



Directie van de Aankopen

A 82-4

## Houten draagstukken voor het spoor.



**Tekst.**

Ir. J. VANDENBERGHEN  
Eerste Ingenieur.

# HOUTEN DRAAGSTUKKEN VOOR HET SPOOR

## INHOUDSTAFEL

- Inleiding	
1. - Het spoor	bl. 7
1.1. - De structuur van het spoor	bl. 7
1.2. - Bondige beschrijving van het spoor	bl. 8
2. - De draagstukken in het spoor	bl.13
2.1. - Rel.	bl.13
2.2. - Krachten op de dragers uitgeoefend	bl.13
2.3. - De milieuvorwaarden	bl.14
2.4. - De gebruikte materialen	bl.14
3. - De houten draagstukken	bl.17
3.1. - Historisch overzicht	bl.17
3.2. - Oorzaken van het vergaan van de houten draagstukken	bl.17
3.3. - Technische gegevens waaraan de aangewende houtsoorten moeten voldoen	bl.18
3.4. - Aangewende houtsoorten	bl.21
4. - Technische bepaling voor de levering van niet behandelde draagstukken	bl.23
4.1. - Algemeenheden	bl.23
4.2. - Voorschriften opgelegd door de technische bepaling	bl.23
5. - De vervaardiging van de dragers	bl.25
5.1. - Herkomst van het hout	bl.25
- 5.2. - Bosbouwtechniek	bl.25
5.3. - Behandeling van enkele typische opstanden	bl.26
5.3.1. - Beuken hoog opstaand hout (beukenbos)	bl.26
5.3.2. - Eiken hoog opstaand hout (eikenbos)	bl.27
5.4. Exotisch hout	bl.28
5.5. De vervaardiging van de dragers	bl.28
5.5.1. Draggers uit loofhout	bl.28
5.5.2. De dwarsliggers uit exotisch hout	bl.31

6.	- Gebreken die in onbehandelde draagstukken voorkomen . . . . .	bl.32
6.1.	- Algemeenheden . . . . .	bl.32
6.2.	- Opsomming van de gebreken die tot aanvaarding of afkeuring leiden . . . . .	bl.32
6.2.1.	- Aanvaardbare gebreken mits beperkingen omschreven in de technische bepaling . . . . .	bl.32
6.2.2.	- Niet aanvaardbare gebreken omdat de weerstand of de bewaring van de draagstukken in het gedrang komt . . . . .	bl.32
6.2.3.	- Afkeuring te wijten aan het niet eerbiedigen van de opgelegde afmetingen . . . . .	bl.32
6.3.	- Rangschikking van de gebreken van de technische bepaling Hl . . . . .	bl.32
6.3.1.	- Afwijkingen, gebreken en fouten te wijten aan de groei . . . . .	bl.33
6.3.2.	- Afwijkingen, gebreken en fouten te wijten aan fysische invloeden en aan de exploitatie..	bl.33
6.3.3.	- Wonden . . . . .	bl.33
6.3.4.	- Gebreken en fouten te wijten aan houtvretende insecten . . . . .	bl.33
6.3.5.	- Gebreken en fouten te wijten aan plantaardige oorzaken . . . . .	bl.33
6.3.6.	- Niet eerbiedigen van de afmetingen opgelegd door de technische bepaling . . . . .	bl.33
6.3.7.	- Scheuren . . . . .	bl.33
6.4.	- Gedetailleerde studie van de gebreken ..	bl.33
7.	- Afwerking van de draagstukken . . . . .	bl.35
7.1.	- Bewerkingen vóór het creosoteren . . . . .	bl.35
7.1.1.	- Het lossen, keuren en voorlopig stapelen van dwarsliggers en houtstukken' . . . . .	bl.35
7.1.2.	- Het versterken van de uiteinden . . . . .	bl.35
7.1.3.	- Het definitief stapelen voor droging . . . . .	bl.37
7.1.4.	- Droogtijd van de dwarsliggers en toezicht tijdens het drogen.	bl.37
7.1.5.	- Ontstapelen en definitieve versterking . . . . .	bl.39

7.1.6.	- Inkepen en boren van de dwarsliggers . . . . .	b1.39
7.2.	- Het eigenlijke creosoteren . . . . .	b1.41
7.2.1.	- Impregnatie onder druk in de autoclaaf . . . . .	b1.41
7.2.2.	- Uitrusting voor de impre- gnatie . . . . .	b1.43
7.2.3.	- Rûping-proces (enkelvoudig of dubbel). . . . .	b1.47
7.2.4.	- Opslorpingsdosissen - Kontro- le van de doordringing. . . . .	b1.47
7.3.	- Plaatsen van de zadels en verzending..	b1. 51
8.	- Aankoop van de spoordragers. . . . .	b1.52
8.1.	- Houtbevoorrading in het algemeen . . . .	b1.52
8.2.	- Werken ter voorbereiding van het ver- kopen van hout. . . . .	b1.52
8.2.1.	- Voorbereiding van de kappin- gen . . . . .	b1.52
8.2.2.	- Het merken . . . . .	b1.52
8.2.3.	- Meten en aantekenen van de bomen op stam, schatting en opmaken van het lasten- kohier. . . . .	b1.52
8.3.	- De eigenlijke verkoop . . . . .	b1.53
8.3.1.	- Verkoopswijzen . . . . .	b1.53
8.3.2.	- Middelen om de verkoop te sluiten . . . . .	b1.53
8.4.	- De aankopen van niet behandelde dra- gers door de N.M.B.S. . . . .	b1.54

---

BIJLAGEN

- A. - Technische fiches betreffende de houtsoorten die in aanmerking kunnen komen voor het gebruik als draagstukken voor het spoor.
- B. - Technische fiches welke de meest voorkomende gebreken en fouten beschrijven die in dwarsliggers en houtstukken gevonden worden.
- 
- C. - Terminologie.
- D. - Technische bepaling H 1.
- De technische bepaling van 1836 voor de levering van dwarsliggers in wit hout.
  - Studie van de ingenieurs betreffende het aanwenden van houten dwarsliggers voor de uitrusting van de spoorweglijn van Brussel tot de franse grens.
-

## INLEIDING

De spoordragers, de spoorstaven en de ballast vormen de hoofdbestanddelen van de bovenbouw van onze sporen.

Bij de aanleg van de eerste spoorlijnen in 1837 werd het hout weerhouden als materiaal voor het vervaardigen van dwarsliggers. Het hout bezit immers voortreffelijke natuurlijke eigenschappen, zodat men nu nog steeds aanzienlijke hoeveelheden hout voor de dwarsliggers gebruikt, dank, zij de verregaande verbetering van de natuurlijke biologische bestendigheid ten gevolge van impregnatie.

De bladzijden volgend op deze inleiding hebben tot doel de verschillende fasen in de fabricage van de houten dwarsliggers nader toe te lichten.

De lezer die bepaalde aspecten zou wensen uit te diepen zal in de bijlagen een aantal beschrijvende fiches vinden over de gebruikte houtsoorten alsmede over de voornaamste gebreken die men in de houten dwarsliggers kan aantreffen, en bovendien nog een verklarende woordenlijst in verband met de gebruikte terminologie en de gebruikte technische bepaling, die heden ten dage van kracht is inzake levering van de houten spoordragers.

Deze documentatie werd samengebracht om als basis te dienen voor een leergang "beroepsvorming", dit meer bepaald voor het personeel dat zich zal bezighouden met de keuring van hout.

1. Het spoor1.1. De structuur van het spoor

Hier volgen vooreerst de samenstellende elementen van de bovenbouw :

- de ballast : hij wordt gevormd door harde, gekalibreerde stenen waarmee de bedding wordt bekleed;
- vignole spoorstaven : zij doen dienst als rijweg;
- de dragers : dat zijn de tussenliggende elementen die in de ballast verankerd zijn en die de spoorbreedte alsmede de stabiliteit van het spoor verzekeren, dit dank zij aangepaste bevestigingsmiddelen.

A-HOOFDSPOREN											
MERK	CATEGORIE EN - LIJNEN BOGEN IN m	LENGTE VAN DE SPOORSTAVEN N m	AANTAL dbs.	TUSSENAFSTAND VAN DE DWARSLIGGERS IN mm							
				U-J	L-J	C-J	U	4-J	I-U		
1	A-B	Lange gelaste spoorstaven	1667 per km		<00		x x 600		6 00		
7	A	Rechte stukken en bogen R fc 1100	14	14	142	584	638,5	79 x 69	638,5	584	142
4	A	1100 R 2500	54	90	142	584		67 K 604		584	142
4	A	600 R 300	27	43	142	500	565	36 x 647	565	500	142
5	A	R < 300	11	24	142	ix3		22 > 745		883	142
«	n	Rechte stukken en bogen R 2 700	27	JL	142	« 50 »	662	32 » 75 »	111	600	142
7	n	700 » R fc 300	27	43	142	500	565	38 x 647	565	500	142
•	»	R < 300	11	21	142	til		27 » 745		« < 3	142
»	C-D	Rechte stukken en bogen R 2 600	52	71	142	596		68 x 743		596	142
<0	c	Rechte stukken en bogen R 5400	28	36	142	512		13 i 24		112	142
11											
12	C-D	400 » R 300	2<	35		511		32 I 767		H 581	142
13	C-D	Rechte stukken en bogen R 2 500	18	23	142	658		20 z 120		r	141
14	r	500 » R 400	11	25	142	111		22 z 745		658	142
11	r	R < 300	11	28	142	658		20 z 820		658	u 142
B-BIJSPOREN											
1	Zeer belangrijk				142	< 00		x x 750		too	142
1	Van middelmatig belang				142	< 50		II 800		<< 0	142
1	<< gering belangrijk				142	n < 80		x x 900		tin	141
Een normale leraarstand in het midden van de rail altijd 142 mm meten zijn dan 750, 500 en 111 mm voor de resp. merken 2, 3 en de sporen											

Fig. 1 Raveling.

Aan de hand van de tabel (fig. 1) stelt men vast dat het aantal dwarsliggers per kilometer of de raveling veranderlijk is naargelang het tracé van het spoor, de lengte van de spoorstaven en de intensiteit van het verkeer (hoofdspoor of bijspoor).

Uit geciteerde tabel blijkt dat de raveling van lange gelaste spoorstaven bij de N.M.B.S. 1 667 dwarsliggers per kilometer draagt.

De raveling voor spoortoestellen bestaat uit dragers van verschillende afmetingen die wij houtstukken noemen en waarvan de stuklijst opgenomen is op de aanlegtekening van elk toestel.

## 1.2. Bondige beschrijving van het spoor

Bij de spoorwegen worden de sporen in rechte lijn gekenmerkt door de afstand tussen de twee spoorstaafreeksen, die wordt gemeten aan de binnenzijden van de railkoppen (fig. 2).

Op ons net bedraagt de nominale spoorbreedte 1,435 mm.

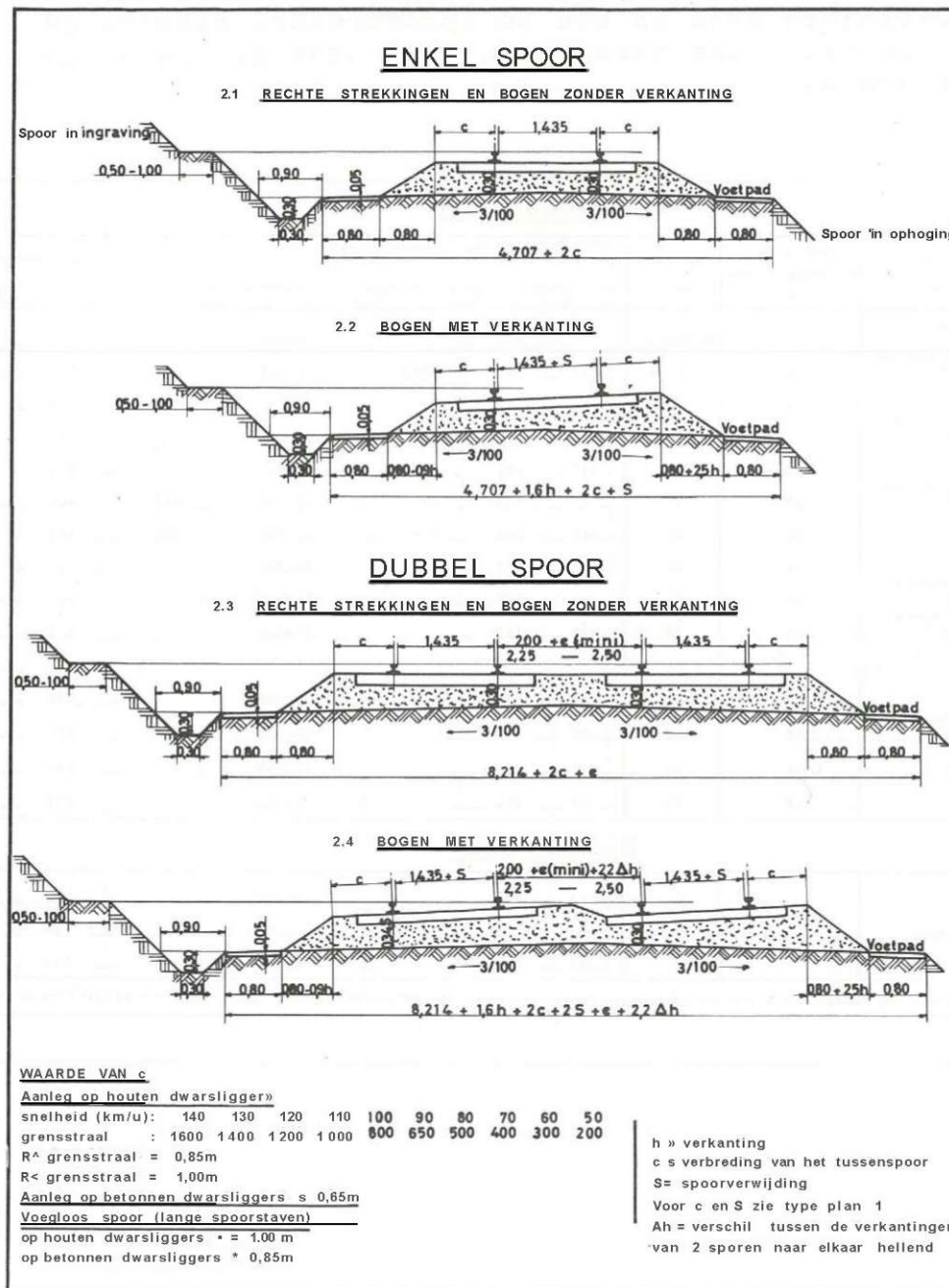


Fig. 2 Dwarsprofielen van de hoofdsporen.



De twee volgende profielen zijn heden ten dage bij de N.M.B.S. in gebruik :

- de standaardspoorstaaf van 50 kg/m waarmee de gewone spoorlijnen worden uitgerust (fig. 3);
- de spoorstaaf type UIC 60 (gewicht 60 kg/m) die bij zeer belaste sporen wordt gebruikt (fig. 4).

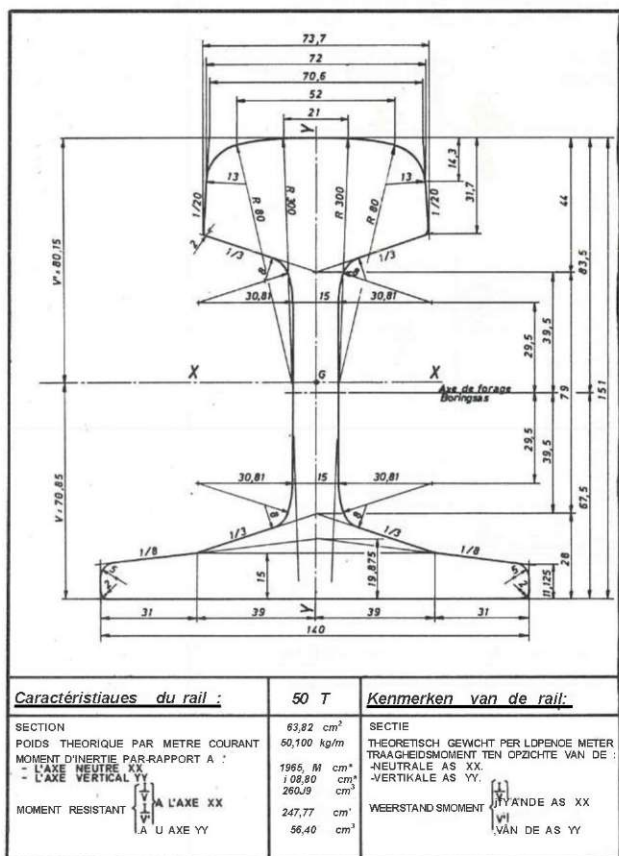


Fig. 3 Profiel spoorstaaf 50 kg/m.

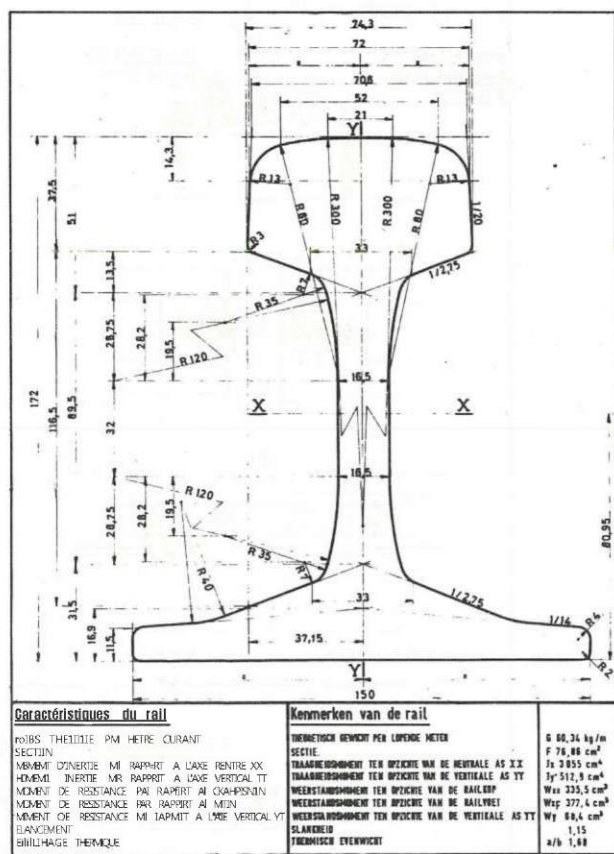


Fig. 4 Profiel spoorstaaf type UIC 60 kg/m.

### De bevestiging van de spoorstaven op de dragers

In de hoofdsporen wordt zij verzekerd door zadels en stijve klauwen (fig. 5).

De zadels worden op een inkeping met helling 1/20 geplaatst en bevestigd door middel van kraagschroeven en Vossloh ringen.

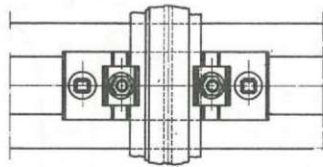
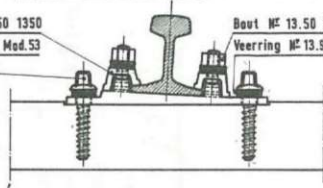
De spoorstaven worden op de zadels vastgehouden met behulp van klauwen die enerzijds op de railvoet en anderzijds op de zadel steunen.

Een bout voorzien van een elastische ring houdt het geheel op zijn plaats.

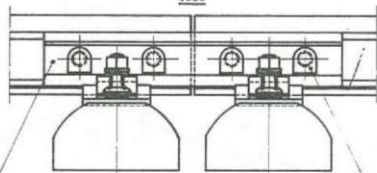
## HOOFDSPOREN

### 4.1 ONDERLEGPLAAT "A" N° 13.50 1016

Klaauw N° 13.50 1350  
Kraagschroef Mod.53 N° 13.50 1253  
Bout N° 13.50 1400  
Veerring N° 13.90 0326



VOEG

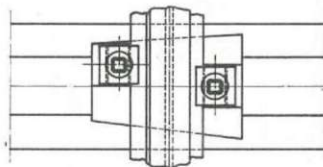
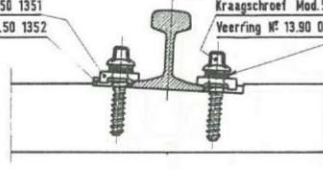


Lasplaat N° 13.50 0120

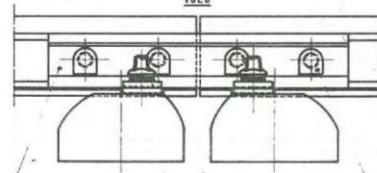
Bout N° 13.50 0301

### 4.2 RECHTSTREEKS MET STIJVE KLAUWEN

Klaauw N° 13.50 1351  
Plaatje N° 13.50 1352  
Kraagschroef Mod.53 N° 13.50 1253  
Veerring N° 13.90 0326



VOEG



Lasplaat N° 13.50 0120

Bout N° 13.50 0301

### 4.3 ONDERLEGPLAAT "PANDROL" N° 13.50 1023

Kraagschroef Mod.53 N° 13.50 1253  
Veerring N° 13.90 0326  
Klaauw "PANDROL" N° 13.50 1390

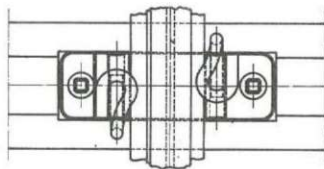
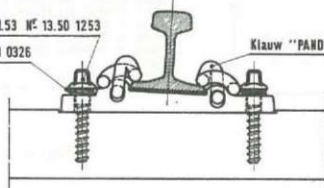


Fig. Bevestigingen voor sporen.

In de bijsporen worden de spoorstaven ofwel door middel van drie kraagschroeven rechtstreeks op voordien ingekeepte dwarsliggers bevestigd, ofwel worden zij door middel van twee of vier kraagschroeven op een tussenliggende randplaat vastgeschroefd (fig. 6).

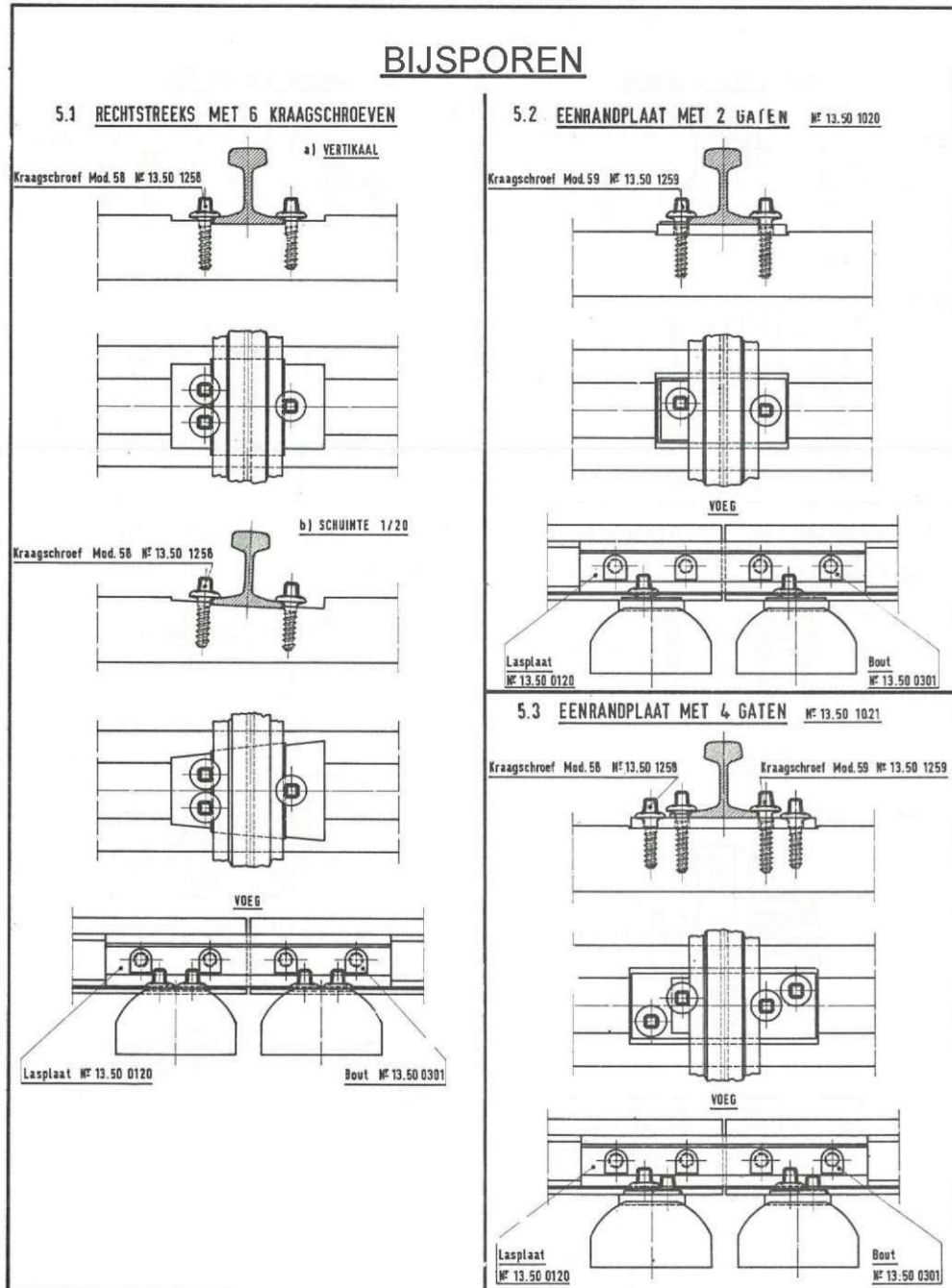


Fig. Bevestigingen voor sporen.

Bij spoortoestellen gebeurt de bevestiging op de houtstukken door middel van glijdingskussens, zadels met klauwen of onderlegplaten (fig. 7).

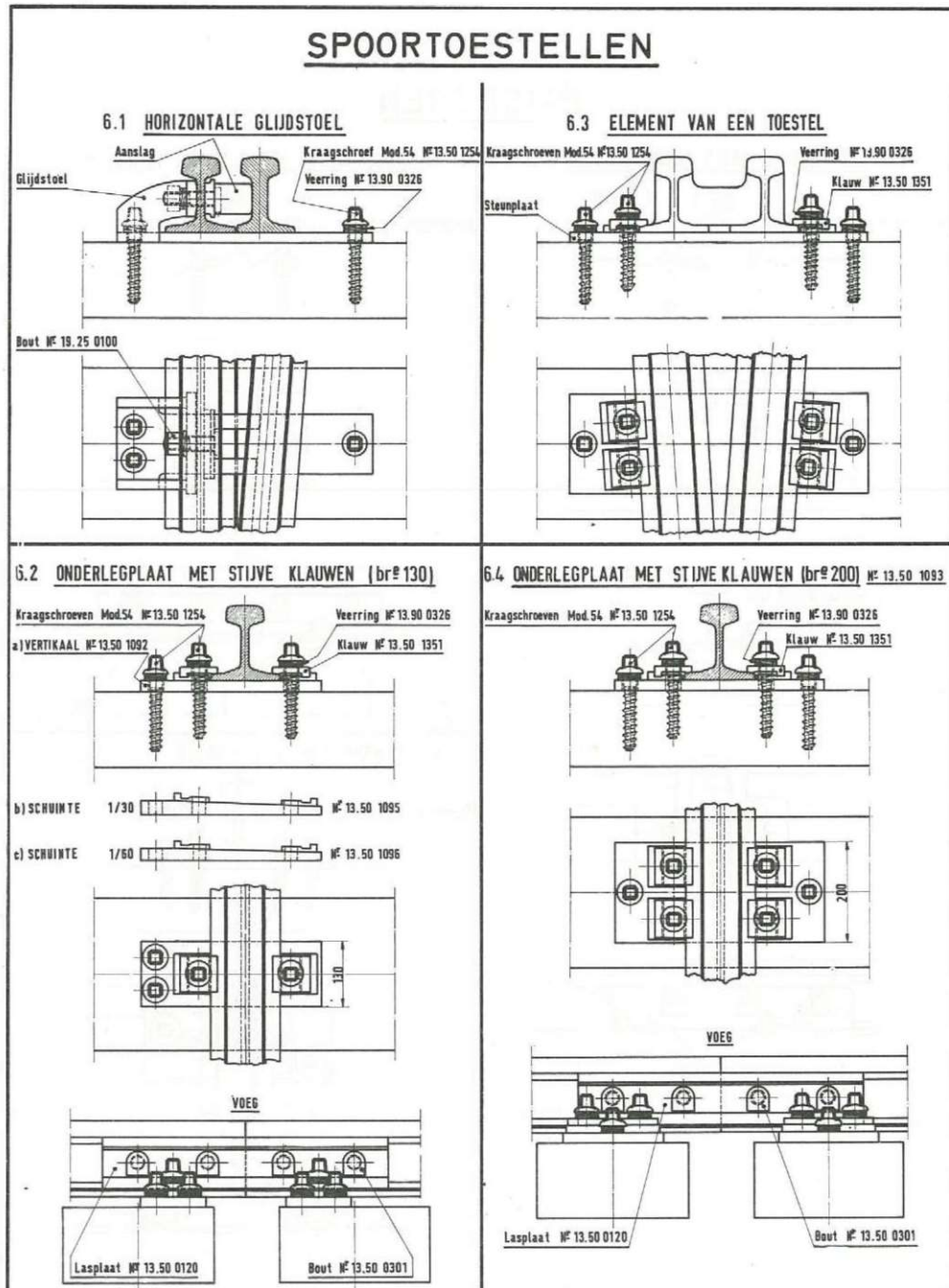


Fig. 7 Bevestigingen voor spoortoestellen.

## 2. De draagstukken in het spoor

### 2.1. Rol

Zij hebben tot doel de spoorbreedte te behouden alsmede de rijdende lasten over een voldoende ballastoppervlak te verdelen, opdat zodoende de vooropgestelde eenheidslast niet zou worden overschreden.

Bovendien verzekeren zij nog de elektrische isolatie tussen de spoorstaven die met stroomspoorkringen uitgerust zijn.

Om deze rol te vervullen moeten de dwarsliggers aan zekere voorwaarden voldoen, waarvan de voornaamste zijn : een voldoende draagoppervlakte en een aangepaste weerstand aan de mechanische belastingen.

Om dat te bekomen dienen volgende punten in acht te worden genomen :

- 1) de lengte en breedte van de draagstukken moeten zodanig zijn dat het draagoppervlak afdoende in staat is de eenheidsdruk te beperken;
- 2) de dikte moet de nodige stijfheid verlenen zonder dat een zekere elasticiteit verloren gaat.

Bovendien is nog vereist dat :

- 1') de lengte de stabiliteit van het spoor bevordert;
- 2) de vorm moet doeltreffend genoeg zijn om longitudinale en transversale verplaatsingen te verhinderen;
- 3) de dwarsliggers moeten aan atmosferische veranderingen kunnen weerstaan;
- 4) het onderstoppen van het spoor moet mogelijk zijn;
- 5) zij moeten als stevig spoorbevestigingsmiddel aanwendbaar zijn, zonder overdreven stijfheid;
- 6) de helling van 1/20 moet aan de spoorstaven kunnen gegeven worden.

### 2.2. Krachten op de dragers uitgeoefend

De vernieling van de dwarsliggers is bijna steeds te wijten aan mechanische belastingen.

De rollende lasten veroorzaken een belasting van grote intensiteit, waarvan de hoge frequentie en de herhaling grote spanningen in de dragers veroorzaakt.

De dragers zijn vooral aan druk onderworpen onder de spoorstaafvoet of de zadel.

Belangrijk is eveneens de zijdelingse hardheid daar zij weerstand moet bieden aan de indringing van de zadel in het bovendeeel van de dwarsligger.

Bovendien veroorzaken de bevestigingen zijdelingse belastingen op hun contactoppervlak met het hout van de dwarsligger.

Er ontstaat op de wanden van de gaten, een belasting die men als een complexe afschuiving kan bestempelen.

Al deze aangehaalde belastingen zijn van dynamische aard. Het contact van de ballast met de ondervlakken en de zijvlakken en de dragersuiteinden veroorzaakt een slijtage te wijten aan verticale en zijdelingse krachten en aan de neiging die het spoor vertoont tot overlans meeslepen, dit voornamelijk in de bochtige baanvakken en remzones.

Om al deze redenen zijn de geschiktheidscriteria van de dwarsliggers erg veeleisend en complex.

Dat is des te meer het geval omdat het weerstandsvermogen van het hout tegen trillingen en schokken in functie staat van bijna alle statische en mechanische eigenschappen (elasticiteitsmodulus, elasticiteitsgrens, breukweerstand op buiging, trek- en drukweerstand, transversale trekweerstand, de schuifweerstand en de splijtweerstand).

### 2.3. De milieuvoorwaarden

De ligging van het spoor aan de grond scheidt voor het materieel uiteraard een bijzonder ongunstig klimaat, waar het de duurzaamheid betreft.

De voorwaarden voor de ontwikkeling van micro-organismen zijn er uitstekend. De atmosfeer is besloten, warm en vochtig.

Ondanks de afwatering van de spoorbedding, de onkruidverdeling en het periodiek zuiveren van het ballastbed (tegen bezoeiding door afval en stof) blijft de omgeving toch zeer ongunstig.

De inwerking van de klimatologische omstandigheden en van de chemische vervuiling van onze dampkring bevorderen dan nog in ruime mate de schadelijke invloed van het omringende milieu.

### 2.4. De gebruikte materialen

De materialen die kunnen worden aangewend voor het vervaardigen van spoordragers zijn :

- Hout : dit werd van oudsher sinds het ontstaan van de spoorwegen gebruikt;
- Staal : de toepassing van dat materiaal was nooit succesvol ten gevolge van de corrosieve invloed van de afmosfeer.

Toch werden hiermee in bergstreken (o.a. in Zwitserland) en in woestijngebieden met zeer droge atmosfeer gunstige resultaten bekomen.

- Gewapend beton : (al dan niet voorgespannen). Met dit materiaal hebben sommige spoornetten aanzienlijke ervaring opgedaan.

De toepassing van één van de geciteerde materialen is veranderlijk van net tot net en zelfs van streek tot streek.

De uiteindelijke oplossing wordt steeds beïnvloed door technische beschouwingen, maar evenzeer door economische en geldelijke factoren.

Hout blijft tot op heden het meest gewaardeerde materiaal, voor zover de aankoopprijs redelijk blijft.

### 3. De houten draagstukken

#### 3.1. Historisch overzicht

De eerste spoorlijnen die door de Belgische Staat in dienst gesteld werden, waren uitgerust met gegolfde rails, steunend op niet doordrenkte houten dwarsliggers uit diverse houtsoorten (eik, beuk, den).

Voordien werden de uiteinden van twee opeenvolgende spoorstaven in een gemeenschappelijk kussenblok geplaatst, die op zijn beurt op een stenen teerling ruste.

Gezien het bestaan van overvloedige natuurlijke reserves en door het veelvuldige gebruik als constructiemateriaal werd het hout gekozen voor de vervaardiging van draagstukken.

Het hout is echter zeer gevoelig voor de aantasting van plantaardige en van dierlijke oorsprong (voornamelijk zwammen en dierlijke houtvijanden).

De natuurlijke duurzaamheid van het hout is eerder beperkt, zodat men wellicht van verder gebruik ervan zou hebben afgezien, ware het niet dat men door de ontwikkeling van zwamdodende en insectenverdelgende middelen een kunstmatige bescherming voor de houtvezels had gevonden.

In 1838 vond John Bethell een impregnatieproces uit, waarbij de bereikbare cellen door een beschermingsmiddel geheel werden opgevuld (creosoteren), wat de duurzaamheid van de houten draagstukken merkelijk zou gaan vergroten.

In 1902 nam de Duitser Rüping een patent op een proces met ledige cellen dat er in bestond slechts de wanden van de bereikbare cellen met een laag van het beschermingsmiddel te bekleden (Sparverfahren).

Deze werkwijze laat toe de hoeveelheid van het beschermingsproduct merkelijk te verminderen, wat gepaard gaat met een aanzienlijke kostprijsvermindering.

De steeds groeiende ervaring heeft aangetoond dat ondanks de weinig homogene structuur te wijten aan de plantaardige herkomst, het geïmpregneerde hout voldoet aan de voorwaarden voor het gebruik als dwarsliggers.

Door zorgvuldige selectie kon men die soorten aanwenden die de beste mechanische eigenschappen vertoonden.

De impregnatie verhoogde immers aanzienlijk de duurzaamheid.

#### 3.-2. Oorzaken van het vergaan van de houten draagstukken

- Chemische inwerking : hout en creosoot zijn weinig gevoelig voor die factor.



- Fysische inwerking : temperatuur en vochtigheidsschommelingen kunnen krimp en vervormingen voor gevolg hebben die scheuren en scheluwtrekking veroorzaken, die schadelijk zijn voor de dragers in dienst.

Dat fenomeen treedt vooral op tijdens het drogen vóór de impregnatie. Bij het in dienst nemen zijn de steunen reeds gestabiliseerd.

- Mechanische inwerking : het talrijk overkomen van de rollende lasten veroorzaakt vermoeidheid in de dragers, wat op de volgende plaatsen kan worden waargenomen :
  - steunvlakken van zadels en spoorstaven;
  - zijvlakken van de inkepingen;
  - wanden bij de uitboringen van de kraagschroeven;
  - de ondervlakken, zijkanten en de uiteinden van de dragers (afschuren);
  - in volle drager door buiging en torsie.
- Biologische inwerking : zij is te wijten aan de ontaarding en de ontbinding veroorzaakt door zwammen (verrotting) en aan de vernieling door dierlijke houtvijanden (wormsteken...).

De warmte en de vochtigheid en de vervuiling van de ballast bevorderen hun ontwikkeling.

### 3.3. Technische gegevens waaraan de aangewende houtsoorten moeten voldoen

Hierna volgen de belangrijkste en onontbeerlijke technische eigenschappen waaraan een houtsoort moet voldoen om als drager aanwendbaar te zijn.

Het hout moet :

- een zo hoog mogelijke natuurlijke duurzaamheid bezitten;
- geschikt zijn om geïmpregneerd te worden teneinde een lange biologische bewaring mogelijk te maken;
- redelijk gemakkelijk machinaal of zelfs met de hand bewerkbaar zijn (dat laatste in geval van herboren van gaten in de dienst);

- een hoge resilientiecoëfficiënt bezitten zodat goede weerstand wordt geboden tegen dynamisch, frequent voorkomende belastingen;
- een goede elektrische resistiviteit bezitten zodat een optimale isolatie zou kunnen worden bekomen tussen beide spoorstaafrijen op de geëlektrificeerde spoorlijnen of op die lijnen die met automatische elektrische signalen uitgerust zijn;
- een goede uitrukkingsweerstand aan de kraagschroef verzekeren (zeer belangrijke eigenschap bij de keuze van het hout).

Om deze eigenschap te beproeven wordt gebruikt gemaakt van een "extrahometer" waarop men rechtstreeks de trekkracht kan aflezen die vereist is om een in een boorgat gevezen kraagschroef uit te rukken (meting in N).

Dat kan voor elk type schroef en voor elke houtsoort gemeten worden.

De N.M.B.S. bezit een toestel type "COLET" (fig. 8) met dewelke talrijke proeven op de werf te Wondelgem uitgevoerd werden.

Dit toestel werd ontworpen voor een kraagschroef type 28 met kern van 18 mm, die in een gat van 17,5 mm wordt gevezen, zodat de kraag 16 mm boven het vlak van de dwarsligger uitsteekt en de klauwen van de extrahometer er vat op kunnen krijgen om ze uit het gat te rukken.



Fig. 8 Extrahometer "Colet".

Het is een specifieke test voor de keuze van een houtsoort, maar de bekomen waarden in een zelfde drager zijn veranderlijk ingevolge het al of niet aanwezig zijn van een kwast of scheur.

Ter illustratie volgen hierna enkele resultaten van de hoger aangehaalde proeven :

	Inlandse eik	Amerikaanse	Joegoslavische	Franse
Rekenkundig gemiddelde in N				
1e reeks van 25 proeven	49 570	48 670	47 050	55 320
2e reeks van 25 proeven	50 370	55 790	48 700	49 440
	Beuk			
Gemiddelde in N	33 500			
	Azobé			
Gemiddelde in N	<b>80 000</b>			

Een andere fysische grootte die bepalend is voor een houtsoort die aan schokken en trillingen moet weerstaan is de breukcoëfficiënt  $k$ .

De schok- en trillingsweerstand van een houtsoort wordt bepaald door de dynamische factor  $\frac{k}{D^2}$  ( $D$  = soortelijk gewicht van de houtsoort bij de proef).

Hierna enkele waarden van deze factor voor verschillende houtsoorten : (1)

Houtsoort	schok $\frac{k}{D^2}$
Wintereik	1,20
Zomereik	1,30
Beuk	1,38
Azobé	0,95
Tali	0,70

---

(1) De houten draagstukken voor het spoor. *Schriften van het Technisch Houtinstituut van Parijs* (blz. 9).

*Proeven volgens de Monin methode.*

3.4. Aangewende houtsoorten

Een houtsoort geschikt van het gebruik als spoordrager moet :

- voldoen aan de karakteristieken die hierboven werden aangehaald;
- tevens de optimale mechanische eigenschappen bezitten, die in cijfers in de hierna volgende tabel worden uitgedrukt, voor een vochtgehalte van 12 %.

	Eik Euro- pees (1)	Beuk Frans (2)	Azo- bé (1)	Karri (2)	Jarrah (1)	Balau (1)	Tali Kame- roen. (1)
Volume gewicht (g/cm <sup>3</sup> )	0,70	0,69	1,04	0,90	0,86	0,82	0,84
Buigsterkte (N/cm <sup>2</sup> )	9 700	11 800	18 600	13 240	11 400	12 400	14 800
Elasticiteitsmodulus (kN/cm <sup>2</sup> )	1 000	1 300	2 050	1 900	1 300	1 650	1 700
Druksterkte (N/cm <sup>2</sup> )	4 800	5 500	9 300	7 170	6 200	6 500	7 700
Schuifsterkte (N/cm <sup>2</sup> )		1 030	1 940			1 480	800
radiaal	1 050			1 250	1 480		
tangenciaal	1 280			1 700	1 530		
Splijtsterkte (N/cm)	1 010	1 180					1 220
radiaal			860	413	760		1 220
tangenciaal			1 310	750	830	-	
Hardheid (volgens Janka) (N/cm <sup>2</sup> )		Centraal Europa					
kops	8 000	8 600	21 700	8 800	9 400	6 900	-
radiaal	6 200	-	-	9 000	-	-	-
longitudinaal	6 600	7 200	18 000	9 000	8 700	7 500	13 300

(1) .. Waarden uit gegeven door het Hout-instituut TNO - Delft.

(2) Waarden uitgegeven door het Western Australian Hardwood.  
Buyers Guide 1975.

Nota : De opgegeven cijfers zijn met omzichtigheid te gebruiken.  
Inderdaad, sommige uitslagen werden verkregen aan de hand  
van enkele stammen, andere aan de hand van kleine proef-  
stukken.

De Europese loofhoutsoorten, voornamelijk eik en beuk zijn aanwendbaar voor het gebruik als spoordragers.

De N.M.B.S. heeft van in het begin van haar bestaan inlandse eik gebruikt als dwarsliggers en houtstukken.

De volgende soorten worden heden ten dage als aanvaardbaar beschouwd :

- zomereik (*Quercus sessiflora*);
- wintereik (*Quercus pedunculata*);
- Amerikaanse rode eik (*Quercus rubio duroi*);
- Amerikaanse witte eik (*Quercus alba*).

Het gebruik van beuk wordt eveneens toelaatbaar geacht (*Fagus silvatica*).

Vermits echter de inlandse productie aan eikehout onvoldoende is doet men regelmatig een beroep op ingevoerde eikensoorten (Joegoslavië, U.S.A., Frankrijk).

In de zestiger jaren werden grote hoeveelheden Amerikaanse eiken dragers aangekocht, terwijl nu meer Franse eik wordt ingevoerd.

Voor wat het beukehout betreft leveren de Franse en de Luxemburgse wouden nog steeds aanzienlijke hoeveelheden stammen die geschikt zijn voor het vervaardigen van dwarsliggers.

De bevoorradingen van Europese oorsprong worden echter zeldzaam, zodat men zich sedert enkele jaren naar exotische houtsoorten gericht heeft.

Zo is azobehout (*lophira procera*), dat met goed gevolg in de Parijse metro werd aangewend onze voornaamste bevoorradingsbron inzake exotisch hout.

Voegen wij daar nog aan toe dat er proeven aan de gang zijn op dwarsliggers in :

- Karri (*Eucalyptus diversicolor*);
- Balau (*Shorea*);
- Tali (*Erythrophleum*).

Een reeks technische fiches met hun voornaamste karakteristieken vindt men in de bijlage.

#### 4. Technische bepaling voor de levering van niet behandelde draagstukken

##### 4.1. Algemeenheden

Hout, organische grondstof, vertoont meer veranderlijke kenmerken dan een industrieel vervaardigd materiaal.

Vorige hoofdstukken hebben ons getoond dat dragers in hun omgeving onderworpen zijn aan een complex en veranderlijk geheel van vervalfactoren, die nogal onnauwkeurig bepaald zijn.

Hieruit volgt dat de kwaliteitsnormen die op dergelijke dragers van toepassing zijn niet op strenge wetenschappelijke normen gegrond kunnen worden.

De levering van de niet behandelde draagstukken werden behandeld door de UIC fiche 863-0 van 1 januari 1959.

Zich hierop steunend heeft de N.M.B.S. bijzondere voorwaarden opgelegd, die werden opgenomen in de technische bepaling H1 (1) "Niet behandelde spoordragers".

Sommige voorschriften van de UIC fiche 863-0 werden nader bepaald en anderen werden er aan toegevoegd, zoals de bepalingen over de toegelaten gebreken.

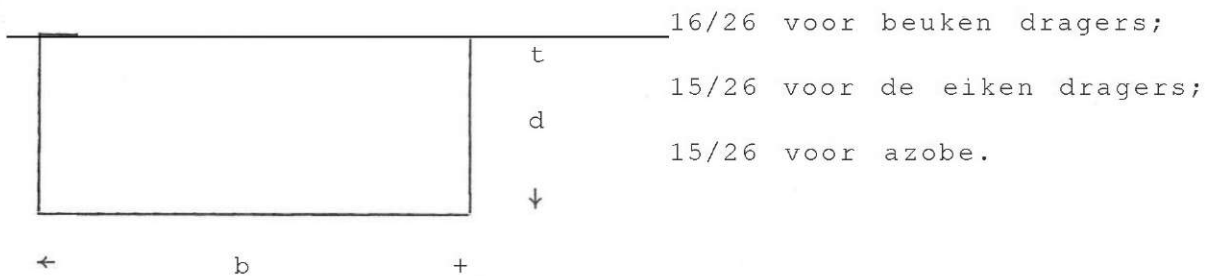
##### 4.2. Voorschriften opgelegd door de technische bepaling

Een technische bepaling moet regelmatig aangepast worden aan de noodwendigheid van de moderne evolutie.

Aldus werd de technische bepaling H1 aangepast aan de nieuwe aanlegtechniek en aan de hernieuwingspolitiek zonder de voorradingsmoeilijkheden uit het oog te verliezen.

De dienst van de Baan versterkt nu de sporen met zwaar verkeer met spoorstaven van het UIC 60 kg/m profiel.

De doorsnede van de dwarsliggers die tot nu toe 13/26 cm bedroeg werd in de hoofdsporen opgevoerd tot :



(d = 13 cm - b = 26 cm)

---

(1) Volledige tekst in bijlage.

De aankoopdienst ondervindt met de jaren steeds meer moeilijkheden om zich in eike hout te bevoorraden.

De oorzaak hiervan is de samenstelling der herbeboste wouden waarin steeds meer snelgroeiende houtsoorten geplant worden (den, populier) die de papierindustrie bevoorraden.

Zij zijn immers ontginbaar na 25 à 30 jaar, terwijl er meer dan 100 jaar nodig is alvorens eik of beuk voor verwerking in aanmerking komt.

Daardoor slinkt de voorraad inlandse eik zienderogen (beuk is nog voldoende voorhanden).

Het aantal eiken dwarsliggers vermindert dus in verhouding tot het aantal beuken dwarsliggers.

Bovendien werden sommige technische voorwaarden aanzienlijk versoepeld o.a. de toegelaten hoeveelheid rode of bruine kern in beuke.hout. Het tekort blijft desondanks aanzienlijk zodat niet meer in de behoeften van de dienst kan worden voorzien.

Daarom maakt men meer en meer gebruik van exotische houtsoorten uit Afrika (azobe) of Australië (karri).

Aangezien wij in de dienst nog weinig ervaring hebben met het gebruik en het dienstgedrag van deze houtsoorten, zijn de technische voorschriften die deze aankopen moeten reglementeren nog in het experimenteel stadium en vatbaar voor wijzigingen en verbeteringen.

Om deze redenen werden zij hier niet weergegeven.

## 5. De vervaardiging van de dragers

### 5.1. Herkomst van het hout

De dragers uit loofhoutsoorten worden over het algemeen vervaardigd uit hout dat weinig geschikt is voor industrieel gebruik.

De gebruikte houtkwaliteit is te rangschikken tussen het brandhout, hout voor de papierfabriek en voor het vervaardigen van spaanderplaten enerzijds en het constructiehout anderzijds.

Zij omvatten :

- de boomstammen van geringe omtrek (0,90 tot 1,20 m) fig. 9)
- de delen van boomstammen van grotere afmetingen, maar van middelmatige hoedanigheid;
- de kruinen of dikke takken;
- landelijke bomen (komende van hagen, parken, baanbeplantingen).



Fig. 9 Eiken rondhout bestemd voor het vervaardigen van spoordragers.

De stammen uit exotisch hout (azobe, karri) worden in het land van herkomst gezaagd.

Deze houtsoorten zijn moeilijker te bewerken en vragen aangepaste mechanische middelen.

Zij worden minder gebruikt als constructiehout en de stammen worden volledig tot spoordragers verzaagd.

### 5.2. Bosbouwtechniek

In Europa is het huidig bos over het algemeen aangeplant geweest.

De planten, bekomen uit zaaisels in kweekbedden, worden daarna in kwekerijen overgeplant.

De bomen worden eerst zeer dicht geplant om de verticale groei te stimuleren, zodat prachtig recht stamhout bekomen wordt dat vrij is van hinderende zijtakken.

Gedurende de eerste jaren is het onderhoud beperkt tot het verwijderen van het onkruid dat de groei van de jonge planten belemmert (grassen, basterdwederik/!birgm<sub>z</sub> enz.).



Daarop volgt, de zuiveringskap, het wegsnoeien van de lage takken, tot tenslotte de eerste uitdunningen uitgevoerd worden; opdat de beste bomen meer groeiruimte zouden krijgen, bijzonder bij dichte aanplantingen.

Wanneer de bomen zaagrijp zijn, wordt het bos kaal gekapt.

Wat niet gebruikt wordt als werkhout, namelijk het kroon- en takhout van de loofbomen, gaat naar de papiernijverheid.

Het terrein is vrij, een nieuwe cyclus kan aanstonds hervat worden.

Deze werkwijze levert de beste rendementen op en bezorgt de minste last aan de eigenaar van het bos.

Integendeel, in gebieden met aangelegd landschap of in beschermde bergzones, zal men slechts het bos geleidelijk mogen kappen, ten einde het kaal grondoppervlak te beperken.

Tussen beide uitersten, kan men het bos behandelen als opstand met bomen van zelfde of van verschillende ouderdom.

De hernieuwing van een opstand van gelijke ouderdom kan als volgt gebeuren :

- door kaal kappen van gans het bos;
- door kaal kappen van de randen;
- door geleidelijk kappen;
- door beschermingskappen.

De hernieuwing van een opstand van verschillende ouderdom kan behandeld worden als een bestand dat stam per stam of per quartier getuind wordt.

In dit laatste geval, is de werkmethode gelegen tussen de getuinde opstand en een opstand van verschillende ouderdom die geleidelijk gekapt wordt.

Oudere boomgroepen worden op het terrein geconcentreerd. Hierin zullen de hernieuwingskappen gedaan worden (bv. tussen 100 en 150 jaar voor beuk). In andere partijen zal men uitdunningen uitvoeren (tussen 50 en 100 jaar), terwijl op andere plaatsen men het zaaisel, het hakhout en het jong hout (tussen 0 en 50 jaar) laat ontwikkelen.

### 5.3. Behandeling van enkele typische opstanden

#### 5.3.1. Beuken hoogopstaand hout (beukenbos)

De beukenbossen bedekken ongeveer 100 000 ha, zij 17 % van het beboste oppervlak van België. Het zijn over het algemeen getuinde opstanden. De natuurlijke aangroei is de regel en ge-

beurt zonder noemenswaardige moeilijkheden in de goede beukenbossen van de Ardennen en de streek van Virton (Gaume).

De beukenbossen van laag- en midden- België, zoals het Zoniënwoud, hebben een bijzonder karakter gezien hun sterke groei ten gevolge van hun planting op vruchtbare gronden. De natuurlijke aangroei gebeurt moeilijk, zodat de bosbouwkundige de hernieuwing door aanplanting moet verzekeren.

Over het algemeen verwezenlijkt men boomgroepen van verschillende uitgestrektheid. De kweekzorgen gebeuren in de boomgroepen volgens de behoeften en de regeneratiekappen gebeuren op tijdstippen die vastgesteld worden in functie van de omlooptijd, die tussen de 120 en 180 jaar schommelt, volgens de kwaliteit van de percelen.

De wisseling van de uitdunnings- en de regeneratiekappen bedraagt 3 tot 12 jaar.

Men neemt 8 jaar aan in de rijkste bossen, met mogelijke overgang tot 4 jaar.

### 5.3.2. Eiken hoog opstaand hout (eikenbos)

Deze houtsoort wordt weinig in opstand geteeld in België.

In Frankrijk integendeel bestaan er oude aanplantingen die befaamd zijn (Berci, Bellême, Tronçais).

Dergelijke opstanden zijn over het algemeen afkomstig van de omvorming van kreupelhout en meer in het bijzonder van kreupelhout onder hoog opstaand hout.

Zij bestaan meestal uit bomen van verschillende oorsprong en ouderdom. Andere houtsoorten worden er tegelijk aangetroffen, zij hoofdzakelijk : de es, de berk, de wilde kerseboom, de beuk, de esdoorn.

Uiteindelijk beoogt men getuind en gemengd hoog opstaand hout, waarin relatief grote groepen eikebomen overwegen.

Men lukt er niet steeds in de hernieuwing te verzekeren. De bosbouwer zal er voor zorgen de jonge zaailingen te helpen weerstaan aan de vernielende uitwendige factoren.

De teeltzorgen zullen dus belangrijker en meer aandacht vragen dan voor beuk.

De regeneratiekappen die plaats vinden wanneer de zaailingen reeds ingeworteld zijn, zullen strenger en zich sneller moeten omwisselen dan voor beuk. Deze gebeuren om de 10-20 jaar, terwijl de omlooptijd 150 à 200 jaar bedraagt en de rotaties om de 4 tot 8 jaar gebeuren.

Aanvullende kunstmatige regeneratie is dikwijls onontbeerlijk.

#### 5.4. Exotisch hout

Deze houtsoorten komen voort van natuurlijke tropische bossen, welk meestal heterogeen zijn en tot 300 boomsoorten per hectare omvatten.

De vergunninghoudende bosontginnende maatschappijen romen de houtsoorten af, die handelswaarde hebben.

De grote bomen worden met de bijl en soms met de mechanische zaag geveld. Kunstmatig aangelegde beplantingen geven meestal teleurstellende resultaten op, ten gevolge van optredende ziekteverschijnselen.

#### 5.5. De vervaardiging van de dragers

##### 5.5.1. Dragers uit loofhout

De stammen van loofbomen, afkomstig van uitdunnings- of de regeneratiekappen, worden naar een verzamelplaats uitgesleept, die bereikbaar is voor wegvervoer, waar ze op een vrachtwagen geladen worden.

De opeenvolging van de bewerkingen gebeurt meestal als volgt :

- De stammen worden rechtstreeks met een vrachtwagen naar de zagerij vervoerd (fig. 10)



Fig. 10 Vrachtwagen geladen met beukestammen uit het bos komende.

- De voerder lost de stammen met de windas van de wagen (fig. 11)



Fig. 11 Lossen van de vrachtwagen.

- Zij worden hetzij gestapeld, hetzij rechtstreeks in blokken gezaagd (fig. 12)



Fig. 12 Verzagen in blokken.

- De blokken worden naar de ontschorsmachine gevoerd (fig. 13)



Fig. 13 Vervoer van de blokken naar de ontschorsingswerf.

- Naast me-  
kaar gelegd  
voor de ont-  
schorsmachine  
(fig. 14)



Fig. 14 Uitspreiding van de blokken vóór de ontschorsings-  
machine.

- Ontschorst  
(fig. 15)

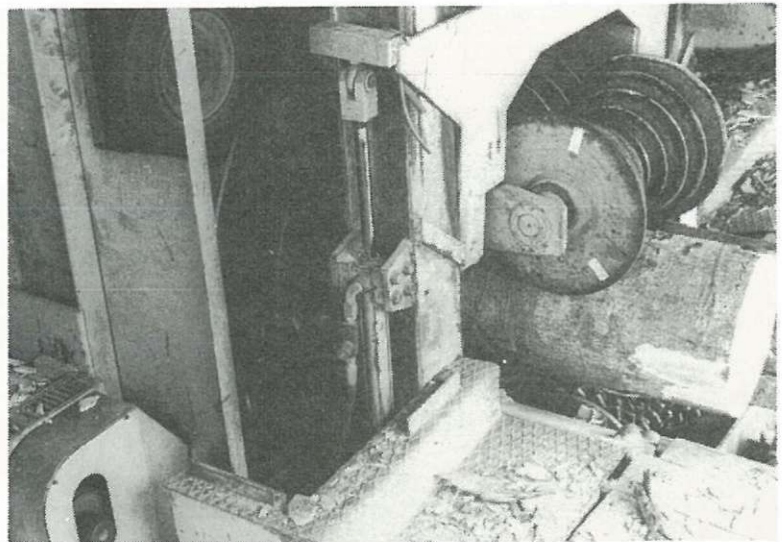


Fig. 15 Ontschorsing.

- Geklemd op  
de zaagta-  
fel (fig. 16)

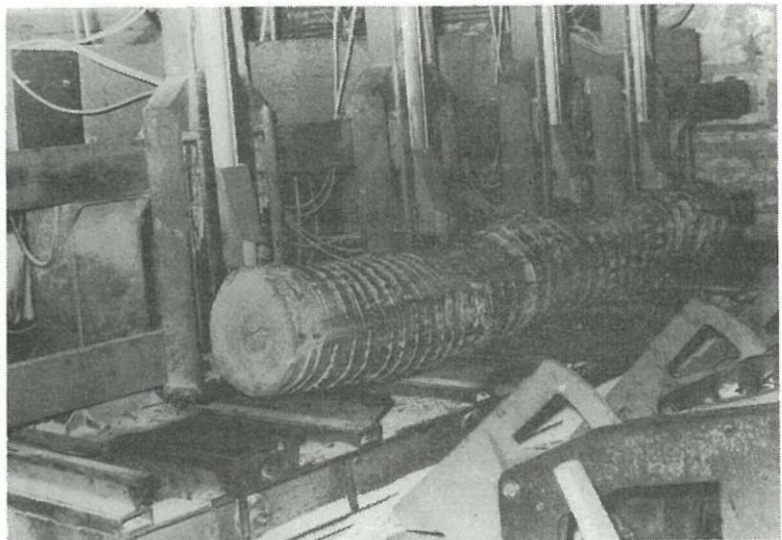


Fig. 16 Vastklemmen van een blok op de zaagtafel.

- Verzaagd op de gewenste afmetingen (fig. 17) en afgewerkt.



Fig. 17 Zagen van een blok.

De witte spoordragers worden op wagens geladen en naar de creosoteerwerf van de N.M.B.S. te Wondelgem gestuurd.

5.5.2. De dwarsliggers uit exotisch hout (Azobe, Balau, Karri, Tali, enz.)

De dragers uit exotisch hout worden in het land van herkomst vervaardigd terwijl de houtstukken in België op maat gezaagd worden.

## 6. Gebreken die in onbehandelde draagstukken voorkomen Aanvaardingsvoorwaarden

### 6.1. Algemeenheden

Hout zijnde een levende stof, moet men noodzakelijkerwijze zekere gebreken aanvaarden.

De technische bepaling H 1 bepaalt nader welke gebreken aanleiding geven tot afkeuring en deze welke mits beperkingen aanvaardbaar zijn.

### 6.2. Opsomming van de gebreken die tot aanvaarding of afkeuring leiden

#### 6.2.1. Aanvaardbare gebreken mits beperkingen omschreven in de technische bepaling

Gezonde kwasten. (104) (1)  
 Zwarte kwasten. (104)  
 Kromdradige vezels. (109)  
 Ringscheuren. (202)  
 Scheuren. (119, 120)  
 Tussenschorsen. (114)  
 Wormgaten. (401, 402)  
 Wonden. (300)  
 Rotheid van eik zogenaamd "grisette". (503)  
 Rood of bruin hart bij beukehout. (503)

#### 6.2.2. Niet aanvaardbare gebreken omdat de weerstand of de bewaring van de draagstukken in het gedrang komt

Rotte kwasten. (104)  
 Straalscheuren. (120)  
 Dubbel spint (maanringen). (203)  
 Wormsteken. (401)  
 Vriesbarsten. (201)  
 Verrotting. (503)  
 Vuur. (504)  
 Gebliksemd of verbrand hout (300)

#### 6.2.3. Afkeuring te wijten aan het niet eerbiedigen van de opgelegde afmetingen

### 6.3. Rangschikking van de gebreken van de technische bepaling H I

De hierboven opgesomde gebreken worden beschreven in de N.B.N. 189 "Hout, afwijkingen, gebreken en fouten".

Zij worden in hiernavolgende groepen gerangschikt, waarbij het niet eerbiedigen van de opgelegde afmetingen, alsmede de grote droogscheuren toegevoegd werden.

---

(1) De nummering tussen haakjes is deze van N.B.N. 189.

6.3.1. Afwijkingen, gebreken en fouten te wijten aan de groei

Kwasten. (104)  
 Warren. (106)  
 Draaigroei. (109)  
 Excentriciteit van het hart. (111)  
 Tussenschors. (114)  
 Harsgallen, harsspletten. (117)  
 Kromstammige groei. (118)  
 Stervormige houtscheur. (119)  
 Straalscheur. (120)  
 Onechte kern. (121)

6.3.2. Afwijkingen, gebreken en fouten te wijten aan fysische invloeden en aan de exploitatie

Vriesbarst. (201)  
 Ringscheur. (202)  
 Dubbel spint, maanring. (203)  
 Droogtescheur, warmtescheur. (205)  
 Barsten, loutjes, krimpscheuren. (206)  
 Veilingsbreuken. (210)

6.3.3. Wonden (300)

Veroorzaakt door schroot, dieren (spechtgat) of bliksem, enz.

6.3.4. Gebreken en fouten te wijten aan houtvretende insecten

Wormsteken. (401)  
 Wormgangen. (402)

6.3.5. Gebreken en fouten te wijten aan plantaardige oorzaken

Kankers, gezwellen. (501)  
 Wit, rood en bruin rot. (503)  
 Vuur. (504)

6.3.6. Niet eerbiedigen van de afmetingen opgelegd door de technische bepaling

Houtstukken. (601)  
 Dwarssluggers voor hoofdsporen. (602)  
 Dwarssluggers voor bijsporen. (603)

6.3.7. Scheuren. (700)

6.4. Gedetailleerde studie van de gebreken

Een reeks fiches welke elk der hierboven opgesomde gebreken beschrijft, vindt men in bijlage.





Fig. 18 Wagen geladen met verse beuken draagstukken.



Fig. 19 Lossen met de kraan van een wagen geladen met azobe draagstukken.



Fig. 20 Lossen met de hand van draagstukken.



Fig. 21 Voorlopig stapelen in open stapeltjes.



Fig. 22 Gesloten stapeling.



Fig. 23 Open stapeling.

## 7. Afwerking van de draagstukken

### 7.1. Bewerkingen v&ôr het creosoteren

#### 7.1.1. Het lossen, keuren en voorlopig stapelen van dwarsliggers en houtstukken

De draagstukken in eik, beuk of in een tropische houtsoort worden in de zagerij van de leverancier op maat gezaagd, en daarna met spoorwagens (fig. 18) naar de creosoteerwerf van Wondelgem gestuurd, waar zij of met de kraan (fig. 19), of met de hand (fig. 20) worden gelost.

Alleen die dwarsliggers waarvan de dikte 14 cm niet overtreft worden met de hand gelost en in voorlopige, open stapeltjes opgestapeld (fig. 21).

De dikkere dwarsliggers, de houtstukken en de uitheemse houtsoorten worden met de kraan gelost en in voorlopige gesloten stapels opgeslagen, waar zij laagsgewijze en aansluitend in dezelfde richting geschikt worden (fig. 22).

Tijdens het lossen worden de stukken door de sorteerdere van de creosoteerwerf gekeurd.

De voorlopig afgekeurde-dwarsliggers worden dan tegensprekenjk nagezien, tenslotte definitief door de keuringsdienst aanvaard of afgekeurd.

De afgekeurde dwarsliggers worden dan afzonderlijk opgestapeld per leverancier en periodisch teruggestuurd.

De voorlopige open stapeltjes dwarsliggers in eik worden kruisgewijze tot op manshoogte gelaagd om het inslaan van S-ijzers toe te laten (fig. 23).

Men gaat op dezelfde wijze te werk met de dwarsliggers in beuk, dit om het bestrijken van de koppen met creosoot mogelijk te maken.

#### 7.1.2. Het versterken van de uiteinden

Zoals gezegd worden de uiteinden van de eiken dwarsliggers versterkt door middel van een S-ijzer dat met de hand ingeklopt wordt, wanneer zij nog voorlopig gestapeld zijn (fig. 24).

De uiteinden van de beuken dwarsliggers worden doorgeboord (fig. 25) en voorzien van een aansluitbout van 12 mm diameter (fig. 26).

Het versterken van de koppen van de dwarsliggers verhindert het barsten of het verder openscheuren van reeds bestaande scheuren.



Fig. 24 Versterking van de uiteinden met een S-ijzer.



Fig. 25 Boren van de uiteinden van beuken dwarsliggers.



Fig. 26 Plaatsing van aansluitbouten.



Fig. 27 Stapeling in Z van beuken dwarsliggers.



Fig. 28 Open stapeling van eiken dwarsliggers.



Fig. 29 Dak van een stapel eiken dwarsliggers.

### 7.1.3. Het definitief stapelen voor droging

Het drogen van de dwarsliggers geschiedt uitsluitend in open stapels (fig. 27), voldoende van elkaar verwijderd en verdeeld over een goed drooggelegd stockage-areaal, waar alle plantengroei of afval, mogelijke oorzaken van besmetting worden verwijderd.

De stapels zelf zijn van de grond geïsoleerd door onderliggers van doordrenkt hout.

Elke stapel bestaat uit opeenvolgende gelijke bedden van eenzelfde houtsoort, van dezelfde afmetingen en is circa 5 m hoog (fig. 28).

Zij worden met de kraan verwezenlijkt, door het opnemen van de kleine voorlopige stapeltjes. Opmerkelijk is de karakteristieke vorm van het bovendeel van de eiken stapels (fig. 29).

De beuken dwarsliggers worden in Z-vorm gestapeld ten einde zo weinig mogelijk onderling contact tussen de oppervlakken te bieden om verrotting door vervuring te voorkomen.

De dwarsliggers uit tropische houtsoorten (azobe en soortgelijke) komende van de invoerhaven, dienen niet gedroogd vooraleer gecreosoteerd te worden. Zij worden dan ook opgestapeld op een minimum van oppervlakte (fig. 30).

De wisselstukken uit eikehout worden bij voorkeur evenwijdig aan elkaar geplaatst, slechts gescheiden door latten.

#### 7.1.4. Droogtijd van de dwarsliggers en toezicht tijdens het drogen

De duur van het drogen verschilt naargelang de houtsoort, de afmetingen en de atmosferische omstandigheden.

De droogtegraad moet voldoende zijn om de impregnatie mogelijk te maken en de latere vervormingen te beperken.

In de praktijk wordt aangenomen dat dit stadium bereikt is, als voor eik het schijnbaar soortelijk gewicht 0,850 bedraagt en voor beuk 0,750.

Deze gewenste droogtegraad wordt na 5 à 6 maanden bereikt voor eik en na 10 à 12 maanden voor beuk.

In praktijk gebruikt men een vochtigheidsgraadmeter om na te gaan of de dwarsliggers droog genoeg zijn; zij 25 à 30 % voor eik en 25 % voor beuk.

Tijdens het drogen dienen de bouten, op de uiteinden van de beuken dwarsliggers regelmatig te worden aangespannen.

Gemiddeld worden gedurende de droogperiode drie aanspanningen uitgevoerd. Dit gebeurt met de hand met behulp van een sleutel.



Fig. 30 Stapeling van azobe dwarsliggers.

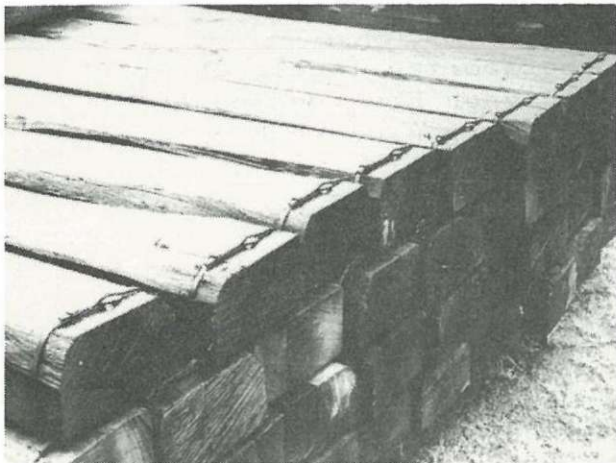


Fig. 32 Dwarsliggers voorzien van versterkingsbandijzers.

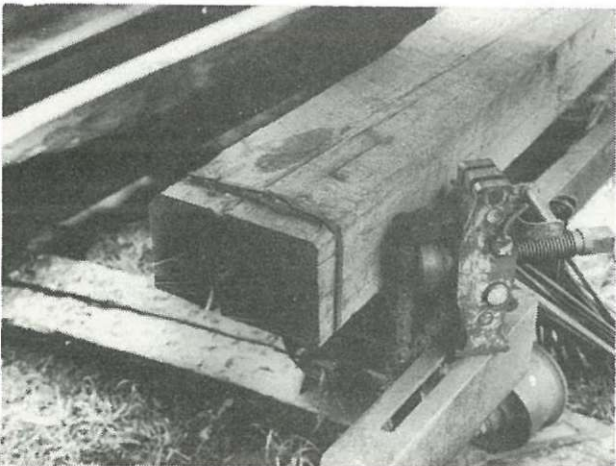


Fig. 33 Gebruikt gereedschap voor het plaatsen van de bandijzers.

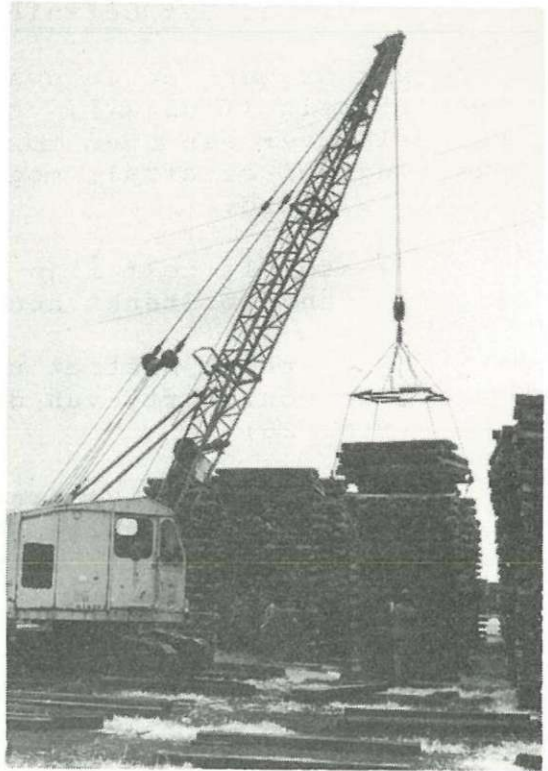


Fig. 31 Ontstapelen met de kraan van gedroogde dwarsliggers.

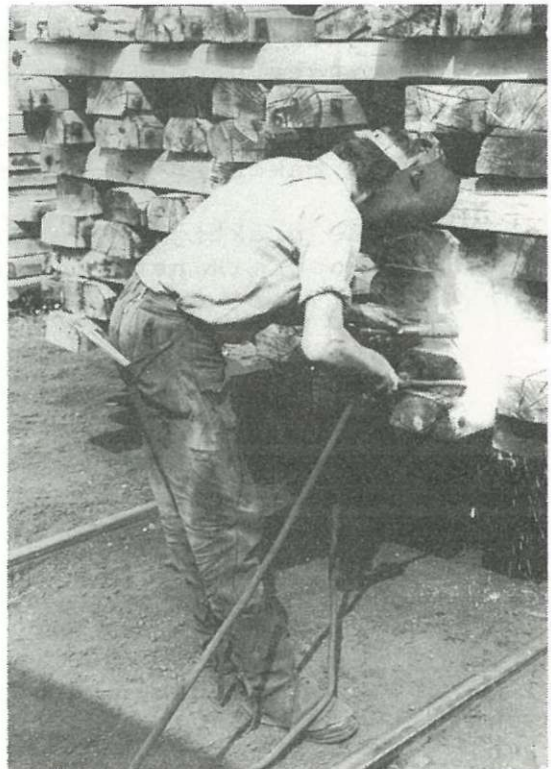


Fig. 34 Afbranden met de vlamboog van de uitkragende bout-einden.

#### 7.1.5. Ontstapelen en definitieve versterking

Wanneer het hout droog genoeg is voor de impregnatie, gaat men over tot het ontstapelen met behulp van een kraan (fig. 31).

De dwarsliggers waarvan de gebreken in oorspronkelijke toestand nauwelijks zichtbaar waren en die na drogen ongeschikt blijken, worden hersteld of afgekeurd.

Zo worden de eiken dwarsliggers die niettegenstaande het aanbrengen van S-ijzers, toch gespleten zijn, voorzien van banden (fig. 32).

Het aanbrengen van banden is het doelmatigste middel, gezien de volledige sectie omspannen wordt, hetgeen niet gebeurt met S-ijzers en evenmin met bouten.

Deze banden zijn vervaardigd uit zacht staal, van minstens 5 mm dikte en 10 mm breedte. Het toehalen van de spleten evenals het aanspannen van de band rond de dwarsliggers en het vasthechten er van op de twee uiteinden gebeurt met een met de hand aangedreven toestel (fig. 33).

De diplorys geladen met de gedroogde beuken dwarsliggers worden eerst naar een afzonderlijke stand gebracht, waar de uitkragende bouten afgebrand worden (fig. 34).

#### 7.1.6. Inkepen en boren van de dwarsliggers

De diplorys met de ontstapelde en eventueel herstelde dwarsliggers worden naar de inkeepwerkplaats gevoerd (fig. 35).

De werkplaats beschikt over drie zware inkeep- en boormachines die elk een capaciteit hebben van 1 800 dwarsliggers in 8 uren (fig. 36).

Het inkepen met behulp van frezen die op grote snelheid draaien (fig. 37) doet twee platte vlakken ontstaan waarop de spoorstaaf of de zadels komen te rusten.

Het boren van de bevestigingsgaten van de spoorstaven of de zadels volgt onmiddellijk op de inkeping in een steeds gelijke volgorde van bewerkingen (fig. 38).

Elk type van spoor vergt bijzondere boring en inkeping, hetzij in functie van het profiel 50 kg/m (fig. 39) of 60 kg/m of andere (fig. 40), hetzij in functie van de houtsoort (eik, beuk of azobe) (fig. 41).

Bovendien worden in de beuken dwarsliggers nog drie diffusiegaten geboord (fig. 38) met een diameter van 12 mm en een diepte van 80 mm in het onderste gedeelte van de dwarsligger, tussen de inkepingen.

Deze gaten hebben tot doel de indringing van de creosoot te bevorderen die zich gemakkelijker verspreidt via de doorsneden vezels. Dit is een van de redenen waarom het inkepen en het boren de impregnering voorafgaan.

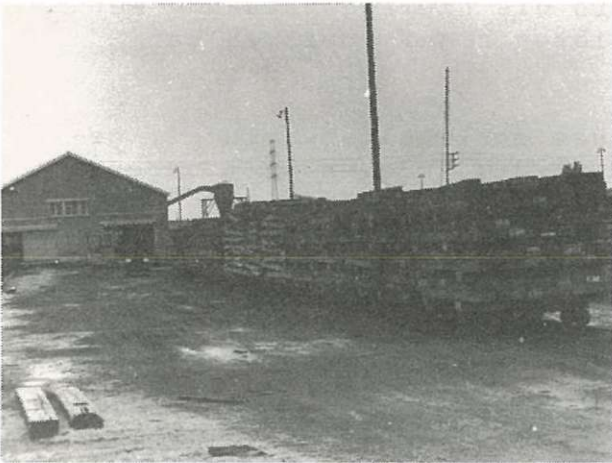


Fig. 35 Gedroogde dwarsliggers op de diptory vóór de inkepingswerf.



Fig. 36 Inkeep- en boormachine voor dwarsliggers in werking.

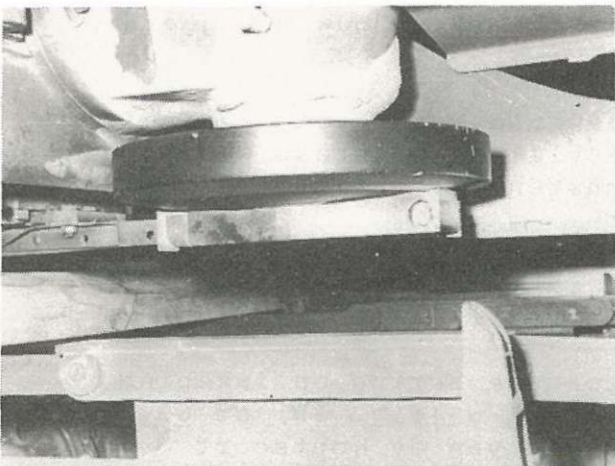


Fig. 37 Detail van de frees.

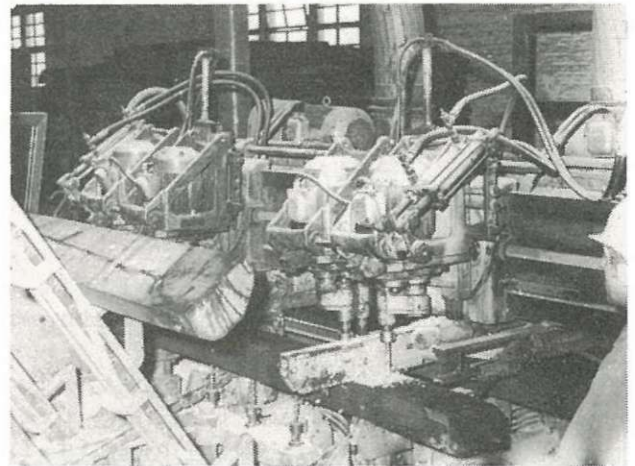


Fig. 38 Detail van de boorkop met de 3 boren voor het boren van de diffusiegaten.

## 7.2. Het eigenlijke creosoteren

### 7.2.1. Impregnatie onder druk in de autoclaaf

De diepe impregnatie onder druk of injectie heeft tot doel het hout te beschermen tegen het biologisch aantasten door zwammen en tegen de aanvallen van de in het hout levende insecten (1).

Zij moet de bewaring verzekeren van de fysische en mechanische hoedanigheden van het hout voor een zo lang mogelijke periode.

Inderdaad, de natuurlijke duurzaamheid van de meeste inheemse houtsoorten is onvoldoende voor het gebruik als draagstuk voor spoorstaven in die plaatsen waar de milieuvoorwaarden zeer ongunstig zijn.

Het is zo dat het kernhout van eik door zijn gehalte aan looizuur een specifieke duurzaamheid heeft van 12 tot 15 jaar, terwijl deze voor het spint merkkelijk minder is, namelijk 3 tot 4 jaar.

Wat betreft de beuk, waarvan de fysieke en mechanische eigenschappen hoger liggen dan die van eikehout, ligt de natuurlijke duurzaamheid niet boven de 4 à 5 jaar.

Een kunstmatige bescherming is dus onontbeerlijk; ze is zelfs van primordiaal belang voor sommige houtsoorten zoals voor beuk.

Verscheidene produkten en behandelingsmethodes werden vooropgesteld voor het bewaren van hout, maar voor de draagstukken in het spoor is tot nu toe gebleken dat de impregnatie met creosoot, gewonnen door distillatie van ruwe teer, een produkt van de carbonisatie van bitumineuse kolen, een der beste en goedkoopste beschermingsmiddelen is.

De fysico-chemische eigenschappen van de te Wondelgem gebruikte creosoot zijn de volgende :

---

(1) Voor meer informatie hierover verwijzen wij de lezer naar de brochure "Holzschutz" uitgegeven door de firma BAYER.



POSE SUR SELLES "TYPE ANGLEUR, INCLINÉES AU  $\frac{1}{20}$ . RAIL 50 kg/m. AANLEG OP ONDERLEGPLATEN "TYPE ANGLEUR, MET  
TIREFOND  $\frac{40}{150}$  MOD. 1917. SCHUWTE  $\frac{1}{20}$ . SCHRIFTBOUT  $\frac{40}{150}$  MOD. 1917.

37

TRAVERSE DE CONTRE-JOINT - EINDDWARSLIGGER.

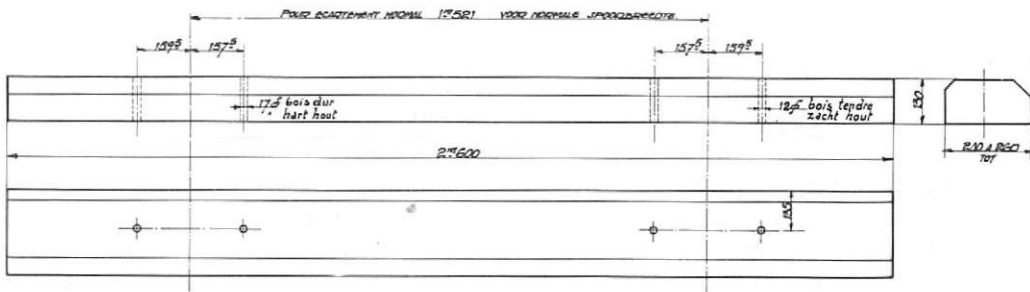


Fig. 39 Tekening van de inkeping en de boring van eiken en beuken dwarsliggers voor de aanleg van spoorstaven van 50 kg/m.

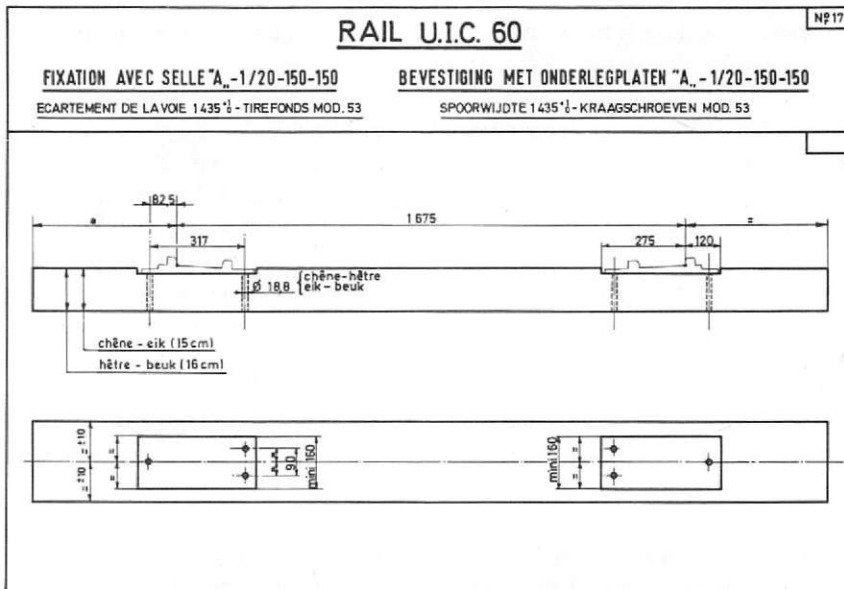


Fig. 40 Tekening van de inkeping en de boring van eiken en beuken dwarsliggers voor de aanleg van spoorstaven UIC 60 kg/m.

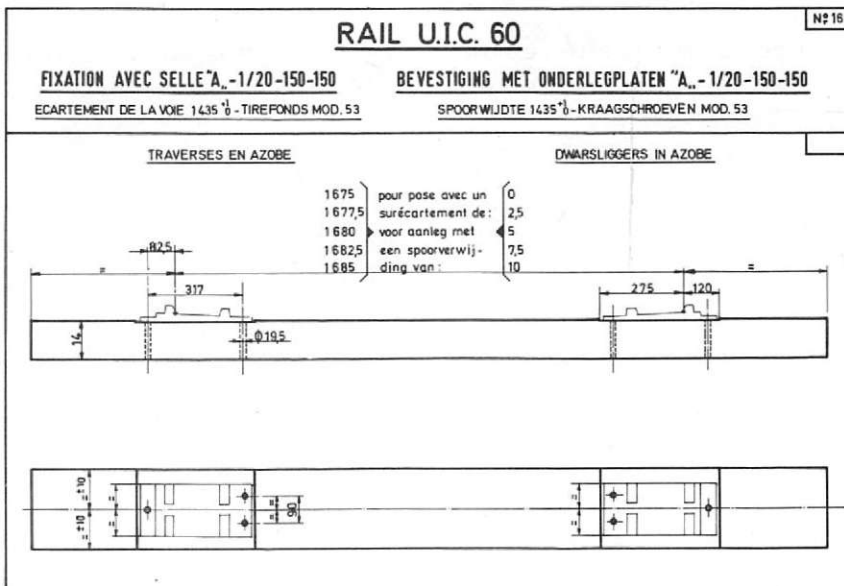


Fig. 41 Tekening van de inkeping en de boring van azobe dwarsliggers voor de aanleg van spoorstaven UIC 60 kg/m.

Beproevingen	Voorgeschreven resultaten
Dichtheid op 38,0/15,5° C	1,050 (+ 0,02)
Vloeibaarheid	Blijft vloeibaar na 1/2 h aan 25° C
Onoplosbaar in benzol (% in gewicht)	0,5 % maximum
Engler-distillatie (op water vrije creosoot)	
distillatieprodukt op: (% in volume)	
210° C	2 % maximum
235° C	12 % maximum
270° C	begrepen tussen 20 % en 40 %
315° C	begrepen tussen 45 % en 65 %
355° C	begrepen tussen 65 % en 82 %
Gehalte aan water (% in gewicht)	2 % maximum
Cokes-residu (% in gewicht)	2 % maximum

### 7.2.2. Uitrusting voor de impregnatie

De impregnatie onder druk wordt te Wondelgem uitgevoerd volgens het Rüping-systeem.

- Voor eikehout wordt het enkelvoudig Rüping-systeem toegepast.
- Voor beukehout het dubbelvoudig Rüping-systeem.

De installatie van Wondelgem omvat volgende uitrusting :

- Twee autoclaven, plaatstalen cylinders van 23 m lang en 2 m doormeter, beproefd op een druk van 15 bars, voorzien van een verwarmingsdispositief met stoom dat toelaat de temperatuur van de creosoot op het gewenst niveau te houden.

Elke cylinder kan ongeveer 400 dwarsliggers of 40 m<sup>3</sup> houtstukken (fig. 42) per beurt behandelen.



Fig. 42 Stel wagentjes met ingekepte en geboorde dwarsliggers vóór de creosoteerautoclaaf.

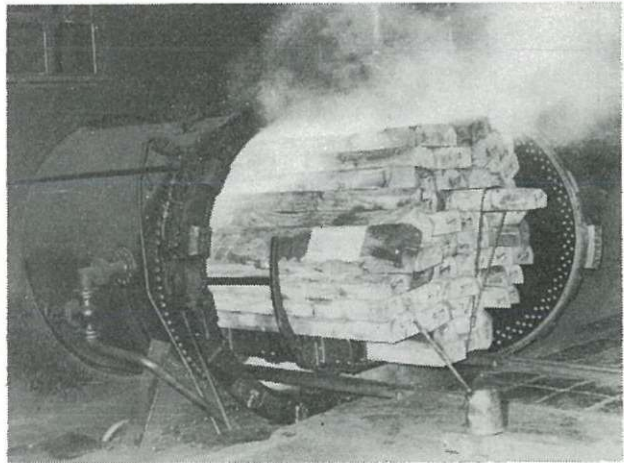


Fig. 43 Dwarsliggers die in de autoclaaf gereden worden.

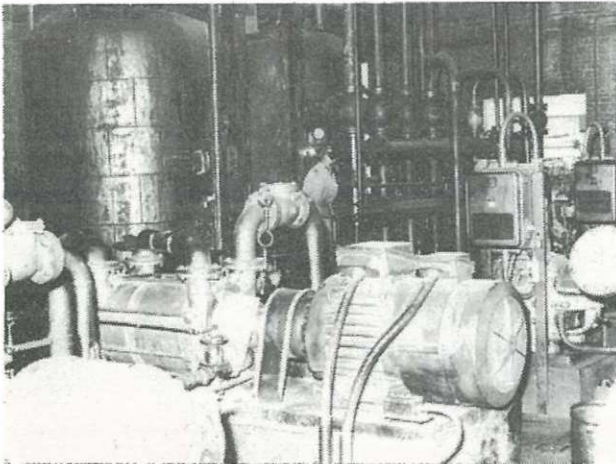


Fig. 44 Machinekamer van de creosoteerwerf. Zicht van de compressor.

Een smalspoor aangelegd in de autoclaaf laat de circulatie toe van de wagentjes waarop de te impregneren draagstukken liggen. De autoclaven zijn aan beide uiteinden gesloten door een luchtdichte deur met handbediening (fig. 43).

- Een doseercylinder voor dosering van de creosoot, waarin een luchtdruk kan tot stand gebracht worden boven het creosootbad.

Deze doseerder is voorzien van een peilglas dat toelaat gedurende de bewerking de opslorping van de creosoot door de lading hout te volgen.

- Een luchtpomp met groot debiet en bijhorigheden.
- Een barometrische kolom, buizenstel van 11 m hoog in omgekeerde U-vorm, bestemd voor het beschermen van de pomp tegen indringing van het bewaringsprodukt.
- Een condensator, geplaatst tussen de pomp en de barometrische kolom, voor het opvangen van de produkten ontstaan door condensatie van de dampen.
- Een luchtcompressorgroep met drie trappen met een luchtreservoir geijkt op 10 en 15 bars (fig. 44).
- 2 opslagcylinders met een capaciteit van elk 44 ton voor het opslaan en het opvangen van het bewaringsprodukt respectievelijk bij het begin en het einde van het proces, voorzien van een stoomverwarmingsinrichting.
- Recuperatievaten.
- De aangepaste pijpleidingen met bedieningskleppen die de verbindingen realiseren tussen alle elementen van de apparatuur.
- Kontroletoeestellen, aanwijzers en een zelfregistrerend toestel voor het grafisch opnemen van gans het verloop van de verrichtingen, bijvoorbeeld druk en temperatuur.
- Een weegbrug die toelaat het hout te wegen voor en na de behandeling teneinde de hoeveelheid van het bewaringsprodukt te bepalen dat opgeslorpt werd tijdens de doordrenkingsbewerking.

Van tijd tot tijd worden 100 dwarsliggers gewogen voor en na impregnatie.

- 10 ondergrondse reservoirs voor het opslaan van creosoot voorzien van verwarmingselementen ten einde de creosoot vloeibaar te houden (fig. 45).
- De bijkomende installaties, ondermeer een ontvangstpost voor de ketelwagens met creosoot, met een uitrusting voor verwarming en menging alvorens de overheveling naar de stockeerreservoirs geschiedt.

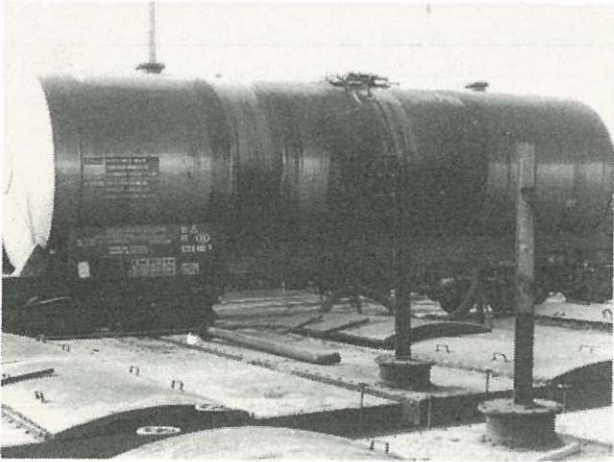


Fig. 45 Lossen van een ketelwagen met creosoot in de stockerketels.

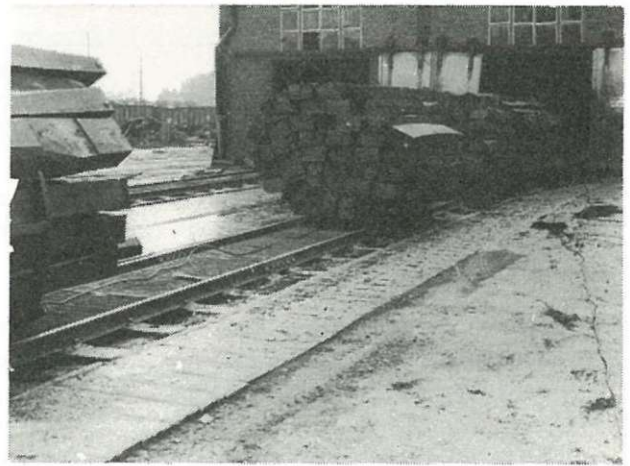


Fig. 47 Wagentjes met gecreosoteerde dwarsliggers.

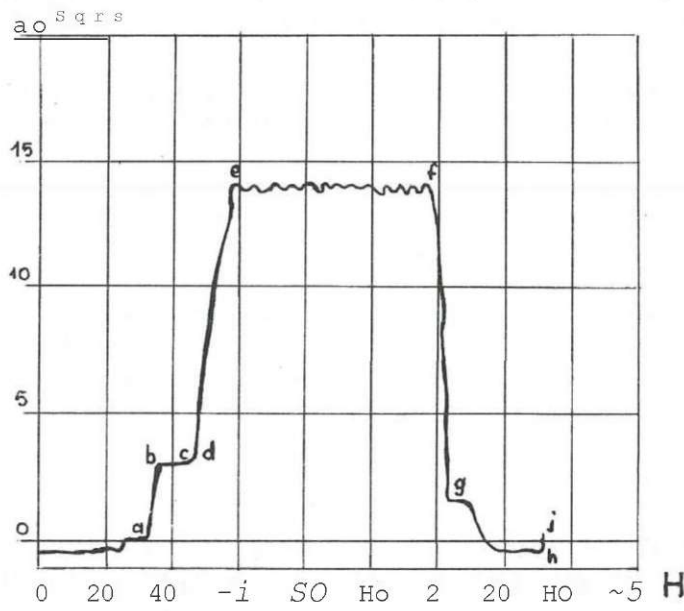


Fig. 46 Diagram van een enkelvoudig Rüpingproces.

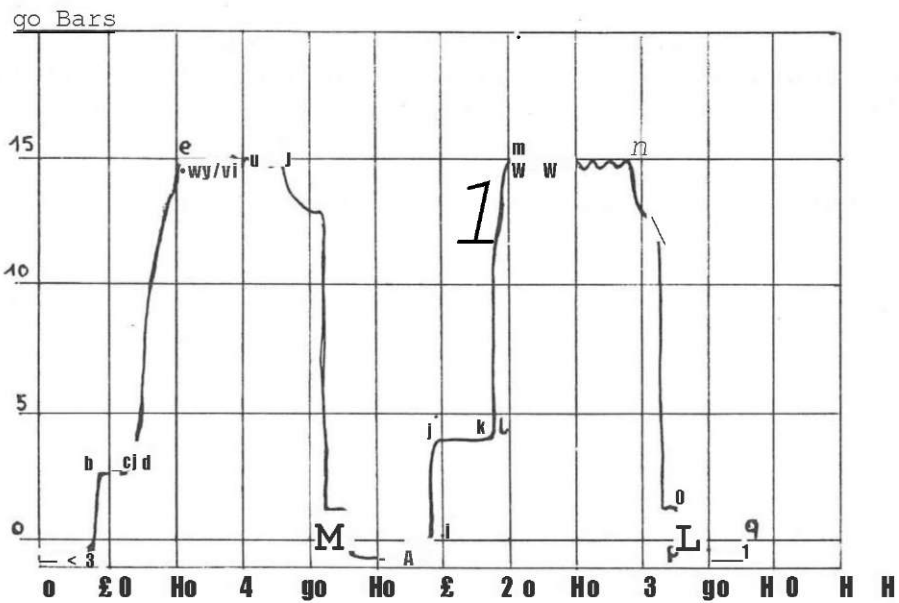


Fig. 48 Diagram van een dubbel Rüpingproces.

### 7.2.3. Rüping-proces (enkelvoudige of dubbele)

Het Rüping-proces of methode met "ledige cellen" heeft tot doel een behoorlijke verdeling van een beperkte hoeveelheid creosoot te verwezenlijken en toch een voldoende bescherming aan het hout te verschaffen.

De verschillende handelingen zijn de volgende (fig. 46) :

- 1e faze a-b. De dwarsliggers worden in de autoclaaf gebracht en onderworpen aan een luchtdruk P van ongeveer 4 bars gedurende 10 min. (gedeelte b-c van het diagram).

Deze druk heeft tot doel de kanalen en de cellen van het hout te openen en ze te vullen met samengeperste lucht op druk P.

- 2e faze c-d. Terwijl die druk behouden blijft, drijft men in de cylinder de creosoot waarvan de vloeibaarheid zo groot mogelijk werd gemaakt door langdurige voorafgaandelijke verwarming (80° C voor het eiken-, 90° C voor het beukenhout). Deze vloeibaarheid wordt op niveau gehouden met stoom die door de buizen aan de binnenkant van de cylinders wordt gejaagd.
- 3e faze d-e. Daarna wordt de creosoot onder druk gezet die minstens gelijk of kleiner moet zijn dan 2 P maar die in werkelijkheid 15 bars moet bedragen.

De druk van de vloeistof wordt gedurende 60 min. behouden (gedeelte e-f) .

- 4e faze f-g. De creosoot wordt uit de cylinder verwijderd en men verwezenlijkt een onderdruk (gedeelte g-h) van 60 cm kwik gedurende 40 min.
- 5e faze h-i. De normale atmosferische druk wordt hersteld.

De totale duur van de bewerking belooft ongeveer 2 h 30, waarna de wagentjes uit de autoclaaf gereden worden (fig. 47).

De enkelvoudige Rüping-methode wordt eveneens toegepast op de draagstukken uit Azobe.

De dubbelvoudige Rüping-methode (fig. 48) bestaat uit het tweemaal opeenvolgend toepassen van de enkelvoudige Rüping-methode.

Ze wordt gebruikt voor impregnatie van beuken dwarsliggers.

De totale duur van deze bewerking bedraagt 3 h 30.

### 7.2.4. Opslorpingsdosissen. Controle van de doordringing

De opslorplingsdosissen hierna aangeduid zijn het resultaat van de gemiddelden voor hout van courante hoedanigheid.



Fig. 49 Extractie van worteltjes uit gecreosoteerde dwarsliggers.

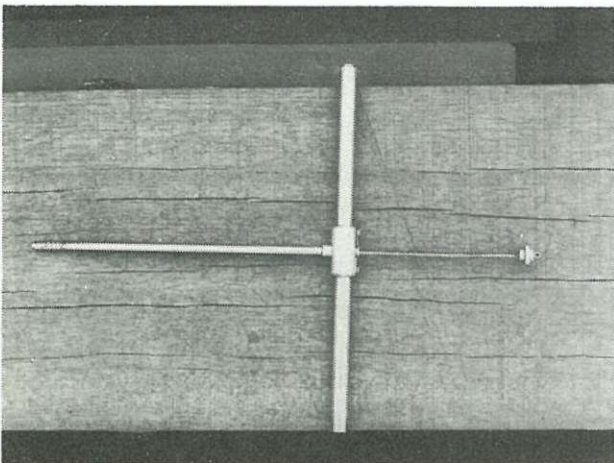


Fig. 50 Mattsons zwikboor.

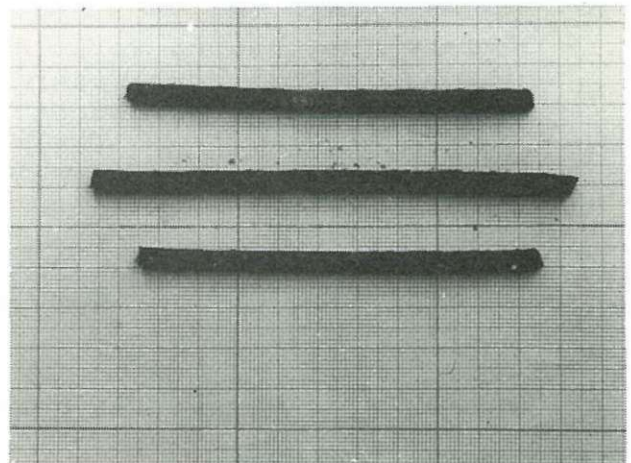


Fig. 51 Worteltjes uit beuken dwarsliggers genomen.

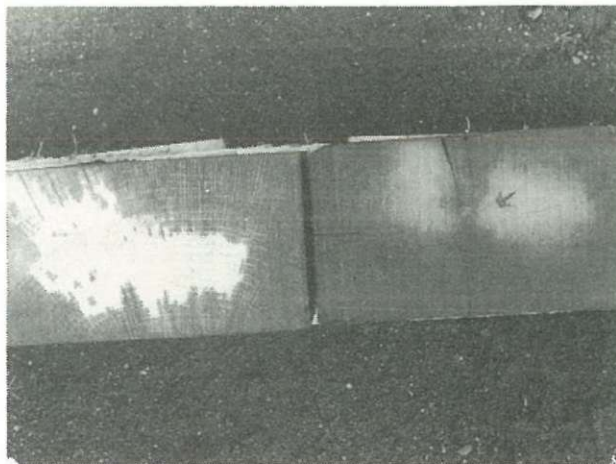


Fig. 52 Doorsnede van een gecreosoteerde eiken en beuken dwarsligger.

De hoeveelheid spinthout in eiken, rood hart in beuken, verschillende structuren naar gelang de plaats en de groei-voorwaarden van de bomen, zijn zoveel factoren die een invloed hebben op het opslorplingsvermogen.

Men bekomt volgende gemiddelde waarden :

- voor eiken met de enkelvoudige Rüping-methode :  
3,5 kg tot 5 kg creosoot per dwarsligger naargelang de dikte en 40 kg/m<sup>3</sup> voor houtstukken of zagerijhout;
- voor beuken met de dubbele Rüping-methode :  
13 à 20 kg per dwarsligger;
- azobe-dwarsliggers nemen 1,5 kg tot 2 kg creosoot op per stuk.

Het nazicht van de doordringing is een belangrijk criterium voor het waarborgen van een duurzame bescherming.

Het is nochtans ook nuttig zich te overtuigen van de verdeling van de creosoot in de te beschermen houtmassa.

Dit onderzoek levert de waarderings-elementen op die toelaten de best gepaste handelwijze en dosering te bepalen om een optimale impregnatie te realiseren.

Voor de eikehouten stukken volstaat het zich ervan te overtuigen dat het spinthout doordrenkt is. Dit nazicht gebeurt door eenvoudige peilingen met de holle beitel of met de kuipersdissel.

Voor de beukehouten stukken waar het onderzoek dieper dient te gebeuren, neemt men monsters op plaatsen die oordeelkundig gekozen worden, teneinde afwijkende invloeden te vermijden (spletten, knopen), met behulp van een bijzondere zwikboor met holle stang (fig. 49), "Mattsons"-boor genoemd (fig. 50).

Dit werktuig laat toe "proefworteltjes" uit te halen in de zone tussen de bevestigingsgaten en de diffusiegaten, van ongeveer 4 mm diameter en 10 cm lengte (fig. 51). Het onderzoek op zicht laat onmiddellijk toe de al dan niet doordrenkte zones te bepalen.

Een ander middel bestaat er in de getuige-stukken enkele dagen na de impregnatie dwars door te zagen en de diverse blokken in de lengte te klieven.

De onmiddellijke waarneming na het zagen van de doorsneden (fig. 52) en deze van de gekloofde blokken brengt de doelmatigheid van de impregnatie voor het ganse stuk aan het licht.

Deze werkwijze die duur uitvalt wordt alleen voor oppuntstelling van een proces of voor studiedoeleinden gebruikt.



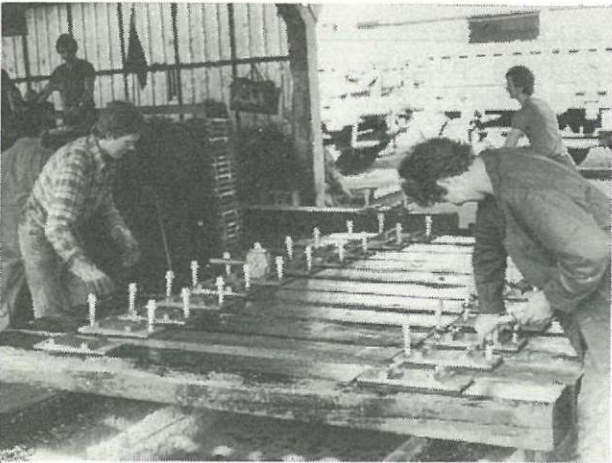


Fig. 53 Plaatsen van de zadels, de kraagschroeven en de Vosslohringen.

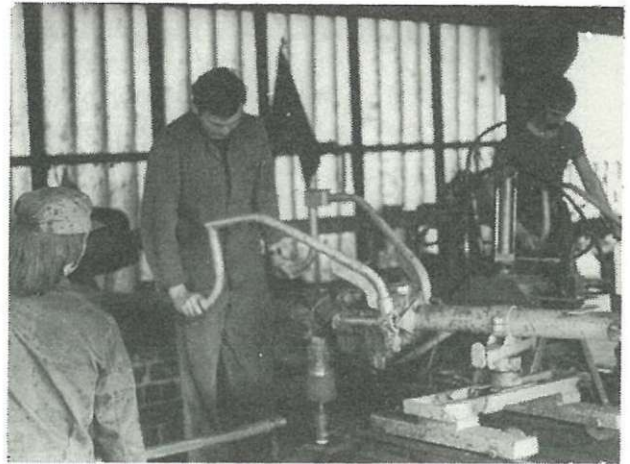


Fig. 54 Aanspannen van de kraagschroeven bij middel van een speciaal ontworpen pneumatisch gereedschap.



Fig. 55 Laden van de volledig uitgeruste dwarsliggers op spoorwagens.



Fig. 56 Geladen wagenstel gereed voor verzending.

Bij de eik is de impregnatie vooral van belang voor het spinhout en de spleten die natuurlijk kwetsbaar zijn voor biologische aantasting, daar op die manier een doelmatige bescherming wordt geboden aan het kernhout, dat anders een gevaarlijke besmettingshaard vormt.

Bij de beuk moet in principe de gehele massa van het hout doordrenkt worden met creosoot, uitgezonderd de afwijkingen van opbouw (rood hart, vezels die plaatselijk zeer houtig zijn) fouten (kwasten) of ontarding (verhitting) die de creosoot niet opnemen en daarvoor een reden van afkeuring voor dat hout zijn.

### 7.3. Plaatsen van de zadels en verzending

De dwarsliggers worden onmiddellijk na de creosotering uitgerust met zadels (fig. 53).

Een werf, speciaal uitgerust met elektrisch aangedreven kraagschroefmachines (fig. 54) en een pneumatische afstandsmal om de zadels op de gewenste spoorbreedte te houden, laat toe gemiddeld 2 000 dwarsliggers per dag uit te rusten.

Deze worden dan onmiddellijk met een elevator op platte wagens geladen (fig. 55) en verstuurd naar de verschillende vernieuwingswerven (fig. 56).

De dwarsliggers die alleen ingekeept zijn en geboord zijn en die niet voorzien werden van zadels, worden met de kraan opgeladen.

## 8. Aankoop van de spoordragers

### 8.1. Houtbevoorrading in het algemeen

De bevoorrading in ons land, waar de produktie amper 50 % van het verbruik dekt, wordt meer bepaald door de buitenlandse dan door de binnenlandse markt.

De inwendige markt komt slechts tussenbeide als aanvulling van de invoer, deze laatste zijnde onderhevig aan de grote internationale handelsstromingen.

### 8.2. Werken ter voorbereiding van het verkopen van hout

#### 8.2.1. Voorbereiding van de kappingen

De percelen waar de stammen zich bevinden, bestemd om verkocht te worden, moeten juist bepaald worden op plan en op het terrein.

De afvoerwegen moeten vrijgemaakt worden, in goede staat zijn en afgebakend.

Soms moeten voorafgaandelijke werken uitgevoerd worden om een meerwaarde te verlenen aan de te verkopen waar.

#### 8.2.2. Het merken

Deze bewerking bestaat er in de te vellen bomen te merken, het betreft een afleverings- of afstandsmerk, dit wordt over het algemeen gemaakt bij middel van een hamerbijltje : het bijltje dient om wankanten ter manshoogte te verwezenlijken, waarbij niet alleen een schorsplaat, maar ook een houtspaan-der van een tiental centimeter lengte in eens weggenomen wordt.

De kop van de hamer, wordt gebruikt als naamstempel van de eigenaar en laat toe het verkoopsmerk in het blootgekomen hout te slaan; men kan er desnoods ook een volgnummer op aanbrengen.

Soms gebruikt men een klauw of eender welk snijdend voorwerp.

#### 8.2.3. Metten en aantekenen van de bomen op stam, schatting en opmaken van het lastenkohier

Het metten en het aantekenen worden tezelfdertijd als het stempelen uitgevoerd. Het gebeurt over het algemeen in ploegverband. De dikte van de bomen wordt op manshoogte gemeten, t.t.z. op 1,50 m van de grond, waar de omtrek er van bepaald wordt.

De uitslagen van de metingen worden aan de ploegbaas medegedeeld die ze per groepen van grootte noteert.

De afgeleverde bomen worden per houtsoort genoteerd.

Bij naalddhout, alsmede bij loofbomen van minder dan 90 of 100 cm omtrek, wordt de boomhoogte alsmede de afname er van per diktegroep geschat.

Bij loofbomen hebben de te zagen bomen (van meer dan 90 of 100 cm omtrek) dikwijls nuttige hoogten die van stam tot stam veranderen. In dit geval wordt niet alleen de omtrek, maar ook de hoogte van elke boom genoteerd.

De bomen waarvan de karakteristieken niet aan deze van het gemiddelde beantwoorden, worden afzonderlijk geregistreerd met aanduiding van hun anomalieën.

De registratie gebeurt in tabelvorm, deze heeft niet dezelfde gedaante bij naalddhout of loofhout.

Voor wat de loofbomen betreft, registreert men soms alleen de bomen die recht blijven staan. In dit geval worden dan de jonge bomen (40 tot 89 cm omtrek), de moderne (90 tot 149 cm) en de oude bomen (150 cm en meer) gemerkt.

Na telling van de registratietabellen worden zij per houtsoort en per lot aangevuld, ten einde het te koop gesteld houtvolume te berekenen en de waarde er van te schatten.

Deze gegevens worden dan in het lastenkohier opgenomen, dat de verkoopswijze, de betalingsvoorwaarden, de bijzondere bepalingen nopens de exploitatie, enz., nader omschrijft.

### 8.3. De eigenlijke verkoop

#### 8.3.1. Verkoopswijzen

De verkoop kan op stam of na velling gebeuren.

Het verkopen van stamhout kan in blok of forfaitair gebeuren : het hout wordt in de bestaande toestand verkocht, voor een definitief overeengekomen som.

De verkopen na velling vragen krachtsinspanningen en investeringen van wege de eigenaar. Deze laatste moet immers met eigen middelen de bomen vellen en bewerken, ze wegslepen, eventueel op vrachtwagen of op spoorwagen laden.

#### 8.3.2. Middelen om de verkoop te sluiten

Hout wordt openbaar of privaat verkocht.

De openbare verkoop is toegankelijk voor alle kopers en gebeurt in het openbaar, bv. in aanwezigheid van een notaris.

Het kan per opbod of met afslag gebeuren.

De privaatverkoop is alleen toegankelijk voor de bij name uitgenodigde personen. Deze gebeurt in der minne, onderhands, of per opbod.

8.4. De aankopen van niet behandelde dragers door de N.M.B.S.

Het aantal dragers (voor hoofdspoor, bijsporen en houtstukken) die nodig zijn voor de spoorhernieuwingen wordt geraamd.

De Directie der Aankopen solliciteert beperkte prijsaanbiedingen op de inlandse markt voor de aankoop van eiken en beuken dwarsliggers en in het buitenland voor de invoer van eik of exotisch hout.

Te melden dat de aankopen van niet behandelde draagstukken 500 miljoen frank bedroegen in 1978.

Brussel, 29 december 1978.

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes. The signature is positioned above a horizontal line that serves as a separator between the signature and the typed name below.

J. VANDENBERGHEN,  
Eerste Ingenieur.

BIBLIOGRAFIE

- La forêt (Het bos)  
  
Ecologie - Beheer - Economie - Behoud.  
A. Bary-Lenger, R. Evrard, P. Cathy.  
Uitgegeven door Vaillant-Carmanne.  
S.A. Liège.
  
- Het bos  
  
Een levende grondstof.  
N.V. Papierfabrieken van België.
  
- Leergang van Spoorweguitbating - Boekdeel III  
  
Het Spoor - Bundel I  
  
Ulysse Lamalle.  
Universitaire Boekhandel.  
Uitgever Ch. Uytspruyt 1951  
10, Muntstraat, Leuven.
  
- Handboek van de houten dwarsligger  
  
Uitgegeven door het Instituut van West-Europa voor de  
impregnatie van hout.  
Oranjestraat 9, Den Haag, Nederland, 1965.
  
- Les supports en bois pour voies ferrées (Houten spoordragers)  
  
Schrift nr. 36 van het Houtinstituut van Parijs.  
10, avenue de Saint-Mandé, 75012 Paris.
  
- Holzschutz (Houtbewaring)  
  
Farbenfabriken Bayer A.G. Leverkusen.  
Ausgabe April 1964 D 73-644/12.743.
  
- Bijdrage tot de studie van de vervuring van groen beukenhout  
  
E. Sacré.  
  
Bulletin van het landbouwopzoekingscentrum van Gembloux  
N.S. Bundel I nr. 4 (neergelegd op 26.7.1966).

- Cours de Technologie du Bois (Houttechnologie)

J. Heurtematte.

Boekhandel Delagrave, uitgave 1950.  
15, rue Soufflot, Paris.

- Technische fiches

Documentatiefiches van het Houtinstituut van Parijs nopens de voornaamste houtsoorten die in gematigd klimaat groeien.

Eik.  
Beuk.

10, avenue de Saint-Mandé, 75012 Paris.

- Documentatiefiches van het tropisch bosbouwkundig Instituut van Parijs.

Azobe.  
Tali

45bis, avenue de la Belle-Gabrielle, 94130 Nogent-s/Marne (France).

- HI-TNO Mededelingen

Mededelingen van het Houtinstituut van Nederland.

Eik.  
Beuk.  
Azobe.  
Jarrah.  
Tali.

Schoemakerstraat 97 PB 151 Delft.

- Western Australian Hardwood Buyers Guide

1975 Edition  
Amendment sheet page 10.

- World Timbers

part. 3 Asia, Australia and New Zealand.  
B J Rendle.

- The hardwoods of Australia and their economics

Richard T. Baker.  
Department of education New South Wales.

NORMEN

Naamlijst der voornaamste in België gebruikte houtsoorten.

N.B.N. 199 - uitgave 1950.

Hout - Anomalieën, fouten en gebreken.

N.B.N. 189 - uitgave 1948.

Hout - Terminologie.

N.B.N. 202 - uitgave 1957.

Hout - Beproevingsmethodes voor de kwaliteitsbepaling.

N.B.N. 225 - uitgave 1956.

---

De foto opnamen die huidig werk versieren werden door schrijver gemaakt.

---