

# DE TBL

## RECENTE ELEKTRONICATOEPASSINGEN VOOR DE SEININRICHTING IN VOLLE BAAN

L. GILLIEAUX

Sedert het ontstaan van de spoorweg hebben alle spoormannen het begrip veiligheid tot een van hun hoofdbekommernissen gemaakt, zowel de verantwoordelijken voor de ontwikkeling en verbetering van techniek en organisatie, als diegenen die de dagelijkse leiding van het treinverkeer in handen hadden. Naast de inspanningen met het oog op betere prestaties en productiviteitscijfers, is bij de spoorwegen – op het vlak van infrastructuur en materieel – onafgebroken gezocht naar verbeteringen die een veiliger treinenloop konden waarborgen. Er is in die context sedert jaren veel

onderzoekswerk verricht met betrekking tot de seininrichting, met als tweevoudig doel een verhoogde veiligheid én verbeterde prestaties in termen van toegestane maximumsnelheid en lijndebiet. Gekoppeld aan de recente mogelijkheden die de elektronica kan bieden, hebben die studies geleid tot de ontwikkeling van een nieuw systeem van seininrichting : de TBL of Transmissie Bakken-Locomotief.

Hieronder een stand van zaken betreffende deze belangrijke, vernieuwende techniek die geleidelijk aan zowel op ons net als op ons nieuw materieel zal worden toegepast.



PARISTO MOJUL

DETAIL VAN DE GRONDUITRUSTING



FOTO'S: NABESCH, MONTI

▲ UTRUSTING AAN BOORD VAN HET TESTRIJTUIG



▲ «CAB-DISPLAY»: SCHERM MET ALLE SEININFORMATIE

◀ TESTRIJTUIG

▼ GRONDUTRUSTING IN DETAIL



## SEININRICHTING BIJ DE SPOORWEG

Vermits een trein op sporen loopt, kan hij onmogelijk uitwijken voor een hindernis. Daardoor, maar tevens door de geringe wrijving tussen stalen wielen en dito sporen (die een zuinig energieverbruik opleveren, een fundamentele troef van het spoorvervoer), alsook door de omvangrijke massa's die in beweging worden gebracht (soms tot bijna 2000 ton), hebben de verantwoordelijken voor het treinverkeer altijd al gerekend met vrij lange remafstanden. Daaruit is trouwens de noodzaak ontstaan om de treinbestuurders tijdig te waarschuwen dat ze vaart moeten minderen om hun trein tot stilstand te brengen op de gewenste plek (in een station, voor een wissel of kruising enz.). En ook wanneer in een station twee treinen vertrekken klaar staan die hetzelfde uitrijspoor zullen gebruiken, moet elk van de treinbestuurders doelmatige en duidelijke aanwijzingen krijgen die voorkomen dat een andere bestuurder in verwarring zou worden gebracht.

Het ligt dus voor de hand dat de seininrichting bij de spoorwegen berust op een zeer complexe organisatie waarvoor een aantal categorieën van seinen vereist zijn, die elk verscheidene maar telkens zeer specifieke aanwijzingen kunnen geven : stopseinen of waarschuwingsseinen (toelating tot voorbijrijden met normale snelheid, het melden van beperkingen of zelfs het verplicht stoppen voor het volgende sein), seinen voor «grote beweging» (normale ritten) of «kleine beweging» (rangeringen), permanente of tijdelijke snelheidsbeperkingen op bepaalde plaatsen (bv. bij werken) enz.

### NIET-AFLATENDE WAAKZAAMHEID

Het is zonder meer van kapitaal belang dat de treinbestuurder al die seininformatie waarneemt en ze strikt opvolgt. Dat vergt van hem een uitstekende algemene kennis van de seininrichting, met daarbovenop een specifieke kennis van de lijnen die hij moet berijden. Een andere vereiste is dat hij voortdurend waakzaam moet zijn en rekening moet houden met de treinsnelheid en de massa van de getrokken lading : dat geldt overdag en 's nachts, in de mist, bij sneeuwval of onder een blakende zon; in volle baan of tijdens de doorrit van stations, waar talloze seinen staan die voor verschillende treinen bedoeld zijn.

Met de jaren werden de aanvankelijke armseinen uitgerust met lenzen van

verschillende kleuren. Door de arm een andere stand te doen innemen, kwam een van die lenzen voor een olielamp te staan, die later vervangen werd door een elektrische lamp. Wat de lichtseinen betreft, werden in een volgend stadium de vaste, zwarte borden met witte rand en verschillende seinlichten nagenoeg veralgemeend, al naar de noodzaak eventueel geflankeerd door andere aanwijzers.

### SEINHERHALING IN DE STUURPOST

Wegens het gestaag toenemend aantal treinen, de complexiteit van de bewegingen en de stijgende rijsnelheden, diende een nieuw systeem gevonden te worden om de seinen te kunnen herhalen aan boord van de trein – in de stuurpost – en zodoende het treinverkeer nog veiliger te maken. Die behoefte bleek des te dringender naarmate de moderne locomotieven, net als de motorwagens en motorrijtuigen, door slechts één man werden bestuurd, en ook naarmate bestuurdersfouten tot de risico's gingen behoren, zelfs in weerwil van de quasi-veralgemeende installatie van een automatische waakinrichting op de krachtvoertuigen.

Door die seinherhaling te koppelen aan verplichte reacties vanwege de bestuurder, kon bovendien gecontroleerd worden of deze laatste wel degelijk het sein en de bijbehorende informatie begrepen had en daaruit de vereiste handelingen afleidde om de veiligheid van zijn trein te vrijwaren.

De betreffende studies leidden tot de eerste controlefunctie met interactie tussen een in de sporen geplaatste, aan het sein gekoppelde uitrusting (krokodil) enerzijds, en een toestel op het krachtvoertuig (borstel) anderzijds : het systeem «borstel/krokodil».

### KROKODIL

De krokodil werd voor het eerst gebruikt in 1930 en mettertijd op het hele net toegepast : het is een langwerpig metalen toestel dat vlakbij de meeste seinen in de as van het spoor is geplaatst, en instaat voor de herhaling van seingegevens aan boord van de trein.

Het middengedeelte ervan bestaat uit een aantal naast elkaar geplaatste, golfvormige lamellen. Dit toestel dankt zijn beeldrijke toenaam misschien wel aan die speciale vorm en zijn lang en plat aanzicht!

Een krokodil kan, afhankelijk van de stand van het eraan gekoppelde sein, een positieve of negatieve spanning hebben, of

Omdat een trein niet kan uitwijken voor een hindernis, hij loopt immers over sporen, hebben de verantwoordelijken voor het treinverkeer altijd al gerekend met vrij lange remafstanden.

De «krokodil» is een langwerpig metalen toestel dat vlakbij de meeste seinen in de as van het spoor is geplaatst en instaat voor de herhaling van seingegevens aan boord van de trein.

ook spanningsloos zijn. Wanneer de trein erover rijdt, sleept een onderaan het krachtvoertuig gemonteerde metalen borstel over de krokodil om de al dan niet aanwezige spanning te registreren, wat in de stuurpost gevolgen heeft :

□ negatieve spanning : betekent dat het sein op groen staat en veroorzaakt een gong-sigitaal in de stuurpost om de bestuurder in te lichten dat hij ongehinderd mag doorrijden. Die informatie wordt tegelijkertijd in codevorm geregistreerd op een magneetband in het krachtvoertuig;

□ positieve spanning : betekent dat het seinbeeld een beperking inhoudt. Dat kan dubbelgeel zijn, wat beduidt dat het volgende sein op rood staat, of een combinatie groen-geel (horizontaal of verticaal) die een snelheidsbeperking aankondigt vanaf het volgende sein. Bovendien de magneetbandregistratie ervan onder een verschillende code, veroorzaakt die informatie in de stuurpost een fluitsigitaal en het aanfloepen van een gele meldlamp op de stuurtafel. De bestuurder moet dan een speciale drukknop (de zogeheten «waakknop») bedienen om te melden dat hij alert is. Als hij die knop niet meteen indrukt, begint de gele meldlamp op de stuurtafel te knipperen, wat aangeeft dat – na 4 seconden – automatisch een noodremming zal worden uitgevoerd. De bestuurder kan die alsnog voorkomen door zelf de nodige remming uit te voeren die overeenstemt met de seininformatie. Als gevolg daarvan zal de gele meldlamp continu beginnen te branden en pas uitgaan nadat de trein een groen sein met krokodil is gepasseerd;

□ geen spanning : betekent dat het sein op rood staat. Dit brengt in de stuurpost geen enkel signaal teweeg, vermits het systeem ontworpen is om de snelheidsvermindering en de noodremming te sturen nog vóór de trein het onveilige sein bereikt.

## TBL IN OPMARS

Hoewel het «borstel/krokodil»-systeem zeer nuttig is gebleken, zijn de mogelijkheden ervan begrensd door zijn technische karakteristieken. Doordat het maar twee toestanden meldt, kan het onmogelijk een onderscheid maken tussen de diverse beperkingen die een waarschuwingssein kan geven. Bovendien is het systeem onwerkzaam wanneer een rood sein voorbijgereden wordt, en vermag het evenmin de treinsnelheid te controleren. Ingevolge de toegenomen verkeersdrukte in vele in zones en knooppunten van het net, alsook door het effectieve of geplande optrekken van de maximumsnelheid voor een aantal lijnvakken, was het ondertussen

meer dan aangewezen om over andere, meer doeltreffende systemen te kunnen beschikken die de seininformatie aan boord van de krachtvoertuigen zou kunnen herhalen. Onderzoek in die richting leidde in de jaren 80 tot een doorbraak en bracht de komst van een nieuw systeem dat met de benaming TBL werd bedacht (Transmissie Baken-Locomotief). De recente ontwikkelingen op het gebied van de elektronica hebben met zich meegebracht dat het basissysteem – TBL 1 geheten – kon worden uitgebreid met tal van uiterst nuttige functies, onder meer voor toepassing bij hoge snelheden (200 km/h en meer). Die verbeterde versies heten TBL 2 en TBL 3, al naar de uitrustingskarakteristieken van het systeem.

### TBL 1

Dit is, net zoals de combinatie «borstel/krokodil», een stuurbewakingssysteem, maar dan wel veel krachtiger. Het is gebaseerd op de transmissie van een gecodeerd elektrisch signaal tussen een baken in het spoor en een antenne onderaan de locomotief; deze laatste vangt het uitgezonden signaal op en geleidt het naar de boorduitrusting, waar het eerst gedecodeerd wordt en daarna omgezet in bruikbare informatie voor de bestuurder.

### DE BAKEN EN DE UITRUSTING IN DE SPOREN

De baken bestaat uit een 80 cm lang kader van roestvast staal, aan beide uiteinden voorzien van een metalen afschermplaat. Hij ligt vlakbij het sein waarvan hij de informatie herhaalt, tussen de spoorbenen en uit de aslijn van het spoor met het oog op herkenning van de rijrichting. Via een kabel krijgt de baken een reeks gegevens toegestuurd vanuit een codeerder die in een keet met seinapparatuur is ondergebracht en die op zijn beurt informatie ontvangt over de lampen van het sein waarvan hij de gegevens moet herhalen. De gecodeerde gegevens, die de stand van het sein vertolken, worden dus geleid via de baken, die ononderbroken een elektrisch signaal uitzendt waarin de specifieke seinbeeldinformatie vervat is.

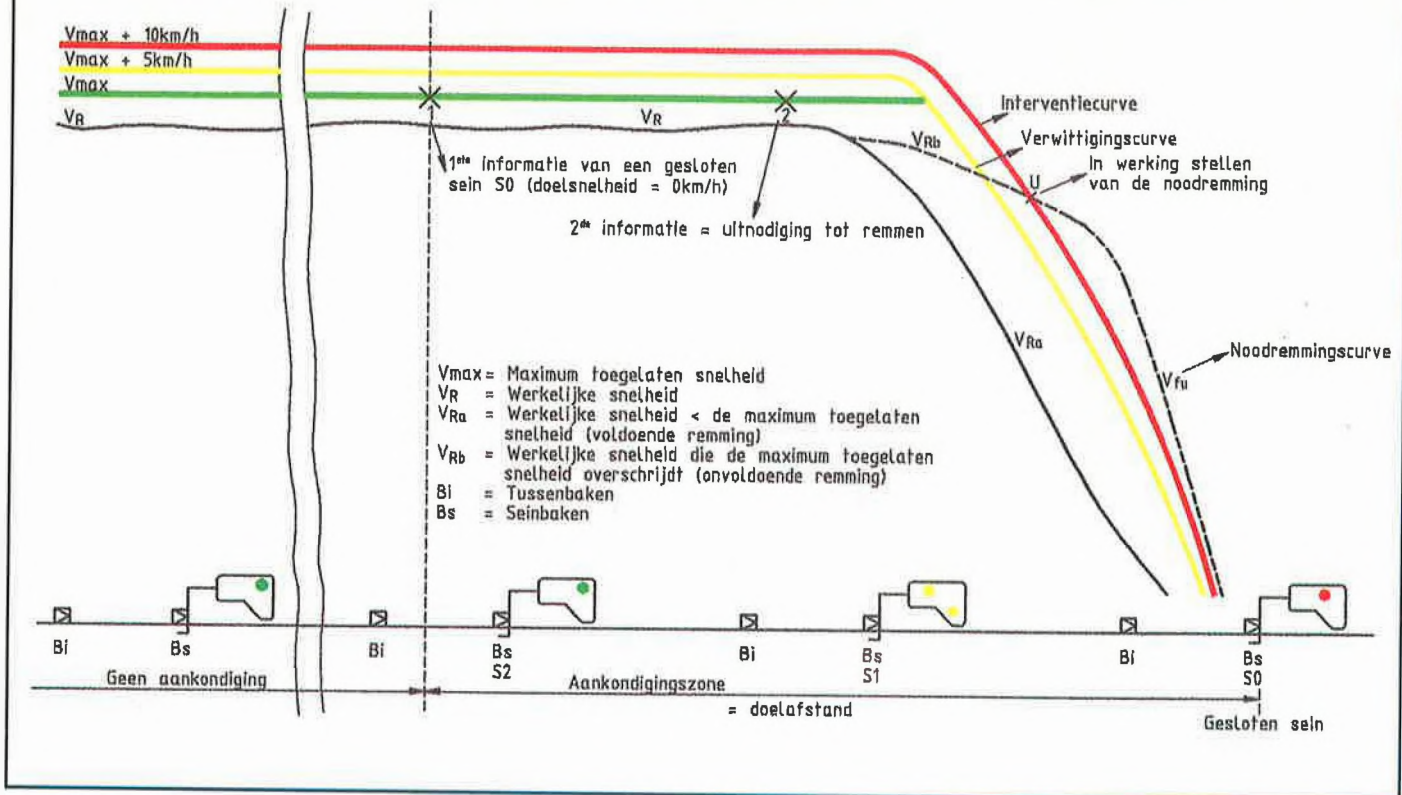
### BOORDUITRUSTING

Het bericht dat de antenne van het krachtvoertuig opvangt, gaat eerst naar een stel decoders (micro-rekeneenheden die in parallelschakeling werken met het oog op maximale veiligheid) die de binnengekomen informatie identificeren,

Door de alsmaar toenemende snelheid moest gezocht worden naar een systeem dat voor de seininrichting en de controle op het verkeer zou kunnen instaan zonder de klassieke seinen naast het spoor.

De TBL-uitrusting ontvangt haar gegevens van ofwel het klassieke relaisstelsel, ofwel specifieke elektronische modules, vanop afstand gestuurd vanuit een seinhuis van het PPL-type (Post met Programmeerbare Logica).

## Principe TBL 2 - Aankondiging van een gesloten sein



AANKONDIGING VAN EEN GESLOTEN SEIN

valideren en doorzenden naar de stuurpost, waar de bestuurder ze ontvangt en prompt de nodige, voorgeschreven handelingen uitvoert. Als de bestuurder niet tijdig ingrijpt, zullen diverse onderdelen van de boorduitrusting – die tegelijkertijd diezelfde bakeninformatie ontvangen hebben – in zijn plaats reageren door onder meer de trein tot stilstand te brengen als dat nodig blijkt.

### TBL 1-GEDEGENTES

De TBL 1-uitrusting kan dankzij haar hoge kwaliteitspeil de volgende functies waarborgen met een betrouwbaarheidsgraad die die van het systeem «borstel/krokodil» ruimschoots overtreft :

- ☐ controle op de waakzaamheid van de bestuurder ten aanzien van een open sein met beperkingen (controlefunctie);
  - ☐ geheugenopslag van de seinbeeldinformatie en de weergave ervan (melder) onder een welbepaalde vorm (MEMOR-functie);
  - ☐ automatische noodremming van de trein na het ongeoorloofd voorbijrijden van een sein (STOP-functie).
- Daarenboven worden al die seingegevens, alsook alle bestuurdershandelingen, door grafische boordopnemers opgetekend (TELOC-apparaat).

### TBL 2 EN 3

Hoewel men met TBL 1 de veiligheid van het treinverkeer heeft verhoogd, blijft dat systeem in wezen beperkt tot het herhalen van gegevens – in de stuurpost – die afkomstig zijn van seinen naast het spoor. Maar de NMBS heeft zich sedert het vorige decennium al voorbereid op de komst van de hoge snelheid, die een aanzienlijke weerslag zou hebben op de seininrichting. Internationale spoorweginstanties hadden immers voorgerekend dat het behoud van uitsluitend seinen naast het spoor, bij snelheden van meer dan 200 km/h een resem problemen zou opleveren en niet langer de gewenste veiligheidsgaranties zou kunnen bieden. In dit verband zou de ontoereikende waarneembaarheid van de seinen een verlaging van de maximumsnelheid genoodzaakt hebben, wat uitermate nefaste commerciële en economische gevolgen uitgelokt zou hebben. Een andere mogelijkheid, het verlengen van de sectielengte met het oog op de hoge snelheden, zou dan weer het debiet van de betrokken lijnen geschaad hebben.

Er diende bijgevolg gezocht te worden naar een systeem dat voor de seininrichting en de controle op het verkeer zou kunnen instaan zonder de klassieke seinen naast het spoor.

## **TBL, TVM 430, LZB...**

Het bleek niet mogelijk, de seininrichtingssystemen van de hogesnelheidslijnen in onze buurlanden eenvoudigweg over te nemen. We denken daarbij aan de «TVM 430» – Transmission Voie Machine (transmissie spoor-locomotief) – van de SNCF of de «LZB» – LinienZugBeeinflussung (continue automatische treinloopsturing) van de Deutsche Bahn.

Met de SNCF werd weliswaar een akkoord gesloten voor het installeren van de TVM 430 (1) op de hogesnelheidslijn tussen de Franse grens en Lembeek. Die keuze was goeddeels ingegeven door de bekommernis om slechts één registratiemethode voor seingegevens te hebben voor een ononderbroken hogesnelheidstraject, zoals bv. Brussel-Parijs. Maar de hoge snelheid zou ook op andere lijnen van het Belgische net toegepast worden : van Halle tot aan de rand van Brussel; van Brussel tot Leuven en Luik (en verder); van het noorden van Antwerpen naar de Nederlandse grens. Bovendien zouden op sommige van die lijnvakken – en in de toekomst zullen er nog bijkomen – ook binnenlandse treinen gaan rijden met snelheden tot 200 km/h, een reden te meer om een systeem te ontwikkelen dat op tal van Belgische treinen bruikbaar zou zijn. Daaromtrent is uit studies gebleken dat – dankzij de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van de elektronica – de TBL-uitrusting uitgebouwd kon worden tot een regelrechte Belgische variant van stuurpostbeseining (cab-signalling), die in het geheel niet zou moeten onderdoen voor die van de naburige spoorwegen. De nieuwe TBL zou zo ontworpen worden dat ze op het lijnvak Lembeek - Brussel seininformatie zou verstrekken die vergelijkbaar is met die van de TVM 430 op de hogesnelheidslijn, daarmee inspeland op de noodzaak van een eenvormige seinwaarnemingsmethode (zie hoger).

## **DE UITRUSTINGEN TBL 2 EN 3 UITRUSTING IN DE SPOREN**

Op dat vlak blijven de TBL-versies zowat vergelijkbaar met die van de eerste generatie. Zo nodig wordt de uitrusting per sectie uitgebreid met een of meer tussenliggende bakens of met een «zendlus», bestaande uit in het spoor gelegde kabels met een lengte tot 1000 m. Die toegevoegde onderdelen zenden hetzelfde bericht uit als de seinbakens. Een naderende trein kan dat bericht bijgevolg sneller oppikken en de bestuurder kan zijn rijgedrag al aanpassen vóór hij de bakens bereikt die hem precies datzelfde bericht meldt. Dit is een geknpte oplossing voor

plaatsen waar de treinen normalerwijze vaak moeten stoppen en opnieuw optrekken.

Met die nieuwe uitrusting kan een aanvankelijk gegeven stopbevel (volgende sectie niet vrij), dat even later geamuleerd wordt doordat de sectie nu wel vrij is, sneller gemeld worden aan een naderende trein. De bestuurder moet zijn trein dus niet meer helemaal tot stilstand brengen – zoals was bevolen – maar kan nu de remming onderbreken en meteen weer optrekken, met als gevolg tijdwinst en energiebesparingen...

Daarnaast houdt het systeem ook rekening met de karakteristieken van het betrokken lijnvak, bv. de hellingsgraad, de toegestane maximumsnelheid enz. Die gegevens beïnvloeden rechtstreeks de snelheidscontrole-apparatuur in de trein.

De TBL-uitrusting ontvangt haar gegevens van :

- ☐ ofwel het klassieke relaisstelsel, en dan bedoelt men de TBL 2;
- ☐ ofwel specifieke elektronische modules, vanop afstand gestuurd vanuit een seinhuis van het PPL-type (Post met Programmeerbare Logica), met name de TBL 3.

## **BOORDUITRUSTING**

Hier zijn ingrijpende verbeteringen doorgevoerd.

De bakenberichten worden nu verwerkt door heel wat krachtiger rekeneenheden, die de informatie voortdurend vergelijken met een reeks gegevens die de bestuurder – voor het vertrek van de trein – in de boordcomputer heeft ingevoerd via het toetsenbord op de stuurtafel : toegestane maximumsnelheid van de trein, lengte, totale massa, geremde massa, remgewicht enz.

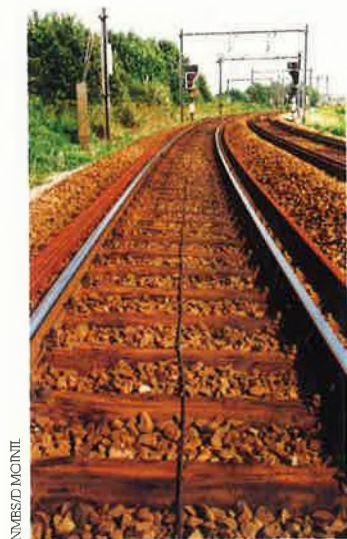
Aan de hand van al die gegevens berekent de boordcomputer om de halve seconde (!) de toegestane maximumsnelheid van de trein t.o.v. de door de seininrichting toegestane snelheid. Zo nodig zal de boordcomputer een remmingscurve berekenen die de bestuurder in acht moet nemen om de trein veilig tot stilstand te brengen voor een rood sein (zie tekening). De bestuurder ziet die informatie op een scherm (cab display) en moet dan zijn snelheid aanpassen. Vermits deze zo goed als ononderbroken in real time wordt berekend, zal een late reactie van de bestuurder, of een te zwakke remming in verhouding tot de (door de boordcomputer) berekende remmingscurve, een noodremming teweegbrengen. Eventueel wordt die nog voorafgegaan door auditieve of lichtsignalen om speciaal de aandacht van de bestuurder te trekken.

*(1) Bij de TVM 430 worden de gegevens in de sporen geleid en vandaar uitgezonden, niet vanaf bakens.*

## AFSTANDBEDIENDE SEINEN EN SNELHEIDSCONTROLE

In de praktijk moeten zowel de uitrusting in de sporen als die in het krachtvoertuig een behoorlijk aantal variabelen kunnen verwerken. Het is namelijk zo dat, afhankelijk van de treinsnelheid en de remafstand, soms wel 6 secties van 1500 m nodig zijn – of 9 kilometer – om een hogesnelheidstrein (300/320 km/h) met een gewone remming te doen stoppen. Om die reden toont het TBL-systeem in de stuurpost de seininformatie op een «cab display». Al naar het geval verschijnt daarop het volgende :

- de momentaan toegestane maximumsnelheid van de trein. Ze wordt voorgesteld als een oranje cirkelboog rondom de snelheidsmeter, die de werkelijke treinsnelheid toont;
- de «snelheidslimiet» of de geldende maximumsnelheid ter hoogte van het beperkende sein : stopsein, permanente of tijdelijke snelheidsbeperking wegens werken, wisselonderhoud enz. Deze staat in cijfers onderaan op het «cab display»;
- de «afstandslimiet» of de nog af te leggen afstand tussen de plaats waar de trein de informatie opvangt en het punt waar de beperking effectief ingaat. Die afstand wordt maar getoond als er een beperking is, en verschijnt dan in de vorm van een oplichtende verticale streep met gradaties, die kleiner wordt naarmate de trein het punt nadert waar de beperking ingaat.



NMBS/DMONTI

▲ KABEL WAARlangs DE SEININFORMATIE LOOPT

Het systeem gaat nog verder : wanneer het sein een beperking meldt, verkleint niet alleen die verticale oplichtende streep, maar begint ook de oranje cirkelboog (waarvan de staart de door de boordcomputer berekende toegestane maximumsnelheid aanwijst) naar links te krimpen tot aan de opgelegde snelheidslimiet aan het sein in kwestie. Dit is de visuele voorstelling van de eerder vermelde remmingscurve die de boordcomputer berekent. De bestuurder moet nu zijn snelheid geleidelijk aan verminderen zodat het verlengde van de snelheidsmeternaald, die de reële snelheid toont, niet «ingehaald» wordt door de staart van de krimpende cirkelboog van de toegestane maximumsnelheid. Als dat toch zou gebeuren, zal de snelheidscontrole-apparatuur een noodremming bevelen.

In het andere geval worden de seingegevens aan iedere baken en op bepaalde tussenposities (vrijmakingsbakken of -lus) geactualiseerd in functie van de veranderende situatie, bv. ingevolge de vrijmaking van het beveiligde punt of als minder beperkende informatie wordt gemeld. Op dat ogenblik verschijnen op het «cab display» nieuwe

gegevens én een nieuwe cirkelboog voor de toegestane maximumsnelheid.

## INDIENSTSTELLING VAN TBL 2 EN 3

### IN DE SPOREN

De sporen van lijn 96 tussen Halle en Vorst zullen heel binnenkort uitgerust worden met de systemen TBL 2 en 3 zodat in de loop van 1998, meteen na de indienstneming van het systeem, al de voor stuurpostbeseining uitgeruste krachtvoertuigen die lijn met 220 km/h zullen kunnen berijden. De overige krachtvoertuigen zullen er 160 km/h rijden en de klassieke seininrichting naast het spoor blijven gebruiken. Dit voorbeeld toont de combinatiemogelijkheden met voorgaande systemen : de TBL 2 en 3 worden toegevoegd zonder de klassieke seininrichting uit te schakelen. Men is trouwens van plan die systemen toe te passen op de nieuwe hogesnelheidslijnvakken voorbij Brussel, naar Luik en Duitsland enerzijds, en naar de Nederlandse grens anderzijds. Afhankelijk van de toepassingsmogelijkheden, zullen ook de belangrijkste gewone lijnen van ons net met TBL 2 en/of 3 uitgerust worden.

### AAN BOORD VAN DE KRACHTVOERTUIGEN

Tegen de achtergrond van wat voorafgaat en in het licht van de toekomstperspectieven, zal de NMBS alleen nog nieuwe krachtvoertuigen aankopen die door de constructeur met de TBL 2 of 3 uitgerust zijn. Naast de HST's, betreft het alvast de reeks MR 96 (levering sedert 1996/97) en ook de bestelde locomotieven van reeks 13, die samen de ruggengraat zullen vormen van het toekomstige moderne en snelle krachtvoertuigenpark van de NMBS. Het ombouwen van andere krachtvoertuigen die momenteel met de TBL 1 uitgerust zijn, zal overwogen worden volgens de evolutie van de noden en de diensten die dat materieel zal moeten verzekeren. □