



DSB
Baneanlæg

DSB Baneanlæg

Udgivet af:

DSB, Banetjenesten

Redaktion:

Banetjenesten

Bygningstjenesten

Elektrotjenesten og

Projektjenesten

Illustrationer:

Baneteknisk registerkontor

Erling Nederland

Fotos:

DSB fotoarkiv

DSB medarbejdere samt

Hans Otto

Jens Frederiksen

Thomas og Poul Pedersen

Steen Wijk

Omslag og grafisk tilrettelæggelse:

Norm og design, Bygningstjenesten

Tryk, repro og sats:

Roussell, Grafisk produktion

Sat med:

Helvetica

Oplag:

5000 eksemplarer

© DSB 1989

ISBN 87-983283-2-8

DSB

Baneanlæg

Teknisk afdeling 1989

Indhold

Indledning	1
	Banens anlæg	
	Faste anlæg	
	Registrering	
1. Banens underbygning	1.1. Underbygningen	2
	1.2. Linjeføring	2
	1.3. Længdeprofil	3
	1.4. Tværprofil	3
	1.5. Dæmninger	3
2. Banens overbygning	2.1. Overbygningen	4
	2.2. Ballast	4
	2.3. Sveller	5
	2.4. Skinner	
	Materiale	5
	Profiler	6
	Længder	6
	2.5. Befæstelsesdele	7
3. Sporkonstruktioner	3.1. Sportyper	12
	3.2. Sporskiftet	13
	3.3. Sporskiftets dele	
	Tungeparti	15
	Mellemparti	16
	Krydsningsparti	16
	3.4. Sporkrydsningen	17
	3.5. Særlige sporkonstruktioner	17
4. Vedligeholdelse	4.1. Eftersyn	19
	4.2. Vedligehold	21
	4.3. Sporarbejder	
	Sporværktøj	22
	Hjælpedidler	25
	Sikkerhed	26
5. Sikkerhedsafstande	5.1. UIC's referencelinje	27
	5.2. Fritrumsprofiler	27
	5.3. Profiltyper	28
	5.4. Sporafstande	28
6. Udstyr på fri bane	6.1. Fri bane	29
	6.2. Kilometerinddeling	29
	6.3. Banehegn	30
	6.4. Broanlæg	30
	6.5. Overkørsler	
	Skinner i vejbane	30
	Usikrede overkørsler	31
	Sikrede overkørsler	32
	6.6. Sneværn	33
	6.7. Støjskærme	34
7. Udstyr på station	7.1. Stationen	35
	7.2. Perronanlæg	
	Typer	35
	Placering	37
	Opbygning	37

	7.3.	Informationsanlæg	39
	7.4.	Godsanlæg	40
	7.5.	Serviceanlæg	
		Vaskeanlæg	42
		Eftersynsgruber	43
		Strømforsyning langs spor	43
		Trykluft-, olie- og sandanlæg	44
	7.6.	Pladsbelysning	44
	7.7.	Drejeskiver og skydebroer	45
	7.8.	Sporstoppere	46
8. Tele- og sikringsanlæg	8.1.	Radioanlæg	
		Åbne og lukkede systemer	49
		Lastbils- og godsterminalradio	49
		S-togsradio	50
		Fjernbaneradio	50
	8.2.	Kabler	51
	8.3.	Signaler	
		Signaltyper	53
		Dværgsignaler	53
		Sporskiftesignaler	54
		Hovedsignaler	55
		Fremskudte signaler	59
		Signaler for overkørsler	59
	8.4.	Sikringsanlæg	
		Sporisolationen	60
		Mekaniske og elektromekaniske anlæg	61
		Relæ- og relægruppeanlæg	62
		Elektroniske anlæg	63
	8.5.	Blokanlæg	
		Linjeblokanlæg	64
		Vekselblokanlæg	65
	8.6.	Overvågningsanlæg	67
	8.7.	Fjernstyringsanlæg	68
9. Elektrificerede strækninger		S-banen:	
	9.1.	Køreledninger	71
	9.2.	Køreledningsmaster	72
	9.3.	Ophængningsprincipper	
		Køreledningsophæng	74
		Ledningsfelt	74
		Vekselfelt	76
		Adskillelsesfelt	76
		Varianter af ophæng	78
	9.4.	Strømforsyning	79
	9.5.	Vedligeholdelse	80
		Fjernbanerne:	
	9.6.	Kravspecifikationer	81
	9.7.	Ophængningsprincipper	81
	9.8.	Bærende konstruktioner	82
	9.9.	Køreledningsophæng	83
	9.10.	Strømforsyning	84
	9.11.	Vedligeholdelse	86
10. Færgehavne	10.1.	Færgeoverfarter	87
	10.2.	HavnelejerSakslejer	89
		Hjørnelejer	90
		Bundsikring	91
		Lejekonstruktion	92

10.3.	Klapanlæg	
	Konstruktionsudformning	93
	Jernbaneklapper	95
	Bilklapper	96
	Passagerlandgange	97
10.4.	KlapmaskineriMaskineri	98
	Betjeningsanlæg	99
	Styringsanlæg	100
	Vedligeholdelse	100
10.5.	Serviceanlæg	
	Provieringsanlæg	100
	Vandforsyningsanlæg	101
	Olieforsyningsanlæg	102
11. Arkitektur og design		
11.1.	Bygningsprincipper	103
11.2.	Projektering	107
11.3.	Normsamlinger	108
11.4.	Skiltning og udsmykning	110
	Billedoversigt	111

Indledning

Banens anlæg

Når talen er om jernbaner, skelner man gerne mellem jernbanens faste anlæg og dens rullende materiel. De faste anlæg er emnet for denne bog.

Bogen om DSB's baneanlæg har sat sig som opgave at beskrive såvel de faste anlæg som de hovedelementer, sådanne anlæg er opbygget af. Hvad et begreb som faste anlæg i realiteten omfatter, kan man bedst få et indtryk af ved at kaste et blik på indholdsfortegnelsen til denne bog.

I beskrivelsen af de faste anlæg har redaktionsgruppen, der er sammensat af en række medarbejdere i teknisk afdeling, forsøgt at undgå alt for tekniske beskrivelser af materialer og arbejdsgange. Sådanne findes allerede i form af reglementer, ordresamlinger og instrukser i eksempelvis banetjenesten, bygningstjenesten, elektrotjenesten og projektstjenesten.

Det, redaktionsgruppen har tilstræbt, er at give en bredt anlagt præsentation, som både opfylder kravet om faglig soliditet og kravet om læselighed. Som vi opfatter værket, er der tale om en bog, der med fordel kan anvendes som lærebog på DSB skolen og som håndbog eller opslagsværk af medarbejderne i teknisk afdeling. Herudover er det et håb, at værket vil kunne læses med interesse af en bredere offentlighed end den, der normalt interesserer sig for jernbanedrift.

Faste anlæg

Faste anlæg kan som tommelfingerregel defineres som genstande, der har en fast plads. Det vil sige, at de i langt de fleste tilfælde vil kunne beskrives ved deres geografiske placering i landskabet.

For at give et indtryk af, hvad begrebet dækker, skal her kort anføres nogle eksempler på karakteristiske anlæg samt nogle omtrentlige tal på deres udstrækning eller forekomst.

DSB har i øjeblikket ca 2400 km hovedspor, hvoraf omkring 2000 km kan gennemkøres med 100 km/t eller derover. Hertil kommer ca 6000 km andre spor. Det drejer sig om spor på sidebaner, godsbaner, havne- og firmaområder.

På de mange kilometer fjernstyrede hovedspor ligger ca 3500 sporskifter. På de øvrige ca 4000. Sammenlagt findes omkring 50.000 hovedsignaler og knapt 300 sikringsanlæg. Ser vi på de 275 stationer, som DSB driver, består de hver især af et antal større og mindre bygninger eller bygningsværker.

Registrering

Af hensyn til planlægning, vedligeholdelse og fejlretning er det nødvendigt med fortegnelser over anlægs og genstandes nøjagtige placering samt tegninger og beskrivelser af de elementer, der indgår i sådanne.

Forud for alle anlæggelser udarbejdes tegninger, der beskriver anlægget i form af eksempelvis oversigtstegninger, stadiplaner og detailplaner. Efter anlæggets udførelse ajourføres og registreres de tilhørende tegninger. De opbevares siden i decentrale eller centrale arkiver med henblik på vedligeholdelse og eventuelle ombygninger.

Ved brug af edb har DSB kunnet opbygge registre, der giver mulighed for at lagre langt flere og mere detaljerede oplysninger om sådanne faste anlæg. Disse registre er via terminal tilgængelige for medarbejderstaben i teknisk afdeling. Efter behov kan der til disse på lokalt plan knyttes vedligeholdelsesregistre eller andre relevante oplysninger til brug i den løbende vedligeholdelse.

På det nuværende niveau i brugen af edb er der tale om en række afgrænsede registre, men målet er at udarbejde et egentligt registerværk, der indeholder samtlige de nødvendige informationer om faste anlæg. En sådan registrant giver ikke blot et bedre overblik over vedligeholdelsesbehovet, den vil naturligvis gøre det muligt at undersøge de faste anlæg i mange forskellige statistiske sammenhænge.

1. Banens underbygning

1.1. Underbygningen

Det naturgivne terræn egner sig kun dårligt som underlag for et jernbanespor. Dels fordi jordbunden er blød og fugtig, dels fordi landskabets rigdom af vandløb, bakker og dale ikke er nogen gevinst, når det drejer sig om jernbanedrift. En jernbane kræver ikke blot et bæredygtigt og veldrænet leje, men også et underlag uden for mange og for bratte niveauændringer. Hertil kommer, at en jernbane ikke kan undgå at komme i kontakt med andre trafiksystemer.

Forud for et spors placering er det derfor nødvendigt at foretage en tildannelse af terrænet. Resultatet heraf er et jordlegeme, der sammen med de tilhørende grøfter, dæmninger og broer, defineres som banens underbygning.

1.2. Linjeføring

Linjeføringen (sporets vandrette tracé) er sammensat af rette linjer og cirkelbuer samt overgangskurver herimellem (fig.1). Cirkelbuernes og kurvernes radius fastlægges under hensyntagen til sporets anvendelse. Det vil sige belastningen, hastigheden og det materiel, der skal fremføres på sporet.

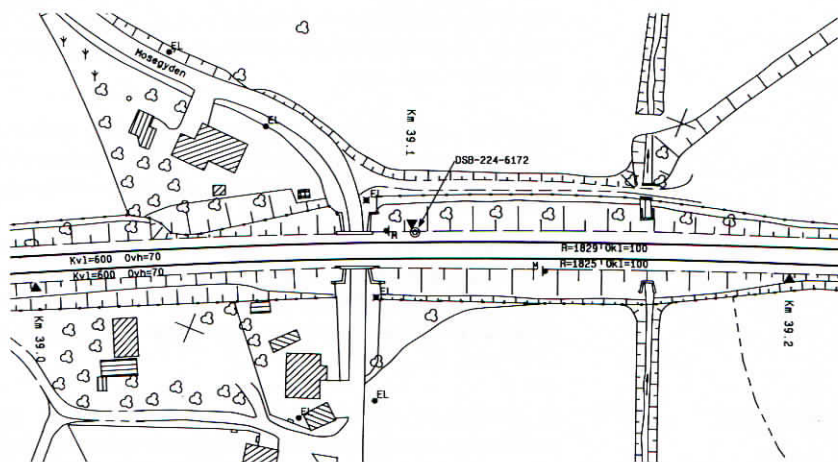


fig.1: linjeføring

Hvor der i hovedspor skal skabes overgang mellem et ret spor og en cirkelbue, indlægges en klotoid som overgangskurve. Overgangskurven er konstrueret, så krumningen fra at være ganske svag tiltager jævnt gennem kurven for at slutte med en radius, der er lig med cirkelbuens.

I cirkelbuer og kurver hæves den ydre skinnestreg i forhold til den indre. Det sker for at udligne den kraft, der presser et kørende tog væk fra cirkelbuens centrum. Denne kraft (centrifugalkraften) kan beregnes helt nøjagtigt, idet der til en bestemt hastighed svarer en ganske bestemt kraft.

Højdeforskellen mellem sporets to skinnestrengs benævnes sporets overhøjde. I overgangskurver indlægges den gradvise stigning i overhøjden på den måde, at den yderste skinnestreng gradvist hæves, indtil den har samme højde som cirkelbuens yderste streng. Denne gradvise hævnings benævnes overhøjderampen.

1.3. Længdeprofil

Længdeprofilet (sporets lodrette tracé) kan på lignende måde beskrives ved hjælp af geometriske figurer, og som det var tilfældet med linjeføringen, er det banens anvendelse, der bestemmer længdeprofilets udformning.

Længdeprofilet kan bedst beskrives som et snit på langs gennem banen (fig.2). Længdeprofilet angiver primært banens stignings- og faldforhold (beregnet i promille). Herudover angiver det banens placering i forhold til det oprindelige terræn samt under- og overføringer, overkørsler og krydsende ledninger.

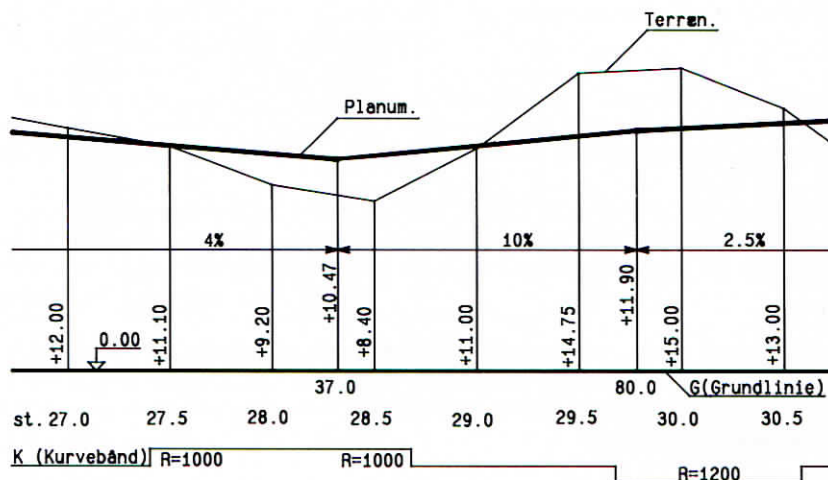


fig.2: længdeprofil

1.4. Tværprofil

Banens tværprofil aftegnes som et snit på tværs af banen. Det vil af tegningen af tværprofilet fremgå, at banelegemetets overside (planum) er konstrueret med et svagt fald fra midten ud mod kanterne. Konstruktionen har til formål at bortlede det vand, der siver ned gennem sporet (fig.3). For at holde banelegemet tørt etableres altid afvandning langs banen. Det sker enten i form af grøfter eller dræn.

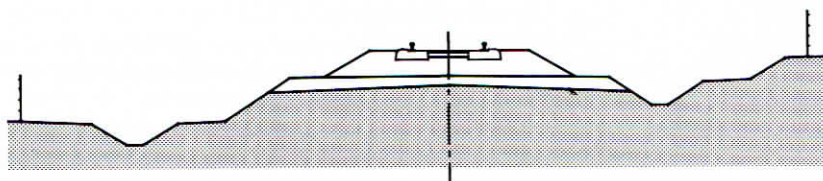


fig.3: tværprofil

1.5. Dæmninger

Dæmninger udføres for at udligne højdeforskelle i landskabet. Ved opførelse af dæmninger er det af stor betydning, at der anvendes god fyld (grus eller grusblandet ler) og at det komprimeres tilstrækkeligt. Herved undgår man, at dæmningen senere får »sætninger«, som skader sporet.

Dæmninger fra før 1950 opfylder ikke disse kvalitetskrav. Hertil kommer, at selve byggeriet medførte, at der allerede under dæmningsbyggeriet skete en fortrængning af den bløde bund under dæmningen.

I dag udskiftes blød bund i vidt omfang før et dæmningsbyggeri, for ikke at skabe sådanne »uroelige dæmninger«. Hvor urolige dæmninger er til gene eller fare for togdriften foretages en stabilisering. Det sker ved at grave en kanal langs banen og fylde den op med grus. I langt de fleste tilfælde har en sådan grusopfyldning øjeblikkeligt eller efter nogle år formindsket uroen (fig.4).

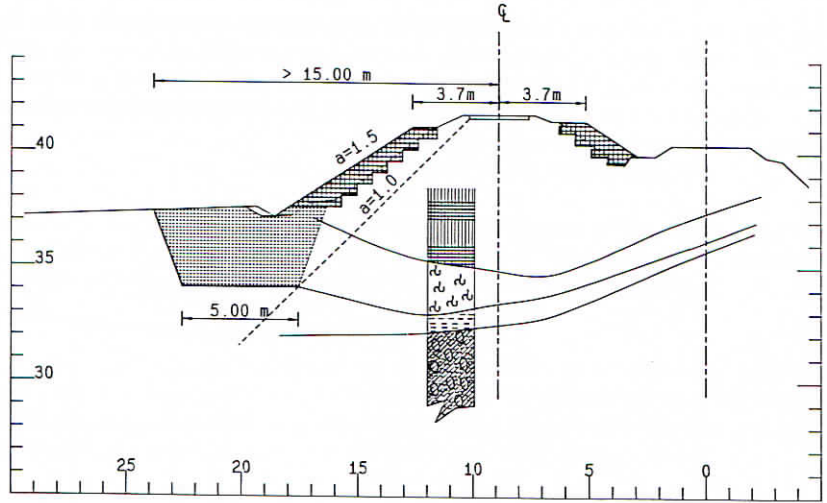


fig.4: stabilisering af ældre dæmning

2. Banens overbygning

2.1. Overbygningen

Overbygningen er en fællesbetegnelse for den del af banen, der bærer og fordele togets påvirkning, således at fladetrykket på jorden ikke bliver for stort. En sådan overbygning består af ballast, sveller, skinner og befæstelsesdele.

Ved beregningen af fladetrykket indgår to størrelser, nemlig akseltryk og metervægt. Akseltrykket er udtryk for, hvor stor en belastning der hviler på hver vognaksel. Metervægten beskriver, hvor koncentreret denne vægt er.

Alt efter overbygningstype kan de enkelte strækninger belastes med større eller mindre akseltryk. Ved DSB er det højst tilladte akseltryk på 22,5 tons.

2.2. Ballast

Ballasten består af skærver eller groft grus, der begge har større bæreevne end almindelige jordarter. Desuden virker sten og grus drænende og forhindrer dermed, at vand underminerer sporet.

Hvor DSB tidligere udelukkende anvendte grus, anvendes nu fortrinsvis ballast i form af knust granit eller bakkesten (singels). Grus anvendes dog stadig på sidebaner og sidespor.

Stenballasten har mange fordele udover, at den er billigere at vedligeholde og mere frostsikker end grus. Stenballast er et hårdt materiale med en stor bæreevne og et sejt materiale med stor elasticitet. Stenmaterialet er endvidere knudret, hvilket ikke blot har betydning for evnen til at aflede vand, men også for sporets stabilitet.

2.3. Sveller

Svellerne har først og fremmest til opgave at fordele togets tryk på skinnerne til ballasten. Deres anden væsentlige opgave er at fastholde skinnerne i en konstant indbyrdes afstand. Denne benævnes sporvidden og betegner den afstand, der er mellem skinnehovederne (målt 14 mm under skinneoverkant).

De fleste europæiske og nordamerikanske baner anvender en sporvidde på 1435 mm. Det er også den, der benyttes af DSB og de danske privatbaner. Det skyldes formentlig, at de første danske jernbaner blev anlagt af engelske entreprenører, der netop anvendte denne typisk engelskiske sporvidde.

Denne historisk betingede sporvidde har man valgt at betegne som den normale, ligesom man betegner de baner, der benytter den, som normalsporede.

Træ er stadig et almindeligt forekommende svellemateriale, blandt andet fordi det giver en blød kørsel. Træsvellerne var tidligere fortrinsvis af fyr, men hvor DSB idag bruger fyr, indlægges altid en jernplade under skinnefoden. De steder, hvor man idag anvender træsveller i sporet, benyttes gerne bøgetræ, der er en hårdere træsort. Hvor svellerne udsættes for en særlig hård belastning, nemlig i sporskifter, foretrækkes azobé.

Før svellerne lægges ned i sporet imprægneres de med træolie. Imprægneringen sker under tryk og man regner i almindelighed med, at denne behandling fordobler svellernes levetid (fra 15-20 år til 35-40 år alt efter, hvor de ligger).

Svelleimprægneringen blev indført i 1889. Siden 1922 er hver svelle blevet forsynet med et årgangssøm, der fortæller, hvornår imprægneringen fandt sted. Træsveller lagt efter 1980 er ikke forsynet med sådanne årgangssøm, da man siden har forladt systemet.

Det vil iøvrigt kun være et spørgsmål om tid, hvornår der overalt i sporet ligger betonsveller. Beton er billigere end træ og det er tungere. Det sidste er af stor betydning for sporets stabilitet. For at sikre en blød kørsel anbringes en plade af gummi mellem skinne og svelle.

Betonsvellen har været anvendt siden 1958, hvor DSB indførte en fransk konstrueret jernbetonsvelle, som består af to betonblokke forbundet med en stang af skinnestål. Svellen, den såkaldte to-blok-sveller, fremstilles her i landet på fransk licens.

I 1989 introduceres en ny betonsveller, nemlig mono-blok-svellen, der – som navnet røber – er i eet stykke, nøjagtig som den gamle træsveller.

2.4. Skinner

Materiale

På grund af de påvirkninger, som skinnerne udsættes for, er det nødvendigt, at skinnematerialet er hårdt, ensartet og slidstærkt.

Man har tidligere brugt skinner af dobbeltstål i spor, der var udsat for særligt stærkt slid. Disse skinner blev fremstillet ved hærdning, forstået på den måde, at fod og krop var af en sej, men blød stål kvalitet, mens selve hovedet bestod af en hård og meget slidstærk kvalitet. For at modvirke de skader, der opstår, hvor to skinner støder sammen, har man endvidere gjort forsøg med hærdning af skinneenderne.

De skinner, som DSB benytter i dag, udmærker sig ved at være stål af en særlig hård og slidfast type, de såkaldte St 90 skinner. De vales i udlandet og har en trækstyrke på 90 kg pr mm². Tidligere benyttedes også skinner med en trækstyrke på 70 kg pr mm².

Profiler

DSB benytter det såkaldte vignoleskinneprofil, der er let genkendeligt som en skinne med en bred flad fod, en høj tynd krop og et kraftigt skinnehoved (i modsætning til eksempelvis skinner, hvor fod og hoved har et identisk udseende). Skinner med vignolesprofil benævnes efter deres vægt pr meter.

I hovedspor anvendes nu kun 45 og 60 kg skinner, der blev indført i henholdsvis 1905 og 1938. Ingen af de to skintyper produceres længere, idet DSB har besluttet at erstatte disse særlige DSB-profiler med Den internationale Jernbaneunions standardprofil UIC 60, der også er et vignoleskinneprofil (fig.5). Ud over dette standardprofil findes skinneprofiler til særlige formål, eksempelvis til tunger, tvangsskinner og rilleskinner (fig.6).

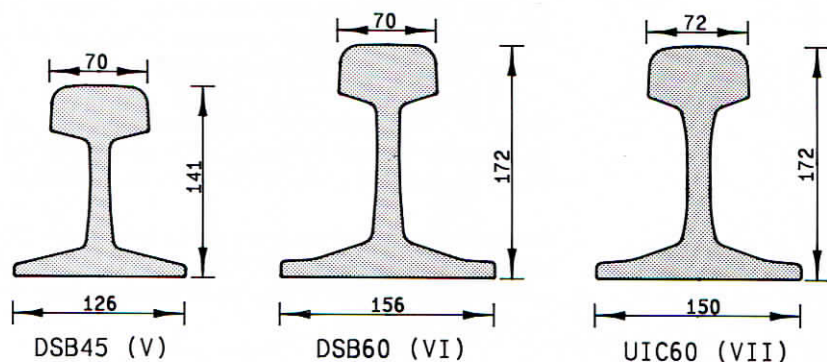


fig.5: standardprofiler

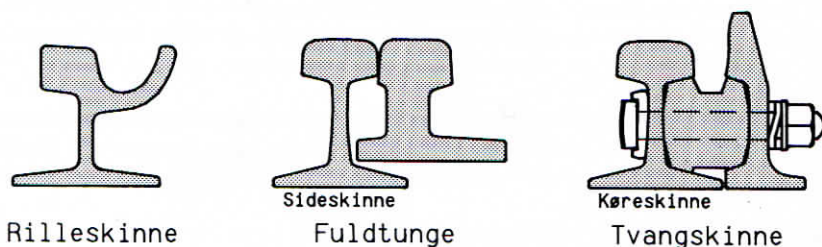


fig.6: specialprofiler

Længder

Tidligere var det valseteknikken, der satte grænsen for, hvor lange skinner man kunne producere. Med den forbedrede valseteknik er det nu transporten, der er den afgørende faktor.

Transport af skinner til Danmark finder sted på jernbanevogne. Det betyder, at det nu er muligt at hjemtage skinneenheder i længder af 30 m eller mere.

På DSB's svejseanlæg i Fredericia samles de indkøbte skinneenheder til skinner af enten 60, 120 eller 150 m's længde. Skinner på 30 og 60 m anvendes i stødspor. Skinner på 120 og 150 m anvendes i langskinner spor henholdsvis øst og

vest for Storebælt. Her er det igen transportbetingelserne, der spiller ind, idet skinneenhederne til banerne i øst nødvendigvis skal transporteres på færge over Storebælt.

Sammensvejsningen af de hjemtagne skinner til større længder sker ved elektrisk modstandssvejsning. Efter fastspænding af skinneenhederne med enderne mod hinanden, sendes en strøm af stor styrke igennem dem. Når skinneenhederne herefter fjernes fra hinanden, dannes en kraftig lysbue, som får endefladerne til at smelte. I samme øjeblik spændes de to skinnestykker sammen med stor kraft og svejsningen er i løbet af et øjeblik tilendebragt.

Ude i sporet samles skinnerne enten ved hjælp af lasker til stødspor eller ved hjælp af thermitsvejsning til langskinnespor.

Det svejsemiddel, som anvendes til thermitsvejsning, er en blanding af pulveriseret aluminium og jernilte. Når blandingen opvarmes til en temperatur på ca 1300 grader, foregår en kemisk proces, hvorved ilt frigøres fra jernilte og forbindes sig med aluminium til aluminiumilte (almindelig lerjord). Herefter løber jernet ned og smelter de to skinneender sammen. Hele processen foregår i en form fastspændt over skinnesamlingen (fig.7).

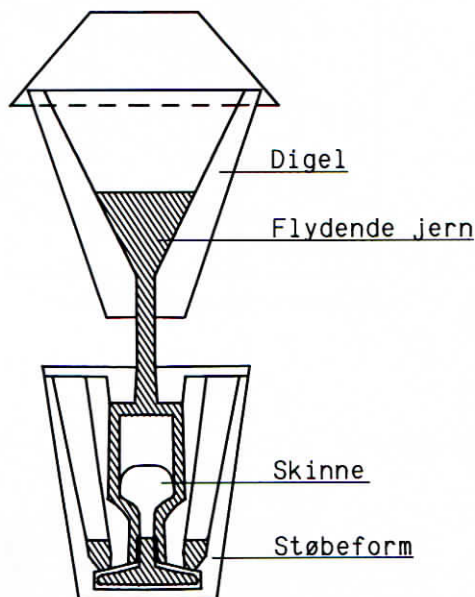


fig.7: thermitsvejsning

2.5. Befæstelsesdele

Befæstelsesdele er en fællesbetegnelse for de spormaterialer, hvorved skinnen fastholdes på svellen. Ved en overbygningskonstruktion forstås man den måde, hvorpå skinne og svelle er befæstede.

Den tidligste overbygningskonstruktion bestod af et spiger, der blev hamret ned i svellen. Spigeret, som var forsynet med et næb, der svarede til skinnefodens hældning, skal man idag være heldig for at finde i DSB's spornet. Derimod er det almindeligt forekommende i eksempelvis USA, hvor der er tradition for at anvende spigerbefæstelse.

Befæstelse med svelleskrue blev tidligt indført i DSB, hvor man nu monterer skrueerne maskinelt ved brug af lette svelleskruemaskiner.

En overbygningskonstruktion betegnes ved skinnetypen (vægt pr m eller romertal) efterfulgt af et eller flere bogstaver, som refererer til monteringsformen (fig.8). I konstruktionerne indgår som oftest en underlagsplade, der er formet som en kile med en vis hældning (1:20 eller 1:40). Skinnestregene kommer herved til at hælde indad mod spormidten med en hældning, der svarer til den, det rullende materiel's hjul er udstyret med.

Skinneprofil	Befæstelsestype	Svelle-type	Underlagsplade	Befæstelsesart	Hældning
DSB 45 (V7)	A: spiger B: skruer	b: beton t: træ (bøg)	r: ribbeunderlagsplade	f: fjedrende befæstelse	l: lodret skinne
DSB 60 (VI)	C: adskilt befæstelse	z: azobé		g: klemplade med gummi	
UIC 60 (VII)	D: dobbelt adskilt befæstelse	m: monobloksvelle		n: nylonklemplade a og b: typer af afskærmende nylonklemplader	

fig.8: overbygningsbetegnelser

Nedenstående eksempler viser en række almindeligt forekommende monteringsformer ved DSB. De første fire anvendes på træsveller, mens de to sidste anvendes på betonsveller (fig.9 - 14).

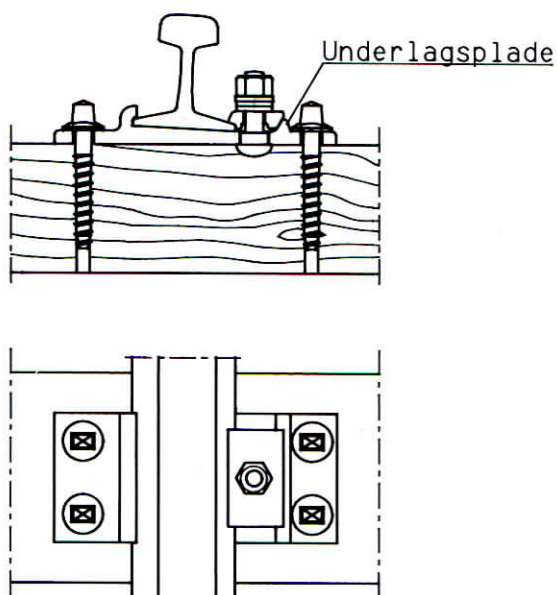


fig.9: C: »Adskilt befæstelse« af ældre type.

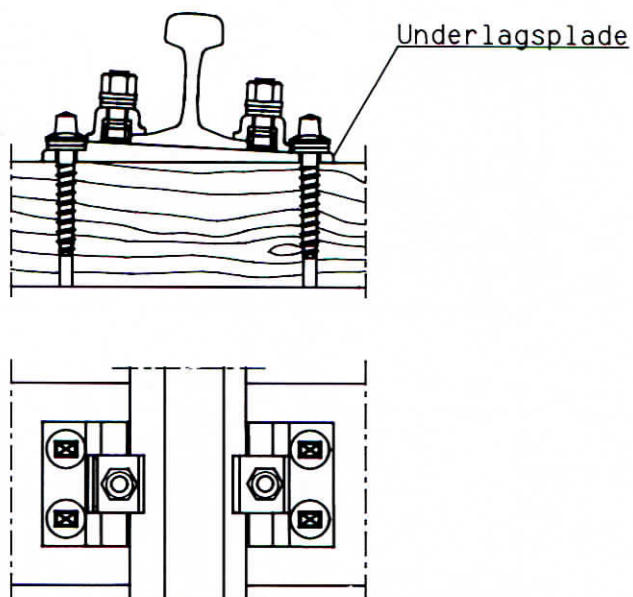


fig.10: Cr: »Adskilt befæstelse« af ny type.

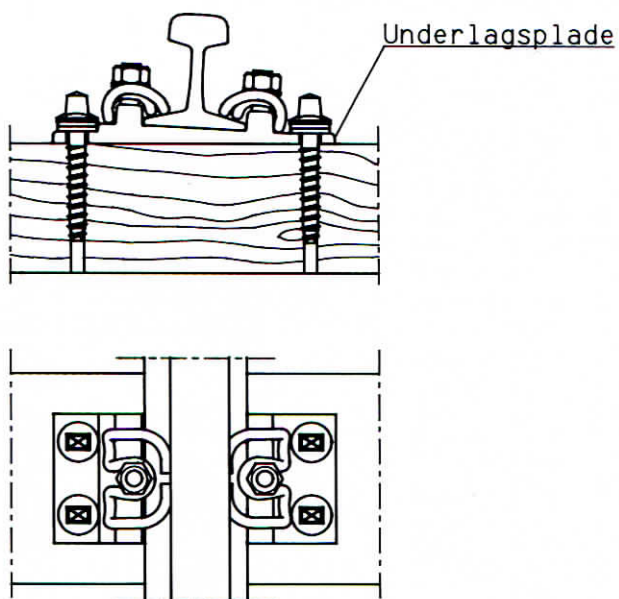


fig.11: Cf: »Adskilt befæstelse« af nyeste type.

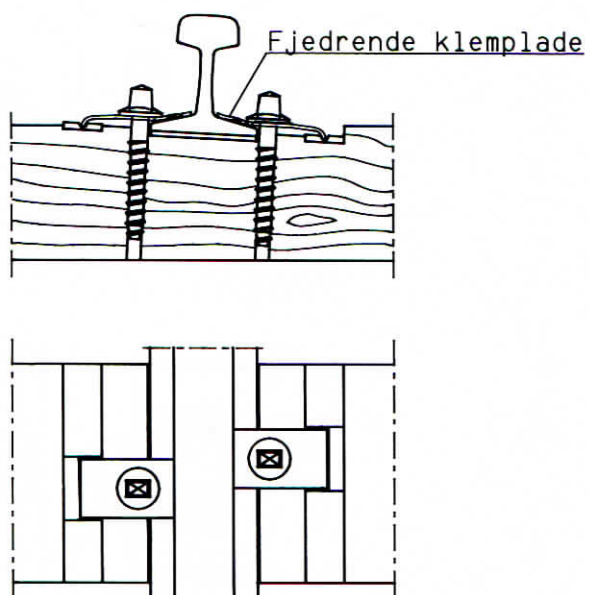


fig.12: Dt: Dobbelt elastisk befæstelse på træsvelle

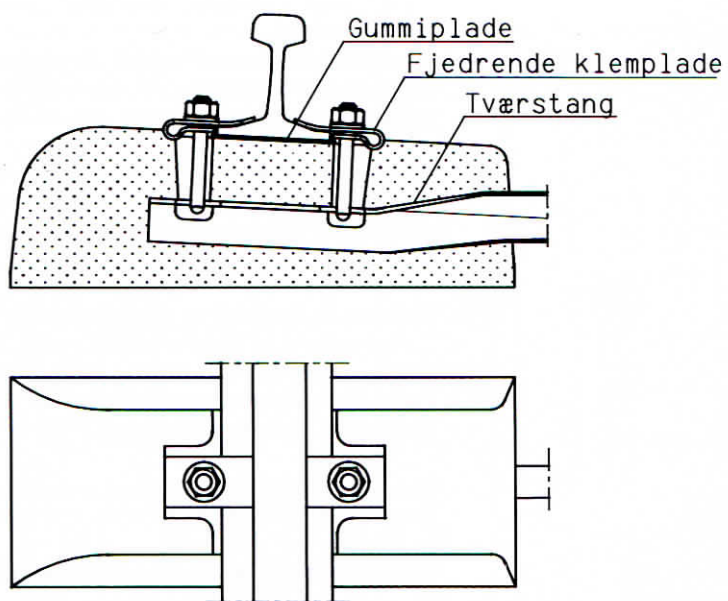


fig.13: Db: Dobbelt elastisk befæstelse på betonsvelle

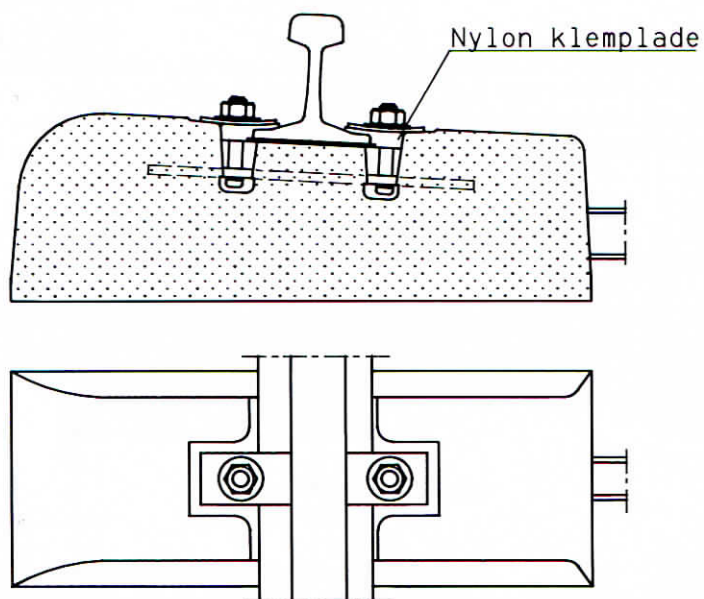


fig.14: Dbn: Dobbelt elastisk befæstelse på betonsvelle med nylonklemplade

3. Sporkonstruktioner

3.1. Sportyper

Stødspor er som omtalt samlet af 30 eller 60 m lange skinner, der sammenholdes af lasker og bolte. Laskerne er tildannet, så de passer ind i skinneprofillet mellem skinnehoved og skinnefod (laskekammeret).

For at undgå at temperaturstigninger – med påfølgende skinneudvidelser – deformerer sporet, lægges skinnerne med et vist mellemrum. En samling af denne type kaldes et skinnestød og heraf har sporet fået sit navn.

Tidligere anbragte man skinneenderne på en fælles svelle, der af samme grund blev benævnt stødsvellen. Konstruktionen blev senere suppleret med en plade under de to skinneender. Senere igen blev skinnestødet forsynet med forstærkede lasker.

Dette faste stød blev på et tidspunkt afløst af det svævende stød. Det svævende hentyder til, at skinnerne blev samlet mellem to sveller. Da det imidlertid viste sig, at det svævende stød – selv med forstærkede lasker – var vanskeligt at holde i den rette højde, blev det erstattet af det koblede stød. Det koblede stød benævnes også et dobbeltsvellestød (fig.15 – 17).

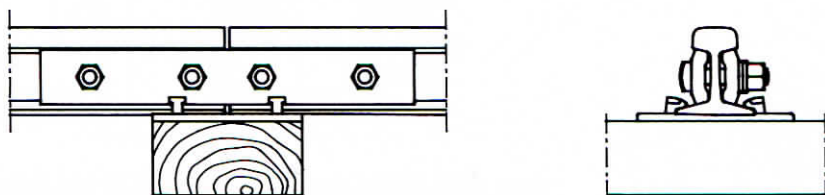


fig.15: fast stød

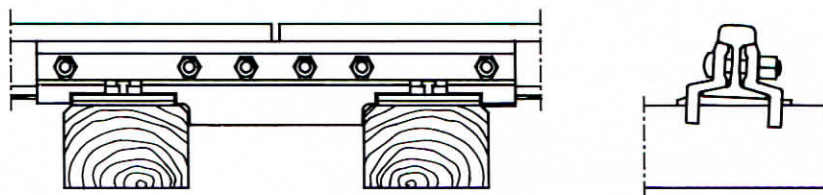


fig.16: svævende stød

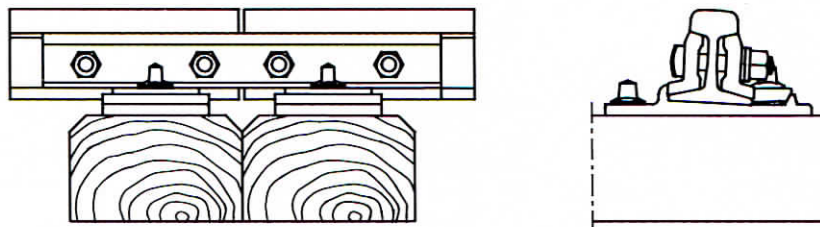


fig.17: dobbeltsvellestød

I stødspor har sporet en tilbøjelighed til at forskyde sig, idet togbelastningen påvirker skinnerne i længderetningen. Denne bevægelse kaldes skinnevanndring.

Skinnevandring medfører, at temperaturspillerummene lukkes eller åbnes. Det betyder ikke blot, at togekørslen bliver mindre komfortabel, men også at hjul og skinner tager skade. Man taler i den forbindelse om nedkørte eller udplattede skinneender.

For at forhindre skinnevandring monteres derfor vandreklemmer, som overfører skinnevandringskræfterne til svellerne. Vandreklemmerne anbringes midt mellem to skinnestød (fig.18).

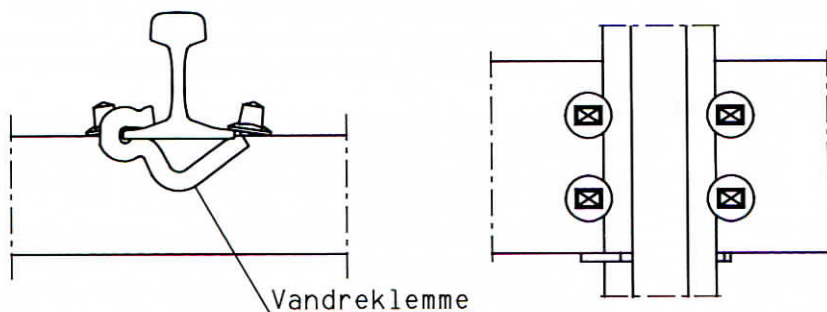


fig.18: vandreklemme

Langskinnesor – eller LS-spor – består af skinner, der er sammensvejsede til længder på ikke under 250 m. Da langskinnesor ikke kan anlægges med de nødvendige temperaturspillerum, anlægges de efter et andet princip. Man benytter sig her af det faktum, at stål er et elastisk materiale.

Langskinnesoret er i al enkelhed konstrueret på en sådan måde, at det er i stand til at optage de spændinger, der opstår i skinnerne ved temperaturændringer. Det vil i praksis sige, at langskinnesor altid anlægges på stenballast, med svære skinner, tunge og tætliggende sveller samt en solid befæstelse.

3.2. Sporskiftet

Et sporskifte er en konstruktion, der giver mulighed for at vælge mellem kørsel ad to skinneveje. Sporskifter indlægges derfor, hvor man ønsker en forgrening af sporet. De to spor, som sporskiftet forbinder, betegnes henholdsvis stamsporet og vigespor. Vigesporer benævnes også sporskiftets afvigende gren (fig.19).

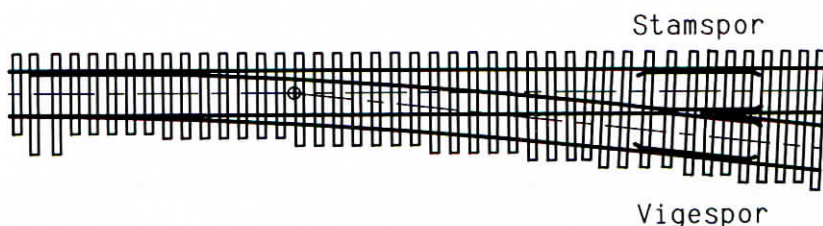


fig.19: sporskifte

Sporskiftet betegnes som »venstre skifte« eller »højre skifte« alt efter vigesporrets placering i forhold til stamsporet (set fra tungespidsen mod forgreningen).

Sporskiftet betegnes endvidere ved dets hældningsforhold og radius i vigesporret. Hældningsforholdet er den vinkel, som de to spors midterlinje danner med hinanden.

Hældningsforholdet vælges under hensyntagen til den hastighed, hvormed man ønsker, at sporskiftet skal kunne passeres. En lille radius giver et kort sporskifte med en stor afvigelse fra stamsporet. Til gengæld kan sporskiftet kun passeres med lav hastighed. En stor radius giver et langt sporskifte med en lille afvigelse fra stamsporet. Til gengæld kan det så passeres med en større hastighed.

Det normale sporskifte har et ret stamspor. Ønskes der – af hensyn til den fastlagte sporgeometri – et kurvet stamspor, kræver det et krumt sporskifte. Krumme sporskifter benævnes også kurvesporskifter.

Krumning af sporskifter kan ikke udføres tilstrækkeligt nøjagtigt i marken. Krumme sporskifter specialfremstilles derfor på fabrik, hvor de konstrueres af de samme elementer som de rette, men bukket med den ønskede radius.

Hvis sporene i et kurvesporskifte afviger til den samme side, kaldes det et I-krummet eller medkrummet sporskifte. Afviger de til hver sin side, kaldes det et U-krummet eller modkrummet sporskifte. En speciel udgave af det U-krummede sporskifte er det symmetriske sporskifte. Det fremkommer, når radius i henholdsvis stamspor og vigespor er den samme.

Selve sporskiftet består af et tungeparti, et mellemparti og et krydsningsparti med to tvangskinner (fig.20). Disse elementer vil blive udførligt beskrevet i de følgende afsnit.

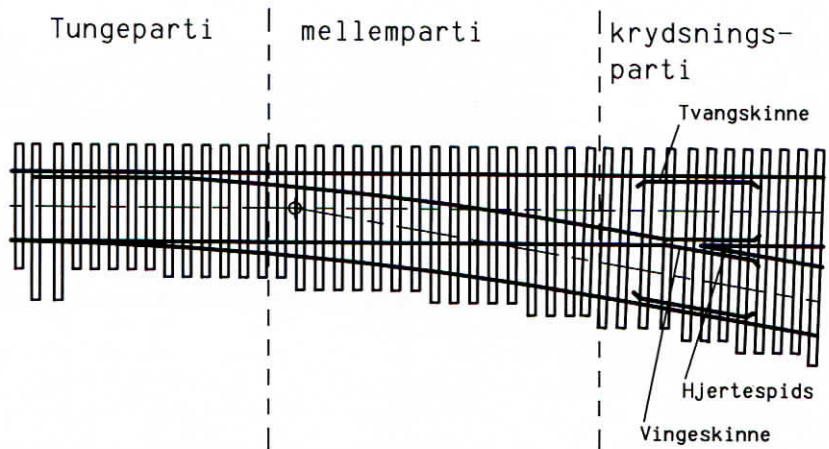


fig.20: sporskifte (udsnit)

Omstillingen af de fleste sporskifter sker ved hjælp af elektriske sporskiftedrev (fig.21). Betjeningen foregår enten fra centralapparater, kontakter monteret på skinnerne eller udvendige betjeningskabe.

Sporskiftedrevene findes i flere forskellige konstruktioner, men i princippet skelnes kun mellem to typer, nemlig drev med udvendig betjeningslås og drev med indbygget lås. I den første findes intet aflåsningssystem i selve drevet. I den anden foregår aflåsningen (fastholdelsen) af den tilliggende tunge inden i drevkassen.

Forbindelsen mellem sporskiftedrevet og tungerne udgøres af trækstænger, hvoraf der findes henholdsvis én (i drev med udvendig betjeningslås) eller to (i drev med indbygget lås). Herudover findes i begge typer et par lidt tyndere kontrolstænger, som har til opgave at sikre, at tungerne ved omstilling af sporskiftet bringes i slutposition.

For at sikre sporskifternes funktion i sne og frost er de forsynet med sporskifteopvarmningsanlæg. Opvarmningen foregår enten ved hjælp af gas eller elektricitet.

I gasanlæggene anvendes brændere, der opvarmer sporskiftets sideskinne. I de elektriske anlæg anvendes varmelegemer, som er fast monteret på tunger og sideskinner. Begge typer af sporskiftevarmeanlæg kan aktiveres fra fjernstyriingscentralen, af tog eller manuelt på stedet.

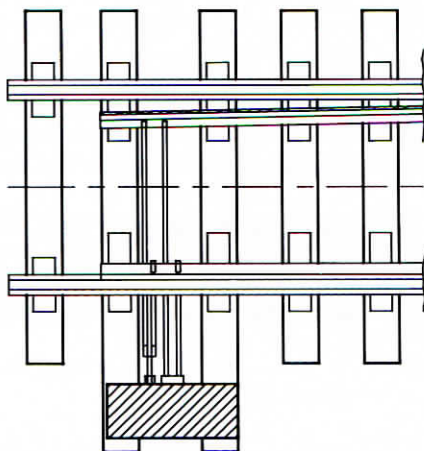


fig.21: sporskifte med drev

3.3. Sporskiftets dele

Tungeparti

Et tungeparti består af to tunger og to sideskinner, hvor sideskinnerne udgør de ubrudte skinnestrengte i henholdsvis stam- og vigespor.

Tungerne fremstilles af et fuldtungeprofil, der tilspidnes ved høvling. Tungerne hviler på glidestole, på hvilke de glider, når skiftet omstilles.

Af tungepartier findes tre typer. De adskiller sig fra hinanden ved henholdsvis at være forsynet med en drejetap, fjedrende tunger eller fjedrende skinnetunger. Forskellen på de to sidste er placeringen af den fjedrende del. I sporskifter med fjedrende tunger befinder den sig i det specielle tungeprofil. I sporskifter med fjedrende skinnetunger befinder den sig i den del af tungen, der er udformet som et almindeligt skinneprofil.

Drejetapsporskiftet er udført med en stiv tunge, som ved tungeroden er forsynet med en tungerodsklods. På klodsens underside findes et hul, der passer til en drejetap. Drejetappen er monteret på langpladen, hvor også glidestolene er anbragt.

I tungepartier med fjedrende tunger er tungeroden ved valsning blevet udformet som et almindeligt skinneprofil. Man taler i den forbindelse om, at tungeprofilet er »udpresset«, hvorfor konstruktionen benævnes tungeprofil med udpresset hæl. Fordelen ved konstruktionen er, at tungerne kan laskes eller svejses sammen med de bagved liggende skinner.

Tungens bageste del (tungespidsen) holdes fastspændt mod en tungeplade, hvis opgave det er at fastholde tungen i den rette position og bære den, hvor den er svagest.

Ved omstilling af sporskiftet bevæges det tilspidsede stykke ved hjælp af tungepladen, mens tungen som sådan bevæges på de glide stole, der fører tungeprofilen ind over sideskinnens fod.

Tungepartiet med de fjedrende skinnestrenger er den nyeste af sporskiftekonstruktionerne. Tungerne er – som i det foregående tungeparti – et fuldtungeprofil med udpresset hæl. Forskellen er, at tungen her er forstærket med en påsvejst skinne.

Svejsningen sikres med en laskesamling, der er blevet døbt »angstlasken«. Det skyldes, at et brud i svejsningen medfører, at hele tungen ligger løst i sporskiftet.

Bag det fjedrende stykke er tunge og sideskinne fastholdt med et antal sammensvejsede ribbeunderlagsplader.

Mellemparti

Mellempartiet består af fire skinnestrenger. To af mellempartiets skinnestrenger forbinder tungeparti og skinnekrydsning. De to øvrige skinnestrenger forbinder sideskinnerne med henholdsvis stamsporets yderstreng og vigesporets inderstreng. De føres herved ubrudte igennem.

Krydsningsparti

Skinnekrydsningen eller hjertestykket består af to vingeskinner og en hjertespid. Skinnekrydsningen indlægges, hvor de to mellemstrenger bukket ud til siderne og herved danner vingeskinnerne.

Hjertespiden dannes, hvor de to skinnestrenger løber sammen. De to krydsende skinnestrenger afbrydes umiddelbart foran hjertespiden, hvorved hjulflangerne uhindret kan passere i begge retninger.

Der findes tre typer af krydsninger, nemlig den almindelige skinnekrydsning, mangankrydsningen og den hærdede skinnekrydsning.

Den almindelige skinnekrydsning opbygges af de samme profiler som sporet og samles med mellemklodser og tværbolte. Hjertespidens to skinner tildannes, så de danner den rigtige vinkel mod hinanden. Vingeskinnerne bøjes ud til siden, således at de passerer forbi hjertespiden.

Hjertespiden bliver her asymmetrisk, fordi kun den ene skinne går helt ud i spidsen. Den gennemgående hjertespidsskinne lægges altid i det spor, hvor trafikken er størst. Det vil normalt sige stamsporet.

Den almindelige skinnekrydsning fremstilles ikke længere, fordi man har erfaring for, at vingeskinner og hjertespid hurtigt slides ned.

Mangankrydsningen er fremstillet af manganstål, der er et meget slidstærkt materiale, og den er støbt i ét sammenhængende stykke. Mangankrydsningen har som følge heraf en lang levetid i sporet. Sådanne mangankrydsninger er imidlertid også ved at være historie, men det skyldes de arbejdsmiljøproblemer, der knytter sig til svejsningen.

I den hærdede skinnekrydsning er hjertespiden opbygget af fuldskinneprofiler, der er tildannet ved høvling og svejset sammen. Fuldskinneprofilet medfører en forbedret bæreevne i forhold til den oprindelige skinnekrydsning. For at opnå en slidstyrke, der kan konkurrere med mangankrydsningens, hærdes den sammensvejsede hjertespid og de tilhørende vingskinner.

På stamsporets yderstreng og vigesporets inderstreng er der ud for skinnekrydsningen monteret tvangskinner. Disse er fremstillet af særlige tvangskinneprofiler.

En tvangskinne består af et tvangskinneprofil og en sideskinne. Konstruktionen har til opgave at sikre, at hjulsættene kommer igennem krydsningen på den rigtige side af hjertespiden.

3.4. Sporkrydsningen

En sporkrydsning er en særlig sporkonstruktion, der tillader skæring mellem to spor i samme niveau. En sporkrydsning benævnes derfor også en sporskæring.

Da hver af de to skinnestrengene i det ene spor skærer hen over strengene i det andet, bliver sporkrydsningen sammensat af fire skinnekrydsninger. De to af disse er formet som enkelte skinnekrydsninger med en enkelt hjertespid, mens de to øvrige er formet som dobbeltkrydsninger med to hjertespidser.

Kørsel mod spidsen i de enkelte skinnekrydsninger er på sædvanlig måde sikret ved tvangskinner. Tvangskinnerne ved de to dobbeltkrydsninger er gjort en del højere end de normale tvangskinner for at sikre hjulflangernes passage gennem det afbrudte stykke (fig.22).

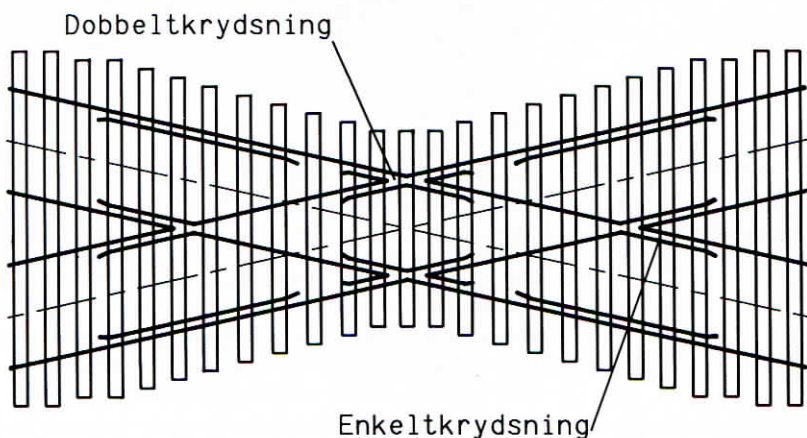


fig.22: sporkrydsning

3.5. Særlige sporkonstruktioner

Med særlige sporkonstruktioner tænkes på to sporskiftekonstruktioner og to sporforbindelser. De to første, krydsningssporskiftet og det forsatte sporskifte, kan bedst beskrives som en kombination af sporskifter og sporkrydsninger.

Et krydsningssporskifte er en sporkrydsning med indbyggede sporskifter. Det fremkommer, når man i en sporkrydsning indlægger krumme sporforbindelser mellem de to krydsende spor. Herved opnår man, at de to spor på den ene side af krydsningssporskiftet kan sættes i umiddelbar forbindelse med begge sporene på den anden side.

Et krydsningssporskifte – eller rettere et helt krydsningssporskifte – består af fire tungpartier og to dobbeltkrydsninger. Det betegnes også et engelsk sporskifte eller en »Englænder« (fig.23).

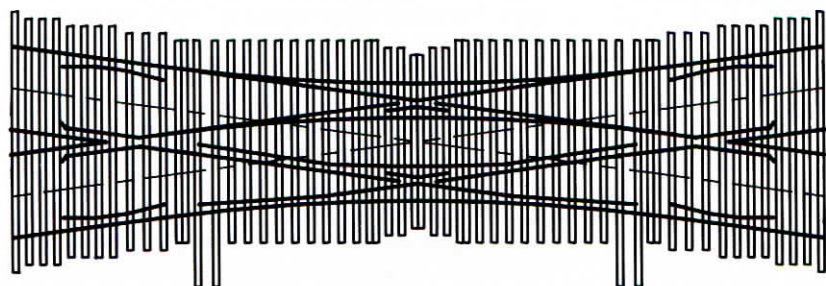


fig.23: helt krydsningssporskifte

Udelades den ene af de to krumme forbindelser i sporskiftet, taler man om et halvt krydsningssporskifte eller om »en halv Englænder«. Et halvt krydsningssporskifte består af to tungepartier og to dobbeltkrydsninger. Et sådant halvt krydsningssporskifte giver en sporforbindelse mindre (fig.24).

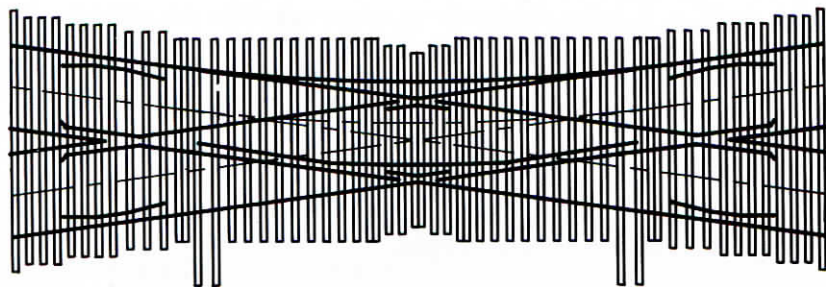


fig.24: halvt krydsningssporskifte

Det forsatte sporskifte indlægges, hvor to spor skal vige ud fra stamsporet. Det ville normalt kræve to sporskifter anbragt umiddelbart efter hinanden. For at spare plads er der i det forsatte sporskifte i stedet anbragt to tungepartier efter hinanden. Hvor de to vigespor yderstrenger skærer hinanden ved stamsporet, anvendes en særlig sammenbygget krydsning.

Sporskiftet benævnes henholdsvis H+V eller V+H, alt efter om det er højre eller venstre vigespor, der kommer først (fig.25).

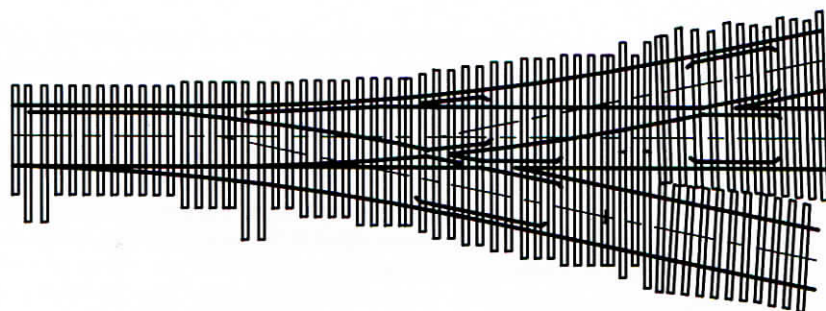


fig.25: forsat sporskifte

Når to parallelløbende spor skal forbindes med hinanden, kan det ske ved at benytte en transversal eller en diamantkrydsning.

Transversalen er et skråt sporstykke, som består af to sporskifter og et mellem-liggende sporstykke (fig.26). Diamantkrydsningen er dannet af fire sporskifter og en sporkrydsning, der sammenbygges til to krydsende transversaler (fig.27).

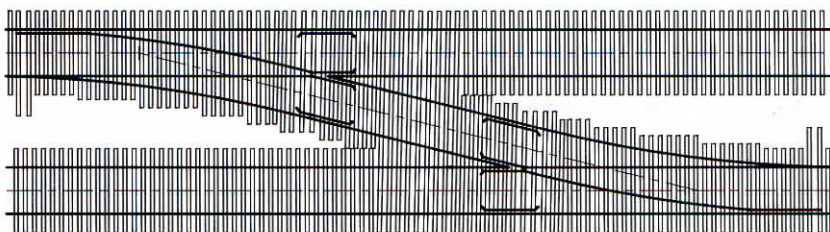


fig.26: transversal

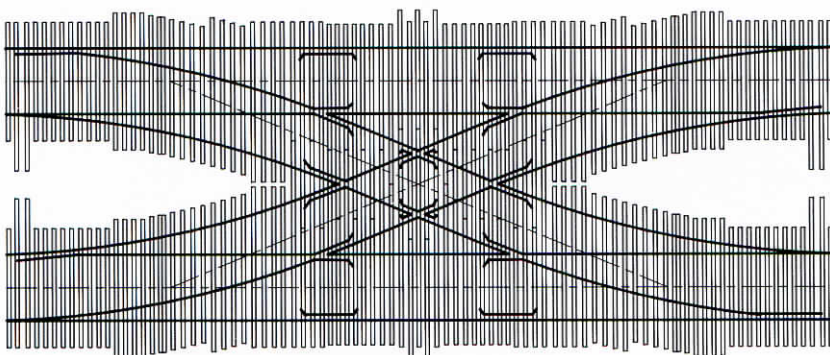


fig.27: diamantkrydsning

Hvor der blot skal skabes forbindelse mellem to spor, foretrækkes af vedligeholdelsesmæssige årsager to transversaler frem for en diamantkrydsning. Hvor flere end to spor skal bygges sammen, erstattes ét eller flere af sporskifterne ofte af samme grund med krydsningssporskifter.

4. Vedligeholdelse

4.1. Eftersyn

På alle hovedstrækninger foretages faste regelmæssige eftersyn. Disse har til opgave at konstatere fejl og mangler i almindelighed, men opmærksomheden er først og fremmest rettet mod ballast, skinner, befæstelsesdele og sporskifter.

De periodiske eftersyn opdeles i to typer af eftersyn, nemlig visuelle og maskinelle. De visuelle foretages dels til fods og dels fra tog eller motortrolje. De maskinelle eftersyn foretages med maskiner.

Sporskifteeftersynet er et af de mest omfattende visuelle eftersyn, idet det omfatter hele fire eftersynsmåder. Resultatet af disse særskilte eftersyn noteres i en fælles sporskiftejournal.

Det faste eftersyn foretages i hovedspor hver fjortende dag og her er man især opmærksom på forhold omkring tungetilslutningen. Det supplerende eftersyn foretages i hovedspor kun hvert andet år, men det består til gengæld i en omfattende kontrolmåling af sporskiftets enkelte dele og deres indbyrdes tolerancer. Vedligeholdelseeftersynet omfatter alle sporskifter og foretages én gang om året med henblik på at fastlægge det eller de kommende års vedligeholdelsesbehov. Det sidste eftersyn – det tekniske eftersyn – udføres, når særlige forhold taler for det. Det kan eksempelvis være hedebløjer, hvor skinnetemperaturer kommer op over 40 grader eller langvarige regnperioder, hvor sporet både kan blive undermineret og oversvømmet. Særlige forhold kan også være lange kuldeperioder, voldsomt snefald, islag eller jordfygning.

Som et eksempel på et maskinelt eftersyn kan nævnes kørsel med målevogn eller måledræsine (fig.28).



fig.28: måledræsine

Målevognen har DSB i mange år lejet i Sverige med det formål at gennemkøre det samlede sporet i Danmark to gange årligt. Under målevognen findes forskelligt måleudstyr, som står i forbindelse med et optegningsbord i vognen. Her optegnes sporets tilstand i henseende til højde- og sidebeliggenhed, vridningsforhold, slid og kurveforhold.

Måledræsinen, der måler på de samme størrelser, har hidtil været anvendt i forbindelse med sporombygning og større justeringsarbejder. Da de nyeste maskiner imidlertid kan måle på sporet med en hastighed af 60 km/t, er det tanken at lade sådanne måledræsiner gennemkøre hovedstrækningerne et antal gange om året for at få et endnu bedre overblik over sporets tilstand.

Måledræsinen er udstyret med elektronik, som digitaliserer de analoge måleresultater og herved gør det muligt at foretage en løbende kvalitetsanalyse af sporet. Denne analyse resulterer i fastsættelsen af et kvalitetstal (en Q-værdi) for en given strækning. På nuværende tidspunkt udskrives et kvalitetstal for hver 250 m.

I forbindelse med vurderingen af sporets tilstand er det vigtigt at være opmærksom på pludseligt opståede afvigelser. En sådan afvigelse kan nemlig være det første varsel om en begyndende solkurve.

4.2. Vedligehold

Vedligeholdelsesarbejdet opdeles i to kategorier, nemlig et manuelt og et maskinelt. De manuelle vedligeholdelses- eller justeringsarbejder er dog ikke mere manuelle, end de nutildags foretages med motordrevne redskaber.

Et typisk eksempel på manuel vedligeholdelse er efterspændingen af sporets befæstelsesdele. En anden er ballastjustering omkring skinnestød.

Maskinel vedligeholdelse foretages med henholdsvis stopperetmaskiner (fig.29) og sporskiftestopperetteskinner. Herefter kaldet henholdsvis SR- og SSR-maskiner.



fig.29: stopperetmaskine

Fælles for de to maskiner er, at de justerer sporet eller sporskiftet i henseende til højde- og sidebeliggenhed. Under et løft på op til 2 cm komprimerer et antal hamre ballasten under svellerne. Samtidig hermed siderettes sporet ved hjælp af retteruller, ligesom vibratorbjælker komprimerer ballasten ved svelleenderne.

Fælles for de to maskiner er endvidere, at de er udstyret med elektronik, der løbende holder betjeningspersonalet orienteret om, hvorvidt arbejdet i det justerede spor eller sporskifte er korrekt udført. Informationerne om, hvordan sporet skal ligge, overføres via en datamat i maskinens førerrum. Denne datamat kan, hvis det er hensigtsmæssigt, anvendes til direkte styring af maskinens funktioner i kraft af de indkodede data.

Som en yderligere hjælp anvendes på ret spor en laserkanon, som opstilles midt i sporet nogle hundrede meter foran maskinen til styring af denne.

Forskellen på de to stopperetmaskiner er for såvidt kun, at SSR-maskinens stoppeaggregat kan forskydes vinkelret på sporet, således at krydsninger og tvangskinner ikke hindrer arbejdets udførelse.

SR-maskinen justerer sporet med 400 – 1600 m/t alt efter sporets konstruktion og maskintypen. SSR-maskinen justerer et sporskifte på ca 1 1/2 time.

SR-maskinen gennemkører strækningerne med tre til fire års mellemrum. Hyppigere, hvis der er tale om særligt udsatte strækninger, eksempelvis strækninger med blødbundsproblemer. Med et til fire års mellemrum foretages højde- og sidejustering af sporskifter i stationernes gennemgående hovedspor. Afhængig af forholdene justerer SSR-maskinen med fem til ti års mellemrum de øvrige sporskifter.

4.3. Sporarbejder

Sporværktøj

Der kan ikke altid trækkes en grænse mellem sporvedligeholdelse og sporfornyelse. Af samme grund er det vanskeligt at tale om maskiner til udelukkende det ene eller det andet brug. Vi vil derfor i det følgende se enkeltvis på nogle af de maskiner, der indgår i arbejdet med sporet.

Først og fremmest er der naturligvis sporlægningskranerne, der er skinnelørende og som anvendes i forbindelse med næsten alt det tunge arbejde, der er så typisk for vedligeholdelsen af sporet.

Ballastudgravningsmaskinen (BUM) er en af de mindst sammensatte. Det er en relativt langsomt kørende maskine, som kun har til opgave at fjerne ballasten i forbindelse med spor- eller sporskifteudveksling. Den flytter ved hjælp af sine kløer ballasten ud til siderne. For enden af svellerne fjernes ballasten ved hjælp af maskinens sidepløve.

Ballastrensemaskinen anvendes forud for en planlagt sporombygning (fig.30). Maskinen er udstyret med en kæde, der løber på tværs under sporet og som transporterer den forurenede ballast op til en si, hvor urenheder frasorteres. Den forurenede ballast – også kaldet bagharpning – anbringes løbende i en række bagharpningsvogne. Hver af disse vogne er forsynet med et transportbånd, der under arbejdet kan transportere materiale fra vogn til vogn. De bageste vogne kan efterhånden frakobles og losses særskilt (fig.31).



fig.30: ballastrensemaskine



fig.31: bagharpningsvogn

Ballastfordelingsmaskinen (BF) former skærvemængden til et fuldt ballastprofil. Det gør den ved at samle den overskydende ballast med sideplovene og fordele den i hele sporets bredde ved hjælp af frontplovne (fig.32). Efter større sporarbejder anvendes tillige en dynamisk stabiliseringsmaskine (DSM), der påfører ballastlaget den »sætning«, som det ellers først ville opnå efter længe- re tids brug (fig.33).



fig.32: ballastfordelingsmaskine



fig.33: dynamisk stabiliseringsmaskine

For at illustrere arbejdet i sporet, skal kort omtales tre arbejdsprocesser, nemlig udtretning af solkurver, udveksling af sporskifter og sporombygning.

Solkurver opstår fortrinsvis i meget varme somre, men selv under normale temperaturforhold kan skinnerne udvide sig så meget, at der er risiko for dannelse af solkurver. Når temperaturen i sporet er faldet så meget, at spændingen er tilstrækkeligt reduceret, trækkes sporet på plads og ballasten stabiliseres. Sænkningen af temperaturen kan eventuelt fremkaldes ved, at man sprøjter vand på sporet. Hvor det ikke er muligt at regulere udslaget midlertidigt på denne måde, opskæres skinnerne og der udtages så meget skinnemateriale, at spændingen i sporet fjernes. Herefter trækkes sporet ind på plads og skinstykkerne sammensvejses.

Sporskifter indlægges så vidt muligt fuldsvejste, det vil sige som en samlet enhed. Sporskiftet bygges på en bedding, som placeres nøjagtigt ud for indlægningsstedet. Herefter indstikkes indfedtede ældre skinner mellem de sveller, som sporskiftet er monteret på. Ved hjælp af taljer trækkes sporskiftet derpå ind på sin plads i sporet. Sporskifter kan også bygges på et udlagt arbejdsspor og ilægges ved brug af særligt sporskifteudvekslingsmateriel (SUM-udstyr).

Når skinnerne – og især svellerne – når den alder, hvor deres tilstand ikke længere kan give den krævede sikkerhed i sporkonstruktionen, iværksættes en total udskiftning af sporet. Denne tilstand opstår i spor med træsveller ved en alder på 30-50 år. I spor med betonsveller kan ombygningsalderen variere noget alt efter de klimatiske og afvandingsmæssige forhold, som sporet ligger under. En gennemsnitsalder på ca 45 år forventes dog at blive den normale.

For at gøre arbejdsforholdene så gunstige som vel muligt under sporombygningen foretages året i forvejen en ballastrensning, ligesom sporet i samme forbindelse placeres i en forud beregnet og afsat højde- og sidebeliggenhed.

Sporombygningen foregår på fri bane med det mest moderne udstyr, nemlig et sporombygningstog, der i en glidende proces udfører udskiftningen af såvel sveller som skinner (fig.34). Sporombygningstoget indsættes i processen, når det forberedende arbejde med at fjerne kabler, optage svelleskruer og overskære skinner er tilendebragt. Herefter klarer maskinen alene selve udskiftningsprocessen, som her kort skal beskrives.



fig.34: sporombygningstog

Gamle sveller optages og føres via transportbånd og svellekran til svellevogne samtidig med, at de nye sveller føres ned på plads. Gamle skinner vrides ud til siderne i samme takt, som de nye skinner – der i forvejen er udlagt langs sporet – føres ind på de nye sveller. Nye svelleskruer samt øvrige befæstelsesdele kastes automatisk ned fra en løbevogn. Det siger sig selv at processen er langsom, men et sådant sporombygningstog har dog under ideelle forhold en kapacitet på 600 m/t.

Hermed er sporombygningsarbejdet dog ikke tilendebragt. Herefter skrues befæstelsesdele fast, ligesom skinner svejses sammen og ny ballast udlægges. Efterfølgende justeres sporet ved hjælp af henholdsvis ballastfordelingsmaskine, stopperetmaskine og stabiliseringsmaskine. Til sidst fejles sporet rent, ligesom kabelforløbet og elektriske installationer retableres.

Hjælpemidler

Til brug for sporets justering, det vil sige løftning og trækning i sporets sideretning, anbringes langs banen en fast afmærkning i form af justérpæle. Disse anbringes på et ret spor langs den udvendige skinnestreg i en indbyrdes afstand af 40 m. I kurvet spor anbringes de langs den indvendige skinnestreg med en indbyrdes afstand på 10 eller 20 m.

Disse justérpæle består som regel af kasserede skinnestykker, der er sat på højkant i en afstand af 2,80 m fra spormidten. Pæleens overside angiver skinnesoverkanten (SO-planet) på det pågældende sted.

Som meget andet er også justérpælene ved at være fortid. I disse år arbejdes ihærdigt på at erstatte dem med noget andet, eventuelt et antal elektroniske målepunkter under sporet.

Et andet hjælpemiddel er tracétavler, der anbringes på vinkeljernspæle ved overgangskurvernes indvendige skinnestreg (fig.35). Nultavlen (0) angiver overgangskurvens begyndelsepunkt og kurvetavlen (K) angiver dens endepunkt. Hvor begyndelses- og/eller endepunktet for overhøjderampen ikke falder sammen med overgangskurvens, anvendes en rampetavle (R). På disse tavler er desuden angivet en række mål for den pågældende overgangskurve. Tavlen,

der er af letmetal, er således forsynet med en række indslåede mål for overgangskurvens radius (R), længde (Kvl), overhøjde (Ovh), krumning (Ok1) og rampe-længde (Rp1).

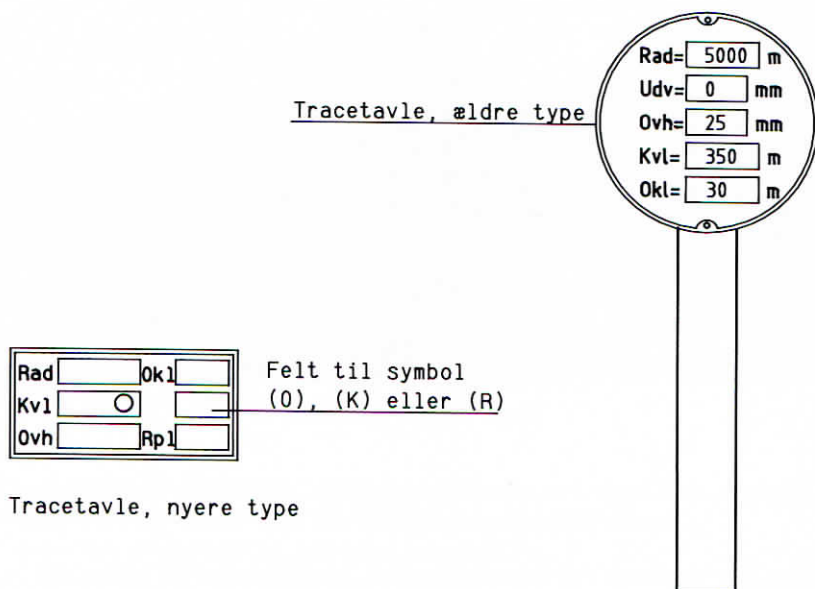


fig.35: tracétavler

Sikkerhed

Før et sporarbejde iværksættes, vurderer man, hvilke trafikmæssige konsekvenser arbejdet vil få. I togfrie intervaller aftales arbejdet mellem arbejdslederen og driftsområdet. Er det nødvendigt helt eller delvist at standse trafikken i et kortere eller længere tidsrum, skal ikke blot driftsområdet, men også driftscentralen underrettes. Herefter aftales en sporspærring mellem de involverede parter og den annonceres siden i en særlig oversigt (La), som også lokomotivførerne på den pågældende strækning skal være kendt med.

På tosporede baner vil togtrafikken under sådanne spærringer som oftest kunne afvikles som venstresporkørsel.

Herudover vurderes temperaturforholdene på stedet, specielt i forbindelse med varmt vejr. Er skinnetemperaturen over 35 grader, udføres kun stabiliseringsarbejder. Ligger den mellem 25 og 35 grader skal arbejdet afbrydes, hvis der er tendens til uro i sporet. Ved frostgrader udføres kun stødsvejsning.

Foregår arbejdet tæt ved sporet eller i sporet udstilles en vagtpost, som kun har til opgave at advare arbejdsholdet, når tog nærmer sig. Han er udstyret med en sirene og placeret med den fornødne oversigt over sporet til begge sider. Når tog nærmer sig, udsender han et på forhånd aftalt signal for henholdsvis antallet af tog og deres retning i forhold til arbejdsholdet. Er oversigtsforholdene så dårlige, at han ikke kan nå at underrette arbejdsholdet tids nok til, at sporet kan rømmes indenfor et kort tidsrum, udstilles også en fremskudt vagtpost.

5. Sikkerhedsafstande

5.1. UIC's referencelinje

Som udgangspunkt for konstruktionen af det rullende materiel og til fastsættelsen af det nødvendige frie rum over sporet, har Den internationale Jernbansammenslutning (UIC) fastsat en fælles referencelinje. Denne linje angiver grænsen mellem det rullende materiel og de faste genstande, der skal anbringes langs sporet.

Tilsvarende gælder et særligt læsseprofil, der angiver, hvor bredt og højt en jernbanevogn må læsses. Dette læsseprofil kan på godsbanegårde ses omsat i et fast anlæg, en såkaldt ladeprofil.

5.2. Fritrumsprofiler

Fritrumsprofilet angiver højden og bredden af det frie rum, der altid skal være tilstede for at sikre en farefri passage af det rullende materiel (fig.36).

I beregningen af det nødvendige fritrumsprofil indgår en række faktorer, eksempelvis vognenes krængning og udslag i kurver. Mens vognkassen slingrer, bevæger bogier og hjul sig relativt ensartet. Området omkring skinnerne er derfor optaget som et særligt profil.

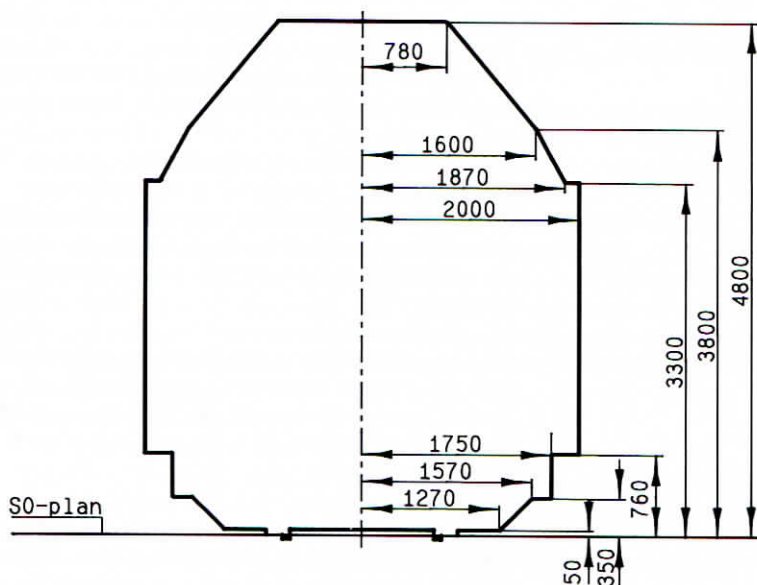


fig.36: fritrumsprofil

Fritrumsprofilet er begrænset af en række rette linjer. Alle højder måles vinkelret op fra et plan vandret på skinnerhovederne (SO-planet) og alle bredder måles vinkelret fra profilmidten. Denne befinder sig normalt midt mellem de to skinnestrengene. I spor med sporudvidelse ligger profilmidten derfor i det udvidede spors midte.

Fritrumsprofilet følger sporet under alle forhold. I et spor med overhøjde får fritrumsprofilet derfor en hældning, der svarer til sporets faktiske hældning.

De fritrumsprofiler, der anvendes, er som hovedregel forsynet med en række tillæg. I vindueshøjde gives eksempelvis et tillæg, da man har erfaring for, at passagerer ofte overtræder forbudet mod at læne sig ud. På strækninger, hvor der køres med høj hastighed, gives herudover et tillæg af hensyn til komforten. På stationer findes et tillæg, der giver plads til rangerende personale og på fri bane et, der giver mulighed for at anvende sporvedligeholdelsesmaskiner.

I kurver må fritrumsprofillets breddemål udvides, idet jernbanevogne, der passerer gennem en kurve, slår ud med begge ender. Jo mindre kurve, desto større tillæg og jo større kurve, desto mindre tillæg. Ved kurvens begyndelse skal forøgelsen langsomt optrappes, ligesom den ved afslutningen langsomt skal aftrappes.

5.3. Profiltyper

De danske fritrumsprofiler er opdelt i to kategorier, nemlig ét for hovedspor og ét for øvrige spor. Det, der adskiller hovedsporet fra de øvrige spor, er hastigheden på over 80 km/t.

Fitrumsprofiler for hovedspor omfatter spor på fri bane, stationernes togvejspor og spor, der forbinder sådanne. Fitrumsprofiler for øvrige spor omfatter stationernes sidespor, havnespor og private spor og her er fritrumsprofilerne noget mindre.

For de københavnske S-baner gælder et særligt profil, som er noget mindre end det, der gælder for de danske fjernbaner. Det skyldes dels, at S-banenettet har sit udgangspunkt i de gamle jernbanestrækninger, dels at en udvidelse ville blive en meget bekostelig affære.

Indenfor de to kategorier af fritrumsprofiler er fastsat et normalprofil og en række særprofiler, der er afpasset efter forholdene.

A-profilet anvendes ved alle nyanlæg og større ombygninger. B-profilet ved broer og M-profilet ved master. E-profilet bringes i anvendelse på elektrificerede strækninger og R-profilet, hvor det kan forventes, at personale opholder sig på siden af vogne under rangering. D-profilet er det absolut mindste, det vil sige det mindstemål af fritrum, der skal være tilstede, med mindre en dispensation foreligger.

Foruden disse standardprofiler findes profiler for havnespor og private firmaspor. De er noget større for at give plads til læsning og losning af vogne. På færger derimod, er der tale om et meget lille profil. Det skyldes, at skinnerne ligger fast i forhold til de faste genstande og at der køres meget langsomt til og fra borde.

Et særligt profil gælder for perroner, hvor der er behov for at lette passagerernes ud- og indstigning. Afstanden mellem det rullende materiel og perronen er optaget i en særlig tabel, der kun omfatter perronmål.

De opstillede fritrumsprofiler kan i visse tilfælde ikke overholdes, hvorfor der findes dispensationsmuligheder. Dispensation kan således gives i forbindelse med arbejder op til spor eller over spor. Sådanne dispensationer gælder for en bestemt afgrænset periode med mindre forholdene er af en sådan art, at dispensationen må gøres permanent.

5.4. Sporafstande

Afstanden mellem to parallelløbende spor skal være af en sådan størrelsesorden, at tog kan passere hinanden uden fare. Med udgangspunkt i de udsving, som det rullende materiel foretager og de afstande, der skal være til de faste genstande, er det eksempelvis blevet fastsat, at der mellem to hovedspor skal være en afstand af 4250 mm.

Ved spor i kurver skal der – i lighed med de øvrige breddemål i fritrumsprofilerne – ske en forøgelse af afstandene mellem sporene.

Hvor to spor løber sammen i et sporskifte, vil der et stykke foran sporskiftet kunne opstå den situation, at holdende vogne i det ene spor forhindrer passage af vogne i det andet. For at undgå en sådan situation anbringes to rød/hvide frispormærker af plast eller porcelæn, hvor en vis mindsteafstand ikke længere er tilstede.

Frispormærkerne markerer den nøjagtige grænse for, hvor vogne kan placeres uden at volde problemer. Afstanden mellem de to frispormærker i hver ende af sporet angiver samtidig sporets længde.

6. Udstyr på fri bane

6.1. Fri bane

Jernbanestrækninger opdeles i henholdsvis fri bane og station. Grænsen mellem den frie bane og stationen ligger ved stationens indkørselssignal. Hvor et sådant ikke findes, fastsættes et bestemt andet punkt som stationsgrænsen. Dette punkt vil som regel være markeret med et skilt eller et mærke.

6.2. Kilometerinddeling

Jernbanestrækningerne er alle forsynet med kilometerinddeling i form af kilometersten eller kilometertavler.

Kilometerinddelingen udgår fra en større station og nulpunktet befinder sig enten ud for stationens perrontunnel eller ud for stationsbygningens midte.

Fra nulpunktet kilometerinddeles fortløbende ud ad strækningerne med en kilometersten for hver 100 m. På ældre strækninger dog for hver 500 eller 200 m. Stenene, der er af beton, opsættes skiftevis i banens højre og venstre side.

Da stenene imidlertid let tildækkes af sne om vinteren og græs om sommeren, er man i disse år ved at erstatte dem med reflekterende skilte på 2 m høje master. Masterne er på enkeltsporede strækninger anbragt med 200 m's mellemrum i skiftevis højre og venstre side. På dobbeltsporede strækninger opsættes tavler på begge sider af banen for hver hele kilometer. Herudover anbringes tavler for hver 200 eller 600 m i højre side af banen og tavler for hver 400 eller 800 m i venstre side af banen.

I forbindelse med opsætningen af de nye kilometertavler foretages en nyopmåling af strækningerne. Det er nødvendigt, da forskellige arbejder i tidens løb kan have medført, at der er blevet ændret på banens længde samtidig med, at mange kilometersten er blevet forkert genanbragt efter udførte arbejder.

Ved nyopmålingen tilstræbes det dog, at den nye kilometerinddeling (kilometrering) ikke radikalt adskiller sig fra den gamle. Det sker for ikke at gøre allerede eksisterende tegninger, optegnelser og arkiver værdiløse.

På steder, hvor uoverensstemmelser mellem ny og gammel kilometerinddeling forekommer, indlægges en »fejlkilometer«. Det vil sige, at man her markerer, at der er et antal overskydende eller manglende metre (fig.37). Det tilstræbes, at en sådan fejlkilometer ikke lægges i forbindelse med kurver eller faste genstande.

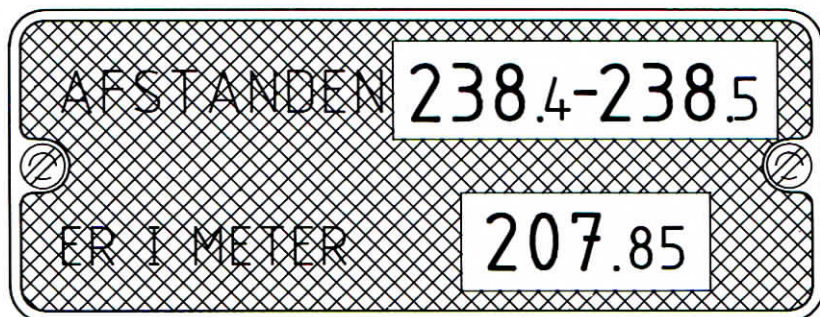


fig.37: fejlkilometer

6.3. Banehegn

Langt de fleste banestrækninger var indtil 1988 indhegnede for at forhindre uvedkommende færdsel af dyr og mennesker på sporene. Undtaget herfra var kun de strækninger, der skar igennem store skovområder. I fremtiden vil det nøje blive vurderet, hvor det er nødvendigt at bevare sådanne banehegn. Hvor de skønnes overflødige, vil de blive fjernet.

Som banehegn benyttes 4- eller 5-trådet hegn af galvaniseret jerntråd. Stolperne er enten rå egepæle eller kasserede sveller. På stationer eller ved tæt bebyggelse benyttes ofte kraftigere hegn, eksempelvis trådvæv eller træstakitter.

Hvor banen ikke er indhegnet, afmærkes banegrænsen på anden vis, eksempelvis ved brug af nedrammede skinnestykker som skelpæle.

6.4. Broanlæg

Når vej eller bane skal krydse hinanden, er broanlæg af mange grunde at foretrække frem for overkørsler. Alene af den grund, at de to typer af trafik slet ikke kommer i berøring med hinanden. Da broanlægget derfor er langt den sikreste løsning, vil broanlæg i de kommende år erstatte mange overkørsler.

Der skelnes mellem to typer af broanlæg – eller som de også benævnes »skæringer ude af niveau« – nemlig underføring og overføring. Ved underføring føres vejtrafikken under banen og ved overføring føres den over banen.

6.5. Overkørsler

Skinner i vejbane

Den oprindelige måde at krydse spor og vej på er, at lade dem skære hinanden. Man taler her om en »skæring i niveau« eller om en overkørsel.

Hvor det er nødvendigt at krydse spor og vej, må der særlige foranstaltninger til for at sikre hjulene en passende sporrille.

Tidligere anvendtes udelukkende almindelige jernbaneskinner forsynet med en kontraskinne, som blev fastholdt til skinnen med støbejernsklodser og tværbolte. Denne konstruktion havde både til formål at holde en passende sporrille åben og forhindre vejbelægningen i at skride ud.

Denne konstruktion er nu i side- og havnespor erstattet af spor med rilleskinneprofil, det vil sige en skinne, hvor sporrillen er indbygget i profilet. For at sikre sporvidden er rilleskinnerne forbundet med tværstænger af fladjern, der er boltet til skinnekroppene.

Rilleskinner benyttes hverken i niveauskæringer på fri bane eller i hovedspor. Det skyldes den afspøringsfare, der ligger i, at rillen let fyldes med jord, blade og sne. Her vil der af samme grund altid være tale om en kontraskinnekonstruktion, omend af en mere moderne type.

Belægningstypen vælges ud fra den belastning, som vejtrafikken udgør i den pågældende overkørsel. De mest benyttede belægningstyper er asfalt og fliser af beton eller gummi.

Hvor der benyttes asfalt, er der i varme somre risiko for, at der dannes solkurver tæt ved en sådan overkørsel. Det skyldes, at skinnerne i overkørslen er fastlåst af den asfalt, der er anbragt tæt op ad skinner og kontraskinner. En sådan overkørsel betegnes af samme grund en »forseglet overkørsel«.

Usikrede overkørsler

I forbindelse med overkørsler skelner man mellem to former for sikring. Ved den første må den krydsende selv sikre sig, at passagen kan finde sted uden risiko. Ved den anden sørger forskellige advarselsanlæg for at tilkendegive, hvornår banen kan krydses uden fare.

Hvor der kun er ringe passage af gående, vil der ofte kun være anbragt en låge eller et drejekors i hegnet.

Lågen er en almindelig låge, der åbner væk fra banen. Den er selvlukkende, idet den er forsynet med forsatte hængsler. Drejekorset er et vandret drejeligt træ Kors, der er anbragt på toppen af en stolpe i højde med hegnets overkant. Det kan kun passeres af gående personer, da det fornedet er forsynet med en vandret planke, som skal hindre dyr i at komme ind på banen.

Hvor der skal være mulighed for at medbringe cykler, er overkørslen forsynet med en art sluse af faste forsatte bomme. Skal det være muligt at passere banen med landbrugsmaskiner, etableres ofte et led eller et bomanlæg, der kan betjenes manuelt. I forbindelse med et sådant led taler man om en privat overkørsel og her påhviler det ejeren at holde leddet lukket (fig.38).

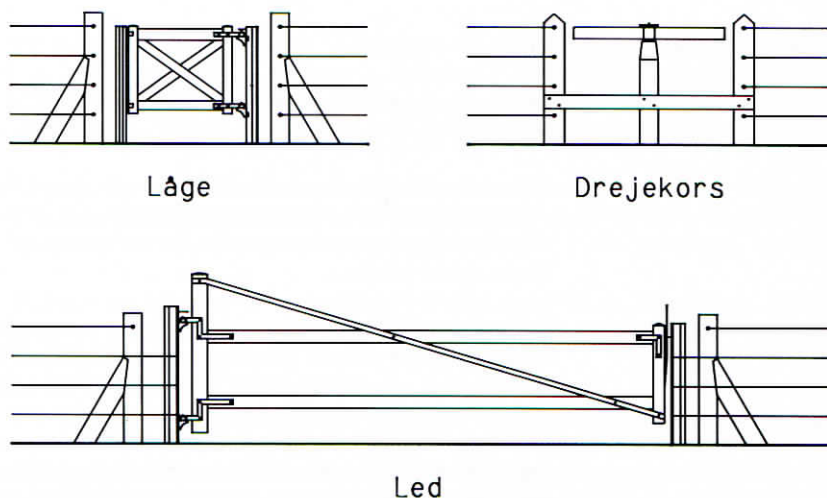


fig.38: låge, drejekors og led

Sikrede overkørsler

Den simpleste form for sikret overkørsel er et krydsningsmærke anbragt på begge sider af en overkørsel. Såvel krydsningsmærkets vinger som stolpe er inddelt i reflekterende røde og hvide felter. Denne type af sikring er et minimum ved alle offentlige overkørsler.

Af hensyn til vejfærdslen opsættes før overkørslen forskellige færdselstavler, ligesom der skabes en forsvarlig oversigt over banelinjen. En sådan oversigt fastholdes uændret ved at belægge de pågældende oversigtsarealer med servitut. Det sidste betyder eksempelvis, at der på arealet ikke må findes planter eller faste genstande på over 1 meters højde.

Hvor trafikken er større eller oversigtsforholdene dårligere, suppleres krydsningsmærkerne med et advarselssignalanlæg. Advarselssignalanlægget består af mindst fire vejsignaler, hvoraf de to er forsynet med klokke. Vejsignalet, der er formet som en blå trekant med rød/hvid kant, kan vise et rødt blinklys mod vejtrafikken (fig.39).

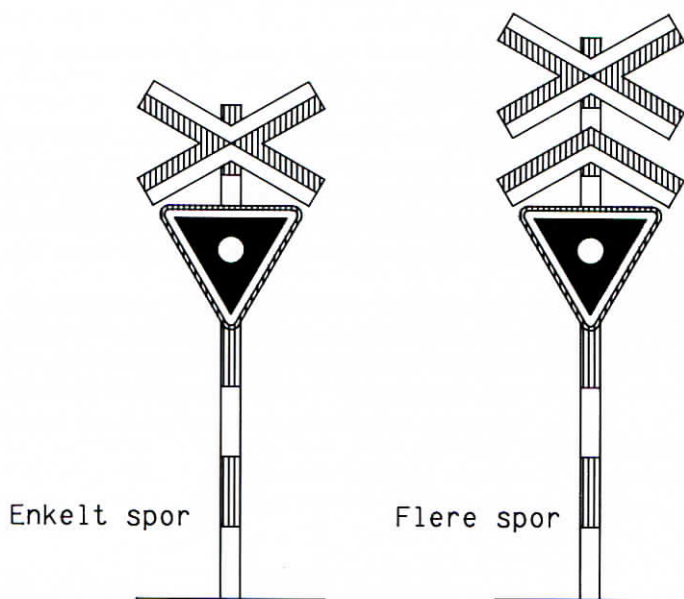


fig.39: vejsignal med krydsningsmærke

I forbindelse med et automatisk virkende advarselssignalanlæg, kan der som en yderligere sikring være opstillet hel- eller halvbomme, som aktiveres samtidigt med signalerne. Disse rød/hvide bomme består af lette planker, der er monteret på et motorhus.

Et halvbomanlæg består af to bomme, der i nedlukket stand kun spærrer vejbanens højre side på hver sin side af sporet (fig.40). Et helbomanlæg består af fire bomme, der i nedlukket stand spærrer hele kørebanen til begge sider.

Helbomanlægget virker på den måde, at bommene over de to kørebaner til venstre går ned nogle sekunder senere end bommene til højre. Herved sikres, at vejtrafik, som har påbegyndt passagen, når anlægget aktiveres, ikke fanges mellem bommene. Skulle det alligevel ske, er bommene så lette, at de splintres ved påkørsel.

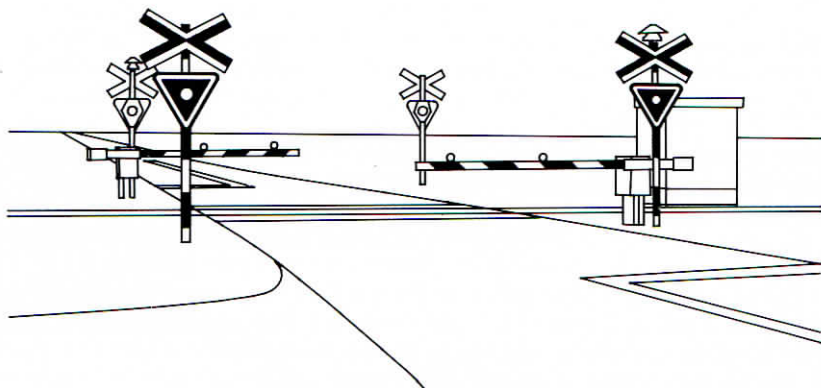


fig.40: halvbomanlæg

Advarselssignalanlægget og bommene aktiveres enten af det tog, der nærmer sig overkørslen, eller samtidigt med andre signaler via fjernstyringen. Sker aktiveringen ved hjælp af toget, taler man om automatisk tænding.

De automatiske tændinger kan være udformet på forskellige måder. Den simpleste er en skinne- eller rystekontakt, der påvirkes af henholdsvis togets hjul og de ryster, som toget forårsager. En tredje udgave af de automatiske tændinger er sporisolationen, hvor det er togets kortslutning af skinnerne, der starter anlægget. Den nyeste udgave er baseret på følere, de såkaldte akseltællere, som registrerer hjulpassager.

6.6. Sneværn

Ligger banelinjen i en afgravning, besværliggøres togtrafikken ofte af snefygning på tværs af banen, hvorved der nemt dannes driver. For at hindre drivedannelse på sporene kan man foretage en yderligere afgravning eller etablere en form for sneværn. Disse sneværn kan bestå i flyttelige snehegn eller snebælter.

En velkendt løsning er at opsætte åbne skærme på markerne langs banen. Disse skærme er udført af trælistor eller nylon og yder fortræffelig lævirkning med et minimum af materialeforbrug.

Snebælter er ca 30 m brede arealbælter langs banen, som kan være forsynet med 2 m høje jordvolde ud mod landskabet. Hvor arealet er etableret uden en vold, udstyres det gerne med en hæk af eksempelvis bøg. Hvor det er udstyret med vold, beplantes denne med en reaktivt tæt busk af eksempelvis syren.

Sneværnsbeplantning er en effektiv form for sneværn, idet sneen tilbageholdes ved et samspil mellem to faktorer. Dels ved at sneen bliver hængende i bevoksningen og dels ved, at snefygningen taber fart i det frembragte træfelt.

Man har erfaring for, at en kompakt nåletræsbevoksning ikke egner sig som sneværnsbeplantning, idet vinden presses hen over den, hvorefter sneen aflejres i læ af beplantningen.

Erfaringsmæssigt opbygges beplantningen bedst af flere væksttyper. En god kombination har vist sig at være ege- eller asketræer med en underbeplantning af tjørn, naur og avndække samt et bunddække af skyggetålende buske. Det sidste kan være dunet gedeblad, snebær og ribes. Bredden af et sådant hegn vil normalt være et sted mellem 20 og 25 m (fig.41).

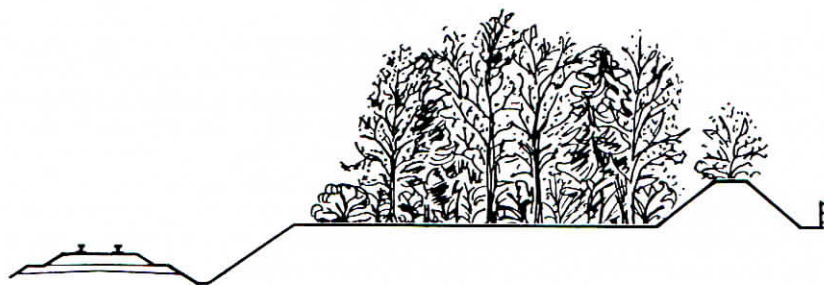


fig.41: sneværnsbeplantning.

6.7. Støjskærme

DSB har både før og efter miljøbeskyttelsesloven fra 1974 bestræbt sig på at dæmpe støjen fra jernbanetrafikken ved at stille stadigt strengere krav til det rullende materiel og de faste anlæg.

For at afhjælpe de eksisterende støjproblemer på strækninger gennem beboede områder har DSB i samarbejde med miljøstyrelsen fået mulighed for at reducere hjul/skinne støjen i omgivelserne ved at opsætte støjskærme i særligt belastede boligområder (fig.42).

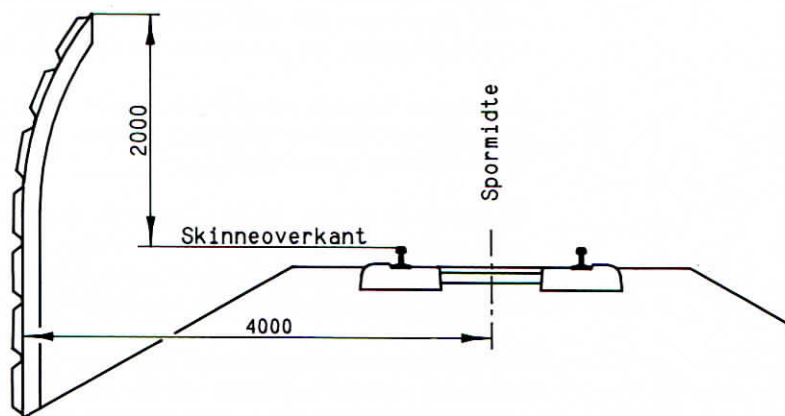


fig.42: støjskærm

Siden 1986, hvor opstillingen af støjskærme tog sin begyndelse, har et stadigt stigende antal støjskærme indtaget deres plads som en integreret del af banernes faste udstyr.

Ved anlæg af nye banestrækninger vil der allerede under planlægningen blive taget hensyn til miljølovgivningens krav om støjhensyn overfor omgivelserne.

7. Udstyr på station

7.1. Stationen

Stationen er populært sagt det sted, hvor jernbanen åbner sig mod oplandet. Det er her passagerer stiger af og på tog, henter informationer om togdriften og køber billetter.

I sin enkleste form er stationen kun en holdeplads. Eventuelt udstyret med billetautomat og skilte med oplysninger om togankomst og togafgang. I sin mest udbyggede form er stationen sammensat af utallige servicefunktioner, der har mere eller mindre nære relationer til selve togdriften.

På Københavns Hovedbanegård befinder man sig næsten som i en by. Her er til en begyndelse billetsalg, pladsbestilling, information, ind- og udleveringssted for bagage, toiletter, garderobe, rejsebureau og værelsesanvisning. Som et resultat af, at stationen også er et sted, hvor man venter, findes endvidere et rigeligt udvalg af spise- og indkøbsmuligheder. Om sommeren arrangeres tilmed overnatningsmuligheder for unge på interrail-ture. Ser vi på Hovedbanegården som en samlet enhed, er den herudover hjemsted for forskellige af DSB's enheder.

Kontakten mellem bane og opland strækker sig videre end til selve stationen. Det uanset, om vi i den forbindelse taler om banegårde, købstadsstationer, landstationer eller holdepladser.

I tilknytning til stationen etableres en række udenomsanlæg, der skal lette adgangen til og fra banen. Det vil typisk være anlæg, der muliggør omstigning til og fra rutebiler, bybusser, hyrevogne, private biler og cykler (fig.43).

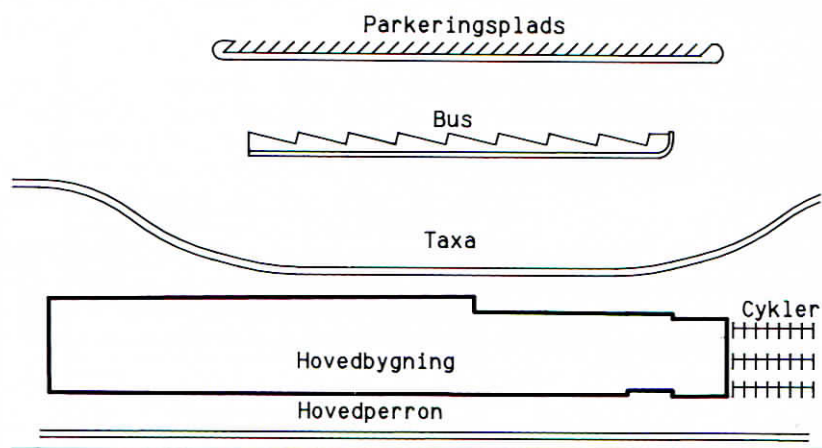


fig.43: stationsanlæg

7.2. Perronanlæg

Typer

Udformningen af stationernes perroner afhænger af hver enkelt stations størrelse og anvendelse.

På stationer med kun to hovedspor findes som regel en perron mellem stationsbygningen og spor 1 samt en ensidet eller tosidet perron mellem spor 1 og spor 2. De benævnes henholdsvis hovedperronen og mellemperronen (fig.44). På større stationer med mere end to spor findes gerne én eller flere mellemperroner med perronforkant til begge sider. Sådanne perroner benævnes ø-perroner.

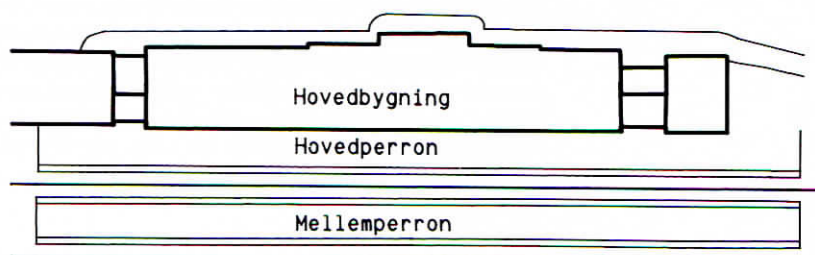


fig.44: station med perroner

Tungeperroner findes kun i få danske byer, nemlig der, hvor stationen så at sige udgør sporets endepunkt. En sådan station betegnes iøvrigt en sækstation.

Ø-perronen er typisk at finde på de større og største stationer, hvor selve stationsbygningen nærmest ligger som en bro henover sporarealet (fig.45).

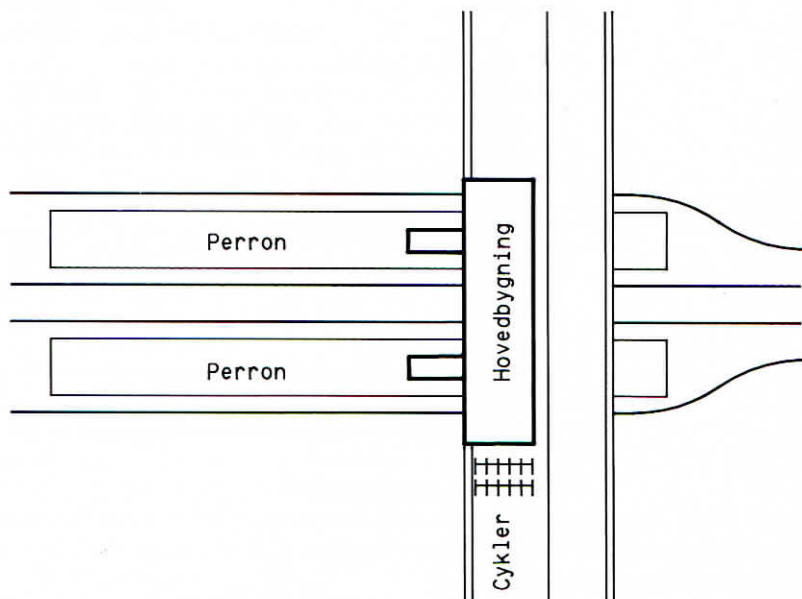


fig.45: nyere station med perroner

Hvad angår adgangen til perronerne, er den på samme måde afhængig af stationernes størrelse og anvendelse. Adgangen kan således foregå direkte (gennem hovedbygning eller over spor) eller indirekte (over bro eller gennem tunnel).

Den direkte adgang findes typisk på den lille station. De fleste mellemstore og større stationer er derimod forsynet med bro over sporene eller tunnel under disse. På de største er adgangen til perronerne yderligere lettet gennem etablering af elevatorer og rullende trapper.

Fælles for de her omtalte perroner er, at de er beregnet til passagerer. Herudover findes imidlertid også gods-, bagage- og rengøringsperroner.

Rengøringsperroner er udover lysmaster og affaldsstativer udstyret med stikkontakter, hvortil der kan sluttes støvsugere og håndværktøj. På de rengøringsperroner, der er beregnet til klargøring af vogne til fjerntrafiken, er det endvidere muligt at fylde vognenes vandtanke og tømme deres toilettanke, ligesom der findes stikkontakter til henholdsvis opvarmning og opladning af vognenes akkumulatører.

Placering

Da tolerancen mellem konstruktionsprofilet for jernbanevogne og fritrumsprofilet for opsætning af perroner kun er få centimeter, er det vigtigt, at perronerne placeres meget nøjagtigt i forhold til sporet.

På fjernbanerne er højden over skinnekant sat til 55 cm og på S-banen til 92 cm, men det er fortsat muligt at finde både højere og lavere perroner rundt om på mindre stationer. Afstanden fra perronkant til spormidte er for både fjernbanerne og S-banen sat til 166 cm på ret spor, men her er det især på S-banen, man kan finde de mange afvigelser.

Normer for afstanden til spormidten og højden over skinneoverkant er angivet i »DSB Fritrumsprofiler«, der herudover omtaler den affasning, som en perron skal forsynes med ved enderne og den sænkning, som den skal have på S-togsstationer.

Hvad angår passagerperroners placering i forhold til sporet, kan man sige, at flere interesser her støder sammen. Det drejer sig om henholdsvis passagerernes bekvemme adgang til og fra toget, vedligeholdelsen af sporet og de ansattes mulighed for nemt at kunne komme op fra sporet. For at lette de sidste er perronerne forsynet med trin for hver 30 – 40 m.

Godsperroner bygges i dag med en højde over skinnekant på 1,23 m, hvilket svarer til gulvhøjde i de fleste godsvogne. Tidligere, da godsvognsdøre åbnede udad, måtte en sådan perron være 10 cm lavere. Idag er de fleste godsvogne forsynet med skydedøre, hvorfor man nu kan køre direkte ind i vognene.

Opbygning

De fleste perroner er opbygget af færdigstøbte betonelementer. Plader af jernbeton anbringes mellem lodrette skinnestykker, som er faststøbt i en betonfod. Denne hviler på et betonfundament – støbt på stedet – i hele perronens længde og bredde.

Rent bortset fra, at det ved et fald fra en sådan perron kan være vanskeligt at undslippe et passerende togs hjul, har disse perroner flere ulemper. Kabler, der normalt ligger langs sporet, skal anbringes i kabelrender, som der knapt nok er

plads til, ligesom det er overordentligt svært at ballastrense langs en sådan perron. Ved at eksperimentere med nye perronformer har man forsøgt at afhjælpe disse forhold.

Princippet i de nye perroner er, at man i et betonfundament opbygger et stativ af sammensvejsede skinner, der ind mod jordfyldet forsynes med betonplader og ud mod sporet forsynes med et udhæng. Udhænget bæres af et skinnestativ, der kan fjernes ved ballastrensning.

De første udgaver blev forsynet med gitterriste. Da genstande af den ene eller anden art imidlertid let hænger fast i sådanne riste, blev de erstattet med bjælkeplader af aluminium forsynet med et lag af pålimede skærver. Heller ikke denne konstruktion er helt tilfredsstillende, da det viser sig, at skærvebelægningen er meget kostbar at vedligeholde.

Et argument for brugen af beton er stadig, at det er et billigt materiale. Derfor har man da også forsøgt sig med forkanter af beton støbt mod en riflet forskalling. Ulempen ved beton er vægten, der betyder, at elementerne vejer op til 600 kg stykket (fig.46).

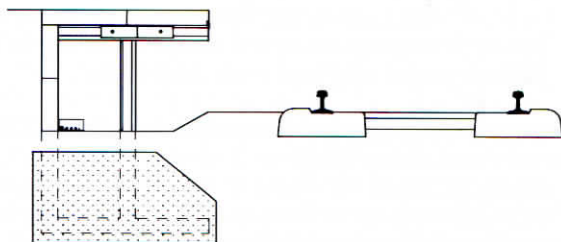


fig.46: nyere betonperron

På små stationer har man derfor forsøgt sig med en helt ny type perron, nemlig en perron, der er samlet af dobbelte T-plader af den slags, som man normalt anvender til tag over fabrikskaller. Pladerne samles to og to på et fundament af beton. Overfladen behandles, så den bliver ru. Det sker enten ved at frilægge skærverne i betonens øverste lag eller ved at støbe pladerne mod en riflet forskalling (fig.47).

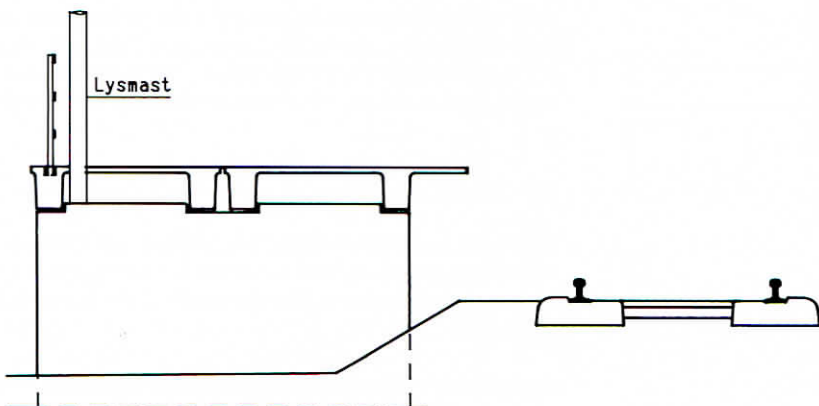


fig.47: betonperron af T-plader

Tidligere udformedes perroner med et fald ud mod sporet. Nu foretrækker man at udføre dem med et fald bort fra sporet, så støv og tørsalt fra perronen ikke forurener ballasten og kortslutter de isolerede stød. Af samme grund har det været nødvendigt at etablere et afvandingssystem på perronen. Det kan bestå i en langsgående rende, der med et indbygget fald leder frem mod det overordnede afløbssystem.

Perronerne forsynes altid med en belægning, der modsvarer trafikmængden. På landstationer er det ofte tilstrækkeligt med grus eller asfalt, mens man på lidt større og mere trafikerede stationer anvender sten eller fliser. På de største stationer kan perronerne være belagt med riflede klinker, der selv i regnvej er skridsikre.

På langt de fleste stationer blander man dog belægningsformerne, så belægningen er afpasset efter trafikken på de forskellige områder.

Mange perroner er efterhånden forsynet med en markering af farezoner, det vil sige, at de yderste 60 – 70 cm mod sporet fremtræder med en afvigende farve. Området er farligt, når der er gennemkørende tog i sporet og det bør kun benyttes, når sporet er optaget af holdende tog. Når DSB indfører højhastighedstog, vil det blive almindeligt at markere egentlige farezoner.

På grund af højden og den belastning, der kendetegner en godsperron, kan man ikke opbygge den af almindelige betonelementer. Godsperroner er derfor opbygget som jernbetonkonstruktioner, der foroven er udstyret med kraftige kantjern og bagud med kraftige ankre. Godsperronerne kan eventuelt være forsynet med hængslede aluminiumsbroer.

Belægningen på en godsperron skal være både hård og smidig. Det sidste skyldes, at en trucks små hjul kan afsætte riller i næsten alle materialer. På visse godsperroner har man med godt resultat anvendt et særligt asfaltprodukt, der synes at kunne klare opgaven, hvor andre materialer har måttet give op.

Rengøringsperroner udføres enten i en let stålkonstruktion eller i massiv jernbeton. Begge typer er udstyret med gitterriste, der bevirker, at affald og snavs fra rengøringen – og sne for den sags skyld – falder igennem.

7.3. Informationsanlæg

Næsten alle stationer kan fremvise højtaleranlæg. Enten ældre højtalere eller de nyeste Plan 90-armaturer. De sidste er monteret i forlængelse af de lysarmaturer, der er anbragt på perronens master.

På brede perroner, hvor masterne er anbragt i midten, opsættes for det meste to armaturer på hver mast. Herved opnår man såvel en bred lyddækning som et jævnt lydniveau hen ad perronen.

Årsagen til det forbedrede lydniveau er også den indbyrdes placering af højtaleranlæggene, idet de anbringes med en fast afstand af 9-12 m. Herved er det blevet muligt at udføre højtaleranlægget med støjafhængig styrkeregelning. Det betyder i korthed, at højtalerens lydstyrke sænkes, hvis støjen fra omgivelserne er lav, mens den hæves, når der er behov for at overdøve togstøj eller anden form for støj.

Til dette system, som DSB har udviklet, hører et antal støjsensorer, der kontinuerligt måler støjniveauet. Da støjen ændrer sig hele tiden – også mens der afgives meddelelser over anlægget – er forstærkerudstyret konstrueret netop med henblik på at kunne klare denne opgave.

Betjeningen af højtaleranlægget finder sted fra et kontor på stationen eller fra et betjeningsudstyr på fjernstyringscentralen.

Til information om toggangen benyttes på mange stationer togviserskilte. Det drejer sig om elektrisk betjente flapskilte, hvorpå endestationens navn og eventuelt standsningsmønsteret er påtrykt. De enkelte skilte kan være forsynet med 2 eller 3 linjer og med op til 60 »sider« (flapper). I skiltekasserne findes styre-elektronik og lysrør til belysning af teksten.

Det nyeste indenfor togviserskilting er kabinetter med skærme, hvis tekst styres automatisk af en computer efter køreplanen eller manuelt i tilfælde af uregelmæssigheder i driften. Da teksten ikke – som på flapskiltene – skal fortrykkes, opnår man herigennem en meget høj fleksibilitet i informationsformidlingen. Det er især af betydning ved pludseligt opståede ændringer i afviklingen af togtrafikken.

På en række stationer, hvor der hverken er bro eller tunnel mellem perronerne findes et særligt varslingsanlæg. Varslingsanlægget består af et signal (»rød mand«) og en højttaler (»pigen«), der med korte mellemrum udsender den nok så kendte sætning: »Gå ikke over sporet, der kommer tog«.

Denne tekst var tidligere indtalt på et bånd monteret i en særlig båndafspiller. Nu er disse ældre båndafspillere afløst af digitale tekstgivere. Når den elektroniske tekstgiver aktiveres, kontrollerer den selv, at der ikke er fejl i teksten, hvorefter den udsendes i klar tale over højttalerne.

Varslingsanlægget aktiveres samtidigt med, at det ventede tog får signal for enten gennemkørsel eller indkørsel til stationen. På dette tidspunkt tændes den røde mand, ligesom højttaleren holdes klar. Når toget herefter passerer en given sporisolation, udsendes advarslen mod at passere sporet.

Tændes den røde mand ikke som forventet, sørger sikringsanlægget for, at det tog, der nærmer sig, ikke får tilladelse til at køre ind på stationsområdet. Ligger overgangen i den modsatte ende af perronen vil toget kun få tilladelse til at forlade stationen, såfremt højttaleren er i funktion.

7.4. Godsanlæg

Omladning mellem godsvogn og lastbil finder sted på stationernes godspladser. Disse er forsynet med et læssevejssystem, der giver vejadgang helt hen til godsvogdenes opstillingsspor.

Læssevejene kan enten være belagt med grusasfaltbeton forsynet med et slidlag af pulverasfalt, egentlig brolægning eller choussébrolægning. Det sidste vil sige, at læssevejene er brolagt med småsten. Vejene er som hovedregel så brede, at lastbiler uden besvær kan passere hinanden.

De fleste godspladser er anlagt med ende- og sideramper, eventuelt en kombination af begge dele. Da sådanne ramper optager megen plads og iøvrigt kun kan betjene et enkelt spor, har man i de senere år udviklet en mobil rampe i en let stålkonstruktion.

Enderampernes højde er ved enden sat til 125 cm. Det skyldes, at man ved læsning og losning af vognene skal kunne komme hen over godsvogdenes buffere via en kort bro. Sideramper er som regel noget lavere, da det skal være muligt at åbne vogndøre ud over rampen.

På nogle stationer ekspederes fortsat vognbjørntransporter. En vognbjørn er en blokvogn, som kan transportere en godsvogn fra stationen til en modtager – og omvendt, naturligvis.

Hos modtageren forudsætter det, at godsvognen kan afsættes på et kort sporstykke, der som regel vil være nedlagt i belægningen på en plads af en art. På stationen kræver det, at der er vejbelægning i og omkring det sidespor, hvorfra vognbjørntransporterne finder sted. Fra vognbjørnen udlægges et par rampe-skiner, der passer ned i sporet, hvorefter godsvognen kan flyttes op eller ned fra vognbjørnens lad ved hjælp af et wiretræk (fig.48).



fig.48: vognbjørn

Adskillige stationer er udstyret med containeranlæg. De findes i mange størrelser fra den lille plads med en særlig stærk belægning til store områder, hvor containere kan stables i op til tre lag ved hjælp af skinnekørende galgekraner.

En del af de lastbiler, der er konstrueret til containertransport har kran, så chauffør selv kan optage og afsætte containere. På en del stationer findes imidlertid nu specialbyggede gaffeltrucks til flytning af containere, som derfor kan transporteres til og fra stedet på ganske almindelige lastbiler.

Tidligere kunne de fleste stationer fremvise en faststående svingkran med en kapacitet på 5-6 t. Da udviklingen imidlertid går i retning af at skabe færre, men større knudepunkter for godstransport, er disse små kraner ved at have udspillet deres rolle.

På lidt større godsstationer findes galgekraner, der spænder over henholdsvis et spor og en læssevej. De største godspladser er forsynet med portalkraner, der stort set dækker hele området. For begge krantyper gælder det, at deres arbejdsområde er meget stort, fordi de kører på særlige kranskiner anlagt langs sporet (fig.49).



fig.49: portalkran

I de senere år har DSB taget skridt til en total omlægning af hele stykgodstransporten, idet en forsendelse nu kan hentes og afleveres direkte hos kunden. Afhentningen finder sted på lastbiler, der bringer godset til store terminaler, hvor det sorteres til videre befordring. Godsvogne fyldt med varepaller, gittercontainere og specialkonstruerede bokse sendes i løbet af natten til landets øvrige terminaler, hvorfra forsendelsen næste formiddag bringes ud til modtageren med lastbil.

7.5. Serviceanlæg

Vaskeanlæg

Til udvendig rengøring af det rullende materiel er der på flere stationer bygget vognvaskeanlæg. De er af praktiske grunde lagt i nærheden af anlæg, hvor der foretages eftersyn og indvendig rengøring. Vaskeanlæggene er stationære i den forstand, at vognene kører igennem anlægget, når de skal vaskes.

Vaskeanlæggene er anbragt på et lige sporstykke og findes i to udgaver, der betegnes som henholdsvis åbne og lukkede.

De åbne er med hensyn til automatik relativt enkelt udstyret, hvorfor de ikke kan anvendes, når temperaturen er lavere end +5 grader. Lukkede anlæg udgør regulære vaskehaller og da de er opvarmede, kan de benyttes, selv om det fryser. Det er dog problematisk, når temperaturen falder til under -5 grader. Det skyldes risikoen for, at håndstænger og trinbrætter iser til, når vognene forlader hallen.

Begge typer af anlæg er udstyret med en påsprøjtningssdel, en eller flere børstede dele samt en vinduesdel, der spuler vinduerne med afspændt vand. De lukkede anlæg kan endvidere være forsynet med en blæsedel til efterfølgende lufttørring. I såvel de åbne som de lukkede anlæg kan der herudover være anbragt et kraftigt spuleaggregat, hvormed man kan fjerne smuds, fedt og olie fra bogier og undervogne.

Vaskevandet med dets indhold af rengøringsmidler ender kun for en mindre dels vedkommende direkte i det offentlige kloaksystem. DSB lægger således

stor vægt på, at spildevand gennemgår en rensningsproces, inden det udledes i kloaksystemet. I de åbne anlæg er der af den grund anbragt filtre til udskilning af syre og base, ligesom afløbene er forsynet med olieudskillere, hvor der foretages spuling af undervogne. I de lukkede anlæg opsamles desuden en del af vaskevandet i bassiner til genbrug.

Rengøring af lokomotiver og anden trækraft udføres kun på lukkede anlæg. Rengøring af godsvogne foregår ganske vist på åbne anlæg, men kun hvor der er anlagt en tæt belægning og hvor der er etableret sandfang til spildevands-systemet.

Til vask af godsvogne anvendes højtryksspulere med varmt vand fra kedel- eller fjernvarmeanlæg. Inden spulingen fejles vognene for affald, ligesom kemikalieaffald opsamles og destrueres.

Indvendig rengøring af personvogne foregår fra rengøringsperroner anlagt mellem opstillingssporene. Koldt og varmt vand tappes fra brønde, som ligger med en indbyrdes afstand af 40-45 m. Det varme vand frembringes af elvandvarmere installeret i brøndene.

Påfyldning af toiletvand foregår fra de samme brønde. Tømning af toilettanke sker med transportable anlæg (slamsugere) eller ved hjælp af stationære toilet-tømningsanlæg. På de sidstnævnte fører et ledningssystem slammet frem til en bygning med vacuumpumper og beholdere. Fra disse beholdere føres det videre ud i det offentlige kloaksystem.

Eftersynsgruber

På depoter og værksteder indrettes eftersynsgruber, hvor man kan efterse det rullende materiels underside og foretage mindre reparationer. Eftersynsgruberne kan være indrettet med forsænket gulv, hvor sporet ligger på søjler i en højde af 1,20 m. Det giver en passende arbejds højde samtidig med, at reservedele i små vogne kan køres frem og tilbage i gruben.

Strømforsyning langs spor

Som et led i klargøringen af personvognsstammerne er der ved opstillings- og depotspor anbragt stationære el-togforvarmeanlæg, således at vogne kan opvarmes, inden de køres til perron.

Togforvarmestationen har til opgave at nedtransformere de 10.000 V vekselspænding, som el-forsyningsselskabet leverer, til de 1500 V vekselspænding, der anvendes til opvarmning af togstammerne. I togforvarmestationen findes udover transformeren et højspændingsanlæg med indbyggede afbrydere, som afbryder strømmen, såfremt der er fejl i vognenes varmesystemer.

Togforvarmestationen er dimensioneret til at kunne opvarme op til ti vogne pr spor. Tilslutningen til vognstammen sker over en varmestander med et kabel, som er forsynet med en stikprop, der passer til vognenes stikdåser. Returstrømmen løber fra vognenes varmeanlæg via hjul og skinner til transformeren gennem kabler tilsluttet skinnerne.

Ind- og udkobling af spændingen foretages fra en betjeningskasse på varmestanderen. Langs de pågældende spor er der af sikkerhedshensyn anbragt advarselsslamper, der fortæller, hvorvidt varmespændingen er tilkoblet de opstillede vogne eller ej.

Togforvarmestationen benyttes ved opvarmning af vogne, som ikke indgår i togsæt (litra A og B med underlitra, sove-, ligge- og postvogne, prototype lyntog samt udenlandske vogne). I de fleste af disse vogne anvendes strømmen endvidere til forsyning af de aggregater, der oplader vognenes batterier.

Vogne, der indgår i togsæt (MR- og IC3-tog) opvarmes ikke over sådanne togforvarmestationer, da de har egne oliefyr.

Til elforsyning af disse og vognenes batterier til belysning og ventilation findes langs mange opstillingsspor standere, hvorfra der er tilslutning til det, man i DSB betegner som fremmede net. Ved disse fremmednetstik hentes 3x380/220 V vekselspænding med styrker på henholdsvis 16 og 32 amp. De 16 amp benyttes i forbindelse med vogne til MR-tog og de 32 amp i forbindelse med vogne til IC3-tog.

Ud over disse fremmednetstik findes yderligere ét, som anvendes til foropvarmning af diesellokomotiver. Installationen er begrundet i miljøhensyn, idet det er forbudt at lade diesellokomotiverne henstå med motorerne i tomgang gennem længere tid.

Ved visse reparations- og opstillingsspor i nærheden af maskindepoter er der opsat ladeanlæg, som gennem et kabel kan tilsluttes vognenes batterier, så ladning kan foretages samtidig med reparation og klargøring.

Trykluft- olie og sandanlæg

Afprøvning af bremses og automatisk dørlukning foretages på vogndepoterne. Her findes et ledningssystem med tilhørende opstandere, kompressoranlæg og måleudstyr.

På stationer, hvor trækraften klargøres før den indsættes i tog, anlægges olieforsyningsanlæg. Sådanne anlæg er udformet med to eller flere tanke til henholdsvis udlevering og indlevering (bundfældning) af olie.

Anlæggets størrelse er tilpasset den pågældende stations behov og kan bestå af tanke på 100 m³, 500 m³, 1000 m³ eller mere. Tankene er cylinderformede ståltanke, der enten ligger eller står på et betonfundament i et bassin med ca 30 cm høje kanter. Bassinerne udformes med såvel afløb som overløb, der begge fører ud i det offentlige kloaksystem via olieudskillere.

Udleveringen af olie foregår over opstandere, som er monteret med slange, pistolhåndtag, oliemåler og elkontakter for start og stop af pumper.

Hvor olieud- eller indlevering finder sted, anlægges en tæt belægning mellem sporene. Mellom skinnerne anbringes afløbsbakker, der er dækket med riste og forsynet med olieudskillere.

Ved maskindepoter eller opstillingsspor til trækraft anlægges endvidere sandudleveringsanlæg. Sandet anvendes i tog til brug ved særligt kraftige opbremsninger. Sandanlægget har form som en søjle, hvorpå der foroven er anbragt en beholder. Sandet blæses op i beholderen ved hjælp af trykluft, hvorefter det ved egen kraft løber ned i trækraftens sandbeholder.

7.6. Pladsbelysning

Som pladsbelysning på gods- og rangerbanegårde, personvognsdepoter og færgehavnens opmarchpladser anvendtes tidligere kviksløvlamper eller lysstofrør anbragt i armaturer på rørmaster med påsvejste stige trin.

Ved nyetablering af pladsbelysning på sådanne sporarealer benyttes nu kun højtryksnatriumlamper. Armaturerne er placeret på 10 m høje letgittermaster (stigemaster), som er opstillet med en indbyrdes afstand af 40-50 m.

En stor del af de stigemaster, der blev opsat i 50'erne og 60'erne, var udstyret med lysstofrør. De er nu for størstedelens vedkommende erstattet af højtryksnatriumlamper, der er betydeligt billigere i drift end både kviksølvslamper og lysstofrør.

Pladsbelysning ved hjælp af 30 m høje lystårne med halogenprojektører var tidligere meget udbredt, idet der kun skulle få master til for at oplyse ret omfattende sporarealer.

Miljømæssige gener fra de meget kraftige projektører og ønsket om en mere ensartet belysning uden generende skyggedannelser har imidlertid medført, at denne belysningsform nu kun anvendes få steder. Sådanne lystårne bruges, hvis afstanden mellem sporene er for lille til, at der kan opstilles stigemaster. Hvor de findes, er de placeret udenfor det egentlige sporareal.

7.7. Drejeskiver og skydebroer

Da trækraften bestod af damplokomotiver, blev maskinerne klargjort til drift i remiser, der var bygget i en ring omkring en drejeskive.

Drejeskiven er en svingbro med skinner, der drejer om en tap i midten af en cirkulær grube. Broen bæres dels af tappen selv og dels af en række hjul, som løber på en skinne langs omkredsen.

Ved brug af drejeskive kan man vende materiel eller bringe det fra ét spor til et andet (fig.50). Remisetypen og drejeskiven forsvandt stort set sammen med dampdriften, men anlægget kan stadig studeres blandt andet på DSB's museum i Odense.

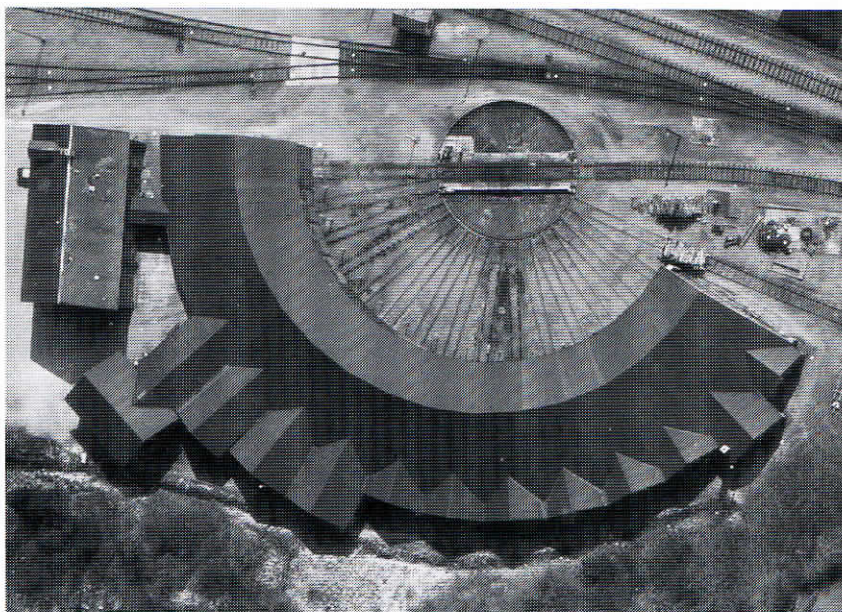


fig.50: drejeskive og ringremise

På moderne værksteder flyttes materiel fra et enkelt tilkørselsspor til de parallelle spor ved hjælp af en skydebro. Skydebroen er en bro med skinner, der be-

væges vinkelret på sporene i en grube. Det betyder, at man kan håndtere materiel på en ganske kort sporlængde (fig.51).

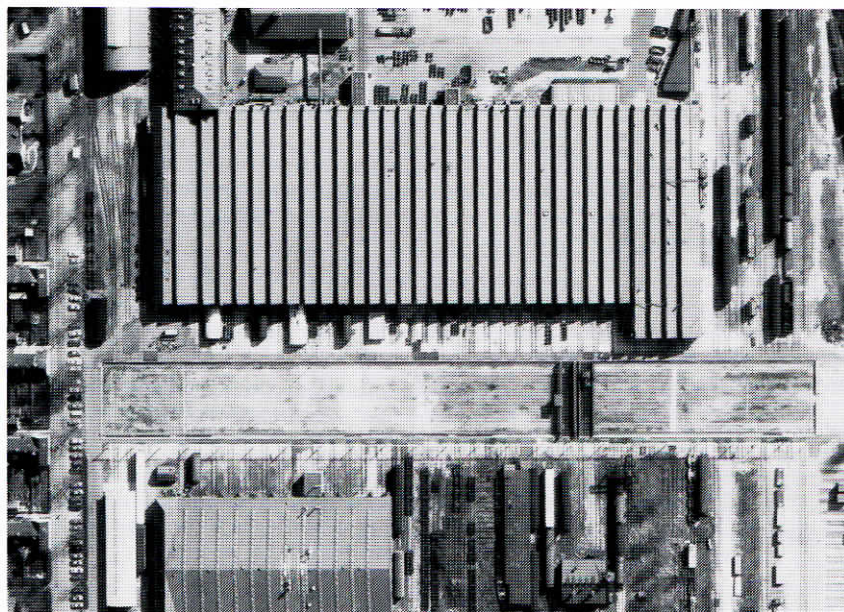


fig.51: skydebro

7.8. Sporstoppere

For enden af et spor, der ender blindt, anbringes en sporstopper. Sporstoppere findes i mange varianter og de betegnes som henholdsvis høje og lave, ligesom de underinddeles i faste og bevægelige. De høje sporstoppere bremser ved påkørsel med materiellets buffere, mens de lave virker ved kontakt med materiellets hjul. Inddelingen i faste og bevægelige hentyder til, at nogle stoppere bringer vogne til øjeblikkelig standsning, mens andre tilsigter en glidende opbremsning.

Blandt de faste lave stoppere finder vi stopklodserne og svellekrydset. Stopklodserne fremstilles af støbestål og de hører parvis sammen, idet et sæt består af et højre- og et venstrestykke. Klodserne anbringes på sporets inderside og fastgøres til hver sin skinnestreg med et par bolte.

For det tilfælde, at en vogn har så megen fart på, at den løber over stopperen, er der bag stopperen anbragt et sandspor. Sandsporet består af et ca 20 cm højt sandlag, som afsluttes med en grusvold (fig.52).

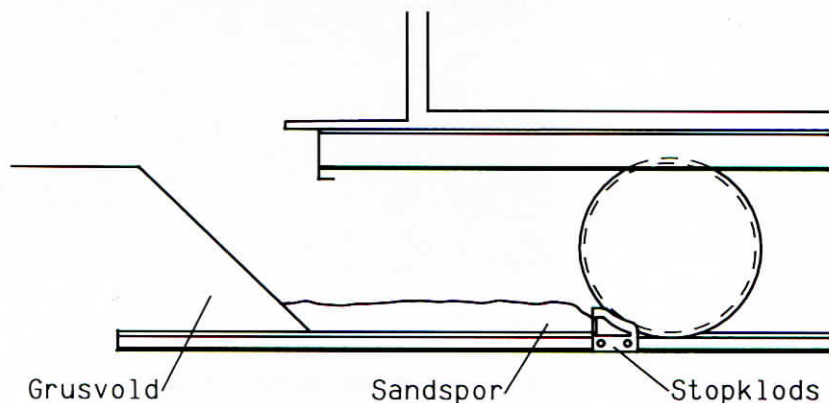


fig.52: stopklodser

En anden lav fast stopper er svellekrydset, der benyttes som midlertidig stopper. Det består ganske enkelt af to korslagte og nedgravede sveller.

En særudgave af den lave faste sporstopper er stoppebommen, der anvendes ved private sidespor og som blot består af en bjælke på tværs af sporet. Bommen drejes om en bolt i den ene side af sporet og støder mod en nedrammet skinnestump i den anden. Stoppebommen er gerne forsynet med et beslag, så den kan låses.

Blandt særudgaverne af den faste lave sporstopper må også regnes afløbsskoen. Den er udført i stål og anbringes, hvor et sidespor løber ind i et hovedspor. Stopperen aktiveres automatisk i forbindelse med omstilling af sporskifter og dens funktion er at afspore tog og vogne, der utilsigtet er på vej ud i et trafikeret hovedspor (fig.53).



fig.53: afløbssko

Blandt de lave bevægelige sporstopper finder vi hemsken, bjælkebremsen og spiralbremsen. Hemsken, der i daglig tale kaldes en »hund«, er af jern og består af en sål, et anslag og et håndtag. Kommer en vogn løbende mod hemsken kører hjulet op på sålen, hvor det støder mod anslaget. Herefter vil hjulet slæbe hemsken henad skinnen og herved bringe vognen til standsning (fig.54).

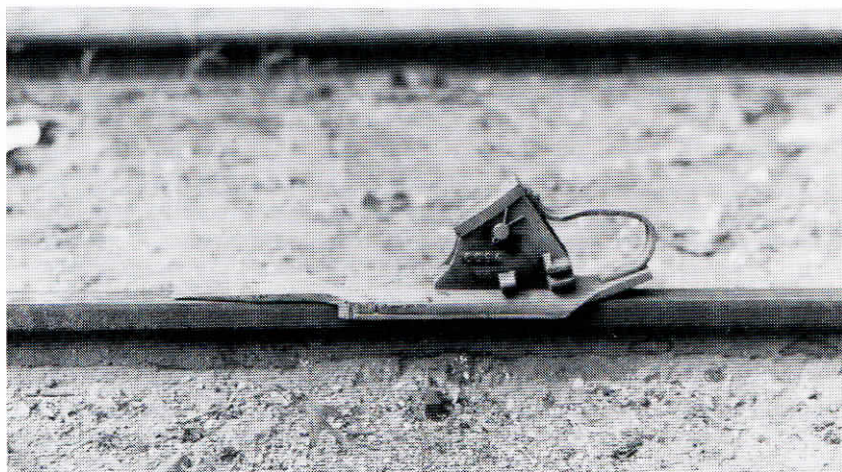


fig.54: hemske

Hemskoen var tidligere meget benyttet på banegårde i forbindelse med rangering, det vil sige fordeling af vogne efter bestemmelsessted. Hemskoen er dog stadig i brug og sorteringen foregår ved, at rangerpersonalet lader de frakoblede vogne løbe ned af en rampe ved egen kraft og fordele sig i et antal forskellige spor ved hjælp af sporskifter.

For at forhindre, at sammenstødet med de holdende vogne bliver for voldsomt, anvender man netop hemskoen. Når den bliver lagt på sporet, virker den bremsende over de følgende 20-30 m, hvorefter den kastes ud til siden af en indretning i sporet.

Spiralbremsen er den nyeste af de lave bevægelige stoppere. Den består af en ca 2 m lang cylinder, der drejes om en akse parrallelt med sporet. På cylindrens overflade findes en påsvejt spiral, som vognhjulet så at sige træder på. Herved drives olie gennem en ventil, som er indstillet til en bestemt hastighed. Overskrides denne, hæmmes omdrejningen, hvorved bremsevirkningen opstår.

Da kun en del af bremseenergien kan optages i en enkelt bremse, anbringes som regel en hel serie af sådanne spiralbremsere efter hinanden (fig.55).

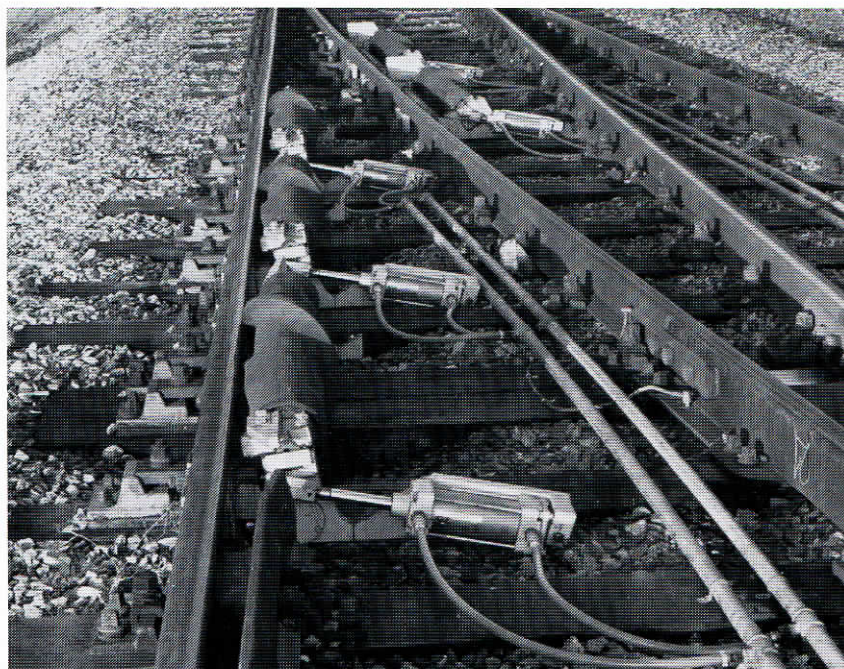


fig.55: spiralbremsere

Den almindeligste af de høje bevægelige stoppere er en vinkeljernskonstruktion forsynet med to tværgående træsveller foruden og et par gummiklodser på en svelle i bufferhøjde. Stopperen er fastgjort til skinnerne med bolte og griber og bag den anlægges en grusbunke. Påkøres stopperen med en større kraft end den, der kan optages i stopperen og vognenes buffere, overrives bolterne og stopperen glider på skinnerne ind i grusbunken.

En anden høj bevægelig stopper er den bremsende sporstopper. Den arbejder efter samme princip som den almindelige sporstopper, bortset fra, at grusbunken er erstattet af et forøget antal griber. Disse er anbragt på og bag stopperen, hvilket betyder, at stadigt flere griber aktiveres ved en påkørsel (fig.56).

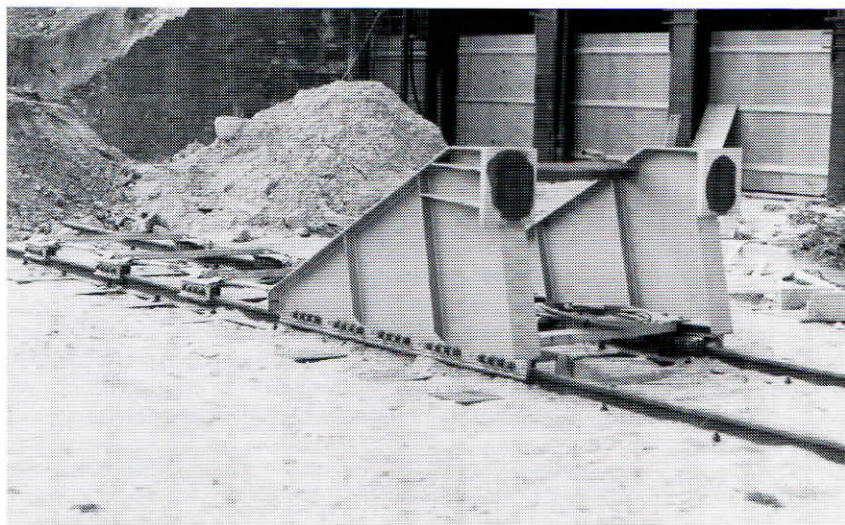


fig.56: bremsende sporstopper

Hvor man ønsker absolut sikkerhed for, at ingen vogn passerer enden af sporet, opstilles høje faste stoppere. Det kan eksempelvis være på havnearealer, ved bropiller eller højspændingsmaster. Høje faste sporstopper er kraftige profiljærnskonstruktioner indstøbt i beton, der er armeret med jernbaneskiner.

Princippet i en sporstopper er at fremkalde en effektiv standsning af det rullende materiel med færrest mulige skader til følge. Det sidste kan man naturligvis ikke påregne ved en fast stopper af denne type, men her går – som omtalt – andre hensyn forud.

8. Tele- og sikringsanlæg

8.1. Radioanlæg

Åbne og lukkede systemer

DSB er en af Danmarks største civile brugere af landmobil radiokommunikation. Denne foregår over to forskellige systemer, nemlig Nordisk Mobil Telefon (NMT) og et lukket system, der er DSB's eget.

NMT-systemet findes i to udgaver, dels en standardversion og dels en møntboksversion. Standardversionen anvendes hos de tekniske tjenester (sædvanligvis som biltelefoner) og på færger. Møntboksversionen er beregnet til DSB's kunder og findes almindeligvis på stationer og færger samt i tog.

Det lukkede radiosystem opdeles i tre typer af radiokommunikation. Det er henholdsvis lastbils- og godsterminalradio, S-togsradio og fjernbaneradio. Den sidste type af radio kan yderligere inddeles i strækningsradioer og stationsradioer. Det sidste er en samlebetegnelse for de radiosystemer, der findes rundt om på de lokale stationer.

Lastbils- og godsterminalradio

Lastbilradioen er et regionalt étkanalsystem, som består af radiobasisstationer (hvoraf der findes 5-8 pr region) med tilhørende mobilradioanlæg. Dette anlæg muliggør overførsel af såvel tale som data mellem godsterminalens kørselsledere og den enkelte lastbil.

Kørselslederen betjener anlægget ved hjælp af en dataskærm med tilhørende tastatur og telefon. I denne faste del af anlægget er der etableret systemovervågning, det vil sige, at anlægget selv gør opmærksom på fejl i systemet.

Systemet rummer mulighed for opkald fra kørselslederen til samtlige lastbiler – et såkaldt »alle-kald« – eller til den enkelte chauffør. Hertil kommer en til- og afmeldingsfunktion, som benyttes, når lastbilerne kører fra én region til en anden. Ved skift fra én region til en anden skiftes samtidig kanal.

Godsterminalens radioanlæg er på lignende måde baseret på et étkanalsystem, som idag kun rummer mulighed for taletransmission. Anlægget består af en enkelt radiobasisstation med tilhørende betjeningsboks samt mobile og bærbare anlæg. Systemet er dimensioneret til at klare den interne kommunikation på de enkelte godspakhuse, hvor det bringer en forbindelse istand mellem kontorpersonalet, førerne af gaffeltrucks og det gående pakhuspersonale.

S-togsradio

S-togsradioen er et multikanalsystem. Det vil sige, at der på hver strækning er mulighed for at gennemføre flere forskellige og samtidige transmissioner af tale og data. Radioen dækker S-togsnettet ved hjælp af et antal basisstationer og mobile anlæg i S-togene. De faste anlæg har også her en indbygget systemovervågning.

I retning mod togene er det muligt at foretage opkald til det enkelte tog, til samtlige tog på en linje eller til alle tog. I retning fra toget er der mulighed for opkald med tognummeridentifikation samt af- og tilmelding af tog i forbindelse med systemområdeskift (Nord/Syd). Herudover er det muligt at angive, hvilken instans et opkald gælder (fjernstyringscentralen eller maskindepotet). Opkaldet kan eksempelvis være en samtaleanmodning.

Fjernbaneradio

Fjernbaneradioen er som omtalt opdelt i to systemer, nemlig strækningsradioen og de lokale stationsradioer. Det er imidlertid tanken at integrere de regionale stræknings- og stationsradioer i en pyramideopbygget radiostruktur. Elementet umiddelbart over disse systemer er nemlig fjernstyringscentralen og ved samordning af de regionale fjernstyringscentraler i driftscentralen vil det derfor – i princippet – være muligt at fjernstyre hele jernbanens infrastruktur fra ét sted.

Strækningsradio er betegnelsen for de regionalt baserede radiosystemer, som forbinder togene på regionens jernbanestrækninger med de regionale fjernstyringscentraler. Da disse strækninger som oftest er inddelt i flere delstrækninger, har man valgt at lade hver del benytte sin bestemte kanal ved kommunikation med det tog, der aktuelt befinder sig på den givne strækning.

Basisstationerne er placeret ved en sådan strækning, mens betjeningsudstyret – bestående af dataskærm, tastatur og telefon – befinder sig på fjernstyringscentralen. I denne faste del af systemet er der naturligvis også indbygget systemovervågning. De mobile dele af anlægget befinder sig i toget. Disse anlæg er i øvrigt så fleksible, at de kan kommunikere med de lokale stationsradioer, det vil sige, at de både kan transmittere tale og data.

I retning mod toget er det muligt at foretage et opkald til et enkelt tog eller til samtlige tog i regionen. Herudover rummer systemet mulighed for separate opkald til henholdsvis lokomotivfører, togfører og passagerer. Det sidste over to-

gets højtaleranlæg. Fra toget kan lokomotivføreren eller togføreren kalde op. Opkaldet kan forme sig som en samtale eller blot bestå i en standardmelding.

Betegnelsen lokal stationsradio dækker de radiosystemer, der anvendes på stationen. Det kan være kommandopost- og rangerradioer eller radioanlæg af den slags, som findes hos de tekniske tjenester.

Kommandopostradioen anvendes til kommunikation mellem kommandoposten og togtrafikken. Herudover anvendes den til kommunikation mellem kommandoposten og stationspersonalet i forbindelse med afviklingen af toggangen på stationen.

Rangerradioen bruges – som navnet fortæller – under rangerarbejdet på stationen. Her finder kommunikationen sted mellem det mobile strækningsradioanlæg i lokomotivet og stationspersonalets bærbare anlæg.

Ud over kommunikationen i tilknytning til togtrafikken og rangerarbejdet er der på stationen forbindelser til og mellem de værksteder og depoter, som står for klargøring, reparation og vedligeholdelse af trækraft og vogne.

Stationsradiosystemet indeholder mange kanaler, der dog udelukkende gælder det pågældende område. Systemet findes i et stort antal udgaver fra ældre til nyere anlæg. De ældste generationer af radioer rummer kun taletransmission og et begrænset antal funktioner, mens de nyeste kommer på højde med strækningsradioerne.

8.2. Kabler

Moderne transport på skinner kan ikke tænkes uden et omfattende net af sikkerheds- og informationssystemer. Hovedparten af disse er nedlagt i kabler langs strækninger og på stationer.

Det siger sig selv, at det dertil svarende kabelanlæg er meget omfangsrigt, hvorfor det kræver grundige forberedelser, hver gang der skal foretages indgreb i anlægget af den ene eller den anden grund. Beskadigede kabler er nemlig ensbetydende med alvorlige driftsforstyrrelser.

Ved etablering af kabelanlæg på stationsområder bestemmes kabelføringen på grundlag af en udarbejdet skematisk kabelplan. Ud fra denne tegnes en tracéplan, der viser de geografiske fremføringsveje.

På stationer etableres fremføringsvejene som regel i betonkabelrender. Ved krydsninger af spor føres kablerne under i røranlæg, der afsluttes i kabelbrønde.

Renderne anbringes på et stabilt underlag i en dybde af 5-10 cm. Lægges de højere, risikerer man, at de vælter. Lægges de dybere, er der risiko for, at de fylles med grus og skæver (fig.57).

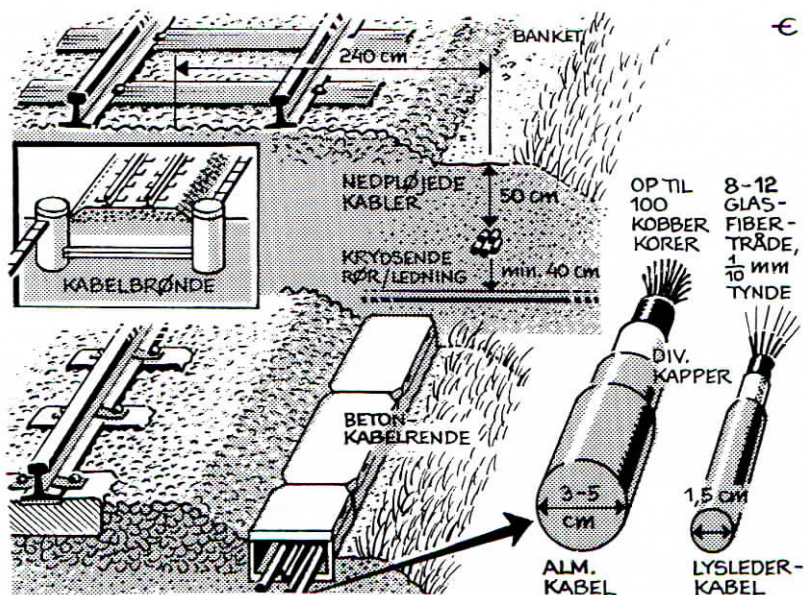


fig.57: kabelrende

Skal kablerne lægges på fri bane, foretages en strækningsgennemgang for at bestemme tracéforløbet og kabelføringen ved broer, hytter, veje og undergravninger, hvor særlige forhold gør sig gældende. Herefter rettes henvendelse til alle de foretagender, der benytter sig af nedgravede rør og ledninger, det vil sige vandværker, el- og telefonselskaber.

Når det er klarlagt, hvor og hvordan kablerne ligger, afmærkes og frigraves de ledningskrydsninger, der ligger i vejen for en kabelnedpløjning.

Inden nedpløjningen udlægges kablerne på banketten og kabelploven udstyres med et plovskær, der passer til det antal kabler, der skal lægges og den dybde, hvori de skal anbringes. Det vil under normale forhold være 50 cm. Ved sporkrydsninger anbringes de dog i plastrør og føres mindst 80 cm under skinneoverkant.

Kabler lægges længst muligt væk fra sporet og kabelsammenføjerne nedgraves i baneskråningerne. Skal der senere lægges kabler anbringes de en 5-10 cm nærmere sporet.

Efter endt arbejde udfærdiges en ny tracébeskrivelse, som angiver hvor og hvilke kabellængder, der er udlagt. Beskrivelsen angiver beliggenheden fra spormidte, dybden og placeringen af kabelsammenføjerne.

Kommunikationen mellem telefoner, fjernskrivere og fjernstyring af sikringsanlæggene har indtil for få år siden fundet sted via kobberkabler. I løbet af det næste tiår ventes hovedparten af disse udskiftet med lyslederkabler.

Lyslederkablet har mange fordele udover, at kablet stort set er vedligeholdelsesfrit, fejlsikkert og meget mindre af omfang end kobberkablet.

Hvor kobberkablet består af mange kobberledninger omviklet med vandtæt materiale, består et lyslederkabel af relativt få og hårfine optiske fibre (glasfibre), som transmitterer elektriske impulser omsat til laserlys. Sammenlignet med digitalt styret laserlys sendt gennem lyslederkabler er elektricitet fremført i kobberkabler en langsom affære, idet lyslederkablet transmitterer op til 34 millioner lysglimt i sekundet.

Udover den utrolige kapacitet er der tale om en hurtig transmission af høj kvalitet. En besked indtalt i den ene ende af kablet er fremme på samme tid i den anden med nøjagtig den kvalitet, som den havde ved afsendelsen. Der er således hverken tale om forsinkelser eller forvrængninger.

DSB's behov kan dækkes af et kabelnet bestående af kabler med kun 8-12 fibre, hvoraf en del indtil videre blot er i reserve. Det forventes således, at disse ganske få smalle fibre alene kan klare både telefonsamtaler, fjernstyring, data-transmission, højttalere, ure samt sikkerheds- og servicefunktioner.

Således som transmissionssystemet er indrettet, kan det samtidigt og ad de samme kanaler sende data, impulser, billeder og tale. Det betyder, at de sikkerheds- og kommunikationssystemer, som det hidtil har været vanskeligt og dyrt at etablere forbindelse imellem, nu uden besvær kan kobles sammen og udvides med nye systemer. Denne sammenføje af sikkerheds- og kommunikationssystemer – samt deres ydre anlæg – skal vi komme ind på i det følgende.

8.3. Signaler

Signaltyper

En stor del af de signaler, som findes på de danske jernbanestrækninger, fungerer i sammenhæng med et sikringsanlæg. Det kan være stationssikringsanlæg, strækningssikringsanlæg (linjeblokanlæg) eller automatisk sikrede overkørsler. Eventuelt en kombination af flere anlæg.

Sådanne signaler vil være udstyret med et antal lamper og benævnes normalt daglyssignaler. Disse daglyssignaler opdeles i fire hovedkategorier, nemlig signaler for rangering, hovedsignaler, fremskudte signaler og signaler for overkørsler.

Som det vil fremgå af det følgende, er der forskel på udformningen af lyssignalerne, men for en stor dels vedkommende, nemlig hovedsignalerne, er det primært placeringen, der bestemmer signalets funktion.

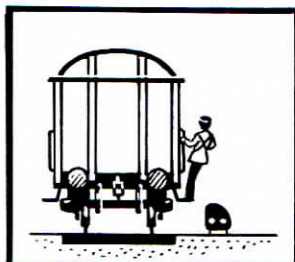
Dværgsignaler

Af signaler for rangering findes flere forskellige slags, men de nyeste og mest almindelige er dværgsignalerne, hvis benævnelse hentyder til, at de som oftest er placeret i lav højde.

Dværgsignalerne er formet som et cirkeludsnit og kan kun udsende hvidt lys. Ved hjælp af dette kan de afgive fire meldinger, nemlig »forbikørsel forbudt«, »forbikørsel tilladt«, »forsigtig forbikørsel tilladt« og »signal annulleret«.

Forskellen mellem »forbikørsel tilladt« og »forsigtig forbikørsel tilladt« hentyder til, at sporet i det første tilfælde er frit, mens det ikke nødvendigvis er det i det andet. At signalet er annulleret betyder, at kørsel forbi signalet sker på eget ansvar (fig.58).

DVÆRGSIGNAL



"FORBIKØRSEL
FORBUDT"



"FORBIKØRSEL
TILLADT"



"FORSIGTIG
FORBIKØRSEL
TILLADT"



"SIGNALET
ANNULLERET"

€

fig.58: dværgsignaler

Sporskiftesignaler

For at orientere det rangerende personale om, hvordan sporskifter er stillet, forsynes de ofte med et sporskiftesignal.

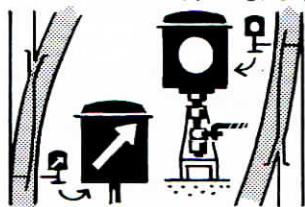
Sporskiftesignalet anbringes i lav højde og består af en sort kasse med hvide - eventuelt lysende - symboler på samtlige fire sider. Når sporskiftet omstilles, drejer signalet og angiver på denne måde, hvordan sporskiftet er stillet (fig.59).

Ved krydsningssporskifter anvendes et særligt sporskiftesignal, som ved hjælp af bevægelige flapper kan fortælle om sporskiftets fire stillinger.

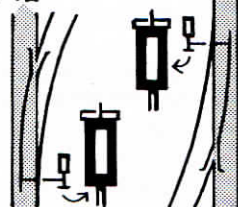
Ved afløbssporskifter (og afløbssko) bruges et særligt sporskiftesignal, der advarer om, at der er fare for afsporing, hvis sporskiftet passerer.

SPORSKIFTESIGNALER

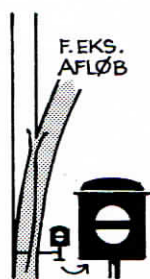
FOR ALMINDELIGT SPORSKIFTE



STILLET TIL KRUMT SPOR

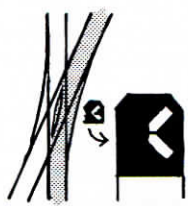


TIL LIGE SPOR

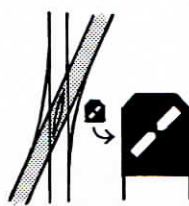


TIL SPÆRRET SPOR

FOR KRYDSNINGSSPORSKIFTE ("ENGLÆNDER")



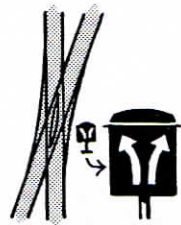
KRUMT SPOR



LIGE SPOR



DE LIGE SPOR



DE KRUMME SPOR

fig.59: sporskiftesignaler

Hovedsignaler

Hovedsignaler findes i forskellige udgaver. Det mest almindelige hovedsignal er formet som en lang oval anbragt på en høj opstander. I ovalen er anbragt et varierende antal lamper. De særlige venstresporssignaler er dog udformet som et ovaludsnit, mens perronudkørselssignalet fremtræder som en kombination af et hoved- og et dværgsignal (fig.60).

HOVEDSIGNALER

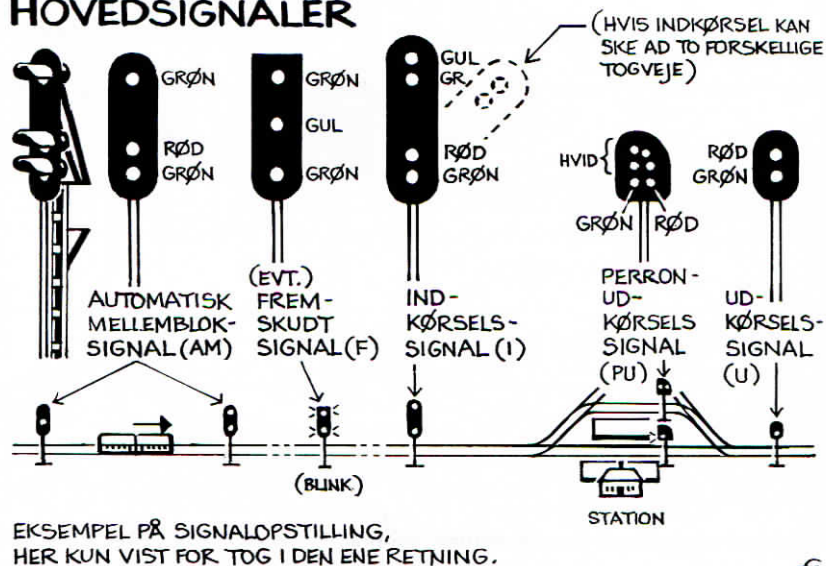


fig.60: hovedsignaler

Det, der iøvrigt adskiller hovedsignalerne fra hinanden, er ikke i så høj grad deres udseende, som deres indbyrdes placering på stationen eller på henholdsvis station og fri bane. En del af signalerne vil dog kunne identificeres på det udstyr, der er anbragt på dem. Det kan eksempelvis være numre, betegnelser, hastigheds- eller bogstavvisere.

Ved indkørsel til en station vil der altid være anbragt et indkørselssignal (I-signal), der angiver grænsen mellem den frie bane og stationen.

På meget lange eller meget trafikerede stationer anvendes to indkørselssignaler, idet I-signalet her efterfølges af et stationsbloksignal for indkørsel (SI-signal).

Ligger stationen på en dobbeltsporet strækning, således at der er mulighed for indkørsel ad et venstrespor, kan der yderligere være anbragt et venstrespor-indkørselssignal (VI-signal) på stationen.

Ved udkørsel fra stationen vil der i de fleste tilfælde være opstillet en tilsvarende række af udkørselssignaler. Det vil først sige et perronudkørselssignal (PU-signal) og herefter et udkørselssignal (U-signal). På enkelte større stationer vil der herudover kunne optræde et særligt stationsbloksignal for udkørsel (SU-signal). Det vil i givet fald være anbragt mellem PU- og U-signalerne.

Som det var tilfældet i forbindelse med indkørslen fra en dobbeltsporet strækning, vil der herudover eventuelt være anbragt et venstresporudkørselssignal (VU-signal).

På fri bane kan der på strækninger med automatiske linjeblokanlæg være opstillet automatiske mellembloksignaler (AM-signaler).

Før et farepunkt, som det hedder, når et tog på fri bane nærmer sig et sidespor eller en bro med bevægelig klap, opstilles et såkaldt dækningssignal (DS-signal). AM- og DS-signaler kan være kombinerede.

Venstresporssignaler optræder ikke kun på stationer, men også på fri bane. I så tilfælde vil der altid være opstillet et venstremellembloksignal (VM-signal). Dette signal adskiller sig fra de øvrige hovedsignaler ved at bestå af to signaler, således som det fremgår af nedenstående tegning (fig.61).

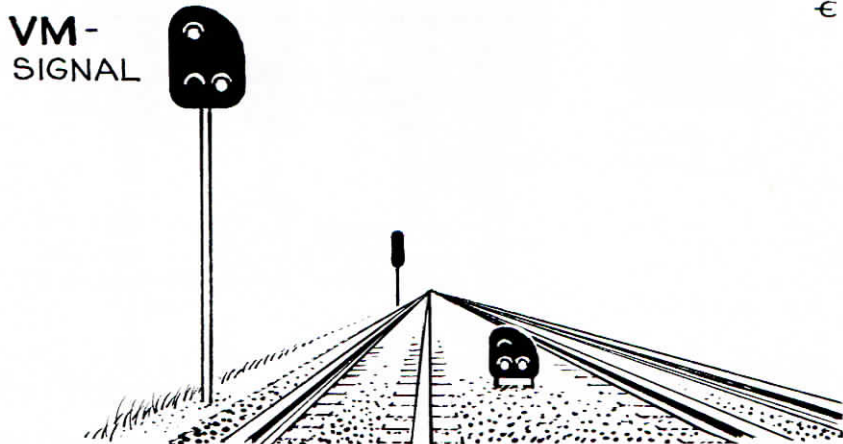


fig.61: VM-signal

Hvor der i dværgsignalerne kun benyttes hvidt lys, er hovedsignalerne udstyret med lamper, som kan vise farverne rødt, gult og grønt. Det røde og det grønne kan stå alene, blinke, fordobles eller vises i kombination med gult. På den måde kan hovedsignalerne afgive meldingerne »kør«, »kør igennem«, »kør med begrænset hastighed«, »stop« samt »stop og ryk frem«.

Meldingen »kør« gives ved brug af grønt lys. Tilladelsen til at køre betyder, at sporet er frit frem til næste hovedsignal.

Flere af hovedsignalerne er herudover i stand til at signalere »kør igennem«. Det gør de enten ved at udsende grønt blinkende lys eller ved at tænde to grønne lamper samtidigt. Tilladelsen til at køre igennem betyder, at der er frit spor også forbi det næste hovedsignal, der viser »kør«. Denne type af signalgivning kaldes også forsignalering.

I forbindelse med stationer gør specielle forhold sig gældende, hvorfor signalfarverne har en lidt anden betydning. Tilladelsen til at køre betyder her, at der er fri passage ind på stationen, ligesom tilladelsen til at køre igennem betyder, at der er fri passage gennem stationen helt ud forbi udkørselssignalet.

Tændes en gul lampe over den grønne (gult over grønt) betyder det, at kørslen skal finde sted med begrænset hastighed. I den forbindelse vil der på signalmasten oftest være anbragt noget, der fortæller, hvilken hastighed signalet skal passeres med. De særlige venstresporssignaler vil iøvrigt altid vise »kør« ved hjælp af gult over grønt, men det hænger sammen med bestemmelserne om, at venstresporsskørsel altid skal finde sted med nedsat hastighed.

»Stop« angives ved brug af rødt lys eller rødt lys i kombination med gult (gult over rødt).

Mange hovedsignaler kan herudover vise nødsignalet »stop og ryk frem«. Det anvendes i forbindelse med fejl i signaler og/eller sikringsanlæg. Meldingen afgives enten ved hjælp af rødt blinkende lys eller rødt blinkende lys i kombination med gult. Får føreren af et lokomotiv dette signal, betyder det, at toget skal standse foran signalet og at den videre kørsel skal finde sted med ringe fart og skærpet opmærksomhed (fig.62).

SIGNALLYS-FARVER		● RØD ◐ GUL ○ GRØN	BETYDNING
●	◐	◐	"STOP"
◐	◐	○	"KØR" (MED BEGRÆNSET HASTIGHED)
○			"KØR"
○	○	○	"KØR IGENNEM"
●	●	●	"STOP OG RYK FREM"
◐	◐		"BETINGET STOP"

fig.62: signallysfarver

Foruden de her viste signallysfarver kan hovedsignalerne på den del af S-banen, der er forsynet med HKT-anlæg, afgive et signal for »betinget stop«. Det henviser lokomotivføreren til HKT-anlæggets informationer og vises ved hjælp af to skråt anbragte gule lamper. De kaldes i daglig tale for kineserøjne.

Signalmasterne kan som omtalt være forsynet med forskelligt udstyr, der ikke blot fortæller om deres funktion, men som også supplerer de meldinger, der afgives ved brugen af lys i forskellige farver.

På PU-, SU- eller U-signaler kan der eksempelvis optræde bogstavvisere, som har til opgave at sørge for, at toget kan ledes ind på den rigtige strækning ved udkørslen fra stationen (fig.63).

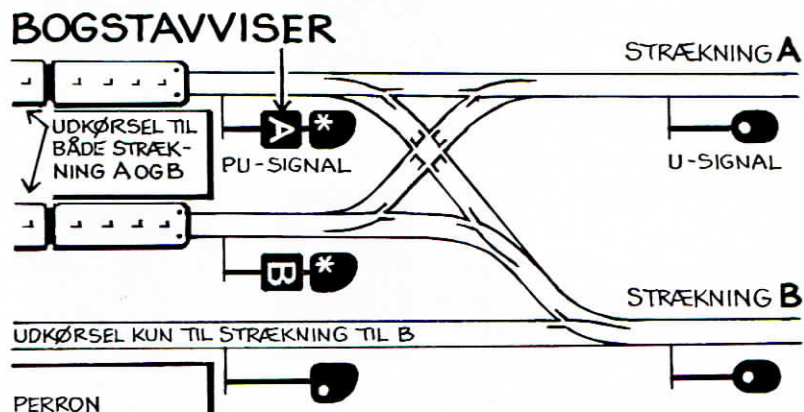


fig.63: bogstavvisere

Normalt fortæller hovedsignaler ikke noget om den hastighed, hvormed de skal passeres. En undtagelse er dog – som omtalt – de særlige venstresporssignaler (VI og VU), der kun må passeres med 40 km/t. På samme måde må kørsel ad venstre spor på fri bane kun finde sted med højst 80 km/t.

Oplysninger om hastighedsbestemmelser på de enkelte strækninger må lokomotivføreren læse sig til i tjenestekøreplanens indledende bemærkninger (TIB) suppleret med meddelelserne om midlertidige hastighedsnedsættelser (La). En anden mulighed for at orientere sig har lokomotivføreren i de standsignaler, der opsættes i forbindelse med hastighedsnedsættelser som følge af eksempelvis sporarbejder.

I- og SI-signaler vil normalt være forsynet med en hastighedstavle eller en hastighedsviser, som fortæller, hvilken hastighed der skal køres med. Det samme gælder PU- og SU-signaler, hvis der er tale om udkørsel til en vekselsporet strækning.

Hastighedstavlen er en rund, hvid tavle med en rød kant. Tavlen er forsynet med en fast malet hastighed, der gælder, når signalet viser »kør med begrænset hastighed«.

Hastighedsviseren er en kasse med en mængde små lamper. Ved at tænde en del af disse lamper kan der vises et tal eller et symbol. Vises et tal, skal det ganges med ti for at angive hastigheden.

Af symboler for hastigheder anvendes 5 forskellige typer. De angiver ikke, som man skulle vente, fem forskellige hastighedsbestemmelser, men kun tre.

De tre af disse bruges i forbindelse med signal for »kør« eller »kør igennem«. Symbolerne betyder så, at der fra signalet må køres med mindst 75 km/t, 60 km/t (»pil op«) eller højst 40 km/t (»pil ned«).

De to øvrige symboler handler igen om hastigheder på mindst 75 km/t og højst 40 km/t. Det første bruges på I-signaler, hvor der er opstillet SI-signal. Det betyder, at hastigheden fra I- til SI-signalet godt må være på mindst 75 km/t, men at hastigheden fra SI-signalet højst må være 60 km/t. Ved »kør« fra I-signalet må SI-signalet ventes at vise »stop«. Det andet symbol benyttes i forbindelse med signal for »kør med begrænset hastighed« og fortæller, at togvejen ind på stationen ikke har nogen sikkerhedsafstand (fig.64).

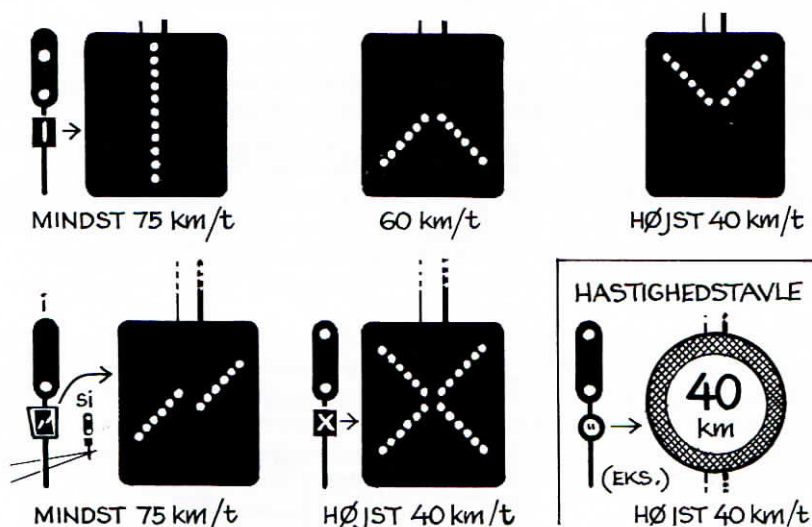


fig.64: hastighedsvisning

Fremskudte signaler

I erkendelse af, at det rullende materiel stopper og accelererer meget tungt, har man som omtalt indført forsignaling på strækninger, hvor der køres med høj hastighed.

Forsignaling kan finde sted ved brug af fremskudte signaler. De kendes på deres særlige facon, nemlig en oval, hvor den øverste del er skåret væk. Disse signaler viser blinkende lys i farverne gult og grønt.

Det fremskudte signal er opstillet før et hovedsignal og angiver, hvordan dette er stillet. To grønne blinkende lamper betyder, at hovedsignalet viser »kør igennem«. Er kun den ene grønne lampe tændt, betyder det, at signalet forude enten viser »kør« (med mindst 75 km/t) eller »kør igennem«. Tændes det gule blinkende lys betyder det, at hovedsignalet enten viser »kør med begrænset hastighed« (maksimalt 60 km/t) eller »stop« (fig.65).

FREMSKUDT SIGNAL

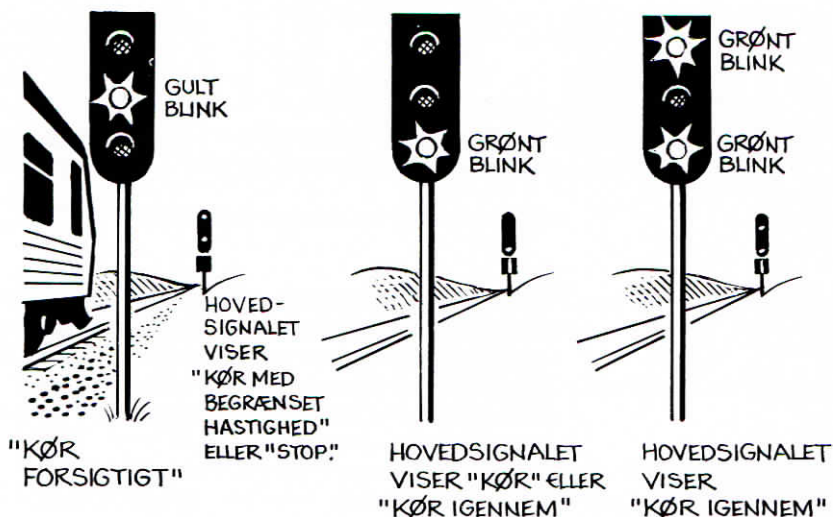


fig.65: fremskudte signaler

Signaler for overkørsler

Hvor banen krydser en vej vil der meget ofte være et automatisk overkørselsanlæg med rødt blinklys, klokker og eventuelt automatiske bomme. Sådanne anlæg aktiveres af det kommende tog ved hjælp af skinnekontakter, som er anbragt i en vis afstand fra overkørslen.

De automatisk sikrede overkørsler kan imidlertid være ude af drift som følge af fejl. For at forhindre ulykker er der før overkørslen anbragt et overkørselssignal. Det har til opgave at underrette lokomotivføreren om, hvorvidt overkørslen er sikret eller ej.

Overkørselssignalet er sekskantet og kan vise blinkende hvidt eller gult lys. Er det hvide blinklys tændt, betyder det, at overkørslen er sikret. Viser signalet gult, er det ensbetydende med, at overkørslen ikke er sikret, hvorfor passage af overkørslen kun må finde sted med yderste forsigtighed.

På strækninger, hvor den tilladte hastighed ligger over 75 km/t, er overkørsels-

signalet suppleret med et uordenssignal, som anbringes længere fremme mod overkørslen. Uordenssignalet er rombeformet og viser to gule lys mod toget, såfremt overkørslen ikke er i orden (fig.66).

SIGNALER FOR OVERKØRSEL

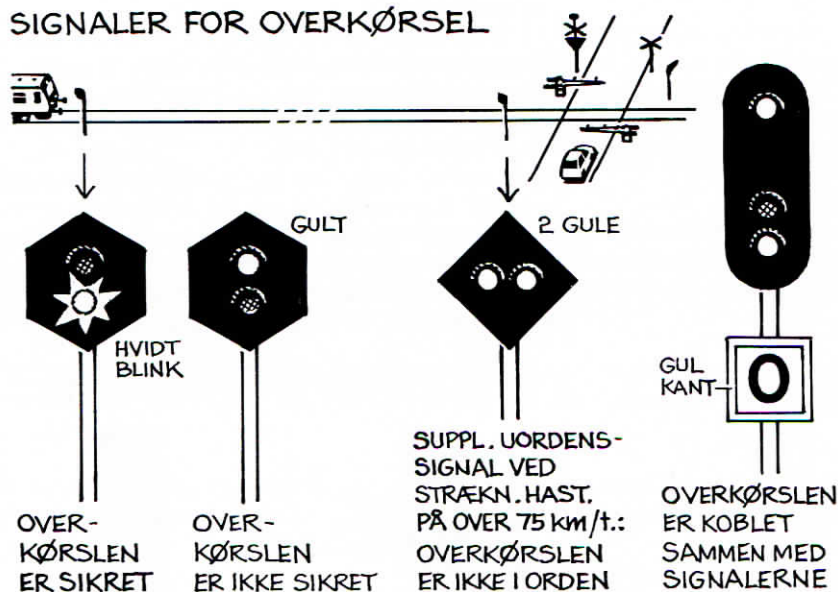


fig.66: signaler for overkørsler

På visse strækninger er de automatisk sikrede overkørsler koblet sammen med hovedsignalerne og her findes ingen overkørselssignaler. Til gengæld kan hovedsignalerne kun vise »kør« eller »kør igennem«, hvis overkørslen er i orden.

Hovedsignaler af denne type kendes på, at de forsynet med et gult skilt, hvorpå der er malet et sort O.

8.4. Sikringsanlæg

Sporisolationen

Ifølge sikkerhedsreglementet i DSB (SR) er det sikringsanlæggenes opgave at sikre, at sporskifter er aflåst i den rigtige stilling, når der er signal, og at forhindre samtidigt signal til togveje, der udgør en fare for hinanden.

Sikkerheden er sikringsanlæggenes primære og oprindelige funktion, men der er samtidig forudsætningen for, at man idag kan køre på sporene med en stærkt forøget intensitet.

Et af fundamentene i sikringsanlæggenes er sporisolationen.

Sporisolationen er et sporstykke, hvori den ene eller begge skinnestrengene er isoleret fra de tilstødende skinner ved hjælp af et skinnestød. Det isolerede skinnestød fremkommer ved, at der mellem de to skinnene er indlagt et isolerende mellemlæg. Hertil kommer, at de lasker, bolte og befæstelsesdele, der holder skinnen på plads, også er forsynet med en form for isolering.

Det isolerede sporstykke tilføres en fødespænding på 5-10 V, der cirkulerer mellem de to skinnestrengene via et relæ (fig.67).

SPORISOLATION

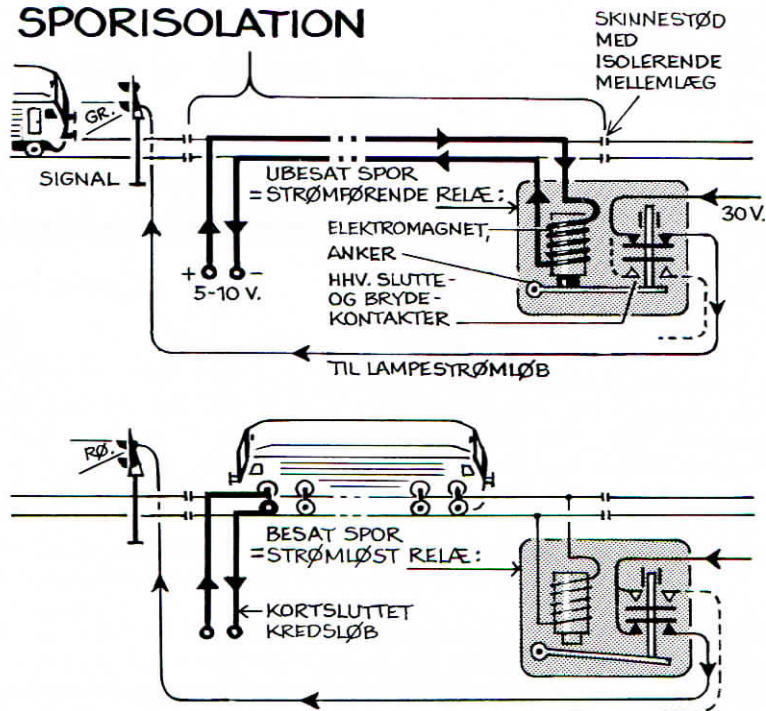


fig.67: sporisation

Når et tog passerer skinnestødet, kortslutter hjulene strømmen med den effekt, at relæet i strømkredsen bliver strømløst og falder fra.

Relæet i den lille strømkreds kan på den måde stå i to stillinger afhængigt af, om der er vogne i sporet eller ej.

Den simpleste anvendelse af sporisationen er at lade relæet tænde og slukke en lampe. På den måde kan det afgive informationer om, hvorvidt sporet er besat – som det hedder, når der er vogne i sporet – eller frit.

På et mere avanceret niveau sættes sporisationen i forbindelse med signaler, hvorved man eksempelvis kan forhindre, at et tog får tilladelse til at køre ind på et spor, hvor der allerede befinder sig et andet.

Mekaniske og elektromekaniske anlæg

På de danske jernbanestrækninger findes både ældre, nyere og helt nye sikringsanlæg. Af samme grund inddeler man dem gerne i generationer af sikringsanlæg.

De ældste er de mekaniske sikringsanlæg, der betjenes med store håndtag og som gennem trådtræk påvirker sporskifter og signaler. Den sikkerhedsmæssige afhængighed består i et system af stålstænger, som kan gribe ind i hinanden og derved spærre eller frigive håndtag til betjening. Dette system betegnes som »det mekaniske register«.

De elektromekaniske sikringsanlæg (type DSB 1912/46) adskiller sig fra de ældste rent mekaniske sikringsanlæg ved at være udstyret med en del elektriske installationer. Den mekaniske overvågning er således suppleret med en elektrisk overvågning, ligesom signaler og sporskifter betjenes elektrisk (fig.68).

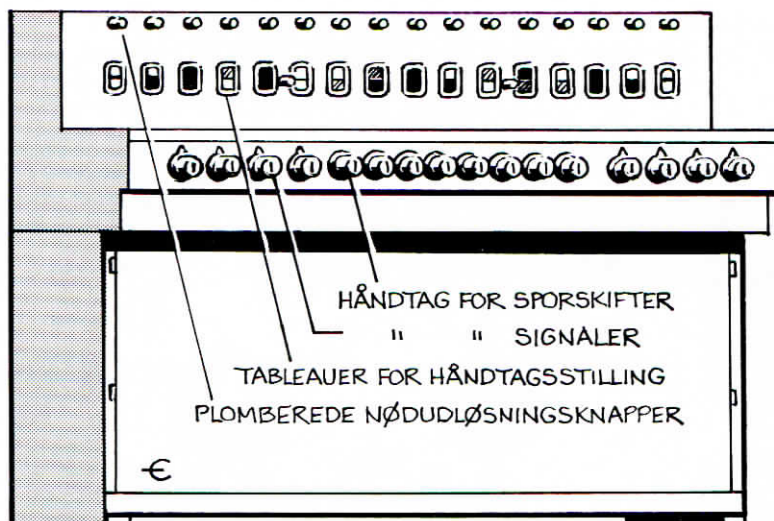


fig.68: elektromekanisk sikringsanlæg

Relæ- og relægruppelanlæg

Relæsikringsanlæggene (type DSB 1953 og 1954) er karakteristiske ved, at de mekaniske funktioner helt er overtaget af elektriske. De betjenes ved hjælp af trykknapper på en sportavle, som skematisk angiver stationens spor med de tilhørende signaler og sporskifter.

Relæsikringsanlæggene er bygget til at varetage en enkelt stations behov. En del af disse anlæg, der findes på såvel mindre som større stationer, kan – som vi senere skal se – fjernstyres.

Relægruppesikringsanlæggene (type DSB 1964, 1969 og 1972) er, som navnet fortæller, sammensat af hele grupper af relæer. Hver relægruppe udgør et helt lille sikringsanlæg for sig, idet en relægruppe eksempelvis styrer et sporskifte eller et signal. Selve sikringsanlægget fremkommer ved at forbinde de enkelte relægrupper med hinanden. Det gør man, så det svarer til den måde, hvorpå signaler og sporskifter er placeret på stationsområdet (fig.69).

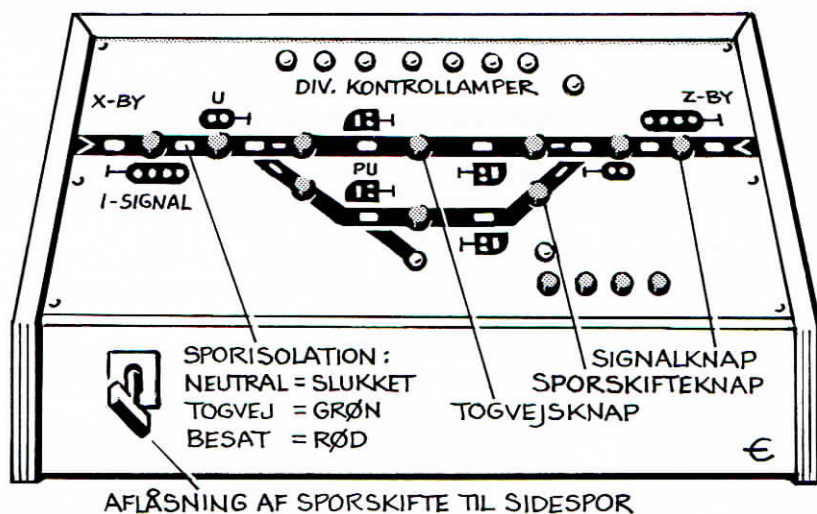


fig.69: relægruppesikringsanlæg

Oprindeligt blev type DSB 1964 konstrueret til brug på meget store stationer, men da sikringsanlæggene på S-banen skulle fornyes i forbindelse med indførelsen af HKT, tog man udgangspunkt i denne type sikringsanlæg. Da der er tale om et helt nyt anlæg, som både kan fungere sammen med HKT og fjernstyring, valgte man at benævne anlægget type DSB 1969.

Til brug på fjernbanerne udvikledes et relægruppesikringsanlæg, som minder meget om type DSB 1969. Også det har man valgt at forsyne med eget navn, nemlig type DSB 1972.

Elektroniske anlæg

Den nyeste generation af sikringsanlæg er de elektroniske, hvor relæerne er erstattet af datamater. Det første af disse elektroniske sikringsanlæg var type DSB 1977, der imidlertid kun kan betegnes som et delvist elektronisk anlæg. Betjeningen finder ganske vist sted via skærmterminal, men indtil videre er kun en del af relæerne erstattet af microprocessorer.

Udfordringen vil i de kommende år ligge i konstruktionen af det fuldelektroniske sikringsanlæg og det arbejde er allerede igang.

Hjernen i et sådant fuldelektronisk sikringsanlæg er en central datamat installeret på selve stationen. Her varetager den overvågningen og aktiveringen af sikringsanlæggene ved hjælp af de informationer, som den modtager fra anlæggets betjeningsterminal og fra sikringsanlæggets enkeltdele via microprocessorerne. Udover disse funktioner foretager centraldatamaten systemovervågning, ligesom den fører en slags logbog.

Kontrolpanelet kan være en sportavle eller en dataskærm med tilslutning af en teknikerterminal til brug ved fejlretning. Processorerne i de forskellige moduler kontrollerer nemlig til stadighed såvel programmet som teknikken. I tilfælde af fejl udelukkes det fejlbehæftede modul, mens andre moduler overtager dets funktion. Samtidig hermed udskrives en meddelelse om fejlen på teknikerterminalen (fig.70).

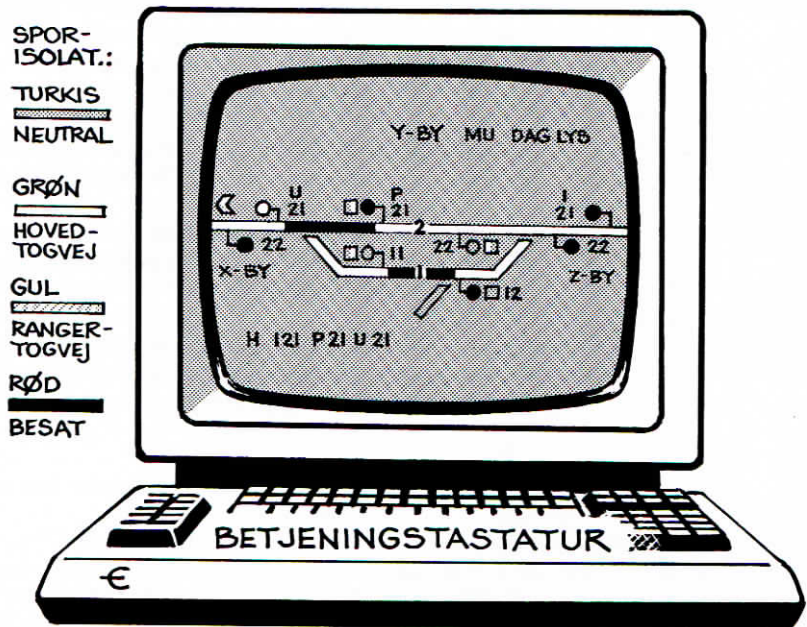


fig.70: fuldelektronisk sikringsanlæg

Fra starten blev togenes kørsel på fri bane sikret gennem udveksling af telegrafiske eller telefoniske meldinger mellem stationerne. Det betød, at samtlige stationer skulle være bemandede og at der kun kunne køre et enkelt tog ad gangen på sporet mellem to stationer.

For at bedre sikkerheden, spare mandskab og øge trafikintensiteten blev linjeblokanlæggene udviklet. Af linjeblokanlæggene findes to, nemlig den automatiske linjeblok og signalblokken.

Grundelementet i linjeblokanlæggene er sporisolationen. På en strækning med automatisk linjeblokanlæg er således hele sporstykket mellem to nabostationer isoleret.

Når et tog kører ind i et blokafsnit, kortsluttes sporisolationen og signalet sættes på »stop«. På den måde sikres det, at et tog altid har et signal bagved sig, der viser rødt.

Når toget forlader blokafsnittet, sluttes kredsløbet i sporisolationen igen, hvorefter et nyt tog kan køre ind i afsnittet. Før signalet imidlertid igen bliver istand til at vise grønt, skal det første tog ikke blot have forladt blokafsnittet, men også have passeret signalet ved afsnittets afslutning og sat det på »stop«.

Den simpleste form for automatisk linjeblok giver stadig kun mulighed for kørsel med ét tog på strækningen mellem to stationer. Den mere avancerede linjeblok er opdelt i en række blokafsnit, hvorved der på strækningen kan køre lige så mange tog, som der er blokafsnit. Til markering af, hvor et afsnit begynder og slutter, er der på strækningen opstillet automatiske mellembloksignaler.

Et automatisk linjeblokanlæg kan eksempelvis bestå af tre blokafsnit. Det første går så fra afgangsstationens udkørselssignal til det første mellembloksignal. Det andet går fra dette signal til det næste mellembloksignal, ligesom det tredje går fra dette signal til ankomststationens indkørselssignal (U-AM1, AM1-AM2, AM2-I).

Er linjeblokken opdelt i flere blokafsnit, forsignalerer signalererne hinanden. Et enkelt grønt lys betyder, at det følgende afsnit er frit, ligesom to grønne lys betyder, at to blokafsnit er fri. Herudover kan der vises »stop og ryk frem«, hvis der er fejl i anlægget (forudsat at selve sporisolationen er i orden).

For at få blokken til at fungere efter hensigten skal der sendes en række forskellige elektriske impulser fra signal til signal.

I de tidlige linjeblokanlæg blev sådanne impulser sendt gennem skinnerne. Nu sendes de gennem kobber- eller lyslederkabler fra relæudstyret ved det ene signal til udstyret ved det andet.

Nogle af disse impulser har sikkerhedsmæssig betydning, idet de er en betingelse for, at signalerne kan vise »kør« eller »kør igennem«. Disse sikkerhedsimpulser sendes altid bagud i forhold til køreretningen (fig.71).

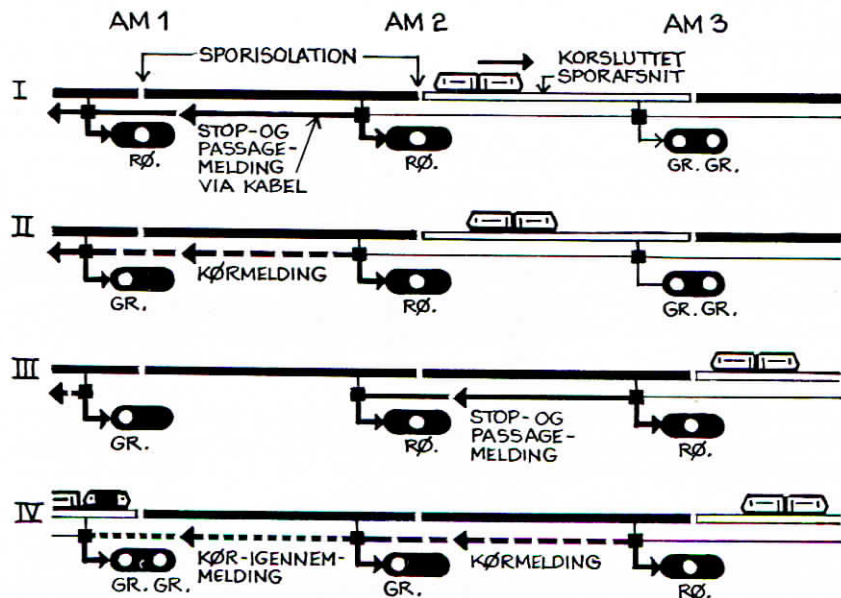


fig.71: sikkerhedsimpulser

På det automatiske linjeblokanlæg sendes også impulser fremad. Enten mod det næste automatiske mellembloksignal eller mod ankomststationens indkørselssignal. Disse impulser er primært af praktisk betydning, idet de har til opgave at aktivere signalerne, som normalt er slukkede.

På dobbeltsporet bane kan der i princippet etableres et antal af blokafsnit, dog ikke flere end et kørende tog kan nå at standse foran et signal. På enkeltsporet bane vil der højst være tale om at etablere to blokafsnit.

Skønt princippet i linjeblokanlægget er det samme, uanset om vi taler om dobbeltsporet eller enkeltsporet bane, er der i praksis mange forskelle på deres respektive indretning og udstyr.

På enkeltsporet bane skal linjeblokken hver gang, der sendes tog afsted, stilles til den rigtige køreretning. På enkeltsporet bane forsigneres ved hjælp af fremskudte signaler og anlægget er ikke udstyret, så det kan vise nødsignalet »stop og ryk frem«.

Det er iøvrigt på sådanne enkeltsporede baner vi finder signalblokken.

For at etablere en signalblok er det ikke nødvendigt at isolere en hel strækning mellem to stationer. Det er i den forbindelse tilstrækkeligt at isolere stationerne. Signalgivningen er på signalblokken ikke afhængig af, hvorvidt sporet er besat eller ej, signalblokkens funktion er således udelukkende at kontrollere, at det forudgående tog har forladt blokafsnittet.

Vekselsblokanlæg

På de danske jernbaner har man omtrent fra begyndelsen benyttet to driftsformer, nemlig enkeltspordrift og dobbeltspordrift. I 1987 blev de suppleret med en tredje driftsform, der benævnes vekselspordrift. Vekselspordrift betyder, at alle spor på en flersporet strækning valgfrit kan befæres i begge retninger. Det giver i forhold til almindelig dobbeltspordrift en klar forøgelse af strækningens kapacitet.

teten, eksempelvis på de tidspunkter, hvor passagerer transporteres til og fra arbejde (fig.72).

VEKSELBLOKANLÆG

€

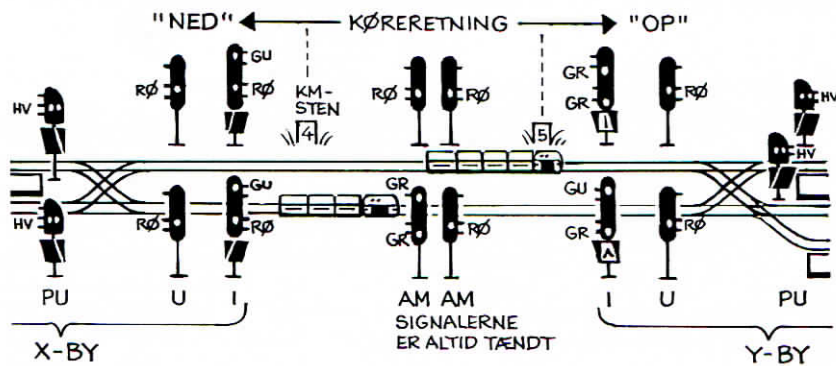


fig.72: vekselblokanlæg

Ved almindelig dobbeltspordrift er strækningerne indrettet til kørsel ad højre spor. De fleste af disse strækninger er dog udstyret med signaler og linjeblokanlæg til kørsel ad venstre spor. Venstresporkørsel har imidlertid sine begrænsninger. Først og fremmest fordi der almindeligvis kun er ét langt venstresporsblokafsnit mellem to stationer. Endvidere skal der ved venstresporkørsel køres med nedsat hastighed, ligesom samtlige lokomotivførere skal underrettes om den ændrede sporbenyttelse.

Ved vekselspordrift er strækningerne som sagt indrettet til kørsel i begge retninger på alle strækningsspor. De er af den grund udstyret med normale højresporssignaler for begge køreretninger. Det betyder, at et tog kan sendes ad et vilkårligt strækningsspor uden forudgående underretning af lokomotivføreren.

Den linjeblok, der anvendes ved vekselspordrift, kaldes en vekselblok. Bortset fra, at den er udstyret med signaler for begge køreretninger, er bloktypen udstyret med de samme faciliteter som den almindelige linjeblok til dobbeltspor, herunder forsignaling af næste signals stilling og muligheden for at vise »stop og ryk frem«.

Når der stilles signal ad et spor i den ene retning, skal blokken være indstillet til kørsel i den pågældende retning. Den indstillede køreretning opløses ikke, når et tog forlader strækningen, men fastholdes indtil køreretningen vendes af betjeningspersonalet. De to køreretninger benævnes iverigt op/ned regnet i forhold til strækningens kilometrer (kilometerinddeling).

Normalstillingen for signalerne på et sådant vekselblokanlæg vil i køreretningen være »kør igennem« (to grønne lys) og »stop« (rødt lys) i den modsatte køreretning.

Ud over disse meldinger indeholder vekselblokken funktionen »strækning på stop«. Den bruges, hvis man af den ene eller anden grund ønsker at stille samtlige strækningssporets signaler på stop. Funktionen benyttes endvidere, når der skal køres med arbejdstog, idet vekselblokken er indrettet på en sådan måde, at der ikke kan laves uorden i bloklæggene, så længe signalerne holdes på »stop«.

Af sikkerhedshensyn er signalerne på strækninger med vekselspordrift til stadighed tændt.

8.6. Overvågningsanlæg

Parallelt med opbygningen af de mange nye sikrings- og trafikafviklingsanlæg har DSB taget et stort skridt i retning af elektronisk overvåget togdrift. Det skyldes ønsket om helt at kunne udelukke de menneskelige fejl. Det kan eksempelvis dreje sig om utilsigtede hastighedsoverskridelser og forbikørsel af et signal på »stop«.

De to systemer DSB benytter sig af er HKT og ATC, der begge har til opgave at overføre hastigheds- og stopinformationer direkte fra sikringsanlæggene til togenes førerrum. HKT, som blev indført på S-banen i midten af 1970'erne, er en forkortelse af betegnelsen hastighedskontrol og (automatisk) togstop. ATC er en forkortelse af begrebet automatic traffic control, der normalt oversættes med automatisk togkontrol. ATC ibrugtages i sin fulde udstrækning på fjernbanen samtidigt med det nye højhastighedstog IC3, der er udstyret med de nødvendige mobile anlæg.

HKT-anlæggets faste anlæg indgår som en del af sikringsanlæggene. Herfra overføres informationer til de mobile HKT-anlæg i S-togene ved hjælp af tonefrekvensvekselstrømme, der transmitteres via et antennekabel udlagt mellem skinnestrengene.

Med 6 forskellige tonefrekvenser, der kodes sammen to og to, er det muligt at overføre i alt 15 forskellige informationer. Det drejer sig om den tilladte hastighed, stop, midlertidige hastighedsnedsættelser og en ordre om at køre efter de ydre signaler. Det sidste vil sige, at lokomotivføreren skal rette sig efter de opstillede signaler og ikke efter HKT-anlægget.

I S-toget vises disse informationer på et førerrumssignal, der er sammenbygget med lokomotivets hastighedsviser. Et antal lamper på førerrumssignalet fortæller herudover om HKT-anlæggets driftstilstand og om, hvilken type af informationer, der modtages. En højttaler i førerrummet afgiver ved hvert informationsskift en kort tone.

Togets hastighed, der måles direkte på et af hjulene, sammenlignes løbende med den tilladte hastighed på strækningen. Kører toget hurtigere end tilladt, blinker hastighedslampen og gør herved lokomotivføreren opmærksom på, at hastigheden skal nedsættes. Overskrides den tilladte hastighed med mere end 5 km/t, driftsbremses toget. Det gør det, indtil den rette hastighed er opnået, eller indtil føreren af lokomotivet selv bremser. Hvis toget imidlertid herefter igen overskrider fartgrænsen, iværksættes en automatisk nødbremssning. En sådan nødbremssning træder desuden i kraft, når et S-tog med stopinformation forsøger at passere et signal på »stop« (fig.73).

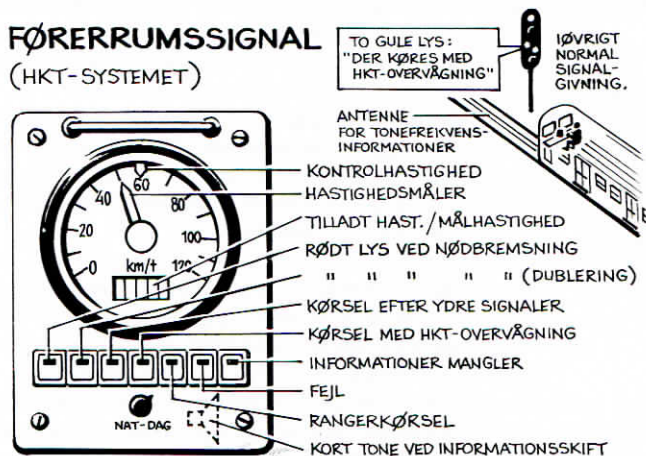


fig.73: førerrumssignal (HKT)

I løbet af ganske få år vil også fjernbanerne være udstyret med et lignende anlæg. Det system, som installeres på fjernbanerne, minder om det, der allerede er i brug på S-banen, men fjernbanens elektroniske overvågningssystem er naturligvis udviklet med henblik på at fungere sammen med fremtidens data-transmission via lysleder-kabler.

ATC sender informationerne til toget via linjeleder eller punktbaliser, det vil sige magneter, der er skruet direkte på skinnerne. Gennem baliserne overføres informationer vedrørende den eller de kommende strækninger direkte til togets førerrum (fig.74).

FØRERRUMSSIGNAL VED ATC SYSTEMET

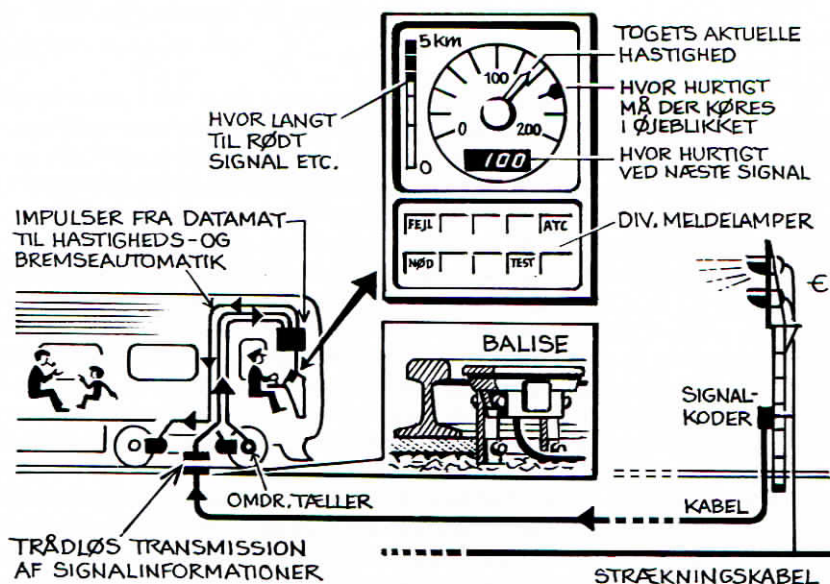


fig.74: førerrumssignal (ATC)

8.7. Fjernstyringsanlæg

En fjernstyringscentral – i daglig tale en FC – har til opgave at foretage en central og koordineret styring af alle de sikkerheds- og informationsmæssige forhold, der knytter sig til afviklingen af moderne togtrafik.

Et fjernstyringsanlæg kan omfatte en eller flere togfølgestationer, bemandede såvel som ubemandede. De benævnes understationer. Fra midten af 1950'erne og fremad blev der oprettet 14 fjernstyringscentraler, hvoraf de 4 befinder sig øst og de 10 vest for Storebælt. Disse centraler betegnes som regionale fjernstyringscentraler (RFC).

Selv om de regionale fjernstyringscentraler opretholdes i fremtiden, er det tanken at etablere en landsdækkende driftscentral (DC), hvorfra man kan overvåge og styre trafikken på hele DSB's spornet – også set i relation til de øvrige europæiske baner. Tanken bag driftscentralen er naturligvis at gøre det muligt fra centralt hold at overskue, styre og disponere over de ressourcer, der kræves for at afvikle trafikken. Det vil primært sige mandskab og materiel, men hertil kommer en række passagervendte informationsmuligheder (fig.75).

DRIFTSCENTRALEN

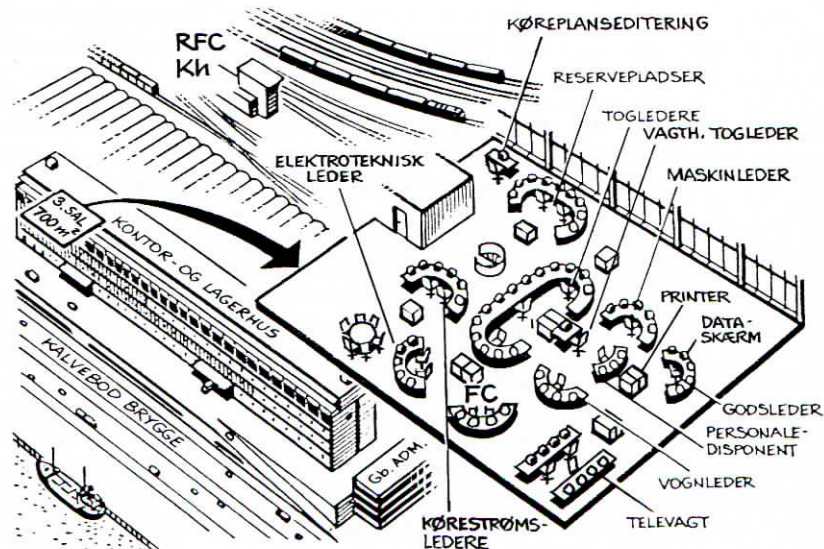


fig.75: driftscentral

Driftscentralen, som er under opbygning i disse år, vil i sin fuldt udbyggede form tillægge såvel en central som en decentral styring af togtrafikken. En decentral styring vil eksempelvis kunne komme på tale i forbindelse med kabelbrud.

Hidtil er fjernstyringskablerne udgået fra fjernstyringscentralen i stjerneform. I tilfælde af kabelbrud har det derfor ikke været muligt at fjernstyre de stationer, som var beliggende fra brudstedet til endestationen. For at kunne opretholde togdriften har det i sådanne situationer været nødvendigt at udsende stationsbestyrere til de berørte stationer. Fremtidigt forbindes fjernstyringskablets anden ende igen med fjernstyringscentralen i en ringforbindelse via driftscentralen. Det giver mulighed for fjernstyring fra enten driftscentralen eller en regional fjernstyringscentral.

Da det i løbet af 1970'erne stod klart, at de anvendte fjernstyringsystemer hverken kunne tilfredsstille fremtidens tekniske krav eller servicemæssige behov, udvikledes nye systemer til overvågning og styring af togtrafikken. Det foregik i takt med opbygningen af driftscentralen og kørestrømscentralen for de fjernelektrificerede strækninger (KC).

Allerede nu er de fleste større fjernstyringscentraler udstyret med et hjælpemiddel, som klarer de mest rutineprægede opgaver, nemlig automatisk stationsdrift (AS). I dette fjernstyringssystem figurerer understationernes togvejsspor med et nummer, som indkodes for hvert tog. Indtil et givet tog har nået sit indkodede bestemmelsessted, fungerer signalgivning for det automatisk.

På samme måde kan man idag på visse fjernstyringscentraler benytte sig af automatisk gennemkørselsdrift (AG). Systemet omfatter et antal stationer på dobbeltsporede strækninger og betyder, at et tog, der nærmer sig en given station på strækningen, automatisk vil få signalet »kør igennem«.

Det nye fjernstyringssystem er datamatbaseret og indeholder mulighed for fjernstyring af såvel sikrings- som kørestrømsanlæg på fjernbanerne. Det sidste handler primært om at kunne foretage ud- eller indkobling af kørestrøm.

Som et supplement til det nye fjernstyringssystem anvendes et automatisk tognummersystem (ATNS). Systemet fungerer på den måde, at togene – påhæftet deres tognummer – kan følges på fjernstyringscentralens grafiske farveskærme, der gengiver deres vej gennem jernbanens infrastruktur.

ATNS er et hjælpemiddel, som ikke er konfliktløsende i sig selv. Ved at udnytte de grafiske skærme kan man imidlertid få et overblik over trafiksituationen og gribe ind, så man allerede inden problemerne opstår kan foretage ændringer eller opstille alternative planer for trafikafviklingen.

Fjernstyringssystemet indeholder endvidere et elektronisk melde- og passagerinformationssystem (EMPS). Systemets ydre anlæg er de dataskærme, som befinder sig på stationernes kommandoposter og billetkontorer. På sådanne skærme kan personalet og passagererne ikke blot orientere sig om ankomst- og afgangstider, udgangs- og endestation, spornummer, tognummer og togart, men også få oplysninger om forsinkelser og andre særlige forhold.

I tilknytning til det datamatbaserede fjernstyringssystem etableredes et landsdækkende administrationssystem (ADM) ved hjælp af hvilket, der fra centralt hold kan disponeres over tog-, gods-, vogn- og maskinledelse samt personale og tekniske anlæg.

Rent bortset fra de overbliksmuligheder det giver, er der yderligere åbnet mulighed for en effektiv koordinering af indsatsen i forbindelse med fællesopgaver. Det kan eksempelvis være sporspærringer, fremførsel af arbejdskøretøjer, ekstratog, særtog og usædvanlige transporter.

9. Elektrificerede strækninger

9.1. Køreledninger

S-banen

S-banens køreledningsanlæg forsynes med 1650 V jævnspænding fra omformerstationer gennem kabler eller luftledninger. Forbindelsen etableres via en ledningskobler, hvorfra der er forbindelse til køreledningerne.

S-togets strømaftager (pantograf) leder strømmen fra køretråden til togets motorer, hvorfra den returnerer gennem én eller flere skinnestrengte.

Returskinnesystemet, der normalt består af flere parallelle spor, er gennem kabler tilsluttet omformerstationen. Herved er der skabt et elektrisk kredsløb.

Køreledningerne består af tre forskellige ledninger, nemlig køretråd, bæretov og forstærkningsledning.

Materialet til køretråden er en kobberlegering og den massive tråd har et tværsnitareal på 100 mm². Køretråden, hvoraf der sædvanligvis kun er en enkelt, er imidlertid ikke cirkelrund. Som det fremgår af nedenstående illustration, viser et tværsnit, at køretråden er forsynet med et par indhak. De benyttes ved ophængningen, hvorved man undgår at forsyne køretråden med beslag (fig.76).

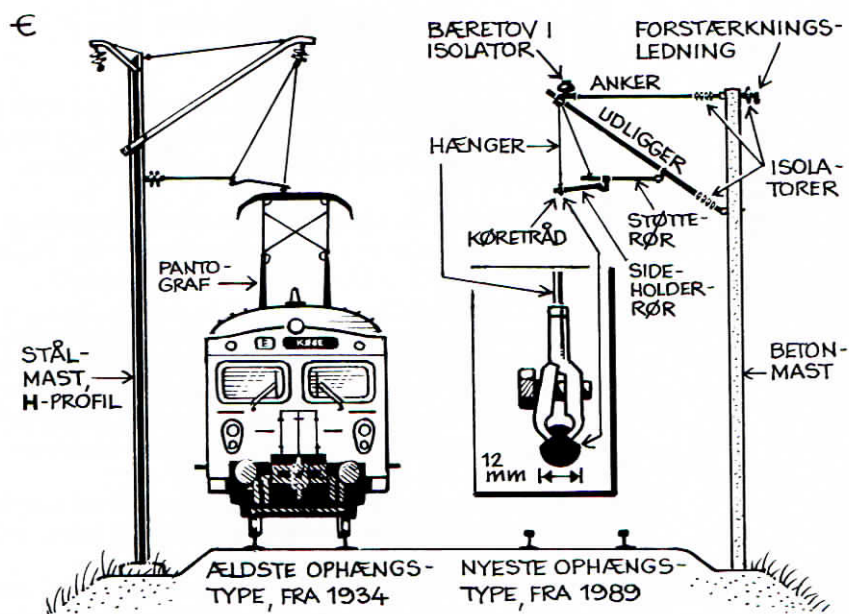


fig.76: køreledninger

Når køretråden på den høje led er slidt ned til en vis tykkelse, udskiftes den. Det sker dels af hensyn til ledningstværsnittet (jo mindre tværsnit, desto ringere transmission af strøm) og dels for at undgå, at køretråden brister og falder ned.

Bæretovets funktion er at holde køretråden i den rette position over sporene. Det er nødvendigt, hvis man vil undgå voldsomme svingninger og varierende højder. Bæretovet er udspændt over køretråden, som fastholdes af en række hængere af forskellig længde (fig.77).

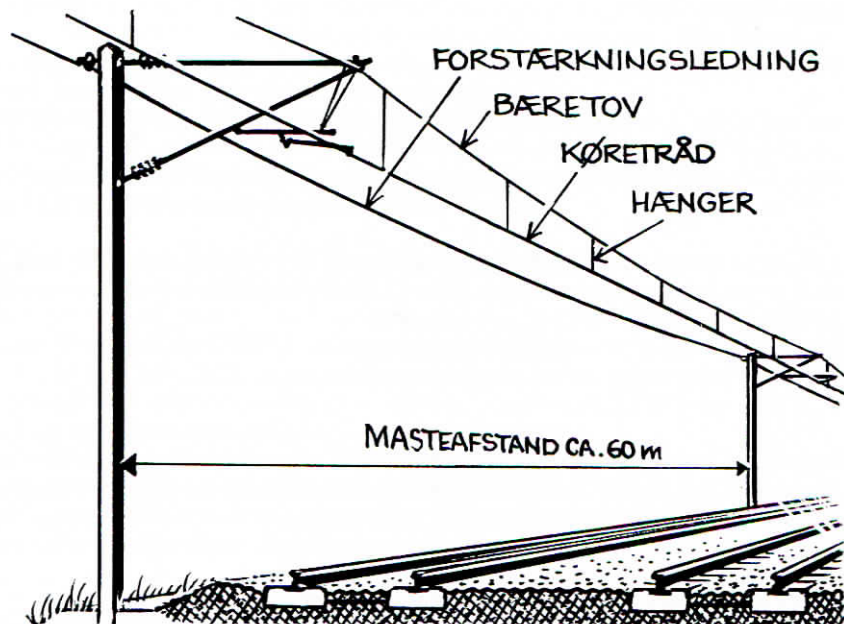


fig.77: køretråd, bæretov og hængere

Bæretovet vil som hovedregel være fremstillet af en bronzelegering og have et tværsnit på 50 mm^2 . På ældre dele af S-banens køreledningsnet kan man dog finde bæretov med tværsnit på både 70 og 95 mm^2 .

Køretrådens og bæretovets samlede tværsnitsareal er dog ikke tilstrækkeligt til, at man kan fremføre den nødvendige energi. Derfor anvendes på S-banen en ekstra ledning til forstærkning af dette tværsnit.

Forstærkningsledningen, som denne ledning kaldes, er af rent kobber og har et tværsnit på 240 mm^2 . Her – som ved de øvrige køreledninger – kan man finde variationer, idet der tidligere anvendtes forstærkningsledninger med tværsnit på kun 95 og 150 mm^2 . En sådan forstærkningsledning er normalt placeret på bagsiden af masten i samme højde som bæretovet.

For at kunne fungere efter hensigten er der for hver 100 m etableret en ledende forbindelse mellem forstærkningsledning, bæretov og køretråd.

På S-banen består returledningsnettet primært af skinnerne. Hvor dette ikke er tilstrækkeligt til at lede strømmen tilbage til omformerstationen, benyttes herudover kobberkabler.

9.2. Køreledningsmaster

S-banen er forsynet med master af flere forskellige typer. Det drejer sig fortrinsvis om strengbetonmaster, profilmaster og gittermaster (fig.78).

Strengbetonmasten er den svageste af masterne, hvorfor den fortrinsvis anvendes på fri bane og ofte kun til ophængning af køreledninger til et enkelt spor. Profilmasten af HE-jern er lidt stærkere, hvorfor den gerne anvendes på stationsområder. Den kan imidlertid også ses anvendt på fri bane.

Gittermasten, der er en mast konstrueret af fire vinkeljernsprofiler (L-jern), er den stærkeste af mastetyperne og fås i mange forskellige dimensioner. Da den kan belastes væsentligt mere end de to foregående typer, anvendes den gerne,

hvor der skal etableres et bevægeligt opfang eller en ledningskobler. Skal sådanne køreledningselementer monteres på strengbeton- eller profilmaster, forsynes masterne med barduner.

En variant af gittermasten er den såkaldte UNP-280 mast, der er opbygget omkring to stykker U-(normalprofil)jern. Da den – som det fremgår – kun fylder 280 mm på den korte led, er den særdeles velegnet på steder, hvor begrænsede pladsforhold gør sig gældende. Eksempelvis mellem to spor.

MASTETYPER

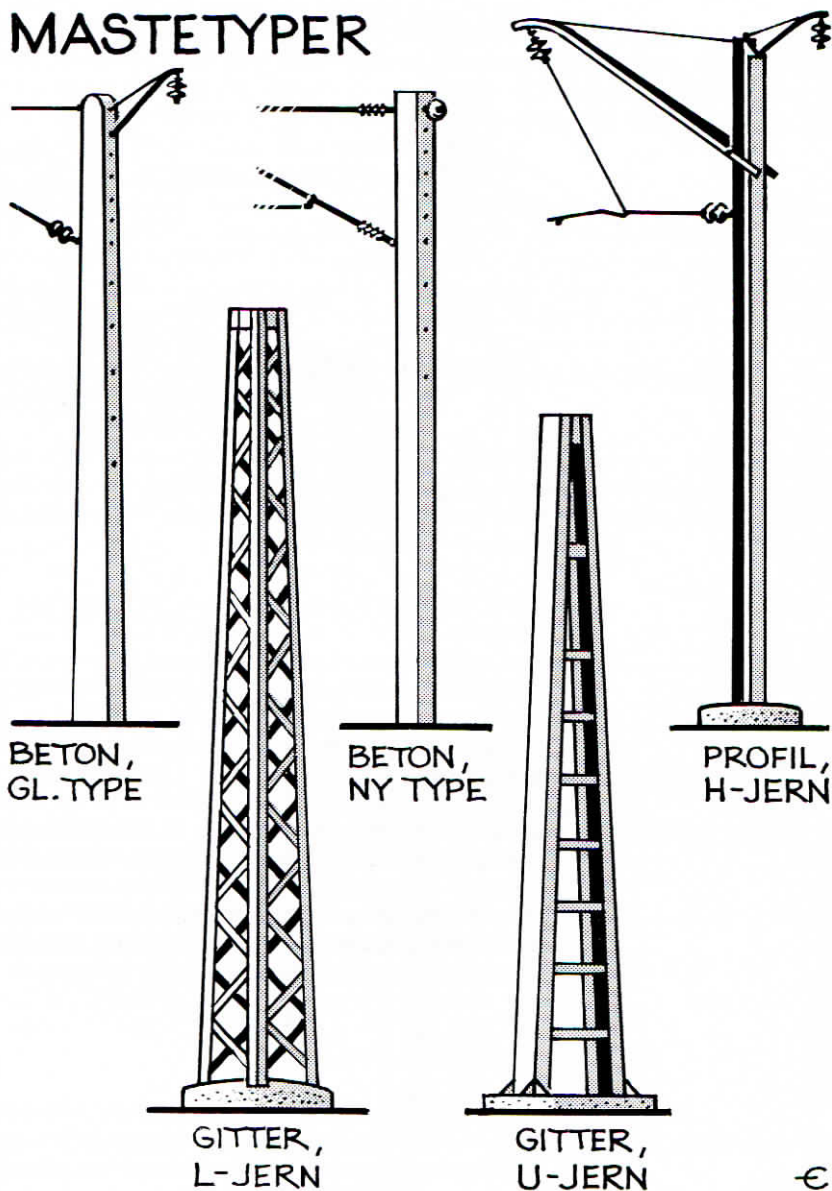


fig.78: mastetyper

I forbindelse med fjernelektrificeringen har man af arkitektoniske årsager valgt at forsyne den parallelløbende del af S-banen med master af samme type som dem, der anvendes på fjernbanerne. På sådanne strækninger vil der af samme grund optræde master af korrosionstrægt stål (cortenstål). Disse master findes både som enkeltmaster, galgemaster og rammer.

Køreledningsophæng

Køreledningerne ophænges på masterne ved hjælp af et særligt køreledningsophæng (K-ophæng) kaldet en udligger. Udliggeren består af jern- eller aluminiumsrør, diverse samleled og isolatorer.

Isolatorerne er fremstillet af glas, porcelæn eller glasfiber og deres facon afhænger dels af deres alder og dels af deres placering (fig.79).

ISOLATORTYPER

€

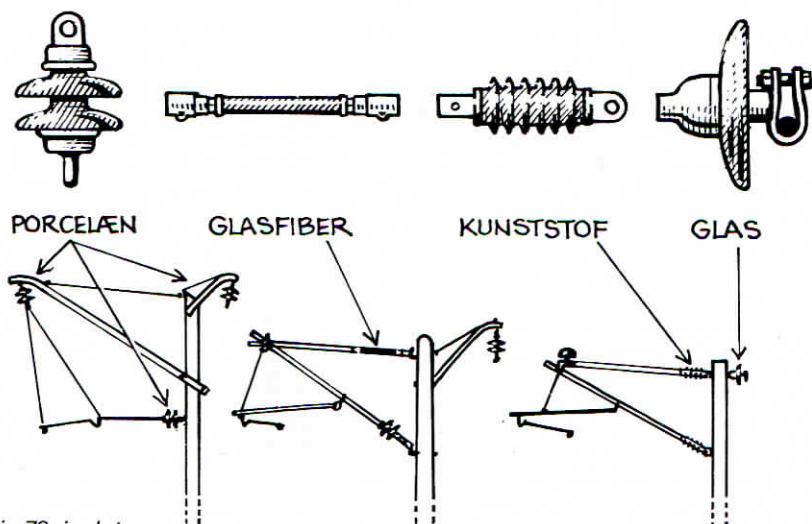


fig.79: isolatorer

Isolatorerne anbringes ind mod master og isolerer herved de bærende konstruktioner mod de strømførende dele. Alle de bærende konstruktioner er iøvrigt forbundet med skinnerne, hvorfor strømkredsløbet kortsluttes, hvis en isolator svigter.

Køreledningsophængets opgave er at holde bæretovet og fastholde køretråden i den korrekte position over sporet. Bæretovet hænger under normale omstændigheder umiddelbart over køretråden, men begge forskydes med mellemrum hen over sporets profilmidte inden for et område på ca 35 cm til hver side. Det kaldes køretrådens zig-zag og er konstrueret med henblik på at opnå et ensartet slid på S-togets strømaftager (pantograf).

Ledningsfelt

Hvis køretråden blot udspændes mellem to master, vil trådens højde mellem masterne være lavere end den er ved ophængningspunkterne. Højdeforskellen fremkommer på grund af kobberkablets vægt. Løsthængende køretråde ville herudover betyde, at køretråden ved pantografens tryk sættes i svingninger.

En sådan ophængning vil være særdeles u hensigtsmæssig, fordi den medfører, at strømaftageren med mellemrum slipper køretråden med den effekt, at der dannes spændingsoverslag (lysbuer). Sådanne spændingsoverslag ned sætter ikke blot energioverførslen, men åbner også mulighed for beskadigelse af såvel pantograf som køretråd.

En del af problemet blev som omtalt løst ved at forsyne køretråden med et bæ-

retov og et antal hængere af varierende længde. Herved er problemet omkring temperaturudsving – med påfølgende ledningsudvidelser eller sammentrækninger – dog ikke løst.

Ved temperaturudsving på mellem minus 30 og plus 40 grader vil en køretråd af kobber på 1000 m ændre sig med omkring 1 m. Hvis køretråden derfor forankres til en mast med et fast ophæng, vil enten masten knække eller køretråden bryde. Ved temperaturer herimellem vil køreledning og bæretov hænge enten for højt eller for lavt.

Dette forhold er der taget højde for ved at opbygge køreledningsanlægget i ledningsfelter, der siden sammenbygges til længere ledningsafsnit. Sådanne ledningsafsnit er ved hjælp af koblere forbundet med hinanden og danner tilsammen S-banens køreledningsnet. De enkelte ledningsafsnit forsynes separat fra omformerstationer langs S-banenettet.

Ledningsfeltet eller opspændingsfeltet er karakteristisk ved, at køretråd og bæretov er forankret i et bevægeligt ophæng. Det vil sige, at køretrådene i hver ende lægges over et tovhjul og forsynes med et lod af en passende vægt (normalt 575 kg). I praksis anvendes altid et tovhjul med et udvekslingsforhold på 1:3. Vægten af loddet kan herved reduceres til en trediedel af opspændingskraften.

På nye strækninger og ved ombygning af gamle vil køretråd og bæretov blive forankret i hvert sit tovhjul.

Ved anvendelse af bevægeligt ophæng vil en udvidelse eller en sammentrækning af køreledningerne kun bevirke, at loddet henholdsvis sænkes eller hæves. Køretråd og bæretov vil derimod være opspændt med samme kraft (fig.80).

BEVÆGELIGT OPFANG

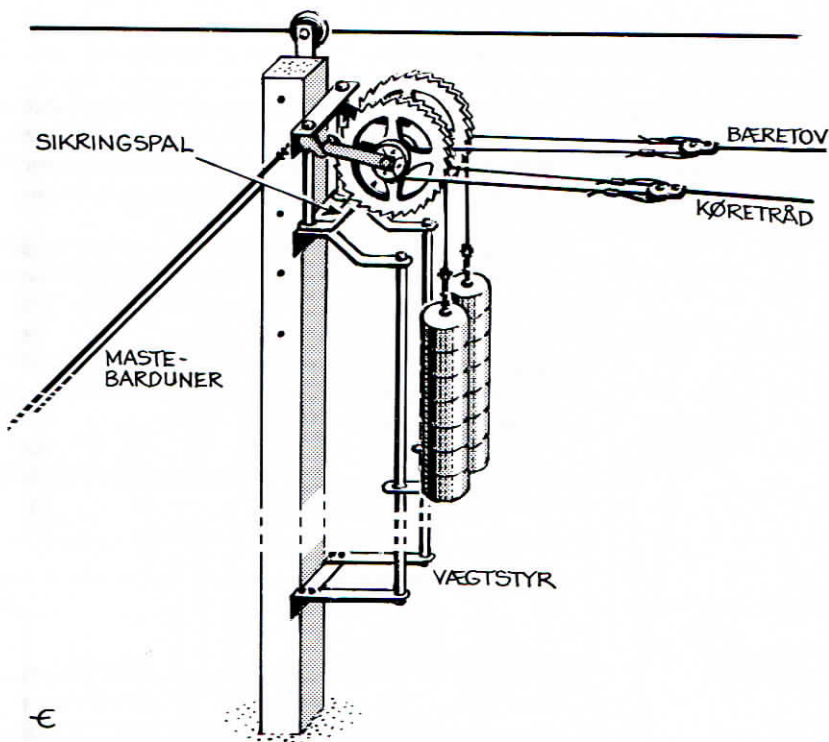


fig.80: bevægeligt opfang

For at undgå, at de to bevægelige opfang blot trækker i hinanden, fikses køreledningerne midt imellem de to bevægelige opfang. Ved dette fikspunkt forbindes køretråd og bæretov med en lang hænger i en vinkel på 20-30 grader, hvorefter bæretovet fikses til de to nærmeste master eller til forstærkningsledningen. I det sidste tilfælde føres forstærkningsledningen helt ud til spidsen af udliggeren.

Vekselfelt

Overgangen mellem to ledningsfelter skabes ved hjælp af et vekselfelt, som er opbygget omkring fire master. Imellem de to opfang, der betegner henholdsvis afslutningen på et ledningsfelt og starten på et andet, hæves den nye køretråd i samme takt, som den gamle sænkes. Selve overgangen mellem de to køreledningspar finder sted midt mellem de to midterste master, det vil sige der, hvor anlægget er mest fleksibelt. En ledende forbindelse på hver sin side af overgangen sikrer den elektriske forbindelse mellem de to ledningsfelter (fig.81).

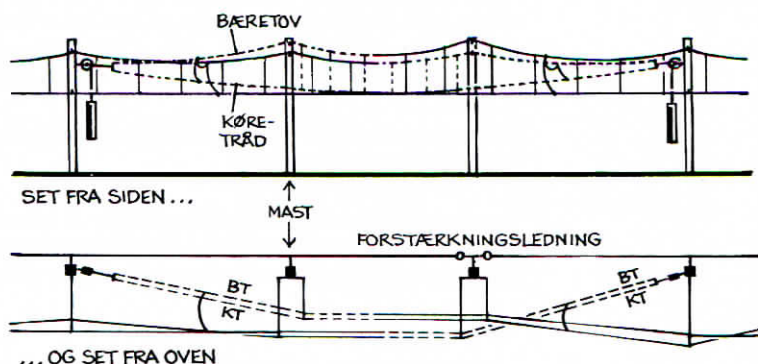


fig.81: vekselfelt.

Adskillelsesfelt

I princippet vil der ikke være noget til hinder for at sammensætte samtlige ledningsfelter til ét stort kredsløb. I praksis vil det dog være overordentligt uensigtsmæssigt, idet et uheld på en given del af køreledningsnettet i så fald ville lamme togtrafikken på hele S-banen.

Ved med mellemrum at erstatte et vekselfelt med et adskillelsesfelt kan man i uheldssituationer opretholde spændingen på de ledningsafsnit, der ikke er berørt af eksempelvis nedfaldne køreledninger.

Et adskillelsesfelt er opbygget på samme måde som vekselfeltet, men med netop den forskel, at der i køreledningerne er indbygget isolatorer i hver sin ende af selve overgangen (fig.82).

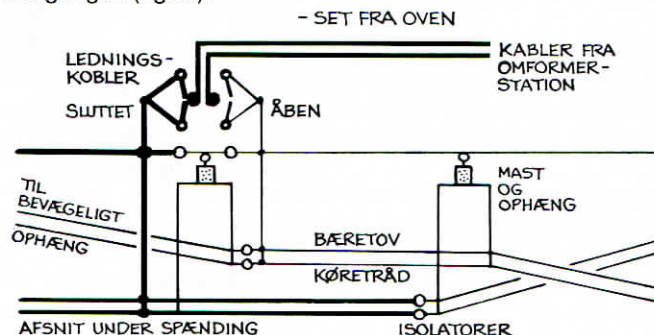


fig.82: adskillelsesfelt

En lignende effekt kan man opnå ved at indsætte en ledningsadskiller i køreledningen. Da køretrådene fra hver sin side føres frem til den modsatte ende af ledningsadskilleren, kan pantografen passere den uden at tage skade. Da ledningsadskilleren imidlertid kun kan passeres med nedsat hastighed, anvendes den primært på stationer og ved transversaler (fig.83).

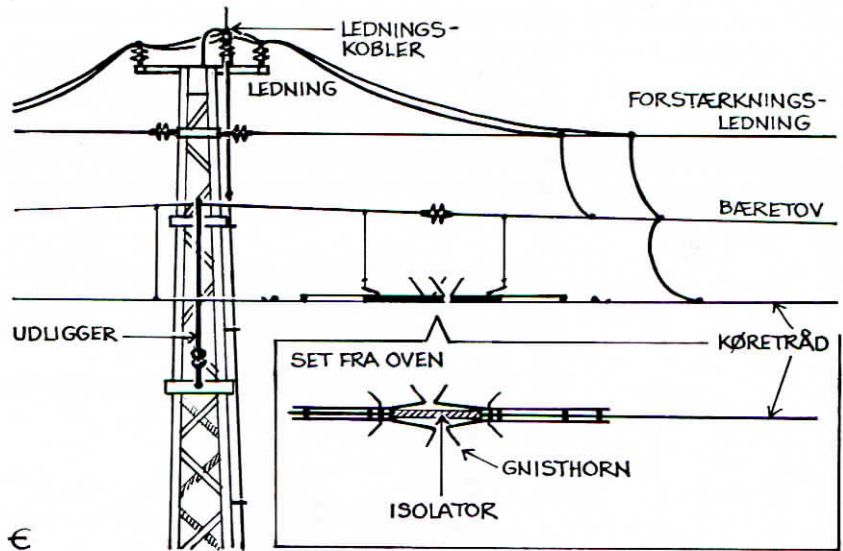


fig.83: ledningsadskiller

Under normale omstændigheder er køreledningsanlægget sat under spænding som samlet enhed. Det er det i kraft af de ledningskoblere, der hører med til udstyret i et ledningsadskillelsesfelt.

Ledningskobleren er anbragt på toppen af en af de midterste master i ledningsadskillelsesfeltet og består af tre lodretstående isolatorer, hvoraf de to er udstyret med vippekontakter, mens den tredje er forsynet med en fast kontakt (fig.84). Når begge koblerens vippekontakter er i berøring med den faste kontakt, er der elektrisk forbindelse mellem de to ledningsafsnit. Vippekontakterne kan betjenes manuelt ved hjælp af et håndtag ved mastens fod eller automatisk fra omformercentralen (OC).

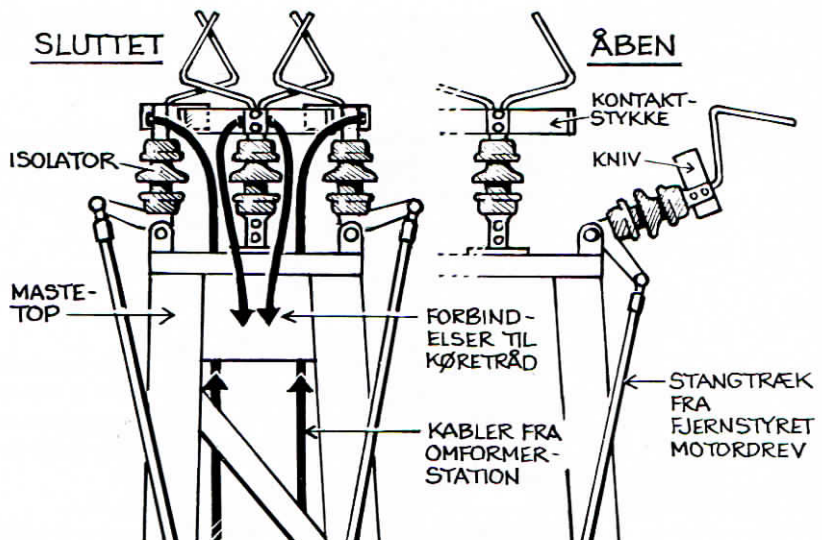


fig.84: ledningskobler

Varianter af ophæng

I forbindelse med transversaler forankres køreledningerne i den ene ende med et fast ophæng og i den anden med et bevægeligt. Midt i transversalen anbringes en ledningsadskiller.

Hvis transversalen er meget lang og flad, kan det være nødvendigt at montere ledningerne på en bærende konstruktion, der rækker henover begge de parallelle spor. Det kan eksempelvis være en galgemast eller en ramme, idet sporafstandene ofte bevirker, at der ikke er plads til almindelige strækningsmaster.

På stationsområder med mange depotspor er der ligeledes ofte kun en minimumsafstand mellem sporene og det forhindrer på samme måde opstillingen af almindelige strækningsmaster.

Tidligere blev køreledningerne her ophængt i et såkaldt tværfelt. Et tværfelt består af to master mellem hvilke, der udspringer et par tværbæretove hen over sporene. I disse tove blev henholdsvis bæretov og køretråd ophængt (fig.85).

TVÆRFELT - ÆLDRE OPHÆNGSTYPER OVER FLERE SPOR

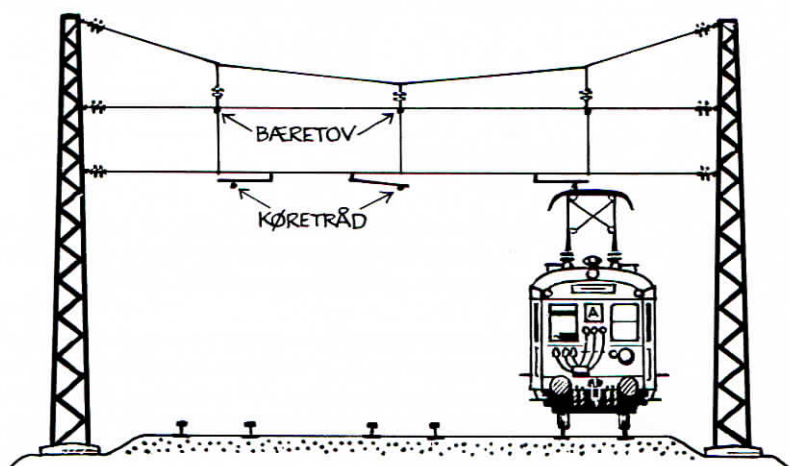


fig.85: tværfelt

Masterne på et depotområde er ofte få, men til gengæld meget høje - ofte op til både 12 og 15 m. Højden er et forsøg på at kompensere for de færre master. Få master giver nemlig et stort nedhæng.

Ophængningstypen er ikke blot disharmonisk, den er også upraktisk, idet et uheld i det ene spor påvirker det andet. Den konstruktion, der anvendes idag, falder harmonisk ind i de øvrige anlægselementer samtidig med, at strømforsyningen til de enkelte spor er adskilt.

På perroner, under broer og i tunneler stilles også særlige krav til ophængningen af køreledningsnettet.

Så vidt det er muligt, undgår man at ophænge stømførende ledninger hen over perroner med publikumsadgang. Hvor det er nødvendigt, forsynes de bærende master med to isolatorer. Denne ophængningsmetode kaldes et brudsikkert ophæng. Hertil kommer, at der på perronmasten anbringes en overspændingsventil til yderligere sikring.

Under broer og i tunneler findes ofte kun et mindstemål af plads, hvorfor man ikke kan benytte den normale ophængning af køretråde på master. I så tilfælde

fastgøres køretråden som vanligt i bæretovet ved hjælp af hængere. Bæretovet derimod monteres i et isoleret beslag, som opsættes på broens eller tunnelens loft. Forstærkningsledningen anbringes på lignende måde på loftet eller eventuelt på væggen, dog sådan, at også den er ude af pantografens profil.

Hvor køreledninger monteres under en bro, er det ofte muligt fra broen at komme i farlig nærhed af køreledningerne. Af samme grund opsættes under broen beskyttelsestage af glasfiber eller metal, som rækker hen over ledningerne.

9.4. Strømforsyning

Strømmen til fremdriften af S-togene kommer fra omformerstationer, som er placeret med en indbyrdes afstand af 4-8 km langs hele S-banenettet. Idag er ialt 31 omformerstationer tilknyttet den københavnske nærbane. Som det fremgår af nedenstående illustration har man dog planer om at etablere yderligere 4 (fig.86).

S-BANENS STRØMFORSYNING

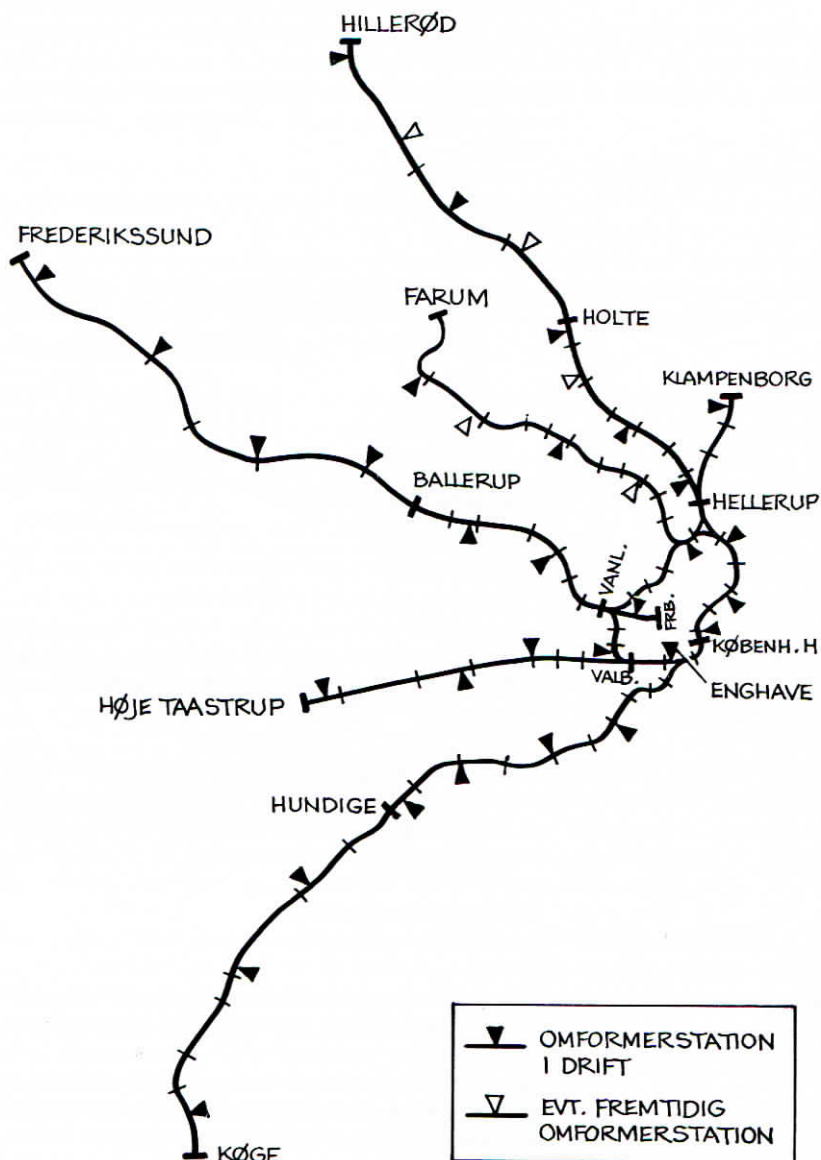


fig.86: S-banens strømforsyning

Strømmen til omformerstationerne leveres af elforsyningselskaberne gennem et eller to højspændingskabler i jorden. Disse kabler varierer i længde fra nogle få hundrede meter til adskillige kilometre.

Omformerstationens opgave er at nedtransformere og ensrette de 10.000 V vekselspænding, som el-forsyningselskaberne leverer, til de 1650 V jævnspænding, som er køreledningsanlæggets driftsspænding.

10 kV spændingen fra el-forsyningselskabet føres i omformerstationen gennem højspændingsafbrydere til transformeren, hvor spændingen nedtransformeres til 1300 V. Herefter ensrettes den ved hjælp af siliciumrettere, hvorved den ensrettede spænding bliver på ca 1650 V.

For at beskytte køreledningsanlægget mod overbelastning (som følge af eksempelvis mange sammenfaldende togstarter) og kortslutning (som følge af eksempelvis nedfaldne køreledninger eller fejl i S-togenes banemotorer) er der i omformerstationerne etableret såkaldte hurtigafbrydere, der sikrer de enkelte ledningsafsnit. I tilfælde af overbelastning eller kortslutning vil kørestrømmen som følge heraf blive afbrudt inden for 50 millisekunder.

Hurtigafbrydere anvendes desuden til udkobling af strømmen til de enkelte køreledningsafsnit, når der skal arbejdes på eller i nærheden af køreledningsanlægget.

Nedenstående tegning illustrerer princippet i S-togenes strømforsyning (fig.87).

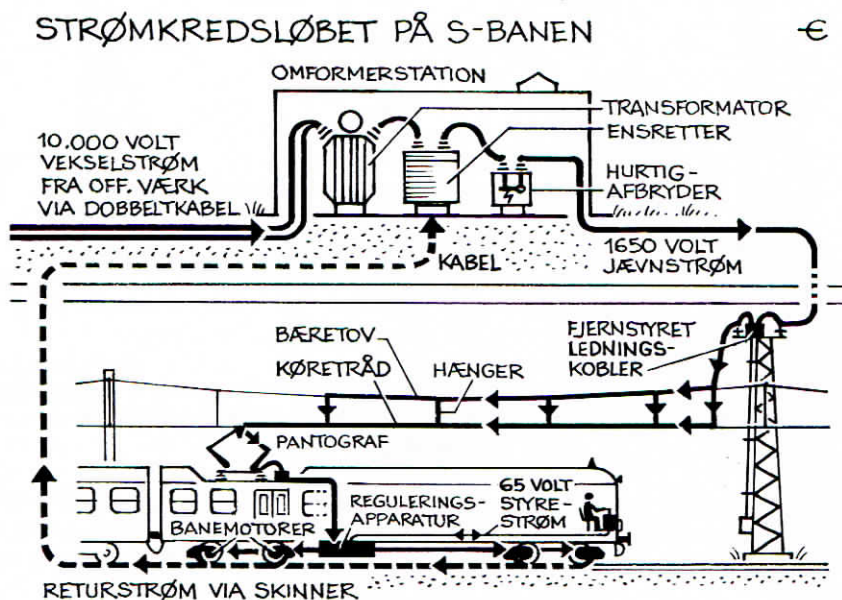


fig.87: strømkredsløb

9.5. Vedligeholdelse

Samtlige anlægsdele på S-banens køreledningsanlæg efterses af drifts- og sikkerhedsmæssige grunde mindst én gang årligt.

De almindelige eftersyn foretages som hovedregel om dagen uden afbrydelse af togtrafikken, fordi de stigetroljer, der anvendes ved eftersynene, kan sættes af sporet. Fra stigetroljen gennemgås alle køretrådens befæstigelses- og ophængningsdele med henblik på slid og stabilitet i ophængningen.

Er toggangen for intens, pladsforholdene for ringe eller afstanden mellem spændingsførende og jordede dele for lille, foretages eftersynet om natten.

Et vigtigt element i vedligeholdelsesarbejdet er kontrolmålinger af køretråden. Når køretråden er slidt ned til 7-8 mm på den høje led udskiftes den. Det vil alt efter trafikintensiteten sige et sted mellem 12 og 20 år.

De øvrige konstruktionsdele i køreledningsanlægget har – i kraft af de hyppige eftersyn og det løbende vedligeholdelsesarbejde – en levetid på 30-50 år.

Fjernbanerne

9.6. Kravspecifikationer

Ved lov af 23. maj 1979 vedtog Folketinget at indføre elektrisk drift på DSB's hovedstrækninger, det vil sige på de 2100 km spor, hvor 90% af transporten på fjernbanerne finder sted. Det system, som DSB har udviklet til formålet, er et moderne 25 kV, 50 Hz vekselstrømssystem.

De elementer, der indgår i køreledningsanlægget til fjernbanerne, har været underkastet et omfattende udviklingsarbejde med henblik på at nå frem til et anlæg, som på én og samme tid var funktionelt, økonomisk forsvarligt og værdt at se på.

Med funktionelt har man ment, at anlægget skulle have sådanne egenskaber, at det problemfrit kunne gennemkøres med 200 km i timen. Med hensyn til økonomi har det været af afgørende betydning at finde løsninger, der var optimale i henseende til den samlede sum af produktions-, installations- og vedligeholdelsesomkostninger. Hvad angår æstetikken, har det hele tiden været et overordnet mål at skabe et anlæg af stor arkitektonisk værdi med en god indpasning i såvel landskabet som jernbanemiljøet.

Til belysning af, hvor vigtigt det er, at løsningerne er de bedst tænkelige, kan det nævnes, at der til elektrificeringen af fjernbanerne skal anvendes omkring 40.000 master. Der er således tale om meget store mængder – ikke blot af master, men også af alle de øvrige elementer, som indgår i køreledningsanlægget.

9.7. Ophængningsprincipper

På langs ad banen kan køretråden ophænges efter forskellige principper. Hver ophængningsmåde har sine bestemte gode og mindre gode egenskaber, der tilsammen udgør det, man kalder køreledningsanlæggets dynamik. I en samlet vurdering af denne indgår faktorer som toghastighed, pantograftype, masteafstand, måden at forbinde bæretov og køreledning på samt selve opspændingen af køreledningerne.

Den ophængningsmåde, som DSB har valgt som sit normale, er edb-beregnet og fundet tilfredsstillende ud fra netop de krav, som DSB har stillet til sit fremtidige køreledningsanlæg på fjernbanerne. Her kan eksempelvis nævnes en masteafstand på maksimalt 60 m, en hængerafstand på maksimalt 12 m og et køreledningsnedhæng på maksimalt 1/1000 af masteafstanden.

Hvor toghastigheden er lille, eksempelvis på depotområder, benyttes ofte et såkaldt trolley-wire-ophæng, der er enklere at installere og vedligeholde end det normale ophæng. Trolley-wire-ophænget består alene af en køretråd, som hænger frit mellem masterne. Afstanden mellem masterne reduceres i den forbindelse til maksimalt 40 m for at begrænse køretrådens nedhæng.

For både det normale ophæng og trolley-ophænget gælder, at køretråd og bæretov på langs ad banen er inddelt i ledningsfelter. Disse ledningsfelter er som på S-banen samlet til ledningsafsnit gennem vekselfelter eller holdt adskilt ved hjælp af adskillelsesfelter. I modsætning til S-banen, hvor returledningsnettet

kun består af skinnerne, er køreledningsnettet på fjernbanerne udstyret med en returleder, hvorigennem strømmen for en stor dels vedkommende returnerer til transformatorstationen. Denne returleder er på langs ad banen inddelt i felter på ca 3 km. I hver ende af feltet er returlederen fast forankret til en mast, mens den ligger løst på de mellemliggende master.

9.8. Bærende konstruktioner

På en fri strækning bæres køreledningerne normalt af mastekonstruktioner af cortenstål, som er placeret i en afstand af ca 3 m fra det pågældende spors midte. På stationsområder, hvor der er mange og tætliggende spor, er der ofte ikke tilstrækkeligt fritrum til, at der kan anbringes strækningmaster ved sporene. Derfor har DSB til elektrificeringen af fjernbanerne udviklet en serie bærende konstruktioner, der er karakteristiske ved, at de netop kan række over flere spor ad gangen. Det drejer sig om henholdsvis galger, rammer og gitterportaler (fig.88-89).

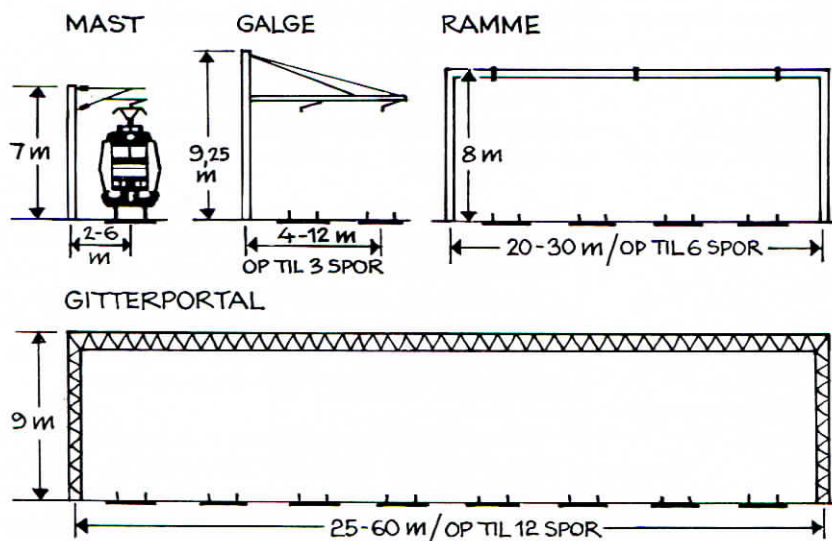
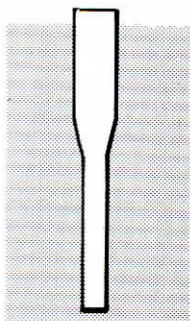


fig.88-89: bærende konstruktioner

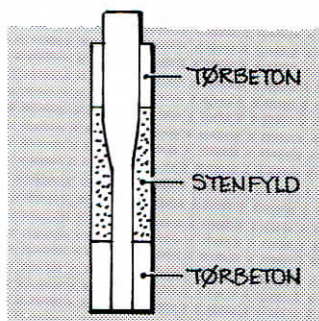
Funderingen af de bærende konstruktioner sker på præfabrikerede betonpæle. Disse findes ligeledes standardiserede i forskellige udgaver med hver deres tværsnit og længde (fig.90).

MASTEFUNDAMENTER

RAMMET PÆL



STAMPET PÆL



PÆL STØBT PÅ STEDET

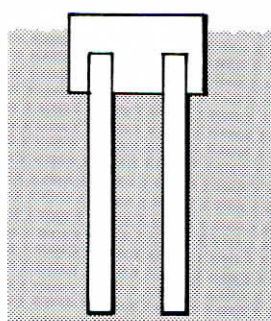


fig.90: mastefundamenter

9.9. Køreledningsophæng

Det køreledningsophæng, der anvendes til strækningsmasterne, går igen i såvel galger som rammer og gittermaster. Det adskiller sig i princippet ikke fra det køreledningsophæng, som vi finder ved S-banen bortset fra, at der på fjernbanerne ikke optræder forstærkningsledninger og at der på S-banen ikke findes returledere. Derimod adskiller det sig som allerede nævnt i kraft af sit design (fig.91).

KØRELEDNINGSOPHÆNG, FJERNBANER

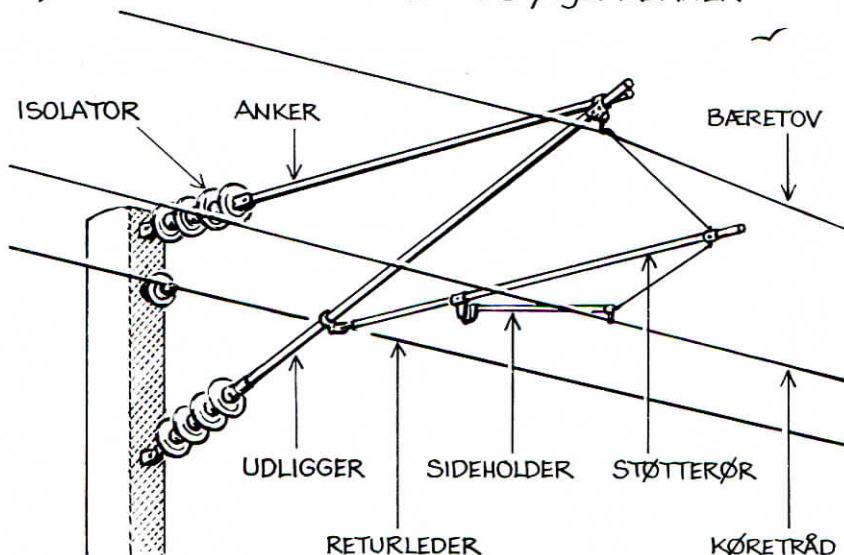


fig.91: køreledningsophæng

Når der i stedet for strækningsmaster er behov for galger, rammer eller gitterportaler fæstnes køreledningsophænget til disse konstruktioners bomme eller overligger med en lodret nedhængsmast. På de største af konstruktionerne kan dog også anvendes et styretovssystem. Styretovet anbringes her under overliggeren udsændt mellem de to søjler. Mellem styretov og overligger monteres et antal skrå udhængende udliggerrør, som styrer køretråden. Bæretovet er monteret på et tilsvarende antal hjul, som ligeledes er anbragt på de skrå udliggerrør (fig.92-93).

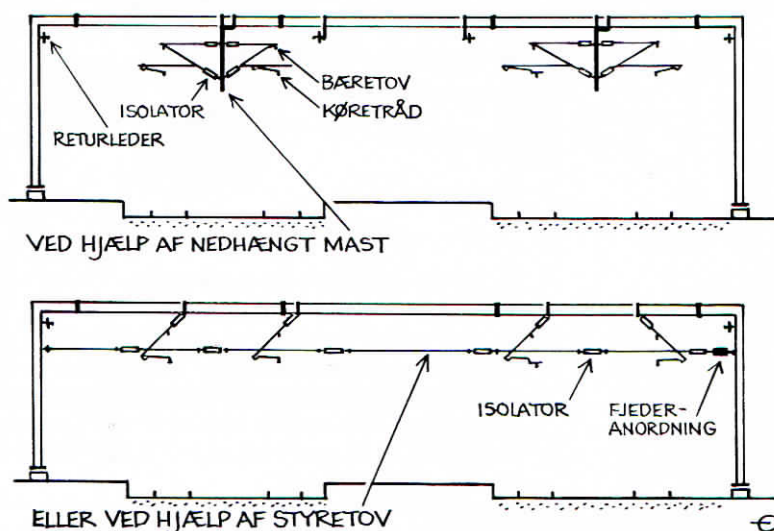


fig.92-93: køreledningsophæng i ramme

9.10. Strømforsyning

Strømforsyningen af fjernbanerne finder sted over det landsdækkende højspændingsnet og man regner med, at elektrificeringen i sin fuldt udbyggede form vil repræsentere ca 2,5% af det årlige el-forbrug i Danmark. For at belaste højspændingsnettet jævnt hentes strømmen ved forskellige transformatorstationer, langs de elektrificerede strækninger. Ved hver af disse transformatorstationer opstilles to enfasede banetransformere, som omformer transformatorstationernes 132 eller 150 kVolt vekselstrøm til de 25 kVolt vekselstrøm, der benyttes i køreledningsanlægget.

Fra banetransformerne sendes strømmen gennem jordkabler frem til en fordelingsstation, der ligger umiddelbart ved banen. Fordelingsstationens opgave er at fordele strømmen til køreledningerne og afhjælpe nødsituationer. Fordelingsstationen kobler således ud ved spændinger, der er så høje, at det svarer til lynnedslag og ved spændinger, der er så lave, at det svarer til ledningsnedfald. Da de fleste fejl på et køreledningsanlæg af denne kompleksitet kun er forbigående genindkobles automatisk en enkelt gang, inden der foretages en permanent udkobling.

Fra fordelingsstationen trækkes kabler frem til køreledningsanlæggets fødepunkter. Afstanden fra ét fødepunkt til et andet afhænger af trafikintensiteten og det spændingstab, der er acceptabelt for det lokomotiv, som skal køre på strækningen mellem to fødepunkter. På de danske fjernbaner betyder det, at afstanden mellem to fødepunkter i almindelighed vil være omkring 30 km. Af nedenstående figur fremgår det, hvordan man har planlagt strømforsyningen (fig.94).

FJERNBANERNES STRØMFORSYNING

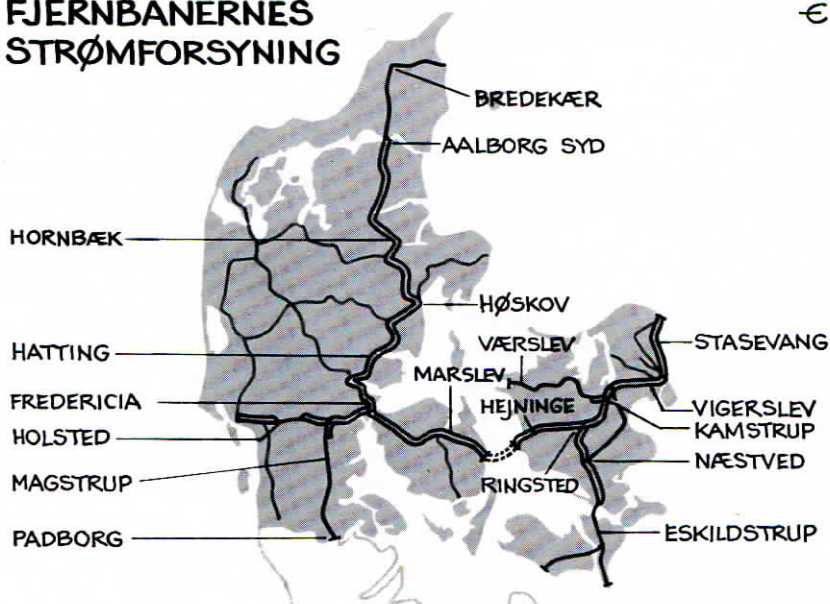


fig.94: fjernbanernes strømforsyning

Ved hvert af disse fødepunkter og midt imellem dem anbringes en neutralsektion i køreledningsanlægget. Neutralsektionens opgave er at isolere køreledningerne på hver side fra hinanden og således hindre, at der løber strøm fra ét fødepunkt til et andet på grund af forskelle i spændingsniveauet hos de to transformatorstationer.

Elektrisk set består neutralsektionen af to endestationer og en midtersektion. Endestationerne er fastgjort til køretråd og bæretov på henholdsvis den ene og

den anden side af neutralsektionen, hvorved de altså tilhører hvert sit strømforsyningsafsnit. Midtersektionen er til gengæld isoleret fra begge endestationerne ved hjælp af et par glasfiberisolatorer, ligesom den er forbundet med skinnerne, det vil sige jord, ved hjælp af et jordingskabel (fig.95).

NEUTRALSEKTION

€

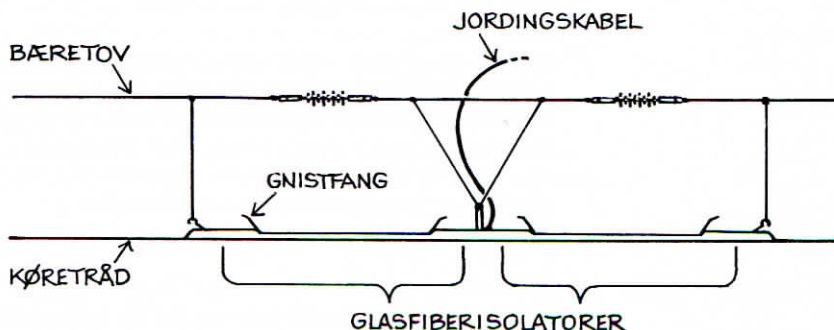
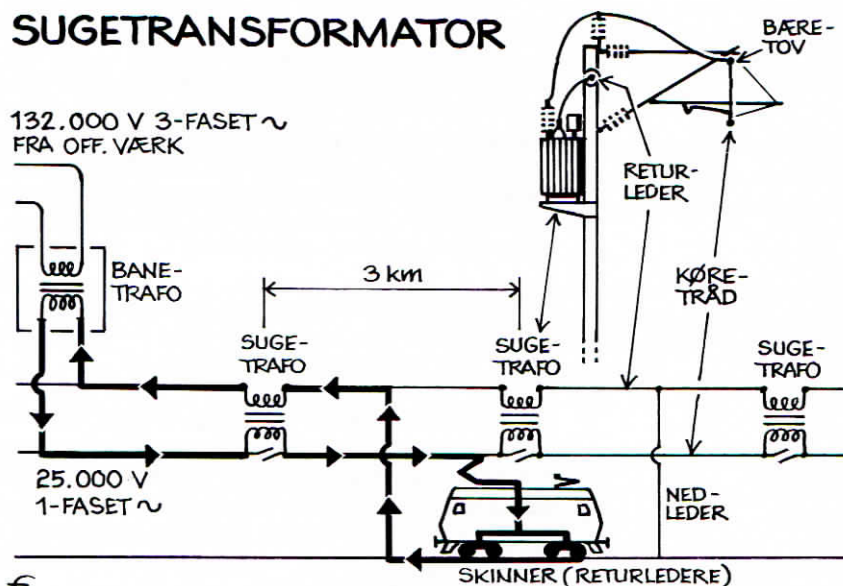


fig.95: neutralsektion

Umiddelbart før og efter en neutralsektion er der i sporet anbragt en magnet (balise). Når et lokomotiv passerer den første balise, kobles togets hovedafbryder ud og den kobles først ind igen, når balisen efter neutralsektionen passer. Overgangen mellem to strømforsyningsafsnit bliver dog umærkelig, da afstanden fra neutralsektionens ene ende til den anden kun er lidt over 5 m.

Den fremførte strøm i køretråd og bæretov samt returstrømmen i returleder og skinner skaber elektromagnetiske felter, som kan virke forstyrrende ind på tele- og sikringsanlæg langs banen. For at undgå forstyrrelser på sådanne anlæg kan man skjærme (immunisere) de tilhørende kabler eller udskifte dem med lysleder-kabler. Man kan imidlertid også anvende sugetransformere i køreledningsanlægget (fig.96-97).

SUGETRANSFORMATOR



€

fig.96-97: sugetransformator

En sugetransformator er en transformator, der har det samme antal viklinger på sekundærsiden som på primærsiden. Det sætter den – populært sagt – istand til at suge lige så meget strøm tilbage, som der føres frem.

Fra det elektriske lokomotivs motorer vender strømmen normalt tilbage gennem returlederen og skinnerne. Hvor der er anbragt sugetransformatore, løber strømmen derimod udelukkende tilbage gennem returlederen. Hvor sugetransformatore findes, vil der derfor mellem to af disse være anbragt en såkaldt nedleder, det vil sige et kabel, hvis forbindelse til skinnerne er særligt sikret.

De dele, der indgår i køreledningsnettet på fjernbanerne, er sikret på samme måde som de dele, der indgår i køreledningsnettet på S-banen, men herudover sikkerhedsjordes metalgenstande indenfor en afstand af 5 m fra sporet. Det vil eksempelvis sige signal- og lysmaster, relæhuse og relæhytter, ur- og højtaler-master samt billetautomater. På alle broer, der passerer en elektrificeret bane, jordes skærmtage, autoværn og rækværker.

9.11. Vedligeholdelse

Som ved alle andre faste anlæg af betydning for drift og sikkerhed er der i forbindelse med køreledningsanlægget til fjernbanerne etableret et antal regelmæssige eftersyn. Formålet med sådanne eftersyn er at indhente de fornødne oplysninger om anlæggets generelle tilstand med henblik på planlægningen af vedligeholdelsesarbejdet.

Af generelle eftersyn opererer man med tre, nemlig et almindeligt strækningseftersyn, et eftersyn af fordelingsstationerne og en kontrolmåling af køreledningerne. Eftersynene tilrettelægges så de kan gennemføres i dagtimerne uden at skabe forstyrrelser i den planmæssige togdrift.

Alle disse eftersyn har rutinemæssig karakter og gennemføres én gang årligt på grundlag af et stikprøveprogram. En stikprøve vil sige en gennemgang af en given strækning af en given længde. Stikprøvestrategien ændres naturligvis i takt med de indhøstede erfaringer og ændrede vedligeholdelsesmålsætninger.

Som et supplement til det generelle strækningseftersyn kan der blive tale om ét eller flere specielle eftersyn, dersom man har mistanke om, at der er problemer på bestemte strækninger eller med bestemte komponenter. Af disse specielle eftersyn findes i princippet to, nemlig ét, der foretages uden afbrydelse af trafikken og ét, der foretages på et udkoblet ledningsafsnit.

Vedligeholdelsesarbejdet, der er baseret på disse eftersyn, opdeles i systematisk vedligeholdelse, planlagt vedligeholdelse og akutte arbejder. Mens akutte vedligeholdelsesarbejder ifølge sagens natur ikke kan forudses, opererer man i øjeblikket med to typer af mere eller mindre fastlagte vedligeholdelsesarbejder. Den systematiske vedligeholdelse gennemføres efter en på forhånd udarbejdet tidsplan. Den planlagte vedligeholdelse tager sig af pludseligt opståede behov for vedligeholdelse, der ikke kan betegnes som akutte.

I forbindelse med planlægningen og styringen af vedligeholdelsesarbejdet benyttes en specielt udviklet database. I den samles alle data vedrørende såvel eftersyn som vedligeholdelsesarbejder.

I praksis foregår det på den måde, at databasen ifølge en overordnet tidsplan udskriver en rekvisition på et bestemt eftersyn og en bestemt type af vedligeholdelsesarbejde. Resultaterne af eftersynet indlægges i databasen, ligesom man efter vedligeholdelsesarbejdets udførelse forsyner den med en oversigt over forbruget af mandskab, materiel og materialer. Herudover rummer databasen naturligvis samtlige oplysninger om pludseligt opståede behov og akutte reparationsarbejder.

Vedligeholdelsesarbejdet på fjernbanernes køreledningsanlæg adskiller sig på sin vis fra alle andre vedligeholdelsesrutiner i DSB. Det gør det ikke blot ikraft af sit forventede omfang, men også i kraft af, at den moderne informationsteknologi allerede fra projekteringsfasen har været en integreret del af arbejdet med køreledningsanlægget. Af den grund kan et skema over informationsstrømmen i vedligeholdelsesarbejdet stå som et eksempel på, hvordan man i disse år planlægger og evaluerer vedligeholdelsesarbejder i DSB (fig.98).

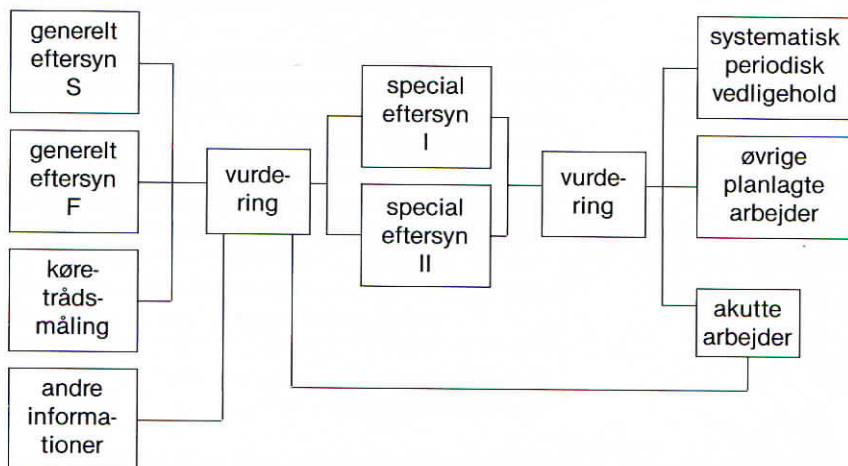


fig.98: informationsflow i vedligeholdelsesarbejdet
(S= strækning, F=fordelingsstation)

10. Færgenhavn

10.1. Færgeoverfarter

Da Danmark som bekendt er opdelt i mindre landområder, som er adskilt af sunde, bæltter og fjorde, er det ikke muligt at drive sammenhængende jernbanedrift uden særlige jernbanefærger.

En jernbanefærge er en sporbærende færge, der er indrettet, så jernbanevogne kan køres direkte ombord, færger over og indsættes på spornettet på den anden side af vandet. På den anden side af vandet kan i denne forbindelse også være udenlandske jernbaner, nemlig svenske og tyske baner.

Typiske eksempler på jernbaneforbindelser er Korsør-Nyborg-overfarten samt overfarterne Helsingør-Helsingborg, Gedser-Warnemünde, Rødby-Puttgården samt Københavns Frihavn-Helsingborg. Det sidste er en godstogsforbindelse, som indgår i DanLink-ruten.

Et par af de korteste jernbanefærgeoverfarter blev i århundredets første halvdel erstattet af skinnebærende broer. Det gælder forbindelsen Strib-Fredericia, der i 1935 blev afløst af Lillebæltsbroen samt Masnedø-Orehoved, der i 1937 blev afløst af Storestrømsbroen. Oddesundbroen, som kom til i 1938, erstattede også en jernbanefærge, endda den ældste i landet.

Meget tyder på, at flere færgeoverfarter i fremtiden vil blive erstattet af faste forbindelser. Det gælder ikke mindst bil- og færgeforbindelserne over Storebælt, som vil blive afløst af en kombineret bro/tunnel-forbindelse. Arbejdet er allerede påbegyndt og det ventes, at togene kan passere Storebælt allerede i 1993, mens en særlig bilbro over Østerrenden først ventes at stå færdig i 1996.

Udover de nævnte togfærgeforbindelser driver DSB en række biloverfarter, nemlig Halsskov-Knudshoved, Kalundborg-Århus, Bøjden-Fynshav, Kalundborg-Samsø og Fanø-Esbjerg.

DSB har i tidens løb ikke blot oprettet færgeforbindelser, men også nedlagt nogle af dem igen. Færgeforbindelsen mellem Gedser og Grossenbrode blev således indstillet i 1963. Jernbanetrafikken sydover omlagdes herefter til den nyetablerede forbindelse Rødby-Puttgarden. Den oprindelige jernbaneforbindelse sydover via Gedser-Warnemünde blev – efter at have ligget stille siden krigen – genoptaget i 1955, men nu for trafik til Østlandene. Den lille færgeforbindelse Fåborg-Mommark nedlagdes samtidig med oprettelsen af Bøjden-Fynshav i 1967. Forbindelsen Københavns Frihavn-Malmø blev indstillet i 1986, da man oprettede DanLink, og overfarten Glyngøre-Nykøbing Mors blev i 1977 nedlagt til fordel for en vejbro.

Til at betjene de eksisterende 10 færgeoverfarter med tilsammen 16 havne råder DSB idag over 14 færgelejer med spor og 17 færgelejer uden spor (fig.99).

Færgeforbindelser	Færgetype	Lejetype
Korsør-Nyborg	tog	8 sakslejer
Rødby-(Puttgarden)	tog/bil	2 sakslejer
	bil	1 hjørneleje
Gedser-(Warnemünde)	tog/bil	1 saksleje
Helsingør-(Helsingborg)	tog/bil	2 sakslejer
	bil	1 saksleje og 1 linkspanleje
Kbh's Frihavn-(Helsingborg)	tog	1 semihjørneleje
Kalundborg-Århus	bil	2 hjørnelejer
Kalundborg-Samsø	bil	2 sakslejer
Halskov-Knudshoved	bil	6 sakslejer
Bøjden-Fynshav	bil	2 sakslejer
Fanø-Esbjerg	bil	2 sakslejer

fig.99: færgeforbindelser, færge- og lejetyper

Kort efter, at staten i 1880 overtog Det sjællandske Jernbaneselskab, indsattes på Storebælt to dampdrevne hjulfærger, nemlig »Korsør« og »Nyborg«. Med disse to færger – og ikke mindst deres respektive bredde på 17,68 m over hjulkasserne – blev såvel udformningen af færgelejerne som størrelsen af de efterfølgende færger ganske utilsigtet fastlagt for lang tid fremover. Endnu den dag idag har de fleste af DSB's færgelejer derfor en form, der på den ene eller anden måde kan føres tilbage til de gamle hjulfærger.

Senere udvikledes en smal færgetype til de mindre og ringere trafikerede overfarter og en bred type til de overfarter, der var længere og mere trafikerede. Denne standardisering medførte en stor fleksibilitet i udnyttelsen af færgemateriellet, idet de forskellige færger har kunnet indsættes på flere forskellige færgeruter. De tre IC-færger fra begyndelsen af 1980'erne – »Dronning Ingrid«, »Prins Joachim« og »Kronprins Frederik« – repræsenterer derimod en helt ny type færge.

DSB råder idag over tre typer af færgelejer, nemlig sakslejer, hjørnelejer og semihjørnelejer. Man kan imidlertid også sige, at der findes to principielt forskellige typer af lejer, nemlig sakslejer og hjørnelejer, idet semihjørnelejet kun i ringe grad adskiller sig fra det egentlige hjørneleje.

Den oprindelige type færgeleje var hjørnelejet. Således bestod de ældste jernbanefærgelejer ved Lillebælt af et par hjørnelejer og det gælder for øvrigt også de første færgelejer ved Storebælt.

De fleste af DSB's færgelejer er idag sakslejer, men af såvel økonomiske som praktiske grunde er man i de senere år igen begyndt at eksperimentere med hjørnelejer. Ikke blot til bilfærger, men også til jernbanefærger. DSB's indtil videre eneste hjørneleje til jernbanefærger er placeret på frihavnen i København og det kan endda kun betegnes som et semihjørneleje.

I forbindelse med bilfærger er man gået endnu videre, idet man her har udviklet en nærmest fritliggende færgeklap, det såkaldte link-span leje.

10.2. Havnelejer

Sakslejer

Et saksleje er udformet, så den inderste del af lejet passer stramt til færgens fenderliste. Herved opnår man, at færgen, når den ligger i lejet, kan fastholdes sideværts uden anvendelse af yderfortøjning (fig.100).

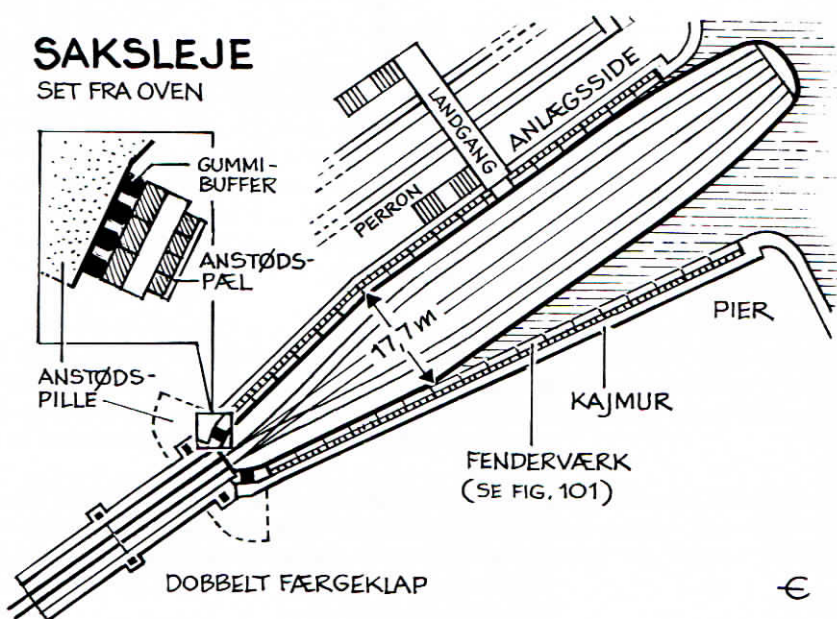


fig.100: sakslejer

Et saksleje består af to moler med forskellig længde, hvoraf den lange betegner færgens anlægsside. Den korte mole, hvis længde svarer til 50-70 % af den største færgelængde, passer stramt til færgen indtil det punkt, hvor den er bredest. Molerne - eller pierne, som de benævnes - danner tilsammen en tragtformet munding som indsejling til lejet.

Molerne er på indersiden udstyret med koblete og elastisk affjedrede fenderværker, der er beregnet til at beskytte såvel færge som færgeleje under indsejlingen. Da færgens hastighed er størst yderst i lejet, er fenderværket her som hovedregel af en kraftigere konstruktion end de fenderværker, der befinder sig

inderst i lejet. Det fenderværk, der indsættes inderst i anlægssiden, er dog som regel også af en kraftig type for at afbøde virkningerne af de stød, som indsejlingsvinklen ofte forårsager (fig.101).

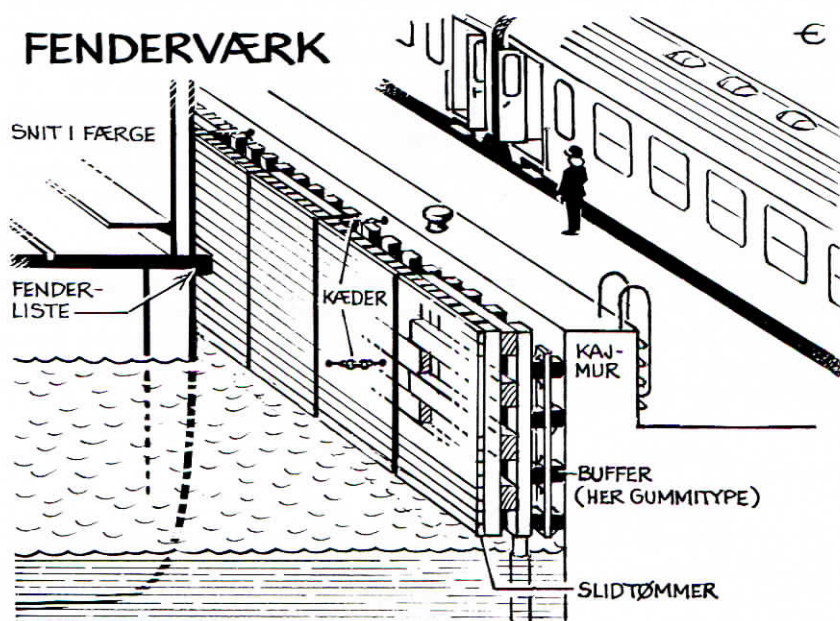


fig.101: fenderværker

Et saksleje besejles på den måde, at færgen sejles så direkte ind i tragten som muligt. Er færgen først nået hertil, ledes den ind til broklappen af fenderværkerne i lejets to sider, hvorved den placeres ret i lejet. En egentlig manøvrering af færgen på denne sidste del af anløbet er derfor ikke nødvendig.

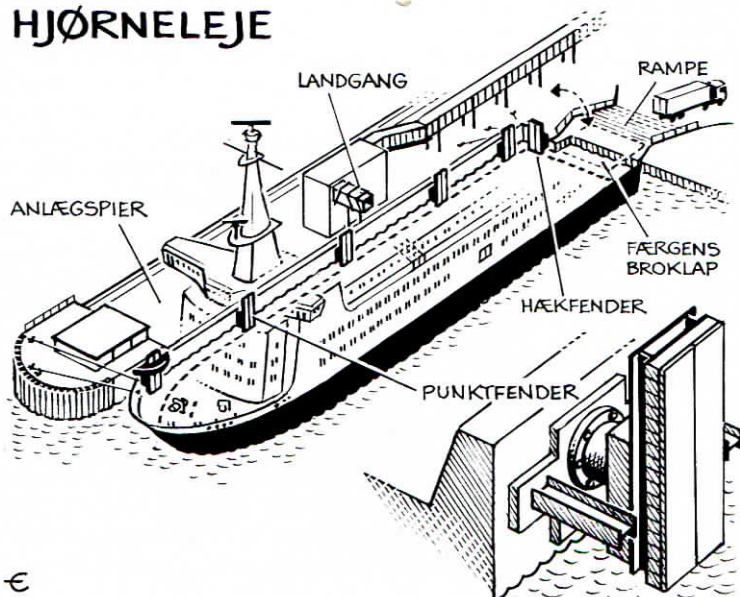
Molerne er inderst ved klappen forsynet med to elastisk affjedrede anstødspæle, hvis opgave det er at bringe færgen til endelig standsning og samtidig forhindre, at fæргеklapperne beskadiges under indsejlingen. Endvidere tjener anstødspælene til at fiksere færgen, så sporene på færgen kommer til at passe til sporene på klappen.

Under alle vejrforhold og ved alle færgestørrelser er sakslejet det, der kan besejles sikrest, hurtigst og nemmest, men sakslejet er også det dyreste at anlægge. Skal man nævne svagheder, skal det siges, at lejet naturligvis er mindre fleksibelt end både hjørnelejer og semihjørnelejer, fordi det så at sige kræver skræddersyede færger.

Hjørnelejer

Ønsket om at vende tilbage til hjørnelejet er ikke blot begrundet i de store omkostninger, der er forbundet med etableringen af sakslejer, men også i behovet for at kunne besejle et færgeløje med flere forskellige færgetyper. Et hjørneleje består nemlig kun af to stykker kaj, som tilsammen danner et hjørne eller en vinkel (fig.102).

HJØRNELEJE



€

fig.102: hjørneleje

Et hjørneleje udstyres normalt ikke med gennemgående ledeværk på samme måde som sakslejet, men med to eller flere punktfendere langs anlægssiden samt en bov- eller hækfender i bunden af lejet. De sidste har – udover at afbøde små færgestød – til opgave at forhindre færgen i at glide frem og tilbage i fortøjningerne. Det er ikke mindst af betydning, hvis færgen er udstyret med sideporte. Punktfenderne er dog konstrueret på samme måde som fenderværket i sakslejerne, idet den enkelte punktfenders konstruktion afhænger af, hvor i lejet den er placeret.

Et hjørneleje besejles på den måde, at færgen sejler langs anlægssiden og så tæt op ad denne som muligt, hvorefter den ved en bakmanøvre stopper få meter fra klapanlægget eller landrampen, der er anbragt på den vinkelrette kajdel. Herefter bevæger den sig sideværts ind mod anlægsside ved hjælp af tværpropeller og eventuelt fortøjninger i land.

Det siger sig selv, at uanset de økonomiske og praktiske fordele, der ligger i at vende tilbage til hjørnelejet, er der her tale om et havneanløb, som er både vanskeligere, mere vejrfølsomt og mere tidskrævende end det, vi kender fra sakslejet.

Skal et hjørneleje anløbes af en jernbanefærg, skal det udstyres med anstødspæle, som er i stand til at fiksere færgen i såvel længderetningen som i tværretningen. Det første for at forhindre skader på klappen og det sidste for at forhindre afsporing af jernbanevognene som følge af manglende forbindelse mellem sporene på klappen og sporene på færgen.

Anstødspælene i hjørnelejet er af samme type som dem, der anvendes i forbindelse med sakslejer og selv om semihjørnelejet, som denne type af leje kaldes, besejles på samme måde som hjørnelejet, er det netop anstødspælene der gør, at semihjørnelejet ikke giver den samme fleksibilitet i færgebenyttelsen, som det egentlige hjørneleje.

Bundsikring

Færgernes skruer danner – især ved anløb af et færgeleje - strømhvirvler langs

havbunden, som bevirker en udskæring af havbunden i færgelejet. Strømmen sættes igang af færgernes hovedskruer og tværpropeller, men udskæringen er svær at beregne på forhånd, da den ikke blot afhænger af skruediameter og skruoeffekt, men også af havbundsmaterialet på det pågældende sted.

Skruerosionen har især betydning, hvor den optræder i nærheden af færgelejets konstruktioner, idet den der er så voldsom, at den endog på kort sigt kan føre til en ødelæggelse af lejet.

I DSB's færgelejer findes en lang række forskellige typer af bundsikring, som anvendes på de steder, hvor man ikke prøver at løse problemet ved at konstruere et færgeleje med så stor en dybde, at erosionen i realiteten ingen betydning får.

I bunden af færgelejet kan eksempelvis anbringes et lag sten. Enten større sten sammenkittet med asfalt eller meget store sten sammenholdt af trådnæt, de såkaldte gabions. Man kan også anvende beton og beton bruges på mange forskellige måder. Der kan eksempelvis være tale om at lag betonsække, betonfliser på op til 160 m² eller betonplader støbt på stedet. Det sidste udgør i realiteten en fuldstændig bund i lejet, som er omkranset af en spunsvæg og inddelt i betonfelter ved hjælp af de omtalte gabions.

Lejekonstruktion

Et færgelejes besejlingsforhold afhænger ikke kun af havnens geometri og en given færges manøvreegenskaber. Hertil kommer vind-, strøm- og bølgeforskel. Da havnegeometrien og færgernes manøvreegenskaber ofte er givne størrelser, er det meget lidt, man kan gøre for at forbedre besejlingsforholdene, når et færgeleje først er anlagt.

Idag råder man på Skibsteknisk Laboratorium over en manøvresimulator, der gør det muligt på forhånd at beregne indflydelsen fra vind, strøm, vanddybde, vandopstuvning og fenderværkets elasticitet ud fra en given placering af et leje og en given færge. Derimod er det ikke muligt at vurdere effekten af bølgedannelserne, men den har iøvrigt kun ringe indflydelse på besejlingsforholdene.

Manøvresimulatoren består af tre indbyrdes forbundne skærmterminaler og et betjeningspanel, som svarer til det, der findes på en færges kommandobro (fig.103). Den fingerede sejlads styres af to skibsførere, hvoraf den ene betjener håndtag til hovedskruer og tværpropeller, mens den anden betjener rorene.

MANØVRESIMULATOR

MED PERSPEKTIVISK GENGIVELSE AF SEJLADS
SOM SET FRA KOMMANDOBRO

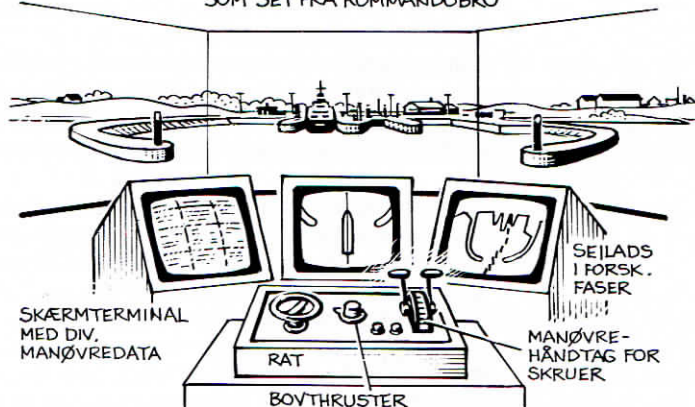


fig.103: manøvresimulator

De to af de tre skærme, nemlig de to til højre, viser et billede af færgen og havneomgivelserne. Den yderste viser hele sejladsen set fra fugleperspektiv, mens skærmen i midten viser den aktuelle situation, som den ville se ud fra broen. Skærmen til venstre angiver færgens instrumentvisning og eventuelle stødkræfter på fenderne.

Simulationerne optegnes maskinelt og udskrives med bestemte tidsintervaller (fig.104).

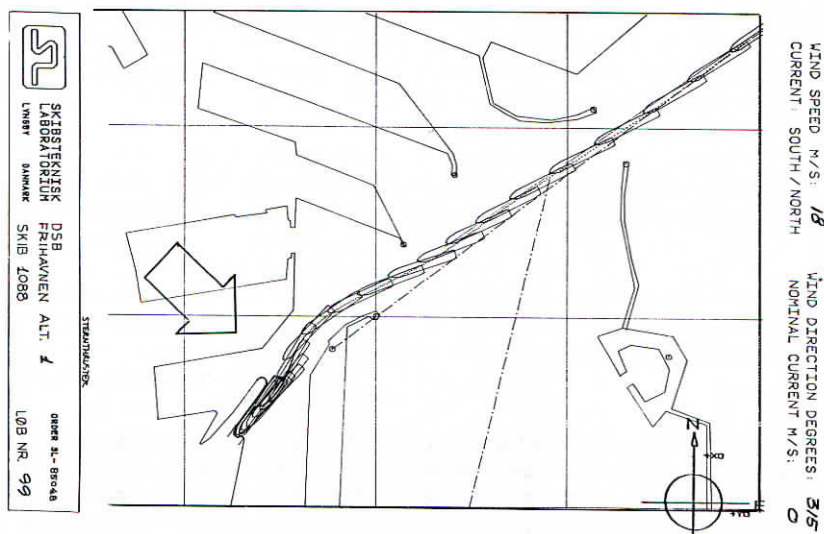


fig.104: udskrift fra manøversimulator

10.3. Klapanlæg

Konstruktionsudformning

Trafikken til og fra borde afvikles over brokonstruktioner i form af enten jernbane- eller bilklapper samt passagerlandgange. Disse konstruktioner er i den ene ende understøttet i land, mens de i den anden er beregnet til at kunne sænkes ned på en færge, løftes fri af den og fastholdes i en parkeringsposition, når der ikke er færge i lejet.

Et klapanlæg udføres for langt de flestes vedkommende med tilslutning til en færges for- eller agterende og med et forløb i dennes længderetning. Det er simpelthen nødvendigt, når vi har at gøre med jernbanefærger, men det er også langt den bedste løsning i forbindelse med bilfærger. Klapanlæg med tilslutning til en færges side finder vi, hvor der er etableret sideindkørsel til en bilfærge, mens passagerlandgange altid er tilsluttet en sideindgang.

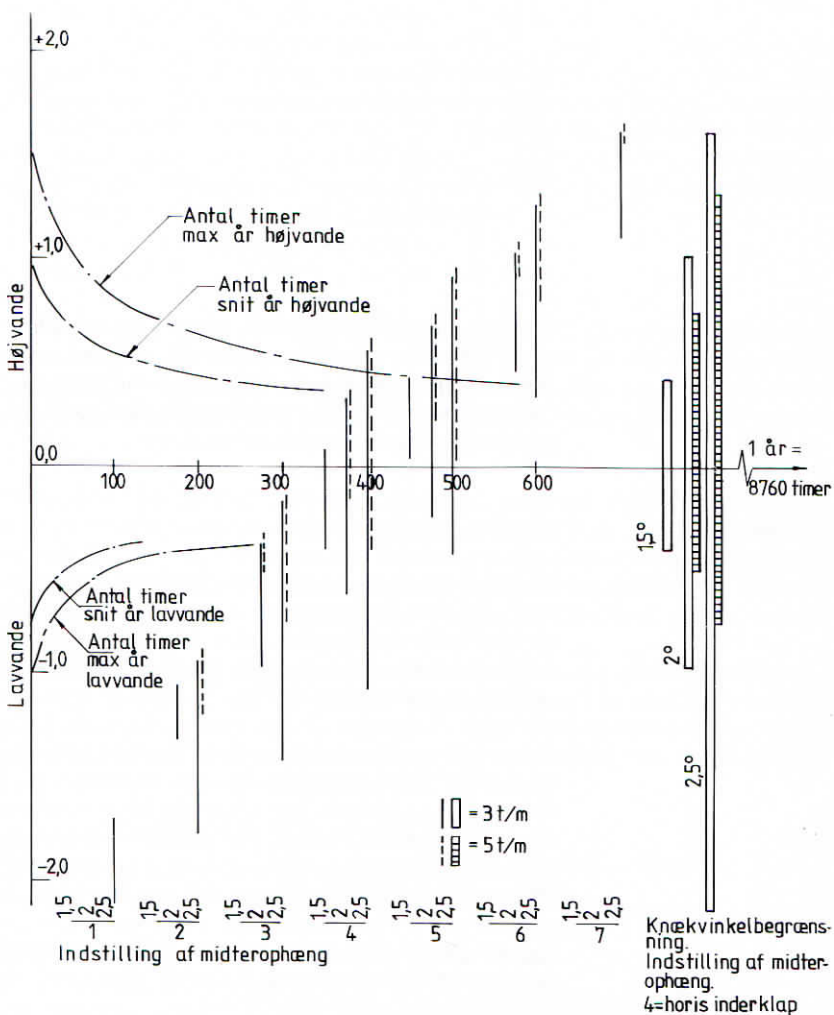
Klapanlæggene udformes, så de er istand til at følge færgens bevægelser. Det vil sige krængning, dugning, fribordsændinger og vandstandsvariationer i lejet. Er der tale om et hjørneleje, skal der yderligere tages hensyn til en eventuel frem- og tilbageglidning i lejet samt en vis drift ud fra anlægssiden.

Anlæggene, der har en levetid på op imod et halvt hundrede år, udformes individuelt til et bestemt leje med henblik på én eller flere bestemte typer af færger, nøjagtig på samme måde som det var tilfældet med selve lejet.

I forbindelse med konstruktionen af klapanlægget til et givet leje bestemmes på forhånd det arbejdsområde, som klapanlægget skal dække. Et sådant dækningsområde fastlægges ud fra de ovenfor omtalte forhold, størrelsen og arten af de færger, som skal anløbe lejet samt den trafik og det materiel, som skal over broen (fig.105).

Det er ikke så problematisk for biler at passere henover vinklerne mellem brokonstruktionens enkeltdelte, hvorfor man har fastsat 6 grader som den maksimalt tilladelige knækvinkel for klapanlæg til bilfærger. Det gælder også, hvor der er etableret sideindkørsel, men her er man opmærksom på, at færgets krængning alene kan lægge beslag på op imod halvdelen af den tilladelige knækvinkel.

Almindeligvis tåler jernbanevogne knækvinkler på 2,5 grader, men der findes vogne med større begrænsninger, eksempelvis dem, der indgår i IC3-tog, som kun kan klare vinkler på 2,1 grader. Med visse specialvogne er vi helt nede på 1,5 grad.



Dækningsområde ved 3 og 5 t/m
knækvinkel 1,5, 2 og 2,5°

Fig. 2

fig.105: dækningsområde for klapanlæg til jernbanefærge

Jernbaneklapper

Da det rullende materiel er særdeles følsomt overfor bratte stigninger, er det typiske klapanlæg til en jernbanefærges et meget langt klapanlæg (fig.106). Ved landfæstet hviler klappen på lejeruller, mens den i den anden ende bæres af en ophejningsbjælke.

Klapanlæg til jernbanefærger bygges af stål og udformes med to eller fire langsgående hoveddragere, som bærer det system af tværbjælker, hvorpå klappens dæk og skinnerne er fastgjort.

Da klappen skal kunne følge færgens bevægelser, udformes den som en vridningsslap konstruktion. Det betyder, at hoveddragernes indbyrdes afstivning er fastgjort i drejeled og at tværbjælkerne er anbragt i rustfri glidelejer.

Kravene til knækvinkelgrænserne kan resultere i så stor en klaplængde, at det alene af hensyn til klappens vægt vil være fordelagtigt at foretage en opdeling af den.

Klapanlægget udformes da med et midterophæng, det vil sige en kraftig tværgående bjælke, hvortil inderklappen er boltet eller svejst og yderklappen hængslet. Da inderklappen ikke behøver at være vridningsslap, udformes den som en stiv konstruktion.

Midterophænget konstrueres, så det kan indstilles trinvist og således løftes 1 meter over eller sænkes 1 meter under inderklappens neutralstilling. Neutralstilling vil her sige, at inderklappen er anbragt i vandret position. I de helt op til 7 forskellige indstillinger fastholdes og aflåses midterophænget med dorne i et sæt hængestænger.

I lejet fastholdes færgen af klapfortøjninger, som strækker sig fra færgen, langs klappen og til klapgravens bagvæg. Her kan klapfortøjningerne være forankret i en strammeanordning, som har til opgave at holde færgen i lejet, selv om det skulle komme til en hård opbremsning eller eventuelt en påkørsel inde på færgen.

Ved jernbaneklapper er det af afgørende betydning, at sporene på klappen passer til sporene på færgen i såvel højde- som sideled. Højdetilpasning opnås ved at indrette færgerne med en konsol, hvorpå klappens forkant hviler. Centreringen af sporene opnås ved at forsyne yderklappens forkantbjælke med en tap, som passer til en bøsning i færgens konsolplade.

Sporforløbet henover klappen følger de normale forskrifter for anlæggelse af spor, men ved klapanlæggets knæpunkter gennemskæres skinnestregene ofte på langs over et kortere stykke. Fordelen ved sådanne skinneudtræk er, at hjulene hele tiden er understøttet, fordi de to skinnedele er monteret på hver sin klappedel. En vinkelændring vil derfor blot betyde, at der finder en mindre glidning sted mellem de to skinnedele.

Skinnerne på klappen er som hovedregel af en lettere type end den, der benyttes på almindelige strækninger. Det sker primært af hensyn til byggehøjden – klappens dæktykkelse om man vil – men naturligvis også af hensyn til vægten. Da skinnerne er direkte monteret på klappens tværbjælker af stål, kan sporene på klapanlægget ikke forsynes med sikringsanlæg.

DOBBELTKLAPANLÆG TIL JERNBANEFÆRGE

€

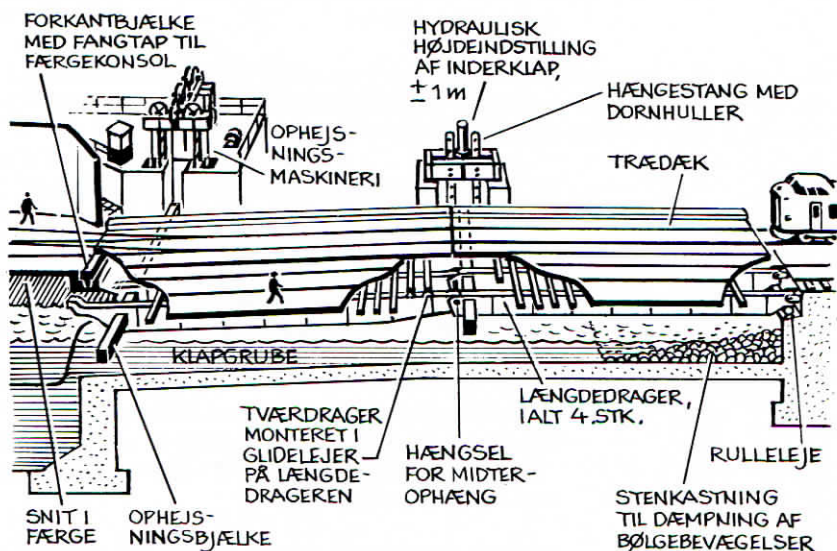


fig.106: klapanlæg til jernbanefærge

Bilklapper

Klapanlæg beregnet til bilfærger adskiller sig i princippet ikke fra klapanlæg til jernbanefærger. Dog kan man her tillade både større stigninger – helt op til 100 promille – og større knækvinkler, hvorfor der ikke er behov for at konstruere todelte klapanlæg til bilfærger.

Det karakteristiske ved bilfærger er, at de ofte overfører biler på flere dæk. Er der tale om tre, har øverste og nederste dæk normalt forbindelse til land via klapanlæg i færgens længderetning, mens forbindelsen til mellemdækket eksempelvis kan være et klapanlæg med tilslutning til en port i færgens side (fig.107).

Bilfærger anløber idag ikke blot sakslejer. Adskillige bilfærger er således bygget til anløb af hjørnelejer og her gælder som omtalt særlige forhold. Den mindre stramme fastholdelse i hjørnelejet medfører eksempelvis, at klapanlægget skal udformes, så klappen ikke blot er istand til at følge færgens normale bevægelser, men også følge den frem og tilbage i lejet og eventuelt et stykke ud fra kajen.

Hvor der ved klapper til bilfærgens ender trods alt er tale om en meget begrænset bevægelighed, er der ved klapper til en færges side tale om meget store relative bevægelser. Klapanlægget udformes derfor således, at klappen kan forskydes frem og tilbage samt glide sideværts på færgens dæk.

Skulle en færge ved et uheld drive væk fra kajen er klapanlægget til en sådan sideindkørsel konstrueret med henblik på – i givet fald – at kunne slippe færgen og fastlåses i den stilling, hvori den er anbragt.

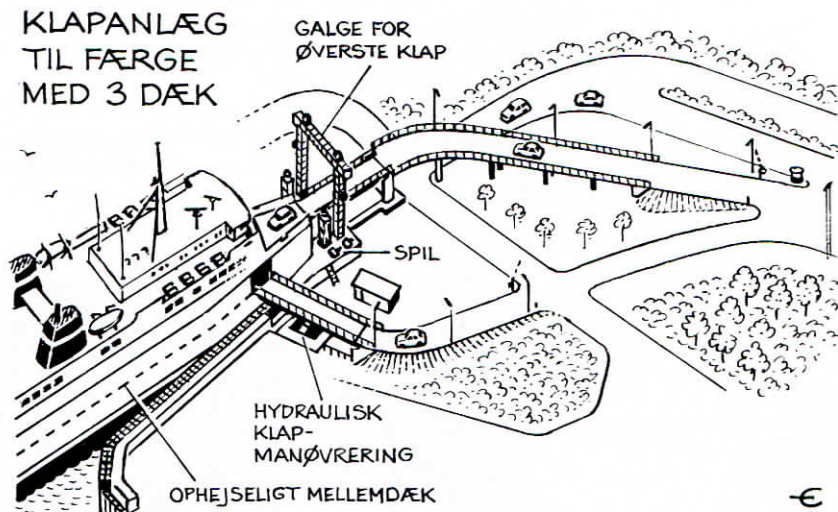


fig.107: klapanlæg til bilfærges med tre dæk

Ser vi til sidst på klapanlægget til det såkaldte link-span leje, finder vi her et klapanlæg, der i næsten hele sin længde er udformet som en stiv, lukket konstruktion. Kun de yderste tre meter er gjort bevægelige i kraft af en serie trekant-elementer, der leder over til en vippebjælke, som kan følge færgens bevægelser. Klappen bæres i den yderste ende af en opdriftstank, som hæves ved indblæsning af luft og som sænkes ved, at vandet presser luften ud.

For at opnå en større fleksibilitet i udnyttelsen af såvel hjørnelejer som færger udstyres bilfærgerne idag ofte med egne klapanlæg. Færgeklappen understøttes i så fald i land på en fast eller indstillelig rampe.

Passagerlandgange

Med henblik på at bringe passagerer direkte ind på dæk med passagerfaciliteter etableres passagerlandgange med tilslutning til færgens side i højde med salondæk (fig.108).

Selv om passagerlandgangen i princippet kan opbygges som de tilsvarende anlæg til tog og biler, medfører den højtliggende tilslutning, at samtlige bevægelser her giver større udsving. Ved en krængning på blot 3 grader bort fra kajen kan tilslutningspunktet således flytte sig en halv meter opad og en halv meter udad. Tilsvarende mål nedad og indad fås ved en lignende krængning ind mod kajen.

Hertil kommer, at færgens udformning kan medføre, at landgangen skal kunne trækkes forholdsvis langt tilbage fra kajkanten for at give tilstrækkeligt friprofil for færgen ved anløb og afgang.

For at få tilstrækkelig vandring vil man derfor ofte vælge at udforme en passagerlandgang som et teleskoparrangement eller som en kabine, der ved hjælp af hager kan fastgøres i en bøjle på færgesiden eller i porttærsklen. Hvor passagerlandgangen er etableret i et hjørneleje kan den – som klapanlægget til en bilfærges med sideindkørsel – give slip på en færges, som ved et uheld driver væk fra kajen, idet den fastlåses i den aktuelle stilling.

Passagerlandgange er idag brede og overdækkede, ligesom forbindelsen mellem færge og land tit udgøres af rullende trapper eller rullende fortove. Ofte kan bagagen samtidigt sættes af på transportbånd.

En ting er imidlertid komfort, noget andet er, at en hurtig lastning og losning – hvad enten der er tale om tog, biler eller passagerer – betyder kortere tid i havn, bedre udnyttelse af materiellet og dermed besparelser.

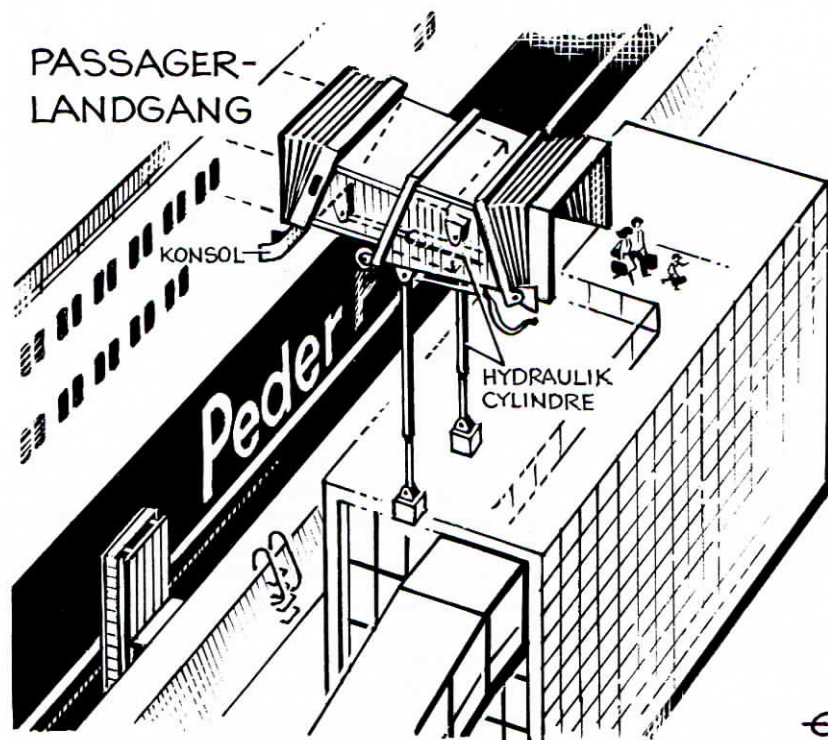


fig.108: passagerlandgang

10.4. Klapmaskineri

Maskineri

Det kan være vanskeligt at udtale sig i meget generelle vendinger om maskineriet til så forskellige klapanlæg som passagerlandgange, bil- og jernbaneklapper. Der kan således være tale om elektriske eller hydrauliske spil, hydrauliske spil og hydrauliske cylindre eller udelukkende hydrauliske cylindre. Det første gælder mange klapanlæg i sakslejer og mange passagerlandgange, det andet gælder nyere jernbaneklapper med midterophæng og det sidste en del bilklapper og nyere landgange. Vi vil i det følgende derfor koncentrere os om nogle principper, hvoraf det første er, at jo nyere anlæg vi har at gøre med desto mere hydraulik.

Den væsentligste del af en jernbane- eller bilklaps egenvægt vil i sakslejer som hovedregel være afbalanceret i et kontravægtsarrangement, som er fastgjort til ophejningsbjælken med wirer. Den resterende del af klappens vægt, nemlig den der sikrer, at klappen hviler sikkert på færgen, hæves og sænkes i så fald med ét eller to spil, som på lignende måde er fastgjort til ophejningsbjælken med wirer (fig.109).

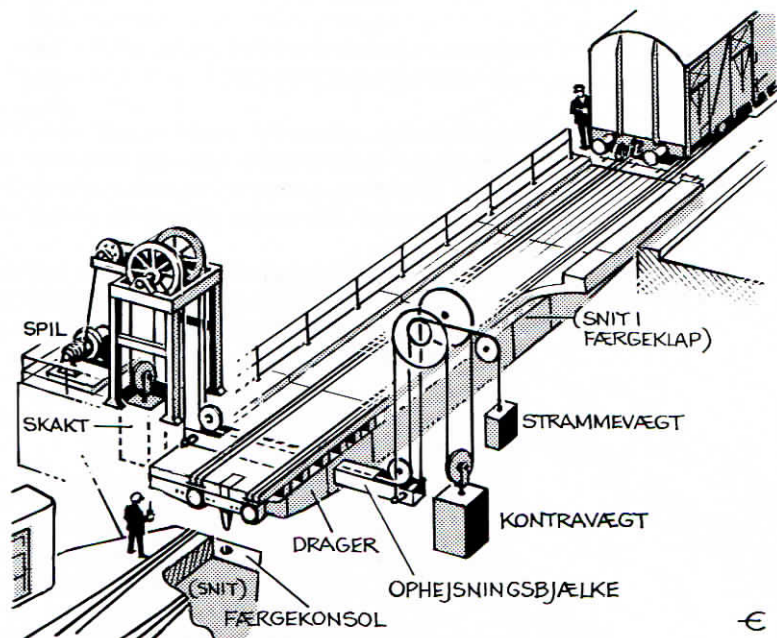


fig.109: ophejsnings- og kontravægtsarrangement

Spillene drives af elektriske eller hydrauliske motorer. Er der tale om det sidste, produceres den hydrauliske motors effekt af en pumpestation, der er placeret tæt ved klapanlægget og som består af mindst to parallelle pumper og et ventilarrangement. Ved normal drift er alle pumper i funktion, men falder en eller flere ved et uheld ud, kan én pumpe alene klare betjeningen af klapanlægget. Det vil blot gå langsommere – halv hastighed, hvis der eksempelvis er tale om to ens pumper.

For at kunne følge færgens bevægelser slækkes ophejsningswirerne, når klappen er placeret på færgens konsol. For at hindre wirerne i at rulle af tovhjul og spiltromler holdes de udspændt ved hjælp af en særlig strammevægt. Ved de hydrauliske spil kan man lade motoren opretholde et svagt træk i wiren, men det er straks mere kompliceret.

På de nyere klapanlæg til bilfærger findes hverken kontravægts- eller ophejsningsarrangementer, idet bevægelsen af klappen her udføres af hydrauliske cylindre placeret tæt ved klappens landfæste. På sådanne klapanlæg sikres klappen bevægelighed ved, at man sætter de hydrauliske cylindre i »flydning«, når klappen er på plads. Flydning vil sige, at man udligner trykforskellene i cylindrenes forskellige kamre, således at klappens egenvægt kan flytte stemplet i cylindren.

Betjeningsanlæg

Klapanlæggene blev oprindeligt betjent fra land af bropersonalet og det forekommer stadig enkelte steder. Færgespillene betjenes her ved hjælp af en kontroller, det vil sige et system af elektriske modstande og kontakter, hvorved hastigheden kan reguleres. Kontrolleren er anbragt, hvor der er god oversigt over såvel klappens forende som færgens konsol.

Er det muligt for færgespersonalet at nå et kontrolpanel i land, etableres hængetryk. Et hængetryk er en mindre trykknapskasse, som enten hænger i sit eget

kabel eller på en krog i færgelejet.

Hvor afstanden mellem færgedæk og færgeleje er for stor eller, hvor der er mange betjeningsfunktioner, indrettes faste betjeningspaneler på færgerne.

Signalforbindelsen mellem færge og land kan enten foregå direkte eller indirekte. I det første tilfælde via et kabel og i det andet trådløst, det vil sige ved radiostyring. Svigter signaloverførslen betjenes klapanlægget manuelt fra land ved hjælp af et panel, som svarer til færgens, eller direkte på de hydrauliske ventiler.

Trykknappfunktionerne vil altid være enten holdetryk eller impulstryk. Ved holdetryk holdes knappen indtrykket, mens bevægelsen af klappen finder sted. Ved impulstryk behøves blot et kort tryk for at igangsætte bevægelsen, som da har en fastlagt slutposition.

Styringsanlæg

Ældre klapanlæg er udstyret med enkle betjeningssystemer, som ikke giver anledning til mange fejlbetjening eller fejlfunktioner. Den nødvendige beskyttelse af anlæggenes funktion er tilgodeset ved henholdsvis endestopkontakter og klarlamper.

Endestopkontakterne sikrer, at klappen ikke bevæger sig ud over de grænser, der er sat for dens funktion, ved at afbryde strømmen. Klarlampesystemet angiver med to tændte lamper, at strammevægten har så meget frigang, at klappen kan følge færgens bevægelser. Hvis den ene eller begge lamper slukkes, betyder det, at strammevægten ikke har den nødvendige frigang. Sker det, skal trafikken over klappen stoppes og strammevægtens placering justeres.

Ved de større anlæg er bevægelsesmønstret for klapanlæg som regel langt mere kompliceret. Hertil kommer, at de ofte fjernbetjenes. Begge dele nødvendiggør en øget overvågning. Hvor der er tale om overvågning, udgøres denne af et system af mekaniske vippekontakter, berøringsløse følere eller fotoceller.

Af hensyn til sikkerheden er der indført en indbyrdes afhængighed mellem de forskellige klapanlæg. En passagerlandgang kan således ikke sættes til, før jernbaneklappen eller bilklappen er på plads og fortøjet, ligesom landgangen skal være bjærget, før klappen igen kan hæves.

Vedligeholdelse

For til stadighed at kunne opretholde driften på overfarterne, foretages regelmæssige eftersyn af såvel klapper som betjenings- og styresystemer. Ved de nyeste anlæg omfatter sådanne eftersyn måneds-, kvartals- og årseftersyn suppleret med et obligatorisk ugentligt check.

På de ældre anlæg udføres eftersynene kvartalsvis. Til gengæld omfatter de så også eftersyn af spil- og kontravægtstove, der skal udskiftes ved fastlagte terminer eller slid.

Som et supplement til de skemalagte vedligeholdelsesrutiner foretages en årlig kontrol af færgeanlæggenes tilstand for at fastlægge tidsplanen for større reparationer og eventuelle fornyelser af anlæggets dele.

10.5. Serviceanlæg

Provanteringsanlæg

Hvor der tidligere i væsentlig omfang foregik tilberedning af restaurationsvarer

på færgerne, foregår tilberedningen idag på centralkøkkener i land, hvorfor det altså ikke længere er råvarer, man skal bringe ombord, men derimod færdige retter. Af anden proviant kan nævnes hele det sortiment af varer, som færgekioskerne udbyder, for ikke at tale om, at visse færger rummer hele supermarkeder.

Denne udvikling har øget kravene til en sikker og nænsom ombordtagning, hvorfor tidligere tiders skråtstillede båndtransportører idag er afløst af contanterkraner eller provianteringstårne (fig.110).

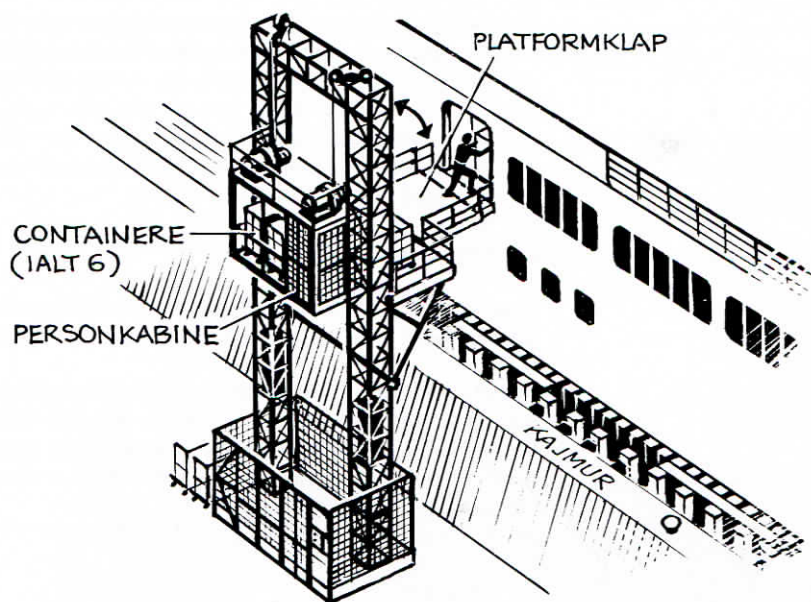


fig.110: provianteringstårn

Proviaeringstårne er opbygget af to gittermaster, imellem hvilke der kører en elevatorstol med varelad og plads til betjeningspersonale. Elevatoren bringer rullecontainere, paller og kasser op til en platform, som kan indstilles i højde med færgets salondæk. På platformen findes ud mod færgen et mindre klapanlæg – en såkaldt kørebri – som manøvreres med vippe- og teleskopcylindre.

Når kørebri er lagt af på en bøjle på færgesiden, indstiller platformen sig automatisk således, at kørebri får en svag hældning nedad for herved at lette ombordtagningen af varerne.

Som det var tilfældet med passagerlandgangen, er der af hensyn til sikkerheden også etableret en afhængighed mellem kørebri og færgeklap. Kørebri kan således først lægges af på færgen, når færgeklappen er på plads, ligesom kørebri skal være tilbage i parkeringsposition, før færgeklappen kan hæves.

Vandforsyningsanlæg

Færgerne forsynes med vand fra en offentlig ledning, som afsluttes i en brønd nedenfor kajmuren omkring færgelejet. Placeringen er valgt for at komme så tæt på færgernes påfyldningsstuds som muligt.

I brønden findes et ventilarrangement, som gør det muligt at betjene anlægget elektrisk fra kajen eller manuelt fra terrænet omkring kajen. Forsyningsledningen hertil anlægges med et fald mod brønden for at forhindre ledningen i at fryse til om vinteren.

For ikke at forurene havvandet skal færgens spildevand pumpes iland. Til det brug anlægges ved færgehavne et pumpningsanlæg. De nødvendige ledninger udføres som trykledninger, idet en færgeres pumper selv er istand til at pumpe spildevand i land.

For at få lov til at pumpe spildevand i land skal man have myndighedernes godkendelse. Det kan eventuelt være en tilladelse til at pumpe på bestemte tidspunkter eller til at pumpe med aftalte mængder i timen. Da der betales afgift af de mængder, der pumpes, er anlægget forsynet med indbygget måleudstyr.

Er der tale om olieholdigt vand kræves endnu en tilladelse, nemlig til at udlede vand med et bestemt fastsat indhold af olie. Her taler vi til gengæld hverken om procenter eller promiller, men om størrelser på mellem 15 og 40 ppm, det vil sige milliontedele. Er en færge ikke forsynet med eget rensningsanlæg, ilandpumpes olieholdigt spildevand via et specielt system forsynet med olieudskillere, hvis det da ikke transporteres i cisternevogne til Kommune Kemi i Nyborg.

Olieforsyningsanlæg

Hvis færgernes brændselolie ikke kan tilføres via et ledningssystem fra færgestationens olieforsyningsanlæg, anlægges et tankanlæg på havnearealet.

Rørledningerne udføres af korrosionsbeskyttede rør, som føres helt frem til færgelejet. Olieudleveringsanlæggene indbygges i en mindre hytte med plads til betjening eller i en overdækket afskærmning. Begge steder findes ventiler, filtre, oliemålere og elskab med kontakter til start og stop af pumper.

11. Arkitektur og design

11.1. Bygningsprincipper

Anlægget af jernbanerne betød i de nærmeste årtier efter etableringen en kolossal omvæltning for de dengang relativt isolerede bysamfund. De fik med jernbanenettet i midten af forrige århundrede helt nye muligheder for transport af mennesker, dyr og gods over landjorden.

Indretningen af stationerne var præget af datidens forventninger til jernbanernes funktion og det vil blandt andet sige, at de var indrettet med klassedelte ventesale, rejsegods- og dragerekspeditioner, telegrafkontorer og stationsforstanderboliger. De små landstationer rundt om i landet efterlignede denne model, men var herudover forsynet med anlæg til en ikke ringe mængde gods og kvæg.

Stationsbygningerne i de store og større byer blev ofte opført som omfangsrige og – selv efter datidens begreber – imponerende bygningsværker. Stationsbygningen stod på ingen måde tilbage for byens øvrige repræsentative bygninger, det være sig kirken, rådhuset og posthuset (fig.111).



fig.111: Helsingør Station

Som det vil være de fleste bekendt, står hovedparten af disse stationsbygninger endnu tilbage som et monument over tidens transportbehov, byggestil og samfundsopfattelse. Siden da har ikke blot samfundet og byggestilen ændret sig, men også DSB, der i de mellemliggende år har udviklet sig til et moderne masse transportsystem.

Kun få steder har man kunnet begynde helt fra bunden med nye sporanlæg og nye stationer. Som et eksempel på at det dog er sket, bringes her et par illustrationer fra Høje Taastrup Station, der blev etableret i 1986 for at aflaste Københavns Hovedbanegård (fig.112-113).

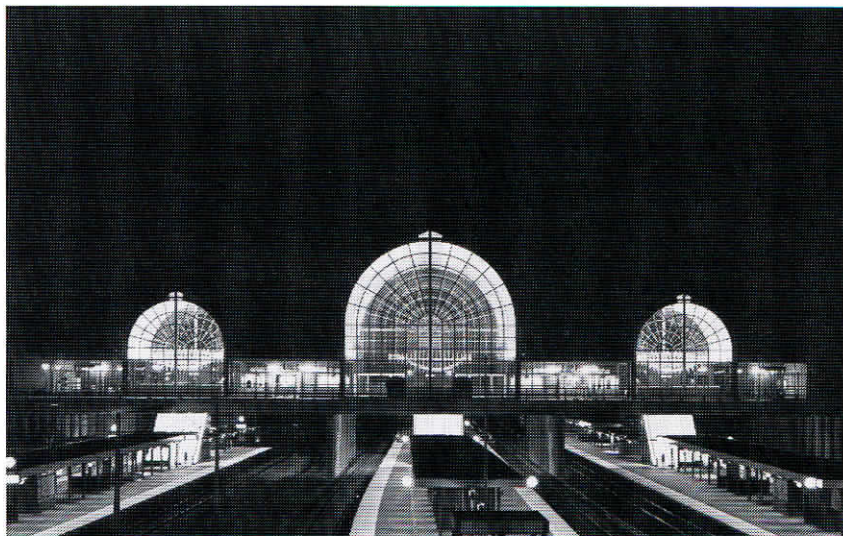


fig.112: Høje Taastrup station

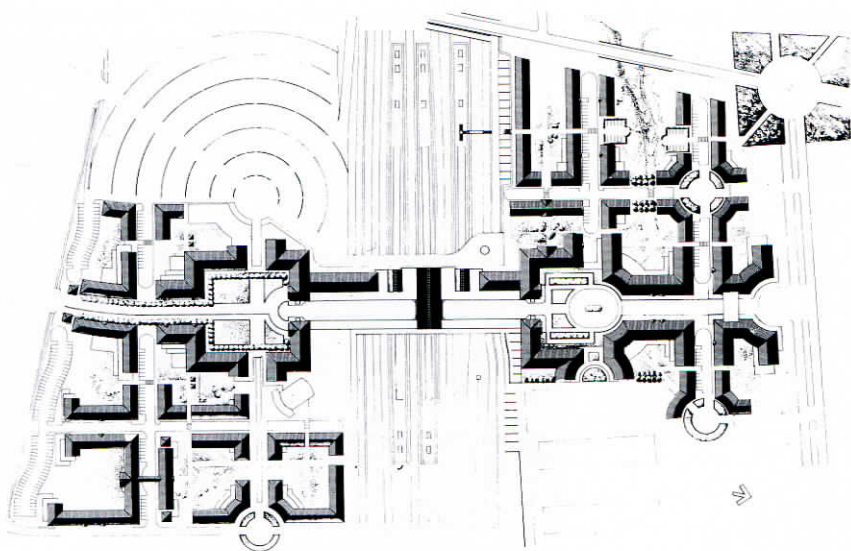


fig.113: Høje Taastrup

Nybyggeri og frem for alt ombygninger kan ikke udelukkende tage udgangspunkt i stationsbygningens ændrede funktion og de fremtidige muligheder for at ændre i takt med nye behov. Gjorde man det, ville man overse og ødelægge det samspil, som i den mellemliggende tid har udviklet sig mellem stationen og byen omkring den. Stationen har nemlig ikke blot altid været en dominerende bygning i byen, men ofte også en dominerende bygning midt i byens hjerte.

Sine steder kan stationen på det nærmeste betegnes som byens geografiske og sociale midtpunkt, hvorfor det er af allerstørste betydning, at stationen og dens anlæg til enhver tid indpasses i det stedlige byggeri og afstemmes med den lokale befolknings behov (fig.114).

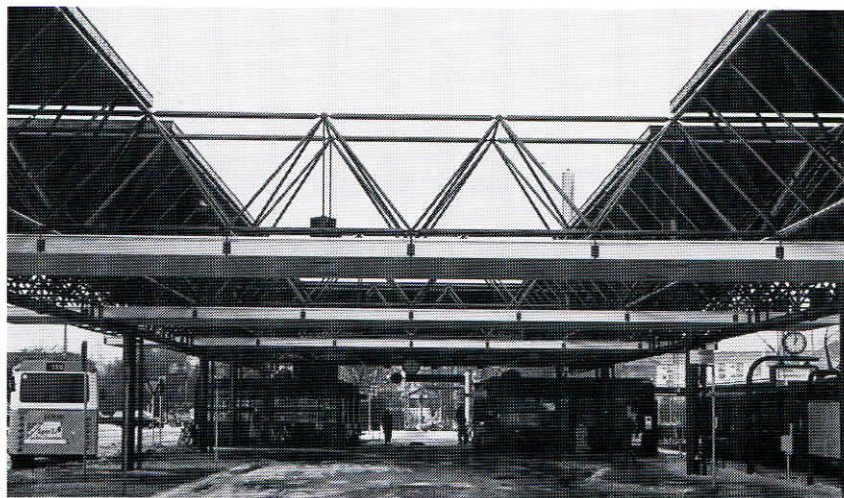


fig.114: Farum S-banestation

De samme krav om indpasning i miljøet lægges til grund for nybyggeri og ombygninger på stationsområder, det vil blandt andet sige forpladser og perronanlæg, gods- og færgeterminaler, depotbygninger, remiser, vognvaske- og klargøringsanlæg.

Hvor man tidligere kunne se stationsområder bebygget med en uensartet og ofte disharmonisk masse af bygningsværker, lægger man idag vægt på at samtlige bygninger på en station kommer til at indgå som harmoniske elementer i den helhed, der udgøres af den pågældende station. Noget andet er så, at byggeriet også gerne skulle fremstå som et typisk DSB byggeri, men det vender vi tilbage til.

Den viste femsporede værkstedshal til vedligeholdelse af trækraft kan stå som et eksempel på DSB's nyere såkaldte tekniske bygninger. Bygningen er opført af relativt få standardiserede komponenter i stål og beton. Baggrunden for at anvende de pågældende komponenter er ikke blot begrundet i hensynet til opførelsespris, vedligeholdelsesomkostninger og skønned levetid. Man har således lagt stor vægt på, at den tekniske bygning kom til at fremtræde med en vis funktionspræget æstetik (fig.115).



fig.115: værkstedshal

Færgeterminaler indgår alene på grund af deres betydelige højde og tilsvarende udstrækning som et meget dominerende element i et hvilken som helst havnemiljø. Det tager man højde for allerede under konstruktionen.

Uanset hvilke beslutninger, der træffes vedrørende opførelsespris, vedligeholdelsesomkostninger, levetid, kapacitet og komfort, er det et ufravigeligt krav, at terminalen indpasses i havnemiljøet både i henseende til design og materialevalg (fig.116).



fig.116: færgeterminal

Når det gælder broer og tunneler, er der tale om konstruktioner, som på lignende måde har været underkastet designmæssige overvejelser.

Frem for at fremhæve broen som et selvstændigt bygningsværk, som hævder sig markant i forhold til landskabet omkring den, har man valgt at opfatte broen som en del af et langt trafikbånd, der snor sig gennem landskabet. Denne sammenhæng prøver man at understrege med brokonstruktionen.

I praksis betyder det, at man udfører broens bærende konstruktioner så diskret som muligt og lader en relativt tynd broplade være det, der tegner broen.

Hvor der er tale om broer over udgravninger, føres skråningerne igennem under broen. Det sker for at fremkalde det indtryk, at den kunstigt frembragte sænkning er en slags dal i landskabet (fig.117).

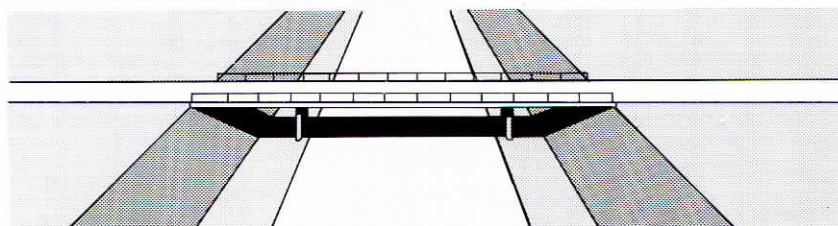


fig.117: bro over udgravning

Er der tale om en bro mellem dæmninger, vælger man at fortolke dæmningerne som bakker i et landskab, hvorfor man her foretrækker en bro, der virker mindst muligt forstyrrende på dette indtryk. For at understrege indtrykket forsynes

dæmningerne til alle sider med skråninger, ligesom man undlader at anvende støttemure og skråningsbeklædninger (fig.118).

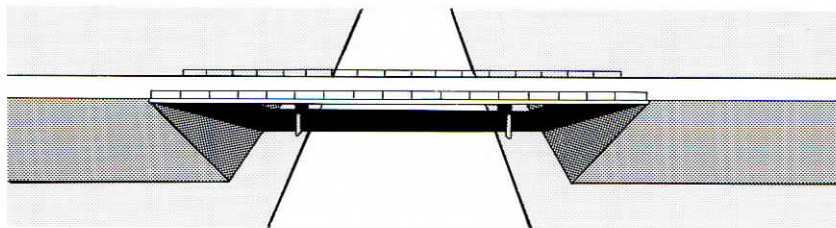


fig.118: bro mellem dæmninger

Skal der etableres en tunnel i en dæmning, søger man at bevare dæmningens form ubrudt. Det gør man ved at afslutte tunnelens betonkonstruktion i plan med dæmningens sider, således at tunnelen blot kommer til at fremtræde som et hul i dæmningen (fig.119).

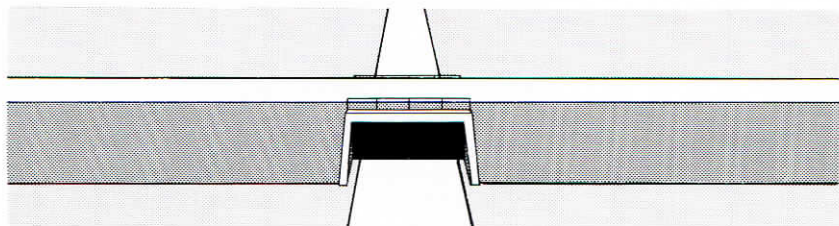


fig.119: tunnel i dæmning

Nu har vi først og fremmest talt om de store linjer, men ofte er det sådan, at det er de små ting, der skaber den designmæssige identitet mellem eksemplevis en meget gammel og en helt ny station. Sådanne mindre sammenhængsskabende ting kan eksempelvis være plakastativer, togvisermonitører, belysningsarmaturer, master, telefonbokse, bænke og sågar affaldskurve.

11.2. Projektering

Til projektering af bygninger råder DSB over en bygningstjeneste, der som den sagkyndige byggeadministration står for gennemførelsen af såvel nybyggeri som om- og tilbygninger. Det er således bygningstjenestens ansvar, at projektets økonomi er i orden, at der sker en afvejning af opførelsespris, vedligeholdelsesomkostninger og skønnet levetid og at der tages de nødvendige funktionelle, miljømæssige og æstetiske hensyn.

Bygningstjenestens opgavestillere er DSB's øvrige tjenester og divisioner, men den endelige målgruppe er naturligvis kunderne, det vil sige passagererne og de, der iøvrigt benytter sig af DSB's serviceydelser.

Byggesager gennemgår fra idé til ibrugtagning og drift et forløb gennem mange forskellige faser, der dog kan opdeles i fire forløb, nemlig programmering, projektering, udførelse og ibrugtagning.

Indenfor det første forløb opererer man alene med fem afgrænsede, men samhørende faser. På baggrund af et formuleret behov (fase 0) udarbejdes et programoplæg med angivelse af de overordnede krav, som byggeriet skal opfylde (1). Efter programoplægfasen følger programfasen (2), hvor de eksakte krav til byggeriet opstilles. Det kan eksempelvis for en stationsbygning være passageernes adgangsforhold og ventefaciliteter samt personalets kontor- og skrankefaciliteter. I dispositionsfasen (3) foretages så den omtalte tekniske, æstetiske og miljømæssige vurdering, som i projektfasen (4) bliver til bindende planer.

Herudover udarbejdes tegninger af anlæg og anlægsdele til brug ved myndighedernes godkendelse samt de endelige tegninger, der skal bruges af de håndværkere, som i praksis skal udføre opgaven. De to sidste faser betegnes som henholdsvis forprojektfasen og hovedprojektfasen.

I forbindelse med udførelsen findes en udbudsfase og en udførelsesfase. Byggeriet udbydes i licitation eller til fast pris, hvorefter den valgte entreprenør udfører arbejdet i overensstemmelse med projektgrundlaget. Efter afslutningen af byggeriet tages anlægget naturligvis i brug, men i forlængelse heraf gøres der status over de indhøstede erfaringer, ligesom standardtegninger og designnormer tages op til kritisk revision.

11.3. Normsamlinger

For at give valgmuligheder og dog sikre, at samtlige anlæg og anlægsdele opnår det fællespræg, der fortæller, at anlægget er en del af de danske statsbaner, er der til brug på alle stadier i anlægsarbejdet udarbejdet normsamlinger og manualer af forskellig art.

Som eksempler kan nævnes »Vejledende niveaunormer for DSB byggeri« og »Normsamling for arkitektur, design og grafik«. Ved hjælp af det første værk kan opgavestilleren danne sig et indtryk af de muligheder, som byggeriet rummer, mens man i det sidste kan orientere sig om byggeriets enkeltdele ned i den mindste detalje.

Vejledende niveaunormer for DSB byggeri er et hjælpemiddel for de tjenester og divisioner, som påtænker at opføre anlæg af den ene eller anden art. Værket kan bedst betegnes som en række principielle forslag til, hvordan man eksempelvis moderniserer en station, indretter lokaler eller opbygger en perron. Forslagene rummer for hvert enkelt anlæg forslag til henholdsvis beskedne og mere omfattende moderniseringer, totalreoveringer og nyanlæg i deres fuldt udbyggede form. Ud fra valget af et bestemt udførelsesniveau kan rekvirenterne herudover danne sig et indtryk af, hvad valget indebærer af omkostninger.

Herunder er vist et eksempel fra normmaterialet, nemlig forslag til modernisering af perroner på IC-stationer (fig.120).

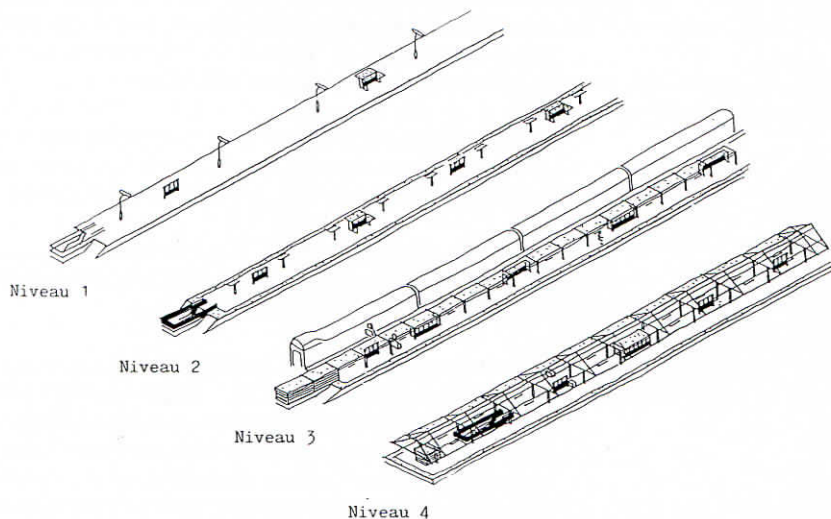


fig.120: perronombygning

Det fællespræg, som DSB's byggeri idag fremviser, er først og fremmest et resultat af, at der foretages en stram styring indenfor valget af materialer, farver og byggesystemer. Stationsbygninger, lokaler, perroner og belysningsgenstande ligner sig selv overalt i landet og det samme gælder ekspeditionsranker, ventesalsmøblement, sanitære installationer og askebægre.

Det skyldes i høj grad normsamlingen for arkitektur, design og grafik. Denne samling udgør et katalog over hvilke retningslinjer, byggesystemer og produkter, som DSB har udviklet.

Tager vi udgangspunkt i de vejledende niveauormers forslag til ombygning af en ø-perron, kan vi siden ved hjælp af normsamlingen udstyre den med et perrontag, en lysmast med lysrørsarmatur og et højttalerarmatur (fig.121-123).

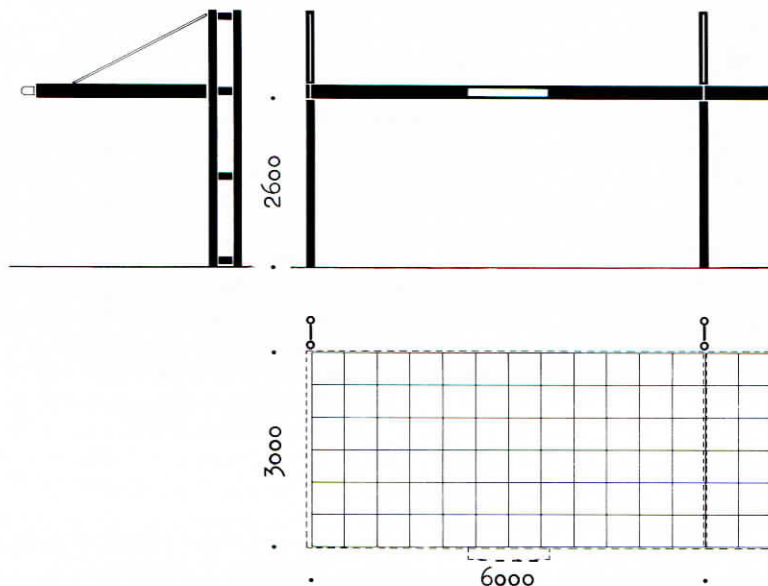


fig.121: perrontag

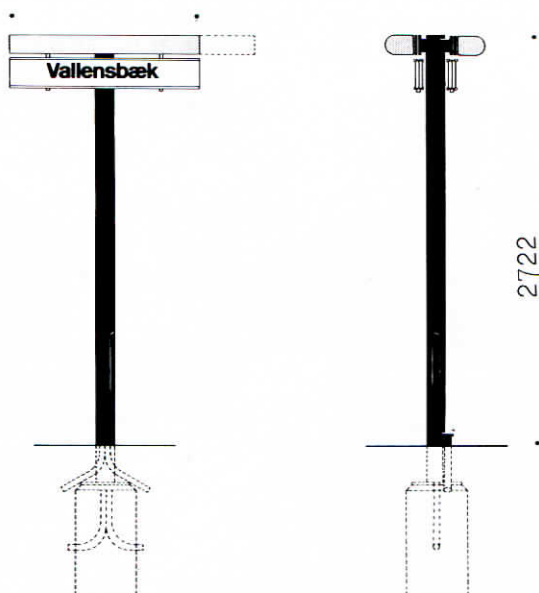


fig.122: lysmast med lysrørsarmatur

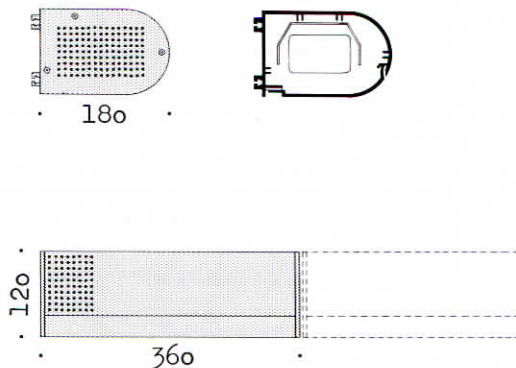


fig.123: højttalerarmatur

11.4. Skiltning og udsmykning

Det er af stor betydning for en virksomhed som DSB, at køreplaner, opslag og skilte udformes med en klar og tydelig skrift, ligesom det er væsentligt for DSB's ansigt udadtil, at den grafiske udtryksform er den samme, uanset om der i den forbindelse er tale om brochurer, reklamer eller menukort til restauranter. Normsamlingen for arkitektur, design og grafik rummer derfor også en række retningslinjer for den skriftlige og visuelle kommunikation. Grundprincipperne for eksempelvis skiltning omhandler imidlertid ikke kun skrift- og skiltetyper, farvevalg og grafiske disponering, men også moduler, materialer og placeringsprincipper (fig.124). Bogen her om DSB's baneanlæg kan ses som et konkret udtryk for, hvordan sådanne normer kan kombineres.

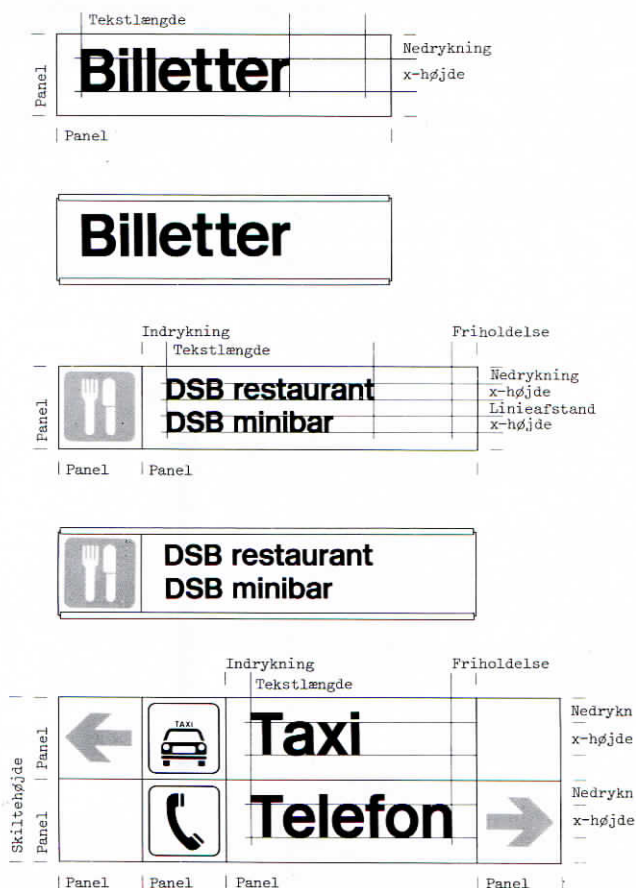


fig.124: grafisk opsætning

Baggrunden for at lade forskellige kunstnere udforme plakater og serier af plakater specielt til DSB var ikke udelukkende at give passagererne en kunstnerisk oplevelse med på rejsen. Hensigten var i lige så høj grad at højne kvaliteten i virksomhedens brug af opslag og anden form for informationsmateriale. DSB har siden med stort held ladet anerkendte kunstnere tage sig af den visuelle side af såvel køreplaner som foldere.

Valget af kunstner foretages af DSB's kunstneriske konsulent i samarbejde med et panel af kunstinteresserede medarbejdere (fig.125).

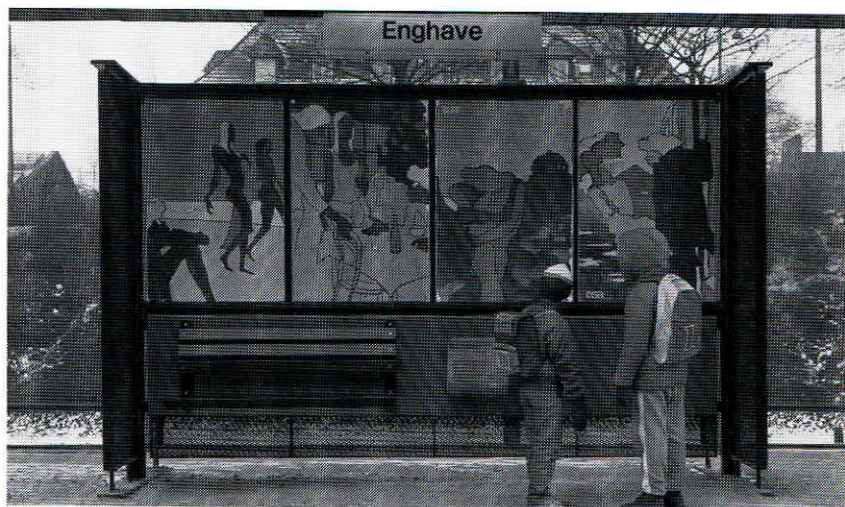


fig.125: plakater af Eiler Kragh

Baggrunden for at udsmykke færgerne med kunst var naturligvis på en tilsvarende måde, at give passagererne en oplevelse af kunstnerisk art. Fremfor imidlertid at ophænge billeder rundt omkring, hvor pladsen tillader det, er man her gået mere radikalt til værks. De nyeste færger er således karakteristiske ved, at arkitekter og kunstnere er gået i samarbejde omkring hele indretningen af færgernes indre. Hensigten har været at opnå en slags visuel sammenhæng, forstået på den måde, at kunsten skal være en del af færgemiljøet på samme måde, som færgemiljøet spejler sig i kunstnerens valg af tema og farveholdning. Det viste eksempel stammer fra en af de nye storebæltsfærger, hvor kunstneren Helge Refn har fået lov til at udfolde sin fantasi. (fig.126).

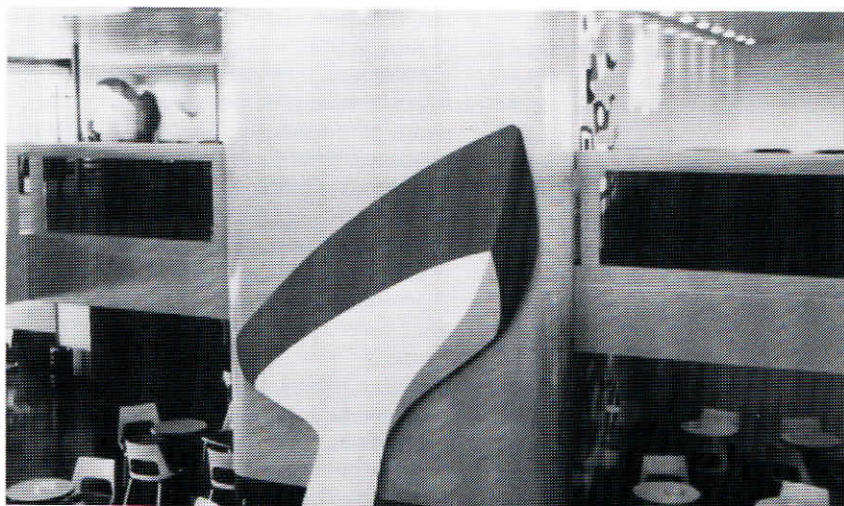


fig.126: færgeindretning

Billedoversigt

- fig.1 : linjeføring
- fig.2 : længdeprofil
- fig.3 : tværprofil
- fig.4 : stabilisering af ældre dæmning
- fig.5 : standardprofiler
- fig.6 : specialprofiler
- fig.7 : thermitvejsning
- fig.8 : overbygningsbetegnelser
- fig.9 : overbygning C
- fig.10 : overbygning Cr
- fig.11 : overbygning Cf
- fig.12 : overbygning Dt
- fig.13 : overbygning Db
- fig.14 : overbygning Dbn
- fig.15 : fast stød
- fig.16 : svævende stød
- fig.17 : dobbeltsvævestød
- fig.18 : vandreklemme
- fig.19 : sporskifte
- fig.20 : sporskifte (udsnit)
- fig.21 : sporskifte med drev
- fig.22 : sporkrydsning
- fig.23 : helt krydsningssporskifte
- fig.24 : halvt krydsningssporskifte
- fig.25 : forsat sporskifte
- fig.26 : transversal
- fig.27 : diamanatkrydsning
- fig.28 : måledræsine
- fig.29 : stopperetmaskine
- fig.30 : ballastrensemaskine
- fig.31 : bagharpningsvogn
- fig.32 : ballastfordelingsmaskine
- fig.33 : dynamisk stabiliseringsmaskine
- fig.34 : sporombygningstog
- fig.35 : tracétavler
- fig.36 : fritrumsprofil
- fig.37 : fejlkilometer
- fig.38 : låge, drejekors og led
- fig.39 : vejsignal med krydsningsmærke
- fig.40 : halvbomanlæg
- fig.41 : sneværnsbeplantning
- fig.42 : støjskærm
- fig.43 : stationsanlæg
- fig.44 : station med perroner
- fig.45 : nyere station med perroner
- fig.46 : nyere betonperron
- fig.47 : betonperron af T-plader
- fig.48 : vognbjørn
- fig.49 : portalkran
- fig.50 : drejeskive og ringremise
- fig.51 : skydebro
- fig.52 : stopklodser
- fig.53 : afløbssko
- fig.54 : hemsko
- fig.55 : spiralbremse
- fig.56 : bremsende sporstopper
- fig.57 : kabelrende
- fig.58 : dværgsignaler
- fig.59 : sporskiftesignaler

- fig.60 : hovedsignaler
- fig.61 : VM-signal
- fig.62 : signallysfarver
- fig.63 : bogstavvisere
- fig.64 : hastighedsvisning
- fig.65 : fremskudte signaler
- fig.66 : signaler for overkørsler
- fig.67 : sporisolation
- fig.68 : elektromekanisk sikringsanlæg
- fig.69 : relægruppesikringsanlæg
- fig.70 : fuldelektronisk sikringsanlæg
- fig.71 : sikkerhedsimpulser
- fig.72 : vekselblokanlæg
- fig.73 : førerrumssignal (HKT)
- fig.74 : førerrumssignal (ATC)
- fig.75 : driftscentral
- fig.76 : køreledninger
- fig.77 : køretråd, bæretov og hængere
- fig.78 : mastetyper
- fig.79 : isolatorer
- fig.80 : bevægeligt opfang
- fig.81 : vekselfelt
- fig.82 : adskillelsesfelt
- fig.83 : ledningsadskillere
- fig.84 : ledningskobler
- fig.85 : tværfelt
- fig.86 : S-banens strømforsyning
- fig.87 : strømkredsløb
- fig.88-89: bærende konstruktioner
- fig.90 : mastefundamenter
- fig.91 : køreledningsophæng
- fig.92-93: køreledningsophæng i ramme
- fig.94 : fjernbanernes strømforsyning
- fig.95 : neutralsektion
- fig.96-97: sugetransformator
- fig.98 : informationsflow i vedligeholdelsesarbejdet
- fig.99 : færgeforbindelser, færge- og lejetyper
- fig.100: sakslejer
- fig.101: fenderværker
- fig.102: hjørneleje
- fig.103: manøvreresimulator
- fig.104: udskrift fra manøvreresimulator
- fig.105: dækningsområde for klap til jernbanefærge
- fig.106: klapanlæg til jernbanefærge
- fig.107: klapanlæg til bilfærge med tre dæk
- fig.108: passagerlandgang
- fig.109: ophejnings- og kontravægtsarrangement
- fig.110: provianteringsstårn
- fig.111: Helsingør Station
- fig.112: Høje Taastrup Station
- fig.113: Høje Taastrup
- fig.114: Farum S-banestation
- fig.115: værkstedshal
- fig.116: færgeterminal
- fig.117: bro over udgravning
- fig.118: bro mellem dæmninger
- fig.119: tunnel i dæmning
- fig.120: perronombygning
- fig.121: perrontag

- fig.122: lysmast med lysrørsarmaturarmatur
- fig.123: højtalerarmatur
- fig.124: grafisk opsætning
- fig.125: plakater af Eiler Kragh
- fig.126: færgeindretning (Helge Refn m.fl.)

