

### ANTALL SPOR BESTEMMER KAPASITETEN

Kapasiteten en strekning har, avhenger både av antall spor, materiellet og togtilbudet som gis. Blandes langsomme og raske tog, reduseres kapasiteten.

**Enkeltspor** med kryssingsspor, som er det vanlige i Norge, har en kapasitet på 2-7 tog pr. time til sammen i begge retninger, avhengig blant annet av kryssingssporenes lengde og avstanden mellom dem.

**Dobbeltspor** kan på korte strekninger (eksempelvis Oslotunnelen) både ha en teoretisk og praktisk kapasitet på 40 tog pr. time (1 tog pr. 3 minutt hver vei, forutsatt at alle tog kjører like fort). Normalt er ikke praktisk kapasitet mer enn 20-24 tog pr. time. Dette er togtettheten på dagens dobbeltspor Oslo-Ski, Oslo-Asker og Oslo-Lillestrøm i høyest belastede timer.

**Fire spor** kan gi en praktisk kapasitet som nærmer seg den teo-

retiske kapasiteten. Praktisk kapasitet vil være fra 60-80 tog pr. time til sammen i begge retninger. Jo mer like kjøremønstre det er på de to dobbeltsporene, jo høyere er den praktiske kapasiteten.

### PERSONTRAFIKK: STASJONENE EN DEL AV KJØREVEGEN

NSB har egne retningslinjer for hvordan ulike nivåer av stasjoner eller terminaler skal utformes.

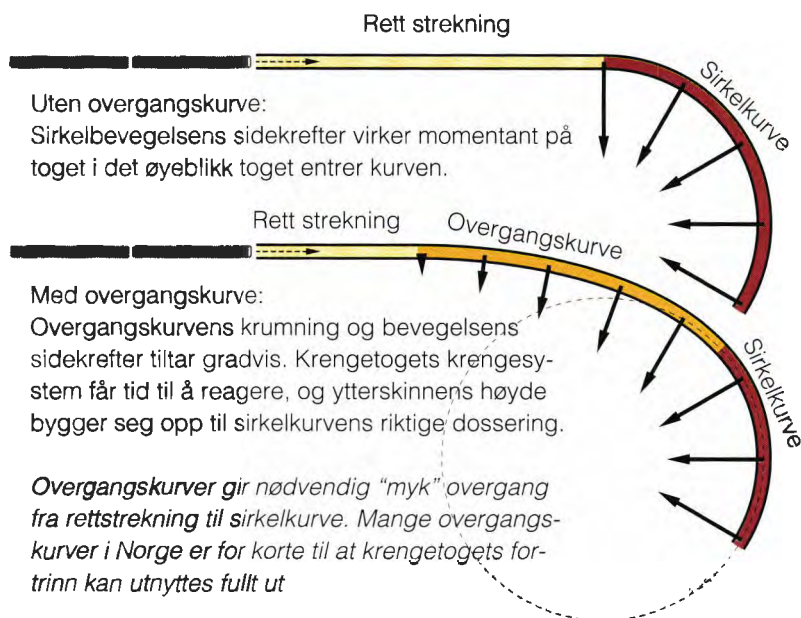
**Holdeplasser** er den enkleste form for "stasjoner".

Servicenivået på en **stasjon** avhenger av mange forhold. Mens små stasjoner kan være ubetjente med leskur eller plattformhus, har store stasjoner gjerne mange fasiliteter, slik som betjent billettsalg, venterom, kiosk eller butikk, innfartsparkeringsplasser mm.

Ved etablering av nye banestrekninger tilstrebes plattformlengder på 250 og 350 meter for hhv. nærtrafikkplattformer og fjerntrafikkplattformer.

### GODSTRAFIKK: TERMINALER

**Containerbaserte** terminaler for godstransport trenger lastegater til tog med lengder opp imot 650 meter og ofte store arealer til lagring og omlasting av containere til bil.



### Estetisk tilpassing

Stiv kurvatur sammen med kravene til støyskjerming, gjør det vanskelig å unngå store skjæringer og fyllinger både når nye jernbanestrekninger og vegparseller skal bygges. Det er derfor en stor utfordring å finne fram til løsninger som er estetisk akseptable. Ønsket om å få nye strekninger i tunnel dukker som regel opp straks en ny trasé er aktuell. Slike løsninger kan ofte fordyre prosjektet betydelig.



## MATERIELL – MANGE HENSYN Å IVARETA

### FORDEL MED ELEKTRISK DRIFT

I forhold til dieseldrevne tog har elektriske tog høyere toppfart, er sterkere, akselererer bedre, er rimeligere i drift og vedlikehold og mer miljøvennlige enn dieseltog. På alle de mer trafikkerte strekningene oppveier fordelene ved å bruke elektriske tog ulempene ved å måtte etablere og vedlikeholde et strømforsyningsanlegg.

Skal et diesellokomotiv kunne trafikkere i 200 km/t eller mer, vil størrelsen på motoren begynne å nærme seg en større skipsmotor.

### TO TYPER DIESELLOKOMOTIVER

Dieseltog har normalt **dieselektrisk drift**. Dieselmotoren driver en generator, som omformer dieselkraften til elektrisk energi. Dermed fungerer diesellokomotivet i prinsippet som et elektrisk lokomotiv.

Dieseltog kan også ha **dieselhydraulisk drift** med hydraulisk kraftoverføring for framdrift av toget. Det fungerer da i prinsippet som en stor diesebil med hydraulisk girkasse. NSBs største skiftelokomotiv er et slikt kjøretøy.

## ELEKTRISKE LOKOMOTIVER: TRANSFORMATOREN – TUNG ENHET

Den elektriske energien kommer inn i lokomotivet via strømtavtakeren. Strømmen har da høyspenning (15 kV, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz).

For å få den spenningen lokomotivet krever, må spenningen **transformeres** til et lavere nivå (fra 15.000- til 600 volt). Dette gjøres i en transformator. Transformatorer, som har en tung stålkjerne, er den største og tyngste enheten i et elektrisk lokomotiv. Stålkjernen omslutes av trafo-olje, en spesialolje som ikke leder strøm.

Strømmen **reguleres** deretter slik at det til en hver tid blir riktig spenning til framdriftsmotoren. Tidligere skjedde dette elektromekanisk, i dag helst elektronisk via tyristorer.

### BREMSEENERGIEN UTNYTTES

Moderne materiell utnytter bremseenergien ved at den omformes til elektrisk energi. 10-20 prosent av tilført energi kan da tilbakeføres til strømmettet.

Kreftene – både vertikalt og horisontalt – mellom hjul og skinner har innvirkning både på trekraften, bremsing og sporpåkjenninger. Slurer hjulene, går energi tapt.

## MOTORENE SKAL KOMBINERE MANGE EGENSKAPER

Når en bil skal aksellerere raskt, legges det inn et lavere gir. Minst mulig av bensinenergien skal gå tapt. Toppfarten oppnås med høyt gir, som har lavere akselerasjonsegenskaper og mindre trekraft.

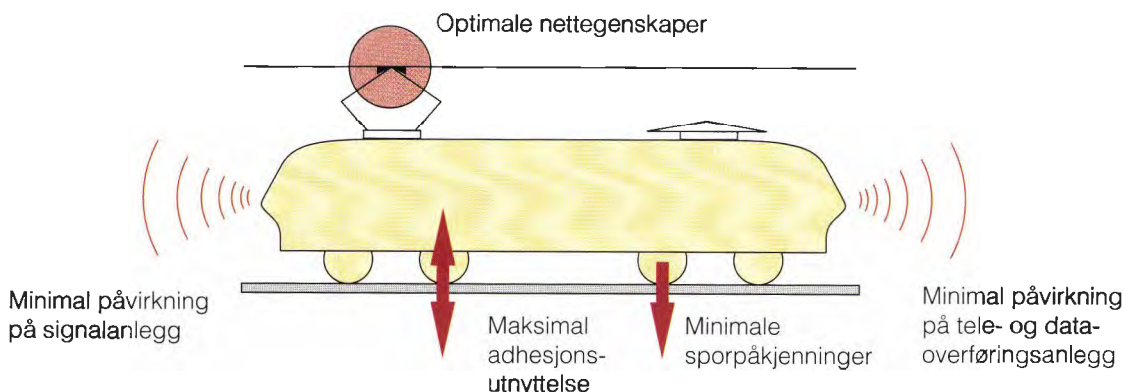
Et lokomotiv skal, på samme måte som en bil, kombinere ulike trekraftegenskaper. For godstogene er det for eksempel spesielt viktig med stor trekraft. Lokomotivet skal gjerne:

- Ha god akselerasjon
- Ha god trekraft
- Ha høy toppfart
- Være økonomiske både i innkjøp, vedlikehold og utnyttelse av energien

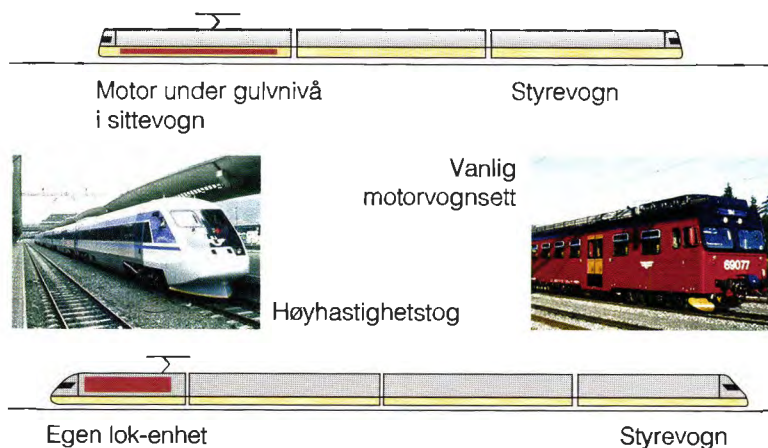
For å kombinere alle egenskaper det er ønskelig at et lokomotiv skal ha, stilles spesielle krav til spenningen og spenningsreguleringen til framdriftsmotoren. Mens et tyristorstyrt lokomotiv eksempelvis bare utnytter 80 prosent av tilført effekt, kan et asynkronlokomotiv, som fungerer mer komplisert, utnytte 100 prosent av effekten. Etter hvert som datasystemene som styrer krafttilførselen av asynkronmotorene er forbedret, overtar asynkronmotoren mer og mer.

### Moderne lokomotiv:

Sentrale egenskaper det må ha



## KRENGING



*Vanlig motorvognsett og togsett for høyhastighet: Et vanlig motorvognsett har motoren under gulvnivået der passasjerene sitter. Et moderne høyhastighetstog kan se ut som et motorvognsett, men i virkeligheten har det en lok-enhet i den ene eller begge endene.*

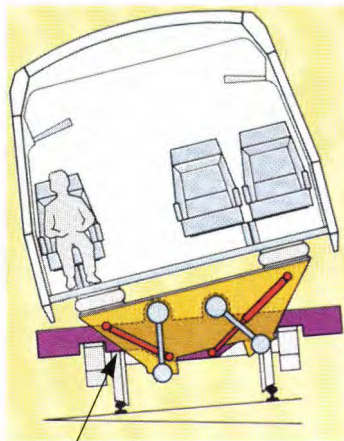
### NYE LOKOMOTIVER: BILLIGERE VEDLIKEHOLD

Nyere lokomotiver er bygd for enklere vedlikehold enn gamle. Det er færre bevegelige deler som trenger tilsyn. Lokomotivene kan derfor gå lengre mellom hver vedlikeholdspause, og vedlikeholdsarbeidet går raskere.

### MOTORVOGNSETT

Et motorvognsett består som regel av en motorvogn, en eller flere mellomvogner og en styrevogn. I alle vognene er det plass for passasjerer. To, tre eventuelt også flere motorvognsett kan kobles sammen,

*Krengetog: Kan lettere holde farten oppe i kurvene*



*Aktiv krenning: Hydraulisk innretning som skråstiller vognkassen i kurvene*

og styres fra forreste motorvogn eller styrevognene.

Et motorvognsett kan vende uten at motorvognen flyttes fra en ende av toget til den andre, og styringen kan skje fra begge ender.

Motorvogner har det meste av det tekniske utstyret i lukkede enheter under vogn gulvet. Det som ikke får plass der, står i skap inne i vognen.

På motorvognsett som skal kjøre i høye hastigheter, blir den tekniske utrustingen så omfattende at det blir lite rom for passasjerplasser. "Motorvognen" blir derfor mer å sammenlikne med et lokomotiv.

Det svenske X2000 har eksempelvis lokomotiv i den ene enden og styrevogn i den andre, mens det tyske ICE har et lokomotiv i hver ende.

### TRYKKTETTING

Tog med høy hastighet gir trykkbølger i luften. Ved kjøring gjennom tunneler vil det derfor oppstå svært ubehagelige trykksjokk i kupeene – passasjerene får "dotter i ørene". Derfor bygges høyhastighetstog som skal trafikkere tunneler med trykkabiner på lignende måte som fly har.

Krengetogteknologien gjør det mulig å holde høyere hastighet i kurvene.

Kurvener er normalt dosert for at reisen skal bli så behagelig som mulig. Men overhøyden som ytre skinne kan gis, bør av praktiske grunner ikke overstige 150 mm. Skal det kjøres svært fort, må den manglende doseringen kompenseres ved at vognene krenger mer enn sporet. Derved holdes komforten oppe.

Krengetog må være lette slik at sporbelastningen blir liten, og de må ha dempere som bremser sidekreftenes virkninger både horisontalt og vertikalt. Det kreves også at akslene har tilstrekkelig bevegesfrihet i alle retninger, slik at demperne får mulighet til å arbeide samtidig som sikkert løp i sporet garanteres.

Det finnes to måter å styre vognens krenning på.

Ved **aktiv krenning** stilles vognen i ønsket skråstilling i kurven ved hjelp av hydrauliske sylindere. Dette systemet krever et detekterings- og styringssystem som forteller hvor mye vognkassen skal krenge avhengig av hastighet og kurveradius.

Ved **passiv krenning** er vognkassen opphengt som en pendel, slik at den svinger ut når sentrifugalkraften blir stor nok. Dette systemet krever ingen annen styring enn påvirkningen av sentrifugalkraften.

### MANGE KOMPONENTER SKAL VIRKE SAMMEN

Sporets standard, materiellets ytelse og ikke minst kvaliteten på de elektrotekniske anleggene, er med på å bestemme både togtilbudets standard i vid forstand og kostnadene for å opprettholde tilbudet. Tilbudets kvalitet bestemmes i stor grad av det svakeste leddets kvalitet. Toget kan ikke gå i 160-200 km/t dersom ikke alle elementene er dimensjonert for en slik fart.

Togenes punktlighet er særlig avhengig av kvaliteten på de elektrotekniske anleggene.

# STRØMFORSYNING



## FRA KRAFTVERK TIL LOKOMOTIVETS MOTOR

Strømmen i Norge produseres i kraftstasjoner og transporteres derfra via et sentralnett, eiet av Statnett. Her er spenningen, som kan sammenlignes med vanntrykket i et rør, høy (fra 132-420 kV), og bare 1-2 prosent av effekten mistes.

Strømmen fordeler seg videre til et regionalnett (45-132 kV), stort sett eiet av fylkene, til distribusjonsnettet, stort sett eiet av et energiverk. Her er spenningen ennå lavere og effektetapet opp mot 15 prosent.

Jernbanen får sin strøm ut fra regionalnettet.

## VEKSELSTRØM MED RIKTIG SPENNING

Når strømmen går over til en ny type fordelingsnett, endres spenningen ved hjelp av en transformator. I jernbanens matestasjoner reduseres spenningen til det nivået den skal ha på NSBs kontaktledningsnett, som er fordelingsnettet for jernbanens kjørestrøm. Neste spenningsregulering skjer i lokomotivets transformator.

**Returstrøm.** Strømmen må gå i lukket krets, slik at den kommer tilbake der den kommer fra. Når effekten av strømmen er tatt ut i

### Strøm på anbud.

Kommunale/interkommunale eller private energiverk selger strømmen til ulike brukere, deriblant NSB. Etter at El-sektoren ble omorganisert i 1991, er "strømmonopolet" brutt, og strøm kan kjøpes fra det energiverket som gir det beste tilbudet.

Fra 1992 begynte NSB å kjøpe kjørestrøm etter anbudsprinsippet. Dette har medført at strømregningen fra å være på omlag 170 millioner kroner i 1991 ble redusert med 10-15 prosent i 1992, og med en tilsvarende ytterligere reduksjon i 1993. Dette innebærer en betydelig årlig besparelse for NSB.

lokomotivets motor, går strømmen derfor tilbake til omformerstasjonen som returstrøm. Returstrømmen er uten spenning i forhold til jord, og skal gå i jernbaneskinnene eller i egne returledninger.

**Vekselstrøm.** Det er mulig å benytte både likestrøm og vekselstrøm til framføring av tog. Roterende motorer krever vekselstrøm.

Dersom lokomotivene skulle drives med likestrøm, ville det vært nødvendig med betydelig større ledningstverrsnitt i kontaktledningene. Ved kortslutning ville skadene ved anlegget kunne bli store. Særlig når togene skal opp i en hastighet på 200 km/t, er det enklest og mest økonomisk med vekselstrøm.

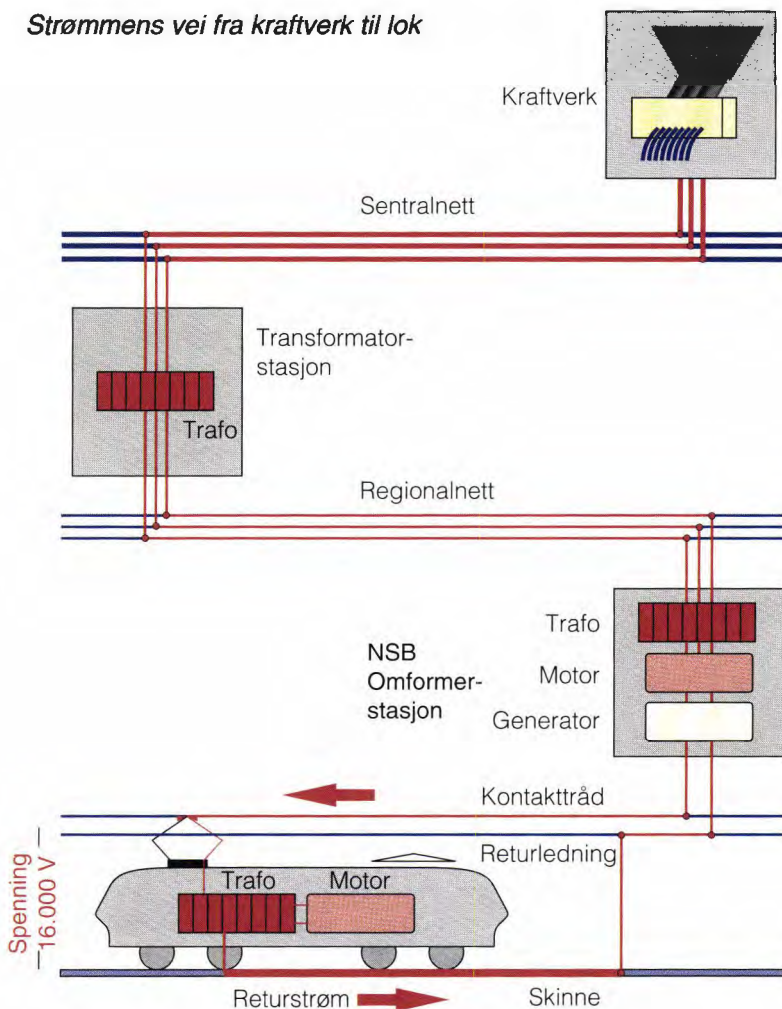
## MATESTASJONENE: JERNBANENS KRAFTFORSYNING

**31 matestasjoner.** Matestasjoner er NSBs fellesbetegnelse på omformer-transformator og kraftstasjoner som leverer, eller mater, elektrisk energi til NSBs kontaktledningsnett.

Størrelsen og antallet av matestasjoner er med på å dimensjonere hvor mange, hvor raske og tunge tog som kan gå på de ulike jernbanestrekningene. NSB har i alt 31 matestasjoner.

**27 omformerstasjoner.** 27 av de 31 matestasjonene er omformerstasjoner. En omformerstasjon er en komplisert og kostbar innretning. Prisen ligger i størrelsesorden 150 millioner kroner (1993). Da det i 1993 ble etablert en ny omformerstasjon i Sarpsborg, var det 10 år siden NSB sist fikk en ny omformerstasjon. Gardermobanen krever en ny omformerstasjon.

Strømmens vei fra kraftverk til lok



Strømmens framføring kan sammenlignes med vann som går gjennom vannrør.

- Spenning ( $U$ ), som måles i volt ( $V$ ) kan sammenlignes med vanntrykket i røret.
- Strømstyrke ( $I$ ), som måles i ampère ( $A$ ) kan sammenlignes med vannmengden som renner gjennom røret.
- Impendansen ( $R$ ), eller den elektriske motstand måles i ohm og kan sammenlignes med innvendig diameter i røret.

Når vanntrykket er lite (spenningen liten), og vannrøret er tynt, diameteren liten (impedansen, den elektriske motstanden stor), blir vannmengden liten (strømstyrken lav). Sammenhengen mellom strømmens spenning ( $U$ ), motstand ( $R$ ) og strømstyrke ( $I$ ) framgår av en matematisk formel,

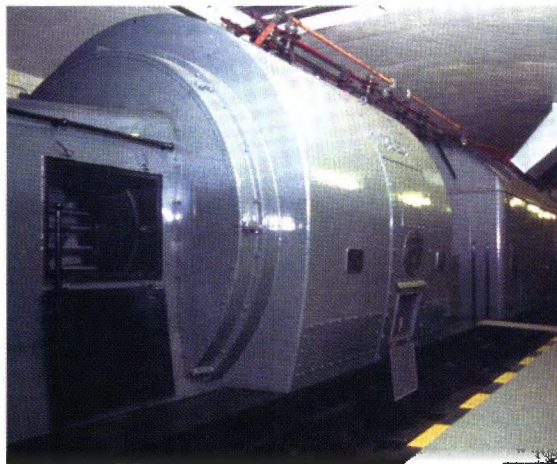
$$U = R \times I$$

Spenningen er lik strømstyrken multiplisert med motstanden/impedansen.

Omformerstasjonene fungerer både som en transformator og omformer. De omformer vekselstrøm med 50 perioder (Hz) til vekselstrøm med  $16\frac{2}{3}$  perioder (Hz). Transformatorer omformer 60 kV spenning til 16 kV spenning.

Da jernbanen ble elektrifisert, var det hensiktsmessig å bruke vekselstrøm med  $16\frac{2}{3}$  perioder. Deres kontaktledningsnett skulle bli bygget ut fra grunnen av i dag, kunne det vært aktuelt å frakte strøm med 50 Hz (perioder), slik som tilfellet er på det danske og

Når vekselstrømmen har  $16\frac{2}{3}$  Hz – perioder –, slik som på jernbanens strømnett, slår den seg av og på mellom 16 og 17 ganger i sekundet. Strømmen fra det offentlige strømnettet, som er på 50 perioder (Hz), slår seg på samme måte av – og på – 50 ganger i sekundet.



**NSB Omformerstasjon:**

Denne utgaven står parkert i fjell, men er mobil og kan flyttes på jernbanelinjen som en jernbanevogn

del av det spanske og franske jernbanelinjen. Da ville omformerstasjonene ikke være nødvendige.

Omformerdelen er den dyreste delen av omformerstasjonene. Med 50 Hz vekselstrøm kunne NSB klart seg med rene transformatorstasjoner.

**Transportable.** 23 av omformerstasjonene er transportable og består av omformervogn-, apparat- og transformatorvogn. Disse står normalt i fjell og kan trekkes inn til verksted via jernbanelinjen for hovedrevisjon og eventuell reparasjon.

At omformerstasjonene er transportable, er en fordel både ved et eventuelt maskinhavari, og dersom det skulle bli behov for styrket strømforsyning på spesielle deler av nettet. I forbindelse med jernbanetransporten til OL, flyttes to omformerstasjoner midlertidig til strekningen Oslo-Lillehammer.

**Fjernstyring.** NSBs matestasjoner fjernstyres fra sju fjernstyringsentraler. Tre av sentralene, som i dag er plassert på Ski, Asker og Lillestrøm, skal etter hvert samles til en sentral på Oslo S. De resterende sentralene er i Narvik på Ofotbanen, i Fron på Dovrebanen, i Dale på Bergensbanen og ved Krosen på Sørlandsbanen.

### **BRYTERE OG RELÉER KAN SLÅ STRØMMEN RASKT AV**

Fra omformer-/transformatorstasjonene går strømmen ut til kontaktledningsnett. For å beskytte dette nettet mot overbelastning og nedbrenning, må strømmen kunne kobles ut uhyre raskt dersom

noe galt skjer – i løpet av  $\frac{1}{16}$  sekund/en periode.

Dette "spenningsvernet" ordnes via overvåkningsreléer og bryter som kobler ut strømmen når feil oppstår.

### **KONTAKTLEDNINGSNETTET: FØRER STRØM FRA MATESTASJON TIL LOKOMOTIV**

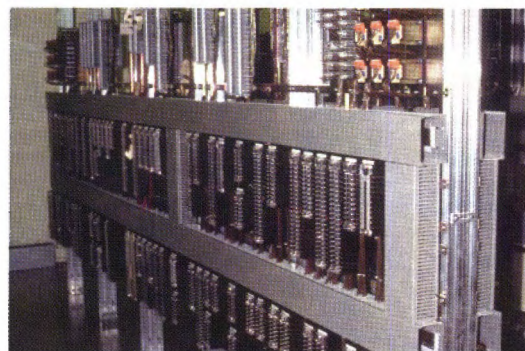
**Kontaktledningsanlegg** er betegnelsen for alle de komponenter strømforsyningen for elektrisk banedrift består av, deriblant ledninger, master, brytere og anlegg for å sikre at returstrømmen går der den skal.

#### **Mastesystem bærer ledningene.**

Langs enkeltspor eller dobbeltspor ved slakke kurver – radius større enn 700 meter – og på stasjoner, henger kontaktledningene på stag festet på master. Ved krappe svinger og på større stasjoner, henger kontaktledningene på åk, dvs. forsterkede stag som er festet til en mast på hver side av sporene. Mastene er av tre, stål eller betong.

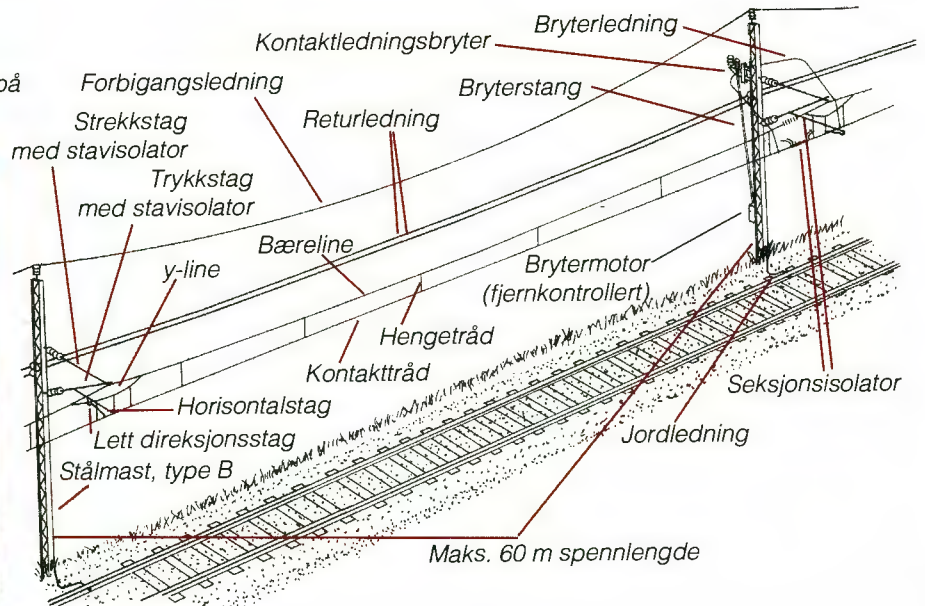
#### **Kontakttråd leder strømmen.**

Kontakttråden, som er ledningen lokomotivets strømvaktar glir mot, er en massiv tråd av elektrolytt-



Reléer i reléhuset på Ås stasjon

**Kontaktledningssystemet**  
med delene det består av på  
en vanlig fri linje



kopper som er litt over én centimeter tykk. Kontakttråden holdes oppe av hengertråder, som igjen er festet til en bæreline.

**Kontakttråden må ha stabil høyde fra skinnene.** Ved temperaturvariasjoner utvides kontakttråden eller trekker seg sammen. Normalt ville ledningen da endre "heng", og synke eller heve seg mellom mastene.

Siden strømvatningen ikke tåler at kontaktledningen raskt endrer beliggenhet i horisontal- eller vertikalretningen, er kontaktledningene vektavspent. Ledningene er fastspent i en ende, og har et vekt/trinnsystem i den andre enden som gjør at strekket i ledningen til en hver tid er tilnærmet konstant. Der kontaktledningen er festet til stagene, kan den beveges i horisontalretningen. På denne måten vil ledningen holde seg like stram enten det er varmt eller kaldt i lufta.

Kravene til kontaktledningens stabilitet øker når togenes fart øker. Da må det henges på tyngre vekter, som igjen kan kreve sterkere og tykkere kontaktledninger. Dette er en av grunnene til at kontaktledningsanlegget må være nytt når det skal tilrettelegges for hastigheter på 160 km/t eller mer.

På det nye dobbeltsporet mellom Ski og Moss er kontaktledningsanlegget bygget for hastigheter opp mot 200 km/t.

Dimensjonering for 250 km/t

**Kontakttråden. Tverrsnitt i naturlig størrelse**



krever enda større vektavspenning med om lag 10 prosent større kostnader enn et nytt 200 km/t-anlegg. En senere oppgradering av et 160-200 km/t-anlegg til 250 km/t-anlegg vil innebære betydelig større kostnader totalt sett.

**Kontakttråd i sikksakk.** For å unngå at strømvatkeren slites bare på et sted, går kontaktledningene

i sikksakk over sporene. På dagens linjer er utslaget normalt om lag 40 cm. til hver side fra sporets midtlinje. Ved nybygging i dag for tog med høyhastighet, benyttes 30 cm.

**Stabilt banelegeme.** Dersom banelegemet ikke er stabilt, men hever eller senker seg ujamnt langs sporene, hjelper det ikke om kontaktledningsanlegget er som det



**Kontakttråden går i sikksakk for at kullsløpestykket på strømvatkeren skal slites jevnt**

skal. Særlig når farten blir stor, er det derfor spesielt viktig at skinnene ligger i ro og i stabil høyde.

**Eldre anlegg: Lavere høyde i tunnelene.** Der kontaktledningene går gjennom tunneler, er høyden over skinnene ved eldre anlegg redusert noen steder helt ned til 4,85 meter fra normal høyde 5,60 meter. Høydeforskjellen er da tatt opp over en lengre strekning. Slike høydeendringer er lite gunstig ved høy hastighet. Nyanlegg for høyhastighet bygges derfor i dag slik at kontaktledningene har samme høyde i tunneler som på åpne strekninger.

**Kontaktledningenes vekslingsfelt.** Mellom hver loddavspenning på kontaktledningene er det vekslingsfelt hvor to ledningsparter er elektrisk sammenkoblet. Dette skjer hver 800 eller 1.600 meter.

På mange av de større stasjonene er det forbigangsledninger som bringer elektrisk strøm forbi en stasjon. På denne måten er det mulig å koble ut strømmen i kontaktled-

ningen på en stasjon for eksempel ved vedlikeholdsarbeider.

**Fjernstyrte brytere og jording.** På mastene er det montert fjernkontrollert brytermotor og brytere som muliggjør utkobling av strøm mellom hvert vekslingsfelt. I alt 1.500 fjernkontrollerte brytere betjenes fra de bemannede omformerstasjonene.

Fra de bemannede omformerstasjonene kan feil på kontaktledningsanlegget lokaliseres relativt raskt.

Alle deler som kan føre strøm og inngår i kontaktledningsanlegget – og som ligger nærmere spor enn fem meter – er jordet. Dette for å beskytte både liv og anlegg når det oppstår feil på kontaktledningsanlegget. Jording hindrer blant annet at anlegg brenner opp på grunn av feil som gjør at strømmen finner seg en annen vei enn forutsatt. Mastene er eksempelvis jordet til skinnegangen.

**Kontaktledningsanlegget sammenkoblet i nett.** Kontaktledningsanleggene er koblet sammen i et nettverk. Koblingen gjøres i egne koplingshus. Dette gir en sterkere og mer stabil strømforsyning enn om hver enkelt banes anlegg skulle fungere som isolerte enheter.

**Kondensatorbatterier – “vitaminpiller”.** Omformerstasjonene er gjerne plassert hver 80. kilometer. 20 kilometer fra hver omformerstasjon er det gjerne utplassert kondensatorbatterier med tilhørende “hus”. Dette bidrar til å redusere overføringstapene for den elektriske energien.

På noen strekninger er det nødvendig med forsterkningsledninger for å hindre effekttap.

### RETURSTRØMMEN MÅ LEDES SIKKER VEI TILBAKE

**Farlige høyspentledninger.** Kontaktrådene fører strøm med høyspenning, og må som andre høyspentledninger ikke berøres.

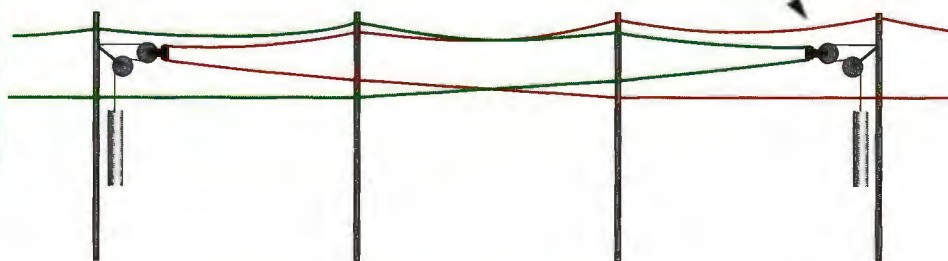


Vekslingsfelt

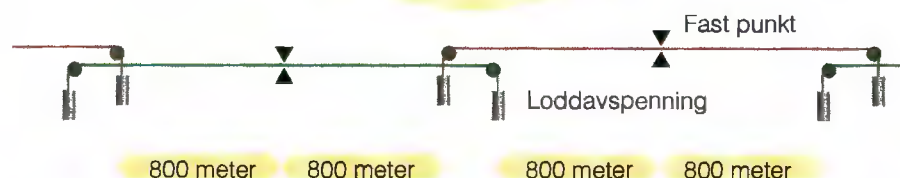
*Vekslingsfelt: Overgang fra en kontaktledning til den neste. Her er vist dobbeltfelt der hver kontaktledning er festet til et fastpunkt på midten og avspent med lodd i hver ende. Avstanden mellom vekslingsfeltene blir da ca. 1600 meter. Det brukes også enkeltfelt med fastpunkt i den ene enden og lodd i den andre. Da blir avstanden mellom vekslingsfeltene omlag halvparten – 800 meter.*



Loddavspenning



Vekslingsfelt 40-60 meter



**Returstrøm i skinner eller egne ledninger.** Etter at motoren har tatt ut effekt av strømmen, ledes returstrøm tilbake til omformerstasjonene gjennom togets hjul, enten til skinnene eller til egne returledninger. Fordelen med returstrøm i egne ledninger framfor i skinnene, er at strømmen da ikke påvirker signal eller teleanlegg. Forbi stasjoner og på fler-sporstrekninger føres returstrømmen i egne ledninger vanligvis festet på kontaktledningsmastene. All returstrøm på Gardermobanen skal føres i returledninger.

**Returstrøm må ikke brytes.** Bli det brudd i returstrømmen oppstår en spenning. Går returstrømmen gjennom menneskekroppen, er den derfor farlig. Løse eller skadede ledninger og kabler eller skinnbruddsteder må derfor ikke berøres.

Ved brudd kan også retur-

strømmen for eksempel finne sin vei gjennom telefonutstyr eller signalanlegg som brenner opp. Brudd som gjør at returstrøm ikke kan følge forutsatt vei, må derfor raskt repareres av eksperter.

**Forsering av skinnenisolasjon.**

Med jevne mellomrom er det lagt inn isolasjon i skinnene. Hensikten er å hindre strøm fra signalanleggene å følge skinnene. Der hvor begge skinnene har både returstrøm og signalstrøm, må det legges innen motstand – impedanser – som bare slipper returstrømmen gjennom. Impedansene har kontakt med begge skinnene på begge sider av isolasjonen.

**Sugetransformatorer.** For å hindre at strømmen går andre veier enn i skinnene og returledningen, er det montert sugetransformatorer for hver tredje kilometer.

**KONTAKTLEDNINGSANLEGGET: STORT BEHOV FOR FORNYELSE**

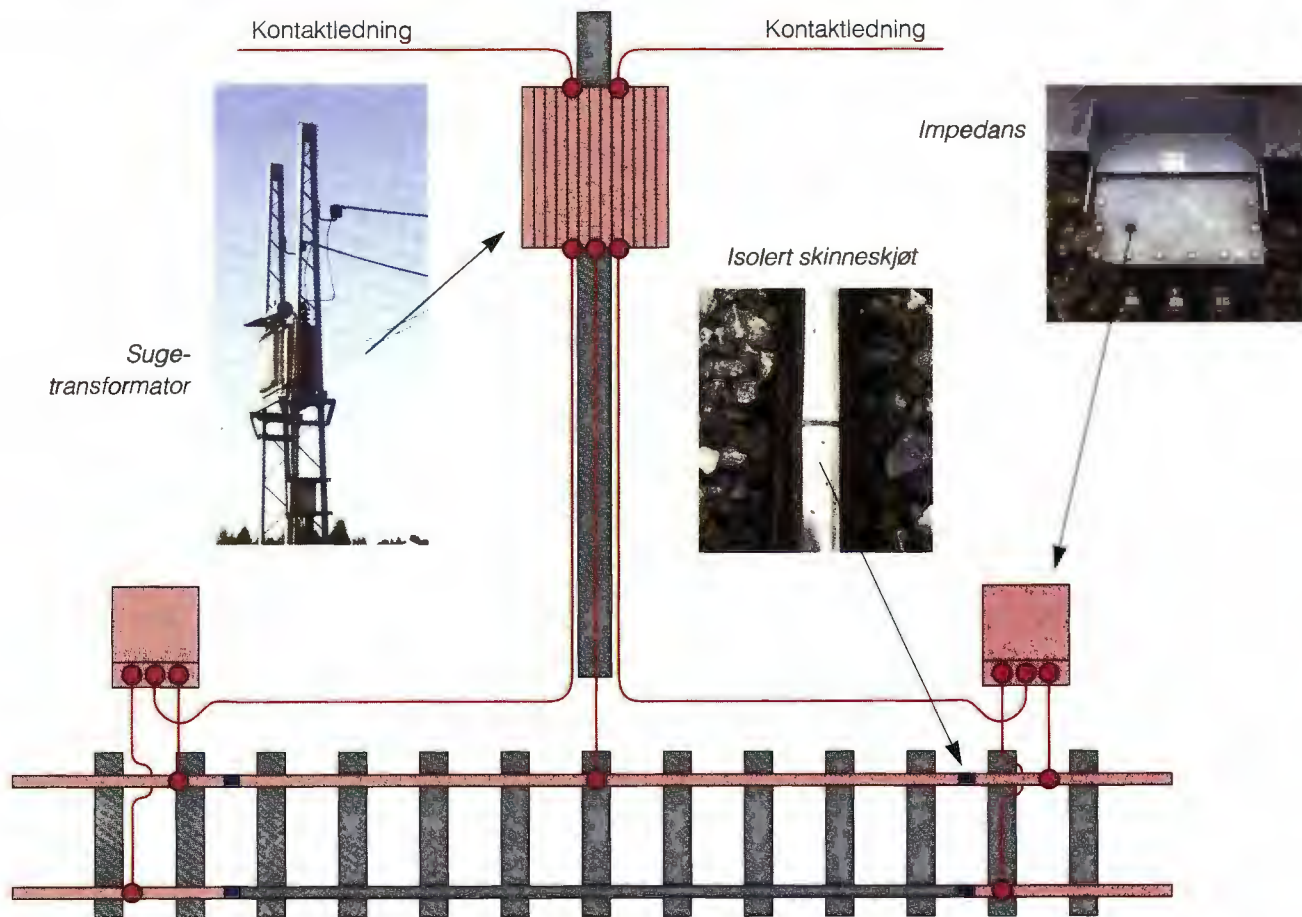
**Gammelt.** Kontaktledningsanlegget i Norge er stort sett bygget for hastigheter under 100 km/t, og er gjerne fra 20 til 50 år gammelt. Etter hvert er nettet forbedret og vedlikeholdt, gjerne "klattvis". Nettetets alder gjør imidlertid at det er vanskelig både å øke farten og unngå at det oppstår feil.

Det er utarbeidet egne rutiner for vedlikehold av kontaktledningsanlegget.

**Skader på kontaktledningsanlegget.** En feil på kjøretråden kan gjøre at strømvaktakeren ødelegges, som igjen kan føre til at kontaktledningen blir revet ned. Da kan det ta tre til seks timer å reparere skaden slik at togene igjen kan gå. Det er derfor viktig å finne og utbedre slike feil så raskt som mulig.

Gamle kontaktledningsanlegg

*Sugetrafo og impedanser*



15-30 meter



Vedlikehold på fire nivåer. Følgende fire rutiner gjelder for vedlikehold av kontaktledningsanleggene:

- **To ganger i året:**  
Målevognkjøringer kontrollerer at høyde, "sik-sak", krefter i strømvaktaker og kontakttråd er riktig
- **En gang i året:**  
Omfattende inspeksjon av kontaktledningsanlegget gjennomføres
- **En gang hvert annet år:**  
Full service-vedlikehold. Smøring av kontaktledningsdeler
- **Hvert tiende år:**  
Hovedrevisjon. Kontaknanlegget bringes så langt som mulig tilbake til den standarden det hadde da det var nytt.

har naturlig nok flere skader og oftere driftsstopp enn nye anlegg.

NSB ønsker nå i større grad å satse på fornyelse/nybygging av kontaknanlegg. "Flikkingen" som er gjort de seneste årene, er ikke tilstrekkelig til å unngå hyppige driftsstopp.

**Nytt kontaktledningsanlegg: 2 millioner kroner pr. kilometer (1993).** En hovedrevisjon av kontaktledningsanlegg koster 60-100.000 kroner pr. kilometer. Bygging av nytt kontaktledningsanlegg koster i størrelsesorden 2 millioner kroner pr. kilometer.

### STRØMAVTAKER: STRENGE KRAV

**Strømvaktakeren** fører strømmen fra kontakttråden til lokomotivet. Strømvaktakeren skal følge kontakttråden med jevnt trykk under alle forhold. Dette krever at strømvaktakeren har en avansert teknikk. Når togenes hastighet økes, skjerpes også kravene til strømvaktakeren.

Jevnt trykk sikres ved hjelp av en trykkluftsyylinder og et fjærsystem nærmest lokomotivet og en demper nærmest kontaktledningen. Den delen som berører kontaktledningen kalles kullsløpestykke.

Når det er flere strømvaktakere på et tog, oppstår det svingninger i kontaktledningen etter den første strømvaktakeren, en svingning som igjen øker etter strømvaktaker nummer to. Mer enn tre strømvaktakere på et tog anbefales derfor ikke.

### STRØMFORBRUK ØKER MED FARTEN

Et elektrisk ekspress tog med åtte passasjervogner bruker strøm for i størrelsesorden fem kroner pr. kilometer (1993). Et dieseltog bruker diesel for om lag tre ganger så mye.

Selv om et tog som går i 200 km/t forbruker vesentlig mer energi enn et tog som går i 100 km/t, tilbakelegges strekningene med en slik fart raskere, slik at totale driftsutgifter reduseres.

### STERKSTRØM: LYS, VARME, SIGNAL OG SIKRING

Jernbanen trenger også strøm til lys, oppvarming av bygninger mm.

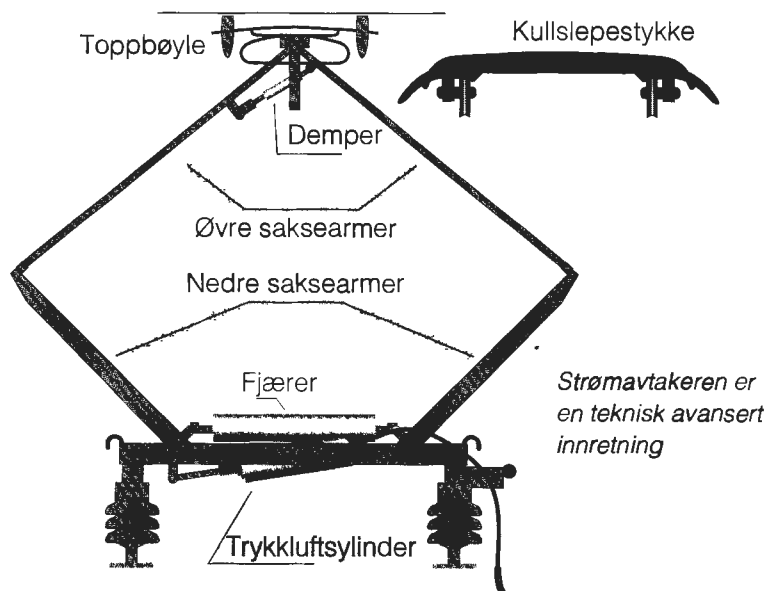
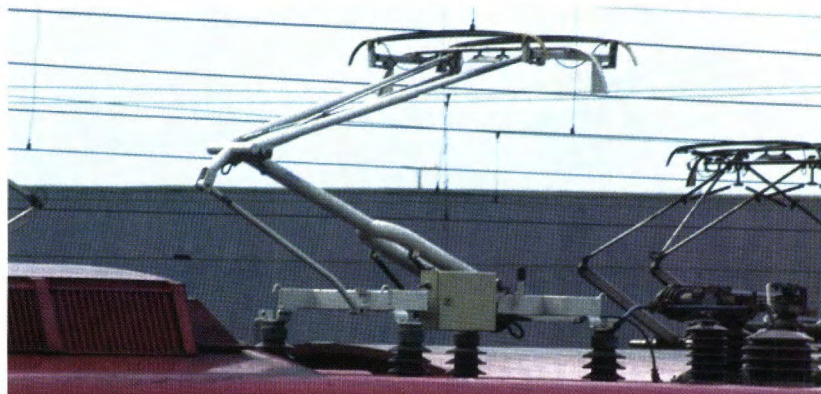
Strømmen som forsyner signal- og sikringsanleggene leveres av lokale E-verk. Via transformatorer og omformere produseres forskjellige strømarter og frekvenser. For å sikre seg mot strømbuud fra lokale E-verk, er det montert reserve strømaggregater ved viktige stasjoner og knutepunkter.

#### **Energikrevende sporveksler.**

Det er helt sentral for sikkerheten at sporveksler fungerer etter hensikten. For å unngå snø og is må disse derfor varmes opp om vinteren.

Oppvarming av en liten sporveksel, som det er flere av på hver stasjon, krever like mye strøm som en middels stor enebolig.

NSBs strømregning til sterkstrømformål er på noe under halvparten av regningen for kjørestrøm.



Strømvaktakeren er en teknisk avansert innretning



## SIGNAL- OG SIKRINGSANLEGG



## DET ER – OG SKAL VÆRE – TRYGT Å KJØRE TOG

**Signalanlegg** er en fellesbetegnelse for:

- Jernbanens sikringsanlegg på stasjonene og ved planoverganger
- Linjeblokk og fjernstyrt sikring av togene på strekningene
- Automatisk overvåking og kontroll av togene

Signalanleggenes hensikt er å sikre en trygg togframføring. I tillegg sørger signalanleggene for at togene kommer fram så raskt og punktlig som mulig, og at jernbanesporenes kapasitet utnyttes maksimalt.

En ulykke med tog kan fort få alvorlige konsekvenser. Signal- og sikringsanleggene er derfor konstruert slik at hverken menneskelig svikt eller tekniske feil skal kunne føre til ulykker.

De viktigste signalene for togframføring heter hovedsignaler.

**Alle feil gir rødt lys.** Når det oppstår feil eller unormale hendelser på linja, vil dette registreres av sikringsanlegget, og alle signaler settes automatisk i stopp – rødt lys. Sikringsanleggene gir bare grønt lys når alt fungerer som det skal. Ved



Vanlig hovedsignal



Fjernstyring: Togleder fjernstyrrer togtrafikken fra togleder-sentralen

den minste feil skal signalene vise rødt. På sikringsanleggene vil eksempelvis en lyspære som er gått, føre til at toget ikke får klarsignal. Sikkerhetsrutinene kan dermed gi "unødvendige" forsinkelser.

Slik sett kan en dele mellom "reelle feil", som må gi rødt lys, og "falske feil", som er tekniske feil som i utgangspunktet ikke er noen trussel for sikkerheten, men likevel gir stopp for togene.

**Trygg framføring.** Dersom det er mange feil, betyr dette at NSB i neste omgang får et punktlighetsproblem. Et eget sikkerhetsreglement – Trykk 401 og Trykk 405 – angir retningslinjer og bestemmelser som signalsystemene på NSBs nett bygges og drives etter.

**Togene fjernovervåkes.** Togene kjøres av lokførere, med helt nødvendig bistand fra signalanlegg og informasjon langs sporet. Rødt lys betyr stopp, akkurat som på vegenettet. Framføringen fjernovervåkes av en togleder, som til en hver tid har kontroll over hvor de ulike togene befinner seg.

Togleder kan gripe inn ved å slå av kjørestrømmen dersom farlige situasjoner skulle oppstå.

**Høyhastighet** krever fornyelse/ombygging av eldre signalsystemer blant annet fordi det er tatt utgangspunkt i lavere hastigheter ved plassering av signalene.

## KONTINUERLIG OVERVÅKING VIA SJEKKPUNKTER

**Sporfelt gir informasjon om hvor toget er.** Alle jernbanens strekninger og spor er delt inn i sporfelt. Hvert sporfelt har sin egen identitet og kan lokaliseres via navn/nummer. Sporfeltene – som på strekninger mellom stasjoner gjerne er én kilometer lange – har til oppgave å gi informasjon til sikringsanlegget om det i øyeblikket befinner seg et tog på en gitt strekning eller ikke.

**Sjekkpunkter passerer.** Det vil være komplisert å holde rede på togenes eksakte posisjonen til en hver tid, noe som heller ikke er nødvendig. Derfor er det en strekingsvis overvåking av togene. Sikringsssystemet registrerer når toget passerer en skinneskjøt mellom to sporfelt. Hvor dette skjer, registreres av sikringsanlegget via reléer – en registrering som også formidles til togleder. Hele jernbanens signal- og sikringssystem er bygd opp på at systemet vet hvilket sporfelt en togenhet befinner seg på, og i hvilken retning toget beveger seg.

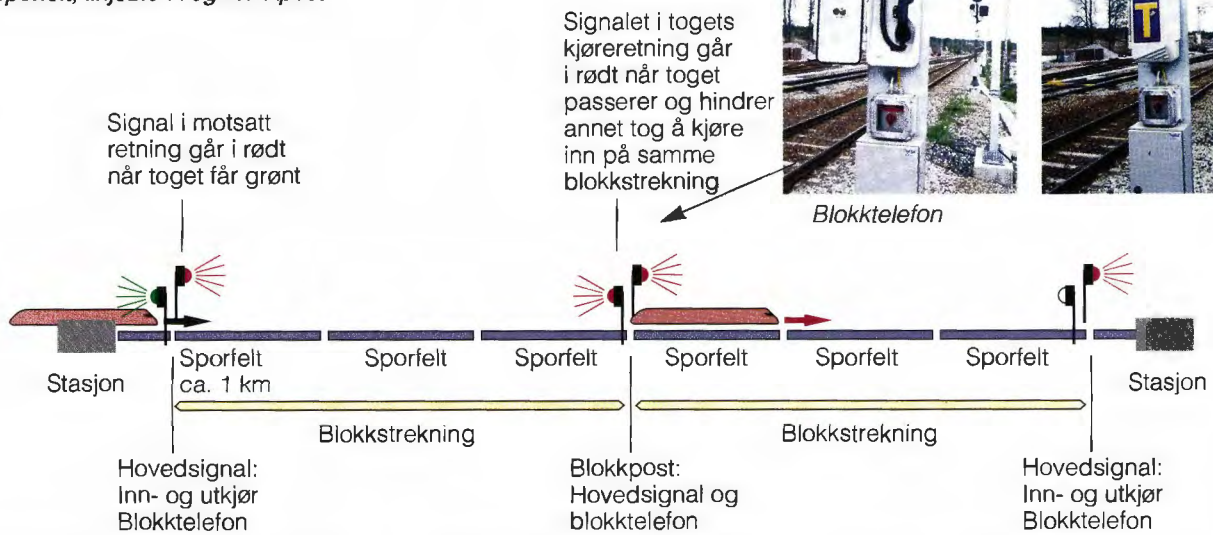
**Linjeblokk og blokkstrekninger.** Mellom stasjonene er sporfeltene satt sammen til en eller flere blokkstrekninger. Før en togenhet kjører ut på linjen fra en stasjon, blokkeres alle andre togbevegelser på denne linjen. Dette kalles linjeblokk og innebærer at hovedsignalet ved innkjøring til blokkstrekningen lyser rødt. Kjører for eksempel toget ut på en enkelsporet strekning, sperres automatisk utkjøringsignalene – rødt lys – for tog i motsatt retning fra neste stasjon.

Betingelsene for at en linjeblokk stilles, er:

- A: Linjeblokk må ikke være stilt fra nabostasjon, og tog i samme retning må ha kjørt hele strekningen
- B: Alle sporfelt må være fri
- C: Sporveksler på linjen må ligge riktig

**Blokkposter øker kapasitet.** Mellom stasjoner kan det være behov for at flere tog kan kjøre i samme retning samtidig. Mellom stasjonene etableres da en blokkpost med et hovedsignal. Blokkposten

### Sporfelt, linjeblokk og blokkpost



forkorter dermed avstanden mellom signalene og muliggjør også raskere togavvikling. Strekningene mellom to blokkposter kalles for en blokkstrekning. Jo kortere blokkstrekninger, dess større kan tog-tettheten være. Tiden et tog bruker på å kjøre over en blokkstrekning og blokkstrekningens lengde – avgjør hvilken kapasitet sporet får.

**Stasjonenes sikringsanlegg.** Mens linjestrekningene mellom stasjoner sikres med linjeblokk, styres stasjonsområdene av sikringsanlegg. Disse anleggene består av en rekke elementer. Noen av elementene er:

- De ulike typer signaler
- Sporfelter, sporsperrer og låseanordninger for sporveksler

- Små omformere til sikringsanleggenes strømforsyning
- Sporvekselopvarming
- Reléhus med elektrotekniske installasjoner

På stasjonene er det sporfelt mellom alle sporveksler. Korteste sporfelt på Oslo S er 1,5 meter.

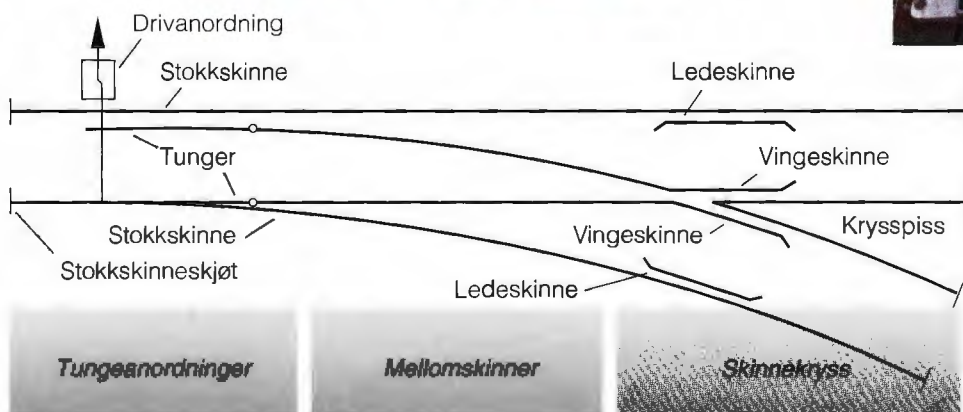
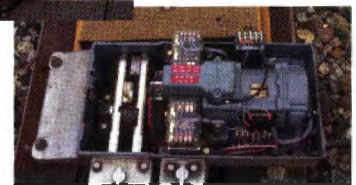
**Togekspediter – Txp.** På alle stasjoner som ikke er fjernstyrt, må det

### Enkel sporveksel

Oppvarming:  
Varmekabler



Drivmaskin



være en togekspeditør – Txp. Txp skal sørge for at sikkerhetsreglementet for togframføring på stasjonene følges. Etter hvert som flere og flere togstrekninger fjernstyres, reduseres antall Txp-personell.

**Sporveksel ved skifte av spor.**

En sporveksel er en mekanisk innretning som tjener til at rullende materiell kan kjøre fra et spor over i et annet. Bevegelige skinnetteringer sørger for at tog enten kan fortsette rett fram, eller bevege seg over til et nytt spor ved sporvekselen.

Når et tog skal passere, skal en sporveksel være låst. Det er utarbeidet et eget kontrollsystem for å sikre riktig låsing.

**Forsignal gir informasjon om påfølgende signal.** Blokkpost-, innkjør- og utkjørsignal er alle hovedsignaler. Hovedsignaler har gjerne et forsignal, som kan sitte på foregående hovedsignal eller være et separat signal. Forsignalet varsler om hva etterfølgende hovedsignal viser, slik at en eventuell stopp kan forberedes av lokfører.

**Blokktelefon.** Hvert hovedsignal har en blokktelefon, med et eget nummer. Når røret på blokk-

telefonen tas av, anropes togleder. Togleder registrerer hvilket blokktelefonnummer det ringes fra, og ringer tilbake. Togleder har dermed fått en kontroll på posisjonen det ringes fra. Blokktelefonsystemet innebærer at lokfører når han har stoppet toget for rødt lys, må gå ut av toget for å ringe.

Den nye **togradloen** som NSB har tatt i bruk (se side 30-31), supplerer blokktelefonen.

**Ulike typer signaler.** NSB har mange ulike signaltyper. Hovedsignal er det viktigste. Det finnes også signaler som regulerer lokale togbevegelser på stasjonene:

- Høyt skiftesignal – som angir når skifting av spor på stasjon er tillatt.
- Dvergsignal – har samme funksjon som skiftesignal, men brukes også ved samtidig innkjør av tog på stasjon.

**Vegsignaler.** NSB har plankrysninger både på og mellom stasjoner. Når toget passerer et bestemt punkt før planovergangen, aktiviseres vegsignalanlegget. Kryssende trafikk får rødt lys, og bommen senkes.

Plasseringen av deteksjonspunktet er dimensjonert etter de hurtigste togene.

Er det store fartsforskjeller på togene, kan det bli lenge å vente ved vegkrysningene når de langsomste togene skal passere. I Sverige benyttes derfor to sett deteksjonspunkter, ett som aktiviseres av de hurtigste togene og et annet av de langsomme togene.

**PLS-teknikk.** Dagens sikringsanlegg er for det meste basert på reléteknikk, dvs. et mekanisk system med brytere og forsterkere. PLS-teknikk (Progammerbare Logiske Systemer) og elektronikk og datateknikk vil og har gradvis erstattet signalssystemene basert på reléteknikk.

NSBs første helelektroniske sikringsanlegg ble satt i full drift på Alnabru godsterminal i 1993.

Hovedsignal



Høyt skiftesignal



Dvergsignal



Noen signaltyper

**Samtidig innkjør på stasjoner.** På enkeltsporede strekninger, særlig der de er tett trafikkert, vil raske og smidige kryssinger av tog ha betydning både for kapasitet, punktlighet og reisetid.

Sikkerhetsreglementet krever at et tog må ha kjørt inn på stasjonen før neste slipper til. For å få raskere kryssinger monteres nå et system som kalles samtidig innkjør på stadig flere stasjoner. To tog kan da kjøre samtidig inn på stasjonen, og slipper å vente på hverandre. Et slikt system kan gi 2 til 3 minutter besparelser i reisetid.

Et spor på dobbeltsporede strekninger vil med jevne mellomrom stenges grunnet vedlikehold. Det kan også sperres ved uhell. Mellom sporene legges det derfor inn forbindelsesspor om lag hver femte kilometer. På Gardermobanen vil samtidig innkjør bli bygget inn for å redusere driftsforstyrrelser som følge av enkeltspordrift. Hele signalsystemet bygges slik at begge spor skal kunne brukes for tog i begge retninger.

### **HVORDAN BYGGES ET NYTT SIGNALANLEGG ?**

Planlegging og utbygging av et godkjent signalanlegg skjer i en viss rekkefølge.

**1. Sporplan.** Et nytt signalanlegg tar utgangspunkt i en plan for hvordan sporene skal brukes – en sporplan. Det må gjøres en avklaring av hvilken kjørerute – i jernbanspråket kalt togvei – ulike tog skal følge fra et bestemmelsessted til et annet.

En togvei er en helt klart definert kjørøype for et tog fra et sted til et annet. En fastsatt togvei innebærer bruk av bestemte spor og sporveksler.

I og med at farten blant annet påvirker signalplasseringen, må det også avklares hvilken hastighet togene skal trafikkere med. Fordi farten er såpass mye høyere ved

Veisignalanlegg  
Mot veien



Mot sporet



Godkjenningsprosedyre for sikringsanlegg. Det stilles svært strenge krav til et sikringsanlegg for jernbane. Både de som bygger et slikt anlegg, og måten det bygges på, må være godkjent – prekvalifisert. Dette gjelder ikke minst når ny teknologi skal innføres, slik tilfellet i realiteten er når sikringsanlegg for høyhastighet skal bygges. En slik prekvalifisering er et omfattende arbeid.

høyhastighetstog, stilles andre krav for sikring av sporvekslene ved høyhastighetsbaner enn de krav som er stilt på dagens jernbanestrekninger.

**2. Rekkefølgen ting skal skje for at toget får gå.** Etter at sporplanen er fastlagt, lages en forriglingstabell. Forriglingstabellen er "kjernen" i hele NSB sikringsanlegg.

I denne forriglingstabellen legges alle aktuelle togveier gjennom et sporområde eller en strekning. Hver togvei har lagt inn et sett av avhengigheter og hendelser som må oppfylles – én for én – for at toget skal få klarsignal – grønt lys –

*Omfattende testing av ferdig sikringsanlegg.*

*Når bygging av et sikringsanlegg er gjort i henhold til godkjente forriglingstabeller og koplings skjemaer, gjennomføres en omfattende testprosedyre før togene kan trafikkere:*

- **Ledningskontroll.** Hver ledning testes ved at alle "uttakspunkter" ringes opp
- **Funksjonsprøver.** Anlegget prøves når det er ferdig montert. Signaler og sporfelte testes med et eget simuleringsutstyr
- **Driftsprøver.** Funksjonsprøvene gjentas, togtur simuleres, eventuelt med et lokomotiv. Alle utvendige objekter/ installasjoner er innkoblet. Stasjonen er komplett

fra et sted til et annet. På denne måten skal en hindre "fiendtlighet i togvei som er stilt".

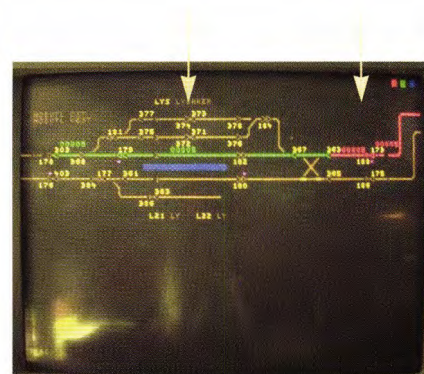
Å lage en forriglingstabell er et komplisert puslespill. Den beskriver hvilke krav som skal oppfylles til signalene, til sporvekslene, til sporsperrene og til sporfeltene for at grønt lys skal gis.

En oppstilt togvei må være sikret mot andre togbevegelser. Det er grunnen til at alle sporveksler som inngår i togveien er sperret for omlegging til en annen togvei enn den som er definert i forriglingstabellen.

**3. Koplings skjema for å iverksette forriglingstabellen.** Når forriglingstabellen er ferdig, "oversettes" denne til et koplings skjema. Dette skjemaet påviser hvordan et nett av ledninger og brytere skal koples sammen for at togveien skal fungere slik som forriglingstabellen beskriver.

**4. Ferdig anlegg testes.** Når koplings skjemaet er etablert i marken, gjennomføres en test av anlegget.

Grønt: Togvei klar for tog  
Rødt: Sporfelt med tog på





## FJERNSTYRING – CTC

### FJERNSTYRING – EFFEKTIVISERER OG GIR BEDRE INFORMASJON

Fjernstyring av tog – CTC (sentralisert trafikkontroll) – innebærer at stasjonenes sikringsanlegg underlegges en CTC sentral. Derfra blir signalanleggene styrt av en fjernstyringsoperatør/togleder.

Fjernstyrte stasjoner er betjent av togleder døgnet rundt. CTC gjør det mulig for togene å krysse på stasjoner uten at stasjonen er betjent med togekspeditør – Txp. CTC innebærer derfor en betydelig effektivisering for NSB. Operatøren kan stille signaler for inn- og utkjøring av tog på stasjonene, og programmere kryssninger av tog på stasjon. Normalt sett griper operatøren bare inn når det er feil, i og med at fjernstyringen normalt går automatisk, uten togleders inngripen.

CTC-systemet i seg selv er ikke en del av sikringssystemet, men et

hjulemiddel for å effektivisere togdriften – “togleders forlengede arm”.

**PLS – CTC.** CTC var normalt basert på bruk av reléteknikk. Den norskutviklede PLS-CTC er basert på datateknikk. Det baserer seg på standardiserte produkter. Installasjon og programmering er enklere, og dermed også billigere.

På OL-strekningen Eidsvoll-Hamar er nå det gamle Relé-CTC byttet ut med moderne PLS-CTC. Oslo S og nærtrafikkområdene Oslo-Lillestrøm, Oslo-Ski og Oslo-Asker har ECTC, et datamaskinstyrt, svenskprodusert system. Dette systemet ble første gang satt i drift i 1979.

**8 toglederenheter.** I dag er det togledere i Oslo, Drammen, Hamar, Narvik, Trondheim, Bergen, Stavanger og Kristiansand. Ordregangen fra togleder er:

- Togleder effektuerer ordre til sikringsanlegg
- Sikringsanlegg utfører ordre
- Sikringsanlegg sender tilbake-

melding i form av indikeringer, som i praksis betyr : “Utført”

**Databaserte systemer gir muligheter.** Det er kabler fra fjernstyringsentralens dataanlegg til sikringsanlegget via modem.

**Tognummersystem.** Hvert tog har et nummer. Med CTC-systemet kan forflytning av alle tog vises på dataskjerm, og identifiseres ved tognummeret.

**Automatisk togveilegging.** Tognummer og kjøreplan danner bakgrunn for å regne ut når og hvordan togveien skal legges. Mulighetene for å legge denne togveien undersøkes via egne forprøvningsprogram i styringssystemet.

Det er mulig å styre **toganviser-anlegg** – “plattformsilter” – ved hjelp av den informasjonen om tognummer og kjøreplan som CTC-systemet gir. Foreløpig (1993) gjøres dette i liten utstrekning.

Toget flytter seg



Togledelse  
Togleder legger tog-  
vei og overvåker  
togenes bevegelse

## AUTOMATISK TOG- OVERVÅKNING - ATS OG ATC

### AUTOMATISK TOGOVERVÅKNING ØKER SIKKERHETEN

Automatisk togovervåking er en fellesbetegnelse for automatisk togstopp – ATS – og automatisk togkontroll – ATC.

**ATS – hovedsystem i dag.** Fra 1979 har NSB bygget ut et system med automatisk togstopp – ATS – på nesten alle elektrifiserte banestrekninger i Norge. I de nærmeste årene vil NSB bygge ATS på de øvrige banestrekningene, dvs. også de dieseldrevne banene.

Automatisk togstopp er et system som griper aktivt inn i farlige situasjoner som kan oppstå. Toget bremses automatisk ned dersom toget forsøker å passere et hovedsignal som viser stopp, ved for høy hastighet eller hvis lokfører bremses for sent. På denne måten opprettholdes sikkerheten ved menneskelig svikt hos lokfører.

**Sender – mottaker.** ATS-systemet består av to hoveddeler: Mottaker-delen i lokomotivet består av en antenne, datamaskin og førerpanel. Sender-delen består av baliser festet til svillene i jernbanespooret og en koder festet til signalanlegget ved jernbanespooret.

**Balisene** har en reflektor. Når toget nærmer seg, blir balisenes reflektor aktivisert av kontinuerlig utsendte radiobølger fra lokomotivets antenne.

**Koderen** har forbindelse med balisen. Koderen avføler – og gir beskjed til lokomotivet via balisen – når signalet lyser rødt. Informasjon balisene gir, avleses også på panelet i lokomotivet. Det gis beskjed om hastigheten til neste signal og om hvilket signal som kan forventes der.

**Datamaskinen** i lokomotivet behandler data fra balisene sammen med andre data fra lokomotivet selv, gir beskjed om toget skal bremse og sørger for at det skjer.

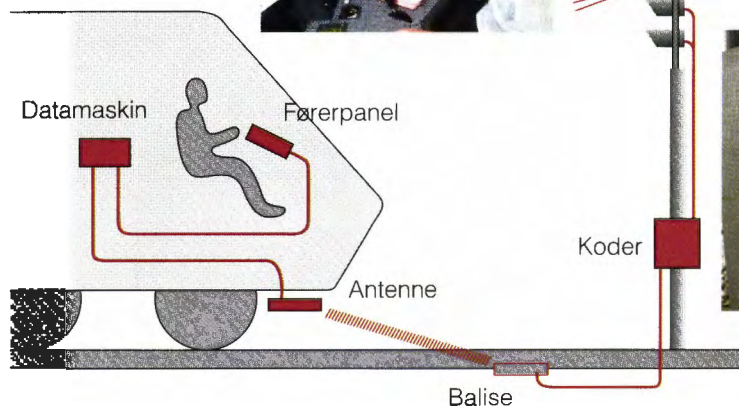
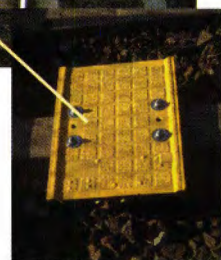
ATS-systemet krever at det på en vanlig tospors stasjon gjerne må legges ned 24 baliser og bygges om 8 signaler.

**ATC – flere baliser, nødvendig ved høyhastighet.** Ved automatisk togkontroll – ATC – overvåkes flere punkter på sporet. Da kan det også kontolles at hastigheten er som forutsatt. Et slikt system er helt nødvendig når hastigheten er høy (mer enn 130 km/t), slik som tilfellet vil bli på Gardermobanen, og ønskelig der trafikken er stor.

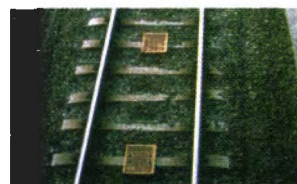
Når det monteres ATC, installeres det flere baliser i sporet. Dette gjør at det blir en mer kontinuerlig overvåking av togets gang, noe som blant annet muliggjør høyere fart på strekninger med stor trafikk. Den nye generasjon ATS/ATC som installeres ved bygging av nye høyhastighets-baner i Norge, er utarbeidet i samarbeid med svenskene, og kan fungere ved hastigheter helt opp til 300 km/t.



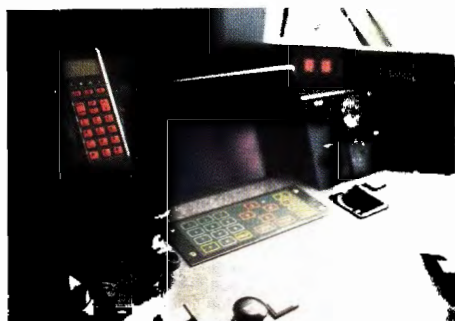
Baliser festet til svillene i sporet



**ATS/ATC:** ATS-systemet stopper toget dersom lokfører skulle kjøre mot rødt lys. Når ATC er installert, overvåkes også at toget ikke overskrider maksimalt tillatt hastighet



# TELEANLEGG



## MULIGGJØR STYRING OG KONTROLL AV TEKNISKE ANLEGG OG EN EFFEKTIV DRIFT

Jernbanens teleanlegg består av et moderne tele- og datasamband. Jernbanens teleanlegg skal:

- Sikre nødvendig samband for togframføringen
- Gi nødvendig samband for styring og kontroll av alle tekniske anlegg knyttet til togframføringen
- Effektivisere driften av NSB gjennom best mulig utnyttelse av moderne datakommunikasjon
- Utnytte moderne informasjonsteknologi til å tilfredsstille kundenes krav

Teleanlegg bindes sammen ved hjelp av:

- Sentraler for tale- og datakommunikasjon
- Spredenett – fra en sentral til lokale brukere
- Kabler
- Transmisjonssystemer
- Radiosystemer

Eksempler på systemer som hører inn under teleanlegg er:

- Blokktelefon
- Fjernstyrte høytalere
- Kabel- eller radiostyrte uranlegg
- Toganviseranlegg

Blokktelefonsystemet (se side 22) og den nye togradioen er også en del av NSBs teleanlegg.

Hele NSB er aktive brukere av NSBs teleanlegg.

**Svakstrøm.** Mens lokomotivenes strømforsyning er basert på sterkstrøm, er tele- og signalanlegg og styring av sterkstrømsanleggene – eksempelvis omformerstasjonene, basert på bruk av svakstrøm.

**Rimelig.** I forhold til andre elektrotekniske anlegg i NSB, står investeringer i teleanleggene for en relativt liten – men helt nødvendig – andel av utbyggingskostnadene i kjørevegen.

### KNYTTET SAMMEN I NETT

**I prinsippet én sentral.** NSB har et eget tele- og datakommunikasjonsnett som er knyttet sammen via

moderne telefonsentraler. I prinsippet er alle NSBs virksomheter knyttet sammen i en telefonsentral i et tilnærmet ferdig utbygget digitalisert tele- og datasamband.

Fordelen ved et digitalisert telenett er at det er godt egnet for datakommunikasjon, og gir god kvalitet i talesamband.

Alle NSBs virksomheter kan nås både via NSBs eget telefonnett og via det vanlige telefonnettet.

Alle NSBs ulike kontorer og virksomheter i Oslo er knyttet sammen i en sentral, som igjen er knyttet sammen med sentraler i regionen, for eksempel i Lillehammer, Moss, Gjøvik og til sentraler i resten av Norge.

**Kabelnett.** NSBs teleanlegg er knyttet sammen ved hjelp av kabler i bakken. Disse kablene går langs jernbanesporene og knytter blant annet ulike sentraler sammen.

**Spredenett.** Fra en sentral er de ulike lokale brukere knyttet sammen i et spredenett. En linje til en telefon i et kontor er en del av spredenettet.

**7.000 brukere** er tilknyttet NSBs telenett med en egen intern telefonkatalog. I 1996 vil det digitaliserte nettet være ferdig utbygget.

**Ny teknologi.** Moderne tele- og datasamband innebærer ny teknologi i forhold til gamle systemer. Fordi nye og gamle systemer ofte må fungere sammen i mange år, er det som regel et viktig krav til nye

### Hva er svakstrøm?

Svakstrøm er all strøm som må ha lave spenninger for å kunne fungere. Strømstyrken kan likevel være stor.

Eksempler på virksomheter i jernbanen som benytter svakstrøm:

- Tele- og datakommunikasjon
- Toganviseranlegg
- Radiosystemene
- Fjernstyrte høytalere
- Calling-anlegg
- TV-overvåking/toglederanlegg, fjernstyring av brytere på kontaktledningsanlegget
- Fjernstyring av omformerstasjoner

systemer at de kan fungere sammen med NSBs eldre og mer umoderne systemer. Når nye kabler legges i dag, beholdes ofte de gamle kablene.

### FIBERKABEL – BEDRET YTTELSE

NSB ønsker så raskt som mulig å kunne bruke fiberkabel overalt i stamnettet. Fiberkabler er optiske kabler, – informasjonen formidles ved hjelp av lyssignaler i stedet for elektrisk strøm. Fiberkabler legges ofte i samarbeid med Televerket. Da blir man enige om fordeling om utgifter og eventuelt hvor stor del av kablens kapasitet NSB og Televerket skal ha. Spesielle fortrinn for de moderne fiberkablene er:

- **Meget stor kapasitet.** En fiberkabel kan for eksempel formidle 8.000 telefonsamtaler samtidig.
- **Skjernet for forstyrrelser.** En fiberkabel kan henges på en strømledning, mens gamle kabler må ha god avstand fra høyspentledninger og skjermes

*Tele- og datasamband: Et separat system – et eget samfunn – for jernbanen.*

*For å kunne få en sikker togframføring, hadde jernbanen tidlig behov for å kunne kommunisere over lengre avstander. Dette gjorde at jernbanen var først ute med å utvikle og bygge ut teleanlegg i Norge. Jernbanen bygde opp sitt eget teleanlegg ut fra sine behov. Jernbanen ga i mange år publikum mulighet til å sende telegrammer på sitt nett.*

*Telenettet i NSB fungerer som et internett, med egen telefonkatalog og femsifrete telefonnummer. Samtidig er nettet integrert i Televerkets riksomfattende telenett, med nummer på åtte siffer.*

*I og med at NSB har egne kabler for sitt teleanlegg, er viktige deler av jernbanens dataoverføringer skjernet for eksterne brukere, noe som er viktig for datasikkerheten.*

for forstyrrelser. Fiberkabler kan kobles til konvensjonelle og gamle kabler med tilpassningsutstyr. Spesielt asynkrone lokomotiver (se side 9) kan forårsake forstyrrelser på tele- og datasystemer som ikke er basert på fiberkabler.

**Digitale transmisjonssystemer** har gjort det lettere å overføre informasjon mellom sentraler via kabler. Disse systemene blir etter hvert standardiserte. PCM-systemer "hakker opp" stemmen til datakommunikasjon, overfører signalene, som så transformeres til normal tale igjen.

Fordi svakstrøm mister spenningen raskere enn sterkstrøm, må signalene med få kilometers mellomrom forsterkes i kablene ved hjelp av en regenerator (forsterker).



**Kabler i kanal langs sporet**  
En hovedkabel kan ha opptil 500 kabelpar. Hvert kabelpar kan ha en funksjon

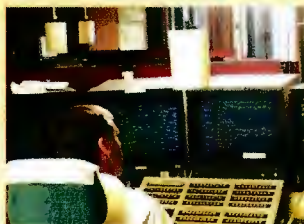
– som for eksempel:



**Fjernstyring av klokker og høyttalere**



**Anviserskilt**



**Togledelse**



## KABLER – EN LIVSNERVE

### NSBs kabelsystem – omfattende.

Det er etablert et omfattende system med kabler langs jernbanelinjet. Kablene knytter sammen jernbanelinjet og NSBs ulike virksomheter slik at NSBs Tele- og styringsfunksjoner kan virke som forutsatt.

En hovedkabel kan inneholde alle de funksjonene NSB har behov for. Lokalt har likevel signalanleggssystemene ofte egne kabler.

**Kabler i kabelkanaler.** Langs alle de mest trafikkerte strekninger, legger NSB etter hvert kabler i egne kabelkanaler. Dette er en kasse av betong eller plast, med lokk som kan løftes opp når feil skal rettes eller nye kabler skal legges. Når det ikke er egne kabelkanaler, legges kablene direkte ned i bakken.

**Hovedkabel inneholder mange kabelpar.** Et kabelpar består av to tråder. En hovedkabel kan ha opp til 500 kabelpar, dvs. 1.000 tråder.

En kabel kan ha en viss mengde funksjoner fra en stasjon til en annen, og derfra kan noen funksjoner være skiftet ut. Egne kabelplaner viser hvilke funksjoner som kablene har på de ulike deler av NSBs nett.

Et kabelpar kan for eksempel være reservert en urkurs slik at alle NSBs stasjonsur kan synkroniseres fra ett sentralt sted.

Et annet kabelpar kan eksempelvis fjernstyre en bestemt omformerstasjon.

## NSB – STOR DATABRUKER

**Standardiserte systemer.** NSBs data- og kommunikasjonssystem bygger på internasjonale standarder. Den standard NSB bruker mest, har betegnelsen X25. Systemet er fleksibelt og knyttes etter hvert også til utenforstående, deriblant utenlandske jernbaneadministrasjoner. Dette gir mange muligheter til effektiviserings- og tilbudsbedringer.

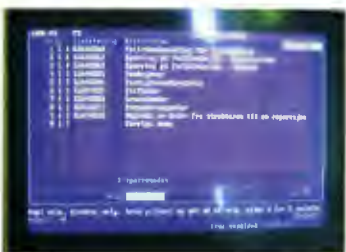
**Dataoverføringer.** Teleanlegget gjør at også en stor del av NSBs datamaskiner i prinsippet kan fungere sammen i et nett. En NSB-ansatt i Trondheim kan eksempelvis sende en EDB-laget ruteplan via

Eksempel på store tele- og databrukere i NSB er:

- **BRIS-PLASS.** Billett- og plassbestillingssystemet. Her er det inngått et samarbeid med DSB i Danmark. Når en plassbillett er bestilt i Trondheim, registreres det i systemet, plassen er reservert og billetten skrives ut.



- **GTI.** Godstransportinformasjon. Datasystemet har til en hver tid oversikt over hvor de ulike godsvognene befinner seg. Det skal gjøres forsøk med elektroniske brikker, med bruk av et lignende system som blir benyttet for biltrafikken i Oslos bomringsystem. Hver godsvogn får en brikke, som registreres når de passerer faste installasjoner langs sporet.

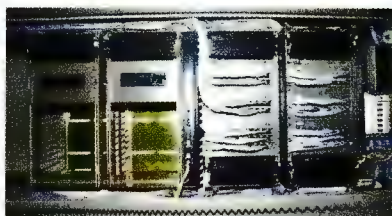


- **IRMA.** System for verkstedsoppfølging. Effektiviserer verkstedstjenesten.
- **Ruteplanlegging.** Denne gjøres ennå i stor utstrekning manuelt, men vil etterhvert i stadig større utstrekning gjøres ved bruk av data.

nett til en datamaskin hos en NSB-ansatt i Oslo.

I utgangspunktet kan NSBs teleanlegg overføre all den informasjon som dataanleggene gir mulighet for.

**Mange brukere.** NSB er en stor



Pakkesvitsj

databruker. Hoveddelen av den tekniske prosjekteringen gjøres på datamaskiner. NSBs dataanlegg benyttes som helt sentralt hjelpemiddel for økonomiske og administrative systemer – for eksempel lønnsutbetalinger. Elektronisk informasjonsutveksling bidrar også til forbedret kundeservice.

**Pakkesvitsjer** sorterer elektronisk informasjon. En kan si at det er en form for telefonsentral for

datakommunikasjon. Pakkesvitsjen sørger for at en melding sendes fra avsender til riktig mottaker. En pakkesvitsj har svært stor kapasitet for overføring av informasjon. Telefonsentraler og pakkesvitsjer bygges gjerne sammen.

## KOMMUNIKASJON VIA ULIKE TYPER RADIOSYSTEMER

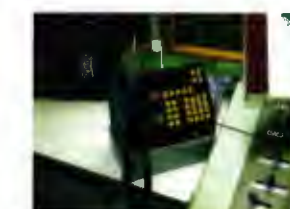
NSB bruker følgende radiosystemer:

- Togradio
- Vedlikeholdsradio
- Terminalradio

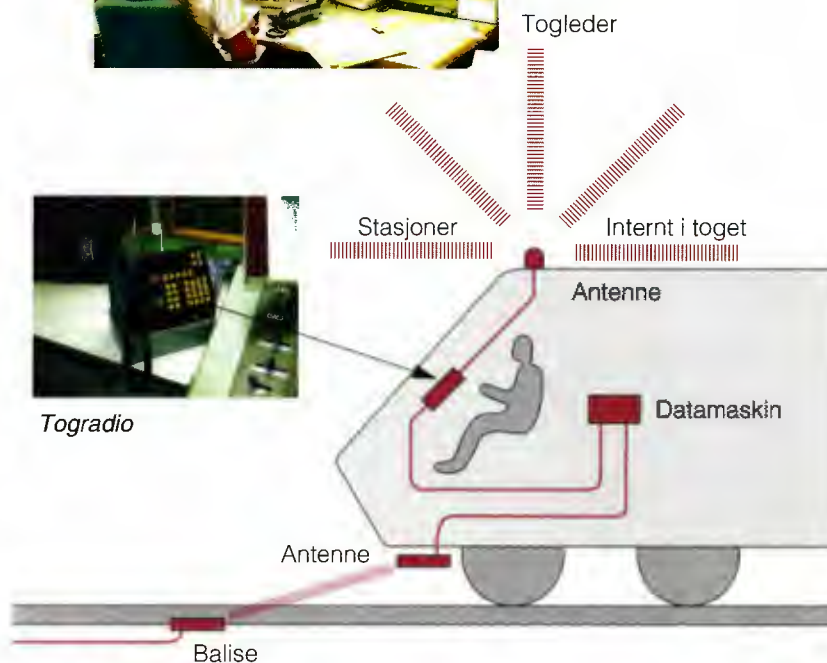
I tunneler benyttes **tunnelradio**. Dette er ikke – som navnet kan tyde på – egne radioer, men spesielle antennekabler som gjør at signaler til togradio, mobiltelefon og vedlikeholdsradio også når fram i tun-



Togradiosystemet



Togradio



Antenne for togradio



Vedlikeholdsradio for samband ved arbeid på sporet



nel. I tog benyttes også mobiltelefoner.

**Togradio: Nytt system – supplerer blokktelefon.** Fra 1993 har NSB tatt i bruk et nytt togradiosystem.

På samme måte som det automatiske togovervåkningssystemet ATS/ATC, baserer togradiosystemet seg på baliser i skinnegangen ved signalanleggene og antenner som mottar signaler fra balisene. Balisene benyttes til posisjonsbestemmelser av tog. Når lokomotivet passerer balisene, gis signaler til lokomotivets datamaskin. Togra-

dioen har forbindelse med lokomotivens datamaskin.

Togradioen sender ut signaler som fanges opp av telenettet. Togradioene kan dermed fungere som en telefon. Siden hensikten med togradioen primært er å fungere som kontakt mellom togleder og togfører – og dermed være en del av sikringsystemet, er det lagt restriksjoner på bruken.

Systemet med baliser gjør at togleder får togets posisjon og tognummer når han har kontakt med togradioen, og togradioen gir dermed den samme informasjon som systemet med blokktelefoner gir.

På Gardermobanen vil togradio erstatte blokktelefon.

**Terminalradio – på godsterminalene.** Terminalradio er et lokalt walkie-talkie system som brukes

internt i en godsterminal, for eksempel mellom en truck og en som jobber inne i sentralen.

**Vedlikeholdsradio – til feltarbeiderne.** Bane- og elektropersonale som jobber i felten, trenger samband. Til dette brukes vedlikeholdsradio, som fungerer både som walkie-talkie og som et mobilt telefonsamband.

#### FJERNSTYRTE HØYTTALERE

NSBs teleanlegg gir mange muligheter for å gi informasjon til publikum. Et eksempel er fjernstyrte høyttalere, som er montert på de fleste av NSBs stasjoner. Togleder kan gi beskjeder til passasjerer på de stasjoner som han ønsker å gi meldinger til – én, noen eller alle – via fjernstyrte høyttalere.

## ORDFORKLARING



**Apparatskap – AS:** Skap som står ved signalanlegg og som inneholder diverse utstyr, eksempelvis kabelavslutninger.

**Asynkronmotor:** En relativt enkelt oppbygd, lett og robust lokomotivmotor der spenning og frekvens til motoren reguleres ved hjelp av mikroprosessor.

**ATC – Automatisk togkontroll:** System som gjør at togene ikke overskrider den maksimalt tillatte hastighet.

**ATS – Automatisk togstopp:** System som gjør at togene stopper automatisk ved eventuell passering av rødt lys.



**Baliser:** Anordning med reflektorer som festes på skinner ved signalanlegg, og som benyttes til å angi togenes posisjon og signalbeskjed til lokomotivet.

**Blokkpost:** Skillet mellom to blokkstrekninger.

**Blokkstrekning:** En sporstrekning der det til enhver tid bare kan bevege seg ett tog av gangen.



**Blokktelefon:** Telefon på stasjoner og blokkposter for direkte kontakt med togleder.

**Bæreline:** En line av elektrolyttkopper som “bærer” Hengetråd og Kontaktråd.

**CTC:** Sentralisert trafikkontroll. System som muliggjør fjernstyring av tog for en togleder fra en CTC-sentral. ECTC = Elektronisk CTC. RCTC = Relé-CTC. PLS-CTC = Logisk programmert CTC

**Dieselektrisk drift:** Dieselmotor hvor en generator omformer dieselenergien til elektrisk energi.

**Dieselhydraulisk drift:** Trekkraftmateriell med hydraulisk kraftoverføring for framdrift av toget.



**Dvergsignal:** Signal som regulerer lokale togbeveelser på stasjoner.

**Elektrotekniske anlegg:** Et samlebegrep som omfatter anlegg for strømforsyning, signalanlegg og teleanlegg.

**Forriglingstabell:** Tabell hvor som viser hvilke krav som må oppfylles for at et tog skal få grønt lys på sin togvei fra et bestemmelsessted til et annet.

**Grensestasjon (signalteknisk):** Det stedet en fjernstyrt strekning (CTC) møter andre driftsformer.

**Hengetråd:** En elektrolyttkoppertråd, festet i Bærelinen, som bærer Kontaktråden.



**Hovedsignal:** Det viktigste signalet. Står ved blokkpost og angir om det er klart for kjøring inn på neste blokkstrekning.



**Høyt skiftesignal:** Egen signaltype som regulerer lokale togbeveelser på stasjoner.



## ORDFORKLARING



**Impedanser:** En innretning/motstand som bare slipper returstrøm forbi isolerte skinnerkjøter.

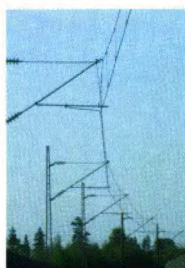


**Kabelkanal:** Kasse i betong eller plast hvor kabler for elektrotekniske anlegg legges.

**Kabelpar:** To tråder i en kabel som overfører én type informasjon, danner tilsammen et kabelpar.

**Koder:** Anordning festet på signaler, som avføler og gir beskjed om rødt lys til lokomotivet via balisen.

**Kondensatorbatteri:** Et batteri som reduserer overføringstap for elektrisk energi.



**Kontaktledningsanlegg:** Komponentene strømforsyning for elektrisk banedrift består av, dvs ledninger, master, brytere mm.

**Kontakttråd:** Strømledningen, massiv tråd av elektrolyttkopper, som togets strømvaktaker får strømmen fra.

**Koplingsskjema:** Skjema som viser hvordan ledninger og brytere skal legges og kobles etter godkjent forriglingstabell.

**Krenging:** Teknologi som gjør at vogner krenger mer enn overhøyden tilsier i svingene, og som dermed øker komforten til passasjerer. Krengetog kan ha større fart i kurvene enn tog som ikke krenger.

**Kullsløpestykke:** Den del av strømvaktakeren som er i berøring med den strømførende kontakttråden. Kullbelagt overflate.

**Likestrøm:** Strømovertføring med konstant spenning over et gitt tverrsnitt.

**Linjeblokk:** System som hindrer mer enn ett tog i å kjøre inn på en definert togstrekning.



**Lokomotivfører:** Personen som kjører toget.

**Matestasjon:** Fellesbetegnelse på omformertransformator og kraftstasjoner som leverer – eller mater – elektrisk energi til NSBs kontaktledningsanlegg.



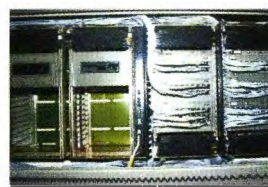
**Motorvognsett:** Tog som består av motorvogn og styrevogn, eventuelt med mellomvogner.



**Omformerstasjon:** Innretning som transformerer elektrisk energi til riktig spenning og gir vekselstrømmen riktig frekvens (perioder/Hz).

**Overbygging.** Skinner, sporveksler, sviller og ballast. Hviler på underbyggingen.

**Overgangskurve:** Kurve som binder sammen rettsstrekning og sirkelkurve. Formålet med en overgangskurve er både å bygge opp overhøyde og gi en "myk" overgang mellom rettsstrekning og sirkelkurve.



**Pakkesvitsj:** Sorterer av elektronisk informasjon.

**Pantograf:** Se Strømvaktaker.

**PCM-systemer:** System som transformerer tale til dataspåk og tilbake til tale.

## ORDFORKLARING

**Perioder/Hz:** Hvor ofte strømmens spenning skifter mellom + og – pr sekund.

**PLS-teknikk:** (PLS – Programmerbare logiske systemer): Teknikk som benyttes i signalanleggene og dagens sikringsanlegg, basert på elektronikk og datateknikk.

**Regenerativ brems:** System som gjør at bremseenergien kan tilbakeføres til strømnettet.

**Regenerator:** Forsterker signaler i kabler.

**Relé:** Elektromagnetisk forsterker

**Returstrøm:** Strømmen som går tilbake fra lokomotiv/trekraftenhet til omformerstasjon.

**Samtidig innkjør:** Signalsystem som gjør det mulig for to tog i motsatt retning å kjøre inn på stasjon samtidig.



**Skiftelokomotiv:** Lokomotiver som brukes til å sette sammen og dele godstog.



**Skinneisolasjon:** Isolasjon mellom skinnekjøter som hindrer strøm å komme gjennom.



**Skinnetraktor:** Lite skiftelokomotiv.

**Sporfelt:** Alle jernbanens strekninger og spor er delt inn i sporfelt. Når et tog passerer fra et sporfelt til et annet, registreres dette i sikringsanlegget.

**Sporplan:** En plantegning som viser alle jernbanespor og sporveksler korrekt tegnet inn.

**Sporveksel:** En mekanisk innretning som gjør at rullende materiell kan kjøre fra et spor over i et annet.



**Sporvekseldrivmaskin:** Motor som sørger for at sporveksel kan stilles om.

**Spredenett:** Kabelnett fra sentral til lokal bruker.



**Strømvaktar:** Innretning på elektrisk materiell som fører strømmen fra kontaktråden til trekraftenhet.



**Sugetransformator:** Innretning som “suger” returstrømmen fra jord, og “presser” den inn i skinnene eller returledning.

**Svakstrøm:** Strøm med lave spenninger.

**Teleanlegg:** Jernbanens tele-og datasystem.

**Terminalradio:** Lokalt walkie-talkie system som brukes internt i en godsterminal.

**Togekspeditør – Txp:** Person på stasjon som har ansvar for å ivareta nødvendig sikkerhet i togframføring på- og til/gjennom stasjonen. Har to cm bredt rødt bånd rundt uniformslua.

**Togfører:** Ansvarlig for toget på CTC-strekninger og mellom betjente stasjoner. Har i persontog to centimeter blått bånd rundt uniformslua.

## ORDFORKLARING



**Togleder:** Fjernstyringsoperatør som overvåker og har ansvar for togdriften fra et kontrollrom.

**Togradio:** Radiotelefonssystem som gir lokfører kontakt med togleder.

**Togvei:** Definiert kjøreløype et bestemt tog skal kjøre gjennom spor og sporveksler.

**Transformator:** Innretning som endrer strømmens spenning fra et nivå til et annet.

**Transmisjonssystem:** System som overfører data og telefonsamtaler fra et sted til et annet via kabler.

**Tunnelradio:** Spesielle antennekabler som gjør at signaler til togradio, mobiltelefon og vedlikeholdsradio også når fram i tunnel.

**Tyristor:** Innretning som – ved hjelp av elektronisk utstyr – regulerer strømspenningen til lokomotivens motor slik at den til en hver tid er på gunstigste nivå.

**Underbygning:** Masse bestående av pukk og steinmateriale som skal sikre at skinner, sporveksler, sviler og ballast ligger stabilt og ikke beveger seg.

**Universallokomotiv:** Fellesbetegnelse på lokomotiv som er godt egnet til både å trekke både persontog og godstog.



**Vedlikeholdsradio:** Kombinert walkie-talkie og mobil telefonsamband som benyttes av bane- og elektromannskap som jobber i felten.

**Vekselstrøm:** Strømovertføring hvor strømmen skifter mellom positive (+) og negative (-) spenninger hele tiden.

**X25:** Internasjonal standard for data-kommunikasjonssystem.



**Åk:** Oppheng for kontaktledninger som spenner over flere spor.

**NSB Gardermobanen A/S**  
**Postboks 1162 Sentrum**  
**0107 OSLO**  
**Telefon: 22 36 62 45**

**NSB Banedivisjonen**  
**Postboks 1162 Sentrum**  
**0107 OSLO**  
**Telefon: 22 36 80 00**