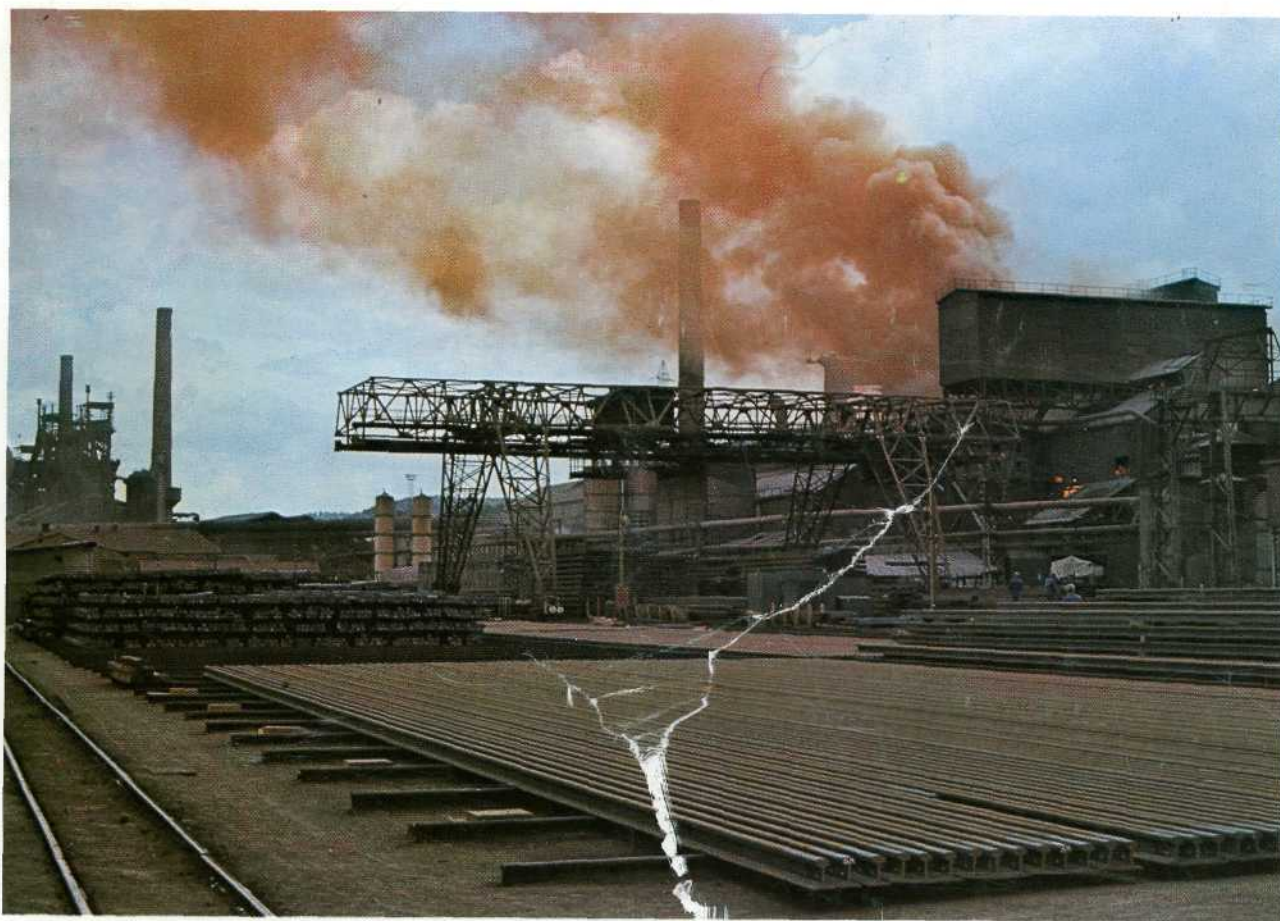


Ⓑ

Directie van de Aankopen

A 82-4

De spoorstaven



Ir. J. VANDENBERGHEN
Eerste Ingenieur.

Num Sol: C 3440/4

Num Sol: 6567

INHOUDSTAFEL

	Bladz.
INLEIDING.	1
De voorlopers van de spoorstaaf.	3
1. Geschiedenis van de spoorstaaf.	9
1.1. Evolutie van het profiel.	9
1835 De golfspoorstaaf van welijzer van 19 kg/m	9
1838 De evenwijdige spoorstaven van welijzer van 25 kg/m	15
1846 De spoorstaaf met ongelijke dubbele kop van welijzer, van 34 kg/m	15
1860 De welijzeren Vignolespoorstaaf of voetspoorstaaf van 37 kg/m	17
1863 De spoorstaaf met gelijke dubbele kop van welijzer, van 38 kg/m	21
1871 De Vignolespoorstaaf van Bessemervloeistaal, van 37 kg/m	23
1878 De Vignolespoorstaaf van Bessemervloeistaal, van 38 kg/m	29
1886 De "Goliath"-spoorstaaf van Bessemervloeistaal, van 52 kg/m	29
1898 De Vignolespoorstaaf van Thomasvloeistaal, van 40, 650 kg/m	29
1907 De Vignolespoorstaaf van Thomasvloeistaal, van 57 kg/m	33
1918 De spoorstaaf van "Amerikaans" type, van 39, 685 kg/m	33
1926 De Vignolespoorstaaf van Thomasvloeistaal, van 50 kg/m	37
1959 Het profiel UIC 54, van 54 kg/m	39
1963 De spoorstaaf 50 R, van 50,357 kg/m	39
1970 Het profiel UIC 60, van 60 kg/m	47
1976 De spoorstaaf 50 T, van 50,100 kg/m	47
1.2. Het metaal	51
1.2.1. Inleiding	51
1.2.2. De spoorstaaf van welijzer	51
1.2.2.1. Algemeen	51
1.2.2.1. De uitvoering van het werk	53
1.2.3. De spoorstaaf van Bessemervloeistaal	67
1.2.3.1. Algemeen	67
1.2.3.2. Het walsen	68
1.2.4. De spoorstaaf van Thomasstaal	68

1.2.5. De spoorstaaf van staal gefrist met verrijkte lucht en oxystaal	69
1.2.6. De spoorstaven van staal gewonnen met hardfrisprocessen	69
1.2.7. Het staal dat heden ten dage gewonnen wordt voor het vervaardigen van spoorstaven voor de NMBS	70
BIJLAGE – Memorie van toelichting aan de Wetgevende Kamers voorgelegd op 12 november 1839 door de Heer Minister van Openbare Werken nopens de aanleg van de eerste spoorlijnen in België.	75
2. Studie van de afmetingen van het railprofiel.	103
2.1. De krachten die op de spoorstaaf worden uitgeoefend	103
2.1.1. De verticale krachten	103
2.1.2. De horizontale transversale krachten	103
2.1.3. De horizontale longitudinale krachten	104
2.1.4. Krachten te wijten aan het contact tussen wiel en spoorstaaf	104
3. Technische bepalingen betreffende de levering van spoorstaven.	111
3.1. De eerste bestellingen	111
3.2. Het lastenkohier en de technische voorwaarden van 16.8.1836 voor de toelevering van verschillende ijersoorten bestemd voor de verdere opbouw van het spoorweginet.	111
3.3. Het lastenkohier van de "Compagnie du Chemin de fer du Nord" voor de levering van Vignolespoorstaven van 37 kg/m bestemd voor haar Belgisch net, gedagtekend van 1875	112
3.4. Het lastenkohier van de Belgische staatsspoorwegen van 1885	118
3.5. De technische bepaling A.8.30 voor de levering van spoorstaven.	118
3.6. De technische bepaling A.8.38	119
3.7. De technische bepaling A.8.48	121
3.8. De technische bepaling A.8.54	121
3.9. De UIC fiche 860-0	123
3.10. De aanpassing van de UIC 860 fiche aan de actuele techniek	123
4. De bereiding van railstaal	131
4.1. Voorwoord	131
4.2. De bereiding van staal met een trekvastheid van 690/830N/mm ² (70/85 kg/mm ²)	131
4.2.1. De ertsen	131
4.2.2. De hoogoven	143

4.2.3. De ruwijzermenger	149
4.2.4. De convertoring	149
4.2.4.1. Het OBM-procédé	149
4.2.4.2. Het LD-AC-procédé	151
4.2.5. Het metaal na de convertoring	157
4.2.5.1. Controle van de samenstelling van het metaal	157
4.2.5.2. Het gieten van de blokken	159
4.3. De bereiding van natuurharde spoorstaven met minimum trekvastheid van 880 N/mm ² (90 kg/mm ²) in elektrostaal	161
5. Het walsen van spoorstaven	169
5.1. Het walsen vertrekkende van blokken	169
5.2. Het walsen vertrekkende van blooms in koude toestand	177
6. De afwerking van de spoorstaven	181
7. De kwaliteitscontrole en de keuring	185
7.1. De controle in het staalbedrijf	185
7.2. De controle in het walswerk	185
7.3. Het ultrasonoor onderzoek	187
7.3.1. Algemeen	187
7.3.2. Principe van het onderzoek	187
7.3.3. Uitvoering van het onderzoek	191
7.4. De eindcontrole op de stapelplaats	191
7.5. De keuring	191
8. Het opslaan en het lassen van de spoorstaven	199
8.1. Het stockeren van de spoorstaven	199
8.2. De werf voor weerstandslassen	203
8.2.1. Principe aangaande de werking van de weerstandslasmachine	203
8.2.2. De werkingscyclus	205
8.2.3. De verzending van de staven	209
8.3. Het weerstandslassen in het spoor	213
8.4. De aluminothermische las in het spoor	213
8.4.1. Algemene principes	213
8.4.2. De verwezenlijking van de las	213

9. Breuken en beschadigingen in spoorstaven	225
9.1. In het begin van de spoorweguitbating	225
9.2. De kennis aangaande breuken in 1875	226
9.3. Statistieken van de oorzaken van botsingen en ontsporingen te wijten aan spoorstaafbreuken en onvolmaaktheden van het spoor tussen 1880 en 1913 ..	227
9.4. Evolutie in de kennis van gebroken en beschadigde spoorstaven	228
9.5. De UIC-fiche 712-R betreffende de gebreken in spoorstaven en de catalogus van de beschadigingen en breuken in rails.	228
9.5.1. Algemeen	228
9.5.2. Definities	229
9.5.3. Algemene codificatie van de gebreken in spoorstaven	231
9.5.4. Klassering en nummering van de gebreken in spoorstaven	232
9.6. De meldingsfiche van een gebroken, gescheurde of beschadigde spoorstaaf ...	237
9.7. Het statistisch ééngemaakt schema	237
9.8. De gebreken toegeschreven aan de fabricatie	241
10. Het aankopen van spoorstaven	245
10.1. De eerste leveringen van spoorstaven en hun bijbehoren aan de Belgische Staat	245
10.2. De leveringen van spoorstaven van 1838 tot 1868	259
10.3. De leveringen van spoorstaven van 1871 tot 1888	265
10.4. De leveringen van spoorstaven van 1888 tot 1896	265
10.5. De leveringen van spoorstaven van 1896 tot 1913	265
10.6. De leveringen van spoorstaven van 1919 tot 1937	265
10.7. De leveringen van spoorstaven van 1937 tot 1950	265
10.8. De leveringen van spoorstaven aan de NMBS van 1950 tot heden	267
10.9. De huidige aankopen van spoorstaven	271
11. Evolutie en toekomstperspectieven van de spoorstaaf	275
11.1. De staalvervaardigingsmethodes	275
11.1.1. Algemeen	275
11.1.2. Werkingsprincipe van een continu-gietinstallatie	275

11.2. Het walsen	283
11.3. De afwerking en de keuring	285
11.4. Staalsoorten	285
11.5. Het profiel	287
11.6. Evolutie van de productiemiddelen in het bekken van Lotharingen	287
12. Besluit	289
NAWOORD	303
LITTERATUUROVERZICHT	309

DE SPOORSTAAF

INLEIDING.

Van de verschillende samenstellende elementen van de bovenbouw werd de spoorstaaf te alle tijde als het voornaamste beschouwd: het is de weg waarop de voertuigen rijden, het draagt de last en geleidt het wiel.

Beide hoofdfuncties verlenen de spoorstaaf een belangrijke rol, zowel op het gebied van de veiligheid als van de rijvastheid.

De hiernavolgende bladzijden hebben tot doel een antwoord te geven op de vele vragen die kunnen rijzen nopens de vervaardiging van spoorstaven voor de NMBS.

In het huidig tijdperk van snelle veranderingen in de staalindustrie leek het ons nuttig, de evolutie van de profielen, van de gebruikte staalsoorten, alsmede van de bereidings- en walsprocessen te beschrijven.

Deze toelichting moet tevens als basis dienen voor een leer- gang "beroepsvorming" voor het toezichtspersoneel.

DE VOORLOPERS VAN DE SPOORSTAAF.

In Griekenland werden wegverhardingen aangetroffen, bestaande uit twee evenwijdig lopende rijen stenen tegels met loopgroeven, waarop de offerwagens gemakkelijker konden getrokken worden. Overblijfselen daarvan, die dagtekenen uit de Vde eeuw vóór Christus, bevinden zich nu nog in de omgeving van Orchomenon.

In de straten van Pompëi en Herculaneum, bedolven door de lava van de Vesuvius (1), werd bij opgravingen de straatbedekking blootgelegd waarin de groeven nog zichtbaar zijn die er door de wielen van de wagens waren ontstaan.

Gedurende verscheidene eeuwen waren die, naar onze normen eerder primitieve Romeinse wegen, voldoende voor de toen geldende eisen.

Pas in het begin van de 16e eeuw, toen de steenkolenwinning in de omgeving van Newcastle intensief werd aangepakt, kwam de noodzaak tot uiting om betere wegen aan te leggen, om de gedolven steenkool vlotter naar de kust te kunnen voeren. Aanvankelijk werden daartoe houten planken gebruikt, die in de wagensporen werden gelegd om te voorkomen dat de voertuigen zouden wegzakken.

Omstreeks 1640 verbeterde BEAUMONT het systeem door eikenhouten langsdragers op dwarsliggers te bevestigen.

Tal van dergelijke banen werden gebruikt in het noorden van Engeland, alsook in de kolengebieden in de Harz in Duitsland(2) en in Frankrijk bij St. Etienne.

Tussen de dwarsliggers werd steenslag gelegd. De evenwijdige rijen balken bevonden zich lager dan het maaiveld en de wielen der voertuigen hadden vlakke velgen en geen flenzen. Soms lagen de balken hoger en hadden de wielen een flens van 1 1/2" hoogte.

Later werd de onderbouw gemaakt met minder dure elementen, namelijk met dennenhouten dwarsliggers en balken van beukehout of essehout.

Het systeem werd, met geringe wijzigingen, bijna een eeuw gebruikt, o.a. in Northumberland, Durham en andere graafschappen van Engeland.

Op die houten planken werden ook wel strippen van welijzer, 2" x 1/2", bevestigd met nagels met verzonken kop.

-
- (1) Bij de uitbarsting van de Vesuvius die in het jaar 79 plaats vond, werd Pompeï door de as en Herculaneum door de lava bedolven. (24.08.79)
 - (2) Afbeeldingen van houten spoorstaven komen voor in het boek "De oorsprong van het gemeen recht in de mijnen vanaf de oudste tijden" van John Haselberger, in 1530 te Reichenau uitgegeven.

Ook werden pogingen aangewend om de welijzeren strippen door gietijzeren te vervangen, doch aanvankelijk met teleurstellend resultaat, doordat gietijzer niet bestand was tegen de zwaar beladen grote wagens. Om de belasting te verminderen, begon men omstreeks 1730 de kolen in kleine aan elkaar gekoppelde wagentjes te vervoeren, zodat men nu gietijzer kon gebruiken.

Tussen 1760 en 1770 nam de steenkoolwinning geweldig toe, zodat men genoodzaakt werd een weg aan te leggen die beter bestand was tegen intensief vervoer. Op 13 november 1767 liet William REYNOLDS, Directeur van de Colebrook -Dale- Iron Company in Shropshire de eerste plaatvormige spoorstaaf gieten die 5' lang was, 1 1/2" dik en 4 1/2" breed, met bovenaan een vlakke goot om de spoorwielen te geleiden.

In 1776 liet Benjamin CURR, van de Sheffield Coalworks, gietijzeren staven met aan de buitenzijden opstaande randen gieten. Weldra werden de langsliggers niet meer aangewend en gebruikte men alleen nog dwarsliggers, omdat men ontdekt had dat de spoorstaven sterk genoeg waren om van dwarsligger tot dwarsligger te dragen.

In 1789 vond JESSOP er iets anders op : hij voorzag de wielen van randflenzen, zodat er geen spoorstaven met opstaande kanten meer nodig waren. Hij deed dit aan weerszijden van het wiel en ontwierp tevens een spoorstaaf met een kop. Dit nieuw railtype was 1 yard lang (0,914 m) en rustte aan de uiteinden op basaltblokken.

Daardoor ontstond het vervoer over de zogenaamde " ijzeren weg" en werd de scheiding tussen de spoorweg en de gewone weg voltrokken.

Ten einde al te veel breuken te voorkomen, werd het profiel tussen de steunpunten hoger gemaakt. Op die wijze ontstond de lange tijd gebruikte " visbuispoorstaaf" die voor het eerst aangewend werd op de kolenspoorbaan van Little Eaton in Derbyshire.

De uiteinden rustten op stenen blokken in een stoel, waardoor een pen werd gestoken. In 1805 werd de eerste spoorstaaf van smeedijzer door NIXON in de Wallbottle-kolenmijn, bij New-Castle-on-Tyne, aangewend.

De uitvinding van gewalste spoorstaven door John BERKINSHAW van de Bedlington Iron Works in 1820 leidde tot een grote verbetering.

Dank zij het gebruik van de stoommachine, uitgevonden door James WATT (1736 - 1819), kon de handenarbeid lichter gemaakt worden en er werden pogingen gedaan om die machine tevens te gebruiken voor het voortbewegen van voertuigen. (CUGNOT in 1769 te Parijs, Oliver EVANS in 1803 te Chicago en TREVITCHICK in 1803 te Londen).

Georges STEPHENSON nam in 1819, op het terrein van de Halton-kolenmijn, vier locomotieven in gebruik : het waren de " Iron horses" die vier mijl per uur reden. Hij gaf zich rekenschap van het belang van gewalste spoorstaven voor de ontwikkeling van zijn uitvinding en stelde zich in verbinding met de uitvinder van het walsen, John Berkinshaw.

Er werd eerst een staaf van gelijke doorsnede gewalst, die later werd uitgesmeed tot de visbuisvorm. De eerste uitgebreide aan-

wending ervan vond plaats op het baanvak Stockton - Darlington in 1825. Dank zij die nieuwe bovenbouw konden de locomotieven gebouwd door Stephenson, weldra een snelheid van 12 mijl per uur bereiken.

De Belgische ingenieurs SIMONS en DE RIDDER gingen die nieuwe vorm van vervoer bestuderen in Engeland. In 1833 maakten zij een ontwerp voor de aanleg van een "weg met ijzeren groeven" tussen Antwerpen, Brussel, Luik en Verviers, die de eerste sectie zou vormen van de nieuwe lijn Antwerpen - Keulen .

In de volgende hoofdstukken wordt de evolutie van de profielen uiteengezet, zoals ze achtereenvolgens door de Belgische Staatspoorwegen aangewend werden. Tevens worden de verschillende stadia bij de bereiding van ijzer en staal toegelicht.

1. GESCHIEDENIS VAN DE SPOORSTAAF.

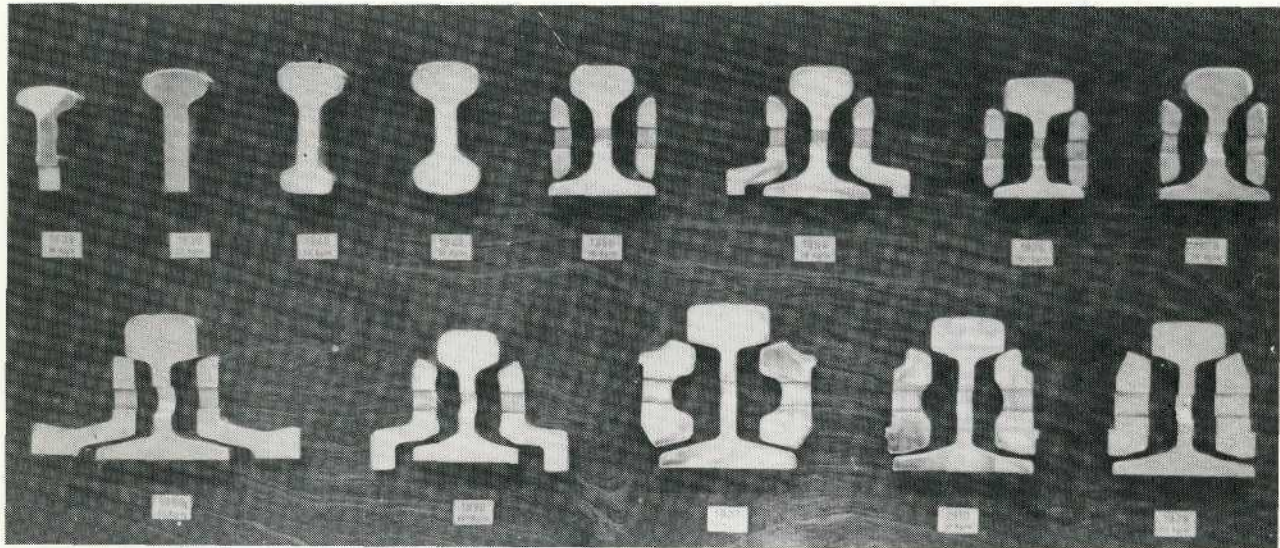
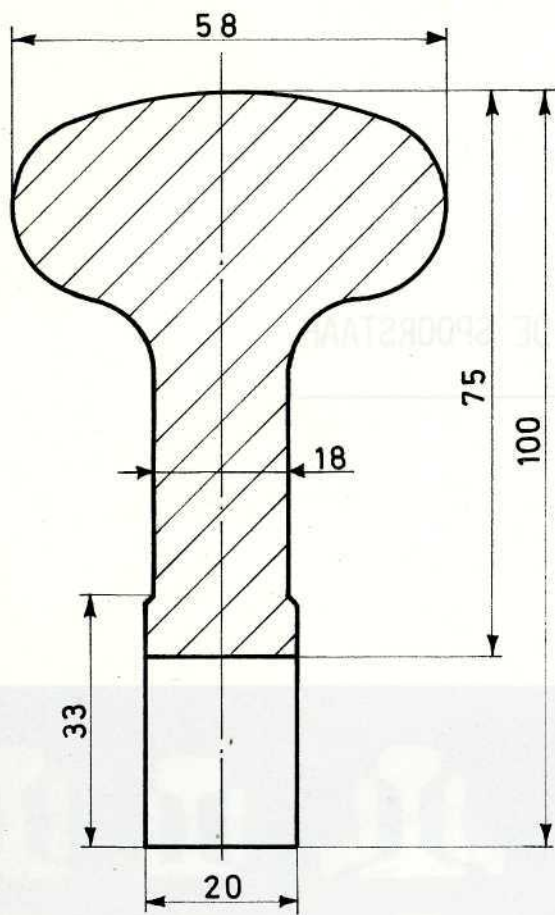
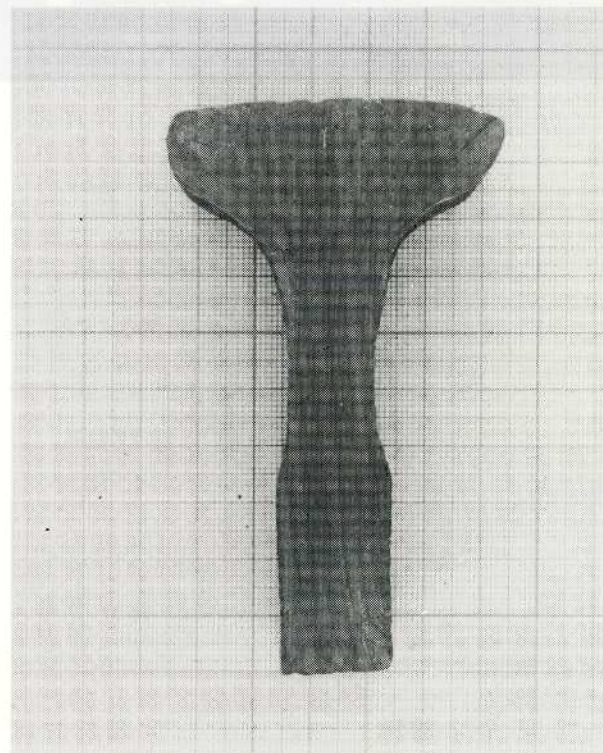


Figure 1.1. Evolution of the rail head shape from the simple to the complex design.



1835
18kg/m

Figuur 1.1 1835 - 18 kg/m.



Figuur 1.2 Doorsnede van een golfspoorstaaf te Mechelen opgegraven tijdens de grondwerken voor de aanleg van de parking.

1. GESCHIEDENIS VAN DE SPOORSTAAF.

1.1. Evolutie van het profiel.

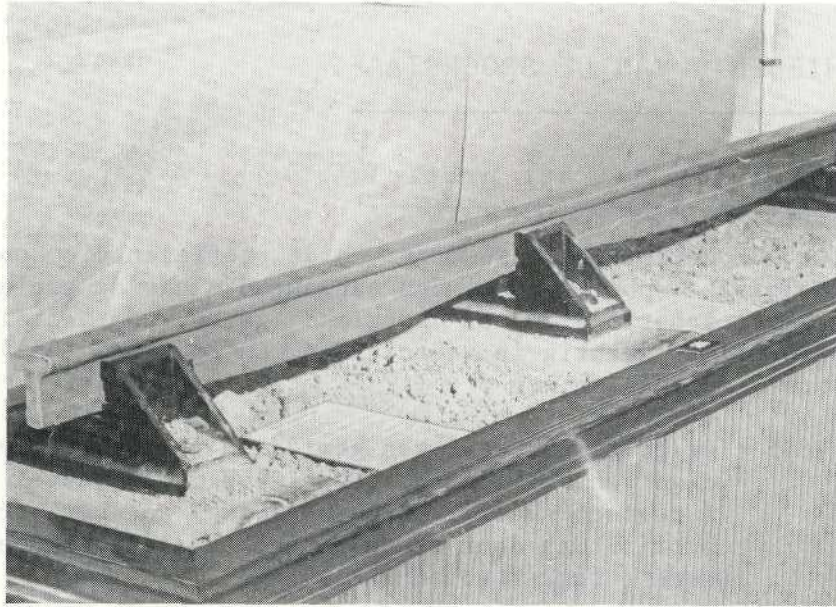
De chronologische opsomming van de profielen die door de Belgische spoorwegen werden aangewend sinds de aanleg van de eerste spoorlijn op het vasteland, gaande van Mechelen naar Brussel (plechtig in gebruik genomen op 5 mei 1835), toont ons de afgelegde weg :

1835 - De golfspoorstaaf van gemiddeld 17,50 kg/m, vervaardigd van welijsen staven 4,57 m of 15 voet lang (respectievelijk 80 kg en 90 kg) was het eerste railprofiel dat door de Belgische staatsspoorwegen gebruikt werd (fig. 1.1. en 1.2.).

Die spoorstaaf had een verbrede kop als rolvlak en een veranderlijke rechte doorsnede, doordat de onder- rand van het lijf, dat nauwelijks door een kleine verdikking was verstijfd, over de lengte van de staaf vijf opeenvolgende golvingen vertoonde (fig. 1.3.).

De spoorstaven rustten op hun steunen door middel van gietijzeren stoelen (fig. 1.4.), waarin zij waren vastgespied en die onder het hoge punt van iedere golf waren geplaatst.

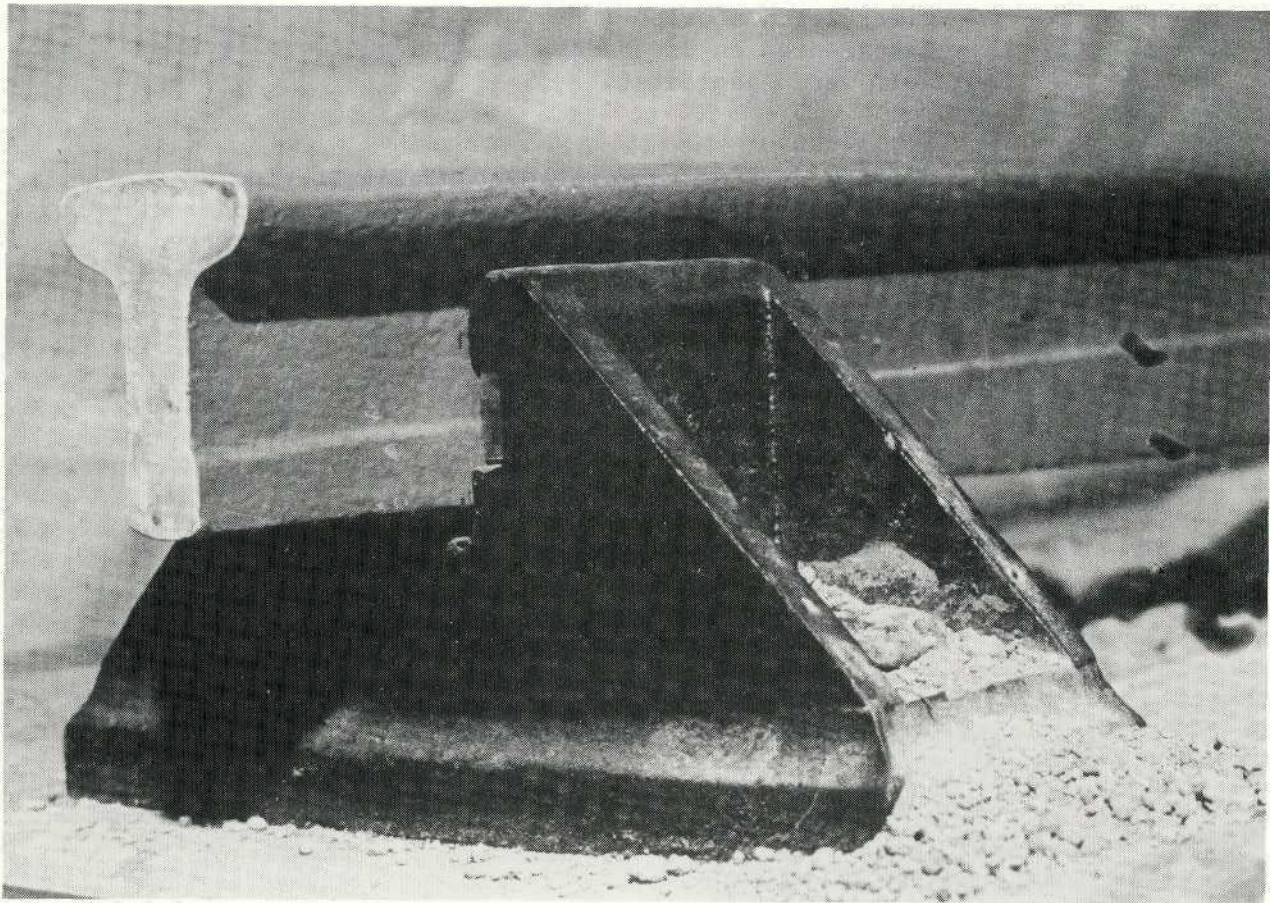
De eigenaardige vorm van die spoorstaaf vloeide voort uit het profiel van een Engels voorganger uit het einde der XVIIIe eeuw, waarvan de lengte 3 voet bedroeg en die als rolweg voor het vervoer van steenkool werd aangewend.



Figuur 1.3 Golfspoorstaaf en de gietijzeren stoelen.

De spoorstaaf had een verbroede kop als golfvlak en
namt eenzijdig de rechte doornende, doordat de rechte
rand van het lijf, dat nauwelijks door een kleine
verbroeking was verrijfd, over de lengte van de staaf
vijf opvolgende golfvelden vormde (fig. 1.3.).

De spoorstaaf rustte op een steunen door middel van



Figuur 1.4 Doorsnede van de spoorstaaf en detail van de bevestiging.

De benaming "visbuikspoor" was ontstaan ingevolge de kenmerkende afgeronde vorm van de onder-
rand, die overeenkwam met een stuk van dezelfde
weerstand (1).

Vanaf het einde van 1836 bedroeg het gewicht van
de spoorstaaf 98 kg, d.w.z. 21,70 kg/m.

Lasplaten werden nog niet gebruikt. De spoorstaven
werden in tussenliggende stoelen geklemd (hun
gewicht bedroeg 5,66 kg of 6,53 kg) met behulp van
ijzeren pennen.

De aansluitende uiteinden van twee opeenvolgende
spoorstaven, die telkens met het hoge punt van een
golf overeenstemden, waren in één lijn gelegd in
een gemeenschappelijke stoel (wegende 6,33 kg of
7,25 kg). Om het tikken aan de voegen te kunnen
vermijden, werden de uiteinden der staven schuin
afgewerkt.

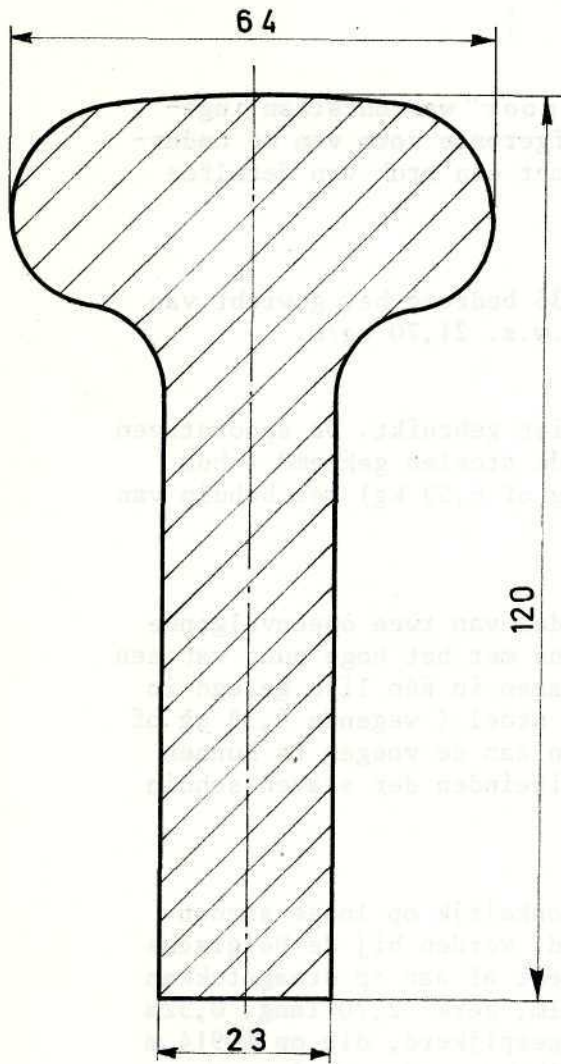
De stoelen, die oorspronkelijk op losse stenen
blokken waren bevestigd, werden bij de Belgische
staatsspoorwegen van meet af aan op draagstukken
van wit hout (den , olm, berk 2,70 lang, 0,32m
breed en 0,16 m dik) gespijkerd, die op 0,914 m
(1 yard of el) van elkaar werden geplaatst.

(1) De hiernavolgende opmerkingen werden geput uit de in 1835 door de
ingenieurs SIMONS en DE RIDDER opgestelde memorie.

" De spoorstaven van Liverpool, die gewoonlijk 35 pond wegen, worden nu
vervangen door spoorstaven van 45 pond.

Wij hebben ons bestek opgemaakt dat een voorstel inhoudt om spoorsta-
ven van 17 kg per strekkende meter aan te wenden, wat overeenkomt met
35 pond per strekkende meter.

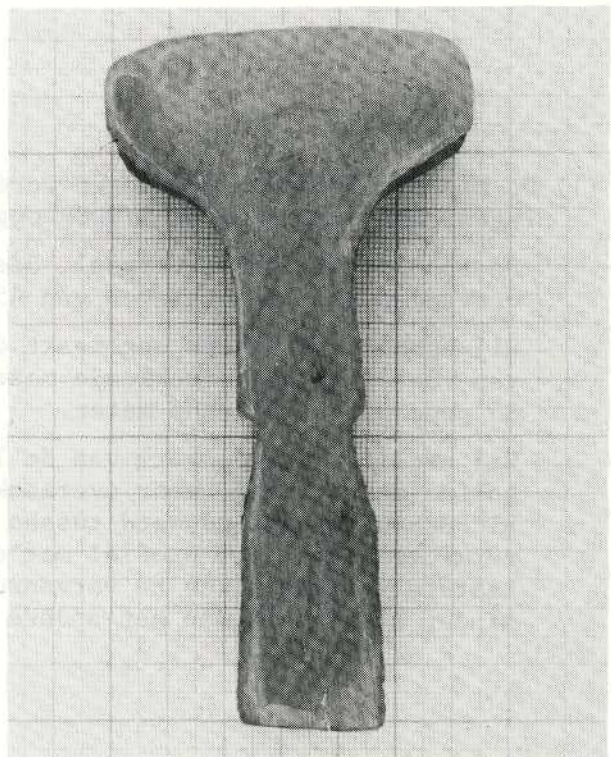
Wij stellen, wat de vorm van de looprail betreft, het model met ge-
golfde versterking voor, overeenkomstig datgene dat door ingenieur
STEPHENSON aangewend werd tussen Darlington en Liverpool en dat wij
verkiezen boven het profiel met evenwijdige versterking. Alhoewel dit
laatste gemakkelijker te vervaardigen is biedt het bij gelijk gewicht
minder stevigheid dan het andere type " .



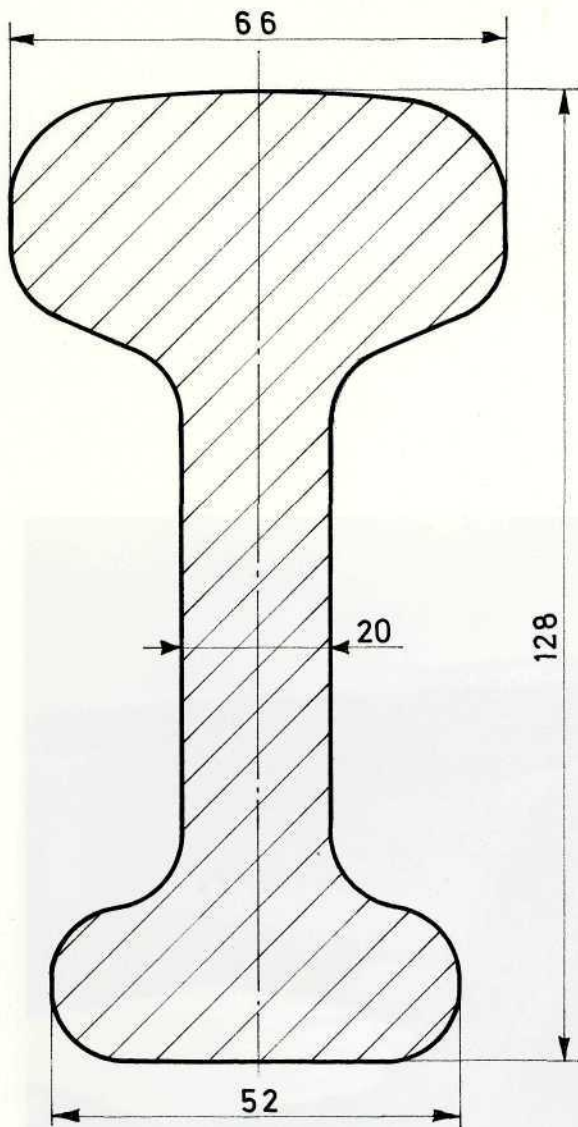
1838

27kg/m

Figuur 1.5 1838 - 27 kg/m.

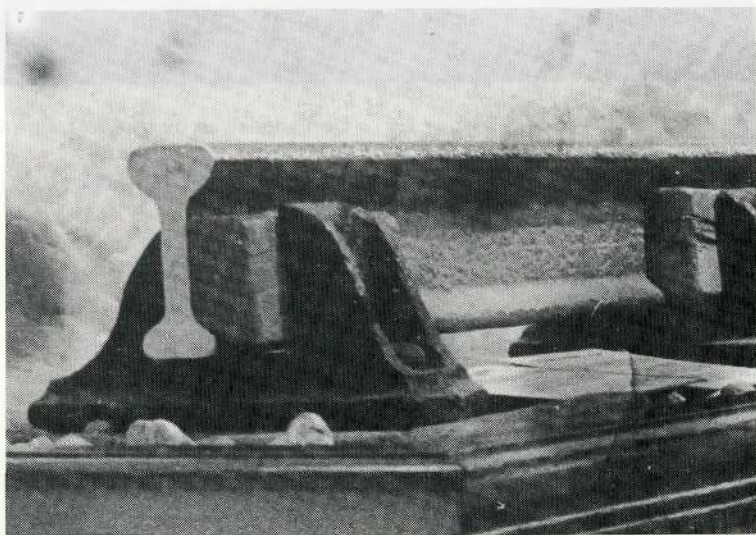


Figuur 1.6 Doorsnede van een evenwijdige spoorstaaf met Jupiter schicht verbinding te Mechelen opgegraven bij de aanleg van de parking.

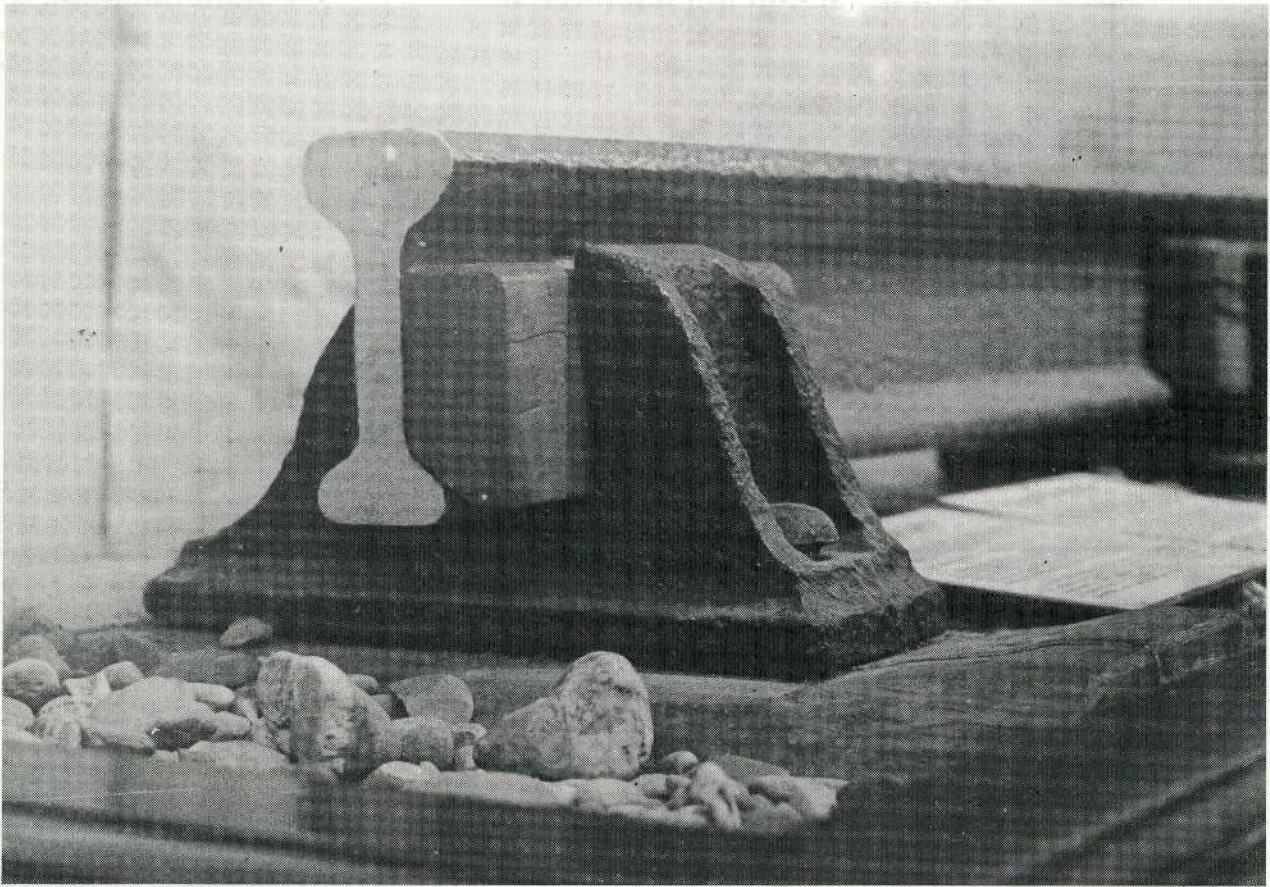


1846
34 kg/m

Figuur 1.7 1846 - 34 kg/m.



Figuur 1.8 Spoorstaaf van gelijke hoogte over de gehele lengte met ongelijke dubbele kop met zijn bevestiging in gietijzeren stoelen.



Figuur 1.9 Doorsnede van de spoorstaaf en detail van de bevestiging.



... .. 8.1 versijff
... ..

1838 - De waarnemingen door Inspecteur - Generaal TEICHMANN in Engeland gedaan, in verband met het breken van golfspoorstaven op 20 of 25 cm van hun uiteinden, hebben ertoe geleid dat de ingenieurs die belast waren met het aanleggen van de lijnen Gent - Doornik - Rijsel (1839 -1841), Brussel - Bergen (1840 - 1841), en Brussel - Namen (1854 - 1856), evenwijdige ijzeren spoorstaven met een lengte van 5,10 m en een gewicht van 25 à 27 kg per strekkende meter(fig. 1.5.) gingen voorstellen.

Het gewicht van de stoelen was ondertussen toegenomen en bedroeg voor de stoelen aan de uiteinden : 10,25 kg à 11 kg; voor de tussenliggende stoelen : 8,73 kg à 9,5 kg.

De afstand tussen de draagstukken werd verminderd tot 0,90 m. De verbinding van de spooruiteinden gebeurde met " Jupiter- schicht"(1) .

Wij moeten dan nog vermelden dat tijdens de aanleg van een parkeerruimte voor wagens op het terrein van de centrale werkplaats Mechelen, evenwijdige spoorstaven werden opgedolven, die een sponning vertoonden aan (fig. 1.6.) beide zijden van het lijf, waarin de bevestigingspennen werden geschoven.

1846 - De spoorstaaf van gelijke hoogte over de gehele lengte, met ongelijke dubbele kop van welijzer, met een gewicht van 34 kg/m, werd gebruikt in lengten van 5,10 m (fig. 1.7.)

De rail rustte in gietijzeren stoelen (fig. 1.8.), die op de draagstukken vastgemaakt werden met ijzeren spijkers (fig. 1.9.). Houten wiggen van 20 cm lengte, die aan de buitenkant van het spoor waren geplaatst en in de zin van de beweging der treinen ingeslagen , klemde de spoorstaaf tegen de binnenwang van de stoelen. Het gehele spoor was volgestort met ballast, die uit zand of koolas bestond.

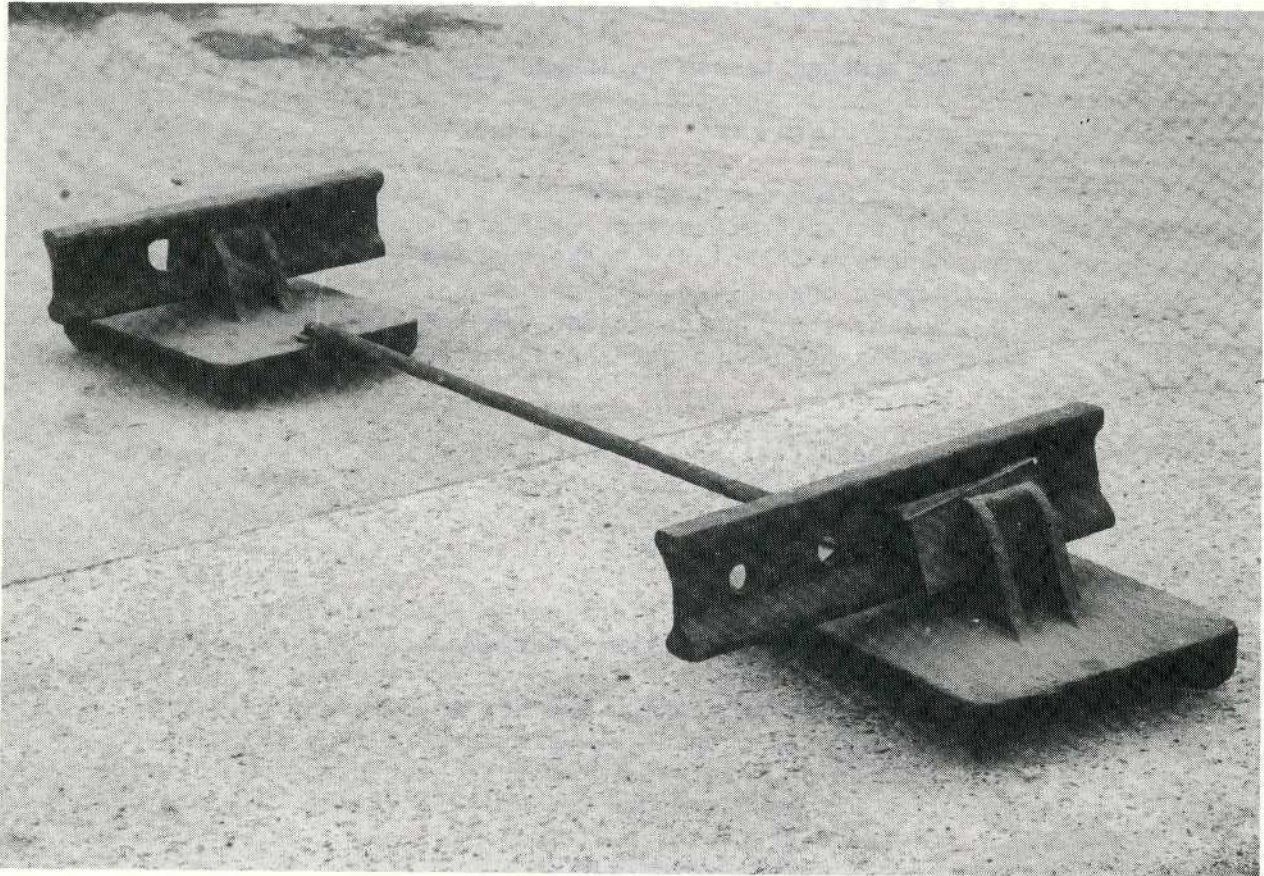
Het aanwenden van spoorstaven van 34 kg/m met dubbele kop was noodzakelijk gebleken, ten gevolge van de bouw van krachtiger locomotieven, die uiteraard zwaarder waren dan die welke bij het begin van de exploitatie van de spoorwegen werden gebruikt.

Er werd in 1846 tussen Ans en Fexhe 6 750 m spoor vervangen door spoorstaven met dubbele kop(de lijn was sedert 1838 in dienst).

(1) " Jupiter-schicht": houtverbinding die een gebroken " Z"-lijn vertoont, zodat men ze ging vergelijken met de bliksem van Jupiter.

1838 - De waarnemingen door Inspecteur - Generaal TELLERMAN
in Engeland gedaan, in verband met het breken van
gastspoorstaven op 20 of 25 cm van het uiteinde,
hebben er toe geleid dat de ingang van de bekers waren
met het aanleggen van de lijnen Gent - Brussel - Nijvel
(1839-1841), Brussel - Bergen (1841-1843), en
Brussel - Namen (1843-1845), evenwijdige ijzeren
spoorstaven met een lengte van 2,10 m en een gewicht
van 22 à 27 kg per strekkende meter (fig. 1.5.) gingen
voorstellen.

Het gewicht van de staven was oorspronkelijk toegestaan
en bedroeg voor de staven aan de uiteinden : 10,25 kg
à 1,10 m; voor de dwarsliggende staven : 8,75 kg à



Figuur 1.10 Gietijzeren draagschalen door smeedijzeren staven verbonden.

De draagschalen waren van gietijzer en de staven van smeedijzer.
Het gewicht van de draagschalen was 10,25 kg en dat van de staven
8,75 kg. De draagschalen waren met een lengte van 2,10 m en een
gewicht van 22 à 27 kg per strekkende meter. De draagschalen
waren met een lengte van 2,10 m en een gewicht van 22 à 27 kg
per strekkende meter.

(1) "Ingelijste-rijden" houdoverbinding die een gebroken "X"-lijst ver-
toont, kostte een te geringe vergoeding met de rijkten van de rijden.

De bevoorrading in eiken dwarsliggers (sedert 1841 de enige gebruikte houtsoort) was reeds moeilijk in die tijd. Daarom werd de proef gedaan met gietijzeren schalen, die onderling werden verbonden door smeedijzeren staven (fig. 1.10.).

Men hoopte op die manier de houten draagstukken, die reeds als te duur werden beschouwd, te kunnen vervangen. Op 27.12.1851 werd een aanbesteding uitgeschreven voor 5 000 gietijzeren draagschalen, die in 1852 moesten geleverd worden.

Die proef werd niet vernieuwd.

- 1860 - De welijzeren Vignolespoorstaaf of voetspoorstaaf (ontwikkeld door de Amerikaanse ingenieur Charles VIGNOLE) met een lengte van 6,00 m en met een gewicht van 37 kg/m (fig. 11.1.).

Het gebruik van die spoorstaaf was een grote gebeurtenis. Bevestigingsstoelen en wiggen verdwenen en de spoorstaaf rustte voortaan op de draagstukken door middel van een gladde ijzeren onderlegplaat. De spoorstaafvoet werd met twee nagels door de plaat heen bevestigd.

De spoorstaaf was 6 m lang, en werd oorspronkelijk haaks aangelegd op 7 draagstukken. Later werd hij door inkeping der dwarsliggers onder een helling van 1/20 aangelegd, naar de binnenzijde van het spoor toe.

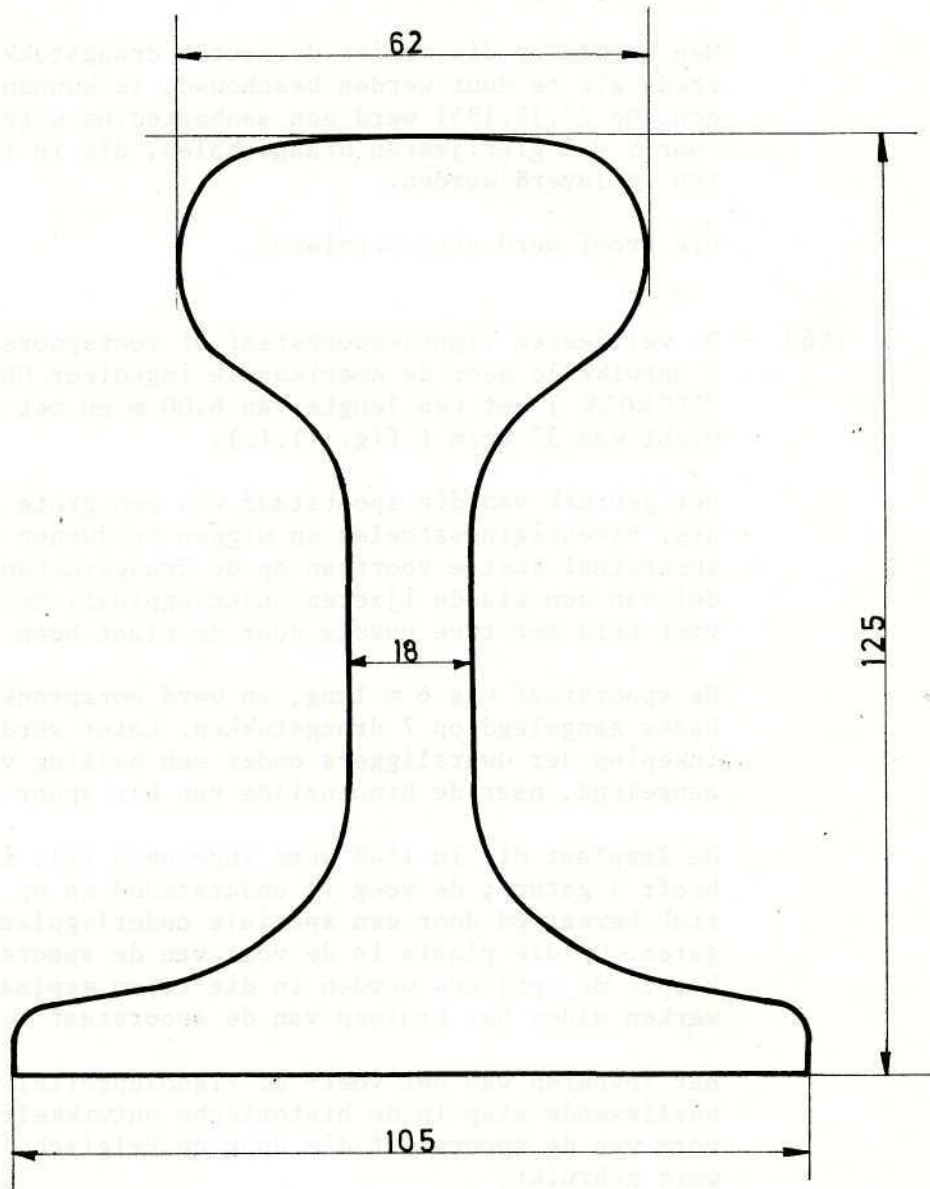
De lasplaat die in 1848 werd ingevoerd (1), is vlak en heeft 4 gaten ; de voeg is ondersteund en op het draagstuk bevestigd door een speciale onderlegplaat met 4 gaten. Op die plaats is de voet van de spoorstaaf ingekeept; de spijkers worden in die kepen geplaatst en werken aldus het kruipen van de spoorstaaf tegen.

Het invoeren van het voet- of Vignoleprofiel was een beslissende stap in de historische ontwikkeling van de vorm van de spoorstaaf die door de Belgische staat werd gebruikt.

Het rapport van de ingenieur Ed. BRAME van de Franse "Compagnie du Nord" beschrijft de bereikte resultaten met spoorstaven van Amerikaanse vorm.

(1) FLAMACHE en HUBERTI schreven in 1885 (pp. 171) " Vandaag zijn alle spoorlijnen voorzien van lasplaten.

Dit onontbeerlijk hulpmiddel, dat uit Amerika werd ingevoerd, schijnt voor de eerste maal te zijn aangewend op de lijn Dusseldorf-Elberfeld (1847)".



1856

38 kg/m

Figuur 1.11 Profiel van 38 kg/m dat in het spoorwegmuseum tentoongesteld is.
Waarschijnlijk afkomstig van de Franse "Compagnie du Nord".

Hierna een fragment uit zijn verslag, dat aan de basis ligt van de aanwending van dit profiel in België.

" Gedurende de jaren 1854, 1855 en 1856 werd 650 km
" enkelspoor op de lijn Parijs- Valenciennes-Rijsel-
" België vervangen. Tussen Amiens-Rijsel-grens werd
" 100 km Vignolespoorstaaf gelegd.

" Deze eerste proef op ons net was zo overtuigend dat
" de Maatschappij niet heeft gearzeld om uitsluitend
" de Vignolespoorstaaf aan te wenden op de lijnen
" Tergnier-Laon, Busigny-Somain en Parijs-Chantilly-
" Creil, die alle drie heden ten dage worden geëxploi-
" teerd. Het is eveneens de Vignolespoorstaaf die op
" de lijn Amiens-Boulogne de oude spoorstaven van 30 kg
" met dubbele kop zal vervangen.

" Wij weten dat de Vignolespoorstaaf geen stoelen vergt
" en rechtstreeks op de draagstukken rust in op voorhand
" gemaakte inkepingen. Spoorspijkers aan de binnen- en
" buitenzijde van het spoor aangebracht, bevestigen de
" spoorstaaf stevig op de draagstukken.

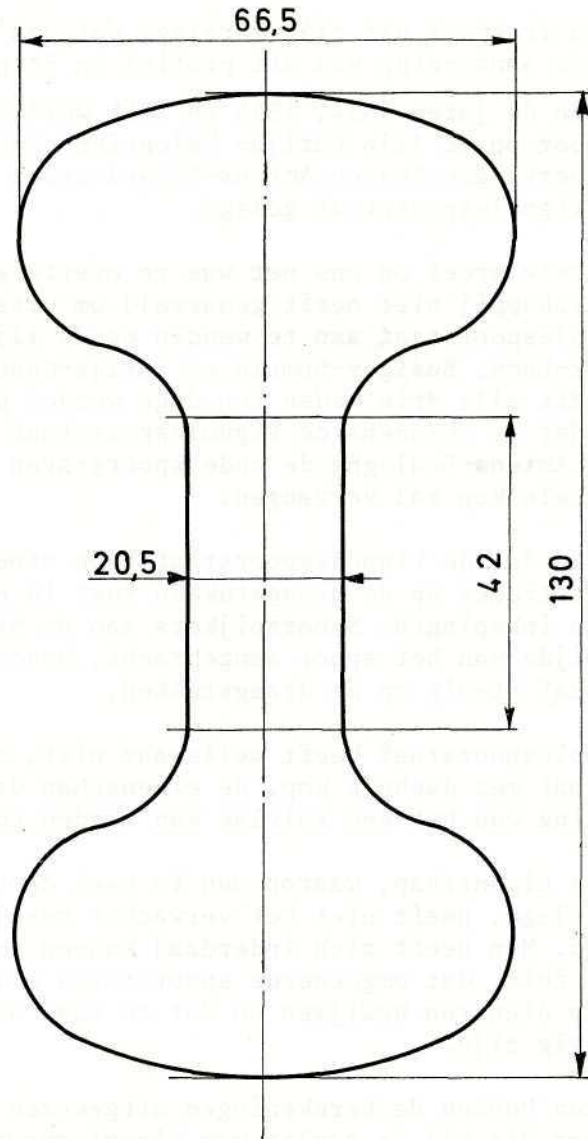
" De Vignolespoorstaaf heeft weliswaar niet, zoals de
" spoorstaaf met dubbele kop, de eigenschap dat hij na
" afslijting van het ene rolvlak kan worden omgekeerd.

" Maar die eigenschap, waarop men te veel de nadruk
" heeft gelegd, heeft niet het verwachte resultaat op-
" geleverd. Men heeft zich inderdaad kunnen vergewissen
" van het feit, dat omgekeerde spoorstaven alleen nog
" beperkte diensten bewijzen en dat ze vaak aan breuken
" onderhevig zijn.

" Bovendien hebben de berekeningen uitgewezen dat de be-
" sparingen die bij de aanleg van Vignolespoorstaven
" door het wegvallen van de stoelen werden bereikt, sa-
" men hoger liggen dan het voordeel dat het gebruik van
" de omgekeerde spoorstaaf biedt.

" Die overwegingen hebben de " Compagnie du Nord " er
" toe genoopt definitief het gebruik van de spoorstaaf
" met dubbele kop uit te sluiten. (1)."

(1) Annalen van Bruggen en Wegen van Frankrijk - Deel XX -
4de schrift 1860.



1863

38kg/m

Figuur 1.12 1863 - 38 kg/m.

Die beslissing heeft de Belgische staatsspoorwegen (1) ertoe gebracht, de Vignolespoorstaaf met een gewicht van 37 kg per strekkende meter (2), verbonden met lasplaten, althans bij wijze van proef aan te wenden.

Op 31 december 1860 waren er 24 417 m van dit profiel aangelegd, en wel : 17 049 m voor vernieuwingswerken en 7 568 m voor de aanleg van dubbelspoor.

1863 - De dubbelkop spoorstaaf van welijzer, 6,00 m lang, met twee gelijke koppen, met een gewicht van 38 kg/m (fig. 1.12.).

Zoals hiervoren is gezegd, was het de bedoeling de spoorstaaf om te keren, na afslijting van de ene kop. STEPHENSON gebruikte reeds dit profiel in 1834. Het beoogde doel, nl. de gebruiksduur van de spoorstaaf te verlengen, werd niet bereikt, doordat de onderste kop reeds te zeer door corrosie aangetast was om omgekeerd te kunnen worden als de bovenste kop afgesleten was.

(1) Ministerie van Openbare Werken van België.

Verslag nr 157 ingediend bij de Wetgevende Kamers, dienstjaar 1860 - 61 - Deel 3 nr 157, blz. 24/25.

(2) De tekst vermeldt oorspronkelijk een gewicht van 38 kg per meter.

Een telling van de spoorstaven die op het Belgisch net in gebruik waren op 31.12.1873, heeft echter uitgewezen dat er alleen Vignolespoorstaven van 37 kg per strekkende meter bestonden.

Nr II - Statistische gegevens nopens het gebruik en de levensduur van spoorstaven en draagstukken, vanaf de oorsprong van de spoorwegen tot 31.12.1873. (vroeger net)

	Periode van aanwending van de spoorstaven	Hoeveelheden					BUITEN dienst
		A a n g e w e n d		IN DIENST op de baan	IN RESERVE voor wedergebruik		
		voor aanleg	voor vernieuwing				
<u>R a i l s</u>							
Gegolfd, van 17 tot 22 kg/m	1835 - 1854	959 773	16 264	23 173	3	952 861	
Evenwijdig, van 25 tot 27 kg	1838 - 1859	4 278 262	1½ 234	66 392	4 399	1 322 705	
Evenwijdig met dubbele kop { ongelijk van 34 kg { symmetrisch van 38kg	sedert 1846	1 809 186	3 447 270	2 491 681	101 410	2 663 365	
	sedert 1863	1 809 186	42 221	24 780	1 576	45 865	
Vignole { welijzer van 37 kg { vloei staal van 37kg	1860	408 411	1 862 053	1 812 207	18 298	439 959	
	1871	43 445	217 231	289 922	381	373	
TOTAAL		4 499 077	5 727 273	4 708 155	123 067	5 395 128	
		10 226 350			10 226 350		
<u>D w a r s l i g g e r s</u>							
Eik / stuk		1 366 364	2 098 991	1 322 717	-	2 112 638	
Den of andere houtsoorten / stuk		1 101 535	1 707 758	1 338 104	-	1 471 189	
TOTAAL		2 437 899	3 806 749	2 660 821	-	3 583 627	
		6 244 648			6 244 648		

Gemiddelde gebruiksduur { spoorstaven van welijzer
 " " vloei staal
 { dwarsliggers van alle houtsoorten

Figuur 1.13 Statistische gegevens over het gebruik en de levensduur van spoorstaven en de draagstukken, vanaf de oorsprong van de spoorwegen tot 31.12.1873 (oud net).

1871 - De Vignolespoorstaaf van BESSEMERvloeistaal met een gewicht van 37 kg/m en een lengte van 9,00 m deed zijn intrede.

Deze spoorstaaf werd zonder helling op 10 of 12 draagstukken per lengte geplaatst; de voeg was vrijdragend.

De verbinding van de opeenvolgende spoorstaven werd tot stand gebracht door hoeklasplaten en 4 bolvormige bouten. De vorm van de onderlegplaat en de bevestiging bleef behouden, behalve aan de voeg, waar de spoorspijkers een dubbele kop hadden en niet meer door kepen van de railvoet werden geslagen, maar wel door kepen in de horizontale vleugels der lasplaten.

De ballast was nog steeds van slechte kwaliteit (zand of koolas); steenslag en slakken werden bijna niet gebruikt.

De tabel (fig. 1.13.) geeft een statistische samenvatting van de aanwending en van de levensduur van de spoorstaven en de draagstukken vanaf het ontstaan van de spoorwegen tot op 31 december 1873.

1877- Nog andere profielen dan diegene die hierboven werden vernoemd, werden op het Belgisch staatsspoorwegnet gebruikt.

Een in 1877 (1) gehouden telling verschaft de lijst van de aangewende profielen alsmede van de gebruikte hoeveelheden.

(1) Verslag nr. 172 door de Minister van Openbare Werken van België aan de Wetgevende Kamers voorgelegd voor het jaarverslag 1877 - 1878.

Deel 4, nr. 172 , blz. 14

Streckende meters spoorstaven

Welijzeren spoorstaven :	1877 (1)	1876	Vershil voor 1877
Gegolfde (17-22kg per strek- kende meter)	20 141	21 582	- 1 441
Evenwijdige (24 - 27 kg)	21 532	39 622	- 18 090
Met ongelijke koppen (28 1/4 - 34 kg)	1 588 045	1 834 024	- 245 979
Met gelijke koppen (van 23, 28, 32, 33, 35, 40 en 38 kg)	139 032	167 065	- 28 033
Vignole(van 32 1/2, 34, 34.80, 36, 37 en 37.52 kg)	3 962 170	4 212 337(2)	- 250 167
Allerlei (8.70, 9, 12, 14, 18, 19, 20, 21, 22 en 28 kg)	9 666	2 931	+ 6 735
TOTAAL	5 740 586 =====	6 277 561(2) =====	- 536 975 =====

Stalen spoorstaven :

Vignole (37 en 38 kg)	3 061 270	2 491 059(2)	- 570 211
Spoorstaven van 29 kg (die rails worden geplaatst op langsliggers van gewalst ijzer volgens het Hilf- systeem en verbonden door dwarsliggers van hetzelfde metaal)	64 759	-	64 739
TOTAAL	3 126 009 =====	2 491 059(2) =====	634 950 =====
Algemeen totaal :	8 886 595 =====	8 768 620(2) =====	97 975 =====

Dit laatste cijfer van 8 866 595 omvat :

1° Een deel spoorstaven met lasplaten en schroefbouten verbonden, 8 651 803m d.i. 97,58 % ;

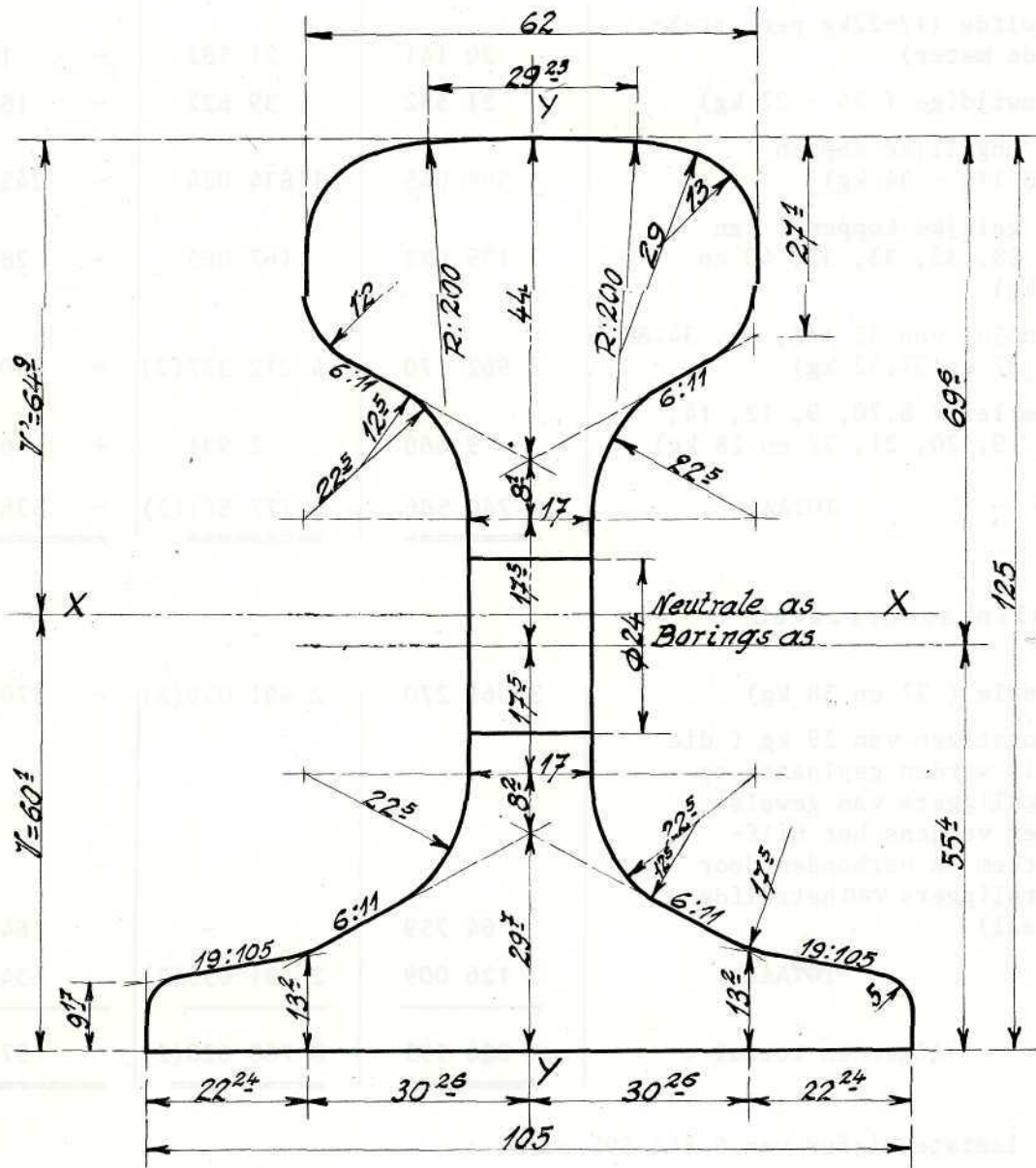
2° Een deel zonder lasplaten van 214 792 m, d.i. 2,42 %.

Het totaal percentage van stalen spoorstaven in verhouding tot de welijzeren spoorstaven bedroeg op 31 december 1877, 35,26%, terwijl hun lengte in de hoofdsporen 46,49 % vertegenwoordigt. Voor het jaar 1876 waren die percentages respectievelijk 28,33 % en 37,72 %.

(1) Toestand volgens een telling uitgevoerd in 1877

(2) Verbeterd cijfer.

38 Kg/m

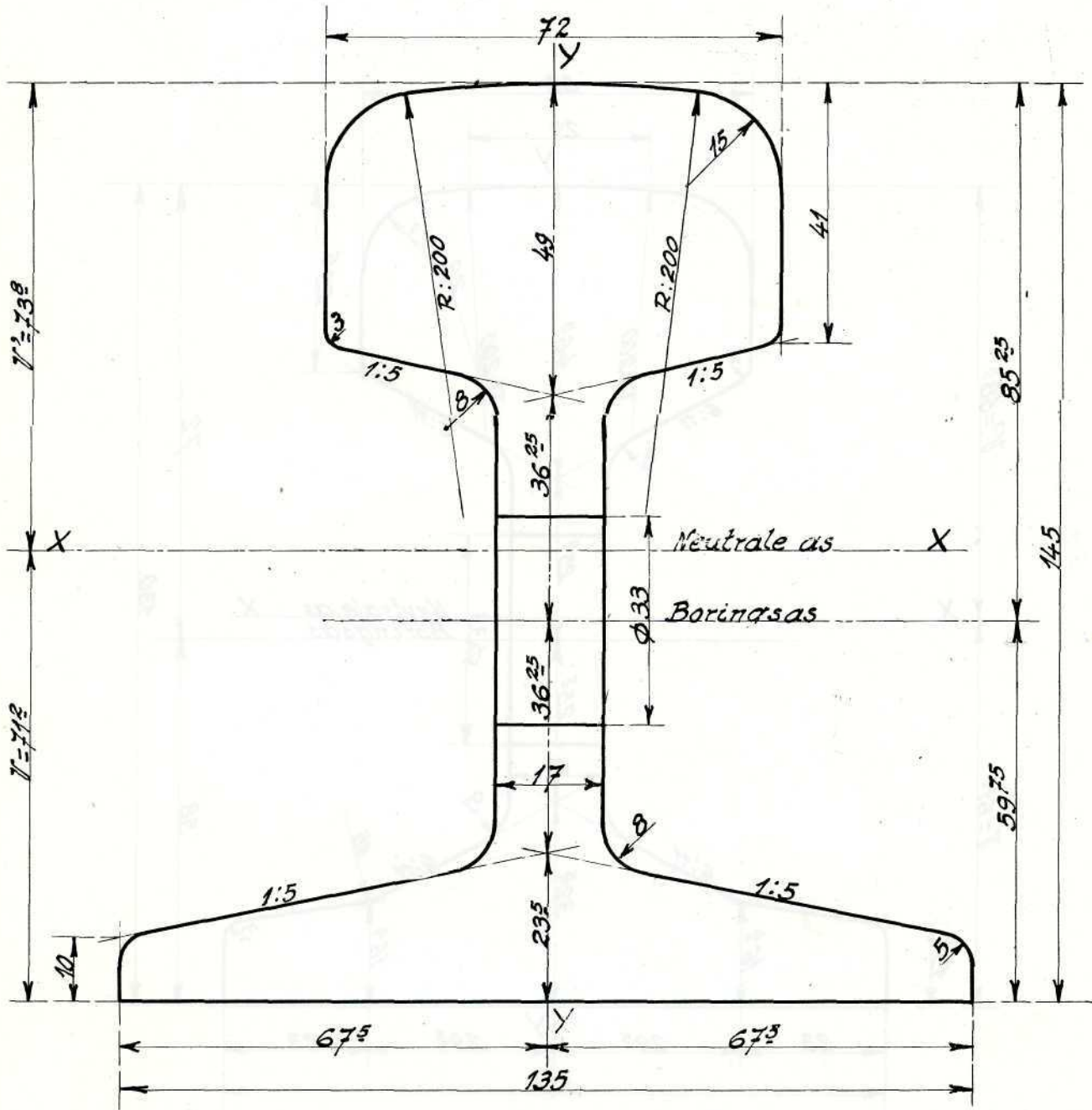


	$S = 4910 \text{ mm}^2$
Sectie van de spoorstaaf:	$P = 38,000 \text{ Kg/m}$
Gewicht per lopende méter:	
Traagheidsmomenten:	$I_{xx} = 958 \text{ cm}^4$ $I_{yy} = 173 \text{ cm}^4$
Weerstandsmomenten:	$\left. \begin{array}{l} \text{max. } \frac{I_{xx}}{y} = 159,4 \text{ cm}^3 \\ \text{min. } \frac{I_{xx}}{y} = 147,6 \text{ cm}^3 \end{array} \right\}$

1878. Jaaraanleg.

Figuur 1.14 1878 - 38 kg/m.

52 Kg/m

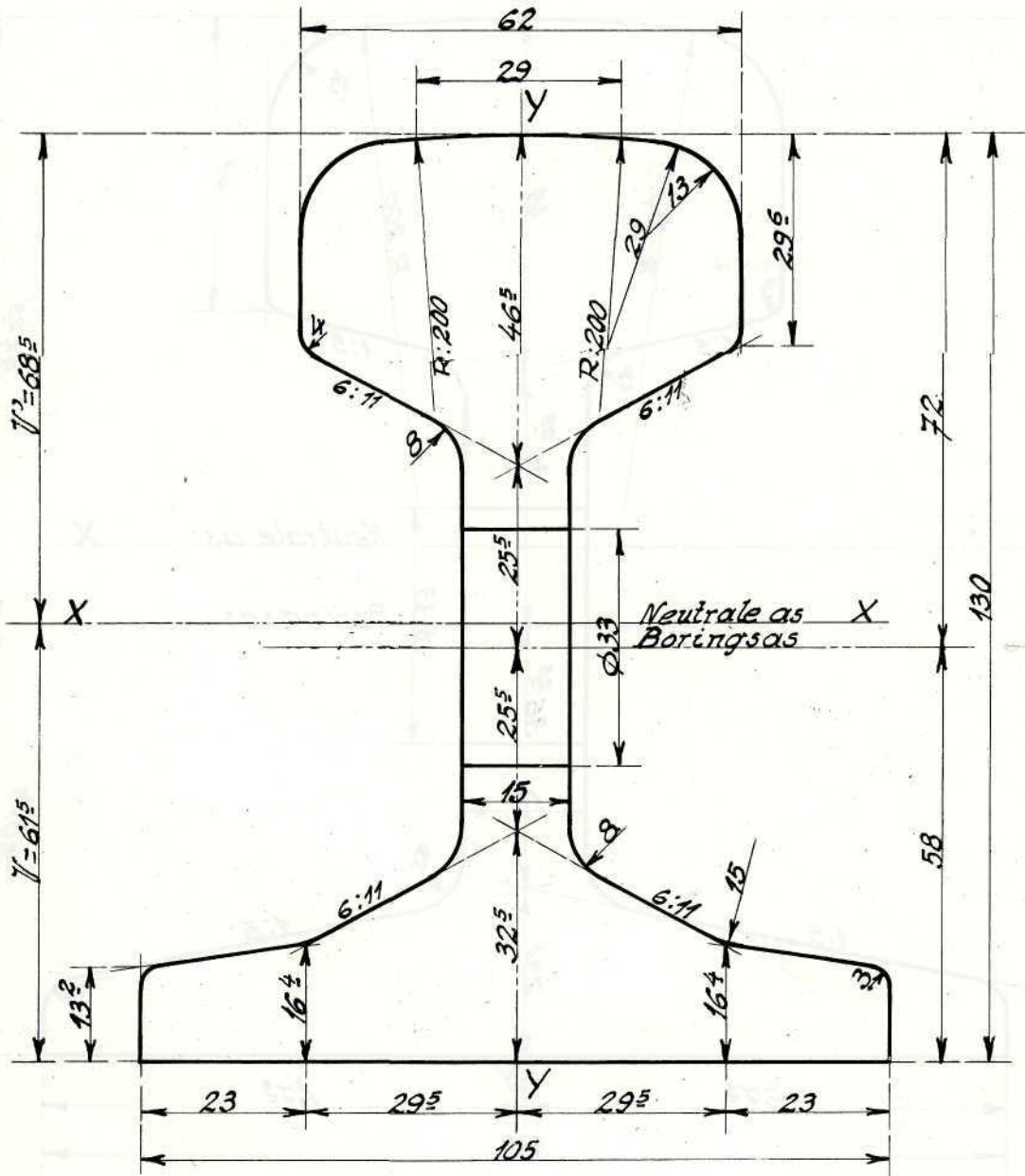


<i>Sectie van de spoorstaaf:</i>	$S = 6.610 \text{ mm}^2$
<i>Gewicht per lopende meter:</i>	$P = 51,954 \text{ Kg/m}$
<i>Traagheidsmomenten:</i>	$I_{xx} = 1.796 \text{ cm}^4$ $I_{yy} = 397 \text{ cm}^4$
<i>Weerstandsmomenten:</i>	$\left. \begin{array}{l} \text{max. } \frac{I_{xx}}{V} = 252,2 \text{ cm}^3 \\ \text{min. } \frac{I_{yy}}{V} = 243,3 \text{ cm}^3 \end{array} \right\}$

1886: Jaaraanleg.

Figuur 1.15 1886 - 52 kg/m.

40,650 Kg/m



Sectie van de spoorstaaf:	$S = 5.230 \text{ mm}^2$
Gewicht per lopende meter:	$P = 40,650 \text{ Kg/m}$
Traagheidsmomenten:	$I_{xx} = 1.087 \text{ cm}^4$ $I_{yy} = 210 \text{ cm}^4$
Weerstandsmomenten:	$\left. \begin{array}{l} \max. \frac{I_{xx}}{V} = 176,7 \text{ cm}^3 \\ \min. \frac{I_{xx}}{V} = 158,7 \text{ cm}^3 \end{array} \right\}$

1898: Jaaraanleg.

Figuur 1.16 1898 - 40,650 kg/m.

- 1878 - De Vignolespoorstaaf van BESSEMER vloeistaal van 38 kg/m werd ontworpen (fig. 1.14.).

Het betrof enkele detailwijzigingen aan de profielen van 37 kg en 37,32 kg die in gebruik waren sedert 1860.

- 1886 - De " Goliath"- spoorstaaf van BESSEMERvloeistaal werd zonder tussenstadium door de Belgische staat aangenomen in 1886 (fig. 1.15.). Die spoorstaaf had een lengte van 9,00 m en woog 52 kg/m. Dit naar verhouding zeer zwaar en stijf profiel was bestemd voor de uitrusting van de internationale lijnen voor snel verkeer. De spoorstaaf werd in lengten van 9 m gewalst en met haakse aanleg op 12 houten draagstukken bevestigd. Op de dwarsliggers werden geprofileerde stalen onderlegplaten aangewend, behalve aan de voeg, die vrijdragend was.

Zware hoeklasplaten lagen met hun horizontale vleugels rechtstreeks op de draagstukken, terwijl de kraagschroeven door gaten in deze vleugels drongen en het geheel stevig aan de dwarsliggers bevestigden.

De stalen onderlegplaten hadden 3 kraagschroefgaten, waarvan er telkens maar twee werden gebruikt, terwijl het overblijvende als reserve diende in geval van breuk.

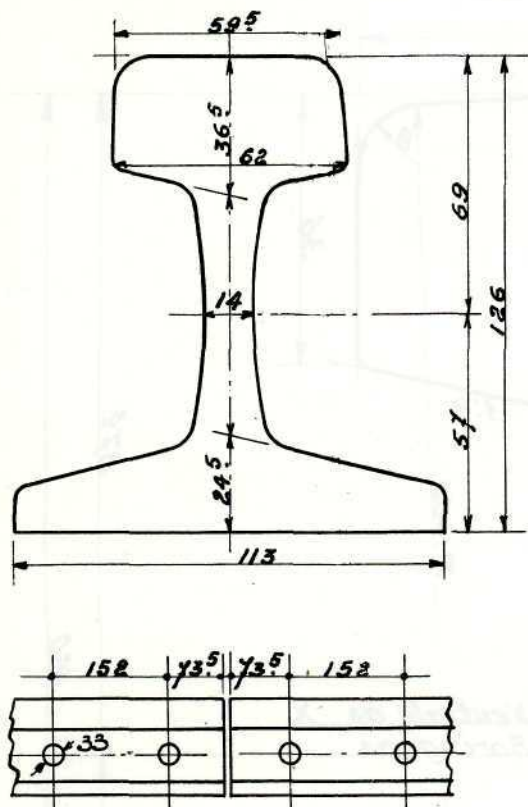
- 1898 - De Vignolespoorstaaf van THOMAS-vloeistaal, 12,00 m lang en met een gewicht van 40,650 kg/m (fig. 1.16.) was een verbetering van de spoorstaaf 38 kg/m die een weinig werd verzwaaard. Het gebruik bleef beperkt tot secundaire lijnen. De spoorstaaf werd haaks aangelegd en was op 16 draagstukken bevestigd, dank zij vlakke randplaten, die 2 of 3 gaten voor kraagschroeven bezaten. De lasplaten vertoonden twee rechte hoeken in hun profiel en hadden gaten voor 6 bouten met peer-vormige kop, terwijl de voeg steeds vrijdragend was.

In de horizontale en de onderste verticale vleugel der lasplaten waren kepers gefreesd die de onderlegplaten en de kraagschroeven op de voegdraagstukken omvatten en er toe bijdroegen het kruipen van het spoor te verhinderen. Overigens werden over de lengte van iedere spoorstaaf om dezelfde reden, verscheidene stukjes lasplaat op het lijf vastgezet.

De kraagschroef vertoonde een cilindrische rand aan de kop, die als stuit diende voor de lasplaten of voor de stukjes lasplaten.

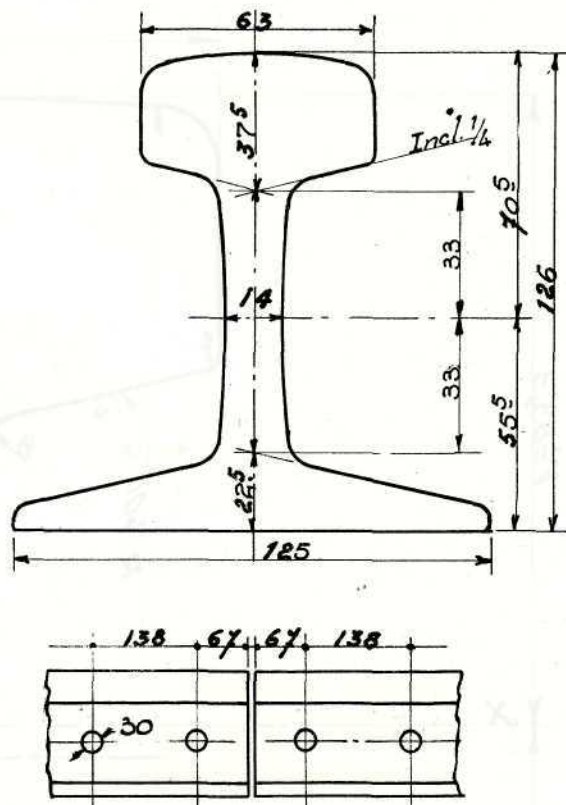
Tot 1903 werden de spoorstaven in lengten van 12 m afgeleverd. Later hebben de vorderingen van de walstechniek het mogelijk gemaakt staven van 18 m te vervaardigen.

AMERIKAANSE SPOORST.



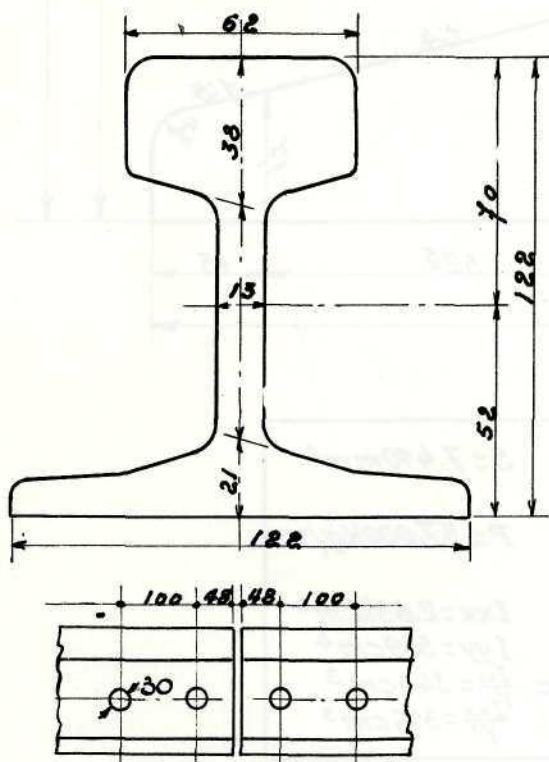
Figuur 1.18 Amerikaanse spoorstaaf.

CANADESE SPOORST.



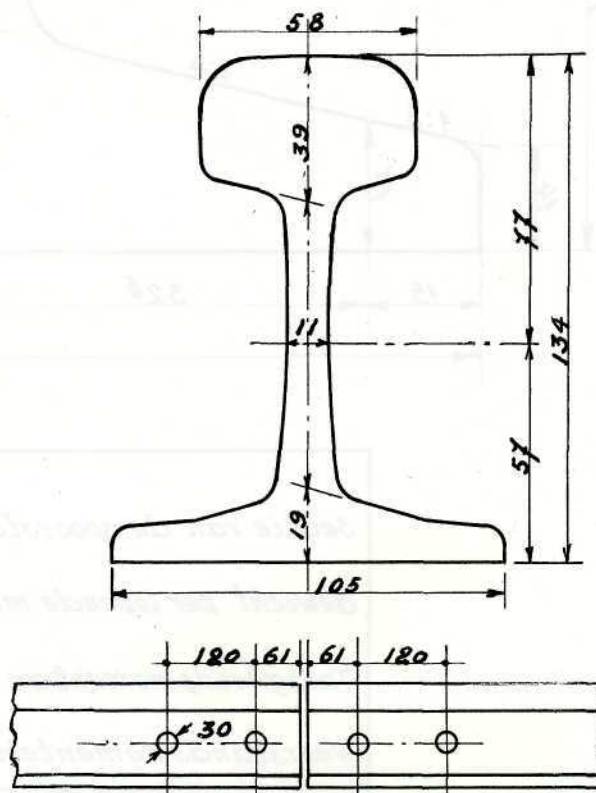
Figuur 1.19 Canadese spoorstaaf.

ENGELSE SPOORST.
M. 1914



Figuur 1.20 Engelse spoorstaaf.

DUITSE SPOORST. $F6^{2/6e}$



Figuur 1.21 Duitse spoorstaaf.

- 1907 - De Vignolespoorstaaf van 18,00 m lengte van THOMAS-staal, van 57 kg/m (fig. 1.17.), werd voor de eerste maal aangewend op de lijn van de Vesder, waarop het internationaal verkeer zeer zwaar was.

Algemeen gesproken kwam die spoorstaaf op de lijnen met druk verkeer de Goliathrail, die geen voldoening gaf, vervangen. De nieuwe spoorstaaf, toen de zwaarste van Europa, was ontworpen naar het model van de profielen die in het begin van de eeuw in de Verenigde Staten werden gewalst.

De spoorstaaf werd op draagstukken bevestigd met behulp van grote gietstalen onderlegplaten, waarin houten slijtplankjes werden ingelegd en drie zware gietijzeren klempaten met nokken en stevige kraagschroeven. Later werden onderleg- en klempaten weggelaten. De aanleg gebeurde met haaks lopende rails, met verspringende en rechtstreeks ondersteunde voeg; er waren 24 draagstukken per lengte van 18 m.

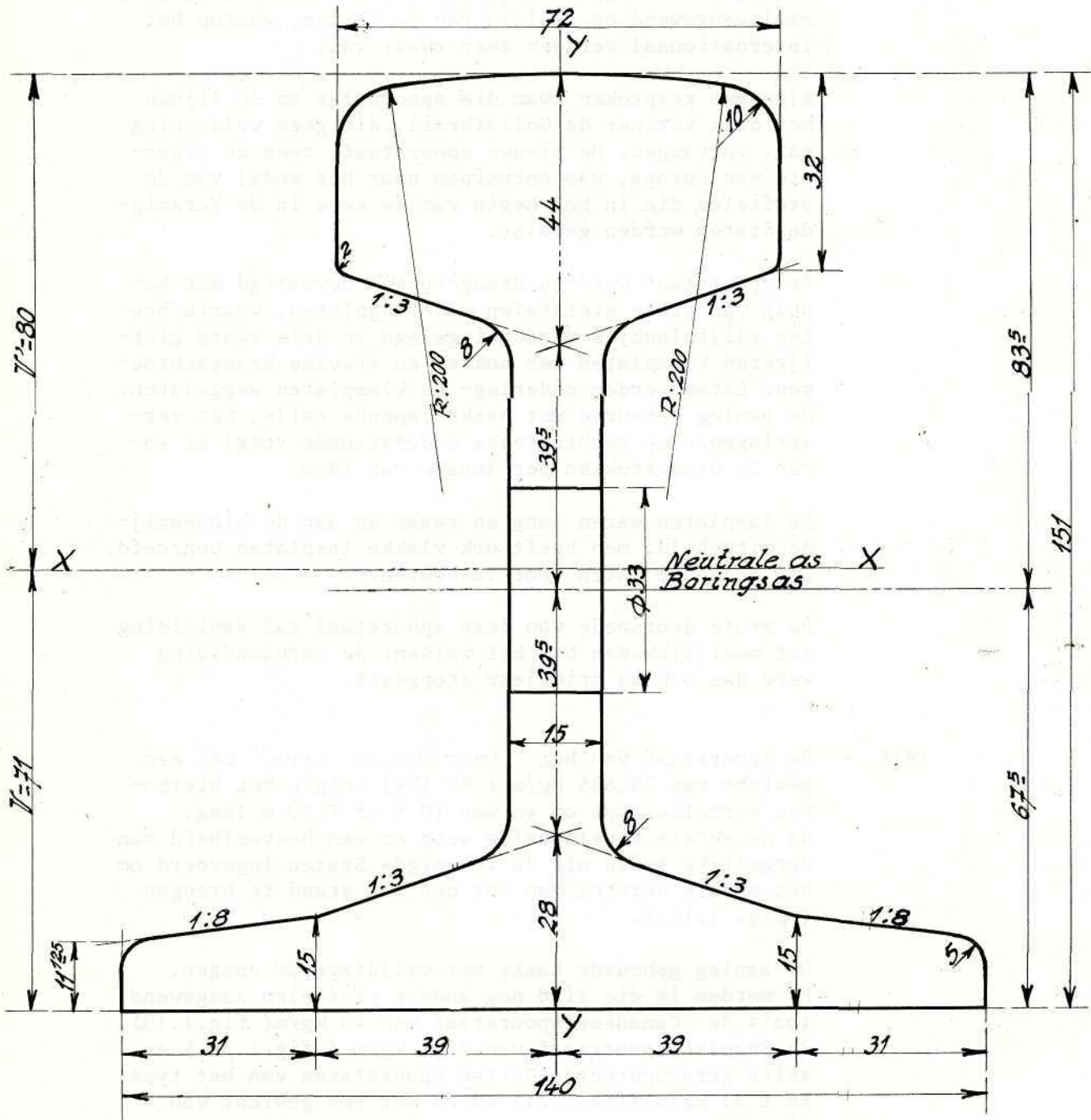
De lasplaten waren lang en zwaar en aan de binnenzijde uitgehold; men heeft ook vlakke lasplaten beproefd. Zij hadden 6 gaten voor lasbouten.

De grote doorsnede van deze spoorstaaf gaf aanleiding tot moeilijkheden bij het walsen; de vervaardiging werd dan ook na drie jaar stopgezet.

- 1918 - De spoorstaaf van het "Amerikaans type" met een gewicht van 39,685 kg/m (80 lbs) volgde het hierboven vermelde type op en was 10 m of 7,60 m lang. Na de eerste wereldoorlog werd er een hoeveelheid van dergelijke rails uit de Verenigde Staten ingevoerd om het snelle herstel van het net tot stand te brengen (fig. 1.18.).

De aanleg gebeurde haaks met vrijdragende voegen. Er werden in die tijd nog andere profielen aangewend, zoals de Canadese spoorstaaf van 40 kg/m (fig.1.19), de Engelse spoorstaaf van 37,5 kg/m (fig.1.20.) en zelfs gerecupereerde Duitse spoorstaven van het type F6 (33 kg/m) (fig.1.21) en F8 met een gewicht van 41 kg/m.

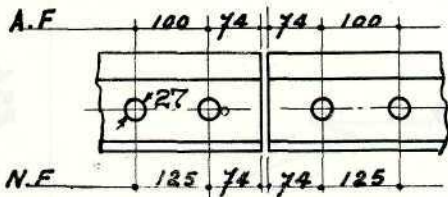
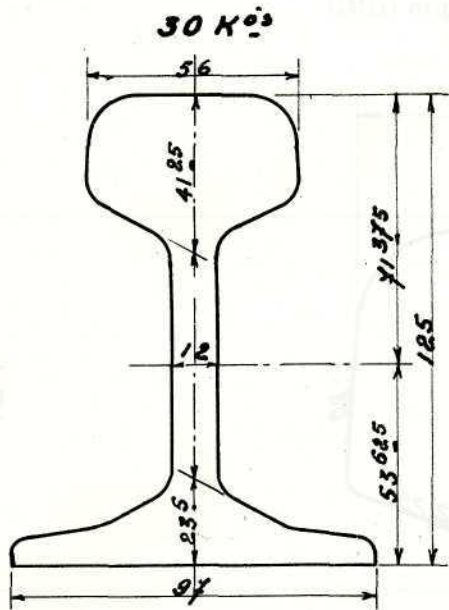
50 Kg/m



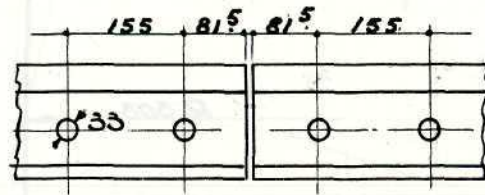
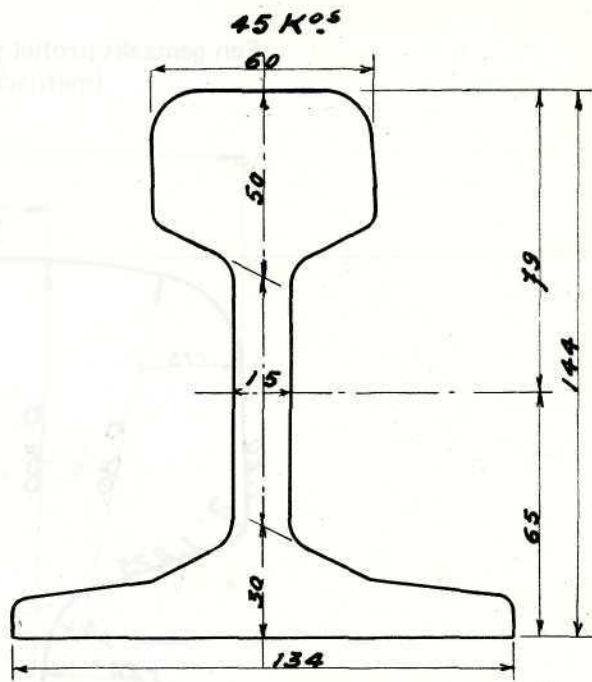
Sectie van de spoorstaaf:	$S = 6.345 \text{ mm}^2$
Gewicht per lopende meter:	$P = 49,808 \text{ Kg/m}$
Traagheidsmomenten:	$I_{xx} = 1.991 \text{ cm}^4$ $I_{yy} = 410 \text{ cm}^4$
Weerstandsmomenten:	$\left. \begin{array}{l} \text{max. } \frac{I_{xx}}{Y} = 280,4 \text{ cm}^3 \\ \text{min. } \frac{I_{xx}}{Y^2} = 248,8 \text{ cm}^3 \end{array} \right\}$

1910: Jaaraanleg.

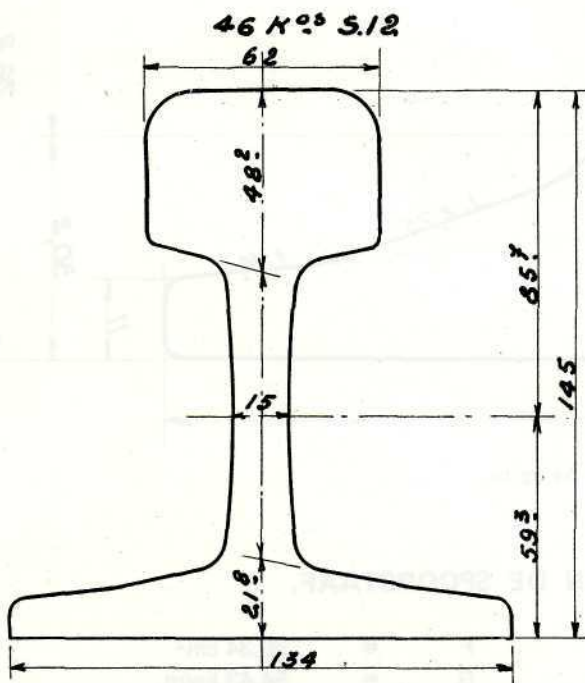
Figuur 1.22 1910 - 50 kg/m.



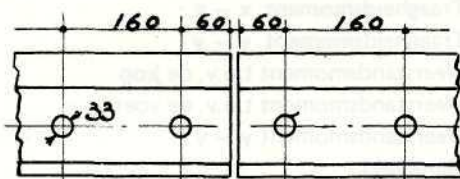
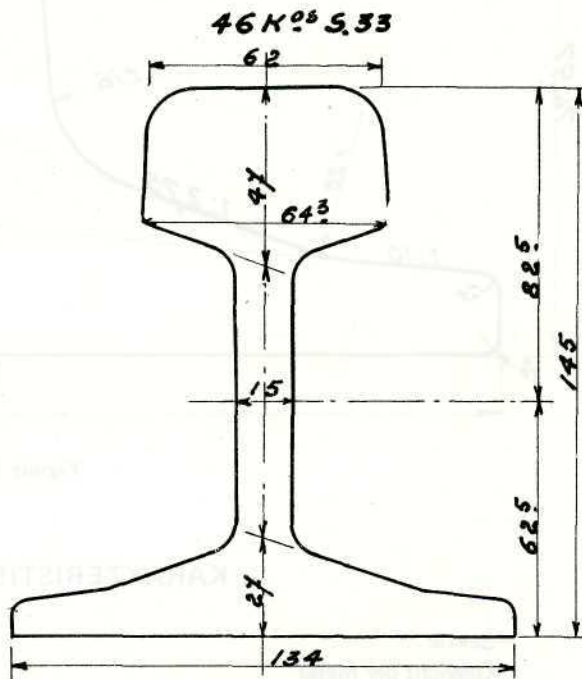
Figuur 1.23 Spoorstaven van de Compagnie "Nord Belge".



Figuur 1.24 Spoorstaaf van de Compagnie "Nord Belge".

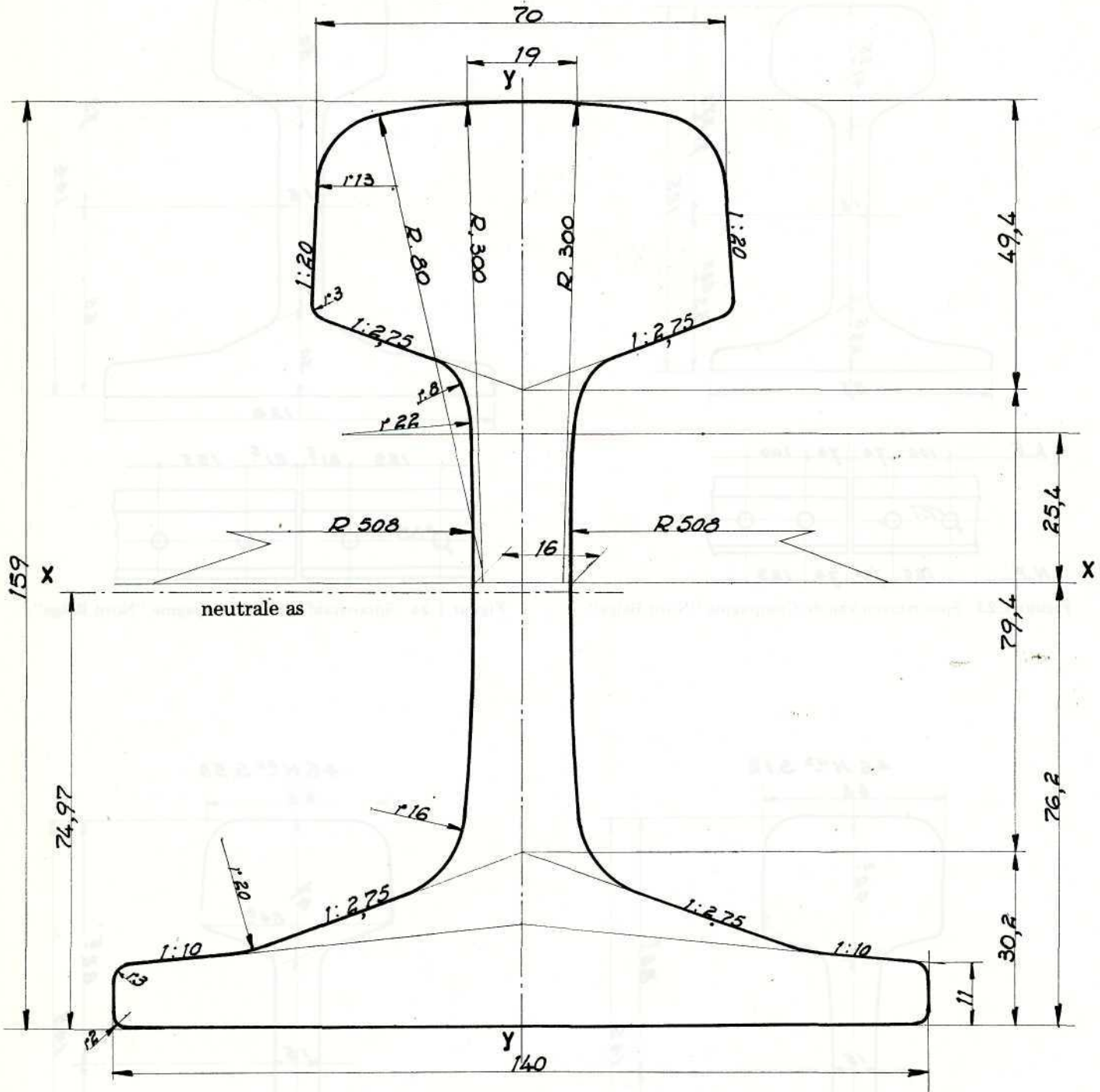


Figuur 1.25 Spoorstaaf van de Compagnie "Nord Belge".



Figuur 1.26 Spoorstaaf van de Compagnie "Nord Belge".

Een gemaakt profiel spoorstaaf 54 kg/m (UIC)
(metrische eenheden)



Figuur 1.27 UIC - 54 kg/m.

KARAKTERISTIEKEN VAN DE SPOORSTAAF.

Sektie	F	=	69,34	cm ²
Gewicht per meter	G	=	54,43	kg/m
Traagheidsmoment x - x	J _x	=	2346	cm ⁴
Traagheidsmoment y - y	J _y	=	417,50	cm ⁴
Weerstandsmoment t.o.v. de kop	W _{x_K}	=	279,20	cm ³
Weerstandsmoment t.o.v. de voet	W _{x_F}	=	312,90	cm ³
Weerstandsmoment y - y	W _y	=	59,60	cm ³
Slankheid		=	1,14	
Thermische equilibrering	$\frac{a}{5}$	=	1,67	

1926 - De Vignolespoorstaaf van Thomasstaal van 18,00 m lengte en met een gewicht van 50 kg/m (fig.1.22.) dagtekent van 1910 en werd, met zeer geringe wijzigingen, sinds 1926 als standaardprofiel bij de NMBS in gebruik genomen.

Tot in 1922 werd de spoorstaaf haaks gelegd en rechtstreeks op de houten draagstukken aangelegd zonder onderlegplaten.

De voegen werden verspringend en vrijdragend uitgevoerd.

De oorspronkelijke lengte van 18 m, met aanleg op 26 draagstukken, werd opgevoerd tot 27 m, dank zij nieuwe vorderingen van de walstechniek.

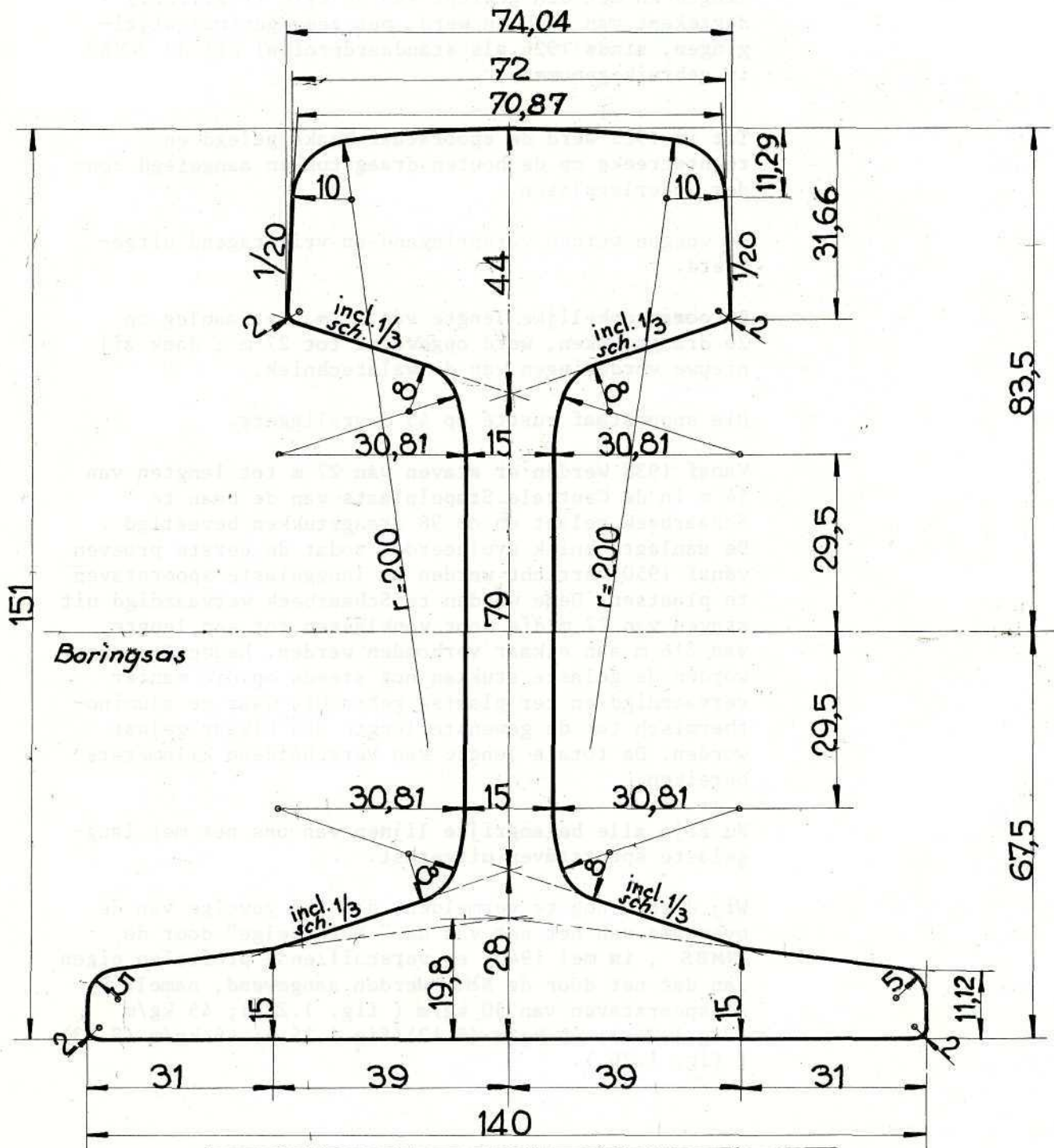
Die spoorstaaf rustte op 45 dwarsliggers.

Vanaf 1938 werden er staven van 27 m tot lengten van 54 m in de Centrale Stapelplaats van de baan te Schaarbeek gelast en op 98 draagstukken bevestigd. De aanlegtechniek evolueerde, zodat de eerste proeven vanaf 1950 verricht werden om langgelaste spoorstaven te plaatsen. Deze werden te Schaarbeek vervaardigd uit staven van 27 m die door vonklassen tot een lengte van 216 m aan elkaar verbonden werden. Heden ten dage worden de gelaste stukken nog steeds op die manier vervaardigd en ter plaatse gebracht, waar ze aluminothermisch tot de gewenste lengte aan elkaar gelast worden. De totale lengte kan verscheidene kilometers bereiken.

Nu zijn alle belangrijke lijnen van ons net met langgelaste spoorstaven uitgerust.

Wij dienen nog te vermelden, dat ten gevolge van de overname van het net van de " Nord Belge" door de NMBS, in mei 1940, er verschillende profielen eigen aan dat net door de NMBS werden aangewend, namelijk de spoorstaven van 30 kg/m (fig. 1.23.); 45 kg/m (fig.1.24.); 46 kg/m (S.12)(fig.1.25.); 46 kg/m (S.33) (fig. 1.26.).

PROFIEL VAN DE SPOORSTAAF TYPE 50 R



	$S = 6.415 \text{ mm}^2$
Sectie van de spoorstaaf:	$P = 50,357 \text{ Kg/m}$
Gewicht per lopende meter:	$I_{xx} = 2003 \text{ cm}^4$
Traagheidsmomenten:	$I_{yy} = 412,7 \text{ cm}^4$
Weerstandsmomenten:	$\left. \begin{array}{l} \text{max. } \frac{I_{xx}}{y} = 281,24 \text{ cm}^3 \\ \text{min. } \frac{I_{yy}}{x} = 251,06 \text{ cm}^3 \end{array} \right\}$

Figuur 1.28 50 R.

1959 -

Het UIC-profiel 54 kg/m (fig.1.27.) werd door de UIC na een gemeenschappelijke studie aanbevolen als het te standaardiseren railtype.

Twee railtypes, het ene een zogenaamd "licht" type, nauw verwant met het profiel van 50 kg/m dat bij de meeste Europese netten in gebruik was, en het andere een "zwaar" type, voor de toekomst, werden door de UIC bestudeerd.

Ingevolge uitgebreide studies van de Britse spoorwegen werd de UIC er in 1958 toe aangezet een eerste railprofiel van 54 kg/m, nagenoeg hetzelfde als dat van de rail van 109 lbs van de British Railways, aan te nemen alsmede een tweede profiel met een metergewicht van 60 kg/m, van dit laatste afgeleid.

Een eerste proeflevering aan de NMBS van 1000 t spoorstaven UIC-54, werd in 1959 in twee baanvakken verwerkt. Die proef werd niet herhaald, omdat het standaardprofiel van 50 kg/m ondertussen gewijzigd werd in de zin van de UIC-rail van 54 kg/m .

1963 -

Het profiel 50 R (fig. 1.28.).

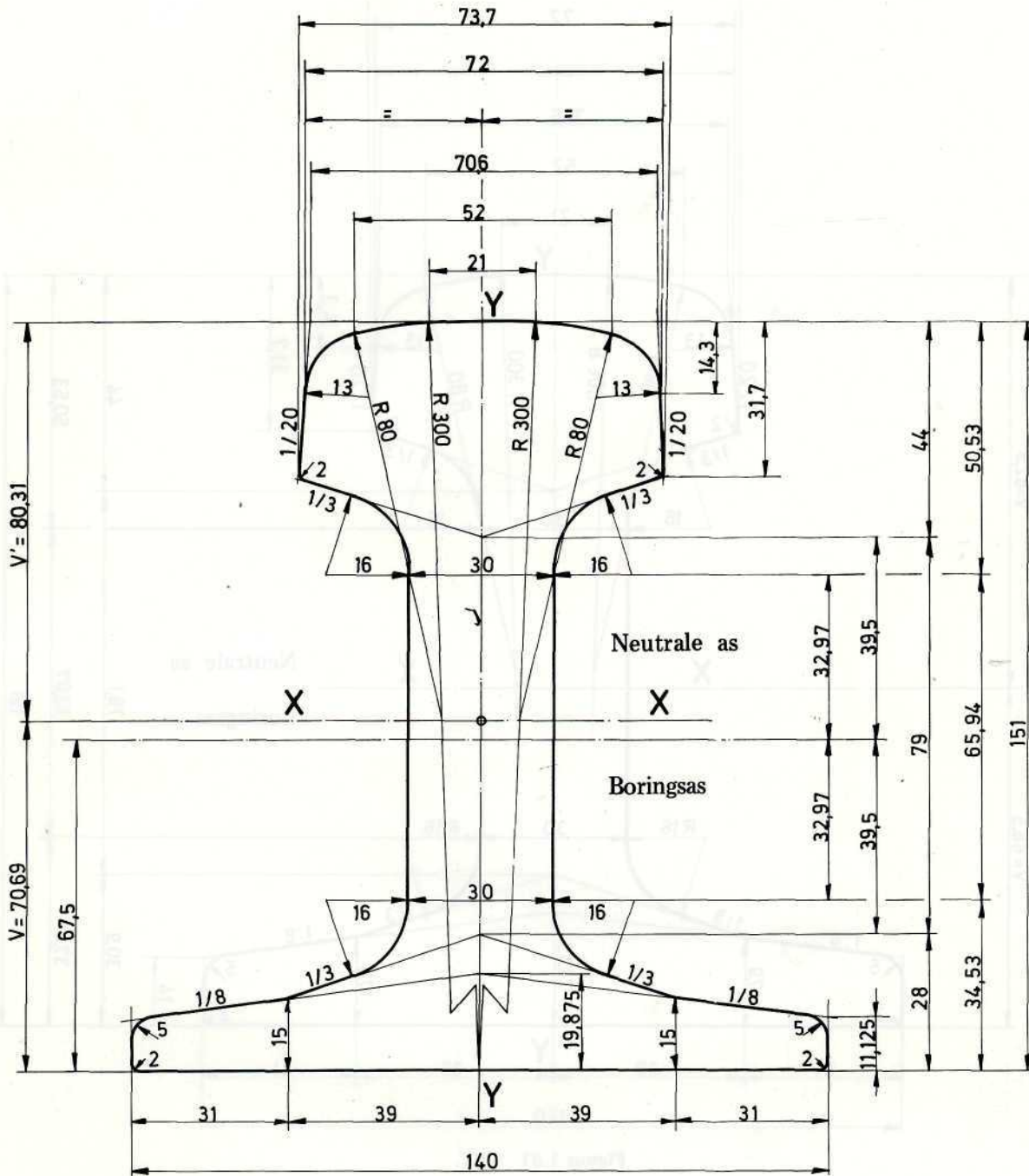
Het standaardprofiel van 50 kg/m vertoont een zwakte in de overgang tussen kop en lijf, waar vermoeiingsscheuren kunnen optreden.

De vorm van het profiel in voornoemd gedeelte werd op basis van foto-elastische studies verbeterd en dat leidde tot de rail 50 R (R van "renforcé") met een gewicht van 50,357 kg/m.

Deze spoorstaaf werd vanaf 1963 gewalst.

Lijst van de spoorstaven	
Profiel 50 R	50,357 kg/m
Profiel 50	50,000 kg/m
Profiel 54	54,000 kg/m
Profiel 60	60,000 kg/m
Profiel 75	75,000 kg/m
Profiel 80	80,000 kg/m
Profiel 90	90,000 kg/m

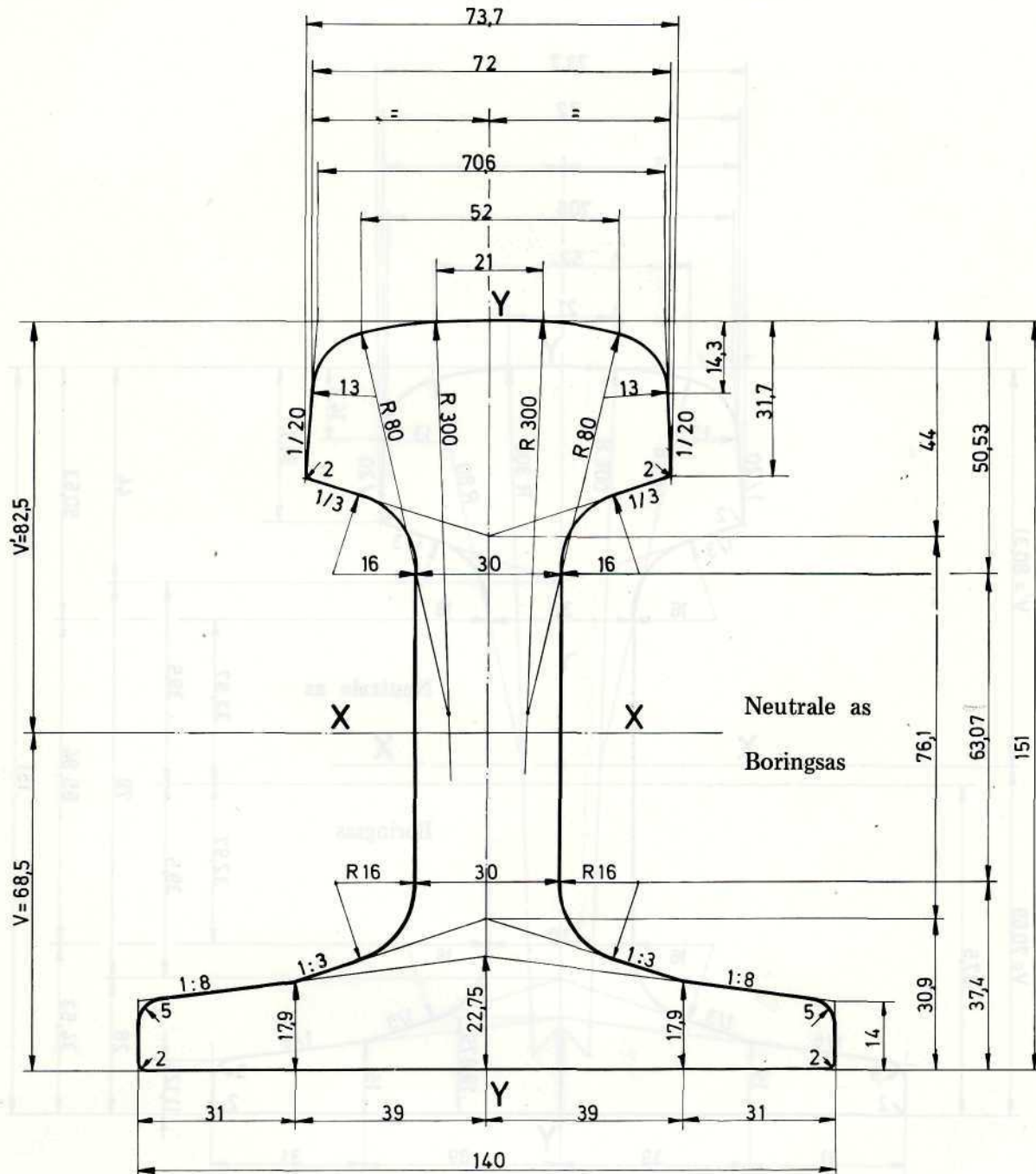
PROFIEL VAN DE SPOORSTAAF TYPE 61 T



Figuur 1.30 61 T.

Kenmerken van de rail	
Sectie	77,07 cm ²
Gewicht per meter	60,500 kg/m
Traagheidsmoment X - X	2090,81 cm ⁴
Weerstandsmoment $\frac{I}{v}$	295,77 cm ³
Weerstandsmoment $\frac{I}{v'}$	260,34 cm ³
Traagheidsmoment Y - Y	416,64 cm ⁴
Weerstandsmoment Y - Y	59,52 cm ³

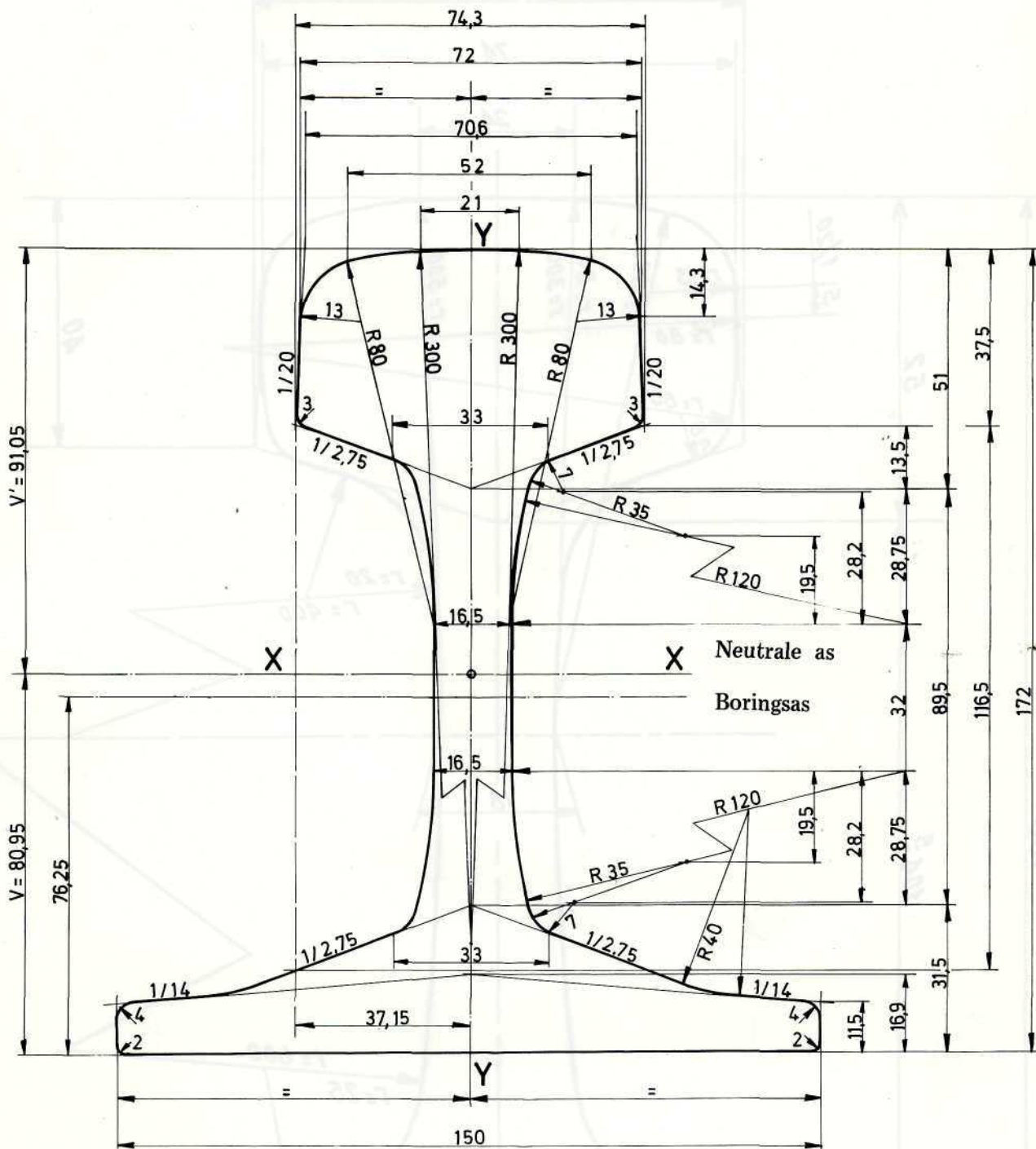
PROFIEL VAN DE SPOORSTAAF TYPE 63 T



Figuur 1.31 63 T.

Kenmerken van de rail	
Sectie	80,19 cm ²
Gewicht per meter	62,95 kg/m
Traagheidsmoment X-X	2171 cm ⁴
Weerstandsmoment $\frac{I}{V}$	317 cm ³
Weerstandsmoment $\frac{I}{V}$	263 cm ³
Traagheidsmoment Y-Y	482 cm ⁴
Weerstandsmoment Y-Y	69 cm ³

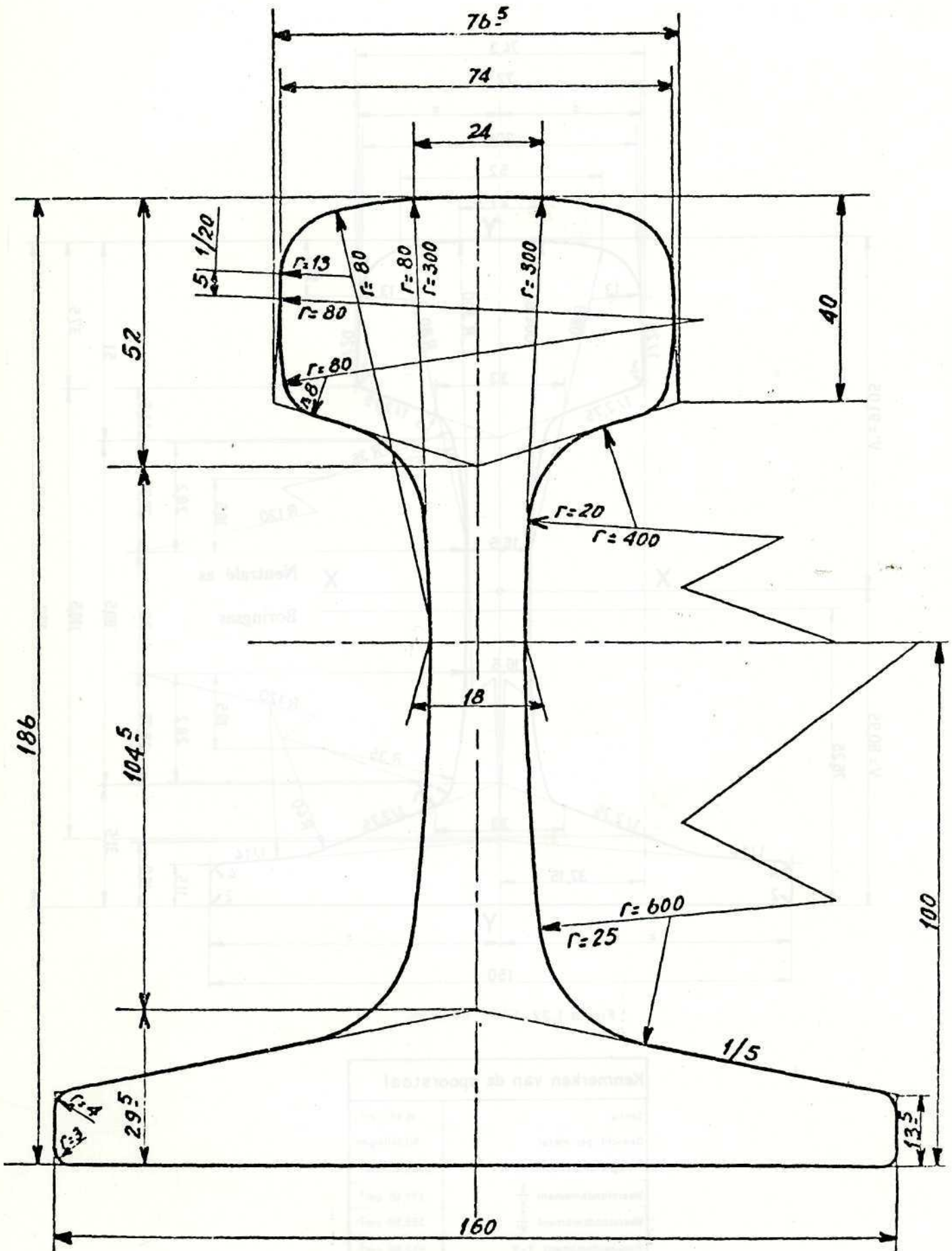
PROFIEL VAN DE SPOORSTAAF TYPE UIC 60



Figuur 1.32 UIC - 60 kg/m.

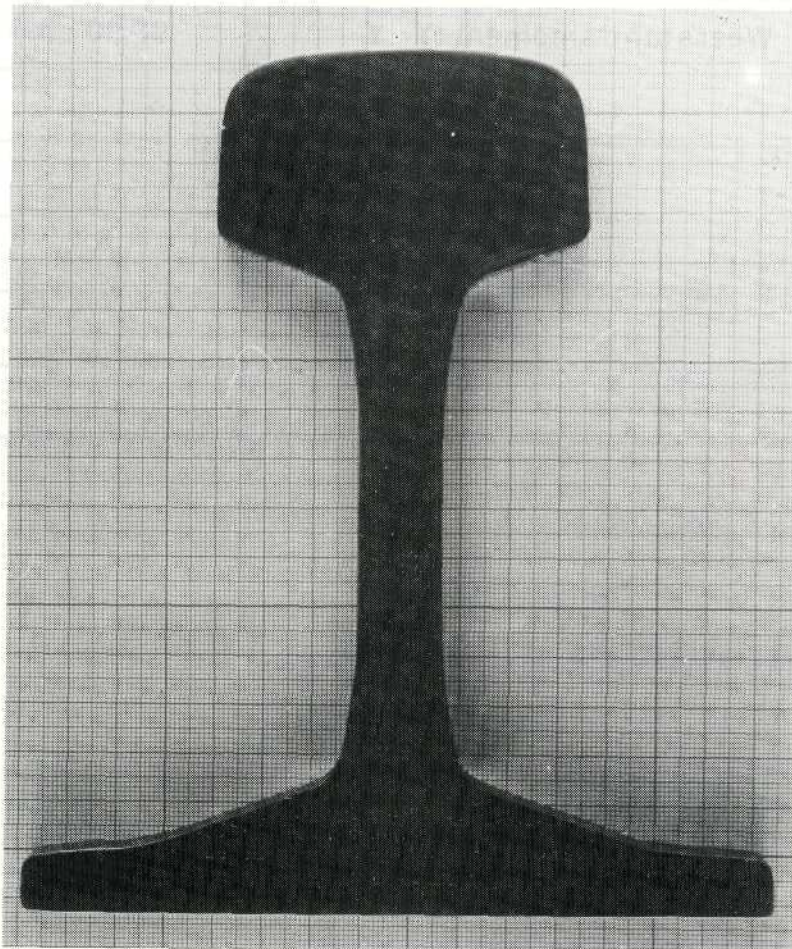
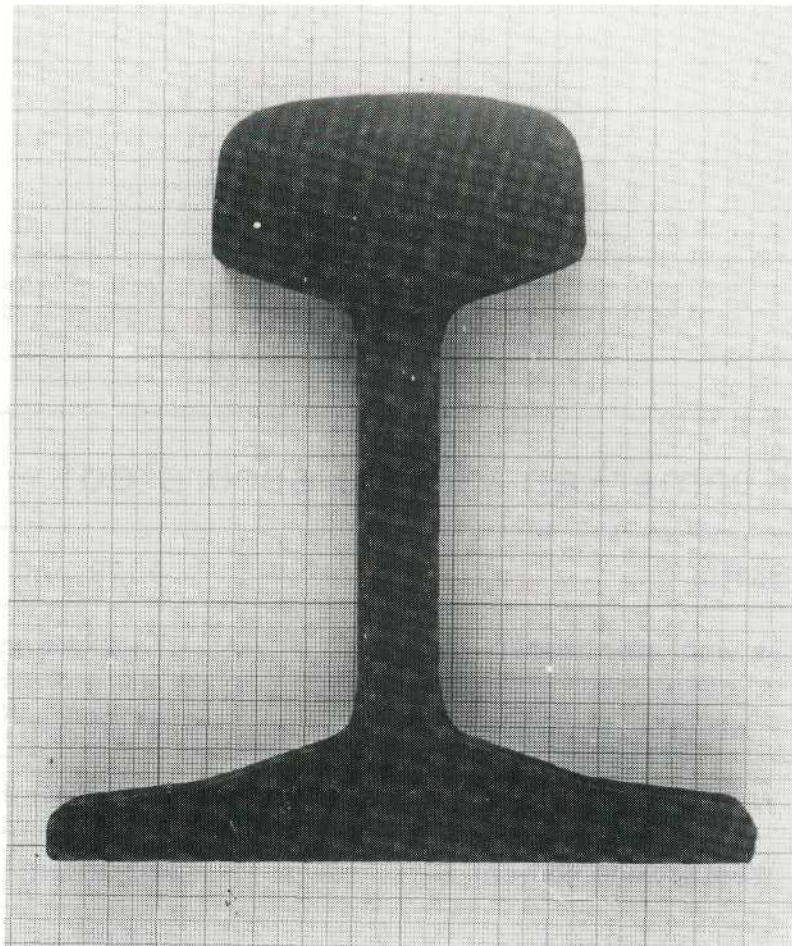
Kenmerken van de spoorstaaf	
Sectie	76,86 cm ²
Gewicht per meter	60,340 kg/m
Traagheidsmoment X - X	3055,00 cm ⁴
Weerstandsmoment $\frac{I}{V}$	377,40 cm ³
Weerstandsmoment $\frac{I}{V'}$	335,50 cm ³
Traagheidsmoment Y - Y	512,90 cm ⁴
Weerstandsmoment Y - Y	68,40 cm ³

Projekt A1 (Profiel "ORE 71").



Figuur 1.34 UIC - 71 kg/m.

Kenmerken van de spoorstaaf	
Sectie	90,79 cm ²
Gewicht per meter	71,27 kg/m
Traagheidsmoment X-X	4151,66 cm ⁴
Weerstandsmoment $\frac{I}{V}$	499,73 cm ³
Weerstandsmoment $\frac{I}{V'}$	403,38 cm ³
Traagheidsmoment Y-Y	735,06 cm ⁴
Weerstandsmoment Y-Y	91,90 cm ³



Figuur 1.33 Vergelijking tussen het profiel 50 kg/m en UIC 60 kg/m.

1976 - Het profiel 50 T (fig. 1.29.).

De welving van de kop van de spoorstaaf 50 R werd in 1976 gewijzigd, overeenkomstig de richtlijnen van de U.I.C., waardoor het profiel 50 T met een gewicht 50,100 kg/m ontstond.

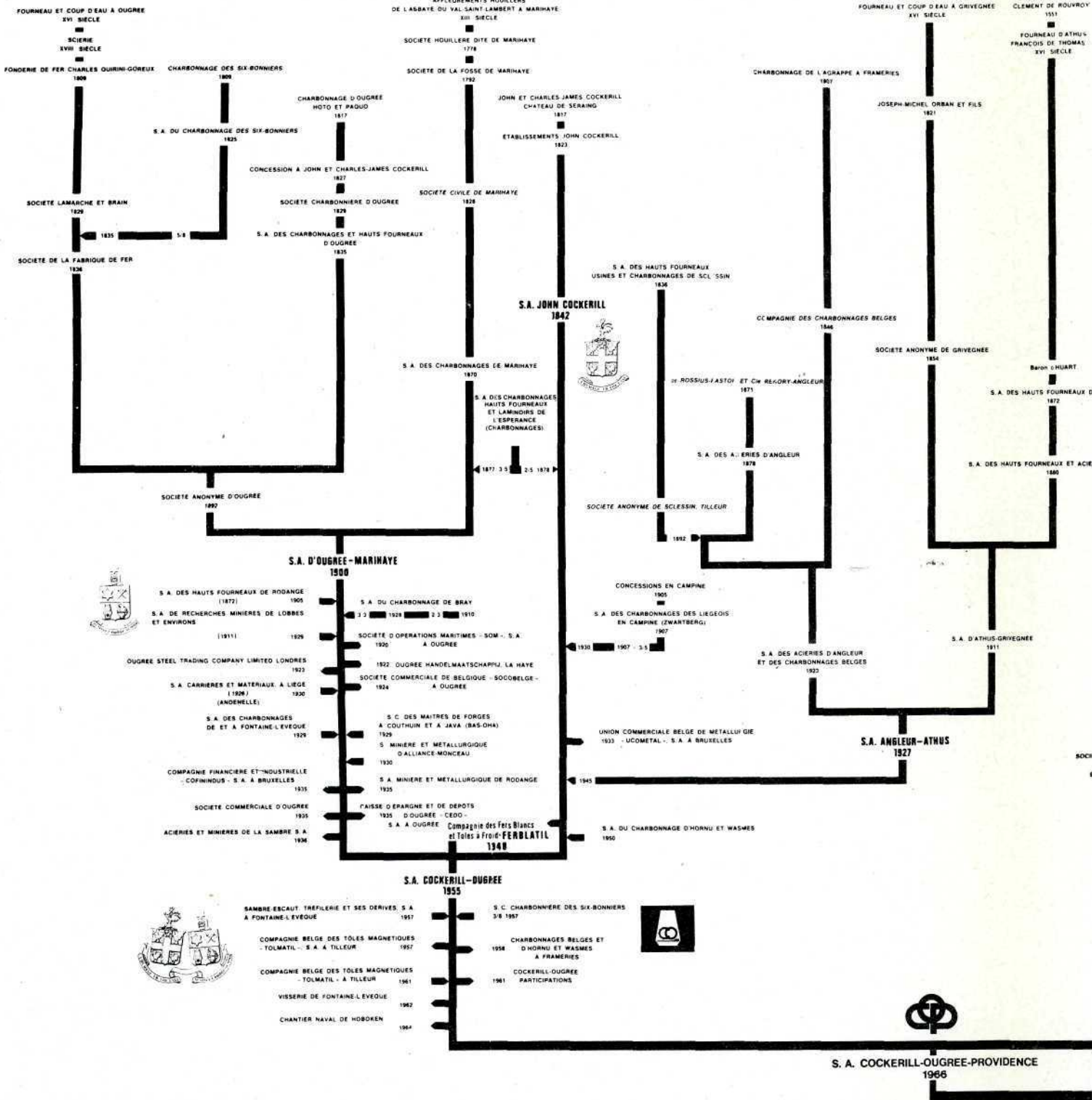
Van de standaardspoorstaaf van 50 kg/m werden speciale profielen afgeleid, namelijk dat met lijf van 30 mm (type 61 T) van 60 kg/m (fig. 1.30.), voor het vervaardigen van tongen van spoortoestellen en voor de aanleg in tunnels.

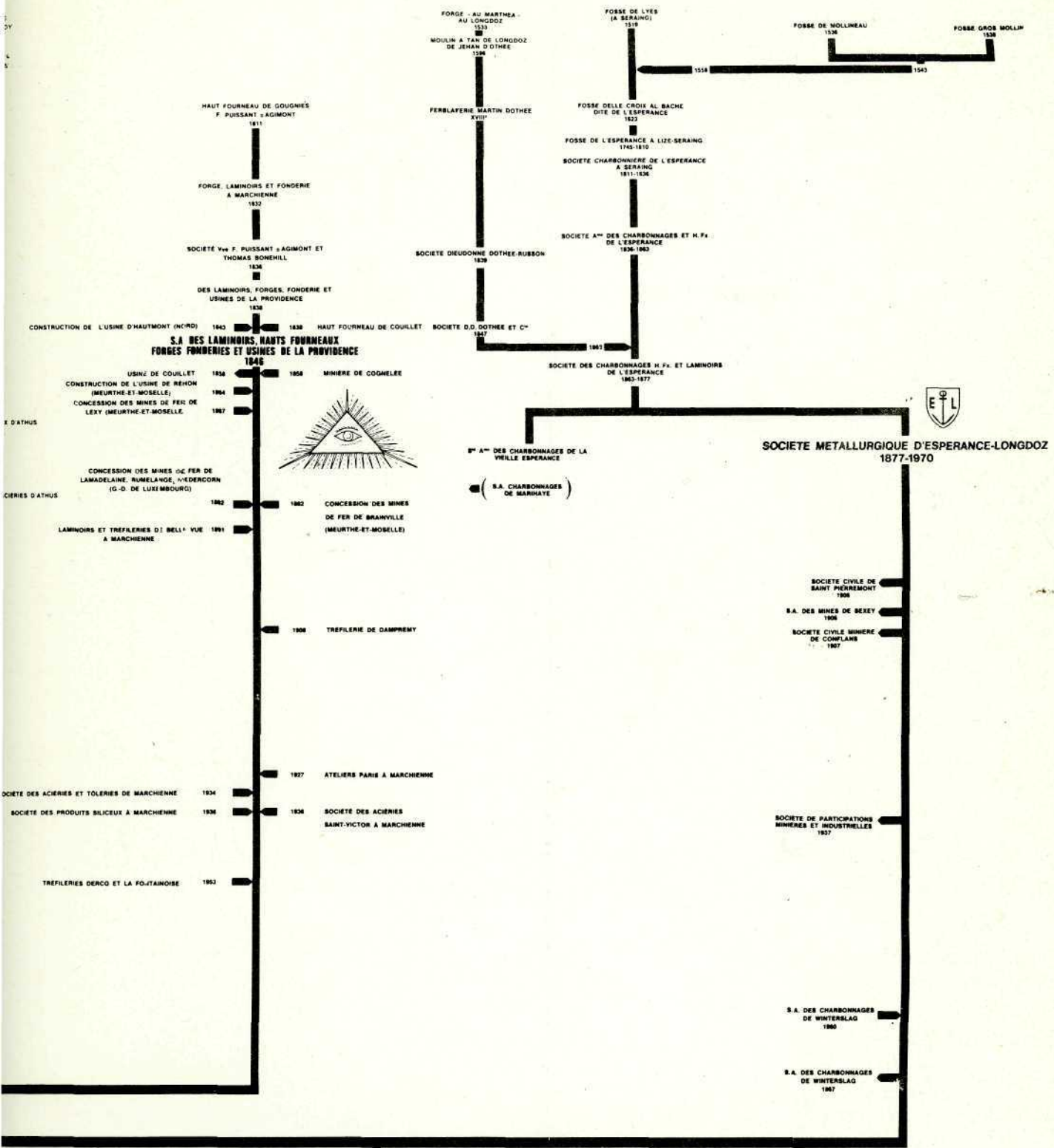
Onlangs werd de voet versterkt om hem meer stijfheid te verlenen en zo kwam men tot het profiel 63 T (62,950 kg/m) (fig. 1.31.).

1970 - Het profiel UIC 60 kg/m (fig. 1.32.) werd in 1959 tegelijkertijd met de UIC rail van 54 kg/m ontwikkeld. Deze spoorstaaf werd eerst bij wijze van proef in 1970 geplaatst en wordt sedert 1976 op sterk belaste spoorbaanvakken gelegd.

Fig. 1.33. toont ons de belangrijkheid van de versterking van de bovenbouw, die met dit nieuw profiel werd bereikt.

1974 - Het comité ORE D 120 heeft de studie van een nieuw type spoorstaaf van 71 kg/m uitgewerkt. Dat profiel ORE 71 (fig.1.34.) werd ontworpen om mee te dingen met de bestaande zware profielen die door sommige mijnspoorwegen worden gebruikt. (R 65, R 75, 140 lbs AREA, 76,9 kg/m)





1970

S. A. COCKERILL-OUGREE-PROVIDENCE ET ESPERANCE-LONGDOZ
 EN ABREGE
 « COCKERILL »



1.2. Het metaal.

1.2.1. Inleiding.

De hedendaagse staalbedrijven werden opgericht in de eerste helft van de vorige eeuw : Cockerill in 1817, Ougrée in 1809, Couillet in 1835, Espérance in 1836, Providence in 1838.

De toenmalige industriëlen hadden grote verwachtingen in de ontwikkeling van de toen nog in de kinderschoenen staande spoorweg.

Laten we even herinneren aan het feit dat het eerste spoorbaanvak van het vasteland op 5 mei 1835 tussen Brussel en Mechelen werd in gebruik genomen.

In zijn memorie daterend van 1835, vermeldt ingenieur SIMONS het volgende :

" Het gebruik van welijzer in plaats van gietijzer voor het vervaardigen van spoorstaven, wordt gerechtvaardigd door het feit dat algemeen wordt overgeschakeld op getrokken rails in de sinds zeven of acht jaar aangelegde of ontworpen nieuwe spoorlijnen".

De eerste 200 t spoorstaven werden geleverd op 13.05.1834 door de gieterij GORDONS EN Cie , gevestigd te Cardiff.

Er werden monsters genomen om als model te dienen voor de gieterijen van Seraing (Cockerill) en de fabriek van Fayt gelegen in het gerechtelijk arrondissement Charleroi en toebehorend aan de heer DUPONT.

Dit werd gedaan om ze in staat te stellen elk 2 000 t dergelijke spoorstaven te leveren.

De leveringen werden vanaf 22.07.1834 verricht.

1.2.2. De spoorstaaf van welijzer.

1.2.2.1. Algemeen.

De toenmalige hoogovens (de ontsteking van de eerste hoogoven te Seraing vond plaats in 1823 (1)), veel eenvoudiger dan de hedendaagse toestellen, produceerde gietijzeren gietelingen.

Deze werden in een speciale haard ingebracht, die in 1784 ontwikkeld werd door de Engelsman Henri CORT.

Het eigenlijk frissen van de gietelingen vond plaats in speciale reveerbeerovens, puddelovens genoemd, met gietijzeren bodemplaat en ijzerslakken als haardzoolvoering.

(1) Op het vasteland richtte COCKERILL de eerste hoogoven op waarin cokes als brandstof gebruikt werd.
Hij werd in februari 1826 ontstoken.

Het gietijzer werd op de haardzool gesmolten en geroerd (to puddle = roeren) met sterk geoxydeerde ijzerslakken. Onder invloed van de oxyderende ovenatmosfeer en de slakken werden koolstof en de andere onzuiverheden (Si Mn...) aan het gietijzer onttrokken waardoor dit tot ijzer (dat weinig koolstof bevat) omgevormd werd.

Het metaal vormde dan op de haardzool van de oven een weke koek die door de arbeider werd bewerkt tot klonters, waaraan men de naam "luppen" gaf.

Die "luppen" werden vervolgens uit de oven genomen om te worden gehamerd en omgevormd tot vierhoekige prisma's, "stukken" genaamd. Die bewerking werd meestal uitgevoerd met behulp van een zware voorhamer of van een stoomhamer.

Na die bewerking werden de stukken, in roodgloeiende toestand, gewalst tot platte staven die men "ruw bewerkt ijzer" noemde.

Wanneer men schroot als grondstof gebruikte, in plaats van gietijzer, vervaardigde men er eerst bundels mede, die witgloeiend gemaakt werden in een reverbeeroven, "opwarmingsoven" genaamd. Daarna werden de gloeiende bundels gehamerd en uitgetrokken tot platte staven op dezelfde manier als hierboven werd uiteengezet voor de luppen van puddel-ijzer.

Men maakte een onderscheid tussen ruw bewerkt sterk ijzer, ruw bewerkt zacht ijzer, ruw bewerkt gemengd ijzer, ruw bewerkt gietijzer en ruw bewerkt ijzer in blokvorm.

Het ruw bewerkt ijzer werd niet rechtstreeks gebruikt : het was immers slechts een halfprodukt met een weinig homogene structuur. De oppervlakte was opengereten en hobbelig en bevatte nog slakken die noch door het hameren, noch door het ruw bewerken uitgedreven werden.

Om die gebreken te verwijderen werden de staven met een metaalschaar gesneden tot stukken of reepjes, waarmede men dan bundels maakte, die in een opwarmingsoven geweld werden en daarna gewalst met of zonder voorafgaande hamering, hetzij tot afgewerkte produkten of handelsprodukten, hetzij opnieuw tot platte staven, "eenmaal geweld" (welijzer nr 1) genoemd. Deze waren bestemd om bundels te vormen voor het bekomen van afgewerkt ijzer. Wanneer men dat geweld ijzer nogmaals aan dezelfde reeks bewerkingen onderwierp, dan bekwam men ofwel afgewerkt ijzer, ofwel "tweemaal geweld ijzer" (ijzer nr 2). De spoorstaven van welijzer werden gewalst uit een bundel of pak bestaande uit een opeenstapeling van lagen staven.

Van die omstandigheid werd gebruik gemaakt om elk deel van het profiel van de spoorstaaf samen te stellen uit een metaal dat aangepast was aan de aard van de belasting die het zou ondergaan.

De kop was vervaardigd van homogeen hard ijzer, dat niet afschilferde en dat zich bij tamelijk lage temperatuur liet wellen.

De andere delen van het profiel werden samengesteld uit verschillende soorten korrelig ijzer, die elk een specifieke taak te vervullen hadden. Een onderscheid werd gemaakt tussen de "fijne korrel", waarvan het uitzicht te wijten was aan een overmaat aan koolstof en de "grove korrel", waarin fosfor de plaats van koolstof innam.

1.2.2.2. De uitvoering van het werk (1).

Het puddelproces.

De eerste puddeloven werd door John COCKERILL in 1820 in gebruik genomen. Het puddelen van gietijzer ter vervaardiging van welijzeren koppen van spoorstaven gebeurde er met behulp van 16 puddelovens die 8 tot 9 ladingen van 250 kg per 12 u voortbrachten.

Er waren twee stoomhamers van 2 ton elk.

De fabriek van M. Dupont beschikte over smederijen "op zijn Engels", waarvan de eerste in 1824 en de tweede in 1856 werd opgericht.

De kwaliteit van het ijzer.

Algemeen werd er voor de vervaardiging van spoorstaven gebruik gemaakt van 2 soorten van ijzer : ruw ijzer nr 1 (puddelbars, millbars) en geweld. ijzer nrs 2, 3 en 4.

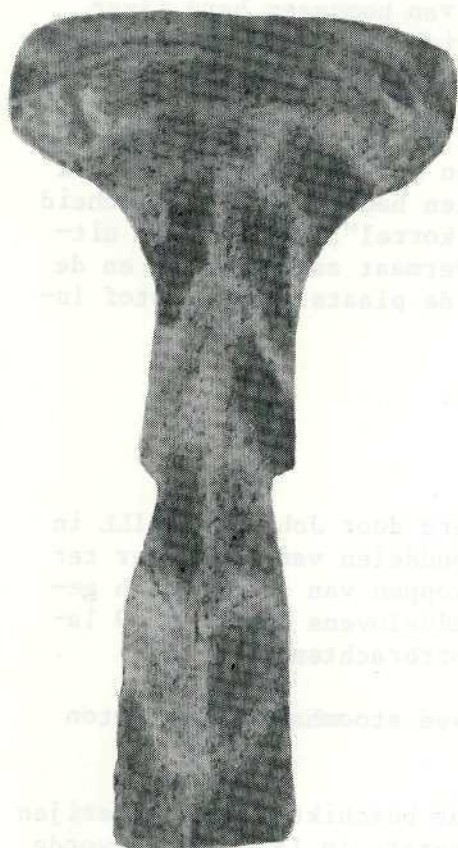
Het ijzer nr 1 werd gewalst met luppen die reeds met de hamer waren bewerkt of die met de stoomhamer of met de "squeezer" waren behandeld.

Meestal hadden die staven een breedte van 0,125 m tot 0,130 m, een dikte van 0,015 m tot 0,025 m en een lengte die afhing van de dikte van de luppen, voor zover er geen bijzondere afmetingen voor de staven opgelegd waren.

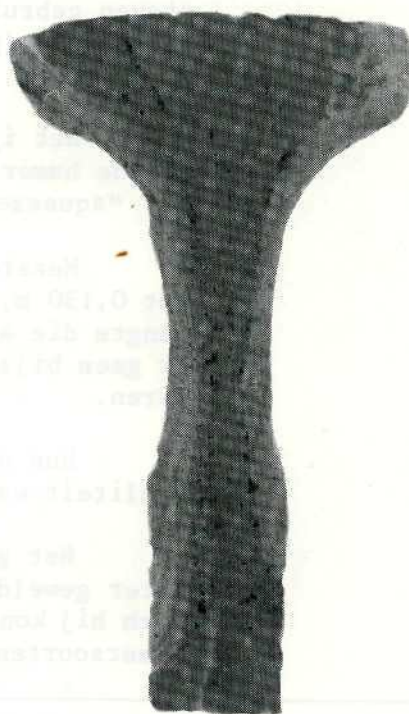
Hun oppervlakte was min of meer hobbelig en de kwaliteit was nooit helemaal homogeen.

Het gebruik van de hamer gaf ontegensprekelijk beter geweld ruw ijzer dan de squeezer of het walsen, doch hij kon niet aangewend worden voor sommige ijzersoorten van lage kwaliteit.

(1) Beschrijving gegeven door J. Percy.



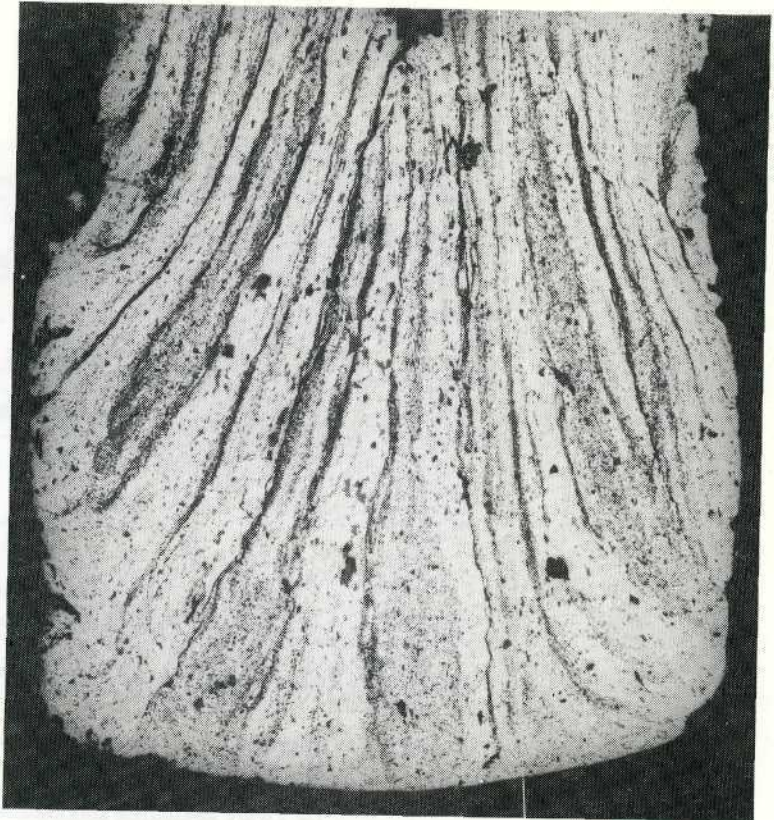
Figuur 1.35 Zwavelprint (Baumannafdruk) van een golfspoorstaaf (18 kg/m 1835) uit puddel welijzer. In de kern ontwaart men de tekening van vertikaal geplaatste staven, rijker aan zwavel, die de bundel samenstelden.



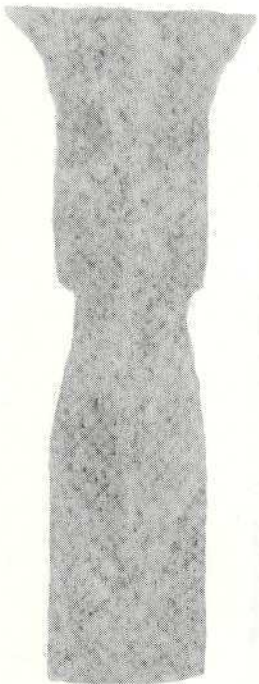
Figuur 1.36 Zwavelprint van een spoorstaaf met evenwijdige randen (27 kg/m 1838) uit puddel welijzer.



Figuur 1.37 Zwavelprint van het lijf van een golfspoorstaaf.



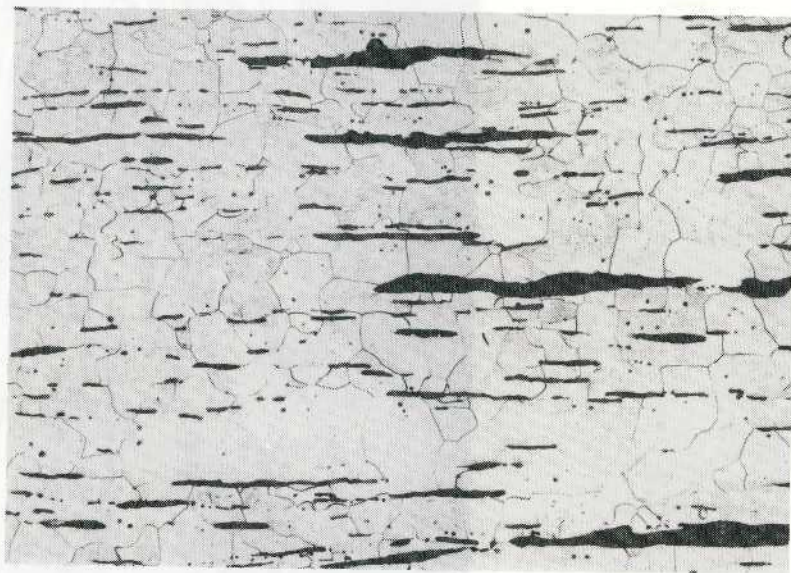
Figuur 1.38 Oberhofer-etsing van het onderste gedeelte van het lijf van de zwavelprint van fig. 1.37, 4,3 x vergroot. De verticale lijnen die na de etsing te voorschijn komen stemmen overeen met de stavenlagen.



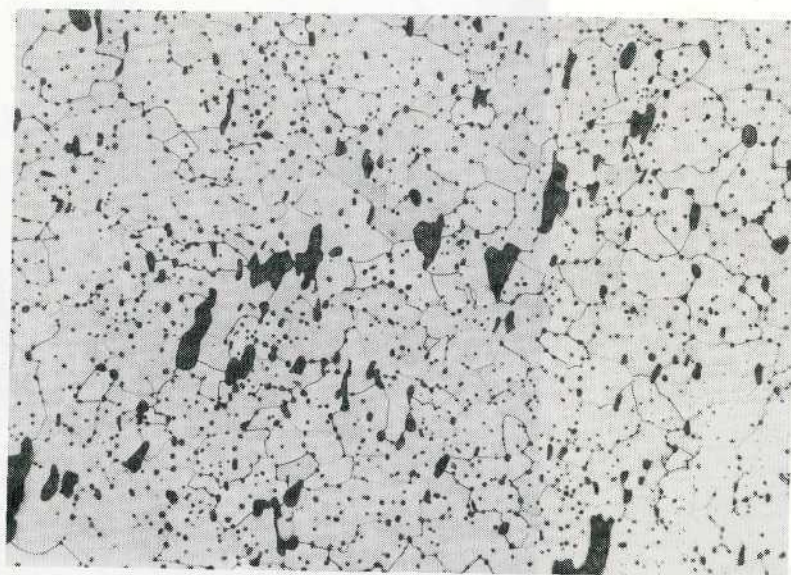
Figuur 1.39 Zwavelprint van het lijf van een spoorstaaf met gelijke hoogte. Het metaal is betrekkelijk homogeen.



Figuur 1.40 Oberhofer-etsing van het onderste gedeelte van het lijf van de zwavelprint van fig. 1.39, 4,3 x vergroot.



Figuur 1.41 Micrografie in laagsrichting van de spoorstaaf waarop de zwavelprent uitgevoerd werd. Nital-etsing, vergroting 100 x. De zwart gekleurde slakkenlierten zijn door het walsen uitgerokken. De korrels tekenen zich af als een veelhoekig mazennet.



Figuur 1.42 Micrografie in dwarsrichting van hetzelfde monster. Nital-etsing, vergroting 100 x. De slakkeninluitsels tekenen zich af als zwarte vlekken.

Het ijzer nr 2 of geweld ijzer, werd samengesteld uit bundels staven nr 1 die witgloeiend gewalst werden. De randen waren in dit geval scherper, de oppervlakten regelmatig en het breukvlak vertoonde een lichtgrijze kleur. Werden deze ijzers nr 2 opnieuw geweld, dan bekwam men ijzer nr 3 en zo voort.

Het ijzer werd vervolgens met behulp van metaalscharen tot een behoorlijke lengte teruggebracht om bundels te kunnen samenstellen.

Gewoonlijk was de bundel opgebouwd voor drie vierden uit lagen ijzer nr 1 en voor het overige uit lagen ijzer nrs 2, 3, 4. Laatstgenoemde lagen dienden als omhulsel of overdekking voor de ijzers nr. 1.

Elke staaf diende afzonderlijk genomen recht te zijn om de bundel juist te kunnen samenstellen. De lagen ijzer die de overdekking vormden mochten niet de minste scheur of kloof vertonen, want ingevolge het walsen konden die aanzienlijk groeien.

Het in België vervaardigd gietijzer, bestemd voor de gewone spoorstaven, bevatte grote hoeveelheden metaalslakken.

Deze voor de Belgische nijverheid typische legering van gietijzer en slakken, gaf na het puddelproces een hard ijzer dat gemakkelijk te wellen was en alle vereiste eigenschappen vertoonde voor de vervaardiging van railkoppen. (Fig. 1.35, 1.36, 1.37, 1.38, 1.39, 1.40, 1.41, 1.42).

Talrijke proeven, zowel in warme als in koude toestand, werden te Couillet uitgevoerd. Zij hadden ten doel de welbaarheid na te gaan van het gewoon ijzer, met lage siliciumhouding, dat in hierboven vermeld bedrijf aangewend werd voor de vervaardiging van railkoppen.

De gedane proeven wezen op de uitstekende kwaliteit van de spoorstaven met hoge slakkeninhoud. Het aantal spoorstaven dat tijdens de waarborgtermijn van 3 jaar uit de dienst werd genomen, was trouwens met twee derde verminderd.

De siliciumhoudende ijzers waren evenwel zeer broos en spoorstaven, uitsluitend daarvan vervaardigd, zouden slecht aan buiging weerstand geboden hebben. Daarom werden de delen van de bundels die overeenkwamen met de voet van de rail, samengesteld uit taaie ijzersoorten, afkomstig van gietijzersoorten van speciale kwaliteit.

Het wellen van voormelde ijzersoorten diende met bijzondere zorg te gebeuren en eiste het gebruik van tussenlagen als overgang van de ene ijzersoort naar de andere.

Bij de oververhitting werden de slakkenhoudende ijzers zeer broos en breekbaar en ze verloren hun taaiheid.

Daarom was het niet wenselijk ze meer dan één of twee wellingen te doen ondergaan. De beste produkten waren dan ook uitsluitend vervaardigd van ruw bewerkt ijzer, dat na één enkele gloeiing bewerkt werd.

De vervaardiging van de bundels.

De samenstelling van de bundels met speciale lagen of met overdekking, bestaande uit grof korrelig ijzer, bestemd voor het rijvlak en uit taai en zacht ijzer, voldeed aan de hiernavolgende twee voorwaarden, namelijk de hardheid en de weerstand.

De derde voorwaarde, namelijk de welbaarheid, bleef het moeilijkst te vervullen, ingevolge de verschillende ijzersoorten die aangewend werden.

Er werden gewoonlijk twee soorten bundels gebruikt : 1° rechthoekige bundels, meer hoog dan breed, waar de overdekkingen gevormd worden door naast elkaar geplaatste lagen staven met haakse wending of uit een enkel stuk;

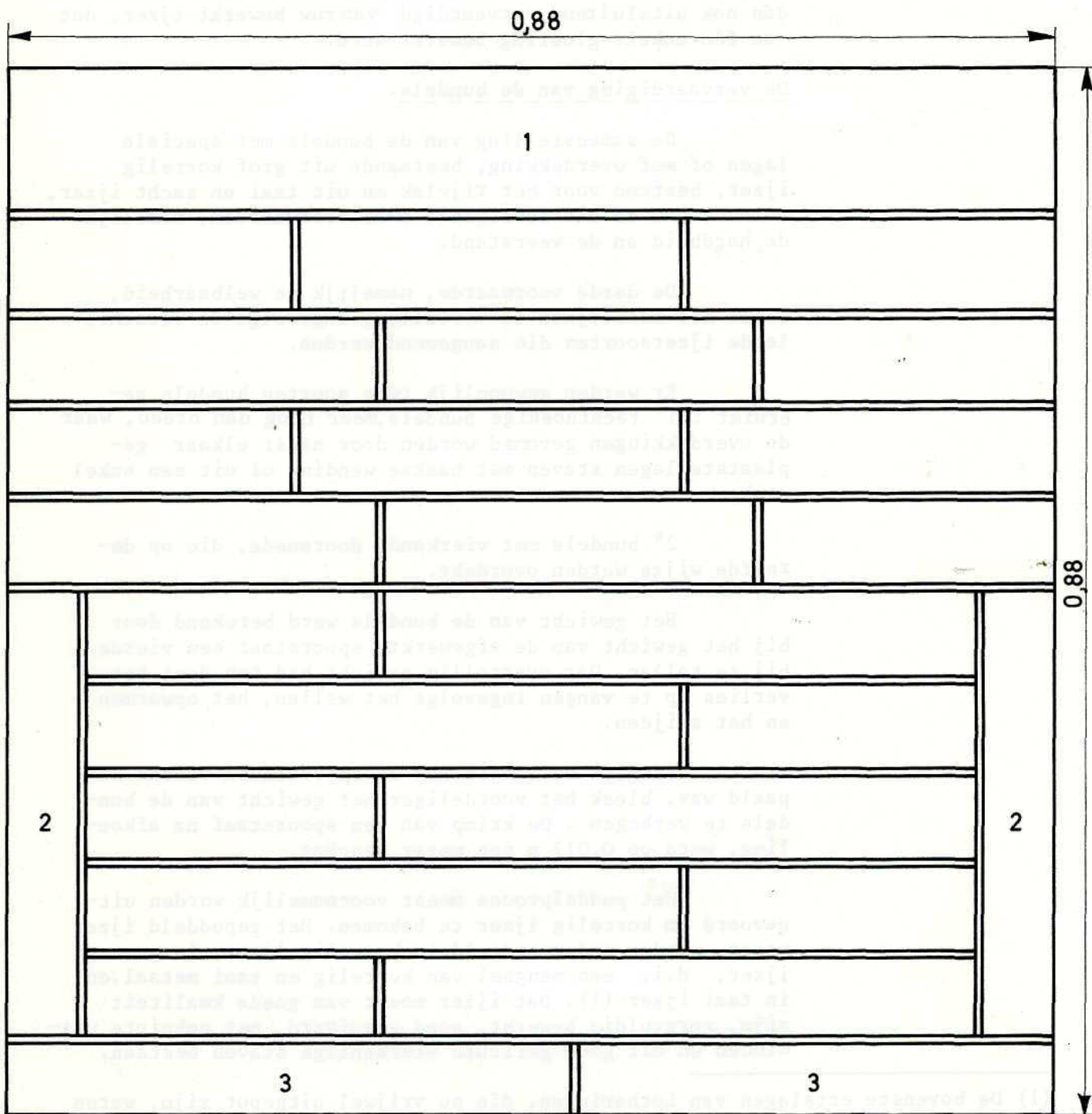
2° bundels met vierkante doorsnede, die op dezelfde wijze werden overdekt.

Het gewicht van de bundels werd berekend door bij het gewicht van de afgewerkte spoorstaaf een vierde bij te tellen. Dat overtollig gewicht had ten doel het verlies op te vangen ingevolge het wellen, het opwarmen en het snijden.

Vermits de lengte van de spoorstaven vooraf bepaald was, bleek het voordeliger het gewicht van de bundels te verhogen. De krimp van een spoorstaaf na afkoeling, werd op 0,017 m per meter geschat.

Het puddelproces moest voornamelijk worden uitgevoerd om korrelig ijzer te bekomen. Het gepuddeld ijzer moest worden onderverdeeld in korrelig ijzer, in gemengd ijzer, d.i. een mengsel van korrelig en taai metaal, en in taai ijzer (1). Dat ijzer moest van goede kwaliteit zijn, zorgvuldig bewerkt, goed gezuiverd, met geknippede uiteinden en uit goed gerichte vierkantige staven bestaan.

- (1) De bovenste ertslagen van Lotharingen, die nu vrijwel uitgeput zijn, waren samengesteld uit niervormige ertsophopen met lage fosforinhoud, die rijker aan ijzer waren dan de minette-ertslagen die nu gewonnen worden. Deze ertsen werden "sterk ijzer" genoemd, omdat zij na behandeling met houtskool, een taai en uitstekend ijzer verschaften. Deze ijzersoort liet zich zowel warm als koud plooiën. Men onderscheidde het "sterk en hard ijzer" en het "sterk en week ijzer". Zowel de ene als de andere soort konden een korrelige structuur vertonen. De korrels van het sterk en hard ijzer waren klein, wit en dof, zoals de korrels van staal, doch met dit verschil dat zij onregelmatig waren met bovenop hoekige en loskomende punten die bij de breuk zichtbaar werden. De korrels van de tweede soort waren dik, donker en glinsterend, ongeveer zoals de korrels van grijs gietijzer.



Figuur 1.43 Bundel voor Vignolespoorstaaf bestemd voor de "Compagnie du Nord".

In de bundels met overdekking, waar alleen maar korrelig ijzer mocht aangewend worden, was de walsrichting opgelegd.

Het stuk korrelig ijzer werd taai en nam een vezelige structuur aan na verhitting en smeden.

Het sterk en week ijzer nam gemakkelijker een taaie structuur aan dandevorige soort en vertoonde bovendien een langere, minder fijne en deegachtige vezel.

Het taai ijzer vertoonde steeds een donkerder kleur dan het korrelig ijzer. De kleur van de ijzervezels van het zacht taai ijzer hield het midden tussen zilverwit en loodgrijs, terwijl de vezel van het hard ijzer een zilverwitte kleur had.

Opdat de vezel zichtbaar zou worden, diende men het ijzer te kunnen rekken als het gehamerd werd.

Het sterk ijzer dat met houtskool in België werd vervaardigd, zoals bv. te Couvin, vertoonde een korrelig breukruiterlijk dat overeenkwam met dat van het Zweeds ijzer, maar men ontwaarde steeds blinkende punten die aan silicium konden worden toegeschreven.

Meestal bevatte het Belgisch sterk ijzer na bewerking met houtskool, zowel fosfor als silicium zodat het breukruiterlijk witachtig en blinkend was, met min of meer afgeplatte korrels.

De staven moesten even lang als de bundel zijn en hun breedte zodanig dat de voegen over de hele lengte overlapt werden. Elke laag had een regelmatige dikte : de aldus gevormde bundel met overdekking werd getrokken en zorgvuldig afgesneden tot staven die de lengte en de breedte hadden van de railbundel.

Het pak voor de vervaardiging van spoorstaven bestond aldus, van onderen en van boven uit stukken geweld ijzer uit een enkele lengte die een derde van de totale massa uitmaakten. In het midden werd het ruw geweld ijzer, het gemengd of het taai ijzer gelegd. De ruwe ijzerstaven mochten in twee of drie breedten gestapeld worden, voor zover de voegen elkaar goed overlaptten. Wat de lengte betreft, mochten er soms enkele staven in twee delen , in het middengedeelte van het pak voorkomen voor zover de kleinste tenminste 0,30m lang was en met zorg eind tegen eind werden geplaatst, zonder tussenruimten.

Ten slotte moest de basis een regelmatige dikte hebben.

- De bundel voor Vignole spoorstaven.

Bij de bereiding van de bundels voor Vignole-spoorstaven was de bovenste overdekking samengesteld uit hard korrelig ijzer; de onderste overdekking, waaruit de voet gevormd werd, werd samengesteld uit taai ijzer, beter bestand tegen trekspanningen. De bundel voor Vignolespoorstaaf van de

Chemin de fer du Nord français (fig. 1.43) had een breedte van 0,21 m, een hoogte van 0,22 m en een lengte van 0,90 m. Hij omvatte : een overdekking van 0,36 m dikte van korrelig geweld ijzer, bestaande uit verticaal geplaatste staven die de kop van de rail zouden vormen (nr. 1 fig. 1.43); twee lagen staven van taai ijzer, de ene verticaal en de andere horizontaal (nr. 2 en 3 fig. 1.43), dienden om de voet samen te stellen. Boven voornoemde staven bracht men een laag gemengd ijzer aan; ten slotte werd de tussenruimte met korrelig puddelijzer gevuld. De lagen van de overdekking werden dusdanig gewalst dat de breedte van de staven de verticale stand behield, terwijl de uitrekking de breedte op 0,22 m bracht en de dikte op 0,035 m tot 0,040 m.

De overdekking vertegenwoordigde qua gewicht ongeveer het vijfde van de totale massa en kwam overeen met een dikte van minstens 0,02 m metaal van het rijvlak op de afgewerkte doorsnede van de spoorstaaf.

- De bundel voor spoorstaaf met dubbele kop.

Het ijzer voor de samenstelling van de onderste en bovenste lagen van deze bundel moest hard zijn en aan samendrukking kunnen weerstaan.

- De herverwarming.

De herverwarming van de bundels voor spoorstaven vereiste aanzienlijk meer zorg en aandacht dan deze van bundels voor handelsijzers. Het korrelig ijzer bereikte veel vlugger de witgloeitemperatuur dan taai ijzer en koelde veel sneller af. Men droeg er zorg voor de bundels met de laag staven van korrelig ijzer op de haardzool te plaatsen, waarna men ze omdraaide om een gelijkvormige gloeitemperatuur te verkrijgen.

Als de overdekking van korrelig ijzer niet voldoende was verwarmd, kwam ze los of scheurde ze bij het walsen. Werden de bundels daarentegen te hard verwarmd, dan gingen zij opensplijten bij de doorgang door de eerste groef van de wals. De oververhitting werd bovendien aan het licht gebracht door de manier waarop de railuiteinden waren ontkorrelend en door het aantal barsten die men kon waarnemen in de overgang tussen kop en lijf.

De herverwarmingsovens die de walstreinen voor spoorstaven bedienden waren groter dan de gewone ovens. Een lading schommelde tussen vier tot vijf bundels van 180 tot 220 kg. Per werkperiode van 12 uur werden zes tot negen bundels verwerkt.

- Het walsen.

De walsafdeling voor spoorstaven vereiste een personeel dat van fabriek tot fabriek verschilde, maar dat gewoonlijk bestond uit vier tot tien man per werktijd van 12 uur : een walsmeester, een hulpwalser, opvangers en vier tot zes opheffers, waarvan twee vooraan en twee of vier achteraan.

De tekening van de groeven (kalibers genoemd) van de walscilinders voor rails toont voldoende aan hoe men bij het walsen te werk ging.

Bij het walsen van de bundels met overdekkingen was het vooral belangrijk dat de druk die uitgeoefend werd, gelijkmatig verdeeld was. Indien de overdekking niet op het gepaste ogenblik gewalst werd, koelde zij af en werd zij slecht geweld. Het gebeurde dat overdekkingen met goed gewelde lagen alleen transversaal in een zelfde laag gelast waren.

Sommige smederijen gebruikten de stoomhamer in plaats van de welwalsen, om de bundels aan elkaar te smeden. Dit ging met overdruk en gaf weinig verlenging, maar door de geringe snelheid was de bundel vóór het einde van de bewerking beneden de weltemperatuur gekomen. De stoomhamer had als nadeel

dat de lagen die reeds door het vlaksmeden geweld waren, nu ingevolge het op kant smeden loskwamen. In de grote railfabrieken waren de trio's en de omkeertrio's uitgerust met opheffers die het aantal door-gangen in dezelfde tijdseenheid verdubbelden.

Het was immers belangrijk het walsen snel te laten verlopen, wilde men het ijzer bij hoge temperatuur kunnen wellen.

Om die reden was het aantal omwentelingen groter bij het afwerken dan bij het vóórbewerken van de bundel.

Voor de zware profielen gebruikte men cilindrs van 0,45 tot 0,50 m diameter, met een tafel van 1,20m tot 1,40 m breedte, die met een omwentelingssnelheid van 55 tot 65 toeren per minuut aangedreven werden.

Laten wij nu achtereenvolgens beschrijven hoe men te werk ging bij het walsen van de verschillende profielen van welijzeren spoorstaven.

- Het walsen van de golfspoorstaaf.

De bundels die verwarmd werden tot witgloeitemperatuur doorliepen achtereenvolgens de drie vóórkalibers van de vóórwals.

Op die manier werden ze veranderd in vierkanten van 5 duim zijde.

Daarna kwamen de ijzers in een 4de kaliber om er tot platte staven van 3 1/2 duim breedte en 2 duim dikte vervormd te worden, die dan op hun beurt in een vijfde en zesde kaliber ingebracht werden om de railkop te vormen.

Daarna kwam de spoorstaaf in de eindwals.

De kalibrering van de onderste wals was excentrisch om de golving van de spoorstaaf tot stand te brengen. In de twee volgende kalibers werden de versterkingsribben van het lijf gevormd.

- Het walsen van spoorstaven met één kop, zoals gebruikt door de Belgische staatsspoorwegen.

Er werden twee walsmethodes aangewend : bij de ene gebruikte men een hoogkantig kaliber terwijl men bij de andere alleen in vlakke kalibers waiste.

De eerste werkwijze leverde een volmaaktere welling op, benevens zuiverder oppervlakten.

In de eerste drie kalibers ging men plat walsen, terwijl in het vierde kaliber op kant werd gewalst, waardoor het ijzer op de gewenste hoogte minus 3 mm werd gebracht.

De twee volgende kalibers waren weerom vlak : het eerste diende om de gewenste dikte te geven, terwijl het tweede de bevestigingsspie verwezenlijkte.

- Het walsen van spoorstaven met dubbele kop.

Men gebruikte slechts vlakke kalibers, waarvan de groeven gewoonlijk bij helften over beide walsen verdeeld waren (open kalibers). De bekomen verbreding was aanzienlijk, omdat de walsdruk in het midden van de bundel uitgeoefend werd, waardoor deze de neiging vertoonde om open te gaan.

De koppen werden in alle kalibers alzijdig bewerkt opdat zij niet zouden kloven.

Bij de aanvang was de walsdruk overwegend in het middengedeelte en zwak op de koppen doch bij de laatste doorgangen werden beide delen van het profiel geleidelijk aan op gelijke manier gedrukt.

Na het verlaten van het laatste kaliber werden de spoorstaven gericht en gezaagd terwijl ze nog warm waren.

- Het richten.

Het richten van de spoorstaven gebeurde door ze te hameren terwijl ze nog warm waren en op de richtbank lagen.

- Het zagen.

Het warm zagen van beide uiteinden gebeurde tegelijk of afwisselend onmiddellijk na het walsen.

Aan de beide uiteinden van de drijfas der zagen en in het verlengde van het eindwalskaliber waren twee zaagbanken opgesteld, de ene tussen de wals en de eerste zaag, de tweede wat verder. Wanneer de spoorstaaf op de eerste bank kwam, werd hij aan één kant gezaagd. Daarna werd hij op de tweede bank geduwd. Deze was voorzien van een stuit, waardoor de plaats van de tweede zaaglijn nauwkeurig bepaald werd.

- Het vijlen.

De gezaagde spoorstaaf die nog handwarm was, werd onmiddellijk naar de vijlers gebracht en vandaar naar de koudrichtmachines.

- Het koud richten.

Een stel persen zorgde voor het richten van 80 tot 100 t spoorstaven per week.

- Het boren en afwerken.

Tenslotte werden de spoorstaven aan de uiteinden met speciale werktuigen geboord en geschaafd.

Na het walsen was het niet geoorloofd enig deel van de spoorstaaf te warmen. Geen herstellingen van scheuren, walssplinters enz. hetzij koud hetzij warm waren toegestaan.

De gaten die bestemd waren voor de bouten van de lasplaten of de bevestigingsgaten op de draagstukken, moesten volkomen afgebraamd worden.

Een tekening die aan de leverancier overhandigd was, duidde de afmetingen en de juiste plaats aan van de te boren gaten.

- De gebreken en de middelen om die te voorkomen.

De ervaring had geleerd dat de spoorstaven van geweld ijzer steeds teniet gingen ingevolge onvolmaakte lassing van de samenstellende elementen van de bundel.

Na een min of meer lang tijdverloop ging het metaal ontbinden en de lagen maakten zich van elkaar los. Zeer dunne lamellen schilferden geleidelijk van de kop af.

Het probleem van het wellen van de overdekking met het overige deel van de bundel, baarde de meeste zorgen, gezien een goede verbinding de voornaamste voorwaarde was voor een lange levensduur van de spoorstaven.

Het had weinig nut, spoorstaven te vervaardigen van korrelig metaal, dat op min of meer hoge temperatuur verwarmd werd, indien de overdekking geen geheel vormde met het onderliggend metaal. Bij onvolmaakte verbinding kwam de overdekking, na enkele maanden dienst in het spoor, over hele lengten in banden los, zodat de spoorstaaf onbruikbaar werd.

Op die manier kon een spoorstaaf van taaier metaal twee tot drie jaar in de sporen in dienst blijven, terwijl een rail van korrelig metaal, maar met losgekomen overdekking, onmiddellijk moest weggenomen worden.

De moeilijkheid bij het wellen bestond hierin, dat de overdekking die van korrelig ijzer gemaakt was, een lagere weltemperatuur eiste dan het lijf van taai ijzer.

Wanneer men de bundel te hevig verwarmde om het metaal van het lijf tot witgloeitemperatuur te brengen, zodat deze zich met de overdekking goed verbond, dan was deze laatste verbrand of vertoonde ze barsten, zodat de spoorstaaf broos werd.

Men had trouwens opgemerkt dat als de gloeiing goed heet was, de minste vertraging bij het walsen tot gevolg had dat de oppervlakte van de bundels over een geringe diepte verbrandde, zodat de randen van de lagen zo onafhankelijk werden dat ze niet meer konden geweld worden.

Na het walsen van een dergelijke bundel tekenden de lagen zich duidelijk af, alhoewel het middendeel goed geweld was. Het uitzicht van de spoorstaaf was dus geen maatstaf voor de kwaliteit ervan.

Een andere factor die het wellen van de overdekking bemoeilijkte, was het feit dat zij was samengesteld uit lagen ruw bewerkt ijzer die meermaals verwarmd en gewalst geweest waren.

Men weet immers dat men slechts ijzers degelijk aan elkaar kan smeden indien die een gelijk aantal malen geweld waren.

Tenslotte was de overdekking dikker dan de onderste lagen, zodat zij niet op dezelfde manier in de wals verbogen werd, wat tot gevolg had dat er leemten tussen de lagen ontstonden of dat zij over elkaar gleden in het contactoppervlak.

1.2.3. De spoorstaaf van BESSEMERvloeistaal.

1.2.3.1. Algemeen

De uitvinding van Sir Henry BESSEMER, gedaan in 1855 bezegelde het lot van het gepuddeld ijzer, vermits het nu mogelijk was spoorstaven te walsen uit een homogeen blok vloeistaal.

Het BESSEMERproces was gesteund op de rechtstreekse reactie van samengeperste lucht op vloeibaar ruw ijzer.

De roering en de verbranding van de onzuiverheden van bepaalde ruwijzersoorten (met laag fosforgehalte, die alleen in Engeland aangetroffen werden) ingevolge de luchtstroom, het zogenoemd frissen, gaf een metaal dat de kenmerkende eigenschappen van "vloeistaal" vertoonde.

De bewerking werd in een speciaal peervormig toestel uitgevoerd dat "convertor" genoemd werd. Nadat het ruwijzer in de convertor was gebracht, werd de lucht door een reeks blaaspijpen onder aangepaste druk door het vloeibaar metaal gejaagd.

De te frissen metaal massa bleef gedurende de hele blaasduur vloeibaar. De inwerking van de luchtstroom werd voortgezet totdat het ruwijzer omgevormd was tot een soort overgeraffineerd of verbrand metaal. Dit niet smeedbaar en onbruikbaar produkt werd onmiddellijk omgezet in staal door toevoeging van "spiegelijzer" (Spiegeleisen).

De verbinding van de twee soorten ijzer gebeurde met zulke hevigheid dat de arbeiders op geen enkele manier iets moesten doen. Na enkele ogenblikken was alles tot een homogene massa vloeibaar staal omgezet.

Het aldus bekomen vloeistaal werd gewoonlijk in blokken gegoten die in smederijen door hameren of walsen tot verschillende handelsvoorwerpen werden bewerkt.

Dank zij dit nieuw proces konden belangrijke hoeveelheden homogeen vloeistaal, in de verschillende hardheidsgraden die door de constructienijverheid zo dringend gevraagd werden, vervaardigd worden.

De Belgische staatsspoorwegen schaften zich in 1862, te Sheffield, de eerste spoorstaven aan met dubbele kop van BESSEMERstaal.

Vanaf 1871 werden in België Vignolespoorstaven van 37 kg/m van BESSEMERstaal vervaardigd die op het Belgische net in dienst gesteld werden.

Het BESSEMER staalbedrijf van Seraing was uitgerust met twee convertoren, waarvan de ene een capaciteit had van drie ton en de andere van vijf of zes ton.

1.2.3.2. Het walsen.

Te Seraing werden de spoorstaven van BESSEMERstaal in twee gloeiingen vervaardigd. De eerste diende voor het hameren van de blokken en de andere was bestemd voor het walsen. Er waren twee walskooien, de ene voor het vóórwalsen en de andere voor het eindwalsen. De voorwalzen bezaten 7kalibers, terwijl de eindwals er 6 had, d.i. in totaal 13, evenveel als de welijzeren walstrein.

Elk kaliber, buiten het eerste waar het metaal soms tweemaal doorging, werd maar éénmaal door het walsstuk (in dit geval de toekomstige spoorstaaf) doorlopen.

Voor het walsen van stalen rails gebruikte men 8 hoogkantige kalibers, waarvan 4 in de vóórwals en 4 in de eindwals. Te Seraing moest geen enkele spoorstaaf worden afgekeurd.

Het richten, het afwerken, het boren, korter gezegd alle handbewerkingen gebeurden op dezelfde manier als voor de welijzeren spoorstaven doch met krachtiger werktuigen die door zes arbeiders bediend werden.

Men werkte een gewalste spoorstaaf in 5 minuten af, maar het gebruik van twee freesmachines in plaats van één zou die tijd aanzienlijk verkorten.

Bij de oprichting van het nieuwe BESSEMER staalbedrijf bij COCKERILL besloot men een reverseerwalstrein te bouwen.

Die walstrein werd in 1875 in dienst gesteld en kon met beperkte arbeidskrachten 365 t spoorstaven per dag voortbrengen.

Die nieuwe inrichtingen hadden voor gevolg dat de kostprijs van de stalen spoorstaaf gevoelig daalde zodat deze vanaf 1880 minder duur was dan de welijzeren spoorstaaf (149,39 F/t en zodoende deze laatste volledig verdrong.

1.2.4. De spoorstaaf van THOMASstaal.

De door de Engelsman Gilchrist THOMAS in 1878 gedane uitvinding maakte het mogelijk fosfor uit het gietijzer te verwijderen, waardoor de fosforhoudende minette-ertsen van Lotharingen nu ten volle gewaardeerd werden.

Deze nieuwe frismethode bezat de voordelen van het BESSEMERproces wat de snelheid van uitvoering betreffen maakte het nu mogelijk de ertsen van Lotharingen te gebruiken die voorheen geen afzet vonden (vandaar de benaming "minettes = petite mines", wegens hun

herkomst uit kleine mijnen).

Dank zij die uitvinding begon de opleving van Lotharingen op het einde van de vorige eeuw met de ontwikkeling van een bloeiende staalnijverheid zowel in de onmiddellijke omgeving van het mijnbekken als in ons land.

De fabrieken van Angleur en van Thy-le-Château werden in 1870 uitgerust met Thomas convertoren en leverden vanaf 1898 de eerste spoorstaven van Thomasstaal aan de Belgische staatsspoorwegen.

De leveringen van rails, vervaardigd van die staalsoort, gebeurden tot na de tweede wereldoorlog.

1.2.5. De spoorstaaf van staal gefrist met verrijkte lucht en van oxystaal.

Het gebruik van lucht met zuurstof verrijkt tot 30 % ($21\% O_2$ zijnde de normale inhoud van de atmosfeer) betekende het einde van het Thomasproces.

Vanaf 1945 werd die nieuwe frismethode voor railstaal aangewend.

Proeven om zuivere zuurstof ($99,5 - 99,5 \% O_2$) als friswind te gebruiken, werden weldra met succes bekroond, zodat van 1950 af de moderne hedendaagse oxystaalfrismethodes van fosforhoudende en hematietruwizer tot stand gebracht.

Men onderscheidt :

De vatfrisprocessen waaronder :

- de processen met verticale zuurstoflans zoals het LD proces (Linz Donawitz) waarbij hematietruwizer verwerkt wordt, en het LD AC proces (Linz Donawitz Arbed CNRM) dat ontworpen werd om fosforhoudend ruwizer te frissen (afkomstig van de minette ertsen);
- de processen met schuine zuurstoflans, zoals het Kaldo en de tandemoven;
- de processen waarbij zuivere zuurstof door de bodem geblazen wordt, zoals het OBMprocédé (Oxygène, Bodem, Maximilianhütte), dat de laatste Thomasconvertoren heeft vervangen.

1.2.6. De spoorstaven van staal vervaardigd met haardfrisprocessen.

- Het MARTIN proces, (door de Franse smelters P en E MARTIN in 1865 uitgevonden en waarbij een recuperatiestelsel van de verbrande gassen aangewend werd waaraan de gebroeders SIEMENS de laatste hand hebben gelegd, vandaar de naam SIEMENS-MARTIN-proces waarbij een mengsel van ruwizer en staalschroot in een vlamoven gesmolten werd. Dit proces was voornamelijk gebruikt voor het vervaardigen van

railstaal in Engeland, de Verenigde Staten en in Canada (doch ook in Duitsland en Frankrijk).

- In de vlamboogoven, waarin schrootladingen gesmolten worden, kan elektrostaal van goede kwaliteit vervaardigd worden (het eerste elektrostaal werd vervaardigd door Wilhelm SIEMENS in 1879).

Nu wordt elektrostaal nog steeds aangewend om spoorstaven van hooggelegerde staalsoorten te vervaardigen.

1.2.7. Het staal dat heden ten dage gewonnen wordt voor het vervaardigen van spoorstaven voor de N.M.B.S.

Het gewoon staal ("Regelgüte") wordt gewonnen in OBM- of LDAC-convertoren en het bijzondere kwaliteitsstaal wordt in vlamboogovens gefrist.

Deze twee processen zullen verder in dit werk uitvoeriger beschreven worden.

DE KUNST OM IJZER TE WINNEN IN HET GROOTHERTOGDOM LUXEMBURG.

Archeologische ontdekkingen hebben uitgewezen dat de kunst om ijzer te winnen reeds tijdens de Keltische en Gallo-romeinse periodes op het huidige grondgebied van het Groot-hertogdom bestond.

In het zuiden van het land heeft men immers oude galerijen teruggevonden die gegraven waren in de rijkste oölitische ijzerertslagen.

De uitbating van genoemde ertslagen gelegen in de verlenging van deze van Lotharingen geraakte nochtans volledig in het vergeetboek.

De alluviale ertslen daarentegen, waarvan de vindplaatsen verspreid waren over een gedeelte van het grondgebied en die gemakkelijker te behandelen waren, werden door de bewoners van de streek uitgebaat. Smederijen vestigden zich op gunstig gelegen plaatsen en voorname-lijk in het centrum van het land.

Ze werden door moderne bedrijven vervangen die opgericht werden in de nabijheid van de minette-vindplaatsen.

In 1870 werden te Esch-sur-Alzette de eerste hoogovens van het ijzerertsbekken gebouwd door de commanditaire handelsvereniging van de IJzergieterijen van Eich, de maatschappij van de Luxemburgse mijnen en de IJzergieterijen van Saarbrücken.

Sindsdien werden regelmatig nieuwe eenheden bijgebouwd.

Maar de werkelijke start van de Luxemburgse metallurgie situeert zich in het midden van de vorige eeuw, wanneer de maatschappij Auguste Metz & C^o er van bewust werd welk nut kon getrokken worden uit de belangrijke ertslagen van het zuiden van het land.

Deze maatschappij was de eerste om de "minette"-ertslen uit te baten en daarna in hoog-ovens te behandelen.

Dit experiment was echter niet doorslaggevend ingevolge het ontbreken van de spoorweg en de te hoge vervoerkosten langs de weg.

Het is merendeels om deze redenen dat de oude smederijen van het centrum van het land stilaan hun belang verloren.

De jonge industrie diende evenwel nog vele moeilijkheden te overbruggen. De algemene crisis van 1873-74 beproefde haar merkkelijk, maar de ernstigste en zelfs dodelijke bedreiging was van technische aard.

Inderdaad, de Luxemburgse ijzerindustrie produceerde met de minette-ertslen van het land enkel fosforhoudend ruwijzer.

Het is in 1878 dat de Engelsman Sidney Gilchrist Thomas zijn procédé voor het frissen van fosforrijk ruwijzer bekend maakte.

Op 21 april 1879 schafte de "N.V. Smederijen van Eich" zich het eerste uitbatingsrecht voor het vaste land aan.

In 1882 verenigde bovengenoemde maatschappij zich met de "N.V. der Mijnen van Luxemburg" en de "Smederijen Saarbrücken" om de "N.V. Hoogovens en Smederijen van Dudelange" op te richten met het inzicht het Thomasprocédé uit te baten.

En het is in Dudelange dat op 15 april 1886 de eerste lading Thomasstaal werd geblazen. Deze gedenkwaardige datum drukte een stempel op de prachtige ontwikkeling van de Luxemburgse staalnijverheid.

Terwijl het aantal hoogovens groeide bleef het Thomas-staalbereidingswerk van Dudelange het enigste in het land tot het begin van deze eeuw.

1919

Gemeenschappelijke stichting door ARBED en de Franse maatschappij "Schneider & Co" van de "Société Métallurgique des Terres Rouges" (die al de Luxemburgse — o.a. Belval — en de instellingen van Lotharingen groepeerde die tot dan toe toebehoorden aan de Duitse maatschappij "Rhein-Elbe Geisenkirchener Bergwerks A.G.⁽¹⁾).

1920

Stichting van het verkoopkantoor "COLUMETA".
Deelname in "Felten & Guillaume" (Duitsland), "TAMET" (Argentinië); "Paul Wurth" (Luxemburg) en de Steenkoolmijnen van Helchteren-Zolder (België).

1921

Sluiten van een samenwerkingscontract met "Cia Siderurgica" en stichting van de "Cia Siderurgica Belgo-Mineira".

1937

Opslorping van de "Métallurgique des Terres Rouges" (Esch-Belval).

1953

Opslorping van de spijkerfabriek en draadtrekkerij "des Flandres" te Gentbrugge (België).

1954

Meerderheidsdeelname in de "Minière des Terres Rouges".

1959

Aanvang van de staalwinning volgens het LD-AC procédé bij ARBED-Dudelange.

1962

Deelname van ARBED in het oprichten van SIDMAR (België).

1967

Opslorping van HADIR (heden: ARBED, afdelingen van Differdange en St-Ingbert).

1968

Hergroepering van de draadtrekkerijen van ARBED door stichting van "ARBED-Felten & Guillaume Tréfileries Réunies", die in 1974 de benaming "TreflARBED" aannam.

1970

Opslorping van de steenkoolmaatschappijen Terres Rouges, Ferdinand en Errouville.

1971

Deelname voor 50 % in het Saarlandse complex "Stahlwerke Röchling-Burbach GmbH" (SRB) bij dewelke de fabriek van Burbach werd gevoegd.

1973

Deelname in de maatschappij "Ateliers KIHN", Rumelange.

1974

Oprichting van "TreflARBED" die het beheer en de valorisatie verzekert van de afdelingen en dochtermaatschappijen op het gebied van de draadtrekkerijen.

1975

Deelname in Brazilië in de "Belgo-Mineira-Bekaert-Artefatos de Arame" die speciale draad voor luchtbanden vervaardigt.

1976

COLUMETA wordt TradeARBED. De benamingen van de vreemde dochtermaatschappijen worden geharmoniseerd.

1978

Deelname van 25 % in de "Métallurgique et Minière de Rodange-Athus (MMRA)".
Rechtstreekse deelname voor 98 % in "Röchling-Burbach", en onrechtstreeks voor 97 % in "Neunkirchen" en voor 32 % in "Dilling".
Herneming van de oude afkorting "ARBED S.A." als officiële handelsbenaming.

Historiek van de ARBED.

I. De Smederijen van Eich.

- 1838** Stichting van de commanditaire maatschappij "Auguste Metz & Co".
- 1846 - 48** Bouw van de eerste twee hoogovens te Eich.
- 1865** Omvorming van de maatschappij met aandelen onder de benaming "N.V. Smederijen van Eich".
- Bouw van cokeshoogovens te Dommel-dange.
- Verwerven van een belangrijk mijn domein in Frankrijk en Luxemburg.

1871 Gemeenschappelijke bouw door "De Smederijen van Eich", de "N.V. der Mijnen van Luxemburg" en de "Smederijen van Saarbrücken" van vier hoogovens te Esch s/Alzette.

1879 De "Smederijen van Eich" schaffen zich de uitbatingsrechten aan van het Thomas-procédé.

1882 Gemeenschappelijke bouw te Dudelange van een eerste Thomasstaalgietterij door de "Smederijen van Eich", de "N.V. der Mijnen van Luxemburg" en de "Smederijen van Saarbrücken".

1904 Nieuwe benaming van de maatschappij "Smederijen van Eich": "Le Gallais, Metz & Co".

II. De Mijnen van Luxemburg en de Smederijen van Saarbrücken.

1856 Aanschaffing van terreinen te Burbach en stichting van de maatschappij op aandelen van de "Smederijen van Saarbrücken".

1857 - 60 Bouw van de fabriek te Burbach.

1862 Stichting van de Belgische "N.V. der Mijnen van Luxemburg en de Smederijen van Saarbrücken".

1862 - 70 Verwerven door de maatschappij van een uitgestrekt mijn domein en uitbreiding van de installaties te Burbach.

1871 Bouw onder impuls van M. Victor Tesch, van vier hoogovens te Esch s/Alzette door de "N.V. der Mijnen van Luxemburg" en de "Smederijen van Saarbrücken" in gemeenschap met de "Smederijen van Eich".

III. De hoogovens en ijzergietterijen van Dudelange.

1882 Met het oog op de uitbating van het Thomas-procédé, stichting "N.V. Hoogovens en Smederijen van Dudelange" door de "N.V. der Mijnen van Luxemburg" en de "Smederijen van Saarbrücken" gemeenschappelijk met de "Smederijen van Eich", en bouw van de eerste Thomasstaalgietterij te Dudelange.

1886 De eerste lading Thomas-staal wordt te Dudelange geblazen.

1897 Directeur: Emile Mayrisch.

IV. De fabriek van Differdange.

1896 Oprichting van de "N.V. Hoogovens van Differdange".

1898 Aanschaffing door dezelfde maatschappij van de rechten voor het fabriceren van Grey-balken.

1899 Samensmelting van de maatschappij met de Westfaalse kolennijn Dannenbaum onder de handelsnaam "N.V. Hoogovens en kolennijn van Differdange-Dannenbaum".

1901 Overname van deze laatste maatschappij door de "Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten A.G., Bochum" die er haar afdeling Differdange van maakt.

1911 Bijeenbrengen van de gemeenschappelijke belangen van deze maatschappij met de "N.V. Hoogovens en Staalwerk van Rumelange-St-Ingbert".

1920 Overname van een consortium van Franse, Belgische en Luxemburgse maatschappijen, van de "N.V. Hoogovens en Staalwerk van Differdange-St-Ingbert-Rumelange (HADIR)", van de totaliteit van de Luxemburgse en Saarlandse eigendommen van de "Deutsch-Luxemburgische-Bergwerks- und Hütten A.G.".

1922 Stillleggen van de produktie te Rumelange.

1967 Opslorping van "HADIR" door "ARBED".

1911 Onder de benaming "Acieries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange" afgekort "ARBED", werd de maatschappij op 30 oktober 1911 opgericht.

Deze fusie was het werk van twee uitzonderlijke persoonlijkheden: Emile Mayrisch en Gaston Barbanson.

Op het ogenblik van de fusie was Emile Mayrisch directeur van de "N.V. der Hoogovens en Smederijen van Dudelange".

Bij haar oprichting in 1911, bezat Arbed 21 hoogovens, 3 elektrische ovens, 2 staalgietterijen en meerdere walsen.

In 1912 bedroeg de ruw-staalproduktie van deze bedrijven 824 500 ton.

1913

Starten van de nieuwe installaties van de fabrieken van Esch-Schiffange en Esch-Belval. Gemeenschappelijke belangen tussen ARBED en de kolennijnen van Eschweiler (EBV).

1919

Gemeenschappelijke stichting door ARBED en de Franse maatschappij "Schneider & Co" van de "Société Métallurgique des Terres Rouges" (die al de Luxemburgse — o. a. Belval —

OPENBARE WERKEN IN BELGIË

SPOORWEGEN EN GEWONE WEGEN.

1830 - 1839

RAPPORT

AAN DE WETGEVENDE KAMERS
OP 12 NOVEMBER 1839 VOORGELEGD
DOOR DE HEER MINISTER VAN OPENBARE WERKEN.

BRUSSEL,

WEDUWE H. REMY
DRUKKER DES KONINGS
O.L.V. TER SNEEUWSTRAAT

SPOORWEGEN EN GEWONE WEGEN (1830-1939)

INHOUDSOPGAVE VAN HET RAPPORT.

Afdeling I - Gedecreteerde spoorweglijnen; toegestane werken voor gewone wegen.

Afdeling II- Financieringsmaatregelen.

Afdeling III -Verslag.

A. SPOORWEGEN - AANLEG.

§ 1. Bondige uiteenzetting van wat werd gedaan en van wat er nog te doen valt.

§ 2. Aannemingen van werken, wijze waarop de overeenkomsten voor de grondwerken en de kunstwerken gesloten worden.

§ 3. De sporen en hun toebehoren.

§ 4. Exploitiematerieel : locomotieven en rijtuigen.

§ 5. Stations.

§ 6. Personeel.

§ 7. Voorschotten betaald tijdens de winter van 1838-1839 op verscheidene aannemingen.

§ 8. Het gebruik der fondsen goedgekeurd door de wetgever.

B. SPOORWEGEN - EXPLOITATIE.

§ 9. Administratie.

§ 10. Exploitatie-uitgaven.

§ 11. Ontvangsten.

C. GEWONE WEGEN.

§ 12. Gebruik van de kredieten van 6 miljoen en van 2 miljoen alsmede van het overschot van de heffingen aan de tolbomen sedert 1831.

Afdeling IV- Samenvatting.

Afdeling 1 : Gedecreteerde spoorweglijnen en toegestane werken voor gewone wegen.

Spoorwegen.

Het voorstel dat door de regering aan de Kamers werd voorgelegd op 19.6.1835 en dat de aanleiding was tot de goedkeuring van de wet van 1.5.1834, was gericht op de aanleg van een spoorweglijn vertrekkende van Mechelen met als eindpunt Verviers over Leuven, Tienen en Luik, met aftakkingen naar Brussel, Antwerpen en Oostende.

De regering beperkte zich tot het aanvragen van fondsen voor het eerste gedeelte van de lijn, nl. het vak Mechelen - Verviers alsmede voor de aftakkingen naar Brussel en Antwerpen.

De totstandbrenging van de lijn naar Oostende zou, alhoewel principieel tot de aanleg ervan besloten was, voorlopig naar latere datum worden verschoven.

De centrale sectie van de Kamer van Volksvertegenwoordigers diende een tegenvoorstel in, waarin een lijn van Brussel naar de Franse grens werd voorgesteld benevens het doortrekken van de lijn naar Verviers tot aan de Pruisische grens.

De uitvoering ervan moest gelijktijdig met de andere werken geschieden, als uitbreiding en aanvulling van het regeringsvoorstel.

De wet van 1.5.34 voorzag, steunende op het tegenvoorstel van de centrale Kamersectie, in de oprichting van een spoorwegnet in het Koninkrijk met als middenpunt Mechelen en met als lijnen :

in het oosten: naar de Pruisische grens over Leuven, Luik en Verviers;

in het noorden : naar Antwerpen;

in het westen: naar Oostende over Dendermonde, Gent en Brugge;

in het zuiden: naar Brussel en de Franse grens door Henegouwen.

De aldus door de wet ingestelde lijnen, waarvan de wetgever het gedetailleerd uitwerken van de trajecten aan de regering overliet, vertonen de volgende ontwikkeling :

		Lengte in meter	
		per baanvak	per lijn
<u>Oostelijke lijn</u>	Baanvak van Mechelen tot Leuven	23,750	
	Vertakking van het station Leuven naar de sporen van de kanaaldokken	943	
	Baanvak van Leuven tot Tienen	17,750	
	" van Tienen naar Waremmes	27,200	
	" van Waremmes naar Ans/Luik	18,900	
	" Ans aan de Maas (hellende vlakken)	6,627	
	Vertakking aan te leggen langsheen de kaaisporen langs de Maas te Luik (ongeveer)	2,000	136,363
	Brug op de Maas te Val-Benoit	150	
	Baanvak van de Maas naar Pepinster	20,043	
	" van Pepinster naar Verviers	4,000	
" van Verviers naar de Pruisische grens (ongeveer)	15,000		
<u>Noordelijke lijn</u>	Baanvak Mechelen - Antwerpen	23,500	
	Verlenging van het spoor naar de Schelde (ongeveer)	2,000	25,500
<u>Westelijke lijn</u>	Baanvak Mechelen - Dendermonde	26,700	
	" Dendermonde - Gent	30,500	
	" Gent - Brugge	44,500	127,111
	" Brugge - Oostende	23,500	
	Inrichting van het station Oostende en verlenging van de sporen tot aan de dokken	1,911	
<u>Zuidelijke lijn</u>	Baanvak Mechelen - Brussel	20,300	
	Vertakking voor de aansluiting van de nieuwe inrichtingen van het station Brussel Noord	2,010	
	Vertakking voor de aansluiting van de stations Brussel N en Z te Brussel	3,500	108,132
	Baanvak Brussel - Tubize	20,265	
	" Tubize - Soignies	17,106	
	" Soignies - Bergen	25,420	
	" Bergen - Quiévrain	19,531	
Totaal :			397,106

Wat overeenkomt met 79 1/2 mijlen van 5 000 meter.

Om rekening te houden met een voorbehoud opgenomen in de wet (nopens de concessies) stelde de regering in mei 1837 aan de Kamers voor, om bij de bestaande spoorweglijnen een nieuwe lijn te voegen, gaande van Gent naar de Franse grens via Kortrijk met aftakking naar Doornik.

Dit voorstel leidde tot de wet van 26.5.37, die bepaalt dat er eerst moet werk gemaakt worden van de spoorlijn naar Gent, naar de Franse grens en naar Doornik via Kortrijk, overeenkomstig het voorstel van de regering, en vervolgens van de spoorlijnen naar Namen, Limburg en Luxemburg, met voorbehoud nopens het tracé van de lijn naar Luxemburg, dat door een latere wet zou worden vastgelegd.

De spoorlijnen ingesteld door de wet van 26.5.37 vertonen de volgende ontwikkeling :

	Lengte in meters	
	per baanvak	per lijn
Lijn van Gent naar de Franse grens en naar Doornik via Kortrijk		
Baanvak van Gent naar Deinze-Petegem	15,274	{ 75,100
Baanvak van Deinze-Petegem naar Kortrijk	26,615	
Baanvak van Kortrijk naar Moeskroen naar de Franse grens	15,299	
Baanvak van Doornik naar de grens	17,912	
Lijn van Namen.		
Junctie van station Namen met de Maas	1,574	{ 66,074
Baanvak van Namen naar Mornimont	14,500	
Baanvak van Mornimont naar Braine-le-Comte	50,000	
Lijn naar Limburg		
Baanvak van Landen naar St.Truiden	10,802	10,802
Totaal		151,976

Wat overeenkomt met 30 1/2 mijlen van 5 000 meter, de vertakking naar Luxemburg niet inbegrepen.

Samenvatting van de gedecreteerde lijnen :

Wet van 1 mei 1834 397 196 meter

Wet van 26 mei 1837 151.976 meter

Totaal : 549.082 meter

Hetgeen afgerond 110 mijlen van 5 000 meter bedraagt.

Gewone wegen.

Voor de spoorwegen werden de lijnen, zoals wij hebben vermeld, specifiek vastgelegd door een wet.

Het bedrag van de uitgaven blijft echter onbepaald.

Voor de gewone wegen werd er een uitgavenbedrag vastgelegd zonder dat het traject wettelijk werd vastgelegd.

Er werden hiervoor twee kredieten geopend :

1° Wet van 2.5.1836 F 6 000 000

2° Wet van 1.6.1838 F 2 000 000

Totaal F 8 000 000

Die kredieten werden ter beschikking van de regering gesteld, onafhankelijk van het jaarlijkse overschot van de opbrengst der tolbomen.

Afdeling III

VERSLAG.

A. SPOORWEGEN. - AANLEG.

§ 1

Kort overzicht van wat er reeds werd gedaan en van wat er nog te doen valt.

Ten einde op een eenvoudige en gemakkelijk te begrijpen manier de ontwikkeling van het spoorwegnet en de vooruitgang van de werken aan te tonen leek het gepast om de hiernavolgende tabel op te maken, waarin punt voor punt worden behandeld :

- 1° de lengte van de gedecreteerde spoorweglijnen;
- 2° de lengte van de opengestelde lijnen;
- 3° de lengte van de in aanleg zijnde lijnen;
- 4° de lengte van de nog aan te leggen lijnen, d.w.z. die lijnen waar men nog niet is begonnen met de werken.

18,900	18,900	
112,200	112,200	
50,300	50,300	
125,400	125,400	

TOESTAND DER SPOORWEGWERKEN.

WET VAN 1 MEI 1834.	Gedecre- teerde lijnen	Opengesteld voor het verkeer	
		Lengte in meter	
		per baanvak	per lijn
<u>Oostelijke lijn :</u>			
Baanvak Mechelen - Leuven	23,750	23,750	
Vertakking van het station Leuven naar de sporen in de kanaaldokken	943	,	
Baanvak van Leuven tot Tienen	17,750	17,750	
Id. Tienen naar Waremmes	27,200	27,200	
Id. Waremmes naar Ans bij Luik	18,900	18,900	
Id. van Ans naar de Maas (hellende vlak	6,672	,	87,600
Vertakking aan te leggen langs de kaaisporen van de Maas tot ongeveer in Luik.	2,000	,	
Brug over de Maas te Val-Benoit	150	,	
Baanvak van de Maas tot Pepinster	20,043	,	
Id. van Pepinster tot Verviers	4,000	,	
Id. Pruissische grens(ongeveer)	15,000	,	
<u>Noordelijke lijn :</u>			
Baanvak van Mechelen tot Antwerpen	23,500	21,500	23,500
Verlenging van het spoor naar de Schelde (ongeveer)	2,000	,	
<u>Westelijke lijn :</u>			
Baanvak van Mechelen tot Dendermonde	26,700	26,700	
Id Dendermonde tot Gent	30,500	30,500	
Id Gent tot Brugge	44,500	44,500	125,200
Id. Brugge tot Oostende	23,500	23,500	
Inrichting station Oostende en ver- lenging van het spoor tot aan de dokken	1,911	,	
<u>Zuidelijke lijn :</u>			
Baanvak van Mechelen tot Brussel	20,300	20,300	
Vertakking voor de aansluiting van de nieuwe inrichtingen van het station Brussel-Noord	2,010	,	
Vertakking voor de aansluitingen van de stations Brussel-Noord en Brussel Zuid	3,500	,	20,300
Baanvak van Brussel tot Tubize	20,265	,	
Id. Tubize tot Soignies	17,106	,	
Id. Soignies tot Bergen	25,420	,	
Id. Bergen tot Quiévrain	19,531	,	
Totaal		256,600 =====	

In uitvoering		Nog uit te voeren		Opmerkingen
Lengte in meter.		Lengte in meter		
per baanvak	per lijn	per baanvak	per lijn	
,		,		* De aanbesteding zal plaats hebben op 20 november 1839. Maar de verbinding die het voorwerp van uitmaakt, wordt door de plaatselijke overheid onvoldoende geacht.
,		943*		
,		,		
6,672	6,777	,	41,986	** De aanbesteding zal plaats hebben op 20 november 1839
,		2,000		
150		20,043		
,		4,000		
,		15,000		
,		,	2,000	
,		2,000	2,000	
,		,		
1,911	1,911	,	,	
1,911		,		
,		,		
,		2,010		* De werken op dit baanvak zijn bijna voltooid
,	20,265	3,500	67,567	** De werken werden goedgekeurd van Tubize tot Hennuyères over een lengte van 5,783m
20,265*		,		*** De aanbesteding zal plaats hebben op 18 december 1839 voor het gedeelte van Soignies tot Jurbizè over een lengte van 13,269 m
,		17,106**		
,		25,420***		
,		19,531		
	28,953		111,553	
	=====		=====	

	Gedecre- teerde lijnen	Opengesteld voor het verkeer	
		Lengte in meter	
		per baanvak	per lijn
<u>WET VAN 26 MEI 1837</u>			
<u>Lijn van Gent naar de Franse grens en naar Doornik via Kortrijk.</u>			
Baanvak van Gent tot Deinze-Petegem	15,274*	15,274	|
Id. Deinze-Petegem tot Kortrijk	26,615	26,615	| 41,889
Id. Kortrijk tot de Franse grens	15,299	,	|
Id. Kortrijk tot de grens	17,912	,	|
<u>Lijn van Namen.</u>			
Vertakking van de Maas tot het station van Namen	1,574	,	|
Baanvak van Namen naar Mornimont	14,500	,	|
Id. Mornimont naar Eigen- brakel	50,000	,	|
<u>Lijn van Limburg</u>			
Baanvak van Landen naar St.Truiden	10,802	10,802	| 10,802
Vertakking naar Luxemburg (pro memorie)			|
Totaal :			| 52,691 =====
<u>SAMENVATTING.</u>			
Wet van 1 mei 1834			| 256,000
Wet van 26 mei 1837			| 52,691
Algemeen totaal :			| 300,291 =====

In uitvoering		Nog uit te voeren		Opmerkingen
Lengte in meter		Lengte in meter		
per baanvak	per lijn	per baanvak	per lijn	
,	,	15,299	33,211	* De lengte van het baanvak is 17,175m met inbegrip van een gemeenschappelijk gedeelte van 1,901 m voorde baanvakken van Gent tot Deinze en van Gent naar Brugge
,	,	17,912		
14,500	14,500	1,574	51,574	
,		50,000		
	14,500		84,785	
	=====		=====	
	28,953		111,553	
	14,500		84,785	
	43,453		196,338	
	=====		=====	

Uit die tabel blijkt dat op een totaal gedecreteerd spoorweganet van 549 km (110 mijlen), in mei 1834 en in mei 1837, er reeds 309 km of 62 mijlen volledig worden geëxploiteerd.

Er dient bovendien te worden opgemerkt dat :

1° de in uitvoering zijnde werken op dit oogenblik lopen over een lengte van 43 1/2 km waarin begrepen zijn de bouw van het Oostendse binnenstation, de aanleg van de hellende vlakken in Luik, de grote Maasbrug en de voltooiing van de lijn Brussel-Tubize;

2° bijna alle definitieve studies werden voltooid over het gehele net en over bijna alle grote vraagstukken die de oorzaak waren van enige vertraging werd een beslissing genomen;

nieuwe aanbestedingen zijn aangekondigd of zullen het worden, de zeer belangrijke aanbesteding van de werken van de lijn Maas - Pepinster werd vastgesteld op 20 november en zal onmiddellijk gevolgd worden door die van de lijn Pepinster - Pruisische grens.

§ 2

Aannemingen van werken, wijze waarop de overeenkomst voor de grondwerken en de kunstwerken gesloten werden.

De eerste vraag die in 1834 was gerezen toen men over de uitvoering sprak, was of men de werken aan de verschillende spoorwegsecties aan één en dezelfde onderneming zou toewijzen, zoals dat de gewoonte was voor de gewone wegen.

Daarin zou dan ook de toelevering van alle materiaal en de aanwending ervan begrepen zijn.

Het antwoord hierop was negatief, zodat men het werk aan ieder baanvak gesplitst heeft (arbeidskrachten en materiaal) en met een reeks ondernemingen hiernavolgende overeenkomsten gesloten heeft.

Voor de grondwerken en de kunstwerken;
voor de toelevering van de houten draagstukken:
voor alle ijzerwaren van de spoorwegen
(spoorstaven, oplegstoelen voor spoorstaven, pennen en spieën);
voor de aanleg en de fundering van de sporen.

Soms werden de aannemingen van de laatste groep gesplitst, namelijk wanneer de Staat zand of grint zelf leverde.

De grondwerken werden eerst toegewezen volgens een prijsboderel en vervolgens globaal toegewezen voor een forfaitair bedrag.

De draagstukken werden globaal aanbesteed, telkens per partijen van 1000, 2000 en zelfs 3000 stuks.

Alle ijzerwaren werden aanbesteed bij tamelijk belangrijke hoeveelheden (bv. 1000 of 2000 ton) en vervolgens in beperkter hoeveelheden. Bij elke toelevering van ijzerwaren werden principieel de oplegstoelen, de pennen en spieën inbegrepen (zie § 3).

De prijs werd vastgesteld per ton voor het getrokken ijzer (spoorstaven) het gietijzer (oplegstoelen) en het gesmeed ijzer (pennen en spieën).

De verdeling van de leveringen aan verschillende ondernemingen, volgens het hierboven vermelde onderscheid, werd over het algemeen tot op heden behouden.

Maar de voorwaarden voor de aanneming van grond- en kunstwerken werden grondig gewijzigd.

Principieel moesten de toewijzingen van die werken geschieden op basis van eenvoudige voorontwerpen en prijsboderellen.

Men ging over tot toewijzing, niet van de uit te voeren werken, maar van de reeks kostprijzen die moesten dienen om de afrekening te maken.

De laagste offerte was het resultaat van de toepassing van de prijzen van elke concurrent op de vermoedelijke hoeveelheden vervat in de voorontwerpen.

Die hoeveelheden werden geheim gehouden in de eerste toewijzing, en in de volgende openbaar gemaakt.

Die werkwijze werd vooreerst als volgt gewijzigd :

- 1° De ontwerpen werden volledig bestudeerd en vastgelegd alvorens de toewijzing werd gedaan, wat het mogelijk maakte de uit te voeren werken nauwkeuriger te bepalen;
- 2° de administratie stelde zelf een reeks prijzen op, waarop de aanbesteder gelijkvormige prijsverminderingen van 1, 2, 3 enz. ten honderd diende aan te brengen.

Het is die prijsvermindering, op het geheel der prijzen van de administratie, die de laagste intekenaar bepaalde.

De werken aan de twee baanvakken van Gent naar Kortrijk werden op die manier toegewezen.

Dank zij de ervaring die enerzijds door de ondernemingen en anderzijds door de administratie werd opgedaan, kon men nog verder gaan, namelijk door het stelsel van prijsboderellen te vervangen door een systeem van globale toewijzing van de werken.

Niettemin heb ik, toen er werd overgegaan op dit systeem dat sinds lang gebruikt werd bij de bouw van gewone wegen en bruggen, een belangrijke wijziging ingevoerd.

Deze bestaat erin het stelsel van prijsboderellen te behouden als een uitzonderlijke manier van afrekening, toe te passen bij de hoeveelheden die te veel of te weinig geleverd werden en die te wijten kunnen zijn aan wijzigingen van de werken waarvan de noodzaak zich tijdens de uitvoering ervan tot uiting kwam en die trouwens alleen door de minister kunnen worden aanbevolen.

Dit stelsel vereist het voorafgaandelijk opmaken van alle uitvoeringsplannen en een volledige beschrijving van de uit te voeren werken.

Van de ondernemer wordt geëist dat alle werken worden uitgevoerd voor een globale prijs die vooraf werd vastgesteld en die onveranderd blijft. De ondernemer wordt immers geacht de juistheid van de gegevens van het lastenkohier te hebben nagegaan aan de hand van controles ter plaatse, berekeningen en studie van de plannen.

Geen hoeveelheid materiaal die te veel of te weinig werd geschat kan aanleiding geven tot een afrekening ten voordele van de staat of ten voordele van de ondernemer.

Onafhankelijk van twee persoonlijke borgstellingen, waarbij men zich solidair tegenover de voornaamste ondernemers verbindt, vereisten de lastenkohieren een reële borgstelling in geld, schatkistbons of in obligaties van staatsleningen.

Ten slotte is het nodig gebleken aan de administratie een grote onafhankelijkheid toe te kennen bij de goedkeuring van een aanbesteding. Gewoonlijk wordt er bepaald dat de minister niet verplicht is zijn keuze te rechtvaardigen en dat het hem toegestaan is de laagste offertes terzijde te schuiven en een hogere offerte te aanvaarden.

Die vrijheid mag echter niet te ruim worden toegepast.

De hiernavolgende tabel nr. II vermeldt de ondernemingen die volgens de vermelde principes werden verkozen om de werken uit te voeren, en geeft een vergelijkend overzicht van de schattingen die werden ingediend en van de totale werkelijke kostprijs van de werken.

Men heeft over het algemeen genomen, een minderprijs van ongeveer 9 % vastgesteld ten opzichte van de schattingen.

De resultaten zijn zeer bevredigend.

Er moet ook nog opgemerkt worden dat de werken met de grootst mogelijke regelmatigheid worden uitgevoerd, dank zij een soort voorwetenschap die het kenmerk is van de lastenkohieren, die na zeer zorgvuldige studies werden opgesteld.

Tabel nr II

Lastenkohier Nr.	Toege- staan op	Aanduiding van de werken	Raming van de werken	Bedrag van de aanne- ming	Werk toege- wezen aan
	2 feb. 1838	Grondwerken, van Vorst naar Tubize, baanvak van Brussel naar Tubize	123 295,48	112 198,88	N.Deltenre
	23 mei 1838	Grond- en kunstwerken op het baanvak van Landen naar St.Truiden	366 120,87	344 345,00	P.Schaken
	12 nov. 1838	Grond- en kunstwerken op het baanvak Ans naar de Maas	1 335 282,43	1 184 063,85	H. Borguet
3	5 jan. 1839	Grond- en kunstwerken van Lembeek tot Tubize, baanvak van Brussel naar Tubize.	177 700,69	177 700,69	Deltenre, Dupont en Guilmot
4	10 jan. 1839	Aanleg brug over de Maas te Val-Benoit	1 155 000,00	1 019 000,00	M.Franck
11	13 jan. 1839	Grond- en kunstwerken van aan de Nieuwe Molen tot Vorst, baanvak Brussel - Tubize	56 561,17	58 700,00	Van Overbeke
21	9 maart 1839	Grond- en kunstwerken op het baanvak van Namen naar Mornimont	576 925,20	528 679,00	P.Schaken

Lastenkohier		Aanduiding der werken	Raming der werken	Bedrag van de aanne- ming	Werk toege- wezen aan
Nr.	Toege- staan op				
22	9 maart 1839	Spoorwerken (hoofd- spoor) op het baanvak van Deinze-Petegem tot Kortrijk	444 900,00	414 000,00	B. Parent
31	4 april 1839	Spoorwerken van uit- wijksporen, van Mechelen naar Kapellen en van Mechelen naar Haacht	236 000,00	189 050,00	Jacobs- Danhieux en Blomme
23	6 april 1839	Omheiningswerken van het station Bogaarden; bouwen van steunmuren	52 053,04	54 900,00	Belot
36	20 april 1839	Spoorwerken (hoofd- spoor) op het baanvak Gent naar Deinze-Petegem	172 300,00	168 854,00	B. Parent
39	20 april 1839	Levering van 12,000 m ³ zand voor de spoorleggingswerken op het baanvak Gent naar Kortrijk	163 200,00	117 500,00	R. De Boom
48	2 mei 1839	Grond- en kunstwerken nodig voor de aftakking in de stad Oostende	181 348,18	196 000,00	J. F. Bogaert
54	16 mei 1839	Grondwerken (aanhogen van leemten) kunstwerken, af- takking van de Samber enz. uit te voeren op het baanvak van Namen tot Mornimont	449 036,89	510 000,00	P. Schaken
66	7 juni 1839	Eindwerken van de ophoging van het Bogaardenstation	116 148,18	107 980,00	Machiels
70	10 juni 1839	Grond- en kunstwerken en afwerking van het baanvak Tienen tot Ans	746 073,61	647 000,00	Besulieu
87	15 juli 1839	Aanleg omheiningmuur ten oosten van het Bogaarden- station	31 445,54	26 945,00	Belot
97	20 juli 1839	Werken voor het leggen van uitwijkingsspoor, van Den- dermonde tot Buggenhout, van Dendermonde tot Oudegem en van Gent tot Melle	171 482,60	156 139,00	R. De Boom
119	9 okt. 1839	Grond- en kunstwerken van het baanvak Tubize naar Hennuyères	374 751,79	299 000,00	E. Riche
			6 929 625,67	6 312 055,42	

§ 3

Spoorstaven en toebehoren.

Twee modellen spoorstaven werden door de spoorwegen aangewend :

- 1° de golfspoorstaven;
- 2° de evenwijdige spoorstaven.

De golfspoorstaven.

De spoorstaven van 4,57 m lengte zijn verdeeld in vijf overspanningen, elk van 0,914 m lengte (= 1 yard).

In hun voorontwerp (Memorie van 1933) vermeldden de heren Simons en De Ridder hun bedoeling om spoorstaven van 35 pond te gebruiken (17 kg). De prijs van de spoorstaven werd in die tijd geraamd op 400 F per ton.

Vermits die richtprijs niet was bereikt, kon het gewicht naar verhouding worden opgevoerd.

Voor de eerste toewijzing werd de levering in twee partijen gesplitst, en wel staven van 80 kg en 90 kg (17,50 en 19,70 kg per strekkende meter. Bij de volgende toewijzingen werd het model van 80 kg niet meer aangewend. Sinds einde 1836 werd het gewicht op 98 kg per staaf gebracht, d.i. 21,7 kg per strekkende meter.

Het gewicht van de oplegstoelen heeft dezelfde evolutie door- gemaakt. Bij de eerste toewijzing in 1834 werd het in het lasten- kohier als volgt bepaald :

	<u>eindstoelen</u>	<u>tussenliggende stoelen</u>
spoorstaven van 80 kg	6,35	5,66
spoorstaven van 90 kg	7,25	6,33

In 1835 werd bij een aanbesteding die enkel liep over spoor- staven van 90 kg, het gewicht van de stoelen bepaald op 6,80 kg voor de kleinere en op 7,40 kg voor de grotere.

Ten slotte werd het gewicht op 7,50 kg gebracht voor de klei- nere en op 9,25 kg voor de grotere.

De evenwijdige spoorstaven.

Op voorstel van de ingenieurs belast met de aanleg van de lijnen van Gent naar Rijsel en Doornik en de lijnen van Brussel naar Bergen en Namen ging het departement van Openbare Werken over tot het gebruik van evenwijdige spoorstaven. Het is onder meer in Engeland trouwens helemaal niet zeldzaam dat men op één en dezelfde lijn de twee soorten spoorstaven gebruikt.

Men gebruikt die evenwijdige spoorstaven zoals de golfspoor- staven, in lengten met vijf overspanningen en men aanvaardt 2 tot 3 procent spoorstaven met 4 overspanningen en evenveel met 6 over- spanningen.

De overspanning van de golfspoorstaaf is zoals gezien 0,914 m lang, terwijl die van de evenwijdige spoorstaaf werd verminderd tot 0,90 m.

Het gewicht van de evenwijdige spoorstaven varieert van 25 tot 26 kg per strekkende meter.

De stoelen voor evenwijdige spoorstaven hebben het volgende gewicht :

Eindstoelen	10,25 tot 11 kg
Tussenliggende stoelen	8,75 tot 9,5 kg.

Behalve 200 ton in Engeland in 1834 aangekocht, als model en vergelijkingsmaatstaf, werden al de spoorstaven door onze eigen industriëlen geleverd.

Tot in 1838 werden alle spoorstaven bij onderhandse overeenkomsten aangekocht.

Men had wel reeds een poging gedaan om door middel van openbare aanbesteding te werken, zowel in 1834 als in 1835, doch die pogingen slaagden niet.

Een openbare aanbesteding werd in 1834 uitgeschreven, gesteund op een lastenkohier van 25 juni 1834.

Aangezien de uitslagen niet bevredigend werden geacht, stemden de heren Cockerill en Dupont, die de laagste offerten hadden ingeleverd ermee in om, bij een onderhandse overeenkomst een prijsverlaging te aanvaarden. Op die manier werden de eerste aankopen afgehandeld.

In 1835 vond er een aanbesteding plaats op 22 april en een heraanbesteding op 15 juli, ingevolge een lastenkohier goedgekeurd op 28 maart.

De gevraagde prijzen waren zo hoog dat men meende op geen enkele van de offertes te moeten ingaan.

Het was trouwens klaarblijkelijk dat de aanbestedingen niet be-
duidend waren, door het gebrek aan werkelijke concurrentie, zodat de prijs onvermijdelijk verhoogde.

De hoeveelheden die het voorwerp van de aanbesteding hadden uitgemaakt werden later door de heer Cockerill uitgevoerd, ingevolge een onderhandse toewijzing.

Dit gering succes van de openbare aanbestedingen hoeft geen verwondering te baren, aangezien het vervaardigen van spoorstaven een nieuwe industriële tak was, waarvoor men moderne werkplaatsen en machines moest in gebruik nemen.

Verder was de stijging van de ijzerprijs, die voornamelijk in 1836 optrad er de oorzaak van dat vele ijzersmederijen zich meer gingen toeleggen op het vervaardigen van ijzeren staven, wat zeer winstgevend en relatief gemakkelijk was.

In 1838 werd een nieuwe poging tot openbare aanbesteding ondernomen en deze keer met succes.

Er was nu immers een echte concurrentie ontstaan, omdat verschillende smederijen zich de nodige uitrusting hadden aangeschaft voor het vervaardigen van spoorstaven en toebehoren.

Zo werd dan op 12 september een hoeveelheid van 850 ton toegewezen aan de ondernemingen van Couillet en Acoz.

Die toewijzing zou sindsdien als basis dienen voor onderhandse aankopen bij één of andere onderneming.

Het aantal ondernemingen dat meedong voor de levering van de spoorstaven is steeds toegenomen; deze zijn op heden vertegenwoordigd door M. Cockerill, de Maatschappij van Couillet, de Maatschappij van Ougrée, M. De Dorlodot d'Acoz, de Maatschappij van Monceau, de Maatschappij van de "fabrique de fer du Houyoux" en M. Dupont du Fayt.

Tot in 1838 was bij de levering van de spoorstaven ook de levering van de bijbehorende materialen begrepen (stoelen, staven, pennen en spieën). Tijdens dat jaar echter ging men over tot het splitsen van de aankopen van ijzer en van gietwerk.

De ondernemingen die werden aangesproken voor de levering van die materialen zijn Marcellis (Luik), Lens-Detienne (Côron-Meuse), Destombes (Bergen), de Maatschappij van Châtelineau, de "fabrique de fer du Houyoux".

Wat de prijzen betreft, geven de twee overeenkomsten, gesloten in juli 1834 met de HH. Cockerill en Dupont, ons een gemiddelde.

De aanbieding van de heer Cockerill, van 24 juni 1835, die daarop volgde, alhoewel ze hoger was, bleek weldra merkkelijk onder de marktprijs te liggen.

Ten slotte, met de overeenkomst van 4 juli 1836 met M. Cockerill, bereikt de prijs van het ijzer zijn hoogste punt. Pas in juli 1837 werd door de Maatschappij van Couillet een terugkeer naar lagere prijzen ingeluid.

Een ton spoorstaven die in 1834 te Mechelen gebracht zowat 360 F kostte, steeg achtereenvolgens tot 375 en 445 F en daalde vervolgens tot 420 en 400 F en tenslotte tot de huidige prijs van 340 F, lager dan in 1834.

De belangrijkste bestellingen werden genoteerd vooraleer de prijzen stegen. Sinds die stijging bedroegen de grootste bestellingen steeds 1000 ton, terwijl de gemiddelde bestellingen nooit de 200 tot 500 ton overtroffen. Een uitzondering dient te worden gemaakt voor de overeenkomst met M. Cockerill van 4 juli 1836, welke op een buitengewone bestelling sloeg die noodzakelijk was wegens ongewone omstandigheden en trouwens naar believen van het beheer opzegbaar was.

Normaal waren bestellingen van enige omvang vereist wilde men bekomen dat de smederijen de investeringen deden in proefvervaardigingen en eerste aanleg, nodig voor de vervaardiging van spoorstaven.

Na de plotselinge stijging en dan het begin van de daling leek het veiliger kleinere bestellingen te plaatsen. Dat was trouwens het enige middel om tot een rechtvaardige verdeling te komen onder de verschillende ondernemingen die zich de nodige uitrusting hadden aangeschaft.

De industriële en commerciële crisis van de laatste maanden van 1838 heeft de regering doen besluiten om bestellingen van spoorstaven te plaatsen die de huidige vraag ver overtreffen.

Die bestellingen hebben de gevolgen van de stagnatie van de ijzerindustrie enigszins verzacht.

Hier moet nog worden aan toegevoegd dat de levering van materiaal dat niet onmiddellijk kon worden aangewend, de regering geen schade heeft toegebracht vermits de matiging van de prijzen het verlies van interest grotendeels goedmaakt.

De hierna volgende tabel nr III(1) bevat zeer gedetailleerde gegevens over de bestellingen van spoorstaven en het bijbehorende materiaal.

Uit de tabel blijkt het volgende:

1° er werden 62 bestellingen geplaatst ;	
2° ze liepen over 31,584 ton spoorstaven;	
3° er werden geleverd—spoorstaven	23 721 ton
- stoelen	9 901 ton
- pennen en spieën	1 094 ton
er werd hiervoor betaald :	12 076 777 50 F;
er moet nog worden betaald :	740 354 98 F

Een tweede tabel nr IV geeft ons de verdeling van de spoorstaven en de toebehoren.

Uit die tabel blijkt dat de baanvakken die voor exploitatie werden vrijgegeven, met een effectieve ontwikkeling van 312 km een hoeveelheid ijzer vereisen die overeenkomt met de vereiste hoeveelheid voor een enkel spoor van 455 en 1/4 km.

Dit werd als volgt bereikt :

eerste spoor	312 km
tweede spoor	82 km
stations en uitwijksporen	30 km 3/4
in opslagplaatsen of voorlopig gebruikt bij grondwerken	16 km 1/2
in reserve voor onderhoudsdoeleinden	14 km
Totaal	455 km 1/4

Van die hoeveelheden ijzer werden reeds gebruikt of ter plaats geleverd :

spoorstaven	19 884 t
stoelen	8 304 t
pennen en spieën	955 t

(1) Deze tabel werd niet opgenomen wegens haar omvangrijkheid.

TABEL IV -

TABEL VAN DE SPOREN EN

Aanduiding per baanvak	Lengte van de baanvakken	Lengte der sporen					Tootaal
		Uitgevoerd			ter beschikking		
		1e sp.	2e sp.	stat. en uitwijksporen	in stok	res. onderh.	
DIRECTIE : S.DR en M.	M	Km	Km	Km	Km	Km	
1 Brussel - Mechelen	20,200	20	20	5	.	1	46 $\frac{1}{4}$
2 Mechelen - Antwerpen	23,500	24	24	5	.	1	54 $\frac{3}{4}$
3 Mechelen - Dendermonde	26,700	27	16	1	.	1	45 $\frac{1}{4}$
6 Dendermonde - Gent	30,500	31	11	2 $\frac{1}{4}$	.	1	45 $\frac{1}{2}$
9 Gent - Brugge	44,500	46	.	2 $\frac{1}{2}$	.	1	50 $\frac{1}{2}$
10 Brugge - Oostende	23,500	21	.	2 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	3	28 $\frac{1}{2}$
4 Mechelen - Leuven	23,750	24	11	1	.	1	37 $\frac{1}{4}$
5 Leuven - Tienen	17,750	18	.	1	2	1	22 $\frac{3}{4}$
7 Tienen - Waremmes	27,200	27	.	1 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{2}$	1	35 $\frac{3}{4}$
8 Waremmes - Ans	18,900	19	.	2	3	3/4	24 $\frac{3}{4}$
DIRECTIE : N.							
11 Gent - Deinze	17,175	17	.	1	1/2	1/4	18 $\frac{3}{4}$
12 Deinze - Kortrijk	26,615	27	.	5	.	1	33 $\frac{1}{4}$
DIRECTIE V							
13 Landen - St.Truiden	<u>10,802</u>	11	.	1 $\frac{1}{2}$	.	.	12 $\frac{1}{2}$
Totaal baanvakken geleverd aan de exploitatie	311,092	312	82	30 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	14	455 $\frac{1}{4}$
DIRECTIE : S							
Ans - Luik	5,100						15 $\frac{1}{2}$
Luik - Verviers	25,400						31 $\frac{1}{4}$
Verviers - Pruiss. grens	15,000						p.m. p.m.
DIRECTIE : N							
Kortrijk - franse grens	14,680						
Moeskroen - Doornik	19,00						
DIRECTIES : V en G							
Brussel - Vorst	5,100	5 $\frac{1}{2}$	pm	1			
Vorst - Tubize	15,165	pm	pm	pm			
Tubize - Bergen	41,694						
Bergen - Quiévrain	19,531						
Braine-le-Comte - Mornimont	50,000						
Mornimont - Namen	14,600						
Totaal van in uitvoering zijnde baanvakken							
Algemeen totaal							

HUN BIJBEHOREND MATERIEEL, PER BAANVAK.

Ter plaatse geleverde hoeveelheden			B e d r a g			Hoeveelheid overblijvende rails gevolg toewijzing	Hoeveelheid rails nog toe te wijzen
rails	stoelen	pinnen en spieën	Totale waarde gebruikte levering	Betaald tot 30 sept. 1839	Blijft te betalen		
Ton.	Ton.	Ton.	F	F	F	Ton.	Ton.
1,940	810	98	1,090,000	1,090,000			
2,310	965	117	1,300,000	1,300,000			
1,820	760	93	1,020,000	886,189 13	133,810,87	100	
1,980	820	98	1,110,000	1,066,656	43,344	100	
2,170	875	96	1,210,433 42	1,210,433 42		100	
1,250	541	61	700,000	700,000		100	
1,650	695	85	930,000	908,619 65	21,580 35	527	
990	425	52	550,000	550,000		200	
1,548	645	71	870,000	798,740 11	71,259 89	200	
1,075	445	49	600,000	600,000		100	
16,733754	6,981 060	820 937	9,380,433 42	9,110,638 31	269,795 11	1,427	
937 $\frac{1}{4}$	394	38	435,230	380,915	54,315		
1 664 $\frac{1}{2}$	711	70	790,852 20	691,906 92	98,945 28	650	
2 601705	1 105 686	108 885	1 226 082 20	1072 821 92	153 260 28		
546432	217 817	25 266	305,963 30	243,831 70	62,131 60		
19,881891	8,304 563	955 088	10,912,478 92	10,427,291 93	485,186 99	2,077	
678	276	25	348,492	299,000	49,492		
1366	540	45	702,124	605,772	96,352	741	
70	24		36,700 55	29,543 68	7,156 87		
2 113 829	840 146	70 550	1,087,316 55	934,315 68	153,000 87		
91 500	86 500		52,735	46,143 12	6,591 8	917 750	395
264 107	112 744	12 325	125,377	109,703 22	15,672 17	61	
1 201 450	500 336	55 759	567,032 47	496,153 42	70,879 05	1,507	1,100
168 490	56 915	1 128	72,192 15	63,168 13	9,024 02	1,031 482	3,000 170
3 839 376	1,596 641	139 762	1,904,653 56	1,649,485 57	255,167 99	5,489	
23 721 267	9,901 204	1,094 850	12,817,132 48	12,076,777 50	740,354 98	7,566	4,665

Voor die baanvakken dient nog te worden geleverd op reeds bestelde hoeveelheid ; 2,077 ton.

Voor de baanvakken die in uitvoering zijn werd er reeds gebruikt of ter plaatse geleverd :

spoorstaven	3.839 t
stoelen	1.596 t
pennen en spieën	139 t

Voor die baanvakken dient nog te worden geleverd op reeds goedgekeurde overeenkomsten : 5,489 t

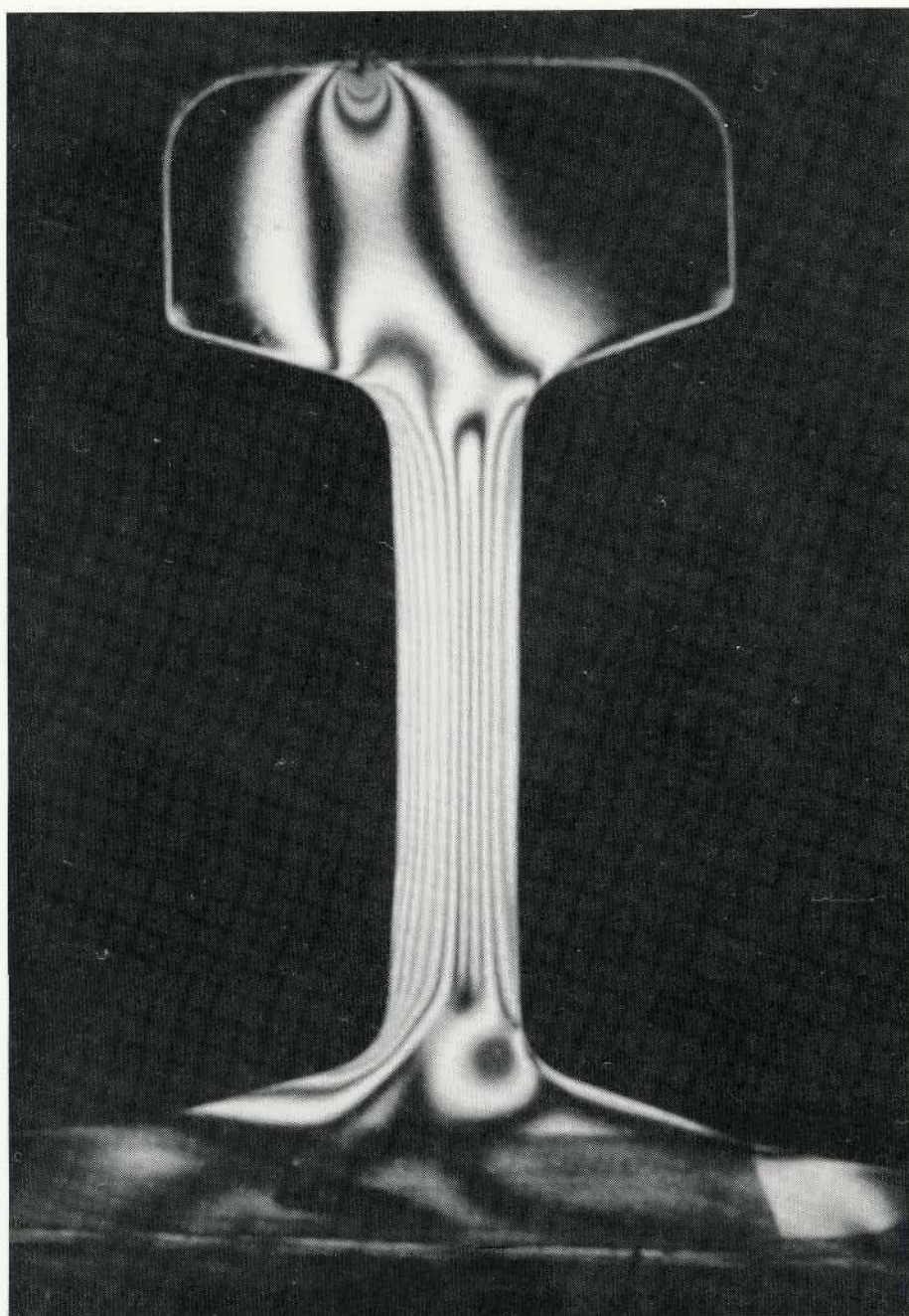
Wat de hoeveelheden ijzer betreft die nog moeten worden toegewezen of besteld om de gedeceeteerde spoorlijnen af te werken leert de tabel ons het volgende :

Baanvak Moeskroer - Döornik	395 t
Baanvak Bergen - Franse grens	1.100 t
Spoorlijn naar Namen	<u>3.170 t</u>
Totaal :	<u>4.665 t</u>

d.i. ongeveer een zevende van de tot op heden bestelde hoeveelheden.

Dit is alles wat de regering onder de huidige omstandigheden aan de metaalnijverheid te bieden heeft ter uitvoering van de wetten van 1/05/1834 en van 26/05/1837, zolang de exploitatie met enkelspoorlijnen en met uitwijkingsstations van kracht blijft.

2. STUDIE VAN DE AFMETINGEN VAN HET RAILPROFIEL



2. Studie van de afmetingen van het railprofiel.

2.1. De krachten die op de spoorstaaf worden uitgeoefend.

Van de samenstellende elementen van de bovenbouw is het de spoorstaaf die daadwerkelijk de rolweg van het rollend materieel verwezenlijkt: hij neemt de belastingen op en fungeert als wielgeleider.

Deze beide functies verlenen aan de rail een zeer belangrijke rol inzake veiligheid en comfort van het verkeer.

De belastingen van de wielen worden op de bovenbouw overgebracht door tussenkomst van de spoorstaven. Om de afmetingen van een railprofiel theoretisch te bepalen, hebben de spoorwegtechnici de gewoonte de aangrijpende krachten als volgt te verdelen: verticaal, horizontaal transversaal, horizontaal longitudinaal en plaatselijke, t.t.z. resulterend uit het rechtstreeks contact tussen wiel en spoorstaaf.

2.1.1. De verticale krachten :

Deze zijn te wijten aan de belasting van de wielen der voertuigen. In statische toestand bedraagt de aangenomen asbelasting 20t bij de NMBS (uitzonderlijk 25 t, UIC streefdoel 22 t).

Deze statische belasting groeit in aanzienlijke mate ingevolge dynamische factoren. Gemelde dynamische krachten zijn te wijten aan de trilling van de niet opgehangen lasten, de hoogteverschillen in de spoorbaan, het steigeren van de draaistellen van de elektrische locomotieven, de uitwerking van de remmen en de traagheid van de bewegende massa's die aan de wielen verbonden zijn. Verder dient nog rekening te worden gehouden met de ongelijke verdeling van de belastingen tussen de twee wielen van een zelfde as bij het doorlopen van een bocht.

Om met deze verschillende dynamische factoren rekening te houden, heeft men het begrip dynamische belastingscoëfficiënt ingevoerd. De waarde van deze coëfficiënt, die functie is van de snelheid, werd bepaald ingevolge spanningsmetingen in het spoor. Het opvoeren van de snelheid boven 140 km/h, heeft echter de herziening van de oorspronkelijke formule noodzakelijk gemaakt.

Onder invloed van de verticaal statische en dynamische belastingen, wordt de spoorstaaf aan buiging onderworpen, zoals een doorlopende balk met verschillende overspanningen die op elastische steunen rust.

2.1.2. De horizontale transversale krachten.

De dwarse krachten worden door het wiel op de railkop uitgeoefend, maar komen voornamelijk voor in het geleidingsvlak tussen wielkrans en spoorstaaf: de overbrenging

van de belasting verdwijnt immers, zodra de transversale kracht de wrijvingskracht van het wiel op de spoorstaaf overtreft.

De dwarse krachten ontstaan door het rijden in bocht enerzijds en door de slingerbewegingen van de voertuigen anderzijds. De progressieve richtingsoriëntatie van het wielstel in bocht, belast de buitenrail van het spoor; hieraan moet nog de gedeeltelijke uitwerking van de middelpuntvliedende kracht toegevoegd worden, wanneer de verkanting onvoldoende is in verhouding tot de ogenblikkelijke snelheid van het voertuig.

Slingerbewegingen ontstaan ingevolge systematische oorzaken (door speling der wielstellen in het spoor en ingevolge de kegelvorm van de wielbanden) of onverwachts (door ongelijkheden in het spoorprofiel of reacties van de gekoppelde voertuigen).

De transversale krachten onderwerpen het spoor aan dubbele buiging en aan torsie.

2.1.3. De horizontale longitudinale krachten.

De verplaatsing van de tractievoertuigen wordt bekomen ingevolge hun adhesie op de spoorstaaf; deze adhesie wordt in evenwicht gehouden door een reactie in de spoorstaven, die de neiging hebben zich in tegengestelde zin van de beweging te verplaatsen.

Daarentegen veroorzaakt het remmen een reactie in de spoorstaaf die zich in de zin van het verkeer tracht te verplaatsen.

De samenstelling van de bovenbouw, waarbij de spoorstaven op dragers rusten met een ballastaanvulling ertussen, laat de spoorstaaf niet toe zich vrij te verplaatsen, zodat spanningen er in ontstaan.

De temperatuurschommelingen kunnen eveneens spanningen in de spoorstaven veroorzaken, hetzij wanneer de voegen gesloten zijn alvorens de maximumtemperatuur is bereikt, hetzij als het spoor uit lange gelaste spoorstaven samengesteld is.

Over het algemeen onderwerpen genoemde belastingen de spoorstaven aan een enkelvoudige druk of trek.

2.1.4. Krachten te wijten aan het contact tussen wiel en spoorstaaf :

De druk die door het wiel op de spoorstaaf uitgeoefend wordt, plant zich in een beperkte contactzone voort en vertegenwoordigt een immer bestaande belasting onder het wiel. De elastoplastische vervorming in genoemde contactzone, doet spanningen ontstaan, waarvan de waarde rechtstreeks evenredig is met de straal van de contactoppervlakken (zie theorie van Hertz).

Alhoewel deze belasting zeer belangrijk is, heeft zij slechts uitwerking op een deel van de railkop. De spoorwegtechnici hebben lange tijd weinig belang gehecht aan het spanningsprobleem in deze zone, waarschijnlijk omdat de grote diameter van de drijfwielen van de locomotieven in dat verband geen problemen stelde. De systematische vermindering van de diameter van de wielen en de stijgende asbelastingen van de goederenwielstellen, hebben het belang ervan echter aangetoond. Het ORE studieorgaan van de Internationale Spoorweg Unie (UIC) heeft een grondige studie van de mechanische verschijnselen gedaan in het aanrakingsvlak van de railkop met het wiel.

2.2. De bepaling van de afmetingen van een spoorstaaf.

Uit hierboven opgetekende overwegingen, zou men ten onrechte kunnen afleiden dat de bepaling van de afmetingen van een profiel, dat aan alle voornoemde voorwaarden voldoet, geen moeilijkheden oplevert.

Inderdaad, zo men de asbelastingen in statische toestand met grote nauwkeurigheid kan vaststellen, dan is dat geenszins het geval voor de dynamische toestand. De toegepaste verhogingscoëfficiënt geeft inderdaad slechts een grove benadering van de werkelijke belasting in dynamische toestand.

De geleidingskrachten werden voldoende nauwkeurig benaderd door metingen of door berekeningen. Er werden niettemin studies gemaakt om een precieze meetmethode er van vast te leggen.

De longitudinale belastingen die te wijten zijn aan temperatuurschommelingen kunnen nauwkeurig worden berekend, terwijl de belastingen die te wijten zijn aan de aanzetkrachten of het remmen, te gering zijn om in aanmerking te komen bij het bepalen van een spoorstaafprofiel.

In verband met de krachten die op de spoorstaaf aangrijpen, is er dus een zekere onnauwkeurigheid vast te stellen die des te groter is omdat sommige belastingselementen, zoals de eigen trilling van de spoorstaaf bij het voorbijgaan van de wielen nog niet werden onderzocht.

Wat betreft de manier waarop de spoorstaaf ondersteund wordt, is de onnauwkeurigheid nog groter. Inderdaad de spoorstaven rusten op dragers die in de ballast ingebed zijn, die op zijn beurt op de baankoffer rust. Dit elastisch geheel dat een belangrijk element voor de berekeningen vertegenwoordigt is moeilijk nauwkeurig te bepalen.

De berekeningsmethoden die tot nu toe werden aangewend kunnen alleen maar dienen om verschillende profielen met elkaar te vergelijken. Wil men aan de hand van deze gegevens de juiste spanningen bepalen tengevolge van de reële belastingen die op het spoor aangrijpen, dan moet rekening gehouden worden met een niet te verwaarlozen foutenpercentage.

Anderzijds moeten wij eraan herinneren dat, indien vergelijkingen mogelijk zijn tussen verschillende profielen, deze praktisch onmogelijk worden wanneer de voeg beschouwd wordt, een onontbeerlijk element in de samenstelling van het spoor. Ondanks het algemeen aanwenden van lange gelaste spoorstaven, zal men steeds het gebruik van lasplaten moeten voorzien, al was het maar in de bochten met grote kromming waar het gebruik van lange spoorstaven ontzegd is.

Ondanks de regeneratieprocessen of de middelen aangewend om de voegen te beschermen, kan men niet beletten dat de voeg, al was het maar door het bestaan ervan, een bron van uitgaven is. Zij eist immers een regelmatig onderhoud, waarvan het uitblijven onherroepelijke gevolgen heeft.

Vanzelfsprekend dient zij dan ook in de studie van het railprofiel te worden opgenomen.

De belasting van de spoorstaaf in de voeg verschilt van die in het lopend spoor. De lasplaat moet immers de continuïteit van de spoorstaaf als draagbalk verzekeren, hetgeen een sterke lasverbinding vereist. Deze onderwerpt, ingevolge zijn min of meer uitgesproken spievorm, het lijf van de spoorstaaf aan een trekkracht, loodrecht op het rijvlak. Anderzijds veroorzaakt de leemte of de onvolmaaktheden van de verbinding bij de doorgang van de wielen min of meer belangrijke schokken, bijzonder op de afwaartse spoorstaaf. Deze schokken, waarvan de grootte niet alleen afhangt van de geometrische kenmerken van de verbinding en van de diameter van de wielen, maar ook van het onderhoudspeil, onderwerpen de spoorstaaf aan een bijzondere belasting, die in combinatie met de inwendige residuele spanningen afkomstig van het walsen, in vele gevallen tot de vroegtijdige vernieling van de spoorstaaf-einden leidt.

Om de schadelijke gevolgen van de aanwezigheid van de voegen te vermijden, zijn de meeste netten overgegaan tot het aanleggen van lange gelaste spoorstaven.

Men moet in dit geval derhalve rekening houden met thermische spanningen, die tot 122,6 N/mm² (1) kunnen oplopen bij een spoorstaaf van 50 kg/m hetgeen een bijkomende belasting vertegenwoordigt die te voegen is bij de dynamische belastingen te wijten aan het voorbij rijden van de treinstellen.

Het onderzoek naar het meest geschikt railprofiel dat aan het beoogde doel voldoet is altijd gesteund geweest op weerstandsberekeningen, deels op overwegingen in verband met het walsen en deels op ervaringen die met gelijkaardige profielen in het spoor werden opgedaan.

Bovendien besteedt de studie van het profiel veel aandacht aan de vermoeiing van het metaal, die men getracht heeft te bepalen door naast het wetenschappelijk onderzoek, een beroep te doen op statistische analyse en op proeven waarbij men verschillende parameters laat variëren.

(1) Zie pagina 2 § 2 Belastingen van thermische aard in de spoorstaven .
Dienstbrochure van de dienst Baan nopens lange gelaste spoorstaven.

Het gedrag van het metaal van de spoorstaaf en de wielen wordt bestudeerd onder wisselende rollende belastingen.

Door fotoëlasticiteit gaat men de opgewekte spanningen bepalen, in de onderstelling dat men in het elastisch domein blijft.

Daarna, moet men verder gaan, t.t.z. :

- het thermisch evenwicht van de doorsnede van de kop en de voet verwezenlijken, zodanig dat de spoorstaaf bijna rechtlijnig uit het walswerk komt;
- rekening houden met de residuele spanningen die in pas gewalste spoorstaven blijven bestaan;
- de wijziging van de spanningen bestuderen ingevolge de rollende lasten, in de contactzone waar de opgewekte spanningen de elasticiteitsgrens van het metaal overtreffen en de koudvervorming van het metaal veroorzaakt ;
- indien de opgewekte spanningen niet overdreven zijn, dan grijpt een aanpassingsverschijnsel plaats ;
- eens de aanpassing verwezenlijkt en verondersteld tot evenwicht gekomen, is de elasticiteitsgrens in de koudvormde zone aanzienlijk verhoogd. Men kan dan de berekeningen hermaken in het elastisch gebied mits rekening te houden met de restspanningen die ook gestabiliseerd zijn.

Zoals men er zich rekenschap van kan geven, gaat het om ingewikkelde berekeningen die het best met behulp van een computer worden uitgevoerd.

De toe te passen vermoeïngscriteria zijn echter nog betrekkelijk slecht gekend. Voor het bestuderen van de nieuwe profielen UIC 60 en UIC 71 heeft het ORE Comité D120 een berekeningsmethode toegepast die door het experimenteel centrum voor metallurgie van Rome op punt werd gesteld (C.S.M.) .

3. TECHNISCHE BEPALINGEN BETREFFENDE DE LEVERING VAN SPOORSTAVEN

UNION INTERNATIONALE



DES CHEMINS DE FER

CODE U I C
Fiche à classer aux Tomes :
VII - INSTALLATIONS FIXES
VIII - SPECIFICATIONS TECHNIQUES

860

0

7e édition, 1-1-1979

CDU : 625.143

SPECIFICATION TECHNIQUE

POUR LA FOURNITURE DE RAILS

3. TECHNISCHE BEPALINGEN BETREFFENDE DE LEVERING VAN SPOORSTAVEN

3.1. De eerste bestellingen.

2 222 golfstaven met vijf draagstukken, zij 203 t, werden rechtstreeks aangekocht ingevolge een overeenkomst goedgekeurd op 13 mei 1834, bij de maatschappij GORDONS te Cardiff. Deze eerste bestelling, alsmede de volgende aan de firma's DUPONT DU FAYT en COCKERILL (aanbesteding van 18.07.1834) maakten geenszins het voorwerp uit van bijzondere technische voorwaarden.

3.2. Het lastenkohier en de technische voorwaarden van 16.8. 1836 voor de toelevering van verschillende ijzersoorten bestemd voor de verdere opbouw van het spoorwegnet(1)

- De spoorstaven moeten in getrokken ijzer vervaardigd worden, de stoelen in gietijzer en de pennen in gesmeed ijzer; zij zullen wat betreft de vorm, de afmetingen en de kwaliteit, volledig overeenstemmen met de goedgekeurde tekeningen, en overeenkomen met de staten die op het ministerie zullen blijven berusten, voorzien van de stempels van de administratie en van de aannemer.

Genoemd materieel dient in België te worden vervaardigd uit inlands ijzer.

- De lengte van iedere spoorstaaf moet 4,57 m bedragen, onderverdeeld in 5 golvingen, waarvan de steunpunten zich juist op 0,914 m van elkaar zullen bevinden.

Deze staven met vijf overspanningen zullen ieder 98 kg wegen.

Men zal aanvaarden dat ten hoogste 5% van de spoorstaven uit vier of zes overspanningen bestaan, met een gewicht aangepast aan de overeenkomstige lengte.

De uiteinden van de spoorstaven zullen zorgvuldig haaks gesneden worden, in verticale zin, terwijl ze in dwarse zin een afgeschuinde rand moeten vertonen, overeenkomstig de gegeven richtlijnen.

Een afwijking van 2 1/2% boven of onder het vastgesteld gewicht zal voor elke staaf toegestaan worden, voor zover de ganse toelevering niet meer dan 1 1/2% van het gewenste gewicht afwijkt.

De spoorstaven dienen vervaardigd te worden in sterk ijzer van eerste kwaliteit gefabriceerd uit de beste inlandse gietijzersoorten, goed gefijnd, volmaakt gelast, zodat zij volledig overeenstemmen met het neergelegd staal. Zij moeten in koude toestand, zonder breken of scheuren, kunnen weerstand bieden aan een schokproef uitgevoerd door middel van een valblok van 200 kg waarvan de valhoogte op 4 m ingesteld is.

(1) Verslag van de Minister van Openbare Werken aan de Wetgevende Kamers van 1 maart 1837 - Bundel 3 nr 124 Bladz. 113 tot 117

Zij moeten met de grootste zorg worden gericht, zodat zij volmaakt recht en haaks zijn, zonder scheluwte van het rijoppervlak of in de versterkingen. Zij mogen geen enkele braam of barst vertonen die schadelijk zou kunnen zijn, noch mogen zij afbladderingen of verdunningen vertonen.

- De draagstoelen zullen volgens twee modellen vervaardigd worden: zij 1/5 uit het grote exemplaar en 4/5 volgens het kleine.

De grote draagstoelen dienen om de eindsteunen te verwezenlijken en bezitten een ligplaats voor 2 spieën. Hun gewicht bedraagt 9,25 kg.

De kleine stoelen dienen als tussensteun en zullen slechts 1 spiegelplaats bezitten, terwijl hun gewicht 7,50 kg bedraagt.

Zij moeten nauwkeurig volgens de opgelegde vormen verwezenlijkt worden.

Men zal eerste kwaliteit grijs gietijzer aanwenden voor hun vervaardiging, van zelfde aard als het hierboven genoemd staal, met zorg gegoten zodat zij recht en haaks in alle richtingen zijn. Bovendien moeten zij vrij zijn van krimpholten of gietgallen, terwijl de gaten en de groeven geen enkele braam of eender welke helling mogen vertonen.

De draagstoelen die het opgelegd gewicht overtreffen, zullen slechts worden aangenomen voorzover zij een regelmatige en aanvaardbare vorm hebben. Wegen zij minder dan het opgelegd gewicht, dan kunnen zij eveneens worden aanvaard, maar in dit geval slechts tegen de prijs van hun werkelijk gewicht, voor zover het verschil niet meer dan een kwart kilogram bedraagt.

De pennen en de spieën moeten volgens model worden uitgevoerd naar de richtlijnen die verstrekt zullen worden; zij moeten zorgvuldig worden afgewerkt uit eerste kwaliteit sterk ijzer. Zij moeten koud kunnen verbogen worden en terug gerecht zonder te breken en uit soortgelijk metaal vervaardigd als de hierboven vernoemde monsters.

- 3.3. Het lastenkohier van de "Compagnie du Chemin de fer du Nord" voor de levering van Vignole spoorstaven van 37kg/m bestemd voor haar belgisch net, gedagtekend van 1875:(1)
-

- Schabloon van de spoorstaven .

De vorm van de spoorstaven zal overeenkomen met het gestempeld schabloon dat aan de fabrikant werd overhandigd. Het profiel zal over de ganse lengte van de spoorstaaf onveranderd blijven en in het bijzonder op de uiteinden, waar geen samendrukking of beschadiging bij het zagen mag optreden.

De fabricatie mag slechts aanvangen nadat vastgesteld werd dat de cilindres in goede staat zijn. De leverancier moet nauwgezet de ver-

(1) Theoretisch en praktisch handboek van de vervaardiging van ijzer en staal
B. VALERIUS - 1875 - pp. 434 tot 437.

vaardiging van genoemde cylinders volgen, zodat ter keuring slechts spoorstaven aangeboden worden waarvan het profiel met dat van het schabloon overeenstemt. Hij zal overigens verantwoordelijk zijn voor iedere vertraging in de fabricage, te wijten aan het feit dat de aangeboden spoorstaafmonsters niet aanvaardbaar zijn.

De spoorstaven die vervaardigd worden om de cylinders te testen en diegene vervaardigd nadat de cylinders aanvaard werden, maar waarvan het profiel niet juist dat van het schabloon weergeeft, zullen afgekeurd worden.

De maatschappij behoudt zich het recht voor de vorm van het spoorstaafprofiel te wijzigen, mits rekening te houden met de meeruitgaven die deze wijziging voor de fabrikant met zich brengen. Deze bijkomende kosten dienen in gemeenschappelijk overleg of na expertise te worden bepaald.

- Gewicht van de spoorstaven.

Het normaal gewicht van de spoorstaven zal resulteren uit de vorm van het schabloon dat aan de fabrikant overhandigd werd. Men zal het gewicht vaststellen op volkomen rechtlijnige spoorstaven van de eerste fabricatie. Bij elke gedeeltelijke keuring wordt een afwijking van 2 % in min of in meer op het gewicht toegestaan, voor zover het geheel van de toelevering niet meer dan 1 % van het vastgesteld normaal gewicht afwijkt.

De spoorstaven zullen binnen of boven de vastgestelde gewichtstolerantiegrens, op hun juist gewicht betaald worden, het eventueel gewichtsoverschot zal aan de leverancier niet uitbetaald worden.

De spoorstaven waarvan het gewicht boven of onder de hierboven opgegeven gewichtsgrenzen liggen, kunnen afgekeurd worden.

- De lengte van de spoorstaven.

De normale lengte van de staven bedraagt 6 m. Een gedeelte van de toelevering, dat geen tiende mag overtreffen en die door de ingenieur zal vastgesteld worden, mag staven bevatten die op 5,96 m versneden werden.

Om de fabricatie te vergemakkelijken, zal één staaf op twintig korter mogen zijn dan de normale lengte. Deze korte spoorstaven zullen hetzij 5 m, hetzij 4 m lang zijn. Wel te verstaan mogen de korte lengten alleen afkomstig zijn van normale lengten van 6 m en 5,96 m die ingekort moesten worden ingevolge gebreken op hun uiteinden.

De maatschappij mag aan de leverancier een partij uitzonderlijk lange staven bestellen, die echter in aantal niet meer dan 1 % zullen bedragen en maximum 10 m lang zullen zijn. Voor elke spoorstaaf die volgens de bestelling 6 m moet overtreffen zal een meerprijs van 4 % uitbetaald worden.

De tolerantie op de vastgestelde lengten zal 1 1/2 mm in min of in meer niet overtreffen.

- Fabricatiemerken.

De spoorstaven zullen in duidelijke reliëfletters gemerkt worden, met vermelding van het fabrieksmerk, het jaar en de maand van fabricatie, overeenkomstig de tekening die aan de ondernemer werd overhandigd. Genoemde merken zullen bekomen worden door een gravering die in het eindkaliber van de walscylinder aangebracht wordt.

- Kwaliteit van het ijzer.

De spoorstaven zullen uit hard en compact ijzer samengesteld zijn, goed geweld, niet broos, met fijne korrel, bijzonder in de kop, kortom van behoorlijke hoedanigheid om weerstand te kunnen bieden aan de belastingen van de wielen, zonder te breken, af te bladderen of los te gaan, enz...

- Fabricatievoorwaarden : 1° Classificatie van de spoorstaven, 2° samenstelling van de bundels, 3° het walsen.
-

De fabricatie van het ijzer zal dusdanig verwezenlijkt worden dat men in de mate van het mogelijke slechts ijzer met fijne korrels verkrijgt.

De puddelijzers bestemd voor het vervaardigen van spoorstaven, zullen derhalve nauwkeurig volgens hun aard in hiernavolgende categorieën worden ingedeeld, te weten :

1° korrelige ijzers, 2° gemengde ijzers of ijzers bestaande uit een mengsel van korrels en taai metaal, 3° taaie ijzers.

In de bundels die moeten worden geweld mogen alleen korrelige ijzers verwerkt worden.

De bundels van spoorstaven zullen zo veel mogelijk uit fijnkorrelige ijzers worden samengesteld. Het taai ijzer is slechts in het laatste derde van de bundel aanvaard. Tussen genoemd metaal en de eerste twee lagen staven uit korrelig ijzer, zal men gemengd ijzer toelaten.

De staven die de verschillende lagen zullen uitmaken moeten rechthoekig zijn. Iedere laag puddelijzer moet in de breedte uit maximum 2 of 3 staven bestaan. De laag geweld ijzer die als overdekking van de bundel dient, dient een geheel te vormen; zij moet ongeveer 1/5 van de totale massa vertegenwoordigen zodat zij in de afgewerkte spoorstaaf, een bovenlaag van minstens 0,01 m dik vormt onder het rolvlak.

De ruwe uiteinden van de staven die de bundels samenstellen, zullen afgesneden worden. Bewuste staven moeten uit één stuk zijn, goed recht over de ganse lengte van de bundel. Uitzonderlijk mogen zij uit twee of meer stukken bestaan voor zover de lengte er van beneden 0,30 m ligt en zij zorgvuldig met de uiteinden tegen elkaar geplaatst worden met een minimum van tussenruimten in het midden van de bundel. De voegen zullen geschrinkt worden, daarom zullen de gepuddelde ijzeren staven verschillende breedten hebben.

De afmetingen en de samenstelling van de bundels, alsmede de tekening van de achtereenvolgende walskalibers waardoor de bundels doorgaan tijdens de fabricatie, zullen aan de goedkeuring van de ingenieur voorgelegd worden. Hierdoor wordt de verantwoordelijkheid van de leverancier geenszins verminderd.

Het walsen van de spoorstaven zal zo zorgvuldig mogelijk gebeuren. Alle spoorstaven die slecht geweld zijn, met walssplinters, barsten of gescheurde vezels zullen afgekeurd worden.

- Het richten van de spoorstaven en het afsnijden van de uiteinden.
-

De spoorstaven zullen zorgvuldig op de vier vlakken worden gericht; zo mogelijk als ze nog warm zijn. Bij het vervolmaken van het werk in koude toestand zal geen hamering aangewend mogen worden, maar wel aanspanningsschroeven die een geleidelijke druk toepassen.

Alle oppervlakken moeten onberispelijk en effen zijn.

De spoorstaven zullen aan beide uiteinden met mechanische middelen, die door de ingenieur goed te keuren zijn, afgesneden worden. De bramen zullen met zorg met de vijl of de metaalbeitel worden verwijderd. De einddoorsneden zullen volmaakt haaks op de as van de spoorstaaf zijn en zullen in geen geval met de hamer mogen bewerkt worden.

Het is uitdrukkelijk verboden één of ander deel van de spoorstaven na het walsen te verwarmen, hetzij om de uiteinden te verbuigen, hetzij om eender welke reden. De enige uitzondering die gerechtvaardigd is, betreft het tijdelijk buiten dienst zijn van de snijmachine en dit gedurende de strikt noodzakelijke tijd om haar te herstellen.

Elke herstelling van barsten, walssplinters, enz... hetzij koud, hetzij warm is ontzegd.

- Het boren van de gaten en het inkepen van de spoorstaven.
-

Elk spoorstaafuiteinde zal in de aslijn van het lijf voorzien zijn van twee gaten, waarvan de afmetingen en de ligging op de tekening aangeduid zijn die aan de leverancier overhandigd werd. Men zal bovendien op elke uiteinde van de spoorstaaf en in de railvoet twee kleine rechthoekige inkepingen verwezenlijken, waarvan de stand eveneens op gemelde tekening aangeduid wordt.

De werkwijze om die gaten en de inkepingen aan te brengen, wordt aan de leverancier overgelaten, doch zal door de ingenieur aanvaard moeten worden. De inkepingen en de gaten zullen met zorg afgebraamd worden terwijl deze laatste een volkomen cilindrische vorm zullen hebben.

Indien de ligging en de afmetingen van de verwezenlijkte gaten en de inkepingen niet overeenkomen met de tekeningen, zullen de spoorstaven afgekeurd worden.

- Nazicht en proeven.
-

De spoorstaven moeten in de fabriek zorgvuldig worden gerangschikt in reeksen die overeenkomen met de fabricatie van een of meerdere dagen. De beampten die de levering moeten keuren, zullen uit elke reeks een zeker aantal staven kiezen (maximum één per 100) ten

einde ze aan hiernavolgende proeven te onderwerpen:

- 1ste proef : Elke spoorstaaf wordt rechtop op twee steunpunten geplaatst die 1,10 m van elkaar verwijderd zijn en dan gedurende minstens 5' aan een belasting van 12 000 kg onderworpen die in het midden van de overspanning aangrijpt, zonder dat een merkbare blijvende vervorming na het verwijderen van de belasting mag waargenomen worden ;
- 2de proef : De staaf in dezelfde stand geplaatst, zal zonder te breken aan een belasting van 30 000 kg gedurende 5' weerstand moeten bieden. Daarna zal men de belasting eventueel opvoeren tot de breuk optreedt;
- 3de proef : Elke helft van de gebroken staaf, rechtop geplaatst op twee steunpunten op 1,10 m van elkaar verwijderd, zal zonder breken aan de schok moeten weerstaan van een valhamer van 300 kg, die van op een hoogte van 2 m vrijgelaten wordt en in het midden van de twee steunpunten terecht komt. Deze zullen uit gietijzer zijn en door tussenkomst van een eiken onderstel op een metselwerkfundering van ten minste 1 meter dikte rusten die op vaste grond aangelegd werd.

Weerstaat één van de spoorstaven niet aan de opgelegde proeven, dan worden deze voortgezet op een groter aantal staven. Indien meer dan 1/10 van het aantal beproefde spoorstaven niet voldoen, dan wordt de ganse reeks afgekeurd.

- Voorlopige keuring.

De voorlopige keuring zal in de fabriek door één of meerdere beambten van de Maatschappij worden uitgevoerd, naargelang de fabricage vordert. Zij heeft tot doel de spoorstaven die aan de gestelde voorwaarden voldoen te sorteren, te wegen en te stempelen.

Tot aan de aanvaarding zullen de spoorstaven droog worden gehouden en zal men in de mate van het mogelijke de oxydatie er van vermijden.

De aanvaarde spoorstaven zullen op hun twee uiteinden gestempeld worden alsmede het fabrieksmerk dragen zoals hierboven werd uiteengezet.

Ingeval de walsmerken niet duidelijk zijn, zullen zij op goed zichtbare wijze koud aangebracht worden.

De afgekeurde spoorstaven zullen gebroken worden of van een merk van verwerping worden voorzien.

De fabriek zal op haar kosten en volgens de aanwijzingen haar door de ingenieur gegeven, de nodige toestellen ter beschikking van de keurders stellen.

De handenarbeid in verband met de keuring en de proeven zijn ten laste van de fabrikant.

De keuringsverslagen zullen indien mogelijk dag na dag worden opgemaakt naargelang de vordering van de fabricatie en op het einde van elke maand geregulariseerd worden.

- Eigendom van de spoorstaven na de voorlopige keuring.

Zodra de spoorstaven gestempeld zijn en in de keurverslagen opgenomen, zijn zij onbetwistbaar eigendom van de Maatschappij.

- Waarborgtermijn.

De "Compagnie du Nord" aanvaardt slechts spoorstaven die zonder enige beschadiging twee jaar dienst kunnen bewijzen op haar belgisch net.

Zij zal zich vergewissen of aan deze voorwaarde voldaan wordt na een beperkt experiment.

De leverancier verbindt zich een prijsvermindering op de algehele toelevering toe te staan die evenredig is met het aantal spoorstaven die aan hiernavolgende proef niet voldoen:

Ten minste één per honderd van het aantal geleverde spoorstaven, genomen naar keuze van de Maatschappij uit de achtereenvolgende fabricaties, zullen op het belgische net geplaatst worden. De inbouwplaatsen in het spoor alsmede de datum er van zullen aan de leverancier kenbaar gemaakt worden. Na het verstrijken van de termijn van twee jaar, zal men tegensprekelijk het aantal beschadigde spoorstaven vaststellen, namelijk deze met een beginnende verplettering, gebrek van welling, afbladdering, breuk, enz... De vastgestelde verhouding beschadigde spoorstaven zal op het geheel van de toelevering toegepast worden om de tonnemaat te bepalen waarop een korting toe te passen is, al zijn ze al dan niet alle in dienst.

De vergoeding zal dusdanig vastgesteld worden dat zij het verschil in prijs vertegenwoordigt tussen een ton nieuwe spoorstaven en een ton buiten dienst gestelde rails, inbegrepen de transportkosten en alle kosten in verband met de vervanging ervan. De spoorstaven die vergoed werden blijven eigendom van de Maatschappij.

Deze laatste is vrij de aanvangstijd van de proef naar goeddunken vast te stellen, de regeling van de vergoeding zal gebeuren ten laatste twee jaar na de laatste toeleveringen van de fabriek, onverschillig of het proefspoor twee jaar dienst heeft of niet.

- Definitieve keuring.

De verantwoordelijkheid van de fabrikant eindigt met de definitieve keuring van de toelevering, voorafgegaan door de tegensprekelijke procedure die hierboven werd uiteengezet. Deze erkenning zal door de leverancier worden uitgelokt en de uitslagen er van zullen slechts geldig zijn op voorwaarde dat zij werden vastgesteld binnen de maand na de aanvraag van de leverancier. Deze bepaling geldt zelfs als de proefspoorstaven meer dan twee jaar in dienst zijn.

3.4. Het lastenkohier van de Belgische Staatsspoorwegen van 1885.

Herinneren wij dat de eerste spoorstaven uit vloeistaal vanaf 1871 in België vervaardigd werden.

De lastenkohieren werden grondig aangepast sedert vloeistaal algemeen toegepast wordt.

De fabricatiedetails worden niet meer zo uitvoerig besproken. Er worden echter strengere keuringsvoorwaarden opgelegd. Deze omvatten hoofdzakelijk buigproeven, schokproeven (met een valblok van 300 tot 1 000 kg met een valhoogte van 1,50 tot 10 m), trekproeven uit proefmonsters die in verschillende delen van de spoorstaaf uitgesneden worden.

3.5. De technische bepaling A-8-30 voor de levering van spoorstaven.

Deze tekst dagtekent van 1930 en is de oudste technische bepaling die in de archieven werd teruggevonden (1)

Hiernavolgende voorwaarden kunnen uitgestippeld worden :

Fabricatietoleranties :

- profiel :

hoogte, breedte van de kop en dikte van het lijf : $\pm 0,5$ mm.

breedte van de voet : ± 1 mm.

helling van de lasplaatsteunvlakken : 0

lasplaatwijdte : $+ 0,25$ mm

- $0,75$ mm

- lengte van de spoorstaven :

tot 6 m : ± 1 mm.

van 6 m tot 18 m : ± 2 mm.

meer dan 18 m : ± 3 mm.

haaksheid van de uiteinden: 0,5 mm.

- boringen:

diameter van de gaten : $\pm 0,5$ mm.

centrering : $\pm 0,5$ mm.

afstand van de tussengaten t.o.v. het uiteinde : ± 3 mm.

(1) Deze getypte tekst werd op 06.10.1930 goedgekeurd en werd in 1931 uitgegeven onder nr A-8-31.

Keuringsproeven.

- Schokproef op elk blokkoprailuiteinde met valhamer van 1000 kg vanop een valhoogte van 6 m.
- Trekproef op 3% van de spoorstaven.
De treksterkte moet begrepen zijn tussen 68 kg/mm² en 78 kg/mm² en de verlenging zal 12 % bedragen.
- Kerfslagproef.
3 proefmonsters zullen van elke 3 gietingen genomen worden. De kerfslagwaarden moeten minstens 2 kgm/cm² bereiken willen de spoorstaven van het overeenkomstige blok niet afgekeurd worden.
- Macrografie.
Op 12% van het totaal aantal blokken
- Brinell hardheidsproeven op 12 % van het totaal aantal blokken.
De indrukkingen moeten een diameter hebben begrepen tussen 3,9 en 4,4 mm op straf van afkeuring van de gieting.
- Micrografische proeven.
Naar willekeur in de bovenste afronding van de railkop op ongeveer 1 cm van het buitenoppervlak .

Geen enkel monster mag een uitgesproken oververhitte structuur vertonen, noch microholtes of belangrijke insluitels op straf van afkeuring.
- Structuurtesten.
Naar keuze in een aantal proefmonsters kleiner in aantal dan de schokproefmonsters.

Het breukuiterlijk moet een homogene structuur vertonen met fijne en dichte korrels.
- Nazicht van de chemische samenstelling.

Gebeurt in het laboratorium van de N.M.B.S. op naar willekeur gedane monsternamen uit raildoorsneden aangeduid ter gelegenheid van de keuring.

Deze analyses hebben als doel het opgelegd siliciumgehalte ,alsmede het gehalte van de verschillende elementen van het metaal na te gaan .

3.7. De technische bepaling A-8-48

Deze bepaling herneemt in haar eerste deel de modaliteiten van de vorige, alsmede een reeks type-macrografieën die op 30.09.1948 uitgegeven werden.

In het tweede gedeelte van deze bepaling worden de keurverrichtingen beschreven van het hardingsproces van de uiteinden, door wijlen J. SERVAIS (in die tijd eerste Technisch Inspecteur bij de dienst Baan) in samenwerking met de ARBED op punt gesteld.

Om te vermijden dat de voegen verpletterd werden en om de stervormige scheurvorming van uit de gaten te beletten, werden vanaf 1933(1) proeven gedaan in het spoor met spoorstaven waarvan de nog rood-gloeiende uiteinden met samengeperste lucht gekoeld werden onmiddellijk na het verlaten van de walstrein.

Hierdoor werden de elasticiteitsgrens en de breukweerstand met een tiental kg opgedreven (de minimum opgelegde verhoging bedraagt 45 Brinell-eenheden op het loopvlak van het railuiteinde) zonder voelbare daling van de verlenging na breuk.

Te melden dat dit procédé niet meer werd gebruikt sedert de algemene aanwending van lange gelaste spoorstaven.

In het derde gedeelte van de bepaling vindt men de technische voorwaarden voor de levering van spoorstaven met hoge weerstand (80kg/mm² minimum) uit elektrostaal.

3.8. De technische bepaling A - 8 - 54

Deze herneemt de tekst die gemeenschappelijk door alle afgevaardigden van de Europese netten werd opgesteld tijdens de vergadering van de Commissie voor technische problematiek afdeling " Rollend Materieel-Baan" van de UIC

Deze tekst alsmede het album met de macrografische limietbeelden in bijlage, werd in 1952 als UIC fiche 860/0 uitgegeven.

(1) Bulletin van het Spoorwegcongres - april 1936 , pp. 409/1 tot 416/8

3.9. De U I C fiche 860 - 0

Sinds de fiche in 1952 werd opgesteld, werden er verschillende wijzigingen aangebracht.

Het experten-comité ORE (1) D 45 werd op verzoek van de 7de UIC-commissie belast met de herziening van het album met de macrografische limietbeelden en de opdracht strengere normen toe te passen. Ook dienden bepaalde fabricatietoleranties te worden herzien.

Het nieuwe album met de macrografische limietbeelden is in juni 1966 van de pers gekomen.

In 1970 werd aan de leveranciers de verplichting opgelegd al hun fabricaties met een doorlopend ultrasonisch procédé te controleren.

3.10 De aanpassing van de U I C 860 - 0 fiche aan de actuele techniek.

Er werd beslist de U I C fiche aan te passen, om rekening te houden met de technische vooruitgang, namelijk in verband met het continu-gieten.

Het eindrapport van het experten-comité ORE (1) D 144 werd in oktober 1977 vrijgegeven en bevatte reeds het voorontwerp van de nieuwe tekst die in januari 1979 werd uitgebracht. Stippen wij aan dat genoemde tekst in de schoot van de " International Standard Organisation (ISO)" besproken werd om hem te harmoniëren met de ISO/TC 17 Je 15 bepaling (Ontwerp van internationale norm ISO/MIS 5003 "Spoorstaven voor de spoorweg en hun bevestigingsmateriaal")

De wijzigingen opgenomen in de nieuwe UIC fiche worden hierna opgesomd :

1. Fabricatie

- De fabricatieprocessen worden niet meer vermeld, maar de klant wordt op de hoogte gebracht indien hij het wenst ;
 - Het continu - gieten wordt aangestipt ;
 - Er worden voorzorgen genomen om waterstofvlokken te vermijden;
 - De merken en vereenzelvigingssymbolen worden gewijzigd, in akkoord tussen de netten en de railproducenten om de spoorstaven vervaardigd uit continugietingen te kunnen onderscheiden.
-

(1) ORE : Bureau voor opzoekingen en proeven te Utrecht.

1.6.1. Profiel en uiteinden.

	Afmetingen in mm	Toleranties		Opmerkingen
1. Hoogte H van de spoorstaaf (1)	H < 165 165 ≤ H < 180 180 ≤ H < 190	+ 0,5 - 0,5 + 0,6 - 0,6 + 0,7 - 0,7	profiel UIC 54 profiel UIC 60 profiel UIC 71	op de waarden van de volle staven mag een afwijking van 0,5 mm op de tolerantiegrenzen worden aangenomen.
2. Breedte L van de voet (1)	L < 150 150 ≤ L < 160 160 ≤ L < 170	+ 1,0 - 1,0 + 1,0 - 1,1 + 1,2 - 1,3	profiel UIC 54 profiel UIC 60 profiel UIC 71	- d° - (met 0,5 mm)
3. Nominale breedte van de kop (2)	L < 72 72 ≤ L < 74 74 ≤ L	+ 0,5 - 0,5 + 0,5 - 0,5 + 0,7 - 0,7	profiel UIC 54 profiel UIC 60 profiel UIC 71	- d° - (met 0,1 mm)
4. Asymmetrie van het profiel (3)	L < 150 150 ≤ L < 160 160 ≤ L < 170	+ 1,2 - 1,2 + 1,5 - 1,5 + 1,7 - 1,7	profiel UIC 54 profiel UIC 60 profiel UIC 71	(4)
5. Dikte van het lijf (5)		+ 1,0 - 0,5	alle profielen	
6. Schuinite van de laskamers (ten opzichte van de schuine theoretische laskamers)		3,6 %	alle profielen	
7. Hoogte lasverbinding.		zelfde tolerantie als H	alle profielen	
8. Haaksheid van de uiteinden	in de as van de spoorstaaf	+ 0,6 - 0,6 + 0,7 - 0,7	profielen UIC 54 en UIC 60 profiel UIC 71	
	evenwijdig aan de basis van de voet	+ 0,5 - 0,5 + 0,6 - 0,6 + 0,7 - 0,7	profiel UIC 54 profiel UIC 60 profiel UIC 71	
9. Andere afmetingen.	gelijk H	zelfde tolerantie als H		

1. De toleranties van de zware spoorstaven van het UIC type 71 zijn gegeven ten voorlopige titel. Zij zullen definitief vastgesteld worden na de eerste fabricatie van de spoorstaven.
2. Gemeten 14 mm onder de rollijn, t.l.z. in de verbindingzone van de rollijnafrondingen van de zijkanten van de kop.
3. Nagezien met hulp van het UIC gabarit.
4. Wanneer de klant het vraagt mag deze tolerantie herleid worden tot 1,2 mm voor de rail met normale schakering.
5. Gemeten op het niveau van de minimale dikte.

Figuur 3.1

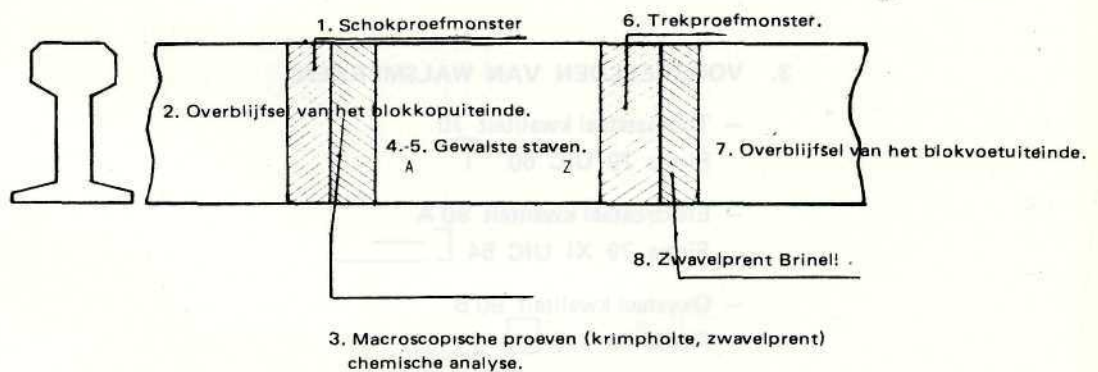
2. Toleranties.

De herziening van deze paragraaf heeft aanleiding gegeven tot een belangrijke statistische studie. Er werden nieuwe toleranties voorgesteld die geldig zijn zowel voor gewone spoorstaven als voor natuurharde rails. (zie tabel fig 3.1) Over het algemeen genomen zijn de toleranties strenger geworden.

3. Keuringsvoorwaarden.

- De tekst van de " keuringsvoorwaarden " werd aanzienlijk vereenvoudigd ;
- Er werden nieuwe voorwaarden ingevoerd om rekening te houden met het continu-gieten;
- De proefmonsternamen en de verhouding van de proeven worden nader bepaald;

De relatieve ligging van de proefmonsternamen in de gewalste blok wordt op hiernavolgende schets weergegeven :

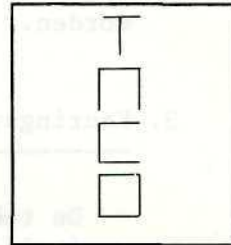


- De definitie van de kwaliteit van de verschillende soorten staal werden vereenvoudigd.

MERKEN (artikel 1.3.1).

1. SYMBOLISATIE VAN HET FRISPROCEDE.

Thomas
Siemens-Martin
Elektrostaal
Oxystaal



2. SYMBOLISATIE VAN DE STAALKWALITEIT.

Kwaliteit 70	:	geen symbool
Kwaliteit 90 A	:	=====
Kwaliteit 90 B	:	=====

3. VOORBEELDEN VAN WALSMERKEN.

- Thomasstaal kwaliteit 70
Firma 79 UIC 60 T
- Elektrostaal kwaliteit 90 A
Firma 79 XI UIC 54 [=====
- Oxystaal kwaliteit 90 B
Firma 79 113 □=====

Figuur 3.2

De melding van de winningsprocesus is afgeschaft (tabel fig. 3.2) en men zal nog slechts drie staalsoorten onderscheiden :

Kwaliteit	Chemische samenstelling (1)					Trekvastheid N/mm ²	Verlenging na breuk %
	C %	Mn %	Si %	P max %	S max %		
Hardheids- graad 70	0,40-0,60	0,80-1,25	0,05-0,35	0,055	0,05	680-830	14 voor 5d
" 90A	0,60-0,80	0,80-1,30	0,10-0,50	0,05	0,05	880min	10 voor 5d
" 90B	0,55-0,75	1,30-1,70	0,10-0,50	0,05	0,05		

(1) Bij overeenkomst tussen de klant en de leverancier, kunnen de begrenzingeren waartussen de chemische analyses schommelen, lichtjes worden gewijzigd om de minimale opgelegde mechanische eigenschappen te bekomen, die voorgeschreven werden voor het besteld profiel en in functie van het aangewend fabricatieproces.

- De tegenproeven worden nader bepaald om rekening te houden met het continu-gieten.
- De procedure waarop de schokproeven worden uitgevoerd werd vereenvoudigd om rekening te houden met de evolutie van de fabricatieprocessen. Het gewicht van de valblok en de valhoogte er van kunnen variëren.
Het aantal proeven en tegenproeven wordt in bijgevoegd schema weergegeven;
- Het kaliber om de asymetrie van het profiel te bepalen werd gewijzigd om rekening te houden met de nieuwe toleranties;
- Het album met de limietmacrografieën van 1966 blijft geldig.

GROEVE ONDER PACHTHOF "VESQUE"



Niveau 374,07



Hoogte = 2,60 m
 SiO₂ = 15,49 %
 CaO = 12,72 %
 Fe = 32,75 %

Niveau 373,27

RODE LAAG



Niveau 370,67

Hoogte = 1,40 m

TUSSENLAAG



Hoogte = 1,00 m
 SiO₂ = 19,62 %
 CaO = 11,60 %
 Fe = 31,84 %

Niveau 369,27

GELE LAAG



Niveau 368,27

TUSSENLAAG

Niveau 367,47



Hoogte = 2,40 m
 SiO₂ = 14,79 %
 CaO = 10,63 %
 Fe = 34,27 %

GRIJZE LAAG



Niveau 365,07

Hoogte = 1,80 m
 SiO₂ = 40,00 %
 CaO = 10,86 %
 Fe = 17,80 %

TUSSENLAAG



Hoogte = 1,80 m
 SiO₂ = 16,00 %
 CaO = 5,14 %
 Fe = 38,04 %

Niveau 363,27

ZWARTE LAAG



Niveau 361,47

TUSSENLAAG

Niveau 360,87

GROENE LAAG



4. DE BEREIDING VAN RAILSTAAL.

4.1. Voorwoord.

Twee soorten staal worden heden ten dage aangewend voor de bereiding van spoorstaven voor de N.M.B.S. :

- staal met een trekvastheid van 690/ 830 N/mm².

Deze staalsoort wordt vervaardigd uit erts dat in Lotharingen gewonnen wordt. In een hoogoven worden de ertsladingen tot ruw ijzer omgevormd en daarna in een convertor tot staal gefrist.

- natuurhard railstaal, kwaliteit A van de UIC fiche, met een minimum trekvastheid van 880 N/mm².

Deze wordt uit elektrostaal vervaardigd, bekomen door smelting van schrootladingen of door het LD-AC procédé.

4.2. De bereiding van staal met een trekvastheid(in het Duits " regelgüte) van 690 / 830 N/mm² (70/85 kg/mm²).

4.2.1. De ertsen.

4.2.1.1. Herkomst.

De Luxemburgse staalfabrieken gebruiken nog grotendeels minette-ertsen van Lotharingen, die zeer dichtbij gelegen zijn.

Het betreft meer bepaald bruine hematiet, t.t.z. gehydrateerd ijzeroxyde ($2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), de zogenaamde boonertsen of oëlieten, die de afmetingen van een speldekop hebben.

In zuivere toestand bestaat het erts uit 60% ijzer en 14,5% bindingswater.

De ijzerinhoud van de ontgonnen ertsen varieert naar gelang de lagen van 26 tot 38 %. Deze erstlagen hebben een totale dikte van ongeveer 10 m.

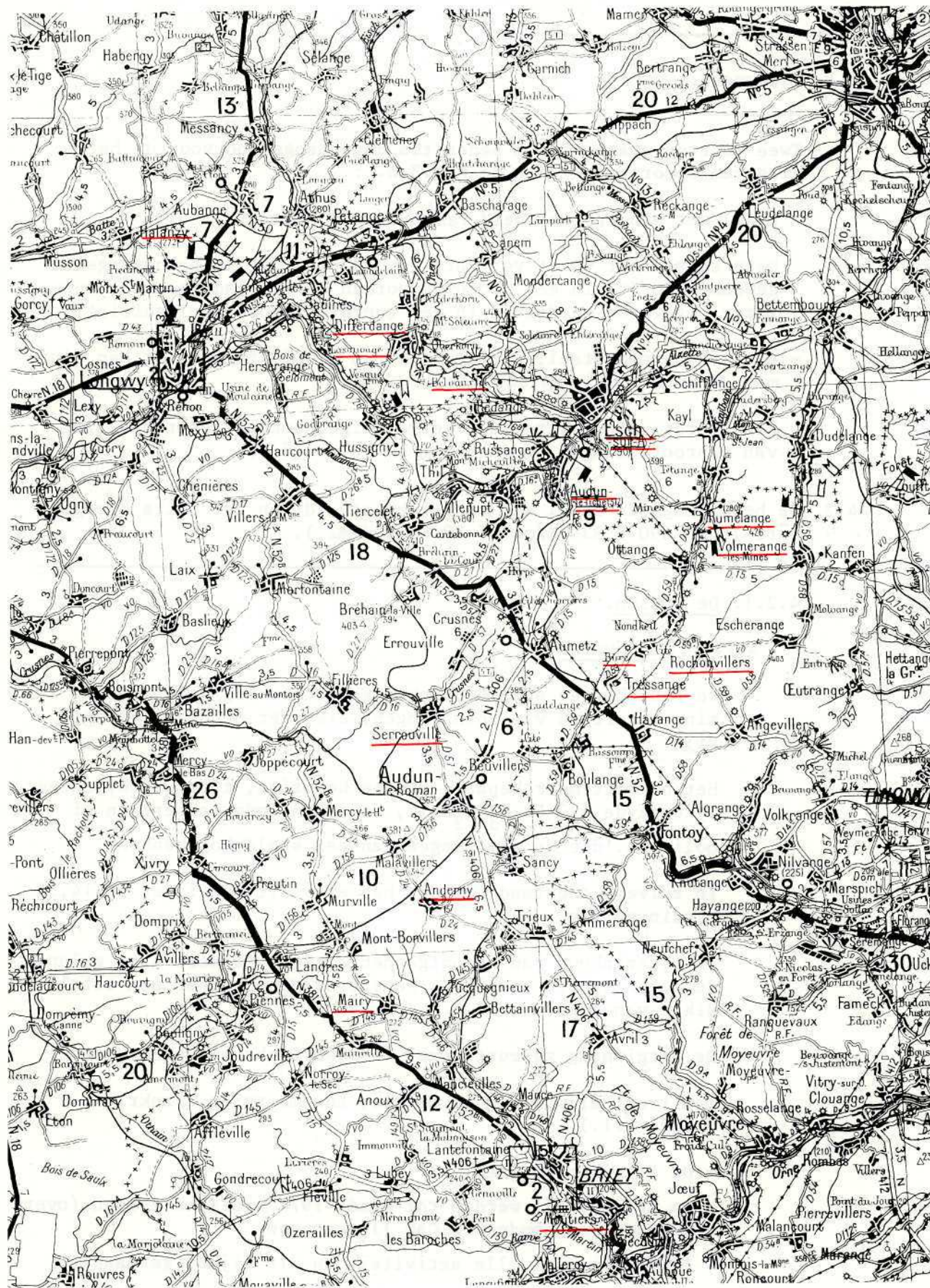
De ontginning gebeurt zowel in open lucht als ondergronds.

Men treft mijnen aan in België, Luxemburg en Frankrijk (fig. 4.1.).

- De Belgische mijnen.

Te Halanzy (1) werden tot einde 1978 basische ertsen (overwegende kalkhoudend (CaO)) gewonnen

Sindsdien werd alle activiteit in die mijnen gestaakt.



Figuur 4.1 Ligging van de ijzermijnen van het bekken van Lotharingen.

- De Luxemburgse mijnen.

Twee verschillende bekkens moeten vermeld worden :

1. De zure ertsen (overwegend kiezelhoudend (SiO_2))
De ondergrondse mijn van Thillenberg te Differdange (2) (*) die eigendom is van ARBED wordt nog uit-gebaat. De mijnen van Lasauvage (3) (Rodange) en van Rollesberg-Belvaux (4) (Arbed) zijn niet meer in bedrijf.
2. De basische ertsen (overwegend kalkhoudend (CaO))
De openlucht mijnen van Esch-Lallingerberg (5) (Arbed) en van Rumelange (6) (Arbed) worden niet meer uitgebaat.

- De Franse mijnen .

ARBED bezit volgende nog in uitbating zijnde mijnen :

1. De mijn van Serrouville (7) die zure ertsen voortbrengt.
De infrastructuur-werken werden in september 1971 aangevat en waren in mei 1973 voltooid. De ertswinning gebeurt door aanhoudende delving, een techniek die nieuw was in de ijzermijnen. De methode werd voor het eerst in de mijn van Montrouge op punt gesteld. Het erts wordt op een lopende band gebracht die het naar een accumulator transporteert waarin het wordt opgeslagen. Vervolgens wordt het erts naar de mijn van Esch verzonden via het smalspoornet van de mijnen van Montrouge of van Errouville die sinds 1974 niet meer wordt uitgebaat.
2. De basische ertsen.
De mijn van Montrouge, te Audun-le-Tiche (8), aan de welke de mijn van Bure (9) verbonden werd.
De mijn van Ferdinand te Tressange (10) (Moesel)
Verder nog de mijnen van Anderny (11), Moutiers (12), Mairy (13), Rochonvillers (14), enz...

De tabel fig. 4.2. geeft de gemiddelde samenstelling op van de ertsen.

Wij dienen de overwegende aanwezigheid van SiO_2 in de zure ertsen aan te stippen, terwijl het CaO gehalte in de basische ertsen hoog is. Beide ertssoorten worden gemengd, zodat men een basische muller met een verhouding $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$ van ongeveer 1,45 bekomt.

(*) de cijfers (1) tot (14) verwijzen naar fig. 4.1.

FIG. 4.2. GEMIDDELDE ANALYSE VAN DE ERTS AANVOEREN

I. KALKHOUDENDE ERTSEN

Herkomst	Vochtinhoud	Samenstelling in vochtige toestand				CaO SiO ₂	Samenstelling van gedroogde ertsen										% der 6 voorgaande maanden	
		Fe	CaO	SiO ₂			Fe	CaO	SiO ₂	Mn	Al ₂ O ₃	MgO	P	S	Vuurverlies	CO ₂	Fe op droog	CaO/SiO ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MINETTEN van - LOTHARINGEN																		
ARBED :																		
Mont Rouge	8,08	26,19	19,36	7,43	2,61	28,49	21,06	8,08	0,20	3,71	0,83	0,61	0,04	22,75	15,37	29,99	2,35	
Ferdinand	7,63	27,19	19,11	5,64	3,39	29,44	20,69	6,11	0,24	3,61	1,13	0,62	0,06	23,43	16,13	30,06	3,10	
Gemiddelde	7,90	26,59	19,26	6,70	2,87	28,87	20,91	7,28	0,22	3,67	0,95	0,61	0,05	23,03	15,68			
ANDEREN:																		
Andernay	9,83	29,10	15,79	6,13	2,58	32,27	17,51	6,80	0,26	3,76	1,22	0,62	0,05	22,08	15,12	32,45	2,51	
Moutiers	7,51	29,18	16,80	7,19	2,34	31,55	18,16	7,77	0,25	4,19	0,94	0,60	0,07	21,06	12,60	34,38	1,97	
Mairy	10,17	29,81	14,99	5,86	2,56	33,19	16,69	6,52	0,29	3,75	1,34	0,65	0,07	21,60	14,11	34,31	2,40	
Rochonvillers	10,57	25,96	17,33	6,75	2,57	29,03	19,38	7,55	0,22	4,06	1,32	0,59		23,26	17,22			
Gemiddelde	9,74	27,83	16,55	6,58	2,52	30,83	18,34	7,29	0,25	3,98	1,23	0,61	0,13	22,31	15,36			
Totaal en gemiddelde van de kalkhoudende minette-ertsen	8,11	26,73	18,95	6,69	2,83	29,09	20,62	7,28	0,22	3,71	0,98	0,61	0,06	22,95	15,64			
MINETTEN van LUXEMBURG																		
	-																	

II KIEZELHOUDENDE ERTSEN.

MINETTEN VAN LOTHARINGEN																		
ARBED :																		
Mont Rouge	9,87	30,81	8,21	14,55	0,56	34,18	9,11	16,14	0,22	5,82	1,72	0,77	0,10	15,41	7,56	35,58	0,50	
Serrouville	11,08	29,70	7,32	14,23	0,51	33,40	8,23	16,00	0,24	6,05	1,71	0,73	0,10	15,31	6,72	34,48	0,48	
Totaal en gemiddeld van de kiezelhoudende minetteertsen	10,44	30,29	7,79	14,39	0,54	33,82	8,70	16,07	0,23	5,93	1,72	0,75	0,10	15,36	7,17			
MINETTEN VAN LUXEMBURG																		
Thillenbergr	13,90	29,58	7,32	14,06	0,52	34,35	8,50	16,33	0,30	5,20	1,90	0,70	0,12	15,82	8,15	33,80	0,48	
Totaal en gemiddeld van de kiezelhoudende minetteertsen	11,15	30,15	7,69	14,32	0,54	33,93	8,66	16,12	0,24	5,78	1,76	0,74	0,10	15,45	7,37			

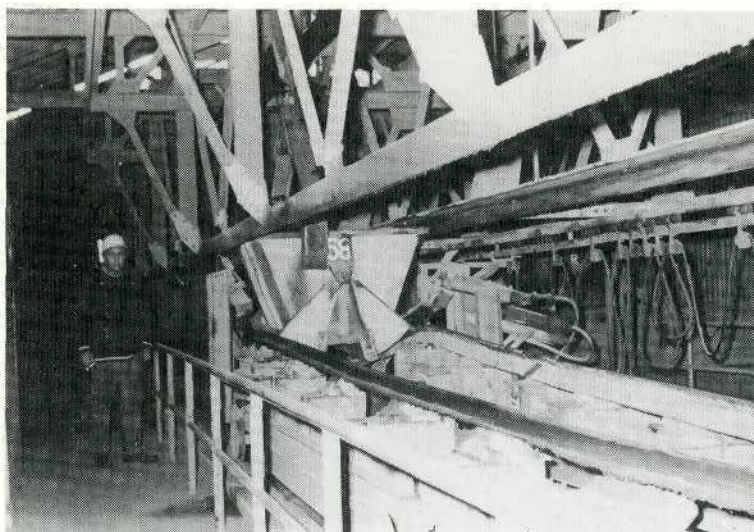
III FIJNE RIJKE ERTSEN NAAR DE BEDDING GESTUURD.

Herkomst	Vochtinhoud	Analyse van gedroogde ertsen													CaO SiO ₂
		Fe	CaO	SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	S	CO ₂	P ₂ O ₅	C	Vuurverlies	
Kiruna DF (Antwerpen)	1,99	60,90	4,15	4,78	25,61	58,63	0,98	0,85	0,09	0,05	0,40	2,30		0,91	
Pellets "SAMARCO"	1,10	65,59	2,24	2,17			0,31	1,10	0,04		0,08	0,05	0,06	0,02	
Fijne minetten naar de bedding gestuurd															
Kalkhoudend	8,11	29,09	20,62	7,28											2,83
Kiezelhoudend	11,15	33,93	8,66	16,12											0,54

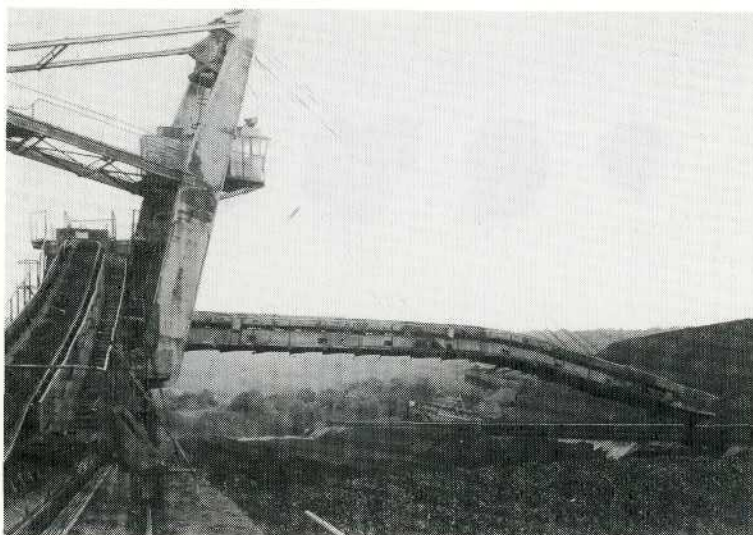
Figuur 4.2 Gemiddelde analyse van de ertstoevoeren.



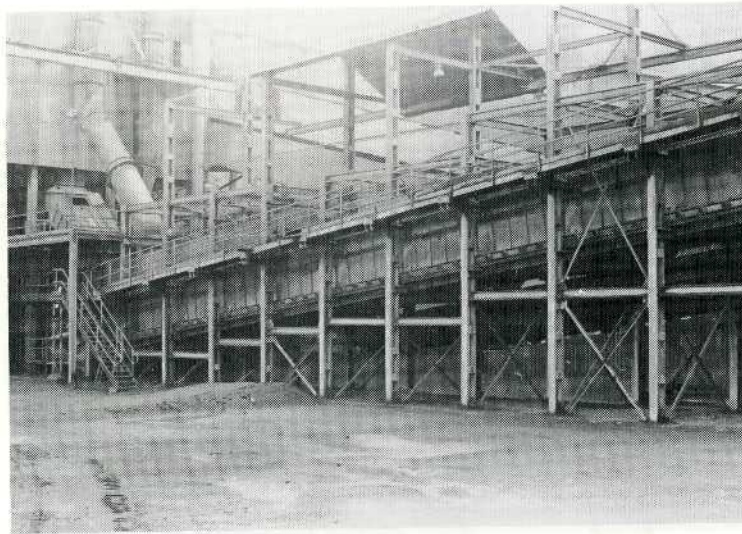
Figuur 4.3 Rechtstreeks vervoer van de ertsbakken tussen de mijn en het staalbedrijf Rodange (einde 1978 buiten dienst gesteld).



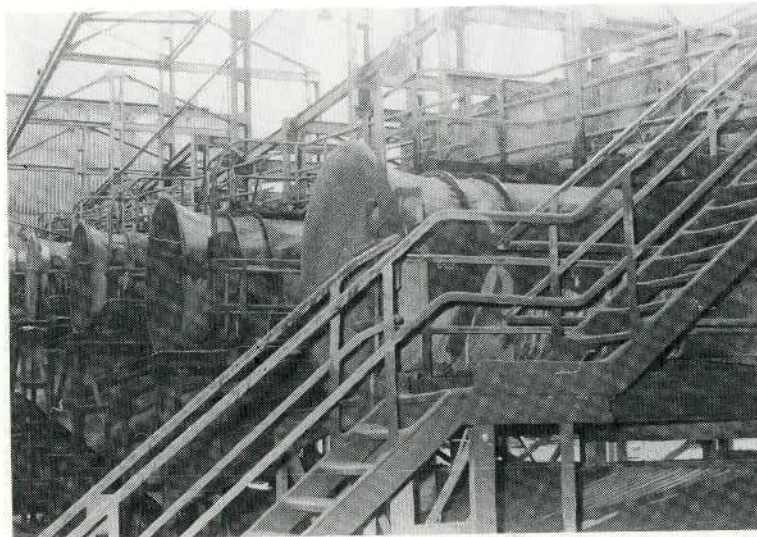
Figuur 4.4 Storting van de inhoud van een ertsbak in de ertssilo.



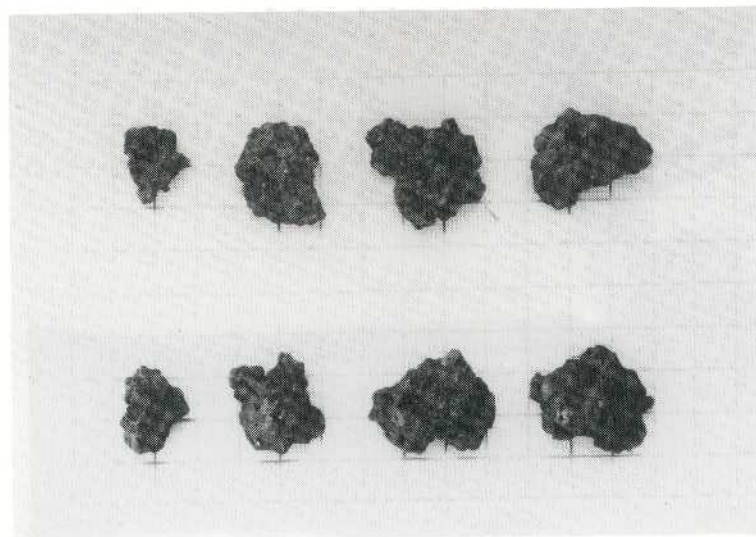
Figuur 4.5 Ertssbedding met de machine voor het storten en terug opnemen van het erts (heden buiten dienst).



Figuur 4.6 Uitgang van de rooster van de Dwight-Lloyd sinteringsinstallatie van Rodange (heden buiten dienst).



Figuur 4.7 Zuigventilatoren van de Dwight-Lloyd sinteringsinstallatie van Rodange.



Figuur 4.8 Korrels gesinterd erts.

Hoewel de minette-ertsen van Lotharingen tot de categorie der z.g. arme ertsen behoren, zijn zij nochtans gewaardeerd: hieraan is het regelmatig $\frac{P}{Fe}$ gehalte te

danken waardoor men een ruwijzer bekomt met een P inhoud van $\pm 1,75 \%$.

Het is te danken aan het Thomas procédé dat de minette-ertsen geprezen werden.

Daarenboven kende de ijzer- en staalindustrie in dat gebied een ongeëvenaarde ontwikkeling sedert het einde van vorige eeuw.

Wij kunnen om te besluiten nog vermelden dat men eveneens gebruik maakt van uitheemse ertsen, rode hematiet (Fe_2O_3) rijk aan ijzer (65 - 69 % Fe) die in Braziliaanse mijnen ontgonnen wordt.

Verder worden nog magnetiet ertsen (Fe_3O_4) (60 -65 %Fe) uit Zweden aangewend (fig. 4.2 deel III).

Een maximum van 10% van voornoemde ertsen worden aan de muller toegevoegd ten einde het ijzergehalte ervan te verhogen.

4.2.1.2. De ertsvoorbereiding.

De inheemse ertsen zijn arm aan ijzer, maar bieden het voordeel dat zij ter plaatse gewonnen worden (fig. 4.3, 4.4.).

Om het rendement en de reduceerbaarheid van de ertsen te vergroten alsmede de kwaliteit van het ruwijzer te verbeteren (onder meer door verlaging van het zwavelgehalte) gaat men over tot de integrale voorbewerking van de muller .

De uitrusting bestaat uit :

- een lijn voor het breken en het zeven, voor het stukgrootte sorteren van het erts. Deze bestaat uit een ertsbreker met getande cylinders, gevolgd door hamerertsbrekers en zeefinstallaties bestaande uit drie zeven in serie opgesteld;
- een homogenisatieareaal met grote capaciteit dat men bedding noemt (fig. 4.5.) ;
- een sinterinstallatie of een Dwight - Llyod ketting (fig. 4.6 , 4.7.);

De voorbewerkte muller is voor 80 % samengesteld uit korrels met een diameter van 40   50 mm (fig. 4.8). De ijzerinhoud ervan bedraagt 42-43 %. De volledige analyse is in tabel (fig. 4.9.) opgenomen.

Fig. 4.9. Gesinterde ertsen

	Vochtinhoud	Analyse van gedroogde ertsen													CaO		ISO	
		Fe	CaO	SiO ₂	Me-tall. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	S	CO ₂	P ₂ O ₅	C	Vuurverlies	SiO ₂	+ 6,3 - 0,3	
Sinterinstallatie DL S 400		41,59	18,36	12,43	0,18	8,35	49,93	1,29	5,26	0,34	0,06	0,08	1,80	0,06		1,48	64,27	8,10
Sinterinstallatie DL S 320		41,63	18,38	12,44	0,03	8,56	49,97	1,22	5,32	0,34	0,07	0,08	1,84	0,06		1,48	65,07	7,73

Figuur 4.9 Analyse van gesinterde ertsen.

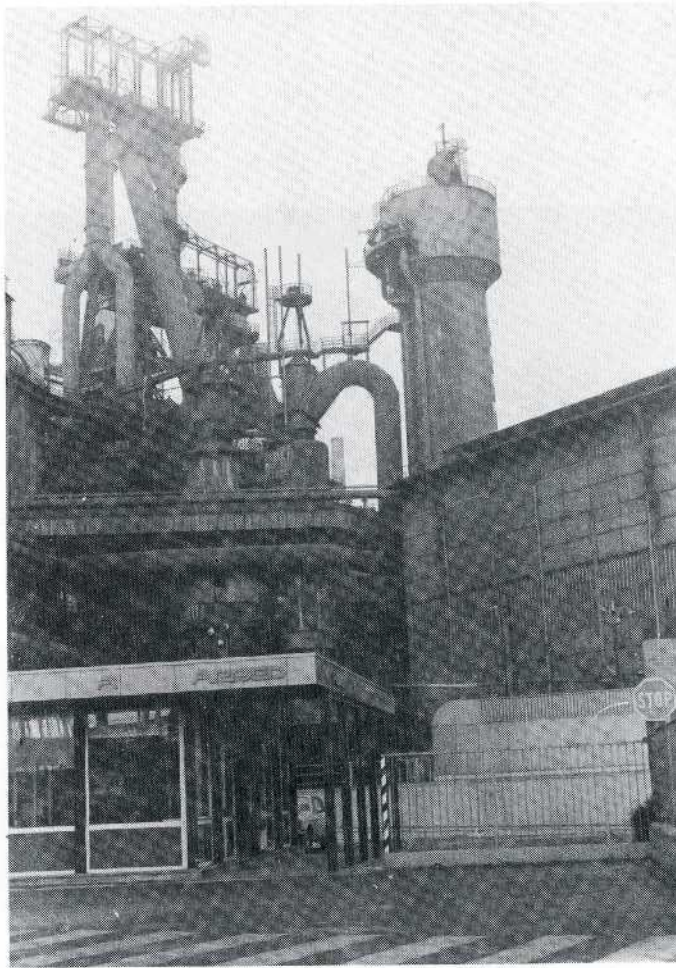
4.22 De hoogoven.



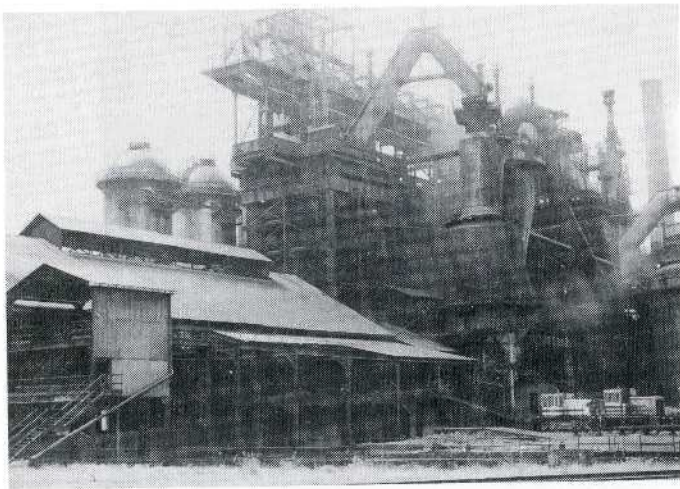
Het tappen van de hoogoven.



Ruwijzergietpan (op de voorgrond) en slakkenaftap in een slakkenpan (humpen).



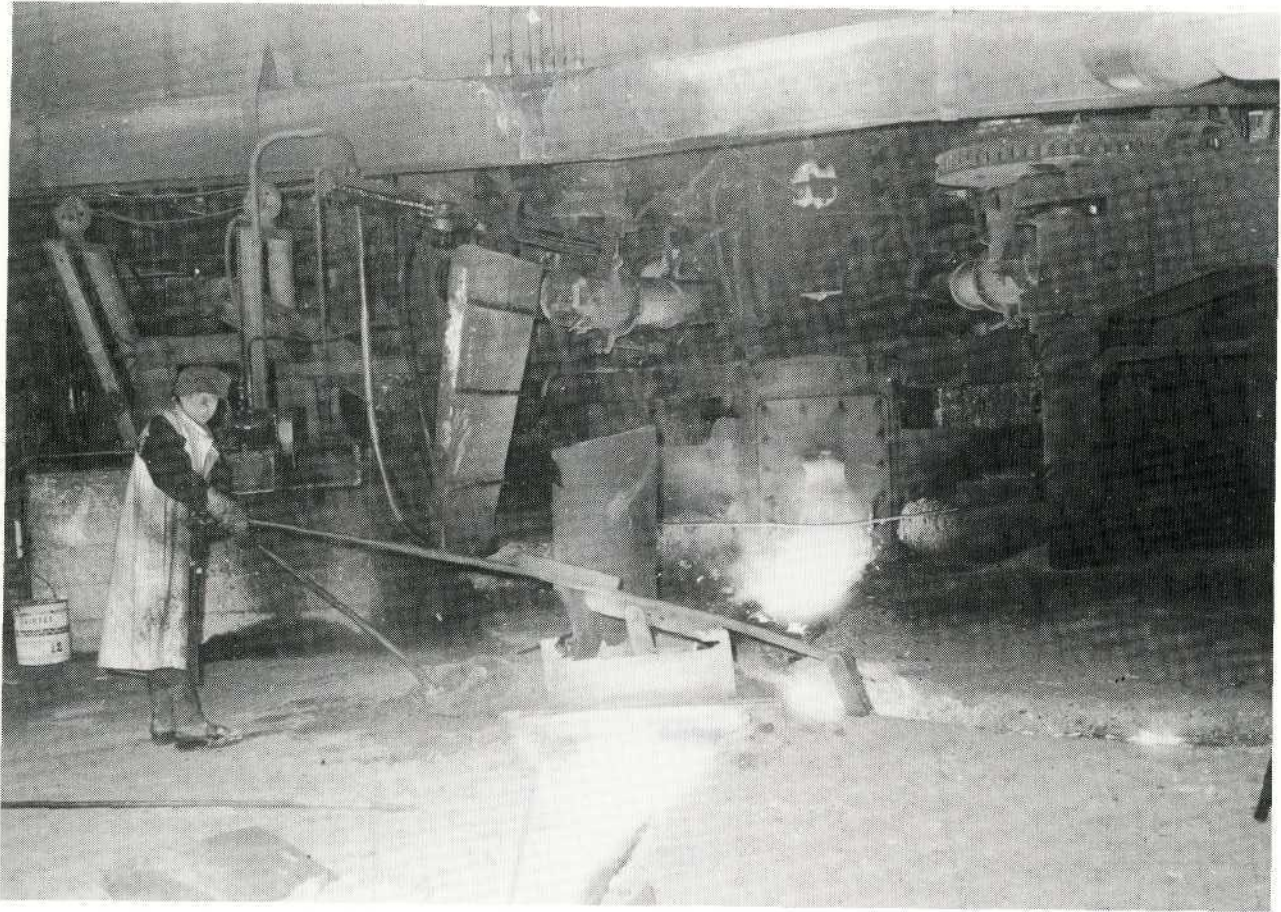
Figuur 4.10 Hoogoven van ARBED Differdange.



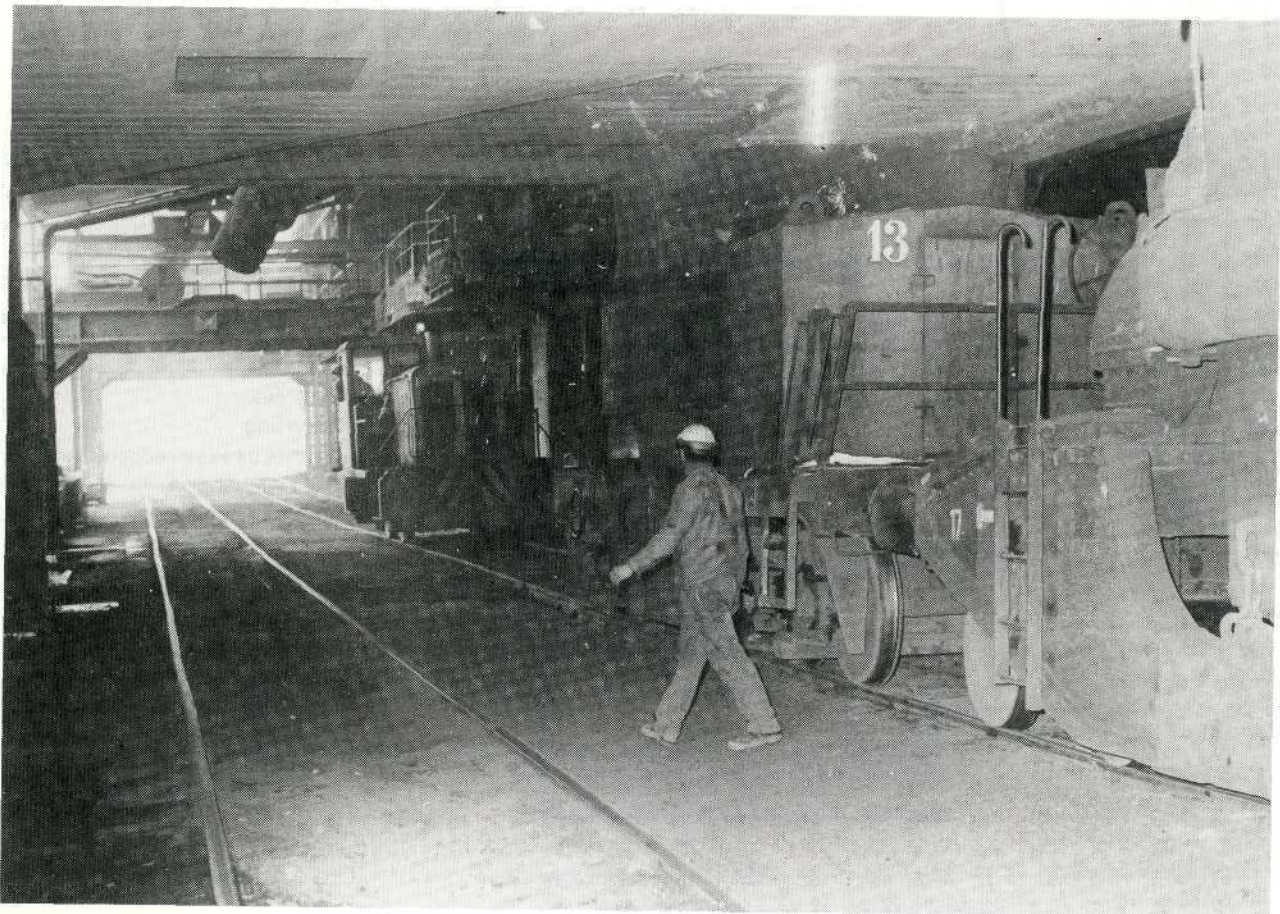
Figuur 4.11 Hoogoven van Rodange (heden buiten dienst).



Figuur 4.12 Cowpers van een der hoogovens van Rodange (heden buiten dienst).

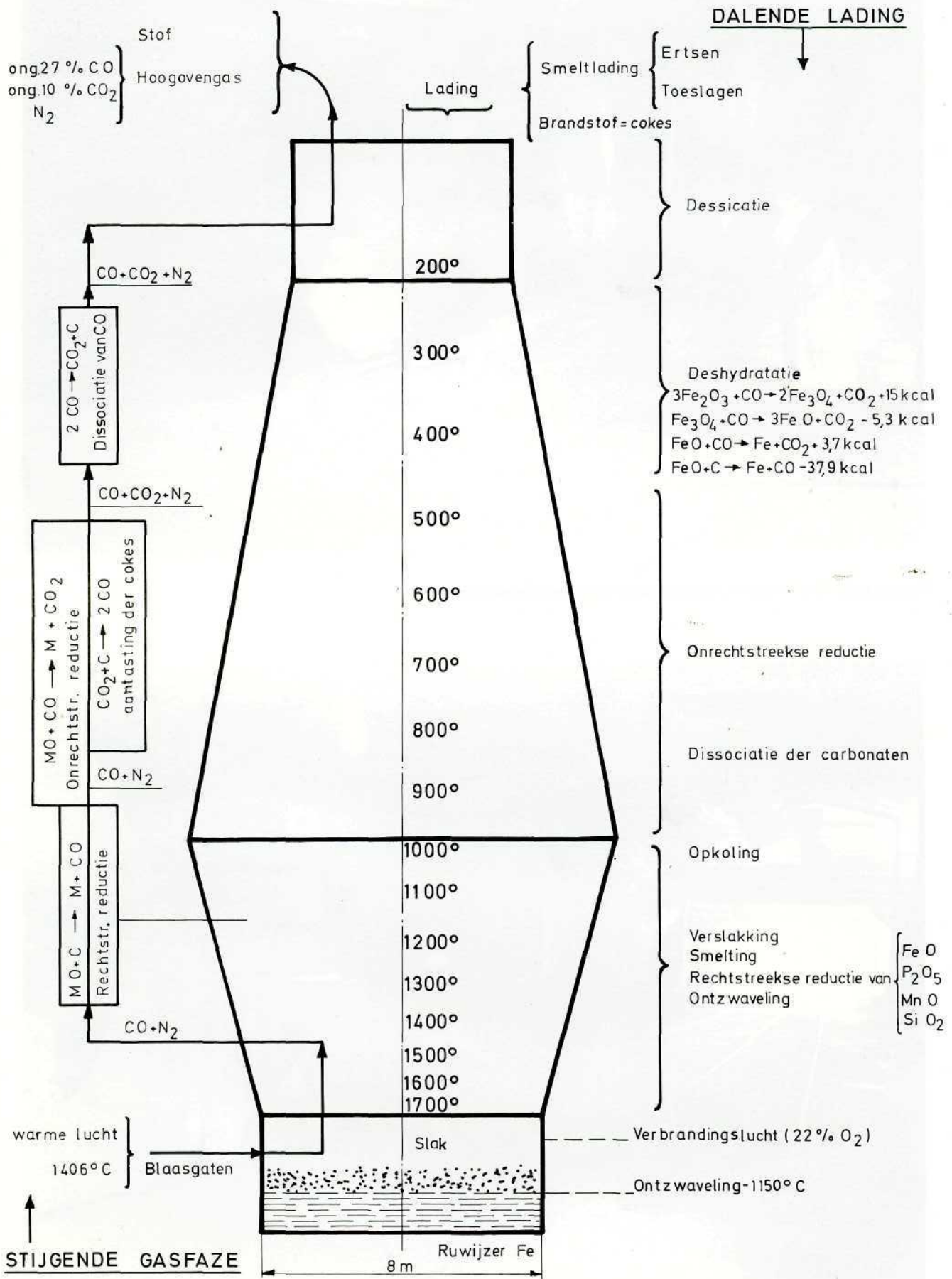


Figuur 4.13 Gieten van het gietijzer gewonnen in de hoogoven.



Figuur 4.14 Gietunnel onder de hoogoven waar ruwijzer en slakken gegoten worden.

Schematische werking van de hoogoven



Figuur 4.15 Werkingsschema van een hoogoven.

4.2.2. De Hoogovens.

De hoogovens die heden ten dage het ruwijzer voor railstaal produceren werden in 1964 gebouwd. (fig. 4.10)

De oudere installaties worden stelselmatig uit gebruik genomen, zoals deze van Rodange, die einde 1978 werden stil gelegd (fig. 4.11 en 4.12).

De hoogovens die nu nog in dienst zijn bezitten een kroes van 8 m, een nuttig volume van 1 200 m³ en een productievermogen van 1 850 ton ruwijzer per dag. De vulling van de voorbewerkte muller, de metallurgische cokes en de pellets uit Brazilië gebeurt met behulp van transportbanden en vulwagens.

Alles gebeurt volledig automatisch, volgens een op voorhand opgesteld programma dat bevolen wordt door de peilstangen die boven de hoogovenlading neergezet worden.

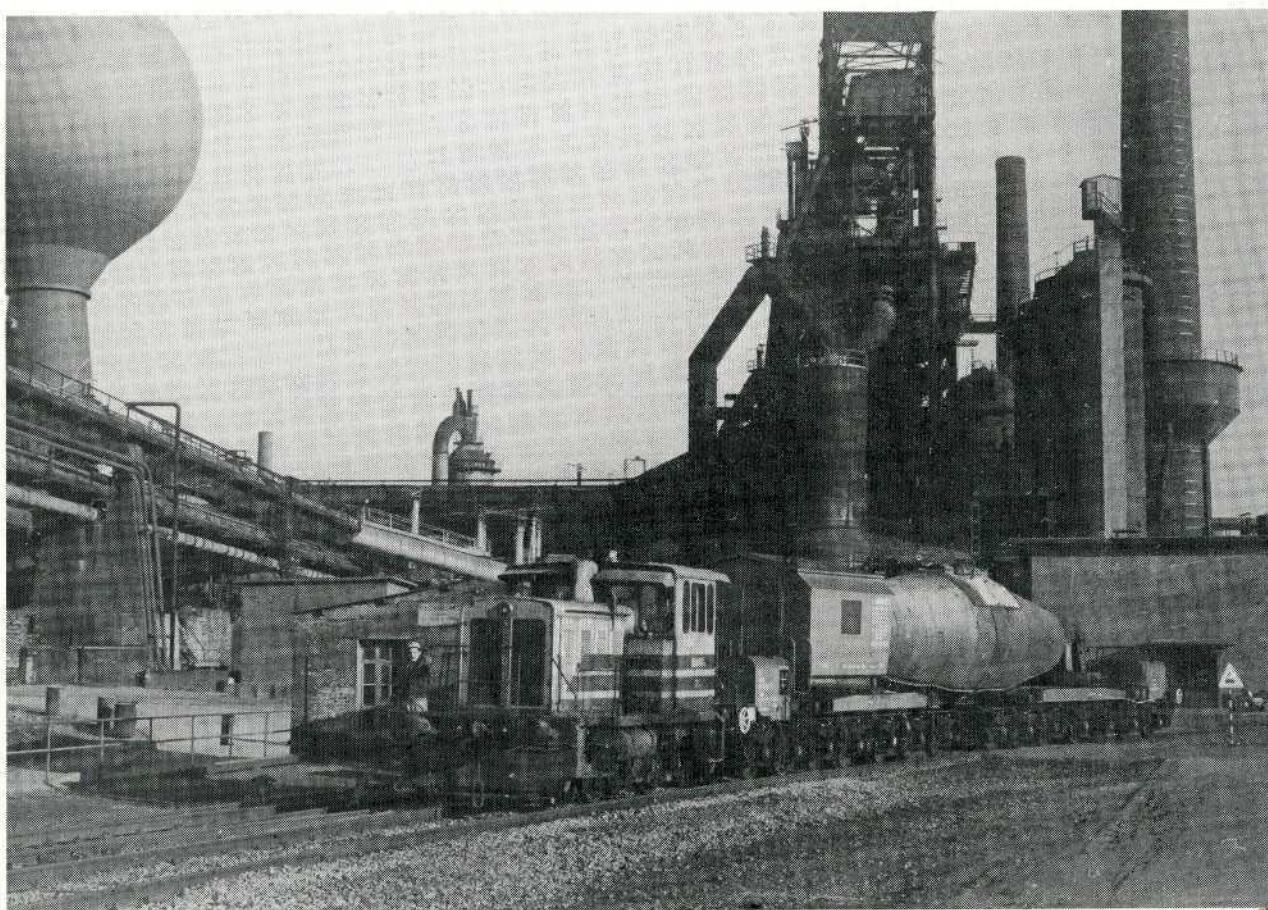
De moderne hoogoven is uitgerust met ingebouwde oliebranders voor de injectie van extra-zware gasolie (75 kg per ton geproduceerd ruwijzer) en de inbreng van zuurstof (verrijking van de blaaswind met 1 % zuurstof).

De wind wordt op 1 150 °C verhit.

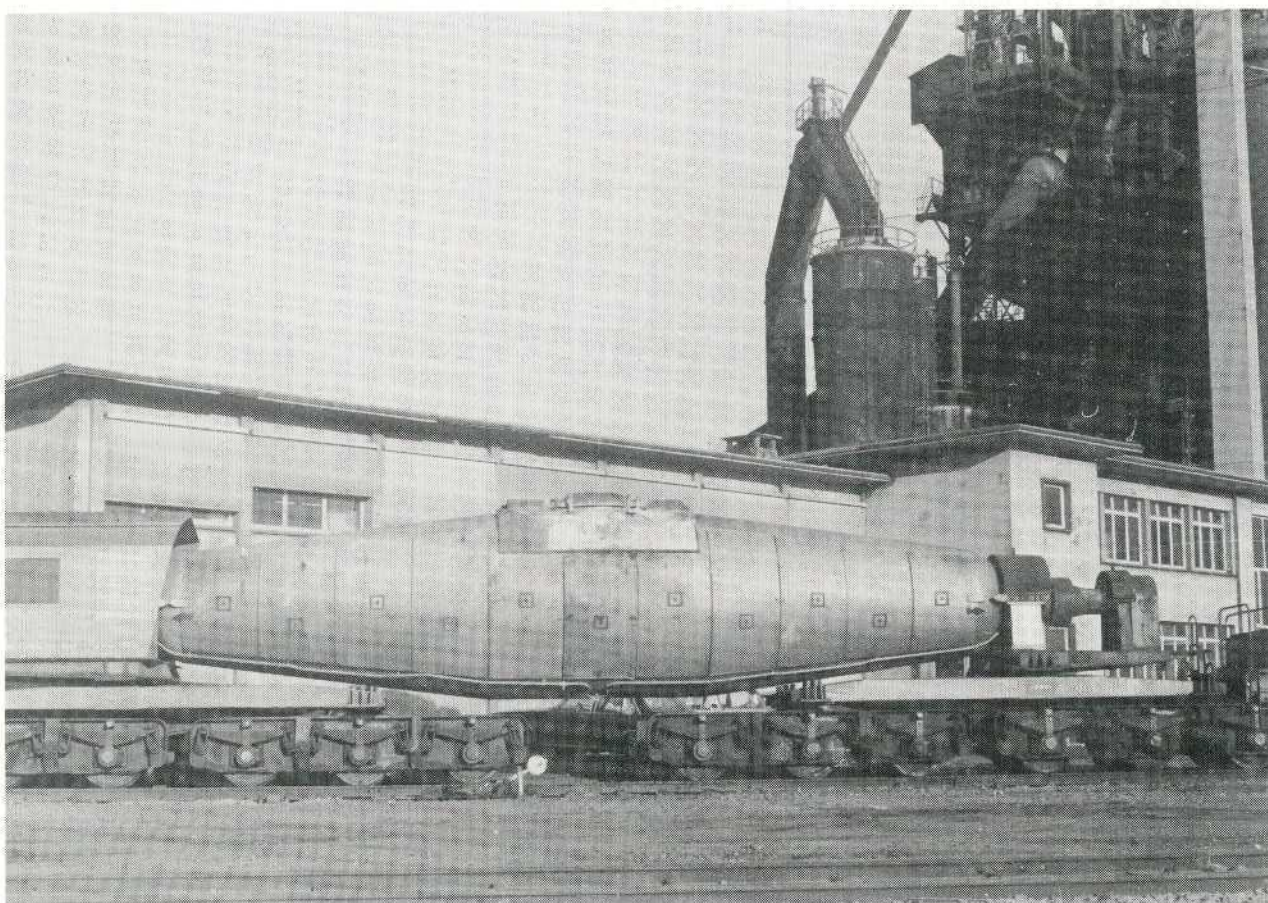
De hoogoven is dag en nacht in werking en produceert met regelmatige tussenpozen ruwijzer (fig. 4.13 en 4.14) en slakken die in gietpannen worden gegoten.

De ruwijzergietpannen worden naar de ruwijzermenger gevoerd, terwijl de slakken allerlei bijproducten leveren (slakkencement, ballast, enz..)

Het schema van de werking van een hoogoven wordt op fig. 4.15 weergegeven.

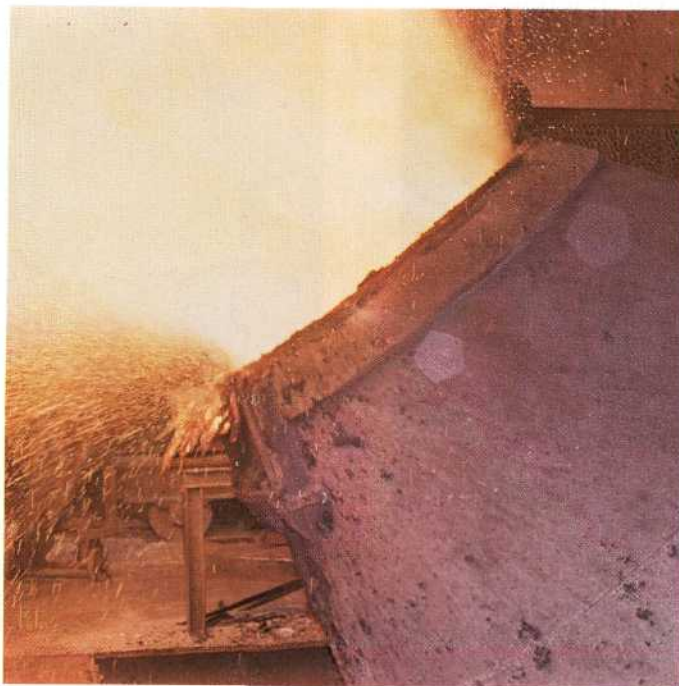


Figuur 4.16 Rangeerlocomotief die een torpedo-gietpan met 120 t vloeibaar gietijzer te Rodange aanvoert.



Figuur 4.17 Algemeen zicht van de torpedo-gietpan.

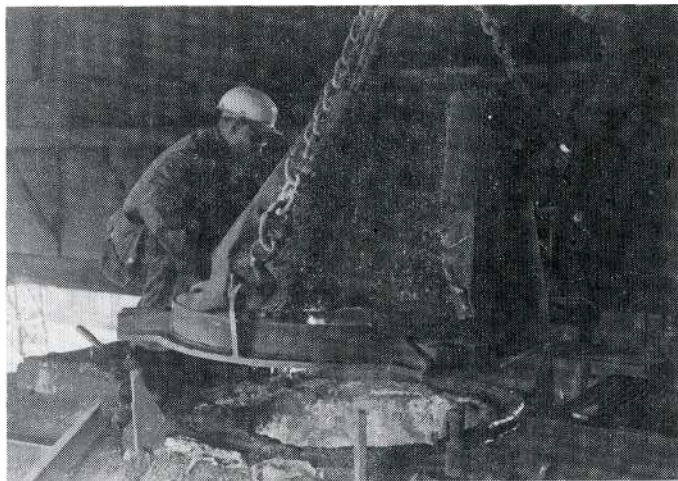
4.24 De convertoring.



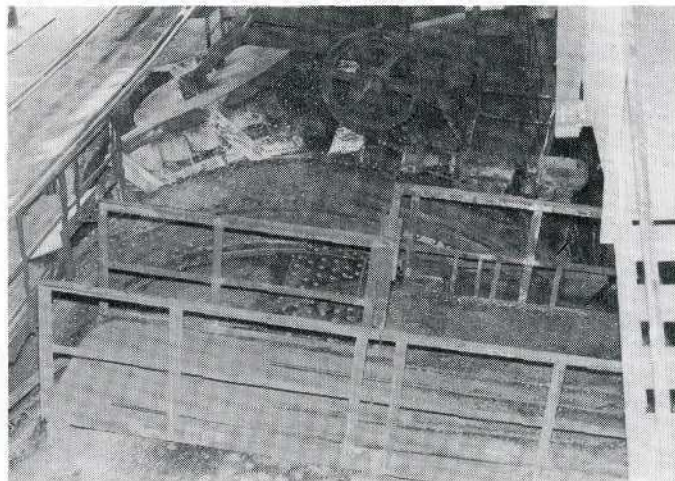
Vonkenuitwerp bij het eindkippen van de convertor.



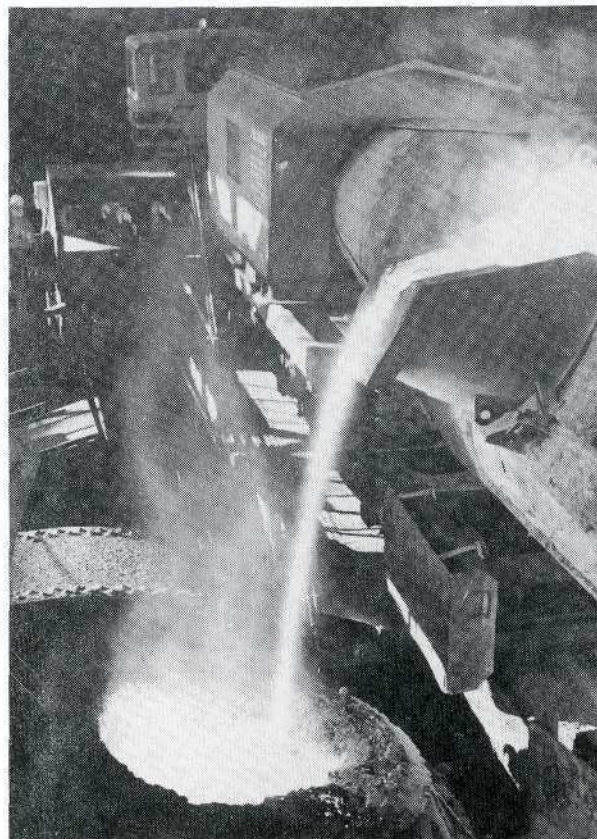
Vallend gieten in gietvormen met blokmuts.



Figuur 4.18 Bevestiging van de vuurvaste kegel op de gietopening van de torpedo-gietpan.



Figuur 4.19 Ruwijzermenger van 1000 t inhoud.



Figuur 4.20 Torpedo-gietpan die haar lading ruwijzer in de ruwijzermenger stort.

Sinds de hoogovens van Rodange stil gelegd werden, wordt het ruwijzer voor het staalbedrijf in de hoogovens van Belval of Differdange geproduceerd.

Het wordt in torpedovormige gietpannen van 120 T (fig. 4.16 en 4.17) langs het net van de Luxemburgse spoorwegen naar de ruwijzermenger van Rodange gevoerd, waarin het gegoten wordt.

4.2.3. De ruwijzermenger (fig. 4.18, 4.19 en 4.20)

Het is een groot cilindrisch reservoir dat 1 000 T vloeibaar metaal kan inhouden, waarin de ruwijzerproductie van de hoogovens, bijzonder op zon- en feestdagen opgestapeld wordt, om te gepasten tijde en in welbepaalde hoeveelheden aan het staalbedrijf te worden afgeleverd.

Op dit ogenblik van de fabricatie wordt de ontzwaveling verwezenlijkt.

De te frissen hoeveelheid gietijzer wordt in een gietpan gestort die natriumcarbonaat bevat.

Er vormt zich een zwavelhoudende slaklaag (Na_2S) die wordt verwijderd en naar de slakkenberg gevoerd.

Het ruwijzer dat wordt aangewend voor het vervaardigen van railstaal heeft een wit breukuiterslijk en volgende gemiddelde analyse:

$\frac{\text{C}}{3,79}$	$\frac{\text{Mn}}{0,32}$	$\frac{\text{P}}{1,71}$	$\frac{\text{S}}{0,024}$	$\frac{\text{Si}}{0,62}$	$\frac{\text{T}^\circ}{1\ 280\ \text{tot}\ 1300^\circ}$
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------------------------------------

4.2.4. De convertoring.

4.2.4.1. De inzet.

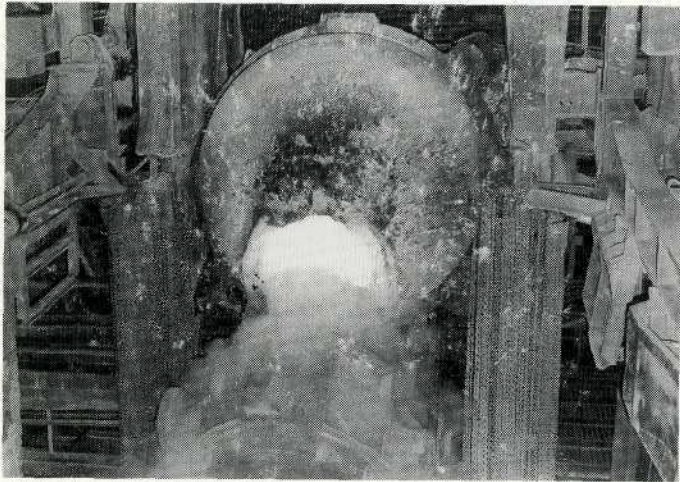
Bij de inzet wordt, benevens ruwijzer ook nog kalk en schroot gebruikt.

- Het ruwijzer.

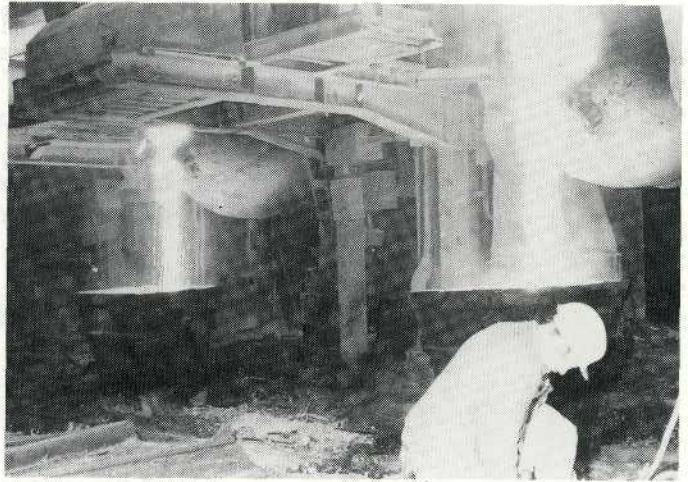
Een van de belangrijkste factoren is de hoeveelheid silicium dat het bevat. Wanneer het ruwijzer er teveel inhoudt, laat het zich moeilijk blazen en wordt vlug chemisch te warm.

Het toevoegen van meer of minder schroothoeveelheden laat toe de schadelijke invloed van silicium teniet te doen.

Een andere factor is de fysische warmte van het ruwijzer. Bij het gieten in de convertor schommelt



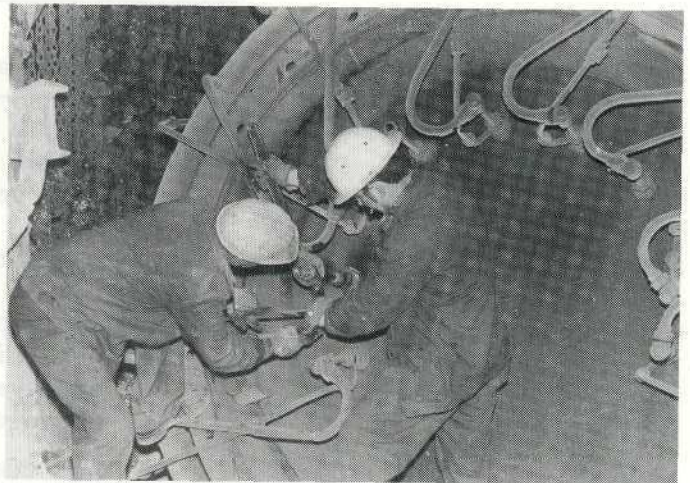
Figuur 4.21 OBM convertor tijdens het laden van schroot.



Figuur 4.22 OBM convertor tijdens het afslakken.



Figuur 4.23 Vervaardiging van vuurvaste stenen bestemd voor de bekleding van de convertor.



Figuur 4.24 Zicht op de bodem van een OBM convertor met de blaaspipen.

de temperatuur tussen 1 280 en 1 300 °.

- De kalk.

De kalk die bij de staalvervaardiging wordt gebruikt moet zo zuiver mogelijk zijn.

Zwavel en gehydrateerde kalk zijn schadelijke elementen.

De waterdamp die ontstaat wordt ontbonden door de hoge temperaturen die in het bad heersen en leidt tot het opnemen van waterstof in het vloeibaar metaalbad.

- De schroothoeveelheden.

De overschakeling van gewone lucht (met 21% zuurstof inhoud) naar zuivere zuurstof, heeft toegelaten de bij het raffineren ontstane warmte die voor een groot gedeelte verloren ging, nu voor het insmelten van grotere hoeveelheden schroot te gebruiken.

De afkoeling van het bad gebeurt door toevoeging van niet verroest schroot. Dit om te vermijden dat er nieuwe hoeveelheden waterstof zouden toegevoegd worden.

4.2.4.2. De eigenlijke frisbewerking.

Wij zullen achtereenvolgens hiernavolgende procédés beschrijven :

- het OBM procédé (Oxygen Bodem Maximilianshütte)
- het LD-AC procédé (Linz Donawitz Arbed centre national de recherches métallurgiques (CNRS))

4.2.4.2.1. Het OBM procédé in convertoren van 25 T. (Fig. 4.21, 4.22 en 4.23).
(oude omgevormde Thomasconvertoren)

Het betreft een procédé waarbij men zuivere zuurstof blaast doorheen mondstukken in de bodem van de convertor (fig. 4.24). Bij de aanraking van zuurstofgas met het smeltbad treden bij het raffineren dermate hoge temperaturen op, dat de bodem van de convertor zeer snel beschadigd wordt. Als koelmiddel gebruikt men de ontbindingswarmte van koolwaterstofverbindingen, in dit geval aardgas.

Het frissen van fosforhoudend ruwijzer verloopt op gelijkaardige wijze als

bij het Thomasprocédé.

Achtereenvolgens worden de hiernavolgende onzuiverheden uit het ruwijzer verwijderd :

- Si onder de vorm van 2CaO SiO_2 dat in de slak opgenomen wordt.
- C onder de vorm van CO en CO_2 die uit de monding stroomt en er de karakteristieke vlam veroorzaakt die wijst op de verwijdering van koolstof.
- P onder de vorm van $4 \text{CaO P}_2\text{O}_5$ dat zich bij de reeds gevormde slak voegt.

Het blazen wordt beëindigd door een roering met stikstof, wat het fosforgehalte van het bad vermindert dank zij een beter fysico-chemisch evenwicht tussen bad en slak. Op die manier vermindert de overblijvende waterstofinhoud merkkelijk.

De karakteristieken van het OBM-staal dat uit fosforhoudend gietijzer wordt gewonnen zijn de volgende:

- het fosforgehalte: door in twee fazen te werken en ingevolge deroering met stikstof bereikt men de hoeveelheden van het LD-AC procédé (0,040 max.)
- het zwavelgehalte: de hoeveelheid S is een weinig lager dan deze bij Thomasstaal. Als men zorgvuldig te werk gaat en met een dubbele slak, bekomt men de waarden van het LD-AC procédé (0,035 max.).
- Het stikstofgehalte: door aardgas te gebruiken dat 15% stikstof bevat, stijgt het stikstofgehalte in het staal met 0,0015%, maar blijft onder de drempelwaarde van 0,0080%.
- het gehalte van C - Mn - Si :
De gewenste hoeveelheden C, Mn, Si worden verkregen door grafiet, Fe Mn en Fe Si in de gietpan toe te voegen.
- het gehalte aan waterstof:
Bij het OBM-procédé is het waterstofgehalte van het staal groter dan bij de andere fristechnieken. De oorzaak hiervan ligt in de aanwending van een koolwaterstofverbinding als koelmiddel van de blaasmondstukken.

Het waterstofgehalte van het metaalbad na het blazen is erg veranderlijk, omdat het afhankelijk is van de bereikte temperatuur. Gemiddeld bedraagt zij 60 cc/100 g met een spreiding van 2,2 cc/100 g. Wordt dit metaal dadelijk in de gietpan gegoten met de nodige toevoegingen om de gevraagde rail-analyse te bekomen, dan daalt de hoeveelheid stikstof tot $5 \pm 1,2$ cc/100g.

Dit gehalte is groter dan datgene dat men met het Thomas procédé verkreeg ($3,9 \pm 1,1$ cc/100g) en waarbij men verzekerd was spoorstaven zonder inwendige gebreken te vervaardigen.

Om de waterstofinhoud van het metaal te beperken, werd tot de volgende werkwijze besloten :

- gewoon blazen van de lading mits de hiernavolgende parameters voor het bad te eerbiedigen :

temperatuur : 1620 - 1630° C

P van het bad: 0,060 - 0,090 %

Fe van de slak: 7 à 11 %

- afslakken
- roering met stikstof gedurende 100 sec. met een debiet van 80 m³N/ min om een temperatuur van 1570° - 1580° te bereiken met een P van 0,025 - 0,040 %.
- gieten in de pan met een toevoeging van grafiet, Fe Mn, Al, Si Zr en Fe Si om een rustige stolling te bekomen.

Wanneer op die manier tewerk gegaan wordt, bereikt het waterstofgehalte van het afgetaapt metaal $3,3 \pm 1,1$ cc/100g , wat lager ligt dan bij het Thomas staal.

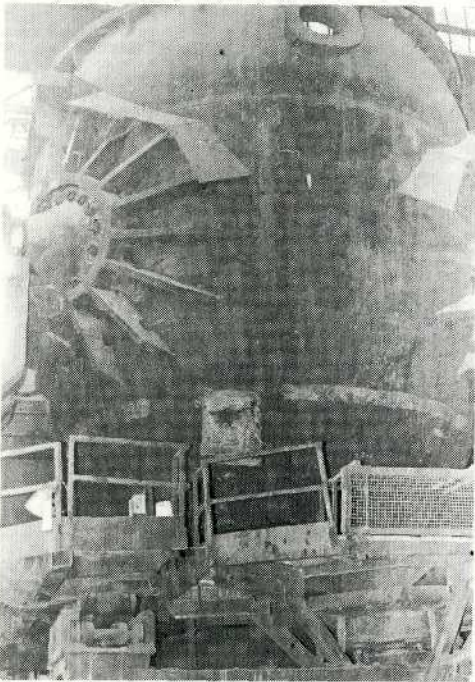
Het doorlopend ultrasonoor nazicht heeft trouwens aangetoond dat de vervaardigde spoorstaven vrij van inwendige gebreken waren..

4.2.4.2.2. Het LD-AC procédé in een convertor van 170 t (fig. 4.25).

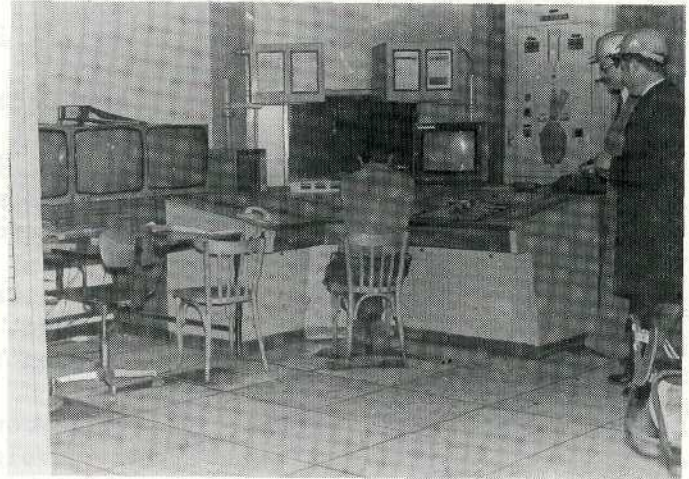
Per ton inzet wordt er:

- 750 kg fosforhoudend ruwijzer in vloeibare toestand geladen bij een temperatuur van 1200° - 1300° met volgende samenstelling :

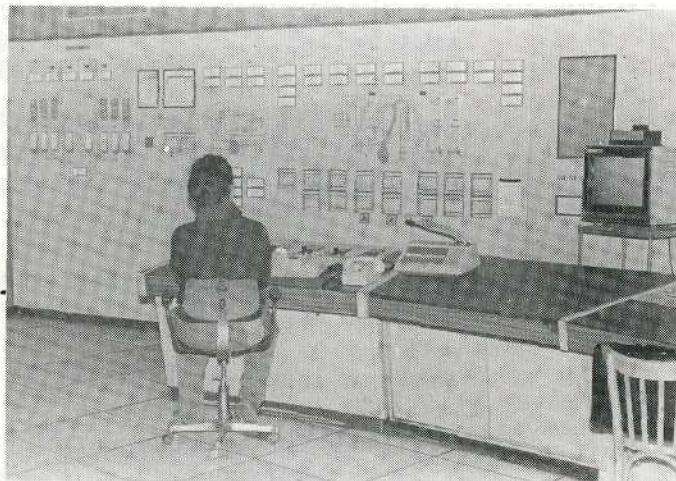
C	Mn	P	Si	S
3,60	0,302	1,7	0,40	0,020



Figuur 4.25 LD-AC converter van 170 t in de herstellingsstandplaats.



Figuur 4.26 Centrale controlekamer van de LD-AC converter.



Figuur 4.27 Bedieningspanelen in de centrale controlekamer.

- 235 kg schroot
- 12 kg CaO in poedervorm
- 3 kg ijzererts

Met behulp van een watergekoelde zuurstoflans met koperen mondstuk blaast men een mengsel van zuivere zuurstof en verpulverde kalk in het convertorvat.

Door een beduidende warmteontwikkeling in de "brandvlek", t.t.z. de plaats waar de zuurstofstroom uitmondt, die in de onmiddellijke nabijheid van de slakkenvormende toetslag is gelegen en door een snelle warmteoverdracht van het metaal op de slak, wordt een goed reagerende slak gevormd, waarvan het ontfosforingsvermogen bijzonder hoog is.

In dit procédé is het mogelijk de fosfor reeds tijdens de ontkoling te verwijderen.

De blaasvoorwaarden en namelijk de afstand van blaasmond tot badspiegel, de druk en het zuurstof- en kalkdebiet, laten toe gedurende een groot gedeelte van de bewerking ofwel vaste slakken ofwel vloeibare slakken te verkrijgen en kan men naar believen van de ene op de andere overschakelen.

De vloeibare slakken hebben de neiging te schuimen. Dit verschijnsel dient volkomen beheerst te worden, omdat de schuimende slak tijdens de slakvorming in de convertor opstijgt en zelf de neiging heeft over de rand te schuimen of uitgestoten te worden, hetgeen met ijzerverliezen gepaard gaat (het zogenaamd slobben)

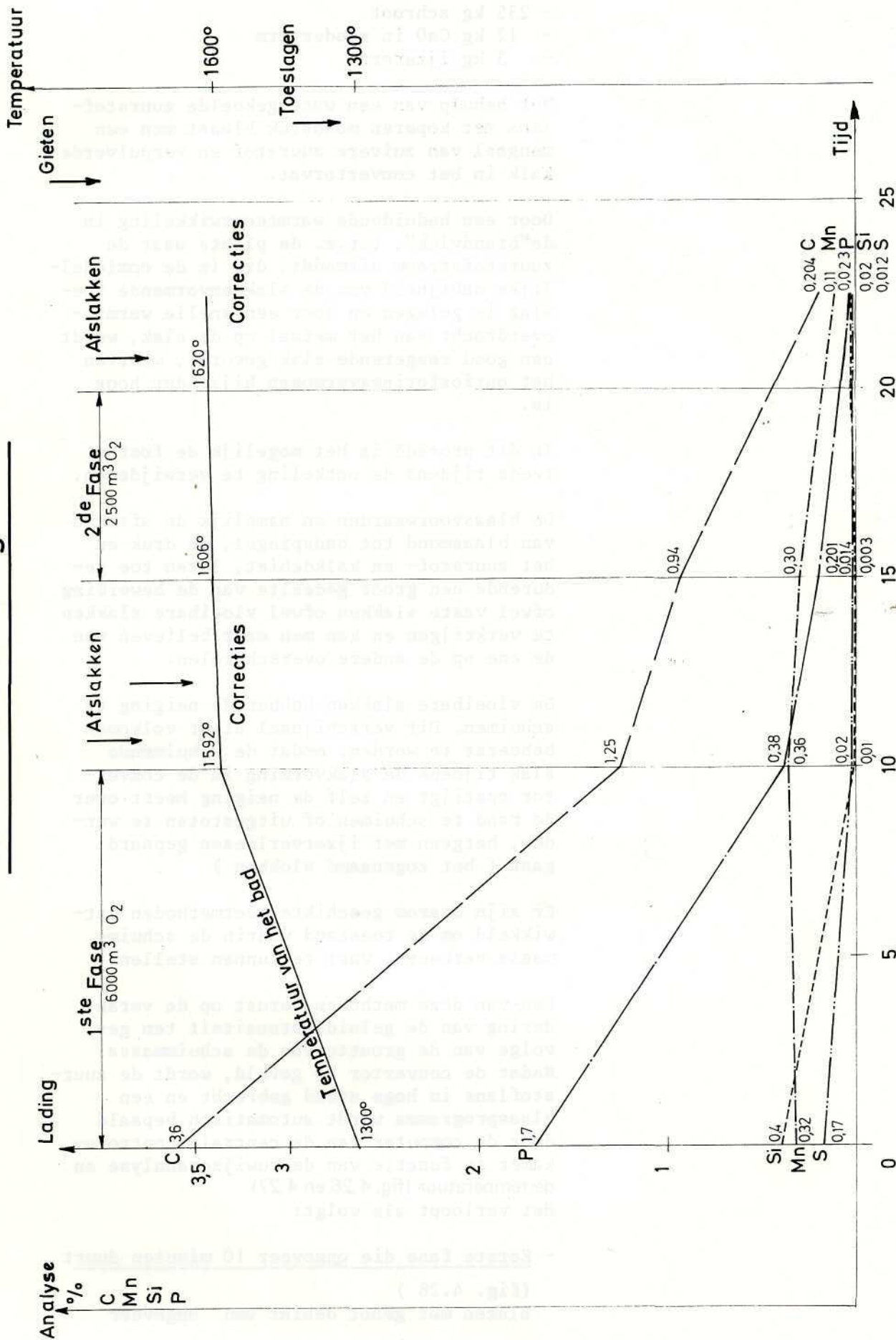
Er zijn daarom geschikte meetmethoden ontwikkeld om de toestand waarin de schuimmassa verkeert, vast te kunnen stellen.

Een van deze methoden berust op de verandering van de geluidsintensiteit ten gevolge van de grootte van de schuimmassa. Nadat de convertor is gevuld, wordt de zuurstoflans in hoge stand gebracht en een blaasprogramma wordt automatisch bepaald door de computer van de centrale controlekamer in functie van de ruwijzeranalyse en de temperatuur (fig. 4.26 en 4.27)

Het verloopt als volgt:

- Eerste fase die ongeveer 10 minuten duurt
(fig. 4.28)
Blazen met groot debiet van ongeveer

LD-AC Convertoring 170T



Figuur 4.28 Diagram van een LD-AC convertoring.

6000 m³ zuurstof tot men 1,25% C en 0,38% P bekommt.

Na deze eerste blaasperiode wordt de slak afgetaapt en doet men de eerste aanpassingen door toevoeging van kalk en van castine. Het koolstofgehalte valt op 0,94 % en het fosforgehalte beneden 0,201 % .

- Tweede fase van ongeveer 5 minuten.

Toevoeging van 45 kg schroot, van 7,5 kg poederkalk en 3 kg stukalk per ton inzet, om een slak met goede ontfosferende eigenschappen op te bouwen. Blazen van ongeveer 2 500 m³ zuurstof.

Op het einde van deze bewerking worden de nodige correctietoeslagen ingebracht zodat hiernavolgende analyse bekomen wordt :

C	Mn	P	S	Si
0,204	0,11	0,023	0,012	0,02

De badtemperatuur bereikt 1 620°.

- Gieten in de gietpan en toevoeging van 90% van de toeslagstoffen, zoals poedergrafiet, Fe-Mn, Al, Ca Si Zr

De resterende 10% worden gestort wanneer de gietpan onder de roerinstallatie met stikstof of argongas gebracht wordt.

Er wordt naar volgende richtanalyse gestreefd:

C	Mn	Si	P	S
0,50	0,95	0,20	0,020	0,010

4.2.5. Het metaal na de convertoring.

4.2.5.1. Controle van de samenstelling van het metaal.

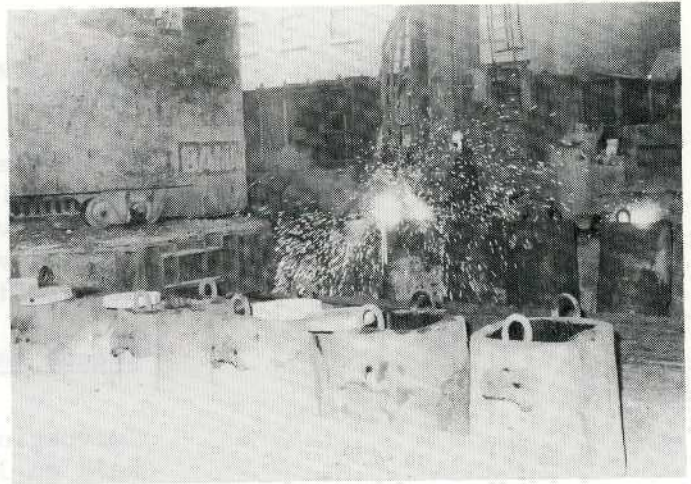
Gedurende het raffinageproces (voor het LD-AC procédé) of vooraleer de kalkdosis aangebracht wordt (bij het OBM procédé), worden monsters genomen die op C, Mn, Cu, S, P en naar behoefte op nog andere elementen onderzocht worden.

De analyseuitslagen worden binnen de drie minuten langs de telex aan de schrijfmachine van de convertorhal overgeseind.

Na kennisneming van de analyseuitslagen, beslist de verantwoordelijke van de staalgieterij of de gieting aanvaard wordt of door nablazen en kalktoeslagen moet



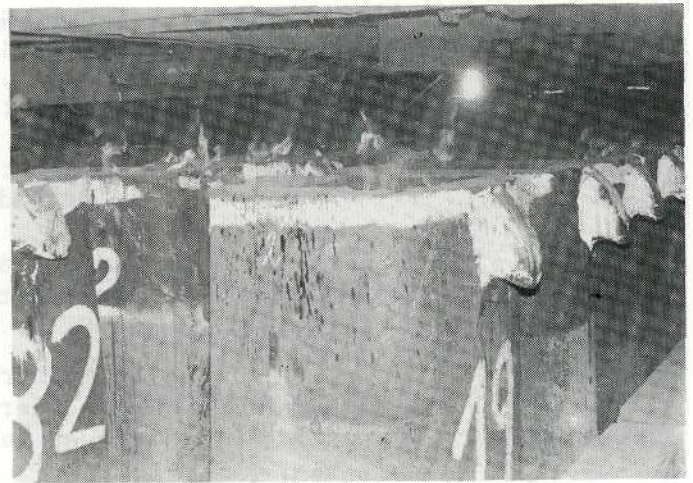
Figuur 4.29 Vallend gieten van het staal in gietblokken voorzien van blokmutsen.



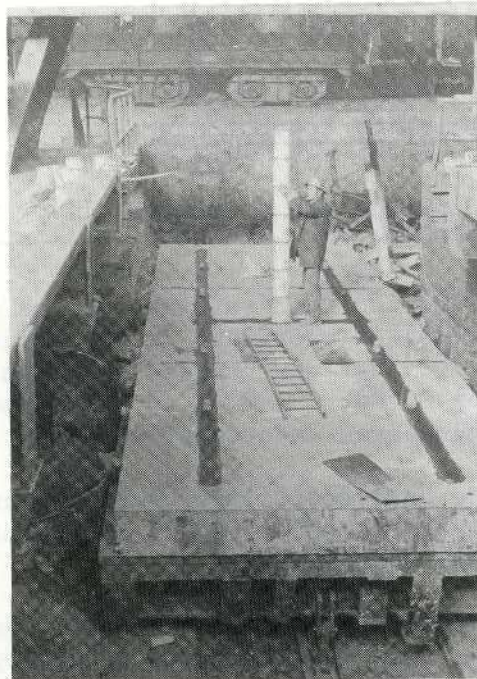
Figuur 4.30 Gietblokken met elk een dempingskussen in gereedheid om het spatten van het metaal te voorkomen.



Figuur 4.31 Gietkraan.



Figuur 4.32 Stijgend gieten van blokken.



Figuur 4.33 Voorbereiding van een gietbasis voor stijgend gieten met een centrale voeding.

verbeterd worden. Wanneer de gieting aanvaardbaar is, wordt er afgeslakt en het metaal wordt in de gietpan afgetapt met de inbreng van toeslagstoffen (C, FeS, Al, Zr, enz...) voor de desoxydatie en de legering van het staalbad.

De gietpan wordt nu naar het gietbekken gebracht waar een nieuwe monstername gedaan wordt hetzij met een monsterlepel, hetzij met een Spemimedailon..

De analyseuitslagen van C, Mn, Si, S, P, Zr worden naar de schrijfmachine van het putovenlokaal en van de convertorhal geseind.

4.2.5.2. Het gieten van de blokken.

Naargelang de grootte van het convertorvat (25 t of 170 t) giet men 4 tot 5 blokken van ongeveer 5 ton of 33 blokken van 5 ton (of 15 van 11 t). Het blokgewicht wordt bepaald door het profiel en de lengte van de te walsen spoorstaven.

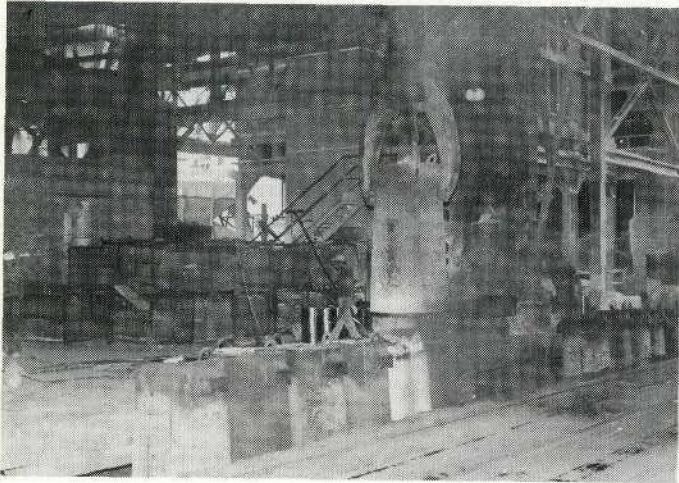
Te Rodange worden over het algemeen 5 blokken vallend gegoten (fig. 4.29).

Ten einde uitzichtfouten te vermijden, brengt men een cilindervormige plaat in het onderste deel van de gietijzerkokille aan, alsmede een gegolfd karton (fig. 4.30) die het spatten tegen de kokillewanden verhinderen. Op het bovenste gedeelte van de gegoten blok brengt men blokmutsplaten uit vuurvast materiaal tegen de wanden aan en stort men een zakje isoleerpoeder (fig. 4.31) boven het gegoten metaal, om de slinkholte tegen te werken.

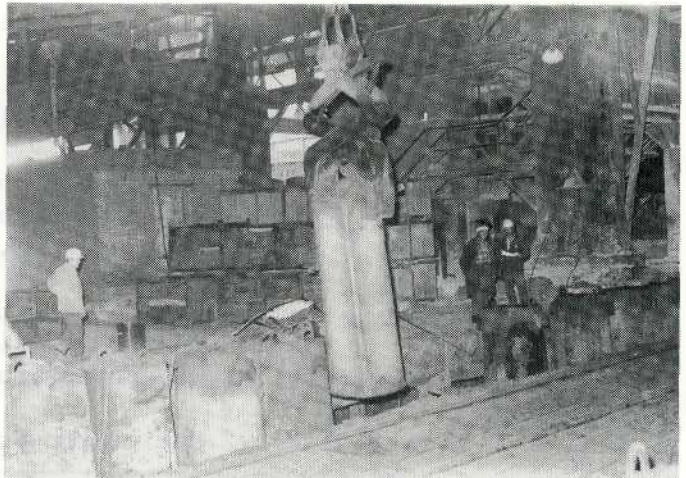
Te Differdange wordt het staal stijgend gegoten (fig. 4.32 en 4.33).

Bij deze werkwijze stijgt het metaal terzelfdertijd en langzaam in alle kokillen zonder te spatten. De kokillen zijn eveneens van blokmutsplaten voorzien en worden na de gieting met isoleerpoeder bedekt.

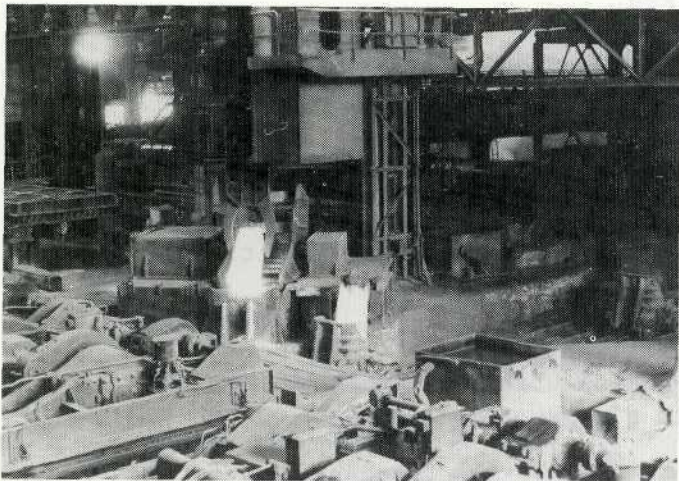
Na een wachttijd van ongeveer 2,30 h, worden de blokken met de kraan gestroopt (fig. 4.34). De onvolkomen gestolde gietblokken worden kersrood in een putoven gebracht om er doorgewarmd te worden op een temperatuur van 1 250 ° gedurende 5.30 h (fig. 4.35 -4.36).



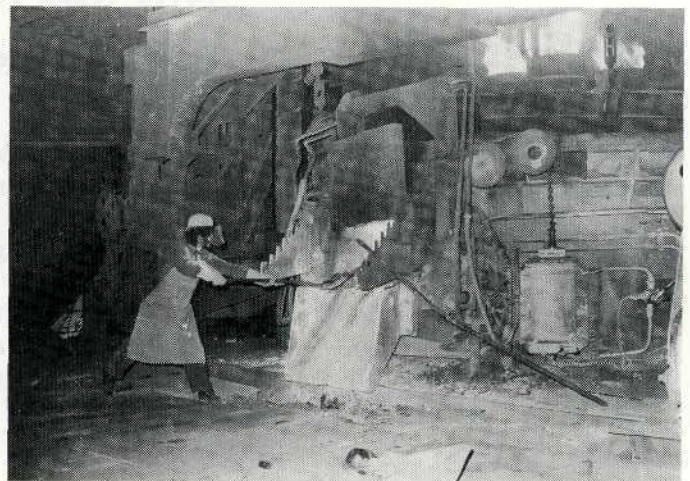
Figuur 4.34 Wegnemen van de gietvorm van een blok.



Figuur 4.35 Vervoer van de kersrode blok naar de putoven.



Figuur 4.36 Uithalen van een witgloeiende gietblok uit de putoven gereed om gewalst te worden.



Figuur 4.37 Inblazing van zuurstof in de elektrische oven.

4.3. De bereiding van natuurharde spoorstaven met minimum trekvastheid van 880 N/mm² (90 kg/mm²) in elektrostaal.

Het natuurharde railstaal van kwaliteit A voor de N.M.B.S. wordt in een elektrische oven gefrist volgens het procédé met één enkele slak.

Deze werkwijze omvat een affinageperiode met een duur van 1/2 tot 1 h. Daardoor kan men op een tamelijk goedkope manier staalsoorten bereiden waaraan men geen al te strenge eisen stelt in zake fosfor en zwavelinhoud.

Hierna de opeenvolging van de bewerkingen :

- Inbreng (0,30 h)

De normale inbreng gebeurt als volgt : eerst 27 t schroot en 600kg antraciet.

Daarop volgt 14,5 t schroot, kalk en eventueel walsoxyden.

De toevoeging van walsoxyden gebeurt om een betere ontfosfering te bekomen, indien de kwaliteit van het ingebracht schroot het vereist.

Zodra de boog getrokken wordt, blaast men zuivere zuurstof (fig. 4.37) in het bad om de smelting te versnellen.

Men blaast ongeveer 70 m³ zuurstof tijdens dit deel van de bewerking.

- Het insmelten (1.30 h).

Het smeltbad wordt oxyderend gemaakt door vroegtijdige toevoegingen van kalk, vloeispaat- en walsoxyde, hetgeen toelaat een goede ontfosfering te bereiken.

Reeds vóór het einde van de insmelting wordt er zonder de stroomspanning af te zetten, afgeslakt ten einde het grootste gedeelte van de slak te verwijderen.

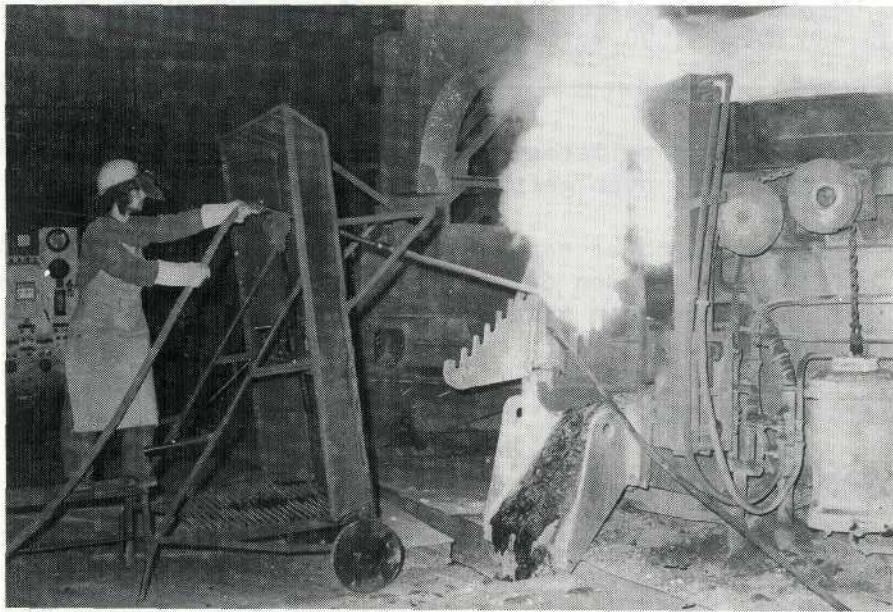
Men neemt een staal voor chemische analyse waarbij men hiernavolgende samenstelling verkrijgt :

C	Mn	P	S
0,930	0,390	0,021	0,054

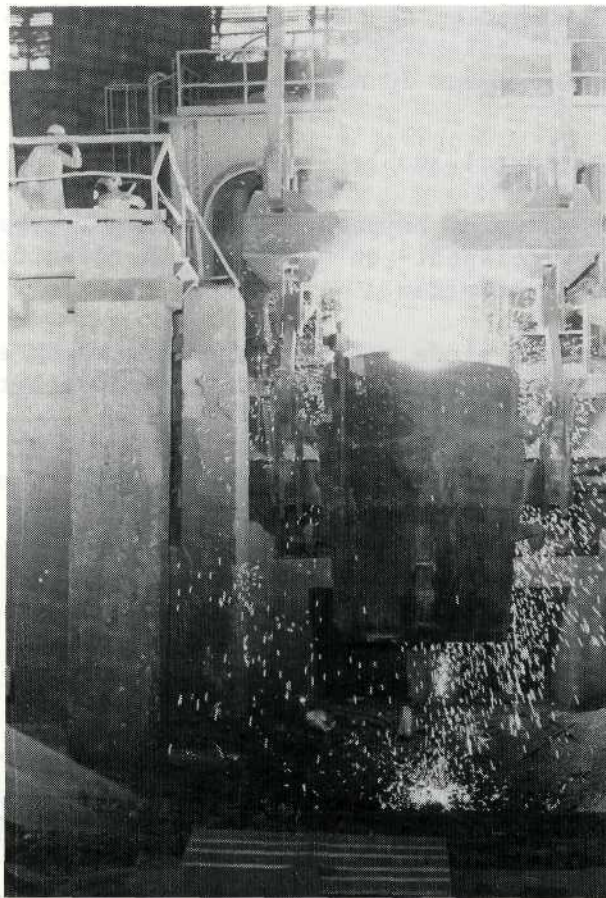
De temperatuur bereikt op dit ogenblik 1 520° C.

- Het fijnen (45 ')

Men brengt 100 kg kalk benevens 150 kg Fe Mn in de oven en men blaast er 90 m³ zuivere zuurstof in (fig. 4.37) om het koolstofgehalte aan te passen.



Figuur 4.38 Afslakken van het bad van de elektrische oven met de schaaf.



Figuur 4.39 Gieten in de gietpan van een lading in de elektrische oven gefrist.

De ontkoling die nu pas plaats grijpt, gaat gepaard met een hevig koken van het bad, door COgas opborreling, zodat een goede waterstofeliminatie verwezenlijkt wordt.

Het koolstofgehalte moet minstens met 0,3% dalen wil men een laag waterstofinhoud bekomen.

Het koolstofgehalte bij het blokkeren van het smeltbad overtreft de eindanalyse met ongeveer 0,3 %.

De badtemperatuur wordt zodanig geregeld dat men haar op het einde van de friskwerking niet meer moet aanpassen. Zij schommelt tussen 1 605 en 1 640° C.

Men neemt een staal waarvan de chemische analyse de volgende is :

C	Mn	P	S
0,680	0,560	0,032	0,047

- Het afslakken en het op eindanalyse brengen (10 ')

Nadat de stroom is afgesneden ontslakt men eerst het bad door natuurlijke afvloeiing en vervolgens met behulp van een schaaf. (fig. 4.38).

Het bad wordt gedesoxydeerd door een spoeling met silicomangaan (100 kg) en op eindanalyse gebracht door ferro-mangaan toeslagen (190 kg).

Omdat het ontslakte bad gemakkelijk waterstof opneemt, behoudt men een dunne slakkenlaag, hetzij door de slak aftap te beperken, hetzij door een nieuwe slak ter overdekking te vormen.

- De aftap in de gietpan en de desoxydatie (3 ')(fig. 4.39).

Na smelting van de toevoegingen wordt de lading in de gietpan gegoten zonder de slakken door te laten, althans niet in het begin van de aftap.

Hierna voegt men ferro-silicium en aluminium om de desoxydatie te bevorderen.

Indien de slakkenlaag niet omvangrijk genoeg is om het ganse bad te bedekken vormt men een nieuwe slak met kalkstof en cokesgruis om het warmteverlies tegen te gaan.

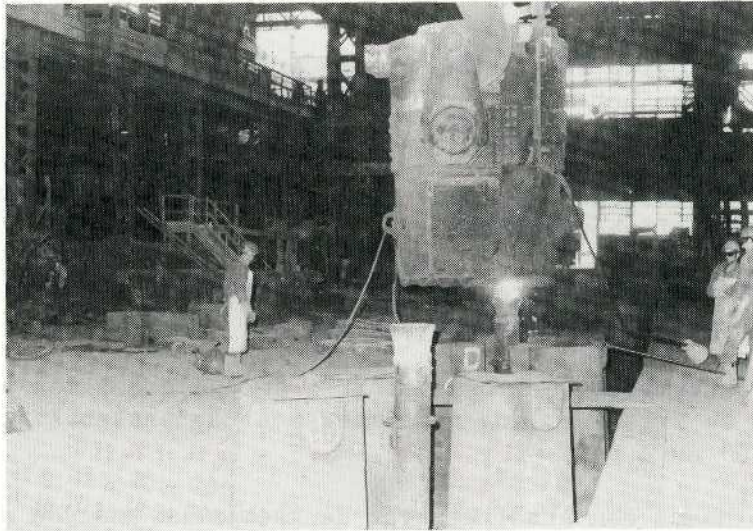
Men streeft een temperatuur van 1 582° C na in de gietpan.

Men laat de insluitels gedurende een tiental minuten opstijgen alvorens de blokken te gieten.

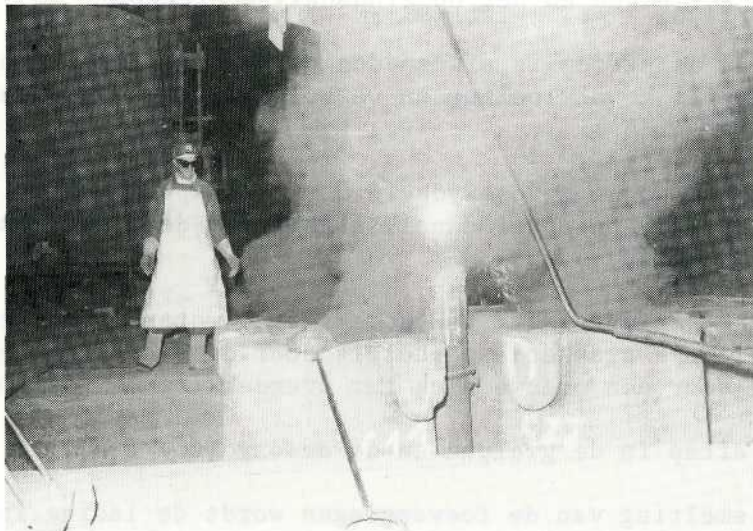
- Het gieten van de blokken (fig. 4.40).

Men giet stijgend in kokillen met brede basis beneden ("big end down")(fig. 4.41)

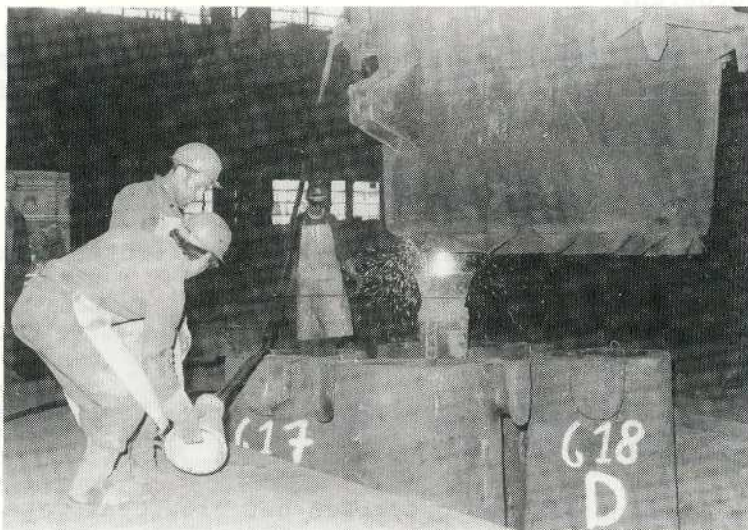
Twee voedingsbekkens ontvangen het vloeibaar metaal voor de voeding



Figuur 4.40 Stijgend gieten met twee voedingsbronnen.



Figuur 4.41 Stijgend gieten van de blokken.



Figuur 4.42 Storten van een zakje exothermisch poeder op het vloeibaar metaal.

van 7 of 8 kokillen van respectievelijk 5,6 t of 4,5 t.

Een staal wordt bij de aanvang van het gieten genomen waarop men een volledige analyse uitvoert, inbegrepen deze van waterstof.

De eindanalyse is de volgende :

C	0,70	Mn	1,040	P	0,028	S	0,038	Si	0,23
Cu	0,070	Mo	0,013	Cr	0,050	Ni	0,030	Al	0,024

H₂ = 2,6 cc/ 100 g.
2,4 cc/ 100 g.

De kokillen worden niet met suikerstroopafval ingestroken. Zij zijn voorzien van blokmutsplaten en van een zuiverend kussen.

Na vulling van de kokillen, wordt het vloeibaar metaal van de blokkoppen met een exothermisch poeder overdekt (fig. 4.42).

De blokken verblijven gedurende 2,30 h (voor de kleine) tot 3 h (voor de grotere) in de kokillen.

Zoals wij hebben kunnen vaststellen, worden alle maatregelen genomen om een metaal met een zo laag mogelijk waterstofinhoud te bereiden namelijk :

- dank zij het aanwenden van uitgezocht schroot;
- de voorverwarming ervan tot een temperatuur van 400° C met behulp van een gasbrander;
- het fijnen in een enkele fase, gezien het fosforgehalte geen moeilijkheden oplevert, de ontfosfening gebeurt tijdens de smelting ;
- de ontkoling door het inblazen van zuivere zuurstof zorgt voor een laag waterstofgehalte op het einde van het frisproces;
- door het aanwenden van volkomen droge ferrolegeringen met geringe waterstofinhoud ;
- door geen opkoling in de gietpan te verwezenlijken.
De desoxydatie wordt er uitgevoerd door toevoeging van Al en van FeSi .
- Het gieten gebeurt in warme en droge gietpannen.

5 Het walsen.



Doorgewarmde blok door de kraan uit de putoven gehaald.



Doorgewarmde blok op de rollenbaan die het naar de blooming voert.



Knippen van de bloomkop met de hydraulische kopschaar.



Walsen van een spoorstaaf.



Afkoeling van gewalste spoorstaven op de koeltransporteur vóór de rollenrichtmachine.

5. HET WALSEN VAN SPOORSTAVEN.

5.1. Het walsen vertrekkende van blokken.

De blokken worden gedurende 5,30 h in putovens opgeslagen om ze bij 1 250°C aan een temperatuurhomogenisatie te onderwerpen.

Zij worden over het algemeen in één gloeiïng gewalst.

Eerst worden zij in een reverseerduoblokwalstrein gewalst, de zogenaamde blooming, met cylinders van 1 200 mm diameter, die automatisch door een computer gestuurd worden.

Het gebruik van een procescomputer moet als een grote stap worden gezien in de automatisering van het walsproces. Het steekplan wordt tijdens het walsen aan de walsverhouding en aan de walstemperatuur van elk afzonderlijk blok aangepast.

De spoorstaafbloom heeft een doorsnede van 192 x 247 mm en wordt warm op lengte gesneden. Er wordt van de kop minstens 12 % afgesneden, terwijl men van de voet 4 % wegsnijdt.

De bloom die dan ongeveer 11,20 m meet wordt rechtstreeks naar twee reverseerduowalstreinen gevoerd die een diameter van 920 mm hebben (fig. 5.1) en waar het walsstuk in 11 doorgangen gewalst wordt.

Op fig. 5.2. zien wij het schema van de kalibrering van de voorbereider.

De eerste doorgang verlengt de bloom.

De doorgangen nrs 2, 3, 4 en 5 hebben voor doel het metaal van de toekomstige spoorstaafvoet te kloven (fig. 5.3. en 5.4).

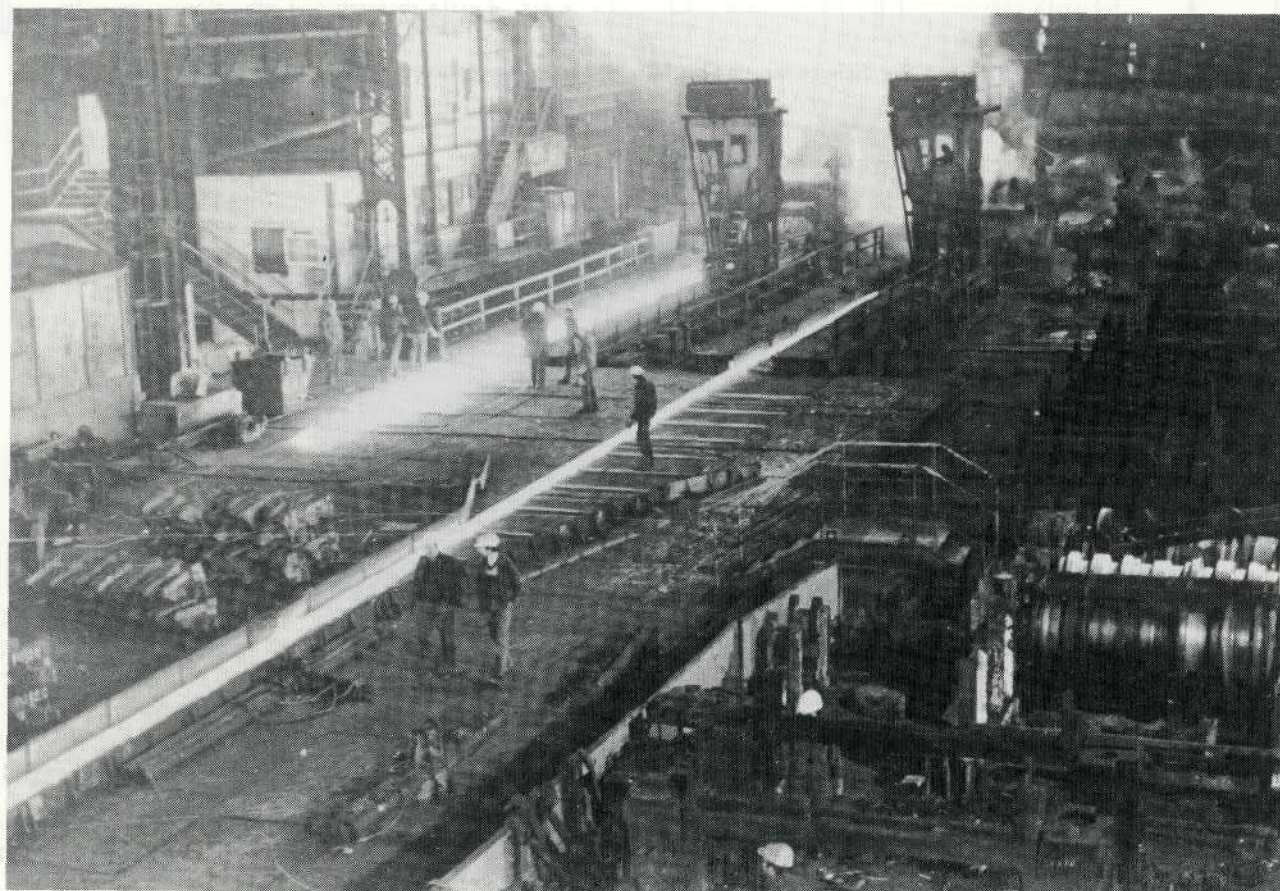
Deze werkwijze heeft tot doel :

- er voor te zorgen dat de oriëntering van de dendrieten zodanig wordt gewijzigd dat zij evenwijdig komen te liggen met het buitenste oppervlak.
- de segregaties en de onzuiverheden dieper onder het metaaloppervlak te drukken .

Deze kalibrering door Bartscherer op punt gesteld, heeft het aantal breuken in de spoorstaafvoet op drastische wijze doen dalen .

De zesde doorgang scheidt de spoorstaafvoet van de kop (fig. 5.5)

Vanaf de 7de doorgang wordt het metaal gestuikt (fig. 5.7).



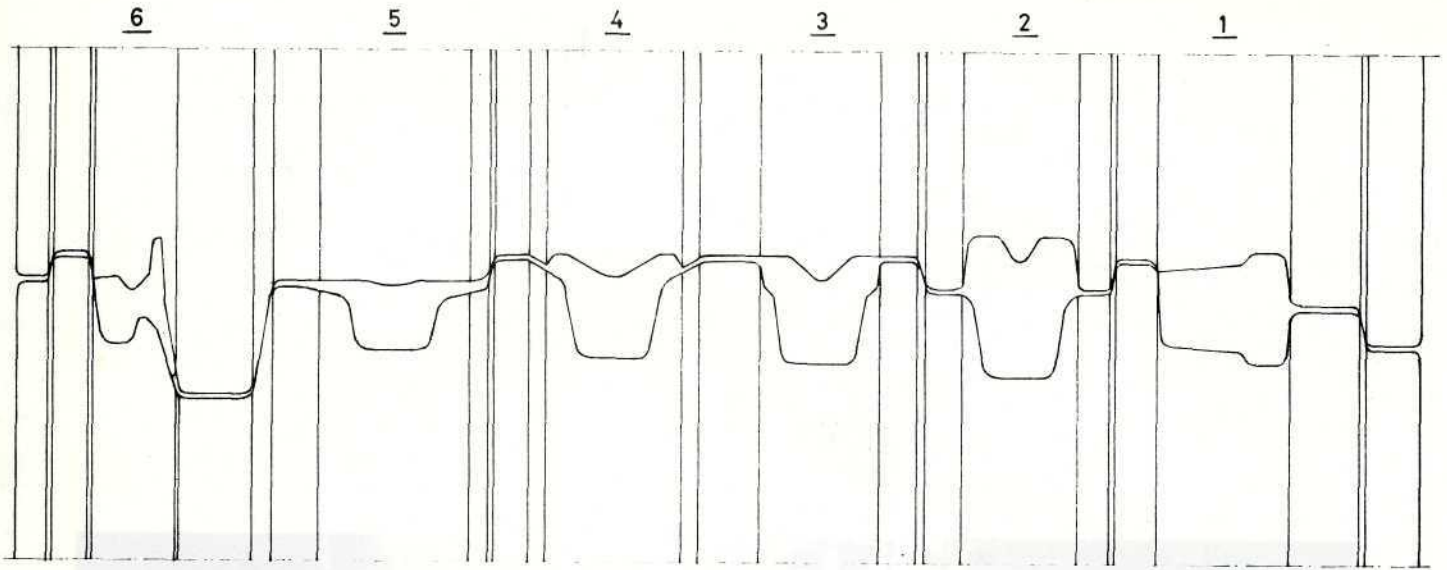
Figuur 5.1 Algemeen overzicht van de railwalserij tijdens het gelijktijdig walsen van twee spoorstaven.



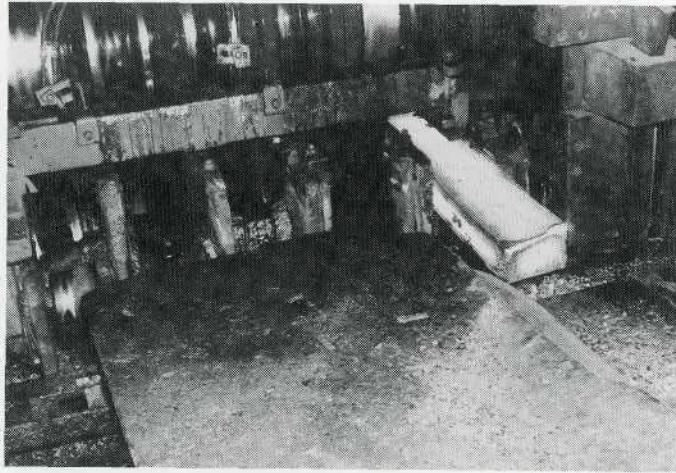
Figuur 5.2 Detail van de railwalserij tijdens het gelijktijdig walsen van twee spoorstaven.



Figuur 5.3 Detail van de railwalserij tijdens het gelijktijdig walsen van twee spoorstaven.



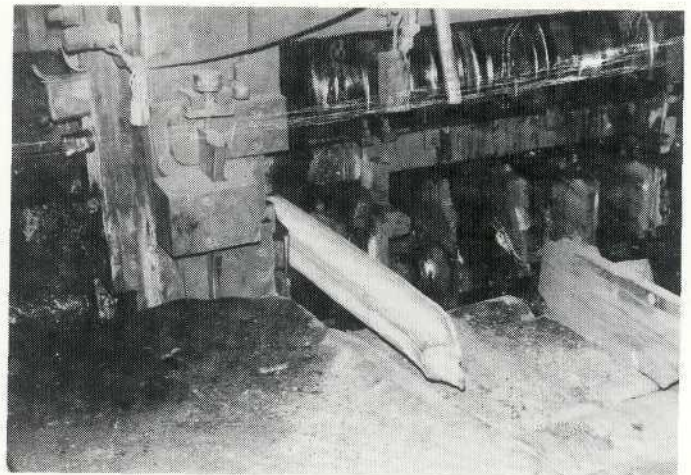
Figuur 5.2 Schets van de voorbereider voor spoorstaven van 41 tot 55 kg/m.



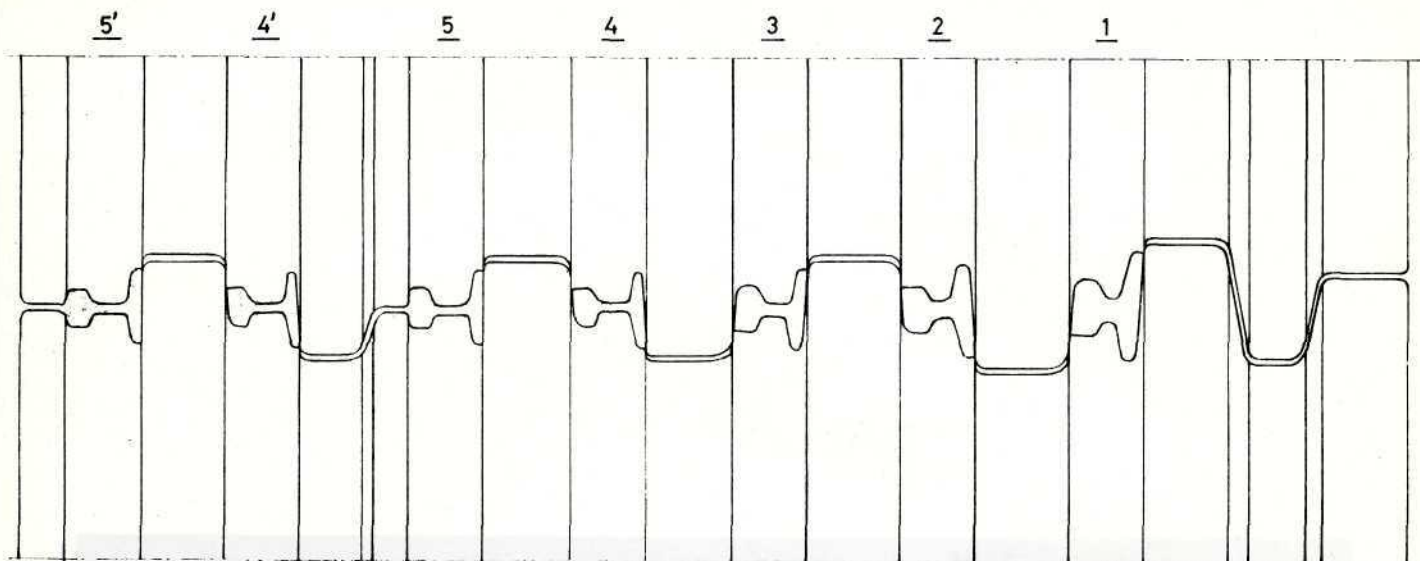
Figuur 5.3 Eerste doorgang van de voorbereider: plat walsen van de bloom.



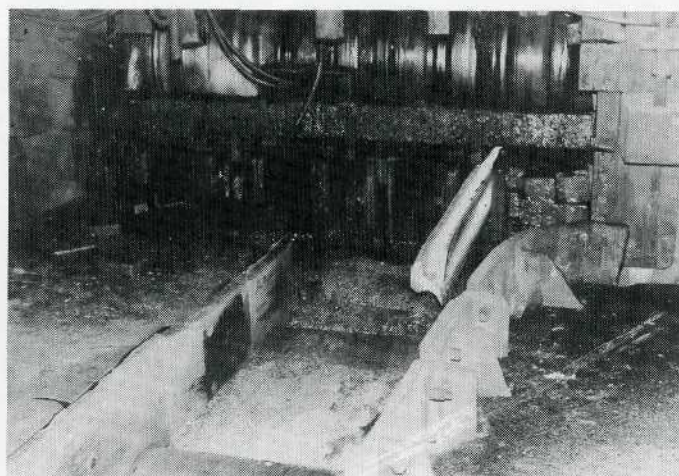
Figuur 5.4 Derde doorgang: kloven van de bloom.



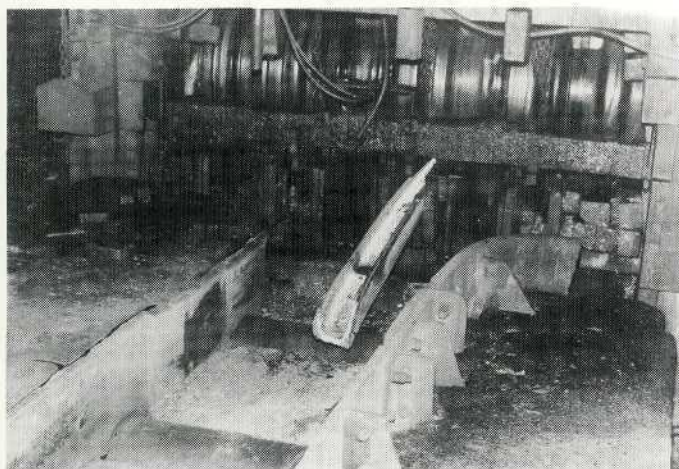
Figuur 5.5 Zicht van de zesde doorgang van het walsgoed dat in de zesde doorgang gaat.



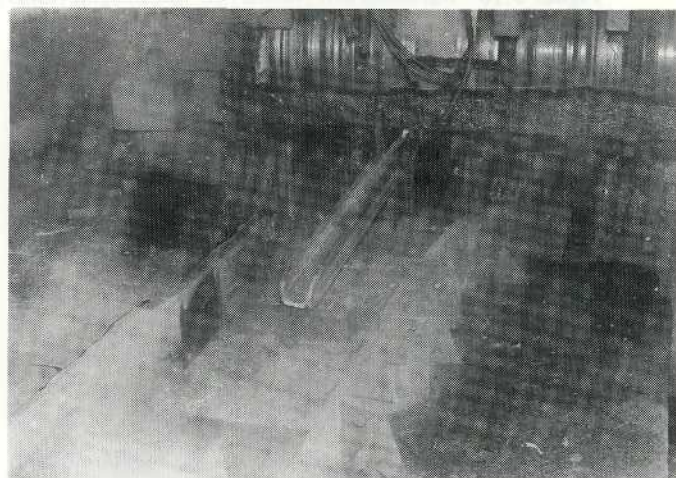
Figuur 5.6 Schets van de eindbewerker voor spoorstaven van 41 tot 55 kg/m.



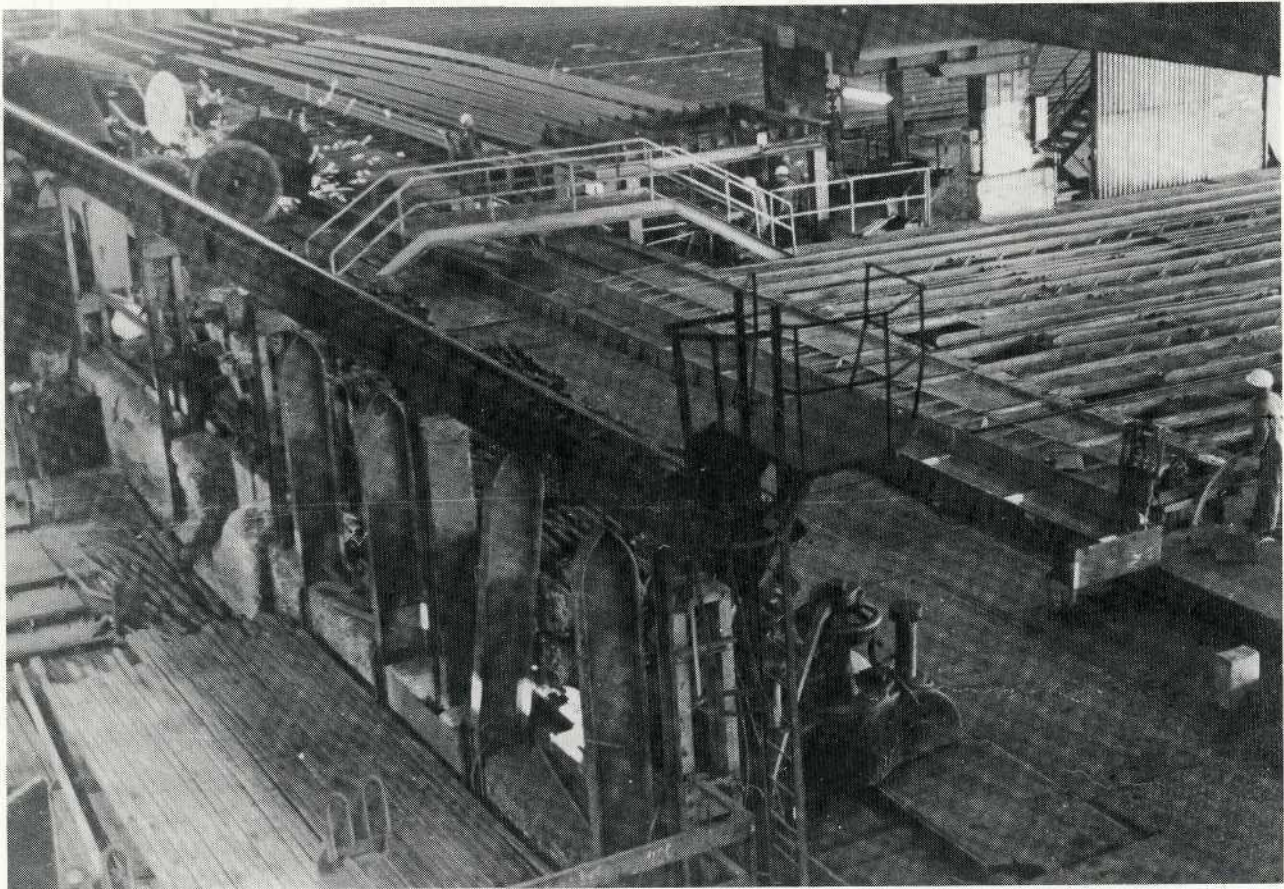
Figuur 5.7 Zevende doorgang (eerste doorgang van de eindbewerker): stuiken van het metaal.



Figuur 5.8 Negende doorgang.



Figuur 5.9 Elfde doorgang (eindbewerking).



Figuur 5.10 Warmmerken (rechts) en warmzagen (links) van de spoorstaven.



Figuur 5.11 Warmmerken van de spoorstaven.



Figuur 5.12 Warmzagen van de spoorstaven.

De twee laatste walscalibers zijn verdubbeld om de opgelegde toleranties van de lasplaatkamers te kunnen eerbiedigen. (fig. 5.8 en 5.9)

Het is inderdaad zo dat tengevolge de afkoeling van het metaal de laatste kalibers dubbel zo snel als de eerste verslijten.

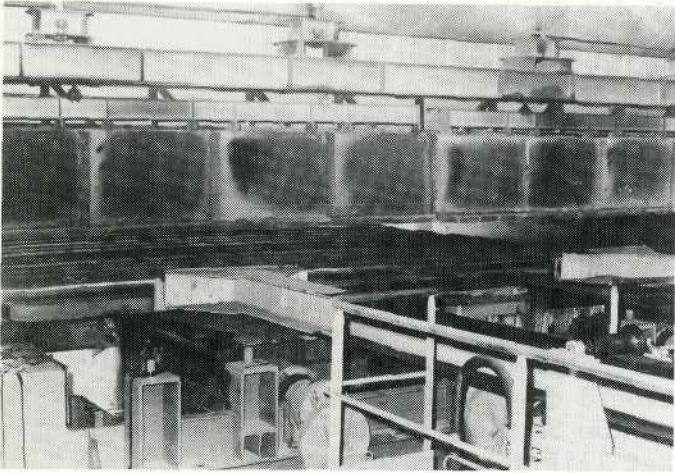
De gewalste staaf verlaat de laatste walskooi op een temperatuur nabij de 1 000°C en heeft een lengte van ongeveer 84 m (fig.5.10) Zij wordt naar de warmzaag gevoerd om er ruwweg op de vereiste lengte te worden gezaagd (maximum 36 m), nadat de herkenningsmerken in warme toestand in het lijf gestempeld werden.

Op dit ogenblik worden de verschillende proefstukken afgezaagd om de mechanische proeven te ondergaan (trekproef, schokproef, macrografie, enz...).

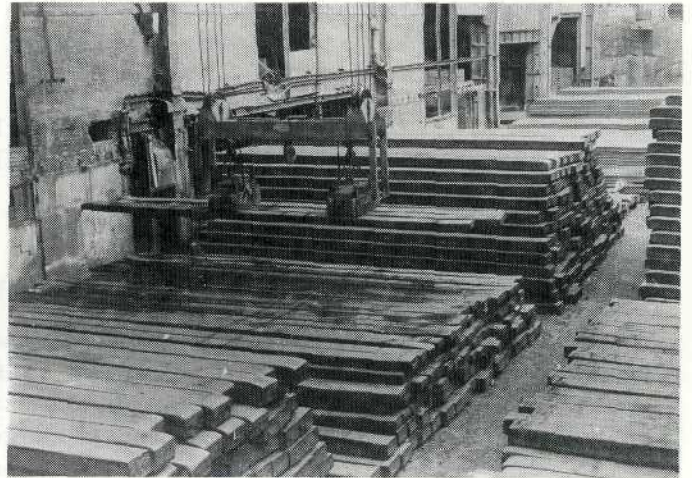
Deze worden volgens een op voorhand bepaald programma gemerkt, dat zorgvuldig te eerbiedigen is.

De afkoeling van de gezaagde spoorstaven gebeurt op een rooster met bewegende langsliggers. Deze zijn samengesteld uit twee gedeelten, respectievelijk 18 m en 20 m lang, die na aan mekaar te zijn gekoppeld, zowel de afkoeling van spoorstaven van 18 m als die van 36 m kunnen verzorgen.

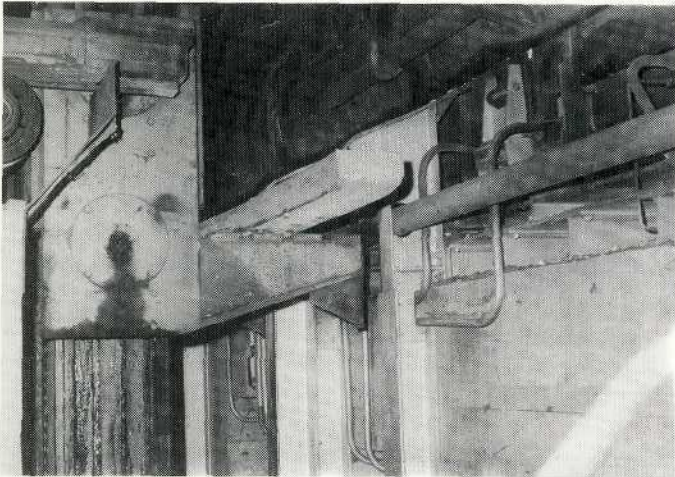
De stap van de voortgang en de voorafgaandelijke buiging van de staven zijn zodanig gekozen dat de spoorstaven volkomen recht en op een temperatuur die lager is dan 50°C vóór de leirollenrichtmachine aankomen.



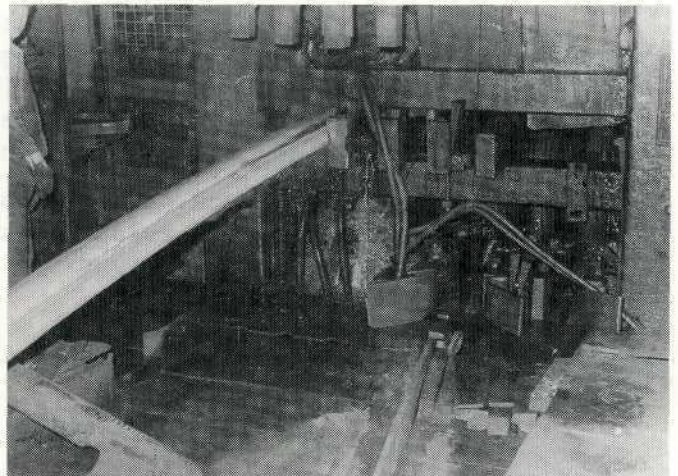
Figuur 5.11 Inladen van koude blooms in de Heurteydoorschuifoven.



Figuur 5.12 Opgestapelde blooms vóór de Heurteydoorschuifoven.



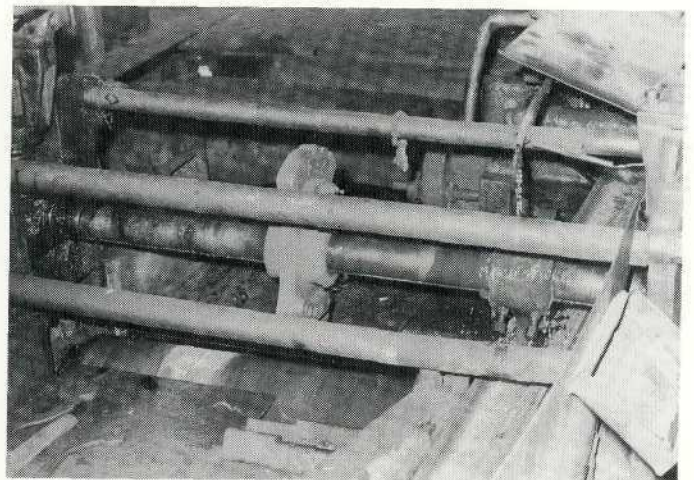
Figuur 5.13 Ontladen van een warme bloom.



Figuur 5.14 Walsen van een spoorstaaf in een triowalskooi.



Figuur 5.15 Warmzaag.



Figuur 5.16 Automatische warmmerkrol.

5.2. Het walsen vertrekkende van blooms in koude toestand.

Wanneer het walsbedrijf niet meer over een eigen staalbedrijf beschikt of bij natuurlijk hard staal, moet men van blooms in koude toestand vertrekken. Deze worden opgewarmd in een Heurtey doorschuifoven (1) met bewegende langsliggers (fig. 5.11) die een theoretische gloeilengte heeft van 29,6 m en waarvan de breedte van wand tot wand 9,20 bedraagt.

De blooms in koude toestand hebben de hierna opgegeven afmetingen (fig. 5.12) :

Dikte : 170 à 330 mm
Breedte: 200 à 480 mm
Lengte: 3 à 8,6 m

De opgewarmde blooms (fig. 5.13) worden op een blooming gewalst waar zij op de geschikte afmetingen gebracht worden om verder op een klassieke railwalstrein gewalst te worden.

Het walsen verloopt dan verder zoals in hoofdstuk 5.1 werd uiteengezet.

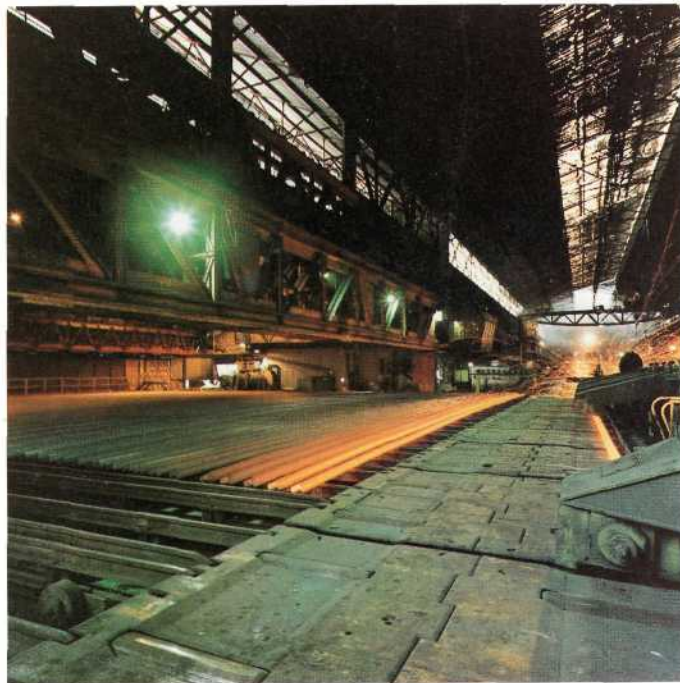
Bij de " Laminoirs de Villerupt " bestaat de walsstraat uit :

- een reverseerduo van 920 mm (voor het ruwen);
- 2 triowalskooien van 700 mm (voorbereider en voorbewerker) (fig. 5.14);
- een duowalskooi van 700 mm (voor de eindbewerking);
- warmzagen (fig. 5.15);
- een leirol voor het automatisch aanbrengen van de merktekens (fig. 5.16), enz...

(1) In de nieuwe installaties van Rodange wordt het een Stein oven.

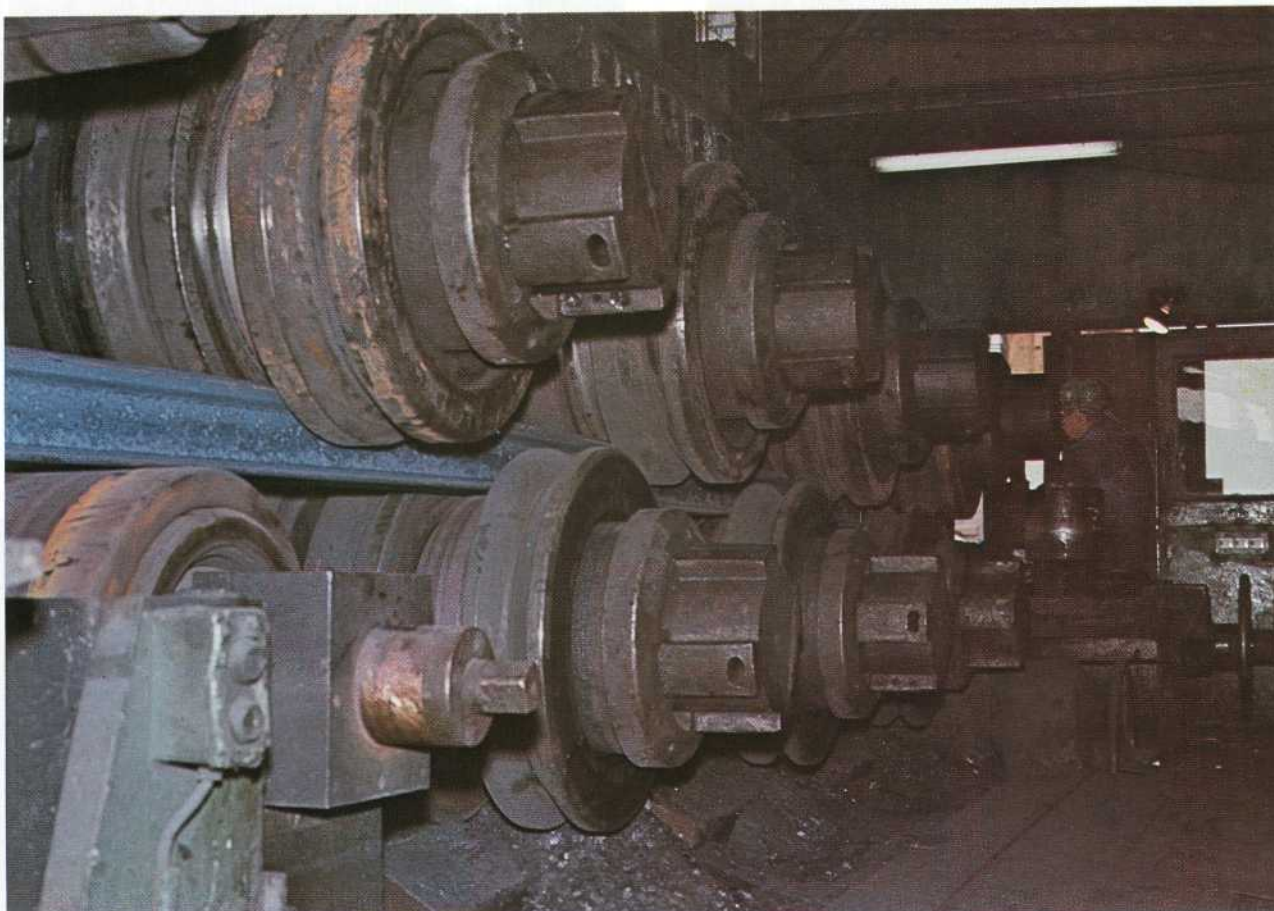


Warm zagen van de gewalste staaf.

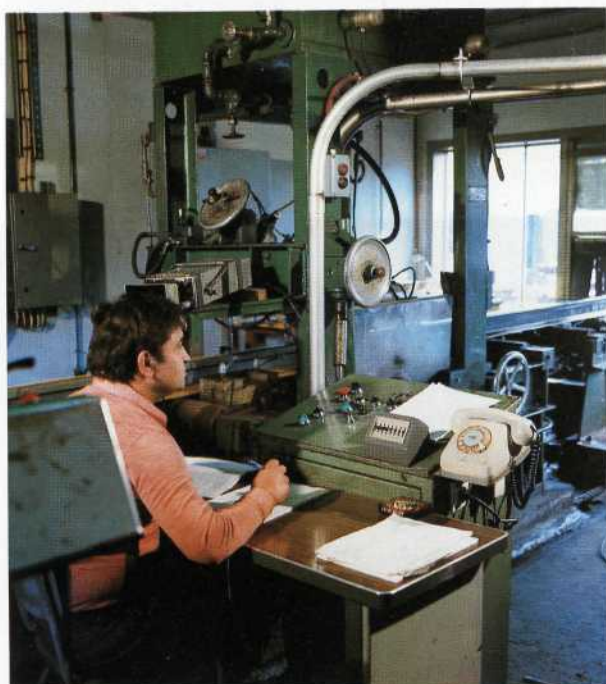


Uitstalling van de staven op het mobiele koelrooster.

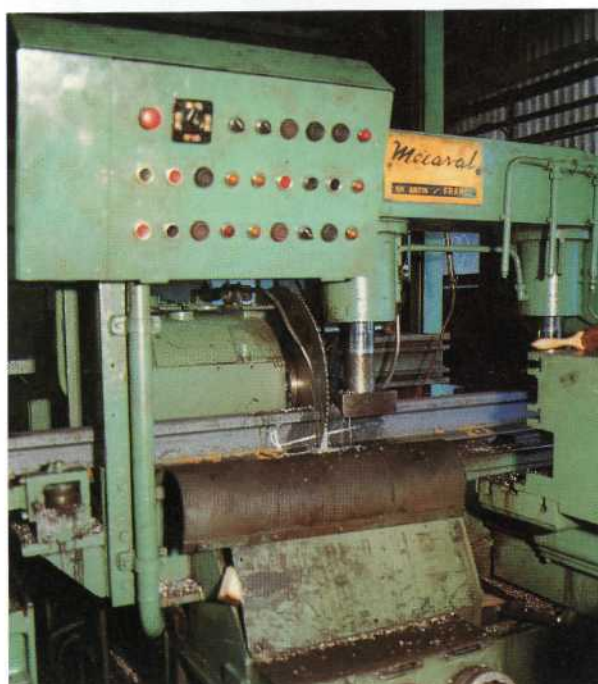
6 De afwerking.



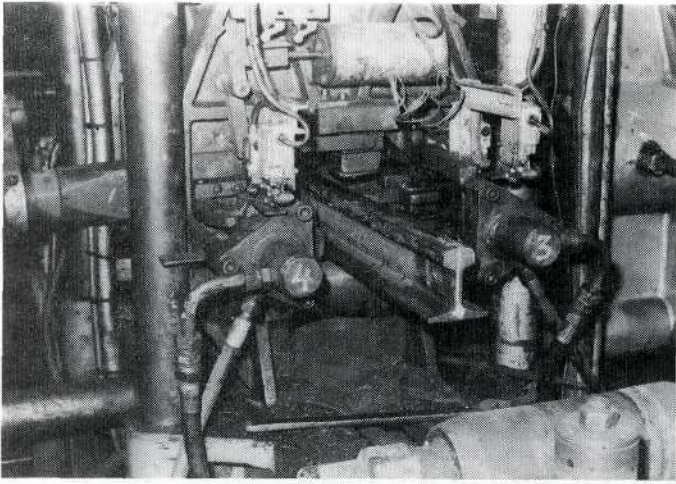
Doorgang van de spoorstaaf in de rollenrichtmachine.



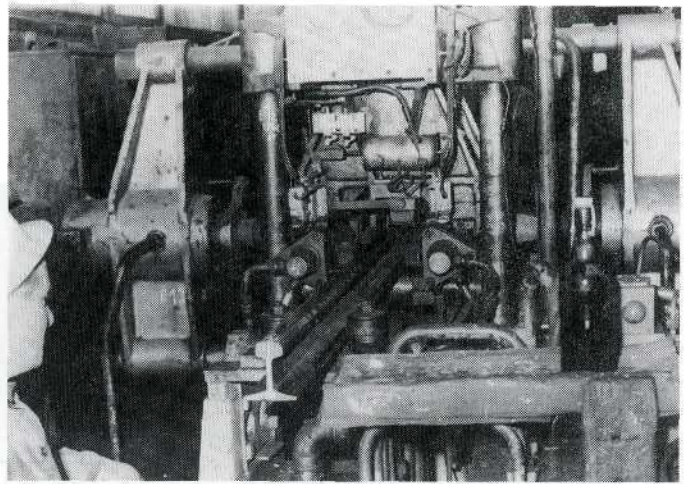
Doorlopend ultra-sonoor onderzoek van de spoorstaven.



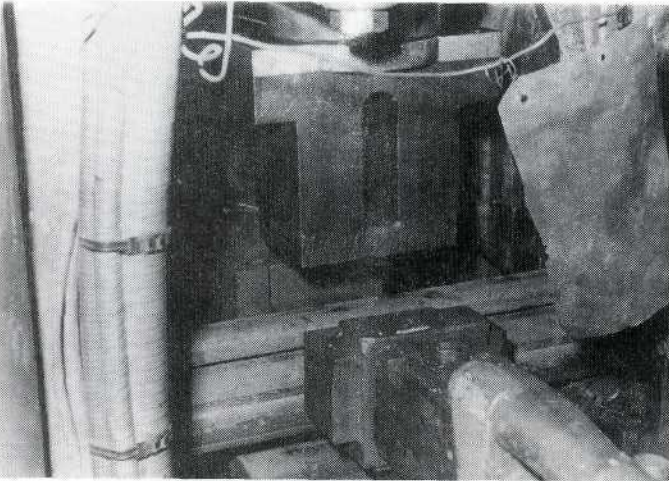
Koud zagen van een spoorstaaf.



Figuur 6.1 Pitzmannpers voor het richten van de uiteinden.



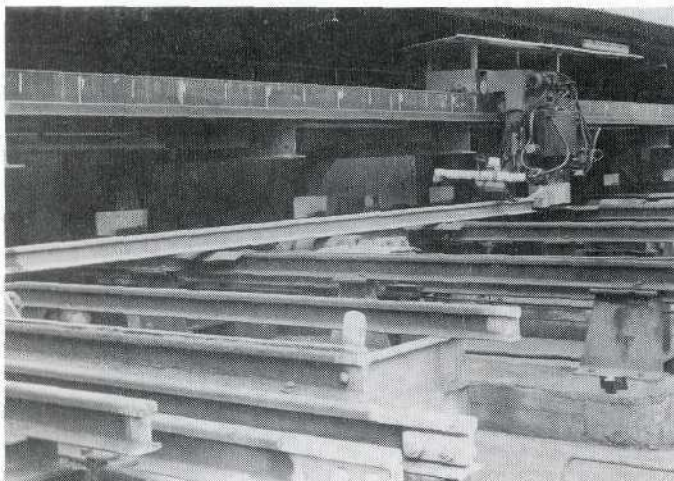
Figuur 6.2 Werkman die een spoorstaafuiteinde met de pers richt.



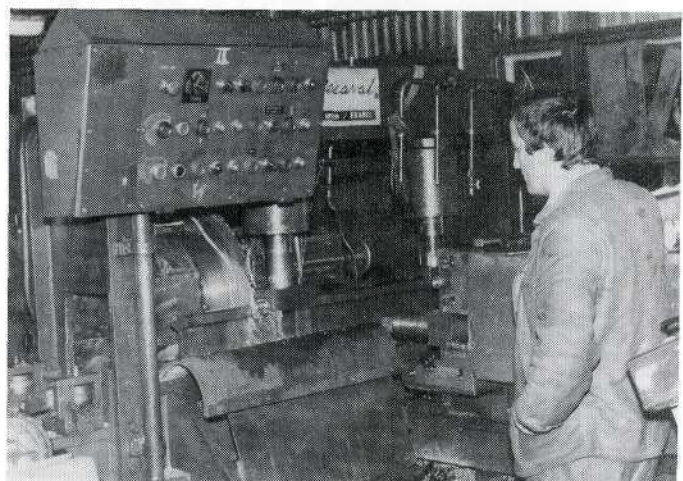
Figuur 6.3 Vertikale en horizontale richtkoppen.



Figuur 6.4 Nazicht van de rechtlijnigheid van een spoorstaafuiteinde tijdens het richten.



Figuur 6.5 Stuit voor het op lengte zagen van de spoorstaven.



Figuur 6.6 Zagen van een spoorstaaf.

6. DE AFWERKING VAN DE SPOORSTAVEN.

Wanneer de spoorstaven nog lauw zijn, doch op een temperatuur beneden 50°C , worden zij rechtop in een richtmachine met 7 leirollen gerecht.

Vervolgens worden zij naar een afwerkingsstand gevoerd die bestaat uit :

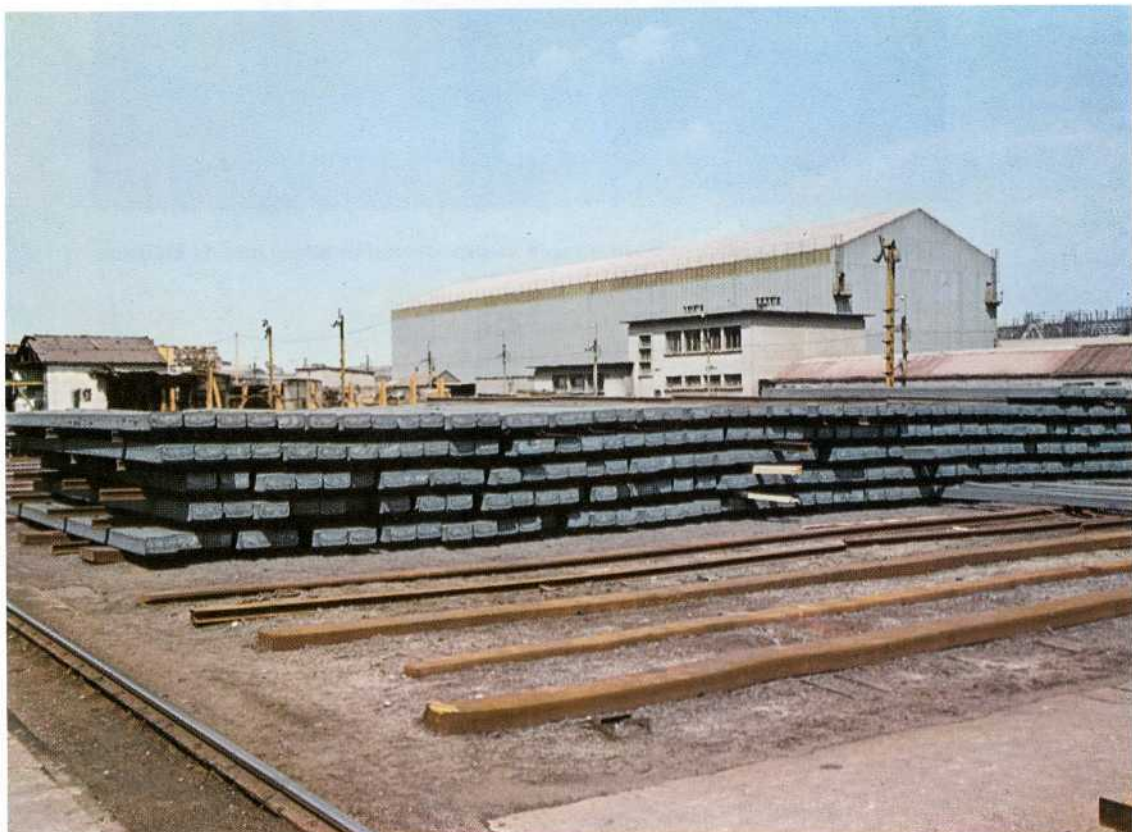
- twee Pitzmann-persen (fig. 6.1. en 6.2) met dubbele inwerking (fig. 6.3.) die de uiteindelijke rechte van de staven en voornamelijk deze van de uiteinden verwezenlijken (fig. 6.4.)
- een zaag- en boorgeheel dat zorgt voor het op lengte brengen van de staven (fig. 6.5.) en voor het verwezenlijken van de boorgaten bestemd voor de lasplaten (fig. 6.6.).
- een continu ultrasonore controleinstallatie.

Soms worden de staven rechtop gericht in twee leirollenmachines. Het rechte gebeurt dan achtereenvolgens in het verticaal en het horizontaal vlak.

7 Kwaliteitscontrole en keuring.



Algemeen zicht van de railwerf van Rodange kant Longwy.



Bloomstapelplaats van Rodange.



Figuur 7.1 Nazicht van de afmetingen van spoorstaafmonsters met de kalibers.

7. DE KWALITEITSCONTROLE EN DE KEURING.

7.1. De controle in het staalbedrijf.

De kwaliteitscontrole begint reeds met de keuring van het ruwijzer. Het staalbedrijf moet zich ervan vergewissen dat de scheikundige samenstelling van het staal wel overeenstemt met de bepalingen van de bestelling.

Er moet er voor gezorgd worden dat het gefrist metaal geen onaanvaardbare niet-metalen insluitsels meer bevat en dat het waterstofgehalte de toegelaten grens niet overschrijdt.

De gietanalyse en de parameters die deze analyse bepalen, zoals de temperatuur en de desoxydatietoevoegingen, zijn belangrijke factoren die nauwgezet moeten gevolgd worden, wil men menig gebrek in dienst vermijden.

De aard en de plaats waar de staalneming gebeurt moeten met zorg worden bepaald, indien men kenmerkende resultaten wil bekomen.

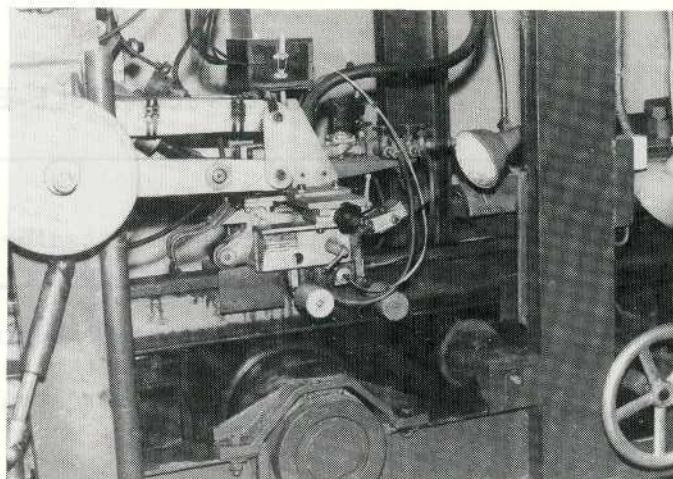
7.2. De controle in het walswerk.

Hiernavolgende parameters zullen bijzonder in acht genomen worden:

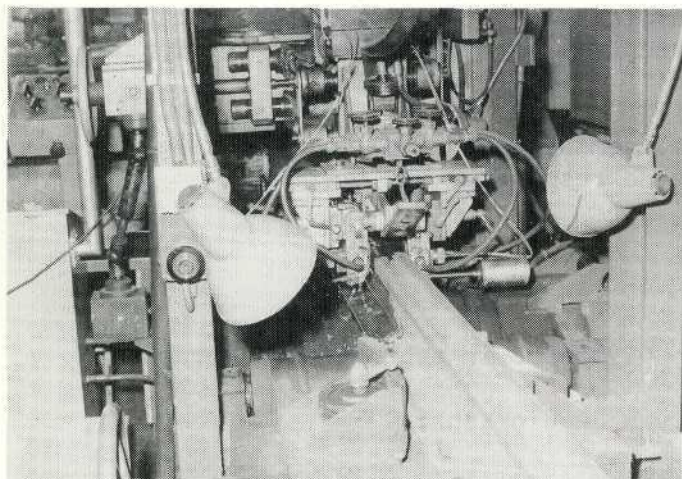
- het behoud van de identiteit van de blokken ;
- het eerbiedigen van de temperaturen in de verschillende stadia van de productie, vanaf het verlaten van de putovens tot het einde van het walsproces;
- controle op de hoeveelheden metaal die aan kop en voeteinde van de bloom worden verwijderd;
- eerbiedigen van het opgelegd programma voor het nemen van stalen en het merkprogramma in warme toestand;
- nazicht op de naleving van de opgelegde afmetingen gedurende de ganse duur van het walsproces (fig. 7.1.);
- controle van de staven die uit het walswerk komen om walsfouten, zoals walsdubbelingen, warmindrukken, enz... op te sporen.



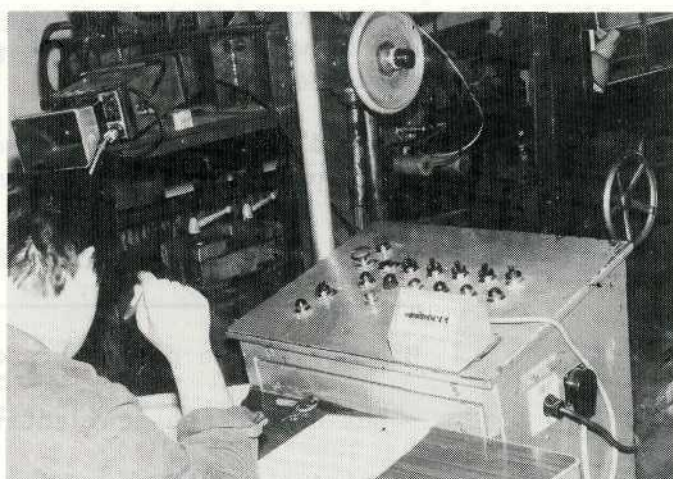
Figuur 7.2 Nazicht van het uitzicht van de spoorstaven na doorgang door de rollenrichtmachine.



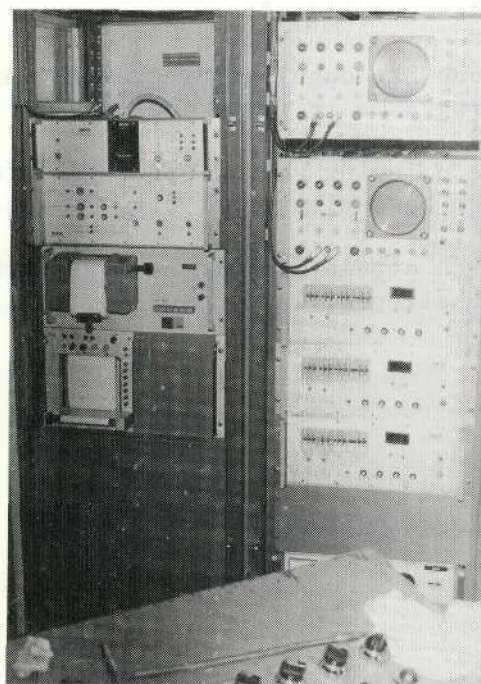
Figuur 7.3 Kwartskop (voelers) voor het ultrasonoor onderzoek van de spoorstaven.



Figuur 7.4 Automatisch toestel voor het ultrasonoor onderzoek gezien in de voortschrijdingsrichting.



Figuur 7.5 Stuurtafel van het ultrasonoor toestel.



Figuur 7.6 Meldingsbord van het ultrasonoor toestel.

7.3. Het ultrasonoor onderzoek.

7.3.1. Algemeenheden.

Bij het verlaten van de richtmachine, worden de spoorstaven gekeurd om de oppervlaktetoestand na te gaan (fig. 7.2.)

Sinds 1970 schrijft de UIC fiche 860-0 voor dat op het walsgoed een onderzoek met ultrasonore trillingen zou uitgevoerd worden onder verantwoordelijkheid van de leverancier.

7.3.2. Principe van dat onderzoek.

De kop van de spoorstaaf wordt door middel van twee kwartskoppen (voelers) onderzocht die elk achtereenvolgens ultrasonore trillingen met een frequentie van 4 MHz (fig. 7.3, 7.4. en 7.5) uitzenden en volgens de impuls - echo- methode werken. Hierbij werkt elke kwartskop als zender en tevens als ontvanger. Door een hoogfrequente spanning wordt het kwartspaatje tot trillen gebracht. De triltijd wordt hier echter zeer kort gekozen, zodat een golfstoot, een impuls, aan het te onderzoeken materiaal wordt doorgegeven. Deze golfstoot gaat door de rail heen, wordt door de railvoet teruggekaatst en komt als echo weer bij de kwartskop terug. Door de echo wordt het kwartspaatje weer tot trillen gebracht. Ingevolge het piëzoelektrisch effect van het kwarts worden tijdens het trillen elektrische spanningen opgewekt. Het uitzenden van de golfstoot en het ontvangen van de echo ervan heeft afwisselend en in korte opeenvolging plaats.

De kadans van de golfstoten wordt bepaald door de weergekaatste stroomgolf en wordt door de ene of de andere kwartskop gesynchroniseerd.

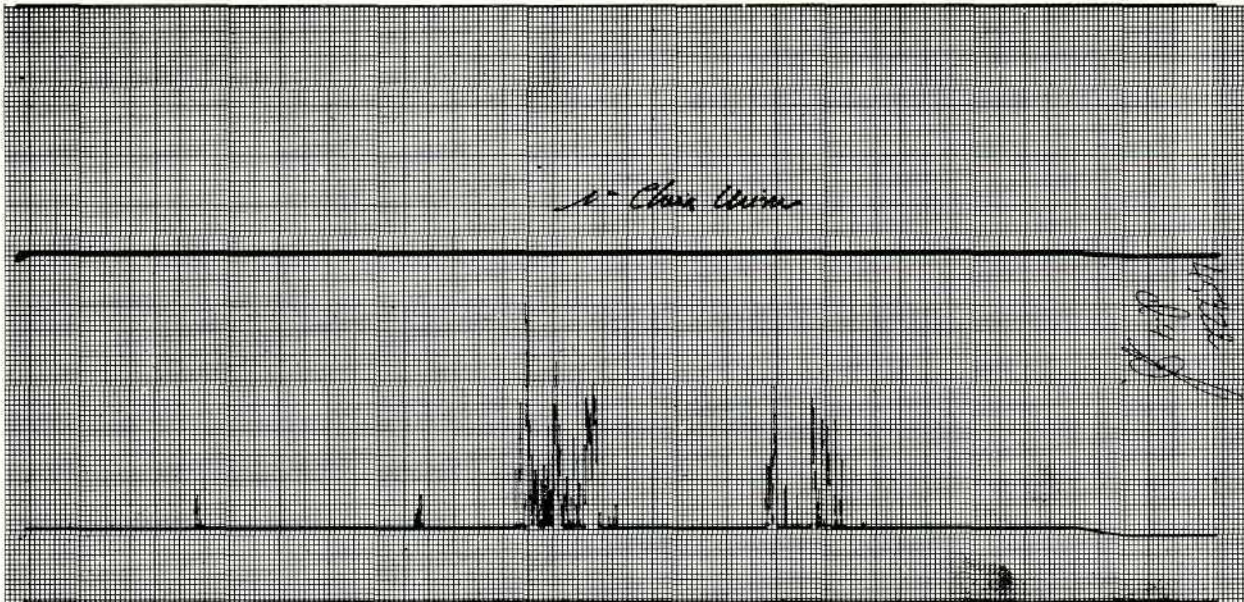
Gedurende de eerste halve cyclus, werkt de linkerkwartskop als zender, en ontvanger, terwijl de rechterkop buiten dienst is. Gedurende de tweede halve cyclus gebeurt dat juist andersom. Wordt er door de twee kwartskoppen een gebrek ontdekt, dan worden beide impulsen voor de classificatie van de spoorstaaf in het geheugen gebracht.

Indien één kwartskop achtereenvolgens twee keer een gebrek ontdekt, dan worden die gegevens in het geheugen opgenomen alsof het door de twee voelers zou zijn aangegeven (3 impulsen).

De weerkaatste stroomgolf wordt opgewekt door een impulsgenerator die aan de spoorstaaf is gekoppeld en die op ieder kwartskop 1000 impulsen per meter geeft. Iedere voeler is verbonden door een ultrasonore ontvanger met 2 monitors.

Een " alles of niet " monitor bewaakt de basis-echo, terwijl de andere monitor de fouten registreert en spanningen in het geheugen brengt evenredig met de amplitude van de waargenomen echo's.

Het resultaat van de waarnemingen van de twee ultrasonore toestellen wordt door een logische kring die het aantal en



Figuur 7.7 Registreerband van het ultrasonoor toestel met aantekeningen van gebreken. Schaal 12 mm/m. Aftekeningen te wijten aan insluitingsnesten. Spoorstaaf klasse 4.



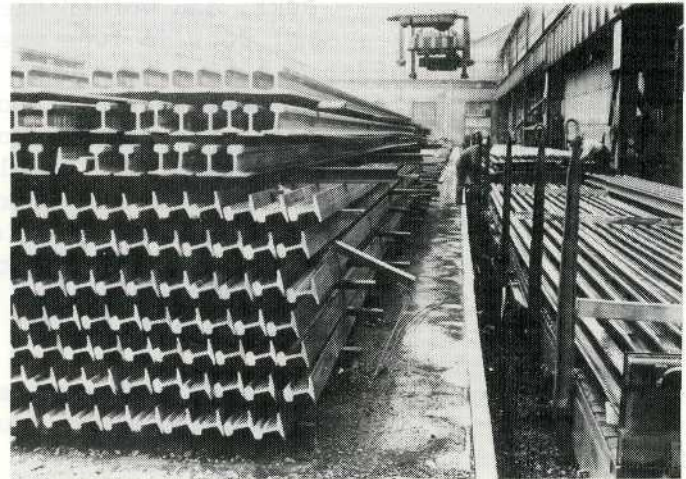
Figuur 7.8 Voorbereiding van de lagen rails voor het eindonderzoek (Villerupt).



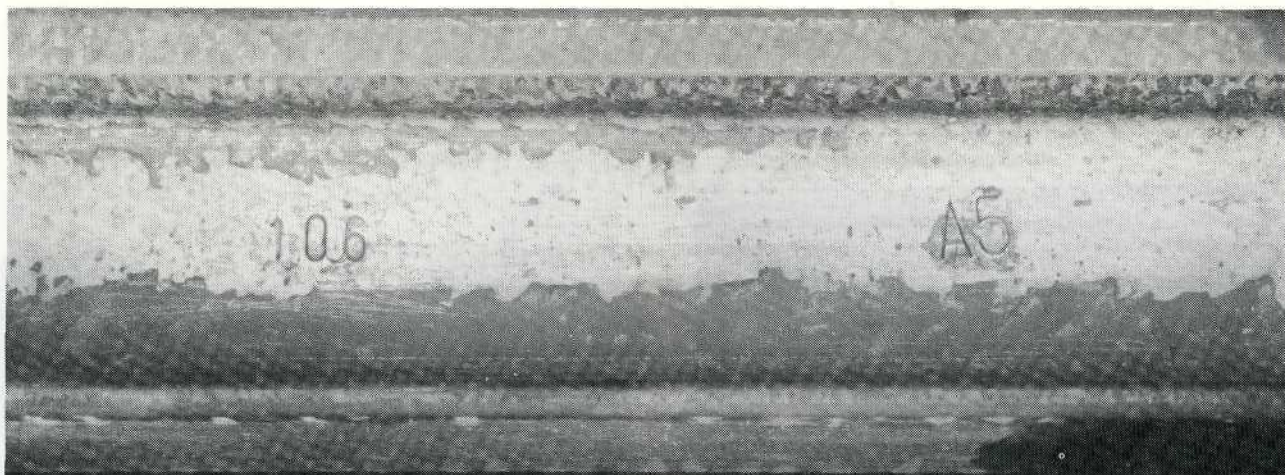
Figuur 7.9 Algemeen overzicht van de railstapelplaats (Villerupt).



Figuur 7.10 Het laden van spoorstaven te Villerupt.



Figuur 7.11 Lading spoorstaven gereed voor vertrek.



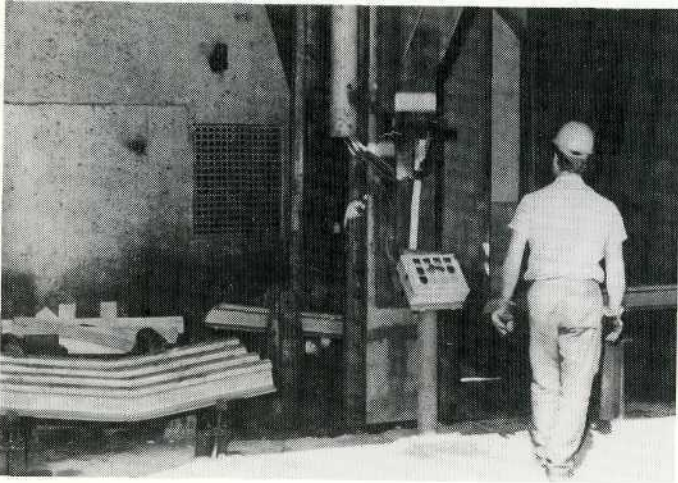
Figuur 7.12 Voorbeeld van merken die in het lijf van een spoorstaaf aangebracht worden (gietsing n^r 106 — blok n^r 5 — koprail (A).



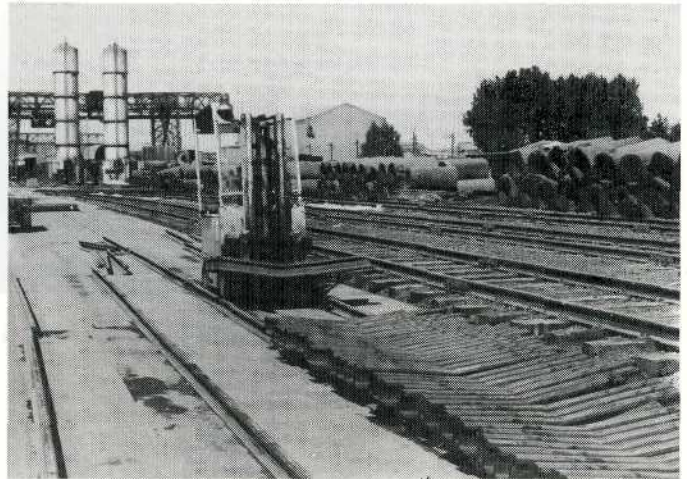
Figuur 7.13 Herkenningsmerken van het walsbedrijf.
→ walsrichting Métallurgique et Minière de Rodange-
Athus — jaar 1978 — profiel 50 t — oxystaal.



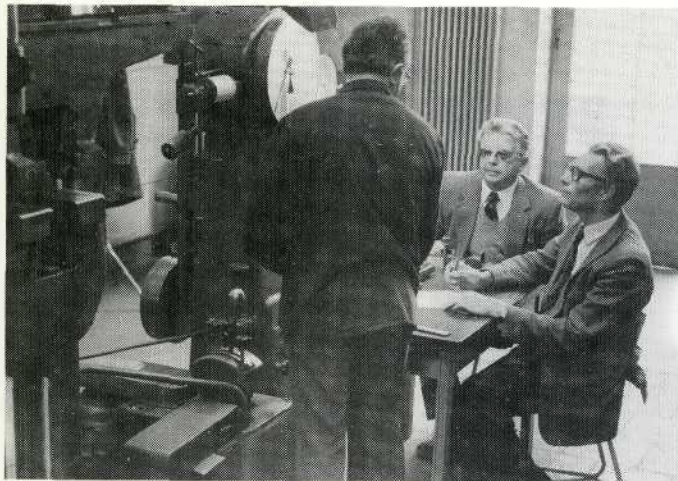
Figuur 7.14 Kopschokproefmonsters vóór de proef.



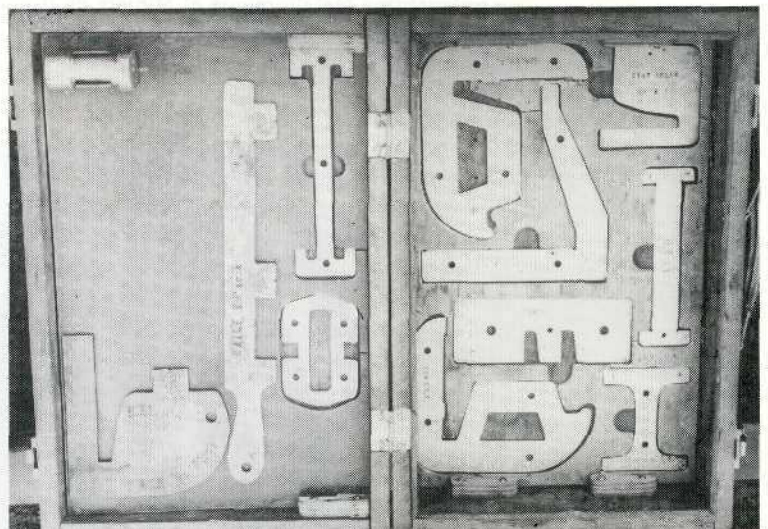
Figuur 7.15 Valblok voor de schokproef.



Figuur 7.16 Kopschokproefmonsters na de proef.



Figuur 7.17 Trekproeven.



Figuur 7.18 Doos met kalibers voor eindkeuring.

de grootte van de in het geheugen opgenomen gebreken, integreert (fig. 7.6.).

Men bekomt aldus een waardecijfer voor elke spoorstaaf die hem volgens een vooraf bepaalde kwaliteitsklasse rangschikt.

7.3.3. Uitvoering van het onderzoek .

De impulsen van de gebreken die door de detectoren worden uitgezonden, worden in drie geheugens geregistreerd :

1ste geheugen : voor de gebreken waarvan de amplitude varieert tussen 25 en 50% van de waarde - schaal.

2de geheugen : voor de gebreken met een amplitude van 50 tot 100 % van de waardeschaal.

3de geheugen : voor de gebreken met een amplitude van meer dan 100 % van de waardeschaal.

Een gebrek wordt slechts in een der geheugens geregistreerd als er tenminste 9 impulsen opgewekt worden. Vanaf 50 impulsen wordt het door het toestel als twee gebreken aanzien, vanaf 100 voor drie , enz...

Na de doortocht van iedere spoorstaaf duidt het toestel de klassificatie er van aan volgens de Ralus-methode zoals die door het Irsid instituut werd op punt gesteld. Een bandregistratie van de gebreken wordt tevens geleverd (fig.7.7.)

7.4. De eindcontrole op de stapelplaats (fig. 7.8 tot 7.11.)

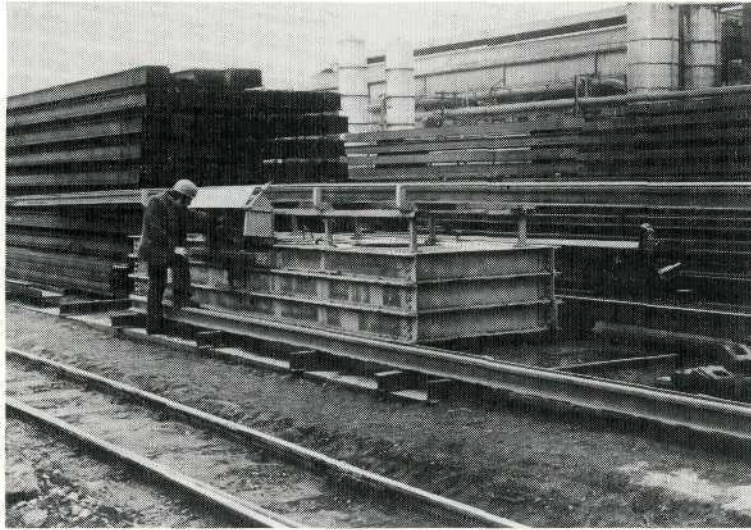
Na het boren van de gaten en het zagen op de gewenste lengten worden de staven uitgestald en door het personeel van de werf nagekeken.

7.5. De keuring.

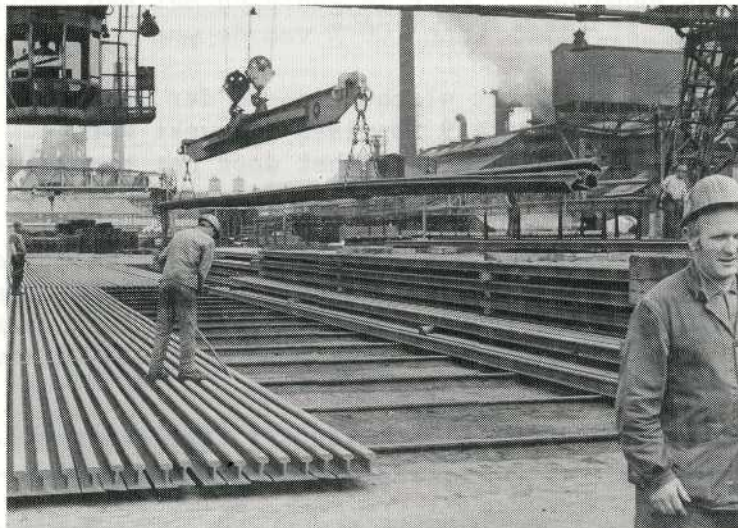
Onder deze term verstaat men het geheel van proeven en nazichten uitgevoerd door de afgevaardigde van de koper teneinde na te gaan of de aangeboden koopwaar wel overeenstemt met de bestelling, alvorens ze te aanvaarden.

Dit nazicht eist een zorgvuldige voorbereiding vanwege de producent. Deze wordt aanzienlijk vergemakkelijkt wanneer bij de bestelling de voorwaarden ervan precies werden vastgelegd.

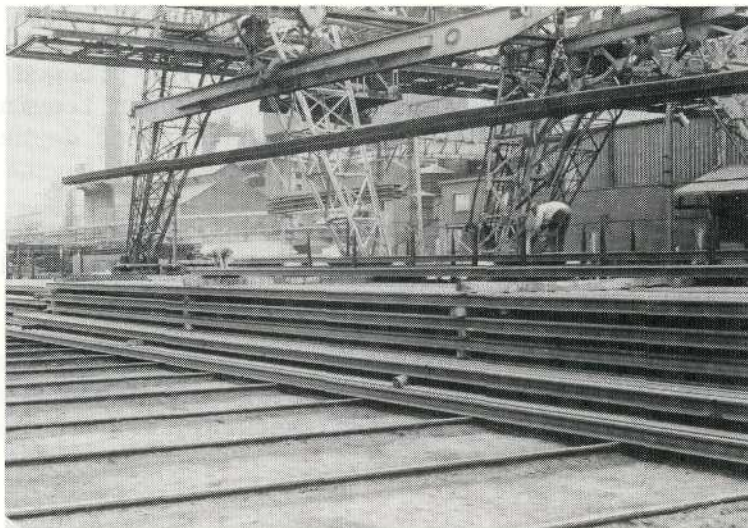
De keurder moet zich ervan vergewissen dat alle maatregelen door de fabriek genomen werden ten einde de opgelegde technische voorwaarden na te leven (graving, merken , enz...)(fig. 7.12 en 7.13).



Figuur 7.19 Weging van de spoorstaven voor de bepaling van het eenheidsgewicht.



Figuur 7.20 Lading van de spoorstaven.



Figuur 7.21 Lading van de spoorstaven.

Hij zal indien nodig en dit vooral wanneer het om een nieuwe fabricage gaat, het profiel van de staven nameten die uit de eerste blokken gewalst worden.

Hij zal aanwezig zijn bij de mechanische proeven. (schokproef, trekproef, hardheid, macrografie, enz...) (fig. 7.14 tot 7.17)

Nadat de staven werden gerecht en op lengte gebracht en na het boren van de gaten, zal hij de afmetingen van de staven nagaan aan de hand van kalibers (fig. 7.18)

Elk meetkundig gebrek zal aanleiding geven tot afkeuring.

Wij citeren :

- de hoogte van de spoorstaaf (railkop te gevuld of afgeplatte welving);
- de breedte van de spoorstaafvoet (te breed of te smal);
- de dikte van het lijf (buiten tolerantie) ;
- bramen op de mannelijke kant van de railvoet (overeenkomend met het gesloten deel van de eindkaliber) ;
- golvingen in de spoorstaaf.

De uitzichtsgebreken worden zo nodig met de beitel getoetst en op hun schadelijkheid beoordeeld, te melden :

- walsnaden ;
- walssplinters ;
- barsten te wijten aan gebarsten of verbrande blokken;
- barstjes ontstaan door het verlengen van barstjes ingevolge het gemis aan rekbaarheid van het metaal;
- walsdubbelingen ;
- slinkholtes te wijten aan een onvoldoende verwijdering van kop- of voetmetaal van de bloom.

Het eenheidsgewicht wordt bepaald door een tegensprekelijke weging van een aantal spoorstaven uitgekozen door de vertegenwoordiger van de fabriek en van de koper (fig. 7.19)

Hierna worden de spoorstaven op platte wagens geladen van 18 m die eventueel door twee opleggers verlengd worden om spoorstaven van 27 m te kunnen vervoeren (fig. 7.20 en 7.21).

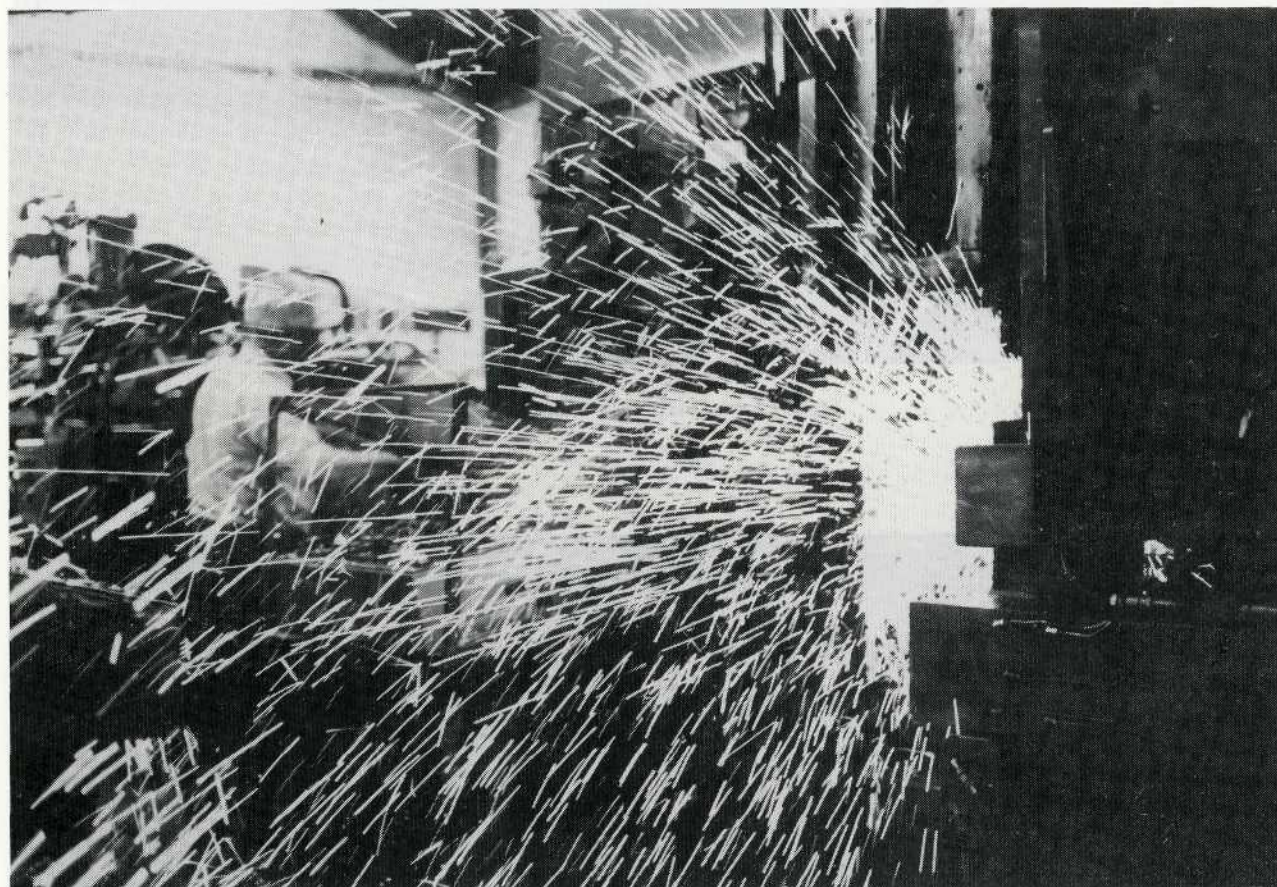
De wagens met de te lassen spoorstaven worden naar de centrale stapelplaats te Schaarbeek verzonden.

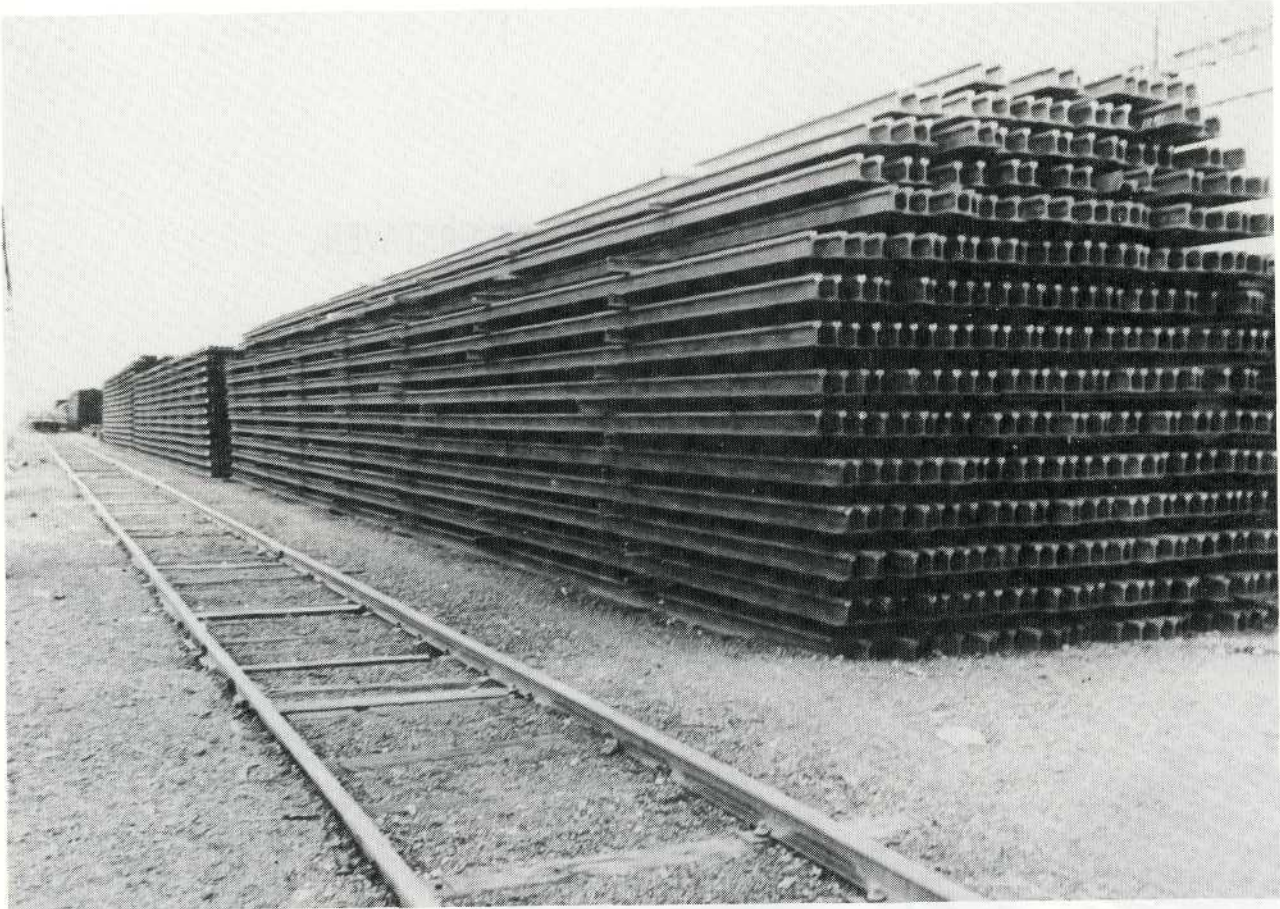
De spoorstaven bestemd voor de vervaardiging van spoortoestellen, worden naar de werkplaats van Bascoup vervoerd.



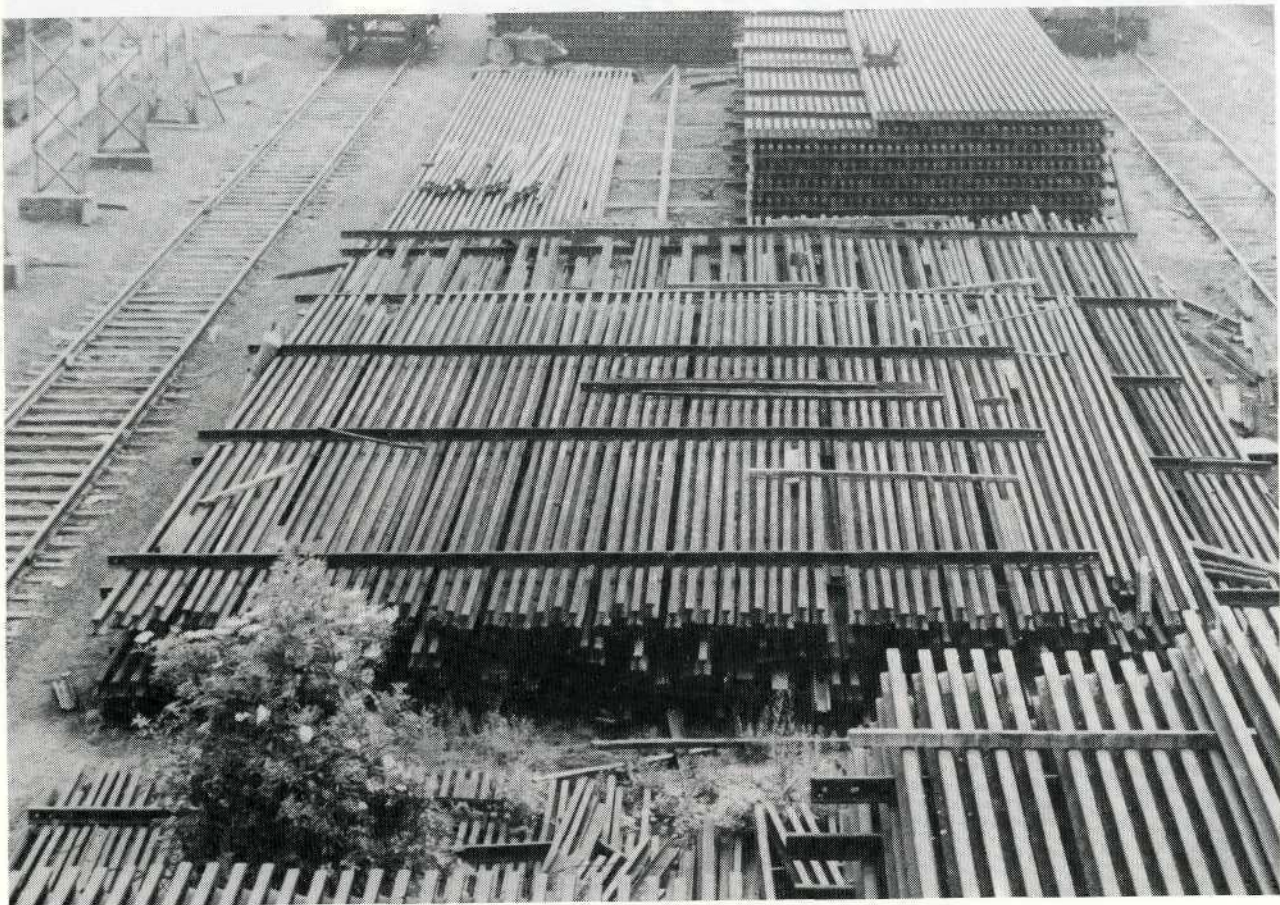
Het laden van spoorstaven.

8. HET LASSEN VAN DE SPOORSTAVEN.





Figuur 8.1 Stapels te lassen spoorstaven.



Figuur 8.2 Zicht van de rolbrug van de te lassen spoorstaven.

8. HET OPSLAAN EN HET LASSEN VAN DE SPOORSTAVEN.

8.1. Het stockeren van de spoorstaven.

De wagens volgeladen met nieuwe spoorstaven die van het walswerk komen worden naar de centrale stapelplaats te Schaarbeek gestuurd.

Daar slaat men zowel de spoorstaven op die te lassen zijn als de standaardlengten (1), ongeboord of geboord aan één of beide uiteinden. De spoorstaven worden er gelost, geklasseerd naar lengte en soort en in stapels gelegd (fig. 8.1. en 8.2.). Daar blijven zij tot zij gelast worden of voor onmiddellijk gebruik rechtstreeks naar de vernieuwingswerven verzonden worden.

De spoorstaven die voor het vervaardigen van spoortoestellen bestemd zijn, worden naar de werkplaats van Bascoup gestuurd.

De centrale stapelplaats van Schaarbeek strekt zich uit over 28, ha en beschikt over 11 720 m² opslagruimte, 8 880 m² werkplaatsen en 24 km spoor.

De installaties dienen om nieuwe-, gebruikte- of schrootrails op te slaan. Bovendien wordt er materiaal en verschillende toebehoren bestemd voor de dienst van de baan gestockeerd (gebruikte houten draagstukken (dwarsliggers), spoortoebehoren, gemotoriseerd gereedschap, smeertoestellen voor rails, stelen voor werktuigen, allerlei klein gereedschap, enz...).

Dank zij de grote oppervlakte kunnen er in de stapelplaats aanzienlijke hoeveelheden nieuwe spoorstaven opgeslagen worden, zodat men over voldoende reserve beschikt voor de bevoorrading van de laswerf.

Een belangrijke hoeveelheid van de jaarlijkse bestelling van spoorstaven wordt gewoonlijk in de wintermaanden gewalst, zodat de hernieuwingswerven met gelaste spoorstaven in de mooie maanden kunnen worden bevoorrad. De laswerf werkt gans het jaar door en de verzending van gelaste spoorstaven gaat verder door in de winterperiode, zij het dan wel aan verminderd tempo.

De behandelingen in het walswerk zijn beperkt tot spoorstaaf lengten van 36 m. Daarom moet de 90 m lange staaf die uit een blok gewalst wordt in kleinere lengten worden gezaagd. Voor de bestellingen van de NMBS bedraagt de maximum lengte 27 m.

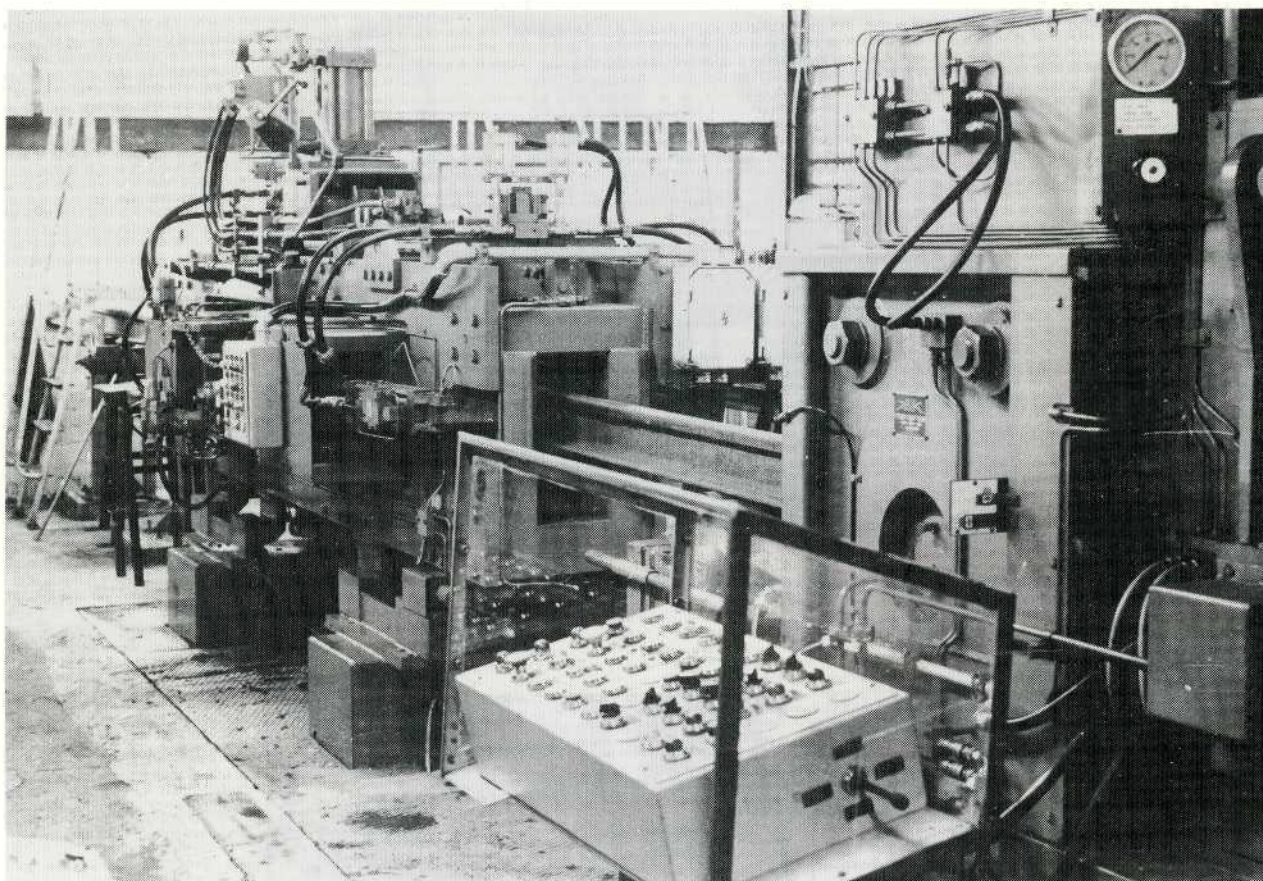
In de centrale stapelplaats van de baan worden deze spoorstaven aaneengelast tot lengten van maximum 216 m.

(1) De standaardlengten zijn heden ten dage de volgende:

50kg/m : 27m, 26,940m, 26,880, 18m, 17,940m, 17,880m en korte spoorstaven van 6 tot 18m.

60kg/UIC: 27m, 18m, 16m en korte spoorstaven van 6 tot 18m.

63T : 27m, 18m, 16,700m, 12,100m en korte spoorstaven van 6 tot 18m.



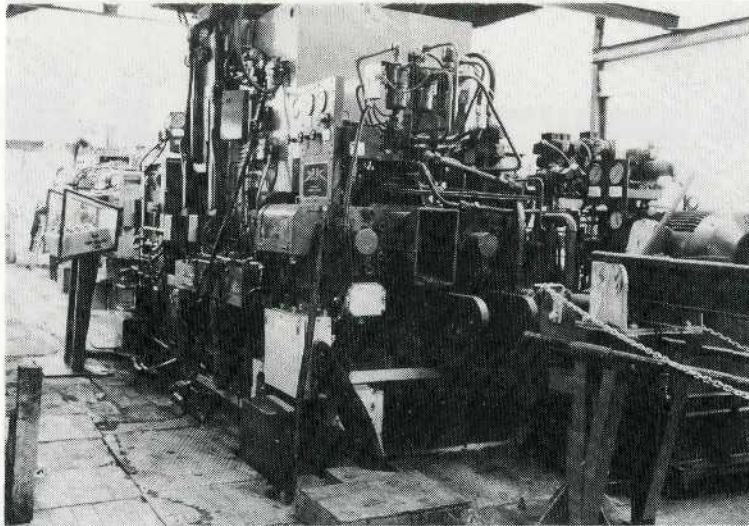
Figuur 8.3 Weerstandslasmachine type APHF/60/R.

Karakteristieke kenmerken van de lasmachine type APHF / 60 / R :

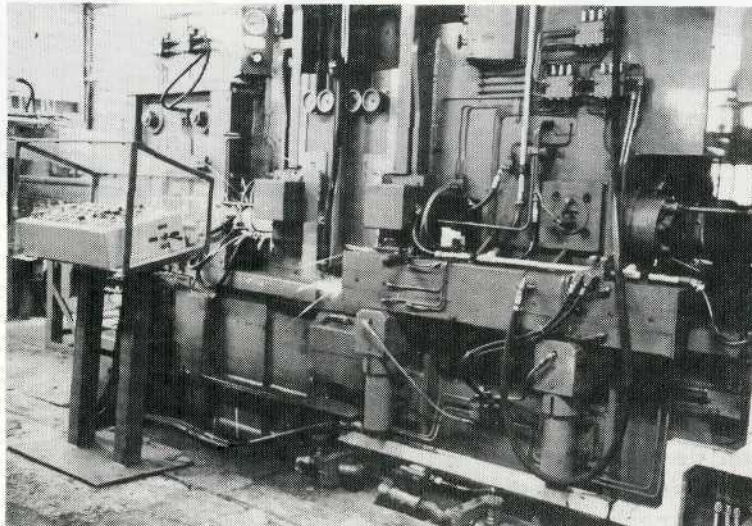
Gewicht van de machine	: 28 000 kg
Maximum te lassen sectie	: 10 000 mm ²
Maximum stuikkracht	: 600 kN
Klemkracht van de spoorstaven	: 1 230 kN
Vermogen	: 1 000 kVA
Lasspanning	: 7 à 12 V
Maximum stuiklengte	: 25 mm
Maximum lasproductie	: 20 lassen per uur (heden ten dage tot 10 beperkt door de installaties die aan beide zijden van de machine opgesteld zijn).

Karakteristieke kenmerken van de afbraammachine voor spoorstaven type MK VI:

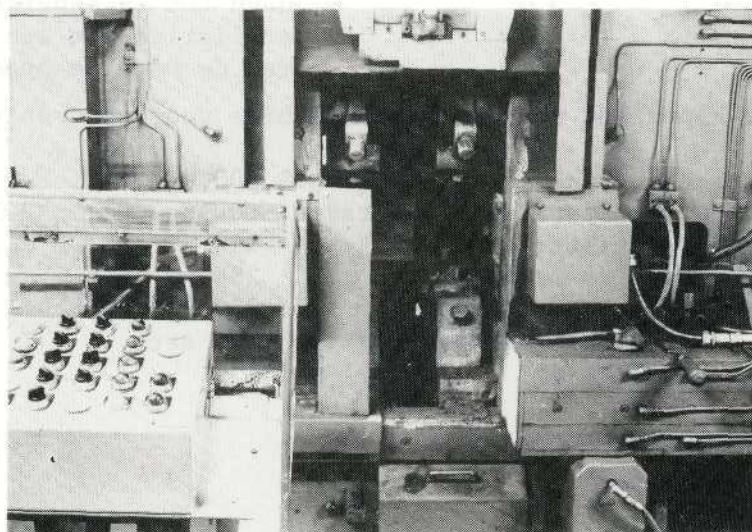
Gewicht van de machine	: 12 000 kg
Hoogte van de te ontbramen spoorstaven:	tussen 101 en 203 mm
Maximum ontbramingskracht	: 850 kN
Maximum koers van de messenkast	: 280 mm
Klemkracht van de spoorstaven	: 1 850 kN
Tijdsduur van een ontbramingscyclus:	30 sec.



Figuur 8.4 Vooraanzicht van de lasmachine.



Figuur 8.5 Zijzicht van de lasmachine tijdens het vonken. Het neergelaten beschermingsluik verhindert dat vonken in de werkplaatsruimte rondwarrelen.



Figuur 8.6 Bij opengetrokken beschermingsluik ziet men de stroomgeleiders en de afwaartse spoorstaaf.

8.2. De werf voor weerstandslassen.

8.2.1. Principe aangaande de werking van de weerstandslasmachine (fig. 8.3., 8.4., 8.5 en 8.6.)

Alle spoorwegnetten lassen tegenwoordig hun spoorstaven in de werkplaats door elektrisch vonklassen. Deze werkwijze bestaat er in de spoorstaven axiaal samen te drukken nadat de te lassen uiteinden op $\pm 1000^{\circ}\text{C}$ verwarmd werden.

De machine die hiervoor wordt gebruikt bestaat hoofdzakelijk uit een vast en een bewegend gedeelte. Elk dezer delen bevat twee elektroden, een bovenste en een onderste, die de lasstroom geleiden. De twee spoorstaven die moeten worden gelast, worden verticaal in twee hydraulische vijzels geklemd, terwijl de uitlijning van de te lassen rails automatisch verwezenlijkt wordt door zijdelinkse vijzels.

Het beweeglijk gedeelte van de machine neemt de te lassen afwaartse spoorstaaf mee in zijn heen en weergaande beweging. Deze bewegingen gebeuren dank zij twee hydraulische vijzels, gestuurd door een servo-ventiel, die geprogrammeerd wordt door een elektronisch regelsysteem met geïntegreerde schakelingen. Een reeks regelbare potentiometers laat toe de verschillende lasparameters in te stellen en namelijk:

- de detectie van het railcontact;
- de duur en de druk van de voorverwarming;
- de snelheid bij het begin van het vonken, de versnelling, enz...

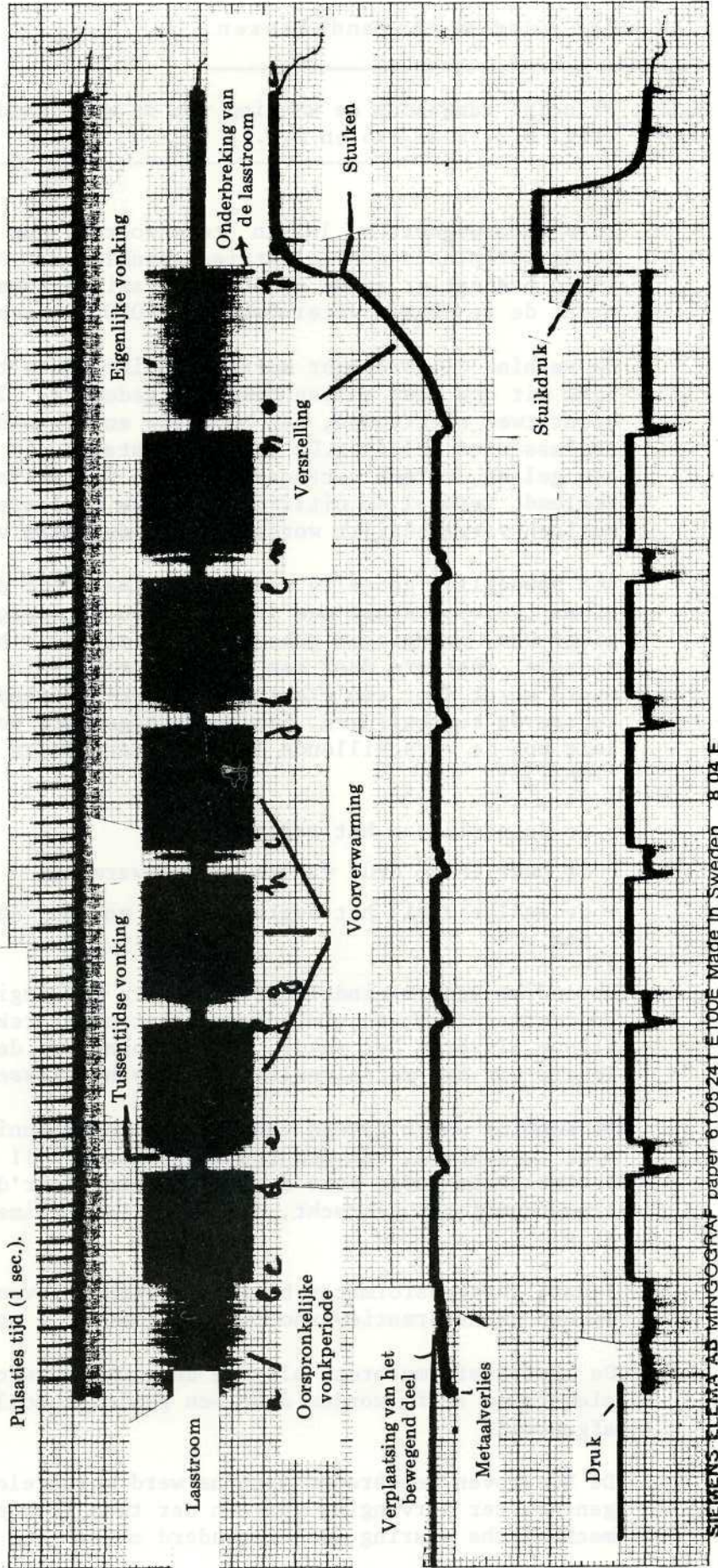
Bovendien sturen eindeloopschakelaars het begin van de voorverwarmings- en stuikcyclus, het onderbreken van de stroom alsvoren het smeden begint, benevens de totale lengte van het metaalverlies tijdens het lassen.

De machine wordt gevoed van uit een hoogspanningscabine door tussenkomst van een transformator $3 \times 11 \text{ kV} / 2 \times 380 \text{ V}$. De lasstroom wordt over de lascontactor naar de twee lasformatoren gebracht, die op de lasmachine opgesteld zijn.

Iedere lastransformator heeft een vermogen van $500 \text{ kV} / \text{A}$ en een transformatieverhouding van $380 \text{ V} / 7$ tot 12 V .

De lastransformatoren, alsmede de elektrodenhouders en de elektroden zelf, worden door een gesloten koelwatersysteem afgekoeld.

De hierboven beschreven machine werd kort geleden in dienst genomen ter vervanging van een der twee toestellen met mechanische sturing, die verouderd zijn.



Figuur 8.7 Diagram met de opeenvolging van de bewerkingen.

8.2.2. De werkingscyclus.

Na het opstellen, het klemmen en het uitlijnen van de spoorstaven in de lasmachine, kan de lascyclus aanvangen.

Wanneer de cyclus begint, sluit de lascontactor zich en het elektronisch regelsysteem stuurt het servo-ventiel dat het beweegbaar gedeelte van de machine aandrijft. De bewerkingen verlopen achtereenvolgens als volgt (fig. 8.7.) :

- De oorspronkelijke vonkperiode ab (5 sec.)

Het bewegend gedeelte van de machine vordert langzaam. Deze beweging wordt geregeld door de stroomintensiteit en heeft tot doel een vooraf bepaalde hoeveelheid metaal te verbranden (3 mm).

Met deze fase beoogt men de spoorstaafuiteinden haaks te krijgen.

- De voorverwarmingen cd, ef, gh, ij, kl, mn, elk van 6 seconden.

Gedurende deze fasen, verhoogt de druk van de voorwaartse verplaatsing van het bewegend gedeelte van de machine. Na een vooraf ingestelde tijd, gaat het bewegend gedeelte terug achteruit om het contact te verbreken.

Het aantal voorverwarmingen wordt vooraf bepaald door een handbediende teller. Tijdens de voorverwarmingen, jaagt men de maximale stroomsterkte door de spoorstaven ten einde het metaal van de uiteinden geleidelijk op te warmen.

Een tussentijdse vonking wordt na iedere voorverwarming uitgevoerd om de nog overblijvende ruwheden op de te lassen doorsneden te verbranden. Dit is vereist om tijdens de volgende voorverwarming het best mogelijke contact te waarborgen.

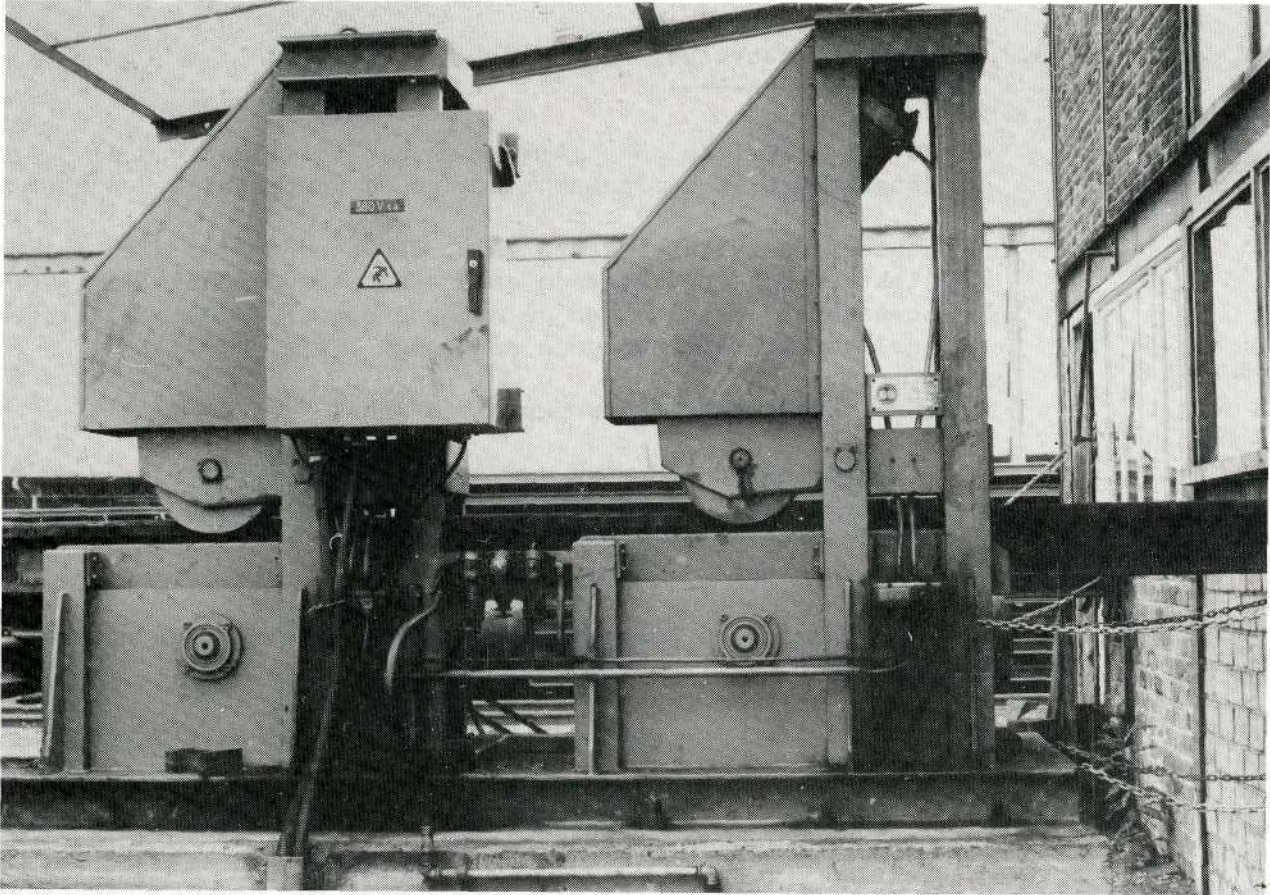
- De eigenlijke vonkperiode op (9 sec.).

Na de laatste voorverwarmingsaanraking, gaat het bewegend gedeelte van de machine terug vooruit, eerst langzaam en vervolgens steeds sneller. Hier heeft men de eigenlijke vonkperiode, waarbij men 11 mm metaal verbrandt.

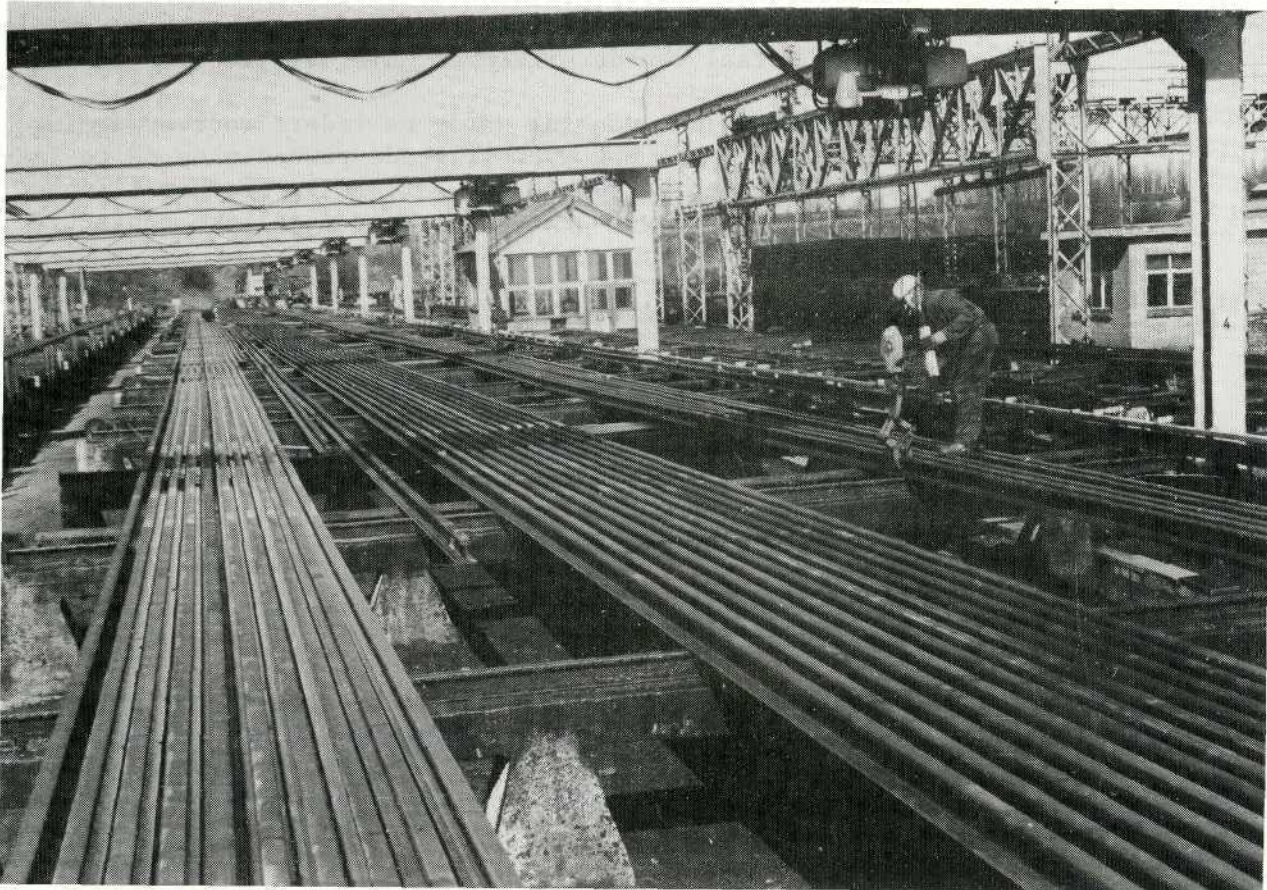
- Het stuiken qr (4 sec.).

De eindschakelaar onderbreekt de lasstroom en stelt het servo-ventiel buiten werking.

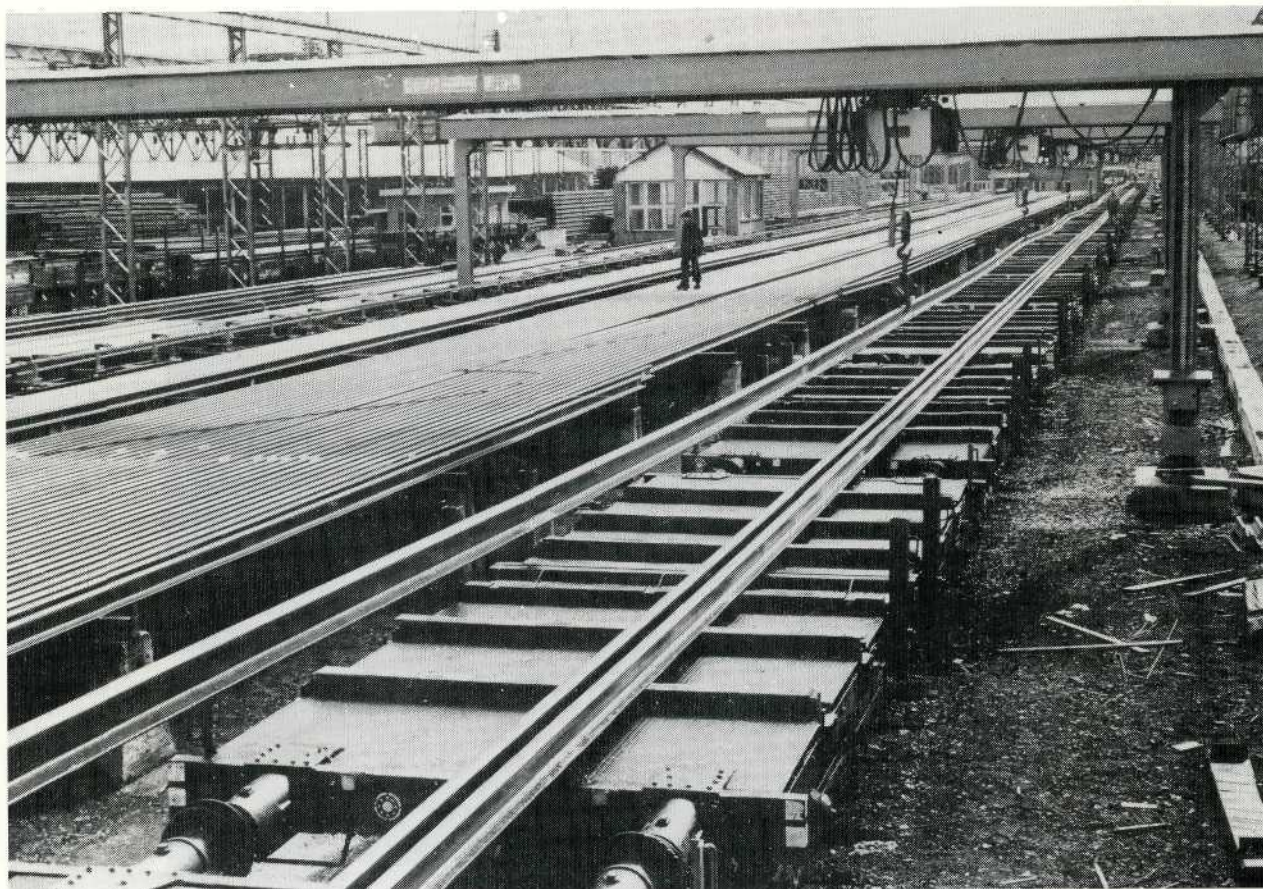
De energie die in twee hydraulische accumulatoren werd opgestapeld, wordt aan de cylinders van het bewegend deel van de machine overgedragen waardoor het uiteindelijk smeden van de twee spoorstaven wordt verwezenlijkt (14 mm) onder een druk van 140 bars (600 kN).



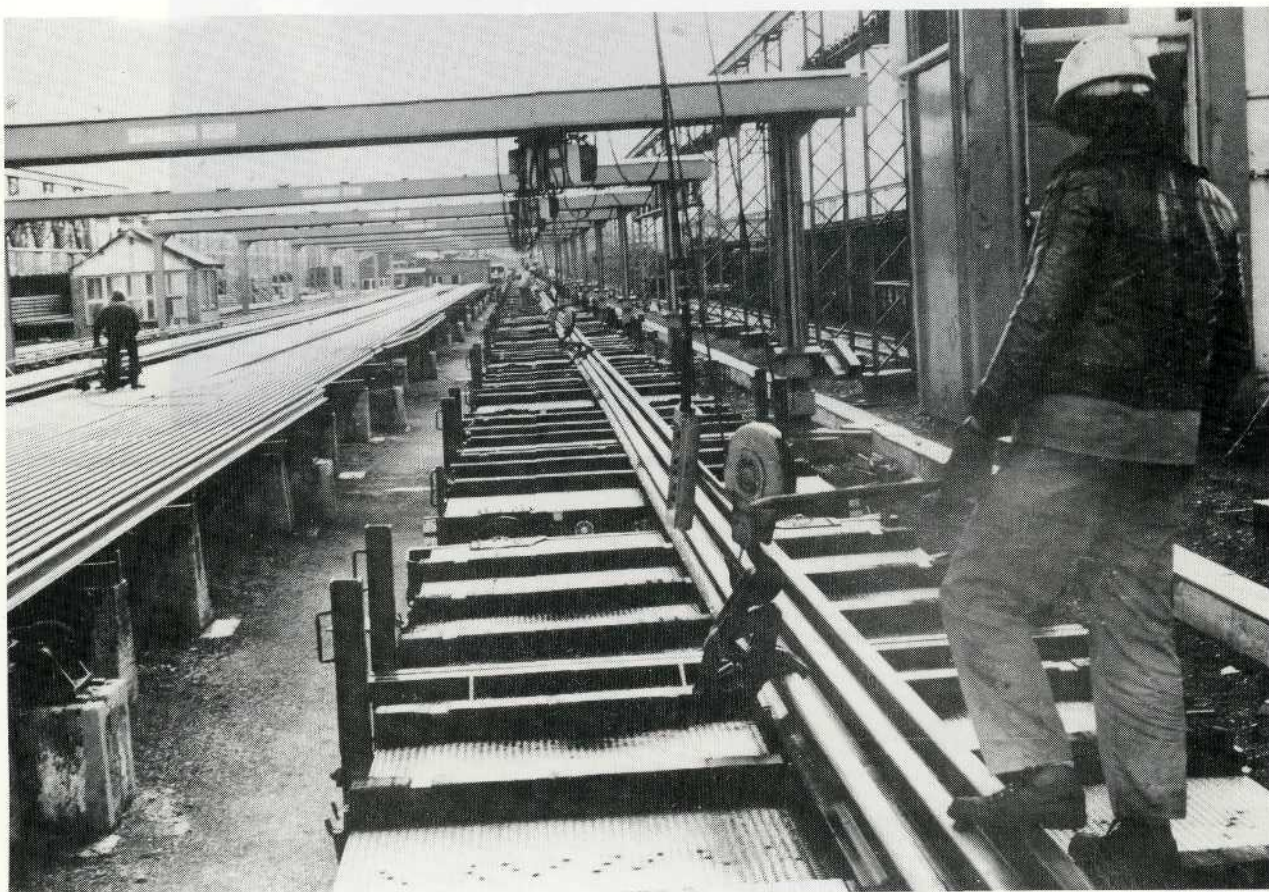
Figuur 8.8 Dubbele drukrol voor de verplaatsing van de gelaste staaf.



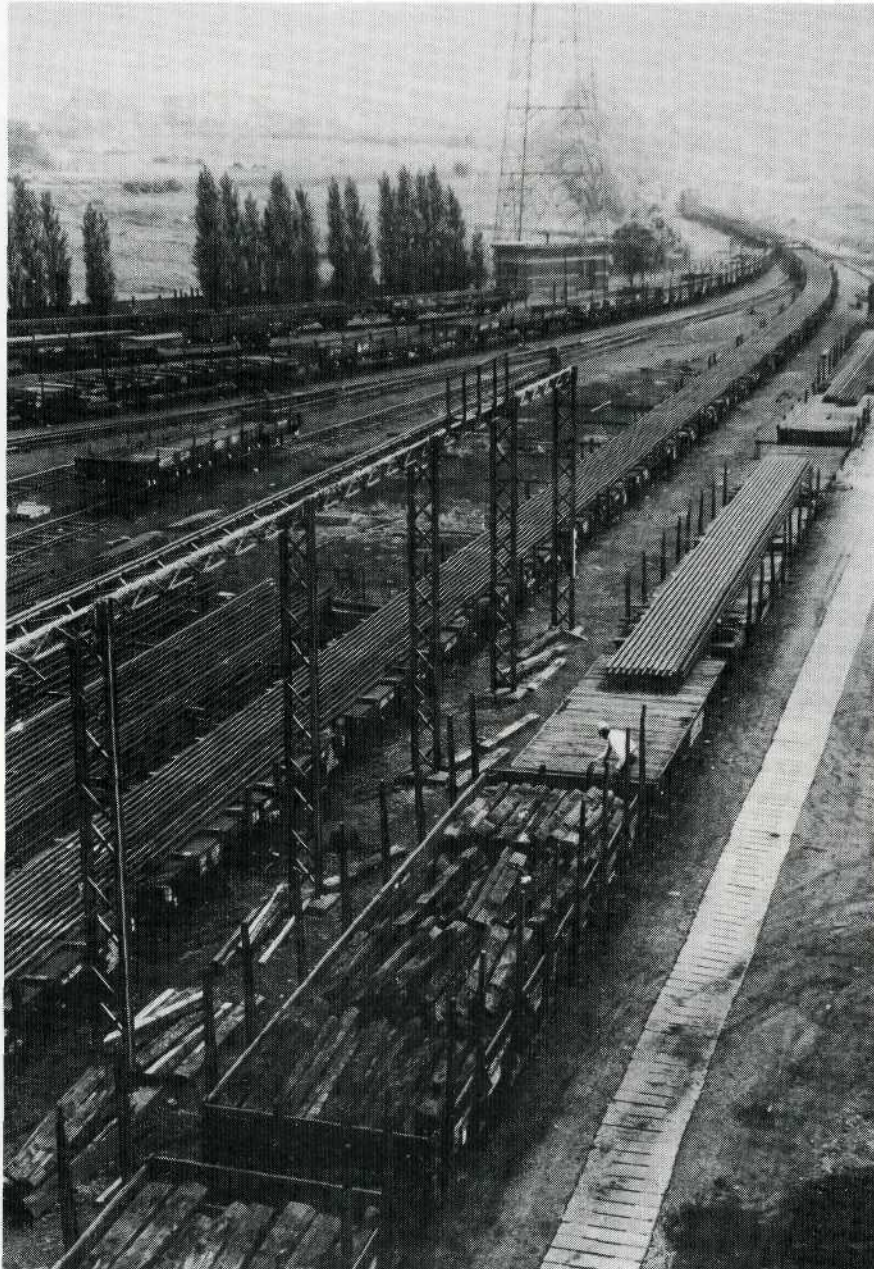
Figuur 8.9 Vastklampen van een spoorstaafkop met een gemotoriseerde haak.



Figuur 8.10 Dwarse verplaatsing van een lange gelaste spoorstaaf.



Figuur 8.11 Lading van lange gelaste spoorstaven op het speciaal uitgerust treinstel.



Figuur 8.12 Vertrek van het treinstel geladen met lange gelaste spoorstaven naar een hernieuwingswerf.

Wanneer de cyclus beëindigd is, bedraagt het metaalverlies 28 mm.

- Het automatisch afbramen van de lassen.

Het opgestuikt metaal vormt een verdikking rond het railprofiel.

Een automatische hydraulisch werkende afbraammachine is achter de lasmachine opgesteld. Zij bestaat hoofdzakelijk uit een freem waarin de klemmen opgesteld zijn die de spoorstaaf onbeweeglijk houden en uit een verplaatsbare tafel waarin vier afbramingsmessen opgesteld zijn. Deze laatste omvatten het railprofiel volledig met een speling van 1 mm.

De nog kersrode laskraag wordt vóór de openstaande messen geplaatst.

De automatische cyclus verloopt als volgt :

- . vastklemming der spoorstaaf in het lijf;
- . sluiten van de messen ;
- . verplaatsing van de beweegbare tafel ;
- . openen van de messen ;
- . terugkeer van de mobiele tafel.

- De verplaatsing van de rail op de rolweg.

De gelaste staaf wordt 27 m vooruitbewogen op de transportrollen, met behulp van een dubbele persrol(fig.8.8.), terwijl een nieuwe spoorstaaf, waarvan de uiteinden zorgvuldig bij middel van een pneumatische slijpsteen gereinigd werden, de lasmachine nadert. Na instelling van beide spoorstaven is alles in gereedheid voor een nieuwe lascyclus.

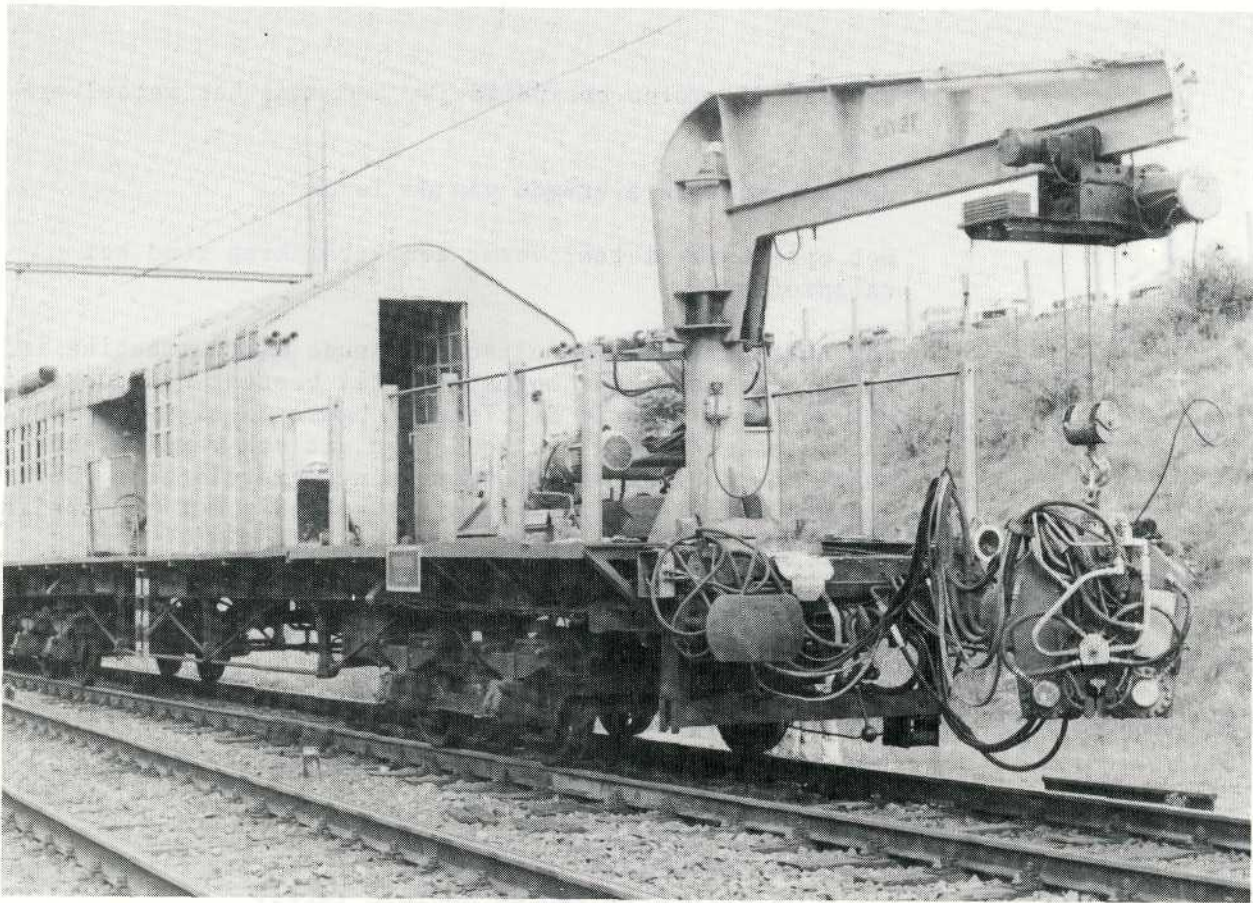
De uitrustingen laten toe staven van maximum 216 m te lassen.

Het elektriciteitsverbruik bedraagt 3 kWh voor een las van het profiel 50 T en 4,6 kWh voor het lassen van een UIC 60 - spoorstaaf.

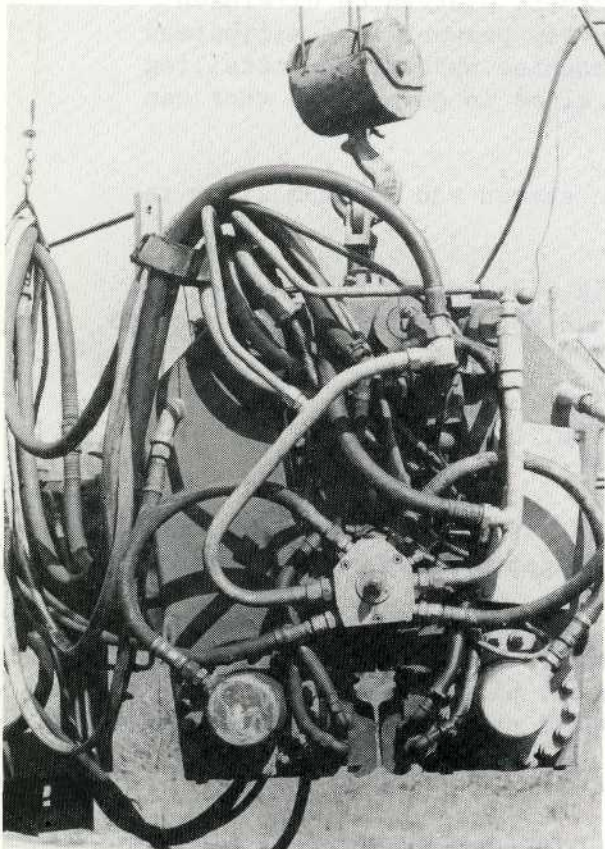
8.2.3. De verzending van de staven.

De 216 m lange spoorstaven worden van de rolweg dwars op een verhoogde stapelplaats getrokken door gemotoriseerde haken (fig. 8.9.).

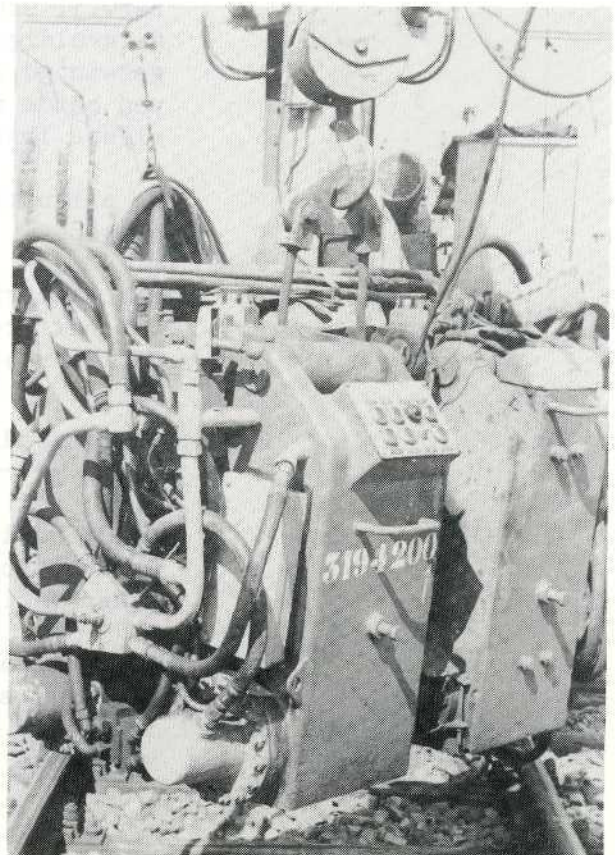
Zij worden vervolgens door 10 vaste portieken (fig.8.10) op een treinstel geladen dat hiervoor speciaal uitgerust is (fig. 8 11.) en vervoerd naar de hernieuwingswerven van lange spoorstaven (fig. 8.12.).



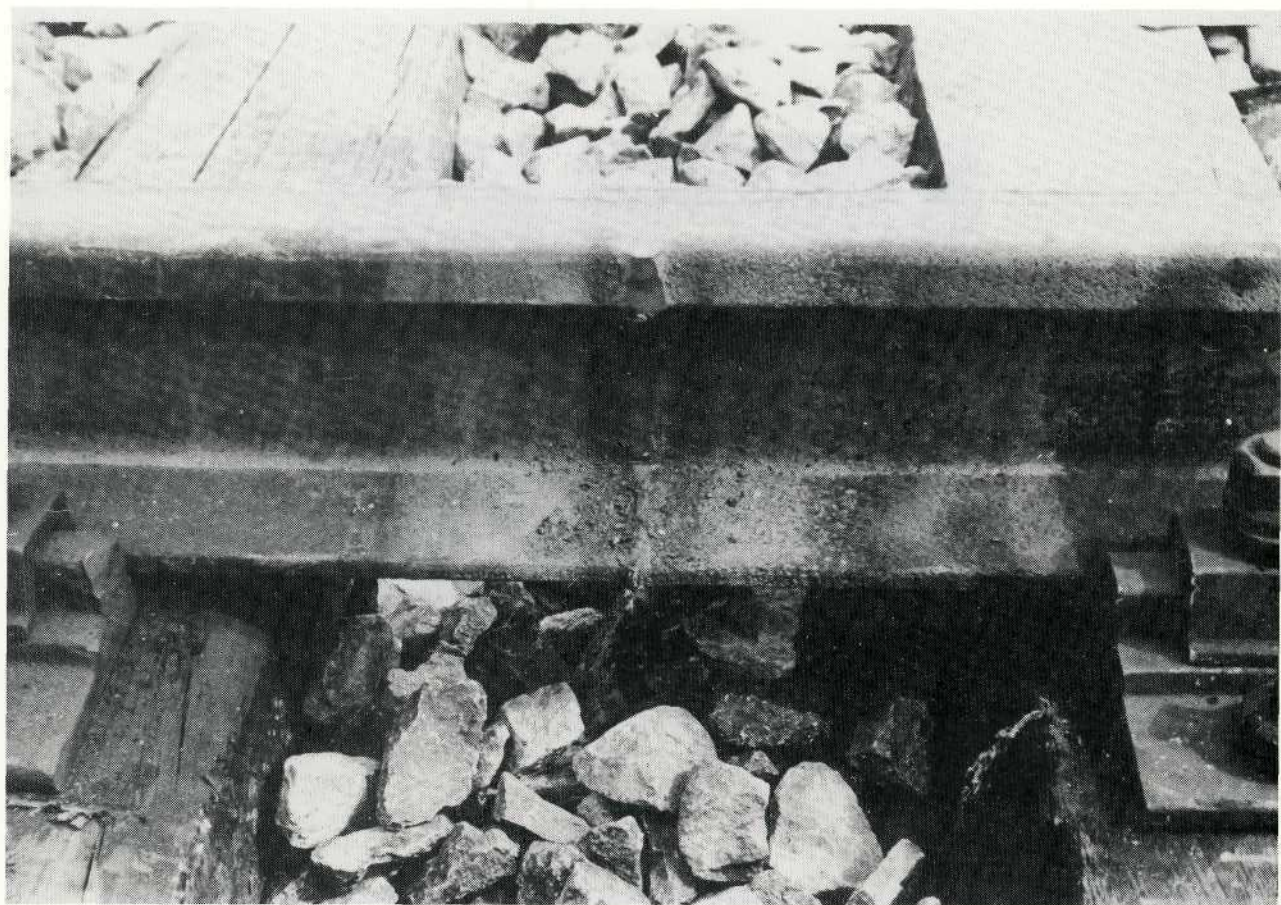
Figuur 8.13 Mobiele lasmachine met lasportiek voor het weerstandslassen in het spoor.



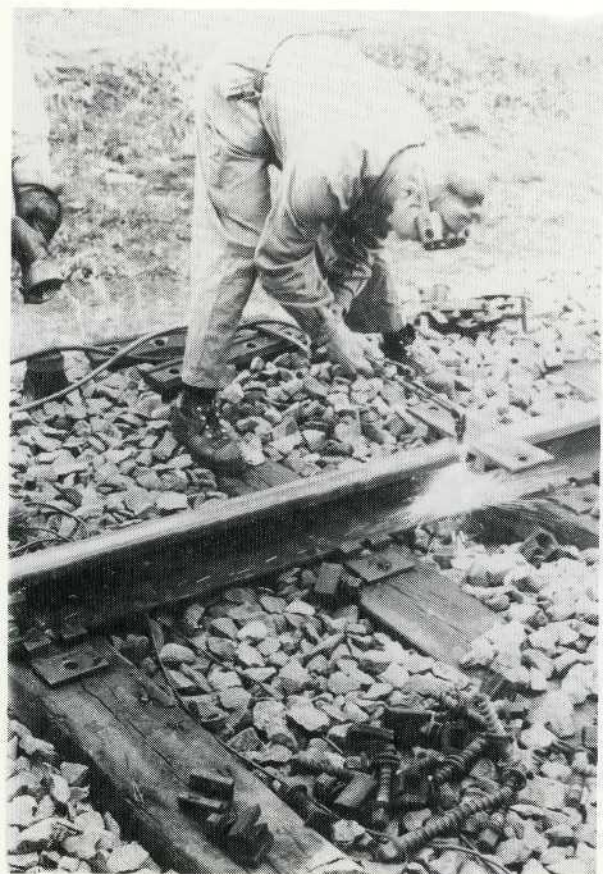
Figuur 8.14 Zicht van de laskop die de te lassen spoorstaaf omsluit.



Figuur 8.15 Zijzicht van de laskop met het bedieningsbord.



Figuur 8.16 Weerstandslas verwezenlijkt in het spoor.



Figuur 8.17 Snijden van de las met de oxy-acetyleenbrander.



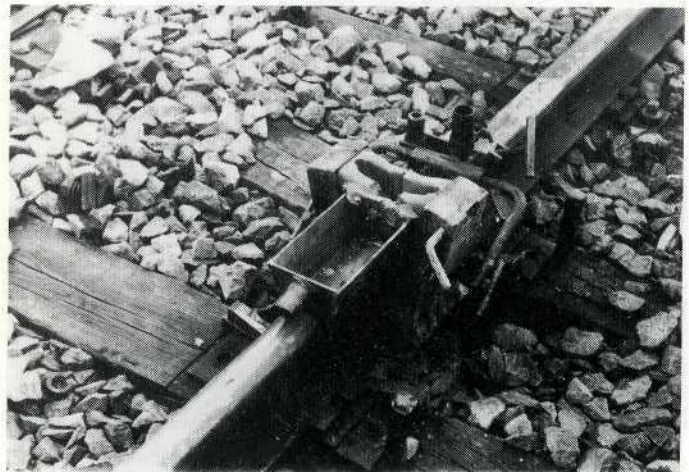
Figuur 8.18 Regeling van de voeghoogte en uitlijning met een liniaal.



Figuur 8.19 Geprefabriceerde gietvorm en polyetyleen zakje met voorafbereide laspoederlading.



Figuur 8.20 Bevestiging van de gietvorm in de gietvormhouder.



Figuur 8.21 Bakje voor het opvangen van de aluminiumoxyde slak.

Nadat zij daar ter plaatse werden afgeladen, worden de staven van 216 m lengte aan elkaar gelast door aluminothermie, zodat een zeer grote lengte wordt verkregen.

8.3. Het weerstandslassen in het spoor.

Weerstandslassen worden eveneens in het spoor verwezenlijkt bij middel van een mobiele lasmachine (fig. 8.13.,8.14. en 8.15.). De basiswerking van dit toestel gebeurt op dezelfde manier als deze van het hiervoor beschreven toestel van de stapelplaats van de Baan.

Het toestel wordt in afgebeeld geval gebruikt om een der lassing te verwezenlijken naast een geïsoleerde voeg (fig. 8.16) , de andere lassing wordt door aluminothermie uitgevoerd.

8.4. De aluminothermische las in het spoor.

8.4.1. Algemene principes.

De aluminothermische las bestaat erin gesmolten metaal in een gietvorm uit vuurvast materiaal, die de spoorstaafuiteinden omringt te gieten. De te lassen uiteinden worden voorafgaandelijk op 900°C. voorverwarmd, terwijl het gesmolten metaal op 2 200°C. gebracht wordt door de reductie van ijzeroxyde door aluminium volgens hiernavolgende reactie:



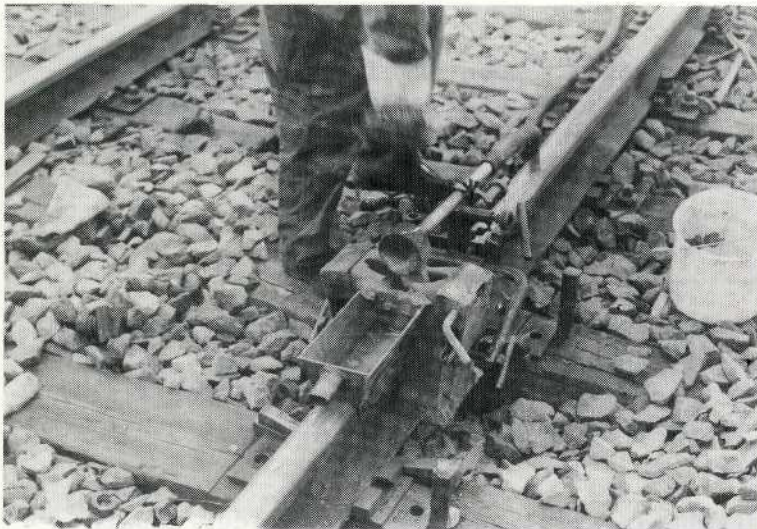
De poederladingen, die aan de samenstelling van te lassen spoorstaven aangepast zijn, worden in een smeltkroes gestort, aangestoken en in geprefabriceerde gietvormen gegoten die de las omringen.

Over het algemeen worden de te lassen spoorstaven voorverwarmd, doch er werd ook een procédé op punt gesteld waar het lassen zonder of met een zeer korte voorverwarming (4 tot 5 minuten) gebeurt.

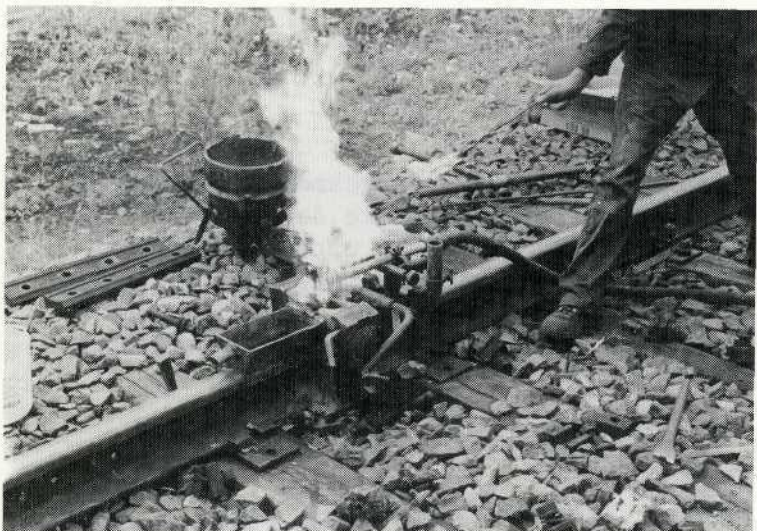
Door aangepaste geprefabriceerde gietvormen en het gebruik van grotere ladingen (men moet rekening houden met een toename van 50% ten opzichte van het procédé met voorverwarming) is men erin geslaagd de lastijd tot 7 minuten te herleiden.

8.4.2. De verwezenlijking van de las.

Hierna de achtereenvolgende lasverrichtingen :



Figuur 8.22 Plaatsen en instellen van de brander voor de voorverwarming van de gietvorm.



Figuur 8.23 Ontsteking van de brander met een toorts.



Figuur 8.26 Vullen van de kroes met de laspoederlading.



Figuur 8.25 Plaatsen van de afsluitingsstift op de bodemopening van de gietkroes.

- de voorbereiding van de voeg.

Zij bestaat er in de voegopening op 18 mm te regelen (15 tot 18 mm)(fig. 8.17.), het nauwkeurig uitlijnen van de te lassen staven (fig. 8.18.) aan de binnenzijde van het spoor en het geven van een tegenpeil van 15 mm om de verzakking van de lasverbindingen tegen te werken.

- De vervaardiging en het plaatsen van de gietvormen.

Gewoonlijk worden de gietvormen vooraf in een werkplaats vervaardigd (fig. 8.19.) en met de laspoederladingen meegestuurd.

Nadat men de uiteinden heeft geregeld, zoals hiervoren beschreven werd, worden de gietvormen op de spoorstaven gedrukt bij middel van een gietvormhouder met onafhankelijke armen. Aldus kan men de twee halve gietvormen de ene na de andere opstellen (fig. 8.20.).Zij moeten zeer nauwkeurig gecentreerd worden ten opzichte van de voegopening.

Voor het opvangen van het aluminiumoxydeslak wordt een bakje op de spoorstaafkop geplaatst, aan de lichtjes ingesneden zijde van de gietvorm (fig. 8.21.).

De bodem ervan is met droog zand overdekt om een rechtstreeks contact tussen de bodemplaat en de vloeibare aluminiumoxyde te vermijden.

- Het voorverwarmen van de voeg.

De te lassen spoorstaafuiteinden worden op 900°C verwarmd, zodat een gelijkmatig verdeelde kersrode kleur over de ganse einddoorsnede waar te nemen is.

Deze voorverwarming wordt verkregen door de vlam van een brander in de gietvorm te richten.

Deze laatste is op de gietvormhouder bevestigd door een steunstang voorzien van twee vijzen, zodat men de brander in dwarse- en longitudinale richting kan regelen. (fig. 8.22.).

Het gelijkmatig voorverwarmen van beide spoorstaafuiteinden is van groot belang voor de kwaliteit van de verwezenlijkte las. Een voortreffelijke las wordt bekomen door het in acht nemen van de voegopening(15 tot 18 mm), het volmaakt centreren van de gietvormen ten opzichte van de voeg, de onberispelijke hoogteafstelling (75 mm) van de brander in de aslijn van de voegopening.

De brander wordt met een toorts aangestoken (fig. 8.23.) nadat hij nauwkeurig op de juiste plaats opgesteld werd.

De duur van de voorverwarming schommelt tussen 7 tot 14 minuten naargelang het profiel van de te lassen spoorstaven en de atmosferische omstandigheden.

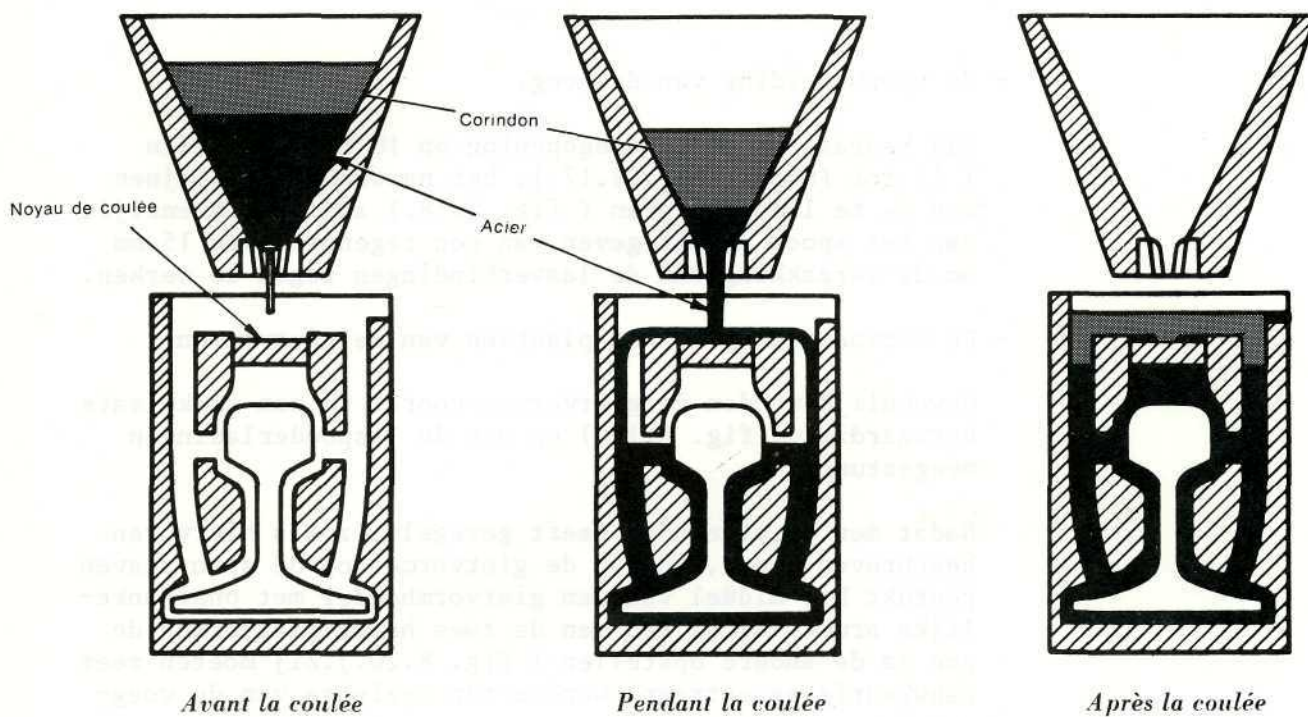


SCHÉMA DE LA COULÉE DANS LE MOULE

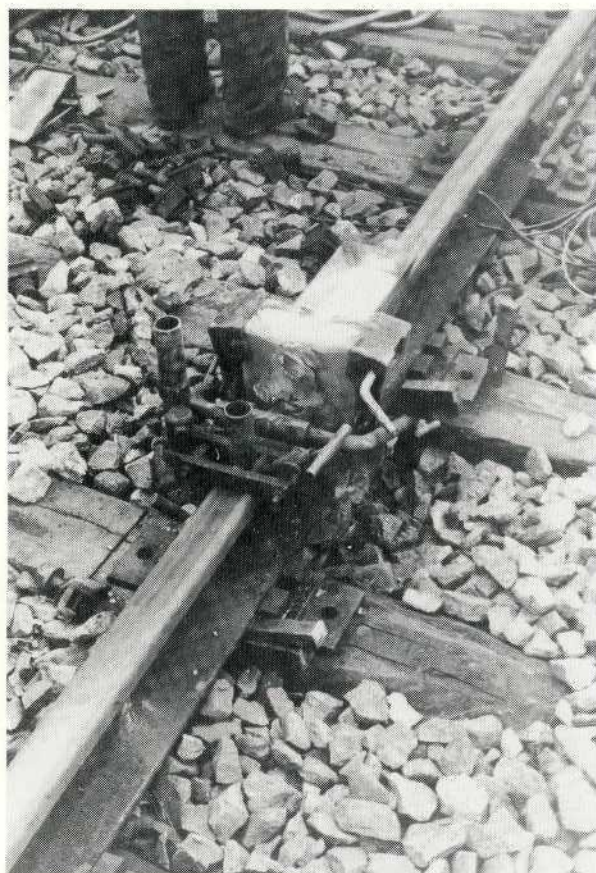
Figuur 8.24 Gietschema in de gietvorm.



Figuur 8.27 Exothermische reactie in de kroes.



Figuur 8.28 Het gieten van de lasvoeg.



Figuur 8.29 De las na het gieten.



Figuur 8.30 Wegnemen van de gietvormhouders.



Figuur 8.31 Wegnemen van de gloeiende gietvorm.

- Het gieten van de lasverbinding(fig 8.24.).

Tijdens het voorverwarmen wordt de smeltkroes in zijn steun geplaatst. De opening ervan is door een afsluitingsstift afgesloten (fig. 8.25.) die op het bovenste gedeelte van de huls rust en onder de onderrand van de kroes uitsteekt ten einde het ontstoppen te vergemakkelijken.

De lading laspoeder die in een polyethyleen zak wordt bewaard (fig. 8.26.), wordt dan in de smeltkroes gegoten. Wanneer de lasser oordeelt dat de verwarmings-temperatuur van de spoorstaafuiteinden voldoende is, steekt hij het aluminothermisch mengsel in brand met een ontstekingspatroon (fig. 8.27.) en verwijdert de brander.

Hij doet dan de smeltkroes rond zijn steunpunt wentelen zodat de gietopening boven het gietgat van de gietvorm komt te staan.

Hij wacht een tiental seconden na het einde van de reactie om de volkomen afscheiding van het vloeibaar metaal en de aluminiumoxydeslak te bevorderen. Daarom wordt de smeltkroes ontstopt met behulp van een ontstopningsstaaf.

De reactieduur van een lading, vanaf het aansteken tot het einde van de rookontwikkeling bedraagt ongeveer twintig seconden.

Bij het aftappen (fig. 8.28.) vloeit het aluminothermisch metaal eerst uit de smeltkroes. De te lassen spoorstaafuiteinden worden ingesmolten, de vrije ruimte in de gietvorm, t.t.z. de voegopening wordt gevuld, alsmede het lasgezwel, de opkomers en de gietkop die een overmaat van vloeibaar metaal op de railkop behoudt.

Op het einde van het gieten, vloeit de aluminiumoxydeslak uit de kroes en ontmoet het metaal in de gietvorm.

Zodra het gieten beëindigd is wordt een reinigingsstaaf in de kroes ingebracht om te vermijden dat de huls door gestold metaal of slak zou verstopt worden.

- Het verwijderen van de gietvorm en het afsnijden.

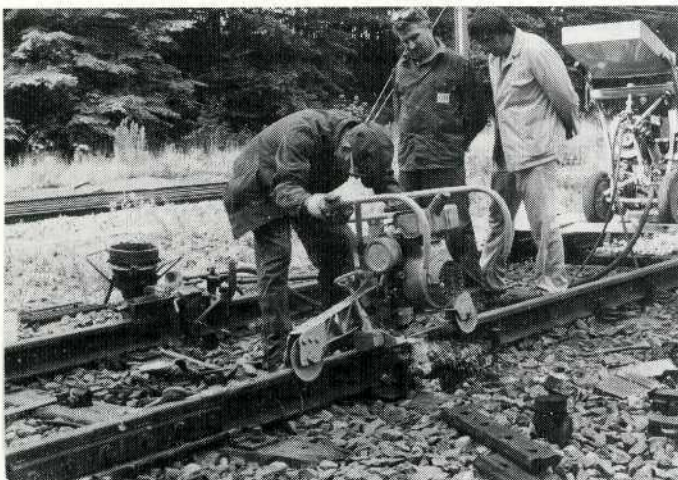
Zodra het gieten beëindigd is, worden de smeltkroes en de gietvormhouder weggenomen (fig. 8.29.)

Ongeveer drie minuten na het einde van het aftappen worden de gietvormhouders(fig. 8.30.) en de gietvormen weggenomen (fig. 8.31.).

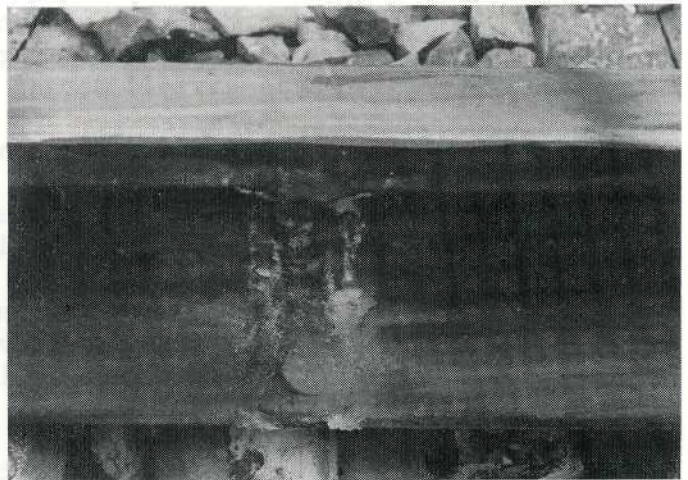
Men verwijdert de slakken die aan het toevoegmetaal rond de spoorstaafkop blijven kleven met behulp van een metaalborstel.



Figuur 8.32 Afsnijden van het overtollig metaal.



Figuur 8.33 Slijpen van de las.



Figuur 8.34 Afgewerkte las met het typisch lasgezwel van de aluminothermische las.

Daarna gaat men het lasgezwel afsnijden alvorens het afkoelt (fig. 8.32.), terwijl men er zorg voor draagt het profiel niet te beschadigen.

Men snijdt het lasgezwel achtereenvolgens:

- . op het rolvlak;
- . op het zijvlak van de kop aan de binnenzijde van het spoor;
- . op het zijvlak van de kop aan de buitenzijde van het spoor.

De opkomers worden met de hamer gebroken, nadat een aanzetsnede met de metaalbeitel aangebracht werd.

- Het slijpen van de voeg. (fig. 8.33)

Na algehele afkoeling van het ruw gesneden voegoppervlak, wordt een volmaakt railkopprofiel door slijpen verwezenlijkt . Het lasgezwel op het overig deel van het profiel wordt behouden, hetgeen bijdraagt tot de versterking van de lasverbinding (fig. 8.34).

De vlakheid van het rolvlak aan de voeg wordt met een lineaal van een meter nagezien.

9. BREUKEN EN BESCHADIGINGEN IN SPOORSTAVEN.

UNION INTERNATIONALE



DES CHEMINS DE FER

CODE U I C
Fiche à classer au Tome : VII - INSTALLATIONS FIXES

712
R

3e édition, 1-1-79

CDU : 625.143.3

DEFAUTS DE RAILS

9. BREUKEN EN BESCHADIGINGEN IN SPOORSTAVEN.

9.1. In het begin van de spoorweguitbating.

Breuken en beschadigingen in spoorstaven zijn verschijnselen die zich vanaf het begin van de spoorwegexploitatie voordeden.

In 1838 reeds ging de heer TEICHMANN, inspecteur-generaal van Bruggen en Wegen zich in Engeland bevragen over het breken van de golfspoorstaven op 25cm van de uiteinden.

Zijn vaststellingen hebben geleid tot het aanwenden van een zwaarder profiel met een gewicht van 27 kg per lopende meter, ter vervanging van de golfspoorstaven van 20,7 kg/m. Dit nieuwe profiel werd aangelegd op de lijnen Gent - Rijsel en Gent - Doornik, alsmede de lijnen Brussel - Namen en Brussel - Bergen.

Op het einde van 1841 stelde men, ingevolge het te zwak profiel, een dusdanige sleet en een zo groot aantal breuken vast, dat 2 000 spoorstaven moesten worden vervangen. Daarenboven waren de vooruitzichten wat betreft de vervangingen in dienst voor 1842 nog veel somberder.

Op de lijn Mechelen - Gent werden er in 1841 2 000 m sporen vervangen en 13 534 m in 1842. De golfspoorstaven werden vervangen door evenwijdige spoorstaven met een gewicht van 27kg/m met Jupiterschichtvoegverbinding.

De eerste statistieken in verband met gebroken spoorstaven dagtekenen van 1843.

Het aantal vervangen spoorstaven ingevolge breuken en vroegtijdige sleet beliep toen :

	<u>Breuken</u>	<u>Sleet</u>	<u>Totaal</u>
1843	537	1 468	2 005
1844	916	-	916
1845	1 506	885	2 591
1846	838	7 193	8 031

In 1846 groeit het aantal te vervangen spoorstaven tengevolge van sleet zeer vlug.

Hierdoor werd men genoodzaakt in dat jaar tussen Ans en Fexhe 6 570 m spoorstaven te vervangen door spoorstaven met dubbele ongelijke kop met een gewicht van 34 kg/m.

In 1850 waren reeds 748 500 m lopende meters spoor, zij een derde van het toen bestaande spoorwernet (2 428 200 m), met spoorstaven met dubbele kop uitgerust.

9.2. De kennis aangaande breuken in 1875.

B. VALERIUS schreef hiernavolgende lijnen over de levensduur en de aftakeling van de spoorstaven :

"- Het blijkt uit waarnemingen die te Mechelen werden gedaan op de uitgebate spoorlijn, dat het gewichtsverlies door sleet van gewone spoorstaven van 4,5 à 5 m lengte (totaal gewicht 99 kg) met een gewicht van 20,66 kg per lopende meter, jaarlijks 0,25 kg à 0,30 kg bedraagt. De gemiddelde levensduur van een spoorstaaf bedraagt 7 à 8 jaar in normale omstandigheden.

Het is merkwaardig dat de bereden spoorstaven niet roesten, alhoewel het milieu waarin ze zich bevinden de oxydatie bevordert.

- De spoorstaven van Belgisch fabrikaat kunnen in het midden van de kop een soort afschilfering of verplettering vertonen. De arbeiders zeggen dat de spoorstaaf zichzelf walst, wanneer het ijzer zich op het rolvlak gaat oplichten en in schilfers loskomt.
- De spoorstaaf kan scheuren tussen kop en lijf over een lengte van 1/2 tot 1 m, wanneer de welling tussen het metaal van de kop, dat van goede kwaliteit is, met het minderwaardige metaal van het lijf niet volmaakt geweest is.
- De kop kan slijten door het contact met de wielflens.
- Wanneer de ene spoorstaaf van een voeg hoger ligt dan de andere, zullen de rijtuigen bij het overschrijden ervan een parabool beschrijven, zodat de wielen bij het terechtkomen op de laagste spoorstaaf een schok veroorzaken die de rail op zijn uiteinde plooit en zelf kan breken.

De verbuiging die in dergelijke gevallen ontstaat is brutaal en weinig uitgebreid.

Een andere oorzaak van verbuiging is te wijten aan het verzakken van dwarsliggers. In dit geval is de verbuiging niet brutaal en heeft enkel het nadeel dat de twee aangrenzende spoorstaven plots kunnen breken ingevolge het omhoogdrukken van de uiteinden van de verzakte staaf.

- Tenslotte veroorzaken de schokken en de wrijving van de wielen van de rijtuigen uiteindelijk een soort koudvervorming die te vergelijken is met hetgeen door koudhameren verkregen wordt. Hieraan zou misschien door uitgloeien kunnen verholpen worden. "

9.3. Statistieken van de oorzaken van botsingen en ontsporingen te wijten aan spoorstaafbreeken en onvolmaaktheden van het spoor tussen 1880 en 1913.

In de hiernavolgende tabel vindt men het aantal botsingen en ontsporingen te wijten aan spoorstaafbreeken of fouten in spoortoestellen (1).

	Ontsporingen te wijten aan gebroken spoorstaven	Fouten in spoortoestellen die een botsing(C) of een ontsporing tot gevolg hadden (D)	
		C	D
1880	2	1	7
1881	0	0	8
1882	1	2	14
1883	0	1	3
1884	0	1	5
1885	0	0	2
1886	1	0	3
1887	0	0	1
1888	0	0	3
1889	2	1	1
1890	1	1	6
1891	1	1	2
1892	2	0	0
1893	3	0	0
1894	0	0	0
1895	0	0	2
1896	2	0	2
1897	1	0	1
1898	0	0	0
1899	0	0	1
1900	0	1	1
1901	2	0	0
1902	1	0	1
1903	3	0	3
1904	2	0	4
1905	2	1	4
1906	4	1	2
1907	4	1	8
1908	4	1	3
1909	6	0	5
1910	6	0	5
1911	2	1	2
1912	8	0	1
1913	0	0	2

(1) Verslag van de Minister aan de Wetgevende Kamers van 04.05.1892 - Deel 4 nr 185 - bladz. 69.

Rapport aangeboden aan de Wetgevende Kamers - Verslag van de werkzaamheden tijdens het jaar 1913 - Deel 4 nr 272 - bladz. 62-63.

9.4. Evolutie in de kennis van gebroken en beschadigde spoorstaven.

In de loop van de jaren is de kennis over breuken en beschadigingen van spoorstaven toegenomen. Sommige grote netten hebben technische nota's in verband met het vervangen, het onderhoud en het toezicht op de spoorstaven en de voegen uitgegeven.

De verschillende soorten breuken en beschadigingen die in het spoor vastgesteld waren, werden gerepertorieerd, geklasseerd en bondig beschreven.

In 1956 gaf de NMBS een toelichting uit van de meest voorkomende gebreken (Bericht 7 V van 28.05.56).

Het bureau voor opzoeking en proefneming (ORE) werd door de UIC belast met de uitgave van een gemeenschappelijke catalogus ten behoeve van het personeel van de baan. Hierin zouden de gebreken die in spoorstaven kunnen voorkomen worden beschreven.

De eerste uitgave van 1959 werd kortgeleden bijgewerkt. De nieuwe catalogus is bij de UIC-fiche 712-R gevoegd.

9.5. De UIC-fiche 712-R betreffende de gebreken in spoorstaven en de catalogus van de beschadigingen en breuken in rails.

9.5.1. Algemeenheden.

De inleiding bij de catalogus bevat :

- de definitie van de breuken, barsten en beschadigingen;
- de definitie van het uiteinde, de volle staaf en de laszone ;
- de algemene codificatie van de gebreken.

Elke breuk, scheur of beschadiging maakt het voorwerp uit van een fiche, waarop men enerzijds kenmerkende fotografische afbeeldingen weergegeven heeft en anderzijds een verklarende nota, die voor elk gebrek hiernavolgende gegevens opgeeft :

- de kenmerken en het uitzicht ;
- de opsporingsmiddelen ;
- algemene aanbevelingen die door ieder net aan zijn bijzondere eisen aangepast worden.

Het aangenomen codificatiesysteem laat de vlotte uitwerking toe van statistische gegevens doordat de ingewonnen inlichtingen rechtstreeks in een ordinator kunnen verwerkt worden.

De catalogus bepaalt een ééngemaakt classificatiesysteem in zake breuken, scheuren en beschadigingen in spoorstaven ,naargelang de ligging, het uitzicht en de oorzaak van de gebreken. Bovendien worden ook de opsporingsmid- delen aangegeven alsmede de aanbevelingen en de maatregelen die moeten worden getroffen bij het ontdekken van een gebrek in het spoor.

9.5.2. Definties.

Definitie van de spoorstaafgebreken.

De beschadigde spoorstaven kunnen hiernavolgende gebreken vertonen:

- de spoorstaaf is gebroken ;
- de spoorstaaf is gescheurd ;
- de spoorstaaf is beschadigd .

Gebroken spoorstaaf : spoorstaaf die enerzijds in twee of meer stukken uiteenvalt en anderzijds elke spoorstaaf waarvan er een stuk metaal afgesprongen is derwijze dat er een uitholling ontstaat van meer dan 50 mm lengte en 10 mm diepte.

Gescheurde spoorstaaf : men beschouwt een spoorstaaf als zijnde gescheurd, wanneer er in eender welk deel ervan één of meer onderbrekingen ontstaan zijn, onverschillig de richting ervan en of ze al dan niet zichtbaar zijn en die op korte of lange termijn tot een breuk kunnen aanleiding geven.

Beschadigde spoorstaaf : spoorstaaf die niet gescheurd of gebroken is, maar die andere gebreken vertoont, meestal aan het oppervlak.

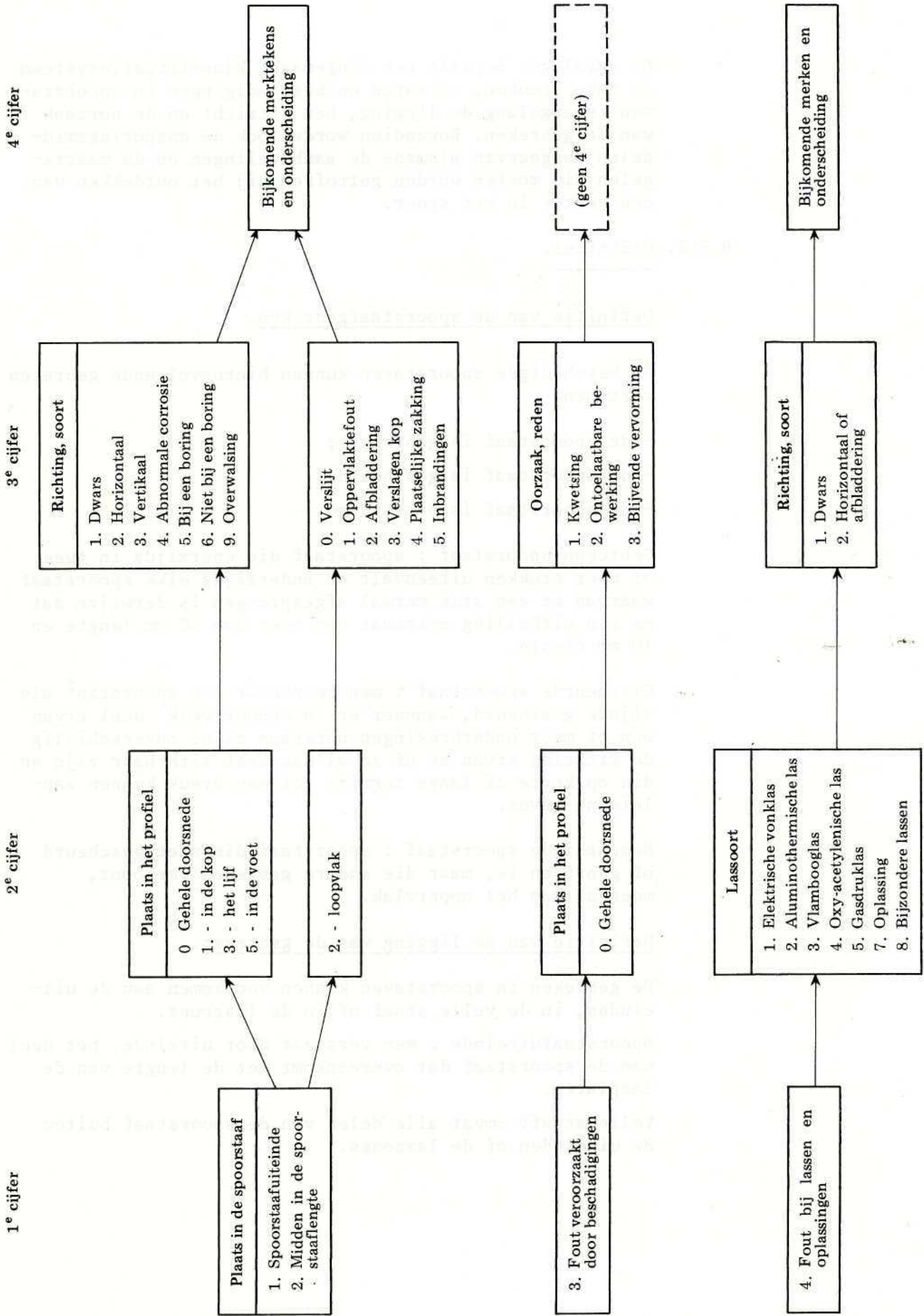
Definitie van de ligging van de gebreken.

De gebreken in spoorstaven kunnen voorkomen aan de uiteinden, in de volle staaf of in de laszones.

Spoorstaafuiteinde : men verstaat door uiteinde, het deel van de spoorstaaf dat overeenkomt met de lengte van de lasplaten.

Volle staaf: omvat alle delen van de spoorstaaf buiten de uiteinden of de laszones.

KLASSIFIKATIESCHEMA VOOR DE SPOORSTAAFFOUTEN



Figuur 9.1

Laszone : dat deel strekt zich uit over 10 cm langs beide zijden van de las, hetzij in totaal 20 cm. Elk gebrek dat in deze zone voorkomt is als lasgebrek te rangschikken.

9.5.3. Algemene codificatie van de gebreken in spoorstaven.

De breuken, scheuren en beschadigingen aan spoorstaven zijn het voorwerp van een code die tot vier cijfers kan belopen (fig. 9.1.):

Het eerste cijfer duidt op :

1. gebreken in de uiteinden van de staaf ;
2. gebreken in de volle staaf ;
3. gebreken veroorzaakt door beschadigingen aan spoorstaven ;
4. gebreken in lassen en oplassingen.

Het tweede cijfer duidt op :

- de plaats in het spoorstaafprofiel waar het gebrek ontstond ;
- de aard van de lassen wanneer het om las- of oplassingsgebreken gaat.

Het derde cijfer duidt op :

- de orientatie van het gebrek bij breuk of scheur ;
- de natuur van het gebrek ;
- de oorzaak van het gebrek in geval van een beschadiging aan de spoorstaaf.

Het vierde cijfer duidt op een eventuele bijkomende classificatie naar de types van de gebreken indien zulks noodzakelijk zou zijn.

Aan elk gebrek is een nummer toegekend en maakt het voorwerp uit van een fiche op dewelke de kenmerken alsmede het uitzicht van het gebrek zijn aangegeven. De opsporingsmiddelen en de te nemen maatregelen bij ontdekking worden er ook op vermeld.

9.5.4. Klassering en nummering van de gebreken in spoorstaven.

- 1 Gebreken op de uiteinden der staven
- 10 Volledige doorsnede
 - 100 Dwarsbreuk zonder zichtbare oorzaak:
zie 200
- 11/12 Kop
 - 111 Dwarsscheur met zilvervlakbreuk:
zie 211
 - 112 Horizontale scheur
 - 113 Vertikale longitudinale scheur
 - 121 Oppervlakte gebreken : zie 2211 tot
2213
 - 122 Afschilfering van het rolvlak
 - 123 Verslagen kop
 - 124 Plaatselijke indrukking : zie 224
 - 125 Inbrandingen
- 13 Lijf
 - 132 Horizontale scheur
 - 1321 in de overgang tussen kop en
lijf
 - 1322 in de overgang tussen lijf en
voet
 - 133 Vertikale scheur in langsrichting
(slinkholte)
 - 134 Stervormige scheur bij de lasbout-
gaten
 - 139 Walsdubbelingen : zie 239.
- 15 Voet
 - 153 Vertikale longitudinale scheur :
zie 253.
 - 154 Abnormale corrosie : zie 254

- 2 Gebreken in de volle staaf
- 20 Volledige doorsnede
 - 200 Dwarsbreuk zonder zichtbare oorzaak
- 21/22 Kop
 - 211 Geleidelijke dwarsscheur met zilvervlakbreuk
 - 212 Horizontale scheur
 - 213 Vertikale scheur in langsrichting
 - 220 Sleet :
 - 2201 Golvende sleet met korte golven
 - 2202 Golvende sleet met lange golven
 - 2203 Abnormale zijdelingse sleet
 - 2204 Abnormale verticale sleet
 - 221 Oppervlaktegebreken :
 - 2211 Walssplinter
 - 2212 Walsnaad
 - 2213 Lijnen
 - 222 Afschilferingen :
 - 2221 Afschilfering van het rolvlak
 - 2222 Afrafelen van het zijvlak(shelling)
 - 223 Verslagen kop met of zonder overbraming.
 - 224 Plaatselijke indrukking van het rolvlak
 - 225 Inbrandingen
 - 2251 Enkelvoudige inbranding
 - 2252 Meervoudige inbrandingen
- 23 Lijf
 - 232 Horizontale scheur :
 - 2321 in de overgang tussen kop en lijf
 - 2322 in de overgang tussen lijf en voet
 - 233 Vertikale scheur in de langsrichting (slinkholte)
 - 234 Abnormale corrosie
 - 235 Scheur over gaten (geen lasboutgaten)
 - 236 Diagonale scheur die niet door een gat gaat
 - 239 Walsdubbeling.

25	Voet
	253 Vertikale longitudinale scheur
	254 Abnormale corrosie.
3	Gebreken veroorzaakt door beschadigingen aan spoorstaven
	301 Verschillende beschadigingen
	302 Onverzorgde afwerking
	303 Blijvende vervorming (verbogen spoor - staaf)
4	Gebreken in lassen en oplassingen
41	Elektrische vonklas
	411 Dwarse scheur
	412 Horizontale scheur van het lijf.
42	Aluminothermische las
	421 Dwarse scheur van het profiel
	422 Horizontale scheur van het lijf
43	Elektrische vlambooglas
	431 Dwarse scheur van het profiel
	432 Horizontale scheur van het lijf
44	Oxy-acetylenische las
45	Gasdruklas
46	Inductielas
47	Oplassingen
	471 Dwarse scheur van de kop
	472 Loskomen of afschilfering van de oplassing
48	Diverse lassingingen
	481 Dwarse scheur onder een elektrische stroomverbinding.

EENGEMAAKT KLASSIFIKATIESYSTEEM VAN DE SPOORSTAVEN UIT DE HOOFDSPOREN GETROKKEN WEGENS BREUKEN, SCHEUREN EN BESCHADIGINGEN.

UIC groep:		Spoorstaafprofiel:	Frisproces:	Staalqualiteit:	Tracé:	Aanlegwijze:	Ouderdom van de spoorstaven:	Net
De eengemaakte klassifikatie van de nieuw aangelegde spoorstaven in hoofdsporen, geeft de hiernavolgende verdeling van de uitgetrokken staven.		1. gebreken te wijten aan de fabricatie 2. gebreken te wijten aan het gebruik 3. gebreken te wijten aan de fabricatie of het gebruik 4. las- of opslingsgebreken		Volgens de nummering van de catalogus van de beschadigingen en breuken in rails omschreven in UIC fiche 712-R		volgens UIC groep volgens spoorstaafprofiel volgens frisproces volgens staalqualiteit		Jaar
① Fouten te wijten aan de fabricatie		② Fouten te wijten aan het gebruik		③ Fouten te wijten hetzij aan de fabricatie of het gebruik.				
Code-nummer	Bepaling van de fouten	Code-nummer	Bepaling van de fouten	Code-nummer	Bepaling van de fouten	Klassifikatie volgens UIC catalogus		
111	Dwarsscheur met zilvervlakbreuk.	122	Afschilfering van het rolvlak.	100	Dwarsbreuk zonder zichtbare oorzaak.	Breuken	TOTAAL	
112	Horizontale scheur.	123	Verslagen kop.	1321	Horizontale scheur in de overgang tussen kop en lijf.			
113	Vertikale longitudinale scheur.	125	Inbrandingen.	1322	Horizontale scheur in de overgang tussen lijf en voet.			
121	Oppervlaktegebreken.	134	Corrosie van het lijf					
124	Plaatselijke indrukking.	135	Stervormige scheur bij de lasboutgaten.					
133	Vertikale scheur in langsricting (sluikholte).	154	Abnormale corrosie.	200	Dwarsbreuk zonder zichtbare oorzaak.	Breuken	TOTAAL	
139	Walsdubbelingen.			2222	Afraeien van het zijvlak (shelling).			
153	Vertikale longitudinale scheur.			223	Verslagen kop met of zonder overbraming.			
TOTAAL		TOTAAL		TOTAAL		TOTAAL		
211	Gaieidelijke dwarsscheur met zilvervlakbreuk.	2201	Golvende sleet met korte golven.	Breuken	TOTAAL		TOTAAL	
212	Horizontale scheur.	2202	Golvende sleet met lange golven.					
213	Vertikale scheur in langsricting.	2203	Abnormale zijdelinge sleet.					
221	Oppervlaktegebreken	2204	Abnormale vertikale sleet.					
2221	Afschilfering van het rolvlak.	2251	Enkelvoudige inbrandingen.					
224	Plaatselijke indrukking van het rolvlak.	2252	Meervoudige inbrandingen.					
2321	Horizontale scheur in de overgang tussen kop en lijf.	234	Corrosie van het lijf.					
2322	Horizontale scheur in de overgang tussen lijf en voet.	235	Scheur over gaten (geen lasboutgaten).					
233	Vertikale scheur in de langsricting (sluikholte).	254	Corrosie van de voet.					
236	Diagonale scheur die niet door een gat gaat.	301	Vershillende beschadigingen.					
239	Walsdubbeling.	302	Onverzorgde afwerking.					
253	Vertikale longitudinale scheur	303	Blijvende vervorming (verbogen spoorstaaf).					
TOTAAL		TOTAAL		TOTAAL		TOTAAL		
TOTAAL		TOTAAL		TOTAAL		TOTAAL		
ALGEMEEN TOTAAL: ① + ② + ③ + ④								

Figuur 9.2

9.6. De meldingsfiche van een gebroken, gescheurde of beschadigde spoorstaaf.

Ieder nieuwe spoorstaaf of stuk spoorstaaf, inbegrepen de verbindingsrails van de spoortoestellen of een spoorstaaf in dienst die buiten de normale hernieuwingsperiode uit het spoor moet worden verwijderd wegens breuk, scheur of beschadiging, zal het voorwerp maken van een meldingsfiche.

9.7. Het statistisch ééngemaakt schema.

De inlichtingen die men uit de meldingsfiches haalt worden samengevat volgens een ééngemaakt statistisch schema waarin een onderscheid wordt gemaakt tussen de gebreken in de spoorstaven zelf, de las- en oplassingsgebreken. Deze statistiek laat bovendien een klassificatie toe die gesteund is op de oorzaken van de gebreken. De verdeling ervan gebeurt dan als volgt:

- Gebreken in spoorstaven te wijten aan de fabricatie

	111	112	113		121			124			133				139	153				
	211	212	213		221	2221		224		232	233			236	239	253				

- Gebreken in spoorstaven te wijten aan het gebruik

						122	123		125			134	135				154			
				220					225			234	235				254	301	302	303

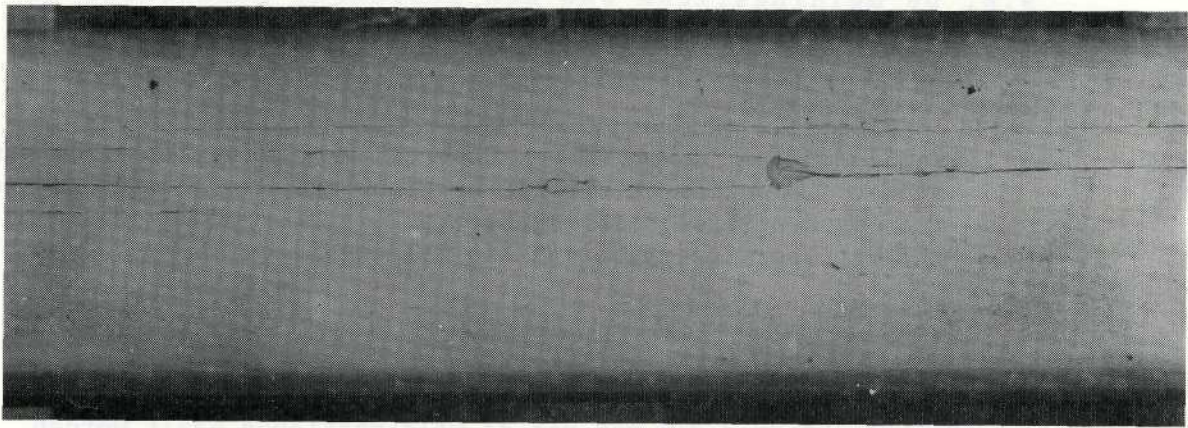
-Gebreken in spoorstaven die naargelang het geval te wijten zijn aan de fabricatie of het gebruik

100										132										
200						2222	223													

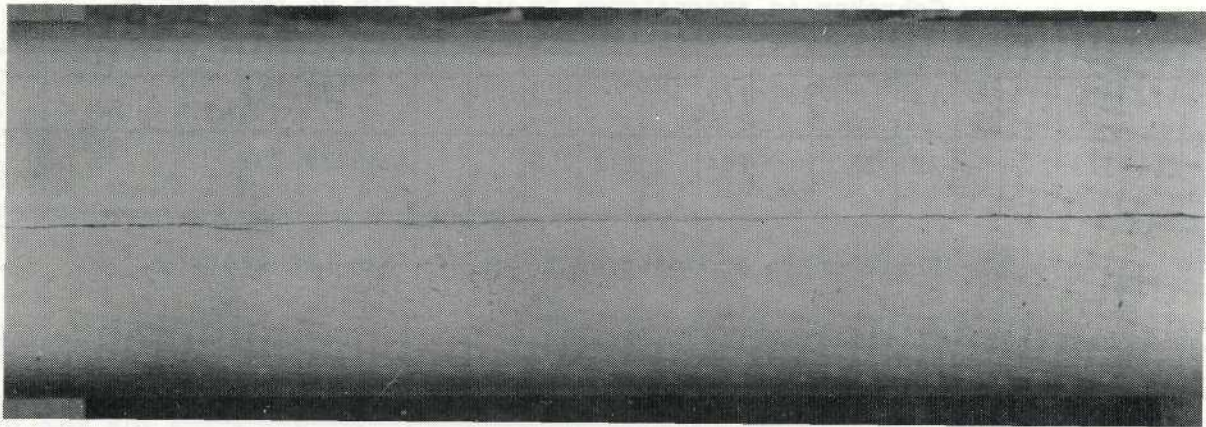
- Gebreken in lassen, in braseringen en oplassingen

411	412	421	422	431	432	44	45	471	472	481
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	-----	-----

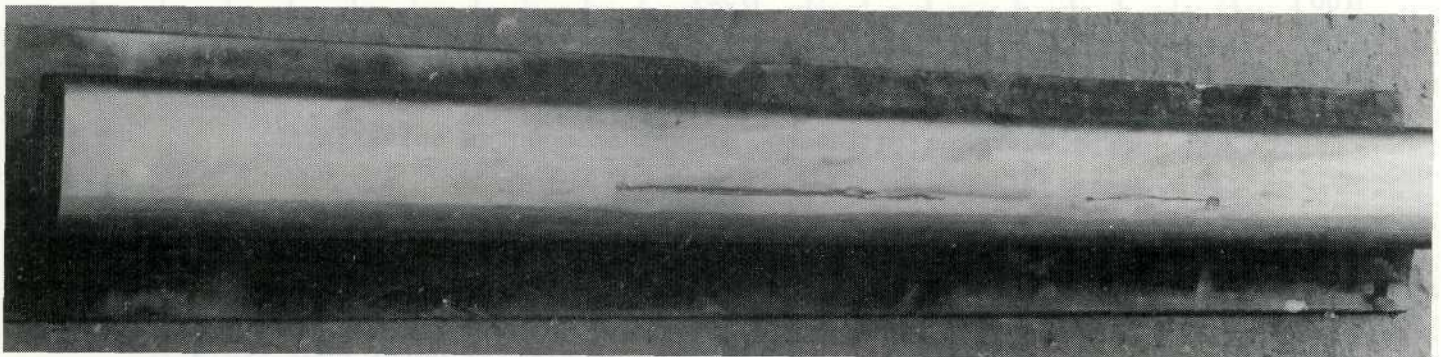
Het model van de ééngemaakte statistiek wordt door fig.9.2. voorgesteld.



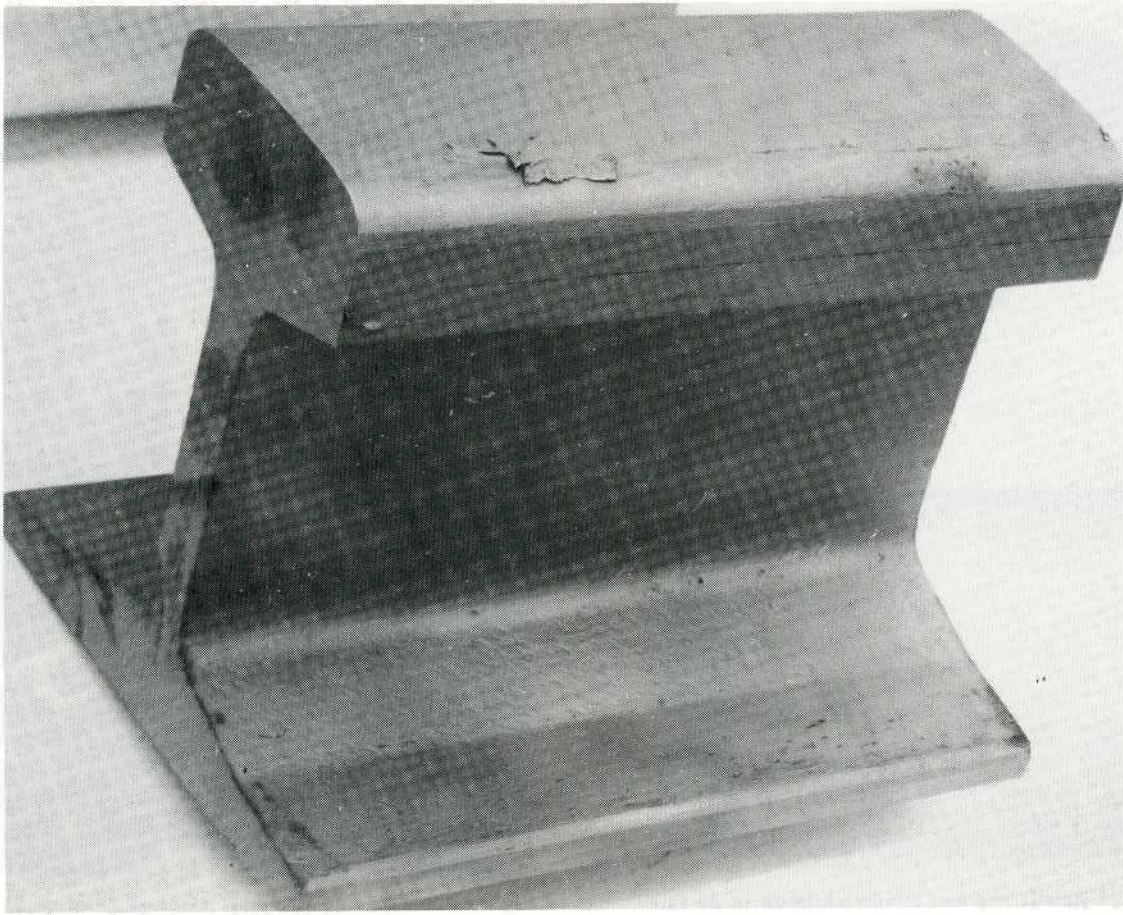
Figuur 9.3 Scheur in het loopvlak.



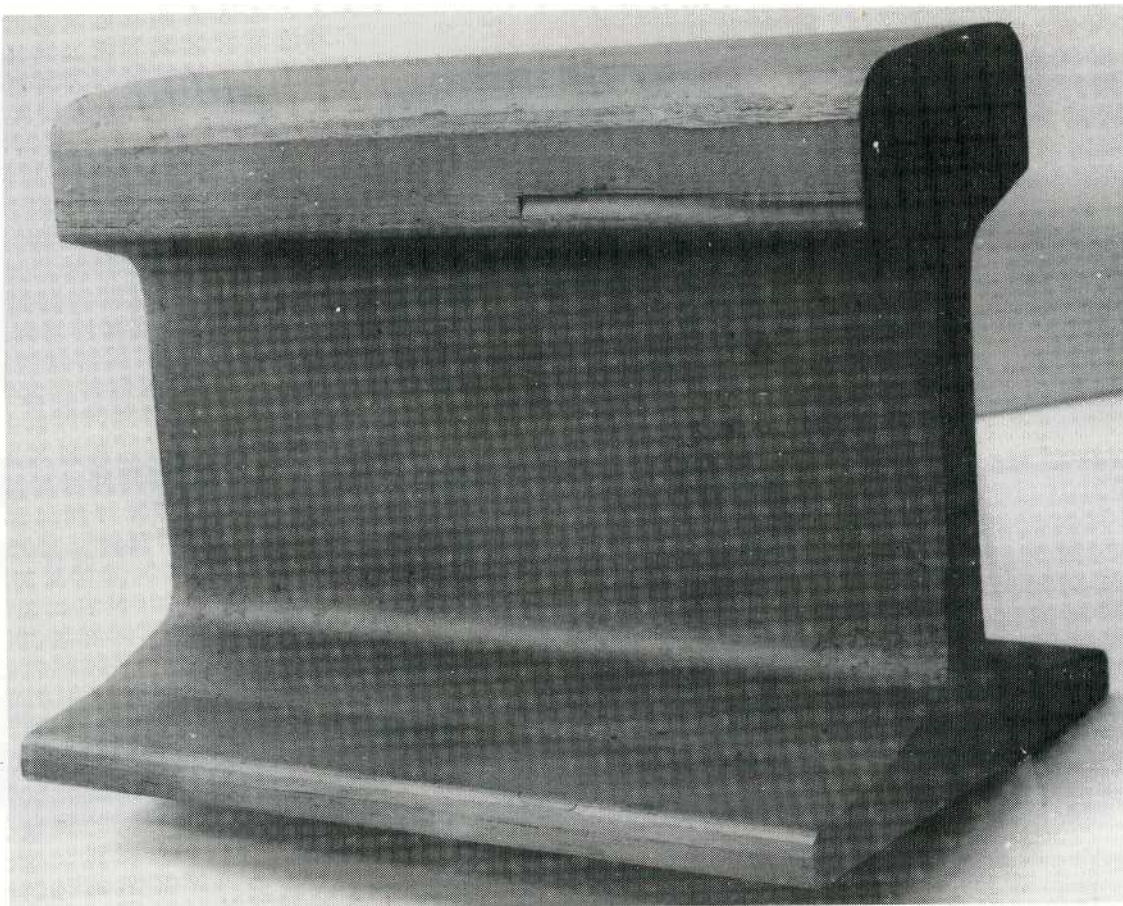
Figuur 9.4 Barst op het rolvlak.



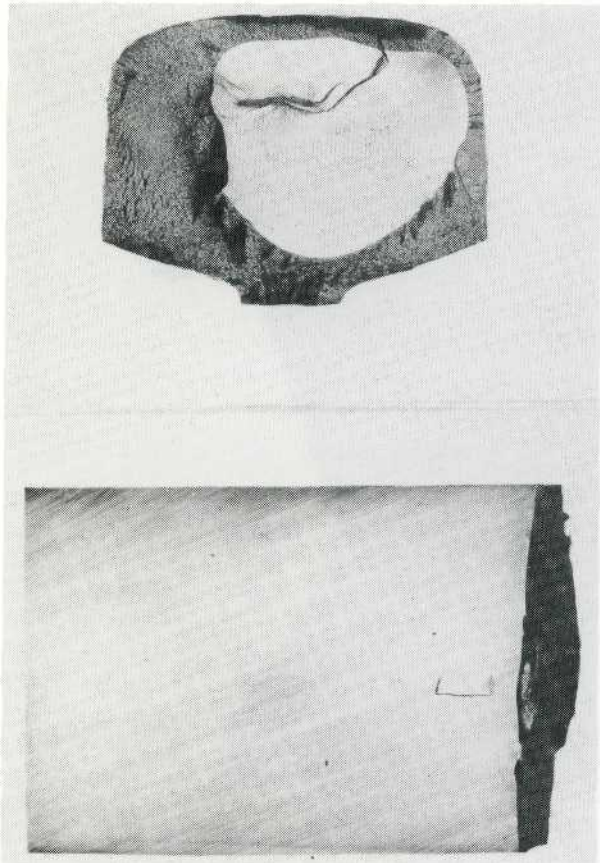
Figuur 9.5 Walsnaald in het rolvlak.



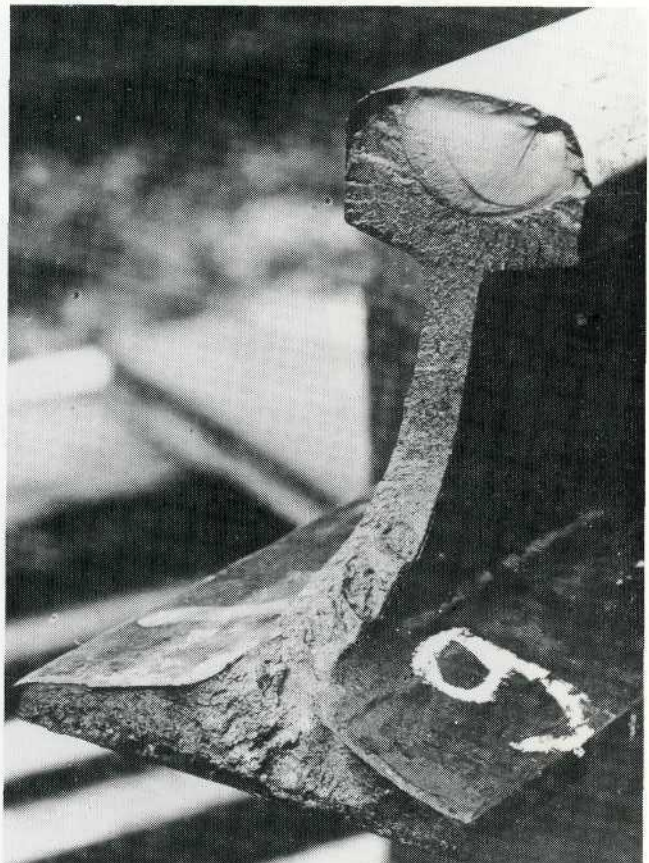
Figuur 9.6 Walssplinter op het loopvlak.



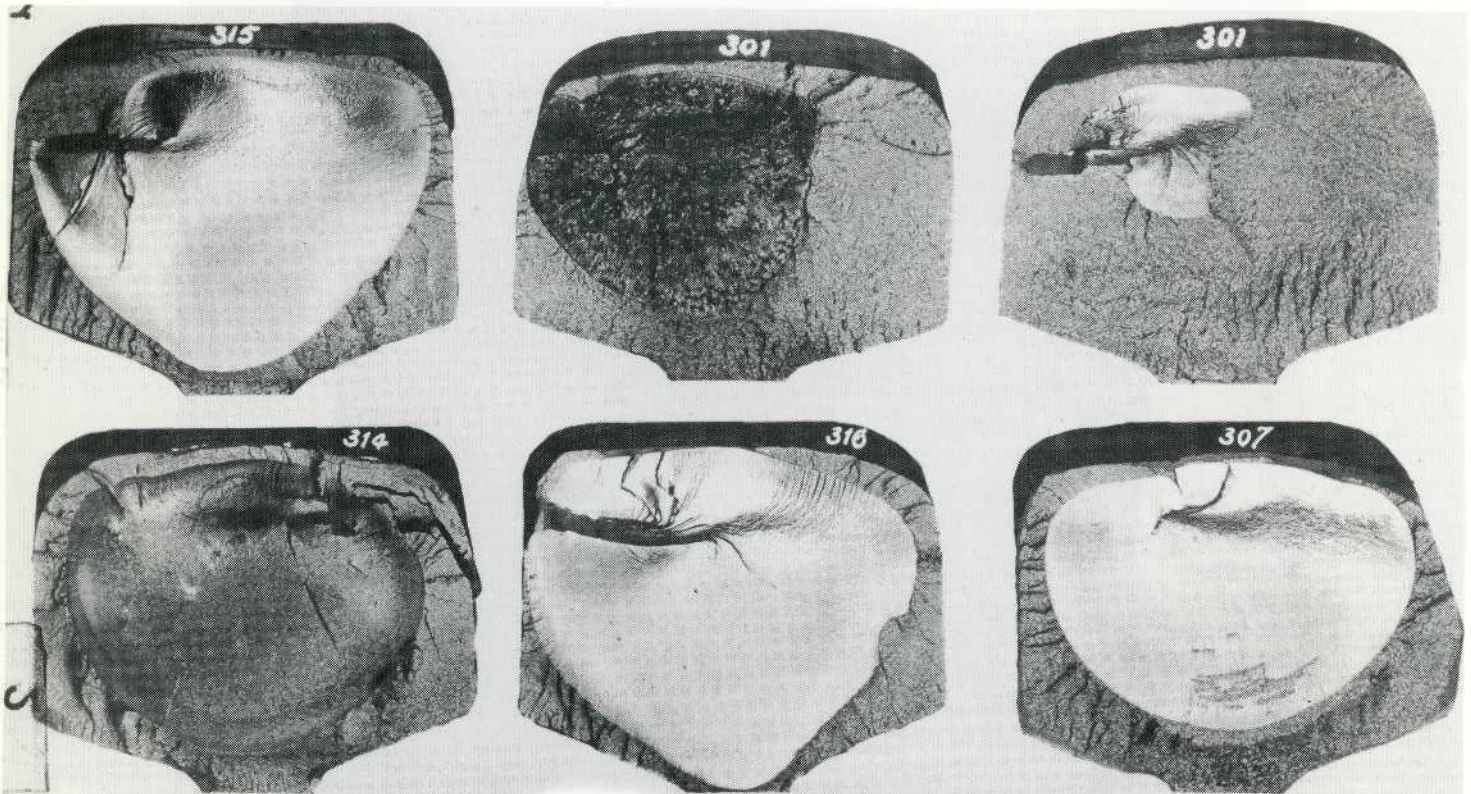
Figuur 9.7 Walsdubbeling op het zijvlak van de railkop.



Figuur 9.8 Uitzicht van een zilvervlakbreuk in de railkop en zicht van het loopvlak.



Figuur 9.9 Zilvervlakbreuk die aanleiding gegeven heeft tot een brossen breuk.



Figuur 9.10 Verschillende gedaanten van zilvervlakbreuken. Het oppervlak van de barst vertoont een glimmend uitzicht zolang de barst niet aan het buitenvlak uitmondt. Vanaf dit ogenblik oxyderen zich de barstvlakken en worden bruin-zwart.

9.8. De gebreken toegeschreven aan de fabricatie.

Sommige gebreken die in de lange lijst van vorig hoofdstuk opgesomd zijn, zijn te wijten aan de fabricatie.

Deze spoorstaven moeten opgespoord en verwijderd worden bij de eindkeuring op de werf van het walsbedrijf. Beter nog zou zijn ze af te keuren ter gelegenheid van de nazichten van de kwaliteitscontroledienst van het walswerk en ondermeer bij het continu ultrasonoor onderzoek.

Sommige gebreken zijn toe te schrijven aan gietfouten, n.a. :

- scheuren (fig. 9.3.)
- barsten (fig. 9.4.)
- walsnaalden (fig. 9.5.).

Andere gebreken kunnen worden toegeschreven aan het walsen, onder andere :

- walssplinters (fig. 9.6.)
 - walsdubbelingen (fig. 9.7.)
- enz...

De opgenoemde gebreken zijn soms moeilijk te ontwaren op de werf van het walsbedrijf, namelijk wanneer de spoorstaaf pas gewalst werd en steeds overdekt met een dunne laag ijzeroxyde die de kleine onvolmaaktheden verbergt.

De inwendige gebreken daarentegen zijn volledig onzichtbaar bij het visueel onderzoek. Daarom heeft de UIC fiche een ultrasonoor onderzoek aan de leverancier opgelegd voor alle te leveren spoorstaven.

Inderdaad het is zo dat de aanzet van een vermoeiingsscheur, dat na enkele jaren dienst aanleiding kan geven tot een breuk in de spoorstaaf (fig. 9.8.), reeds aanwezig is als de staaf uit het walswerk komt.

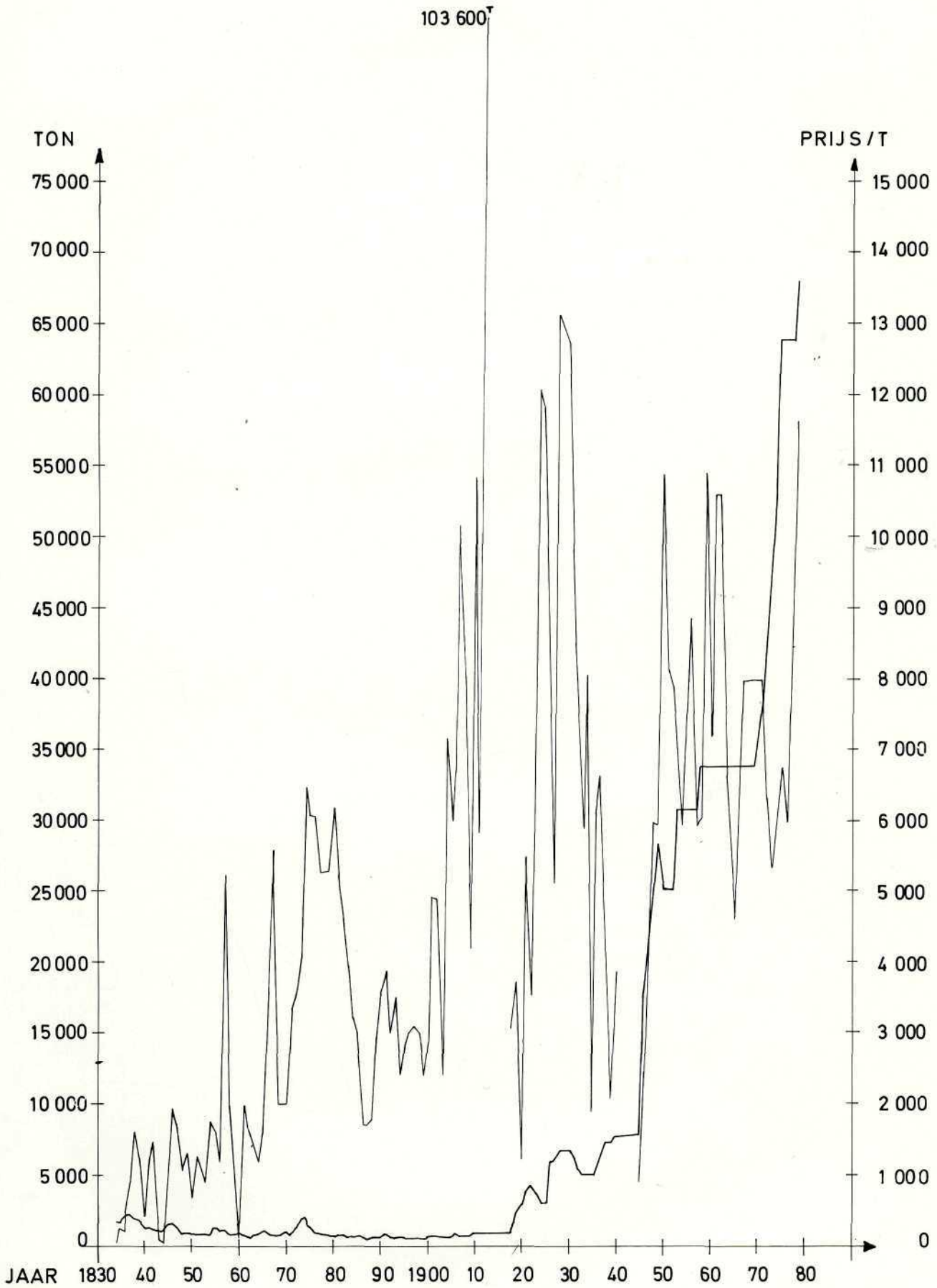
Dat is het geval met de grote silicaatinsluitels of met waterstofvlokken (fig. 9.9. en 9.10.) die bij de afkoeling van het metaal ontstaan wanneer het gehalte aan waterstof een bepaalde drempelwaarde overtreft (4cc/100g metaal).

Dank zij de ultrasonore toestellen met automatische registratie, is de opsporing van inwendige gebreken zeer efficiënt geworden, zodat men de schadelijke fouten in de spoorstaven kan vaststellen, alvorens zij in de opslagplaats van de fabriek terechtkomen.

Men heeft alle reden om aan te nemen dat dank zij het inwendig nazicht van de gaafheid van het metaal, men niet meer de betreurenswaardige ervaringen zal meemaken zoals in het verleden, toen meerdere tienduizenden tonnen spoorstaven in de sporen waren geplaatst, die met inwendige gebreken waren behept, zonder dat de gebruiker of de leverancier zich van de omvang van het kwaad bewust waren.



10. HET AANKOPEN VAN SPOORSTAVEN.



10. HET AANKOPEN VAN SPOORSTAVEN.

10.1. De eerste leveringen van spoorstaven en hun bijbehoren aan de Belgische Staat.

De eerste 200 t golfspoorstaven werden door de Belgische Staat aangekocht bij de firma GORDONS in Engeland, voornamelijk als model en vergelijkingsmateriaal.

Sindsdien werden alle spoorstaven door Belgische of Luxemburgse ondernemingen geleverd.

Tot in 1838 werden alle spoorstaven door onderhandse aankopen aangekocht.

De eerste openbare aanbesteding vond plaats op 18 juli 1834.

De voordeligste intekenaars waren COCKERILL en de firma DUPONT van Fayt.

Uiteindelijk werd een onderhandse aankoop met de firma Cockerill gesloten.

Vanaf 1838 wordt de mededinging groter en neemt het aantal ondernemingen die spoorstaven leveren systematisch toe. Aan de aanbestedingen nemen volgende firma's deel : COCKERILL, COUILLET, OUGREE, M. de DORLODOT van Acoz, MONCEAU, de ijzerfabriek van Houyoux en M. DUPONT van Fayt.

Tot in 1838 werden de toebehoren zoals draagstoelen, spieën en pinnen samen met de spoorstaven geleverd. Na voornoemde datum werden zij afzonderlijk besteld bij de volgende ondernemingen :

MARCELLIS te Luik, LEONS - DETIENNE te Coron-Meuse (Luik), DESTOMBES te Bergen, de maatschappij van CHATELINEAU, de ijzerfabriek van HOUYOUX.

Hierna volgt de toestand van de spoorstaafleveringen en toebehoren : - vóór 01.10.1838 - afgesloten vanaf 1.10.1839 - de nieuwe aankopen (1).

Waar een ton spoorstaven in 1834 te Mechelen geleverd 360F kostte, ging die prijs achtereenvolgens stijgen tot 375 F en 445 F om ten slotte in 1839 340 F te bedragen (2).

-
- (1) Rapport van de Minister van Openbare Werken in verband met de spoorwegen van 2 februari 1841 - Deel 3.
Bijlage XIII - Staat van de leveringen van spoorstaven en toebehoren.
 - (2) De Belgische frank van 1834 kan worden gelijkgesteld met 100 F in onze huidige munt.

LEVERINGSSTAAT VAN

A. — Aankopen beëindigd

Volgnummer	Aanduiding van de aankopen											Afgeleverde			
	Direktie van bestemming	Goedkeuringsdatum	Smederijen	Lastenkohier		Aard van de aankoop						Geleverd gewicht			
				datum van het lastenkohier	aard van de spoorstaven		spoorstaven		stoelen		wigen en pennen		spoorstaven	stoelen	wigen en pennen
					gewicht voor 5 overspanningen	lengte voor 5 overspanningen	hoeveelheden	aankooprijks	hoeveelheden	aankooprijks	hoeveelheden	aankooprijks			
kilog.	mèt.	tonn.	fr.	tonn.	fr.	tonn.	fr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.					
1	S. et DR	1834. 13 mai.	Gordons et C ^e ... (De Cardiff.)		91	4.57	200	11 14					203,000		
2	Id.	22 juill.	Cockerill..... (De Sersing.)	25 juin 1834, (1 ^e lot.)	90	4.57	2,000	360 00	725	255 00	100	550 00	1,989,229	756,211	104,503
3	Id.	id.	Dupont..... (Du Fayt.)	Id. 2 ^e lot.	80	4.57	2,000	360 00	725	255 00	110	550 00	1,697,552	688,267	88,309
5	Id.	1836. 4 juill.	Cockerill.....	12 mars 1835, modifié.	99	4.57	2,000	440 00	P.m.	315 00		720 00	2,078,102	886,677	112,504
6	Id.	26 oct.	Dupont.....	25 juin 1834.				455 00	150	325 00		730 00		155,304	50,293
7	DR.	1837. 13 janv.	Henrard..... (De Couillet.)	16 août 1836.	99	4.57	1,000	440 00	P.m.	350 00		720 00	1,000,552	389,531	46,344
8	S.	20 janv.	Lamarche..... (D'Ougrée.)	Id.	99	4.57	1,000	455 00		365 00		740 00	999,553	411,857	50,712
9	DR.	27 fév.	Cockerill.....	Id.	99	4.57	1,000	440 00	P.m.	354 50		724 50	1,007,379	527,896	54,633
10	Id.	25 juill.	Henrard.....	Id.	99	4.57	500	457 50		367 50		737 50	500,162	189,806	18,723
11	Id.	5 oct.	De Dorlodot... (D'Acou.)	Id.	99	4.57	500	455 00	P.m.	365 00		740 00	499,835	195,461	22,195
12	S.	6 nov.	Cockerill.....	Id.	99	4.57	200	420 00		330 00		730 00	200,395	90,836	6,803
13	Id.	Id.	Lamarche....	Id.	99	4.57	200	424 50	80	334 50	9	734 50	200,475	88,218	10,560
14	Id.	Id.	De Dorlodot...	Id.	99	4.57	200	420 00	P.m.	330 00		730 00	200,341	79,089	3,722
15	Id.	Id.	Henrard.....	Id.	99	4.57	200	420 00	P.m.	330 00		730 00	514,005	200,270	22,298
16	DR.	20 déc.	De Dorlodot....	Id.	99	4.57	200	418 00		320 00		700 00	200,026	78,259	8,833
17	Id.	1838. 26 mars.	Lamarche.....	Id.	99	4.57	500	422 00	P.m.	324 00		704 00	505,857	200,280	24,332
18	Id.	id.	Henrard.....	Id.	99	4.57	500	418 00		320 00		700 00	499,995	190,521	22,440
19	Id.	id.	De Dorlodot...	Id.	99	4.57	500	426 00	P.m.	328 00		708 00	500,144	194,956	22,336
21	Id.	9 mai.	Marcellis..... (De Liège.)	Id.				418 00		320 00		700 00			
22	Id.	30 juin.	De Dorlodot....	Id.	99	4.57	200	422 00	P.m.	324 00		704 00	201,394	78,629	8,823
23	Id.	id.	Henrard.....	Id.	99	4.57	200	400 00		310 00		690 00	199,892	80,350	9,243
24	Id.	4 juill.	Lamarche.....	Id.	99	4.57	200	410 00	P.m.	310 00		700 00	201,430	95,405	9,657
				Ensemble....			13,600						13,399,318	5,596,448	702,291

SPoorSTAVEN EN TOEBEHOREN

op 1.10.1839.

hoeveelheden en bedragen				Gebruik							
Totaal bedrag			Datum van de laatste betalingsstaat	Baanvakken in exploitatie			Baanvakken in aanbouw				
van de gedane leveringen	van de betalingen tot 30.9.1839	nog te betalen op 30 september 1839		geleverde hoeveelheden spoorstaven	totale waarde met toebehoren	aantal km enkel spoor	baanvakken	geleverde hoeveelheden spoorstaven	totale waarde met toebehoren	aantal km enkel spoor	baanvakken
fr.	fr.	fr.		tonn.	fr.	kil ^m .		tonn.	fr.	kil ^m .	
60,792 00	60,792 00	•	26 déc. 1834. S. et DR.	203	60,792	5	Bruxelles et Anvers.	•	•	•	•
966,432 90	966,432 90	•	23 juillet 1836. S. et DR.	1,989	966,433	50	Diverses actuelles en exploitation.	•	•	•	•
837,621 76	837,621 76	•	22 octobre 1836. S. et DR.	1,697	837,622	48	Id.	•	•	•	•
1,284,998 52	1,284,998 52	•	13 juin 1839. S.	2,078	1,284,999	48	Id.	•	•	•	•
87,187 70	87,187 70	•	23 nov. 1836. S. et DR.	•	87,188	•	Id.	•	•	•	•
631,449 22	631,449 22	•	8 juin 1839. N.	1,000	631,449	23	Id.	•	•	•	•
638,183 27	638,183 27	•	8 janv. 1839. S.	882	568,369	20½	Id.	117	69,814	2½	Ans à la frontière.
690,696 39	690,696 39	•	24 avril 1838. DR.	1,007	690,696	23	Id.	•	•	•	•
287,230 56	287,230 56	•	8 mars 1839. N.	500	287,230	11½	Id.	•	•	•	•
295,684 40	295,684 40	•	11 juin 1838. DR.	499	295,684	11½	Id.	•	•	•	•
120,452 80	120,452 80	•	5 juillet 1838. S.	•	•	•	•	200	120,453	4½	Ans à la frontière.
121,037 06	121,037 06	•	8 janv. 1839. S.	•	•	•	•	200	121,037	4½	Id.
116,609 65	116,609 65	•	10 juill. 1839. S.	200	116,609	4½	Bruxelles à Malines.	•	•	•	•
298,248 74	298,248 74	•	21 mars 1839. S.	514	298,249	10	Id.	•	•	•	•
122,026 84	122,026 84	•	16 janv. 1839. N.	200	122,027	4½	Sections en exploitat.	•	•	•	•
297,445 27	297,445 27	•	4 mars 1839. N.	505	397,445	11½	Id.	•	•	•	•
286,234 57	286,234 57	•	19 janv. 1839. N.	500	286,235	11½	Id.	•	•	•	•
289,073 99	289,073 99	•	16 janv. 1839. N.	500	289,074	11½	Id.	•	•	•	•
5,773 75	5,773 75	•	31 oct. 1838. N.	•	5,774	•	Id.	•	•	•	•
113,122 63	113,122 63	•	14 fév. 1839. N.	201	113,123	4½	Id.	•	•	•	•
113,334 32	113,334 32	•	8 mars 1839. N.	200	113,334	4½	Id.	•	•	•	•
118,921 75	118,921 75	•	16 avril 1839. N.	201	118,922	4½	Id.	•	•	•	•
7,782,558 09	7,782,558 09	•	.....	12876	7,471,254 09	307½	.....	517	311,304	11½	.....

Vervolg van de LEVERINGSSTAAT VAN

B. — Aankopen beëindigd sedert 1.10.1839 of waarvan de toelevering aan gang is.

Volgnummer	Aanduiding van de aankopen											Afgeleverde			
	Directie van bestemming	Goedkeuringsdatum	Smederijen	datum van het lastenkohier	Lastenkohier		Aard van de aankoop						Geleverd gewicht		
					aard van de spoorstaven	gewicht voor 5 overspanningen	spoorstaven		stoelen		wigen en pennen		spoorstaven	stoelen	wigen en pennen
							hoeveelheden	aankoopprijs	hoeveelheden	aankoopprijs	hoeveelheden	aankoopprijs				hoeveelheden	aankoopprijs
				kilog.	mèt.	tonn.	fr.	tonn.	fr.	tonn.	fr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	
4	S. et DR	1835. 24 juin.	Cockerill	12 mars 1835, modifié.	99	4.57	4,000	{ 370 00 à 380 00 413 00	P.m.	{ 255 00 à 265 00 291 00	P.m.	{ 595 00 à 605 00 692 00	3,998,424	1,727,023	171,610
20	V.	1838. 2 mai.	Cockerill	16 août 1836.	99	4.57	480	{ 416 00 à 416 00	P.m.	{ 302 00 à 302 00	P.m.	{ 705 00 à 705 00	480,051	193,749	21,779
25	N.	12 sept.	Henrard	14 août 1838.	125	5.00	490	340 00	180	250 00	18	600 00	489,509	205,178	20,027
26	Id.	id.	De Dorlodot....	Id.	125	5.00	360	340 00	132½	250 00	13	600 00	356,822	150,789	14,671
27	M.	18 déc.	La Marche.....	16 août 1838.	99	4.57	600	{ 365 00 à 380 00	P.m.	{ 250 00 à 265 00	P.m.	{ 390 00 à 605 00	617,052	260,675	32,270
28	S.	19 déc.	La Marche.....	Id.	99	4.57	600	370 00	P.m.	250 00	P.m.	650 00	604,099	254,236	29,557
29	DM.	20 déc.	Goffart	19 déc. 1838.	112½	4.50	1,035	340 00	427	250 00	48	600 00	1,035,000	427,000	48,000
			(De Monceaux.)				177½	57	7½			177,752	74,320	7,575	
30	N.	id.	Henrard	14 août 1838.	125	5.00	{ 315 315 243½ 220½	340 00	{ 100½ 100½ 77 91	{ 250 00 250 00 250 00 250 00	{ 13 13 10 9½	{ 600 00 600 00 600 00 600 00	314,839	131,670	13,058
							162	67	6½			160,842	67,261	6,560	
							234	97	9½			231,936	96,949	9,958	
							275					274,972	112,744	12,325	
							325					325,000	129,954	14,204	
32	V. G.	id.	De Dorlodot....	19 déc. 1838.	112½	4.50	400	340 00	P.m.	250 00	P.m.	600 00	400,000	165,000	19,000
33	DM.	1839. 15 janv.	Dupont.....	Id.	112½	4.50	2,000	340 00	800	250 00	85	600 00	1,974,247	799,663	62,519
34	M.	18 janv.	Cockerill	Id.	112½	4.50	356	370 00	143	250 00	17	650 00	360,247	141,361	16,516
35	Id.	22 janv.	Henrard	16 août 1836.	99	4.57	150	370 00	60	250 00	7½	650 00	150,551	58,452	6,974
36	S.	id.	De Dorlodot....	Id.	99	4.57	150	370 00	60	250 00	7½	650 00	150,551	58,452	6,974
37	Id.	13 fév.	Marcellis	Id.					150	250 00				150,042	
38	N.	9 mars.	La Marche.....	24 déc. 1838.	112½	4.50	{ 209½ 303½ 247½	340 00	{ 86½ 125½ 102½	{ 250 00 250 00 250 00	{ 8½ 12½ 10	{ 600 00 600 00 600 00	209,250	86,500	8,300
							101½	42½	4½			306,925	125,243	12,839	
												249,058	102,877	8,276	
39	Id.	6 avril.	De Dorlodot....	14 août 1838.	125	5.00	101½	340 00	42½	250 00	4½	600 00	99,010	42,048	4,100
40	Id.	29 avril.	Marcellis	Id.					14½	250 00				{ 4,700 9,400	
41	V.	id.	Delloye	19 déc. 1838.	112½	4.50	250	340 00	P.m.	250 00	P.m.	600 00	250,026	103,391	12,606
			(De Houyoux.)												
42	G.	27 juin.	Marcellis	Id.					P.m.	250 00				3,522	
43	N.	22 juill.	Marcellis	14 août 1838.	125	5.00			102½	245 00	16½	590 00		104,720	16,758
44	Id.	id.	Michiels	24 déc. 1838.	112½	4.50	247½	340 00					245,173		
			(D'Ougrée.)												
45	Id.	4 août.	Michiels	Id.	112½	4.50	600	340 00		25	600 00		600,014		23,409
46	V.	5 août.	Cockerill	16 août 1836.	99	4.57	67	{ 413 00 à 416 00	30½	{ 291 00 à 302 00	3½	{ 692 00 à 705 00	66,976	30,720	3,500
47	Id.	id.	De Dorlodot....	19 déc. 1838.	109	4.50	50	340 00	20	250 00	2½	600 00	49,892	16,749	2,163
48	Id.	11 août.	Lentz de Tiennes (De Coron-Meuse.)	Id.					171	250 00				171,000	
49	Id.	id.	Delloye	Id.			400	340 00		19	600 00		400,000		19,000
50	Id.	id.	Delloye	Id.					170	250 00				141,595	
51	N.	id.	De Dorlodot....	Id.			650	340 00		27	600 00		650,250		27,209
52	Id.	id.	De Dorlodot....	Id.			150	340 00		6	600 00		151,598		6,238
53	Id.	id.	Destombes..... (D'Hourpes.)	Id.					333	250 00				330,661	
54	Id.	id.	Marcellis	Id.					248	250 00				248,875	
55	DM.	id.	Dupont.....	Id.			600	340 00	248	250 00	28	600 00	600,573	250,108	28,074
56	Id.	id.	Goffart	Id.			663	340 00	P.m.	250 00	P.m.	600 00	662,793	271,465	30,056
57	Id.	id.	Goffart	Id.			200	340 00	P.m.	250 00	P.m.	600 00	662,793	271,465	30,056
58	Id.	id.	Henrard	Id.			831	340 00		39	600 00		434,334		16,576
59	Id.	id.	Gendebien..... (De Châtelineau.)	Id.					343	250 00				342,920	
60	M.	id.	Henrard	16 août 1836.						10	600 00				
61	Id.	3 oct.	Henrard	Id.						4	600 00				
62	Id.	11 oct.	Marcellis	Id.					P.m.	250 00					20,741
Ensemble....							18,309½						17,698,210	7,854,931	779,376

SPOORSTAVEN EN TOEBEHOREN

op 1.10.1839.

hoeveelheden en bedragen				Gebruik							
Totaal bedrag			Datum van de laatste betalingsstaat	Baanvakken in exploitatie				Baanvakken in aanbouw			
van de gedane leveringen	van de betalingen tot 30.9.1839	nog te betalen op 30 september 1839		geleverde hoeveelheden spoorstaven	totale waarde met toebehoren	aantal km enkel spoor	baanvakken	geleverde hoeveelheden spoorstaven	totale waarde met toebehoren	aantal km enkel spoor	baanvakken
fr.	fr.	fr.		tonn.	fr.	km.		tonn.	fr.	km.	
2,022,135 09	1,979,902 27	42,232 82	29 déc. 1840. S.	2,323	1,185,100 00	53	Diverses en exploit ^a .	1,675	837,035 09	38	Ans à la frontière.
268,639 99	268,639 99	.	25 juin 1840. V.	480	268,639 99	11	Landen à St-Trond.	.	.	.	.
229,743 76	229,743 76	.	22 mars 1840. N.	489	229,743 76	9½	Gand à Deynze-Peteghem.	.	.	.	.
167,819 33	167,819 33	.	22 id. N.	356	167,819 33	7	Gand à Deynze-Peteghem.	.	.	.	.
314,883 50	314,883 50	.	11 janv. 1840. M.	617	314,883 50	14½	Redoublem ^t de voie.	.	.	.	.
306,287 68	306,287 68	.	25 mars 1840. S.	.	.	.	.	604	306,287 68	13½	Ans à la frontière.
487,450 07	487,450 07	.	22 janv. 1840. G.	1,035	487,450 07	.	Forest à Tubise.	.	.	.	.
83,560 68	83,560 68	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
147,797 56	147,797 56	.	22 mars 1840. N.	1,048	492,166 00	21	Peteghem à Courtray.	.	.	.	.
147,897 32	147,897 32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
112,910 44	112,910 44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
101,684 89	101,684 89	.	22 mars 1840. N.	608	286,192 71	12	Peteghem à Courtray.	.	.	.	.
75,437 53	75,437 53	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
109,070 29	109,070 29	.	21 déc. 1840. V.	275	129,071 58	5½	Bruxelles à Forest.	.	.	.	.
129,071 58	129,071 58	18,938 87	20 mars 1840. G.	.	.	.	.	325	151,510 90	6½	Tubise à Soignies.
151,510 90	132,572 03	.	10 juill. 1840. G.	.	.	.	.	400	188,650 00	8	Tubise à Mons.
188,650 00	188,650 00	.	25 juin 1840. M.	1,974	915,637 13	39½	Redoublement.	.	.	.	.
915,637 13	915,637 13	.	13 juin 1840. M.	360	179,367 04	8	Redoublement	.	.	.	.
179,367 04	179,367 04	.	10 déc. 1839. S.	.	.	.	.	150	74,849 97	3½	Liège à Chaufontaine.
74,849 97	74,849 97	.	15 sept. 1840. S.	.	.	.	.	.	37,510 50	.	Liège à la frontière.
37,510 50	37,510 50	.	4 janv. 1840. N.	.	.	.	.	.	.	.	.
97,750 00	85,531 25	12,218 75	6 avril 1840. N.	.	.	.	.	765	356,482 62	15½	Courtray à la frontière.
143,368 65	125,447 57	17,921 08	6 avril 1840. N.	.	.	.	.	.	.	.	.
115,363 97	100,943 47	14,420 50	22 mars 1840. N.	99	46,635 40	2	Gand à Deynze.	.	.	.	.
46,635 40	46,635 40	.	22 mars 1840. N.	.	3,525 00	.	Gand à Peteghem, Peteghem à Courtray.	.	.	.	.
1,175 00	1,175 00	.	7 nov. 1840. DH.	.	.	.	.	250	118,420 19	5	Namur à Mornimont.
2,350 00	2,350 00	7,401 26	27 déc. 1840. G.	.	880 50	.	Forest à Tubize.	.	.	.	.
118,420 19	111,018 93	.	16 janv. 1840. N.	.	.	.	.	.	35,543 62	.	Courtray à la frontière.
880 50	880 50	4,442 95	13 oct. 1839. N.	.	.	.	.	245	83,358 82	5	Courtray à la frontière.
35,543 62	31,100 67	10,418 82	24 oct. 1840. D ^l.	.	.	.	.	600	218,050 16	12	Mouscron à Tournay.
83,358 82	72,940 00	.	25 juin 1840. V.	66	39,560 98	1½	Landen à St-Trond.	.	.	.	.
218,050 16	190,793 89	27,256 27	21 déc. 1840. V.	50	22,448 48	1	Bruxelles à Forest.	.	.	.	.
39,560 98	39,560 98	.	24 juil. 1840. DH.	.	.	.	.	42,750 00	.	.	Namur à Mornimont.
22,448 48	22,448 48	5,343 75	24 oct. 1840. DH.	.	.	.	.	400	147,400 00	8½	Namur à Mornimont.
42,750 00	37,406 25	15,520 36	19 nov. 1840. DH.	.	.	.	.	.	35,398 75	.	Namur à Mornimont.
147,400 00	131,879 64	4,424 84	24 mars 1840. N.	650	237,410 40	13½	Peteghem à Courtray.	151	55,286 12	3	Mouscron à Tournay.
35,398 75	30,973 91	29,676 30	24 juill. 1840. D ^l .	.	67,192 75	.	Deynze - Peteghem à Courtray.	.	15,472 50	.	Mouscron à Tournay.
237,410 40	207,734 10	6,910 77	10 déc. 1840. D ^l.	.	.	.	.	600	283,566 37	12½	Mouscron à Tournay.
55,286 12	48,375 35	6,910 77	19 nov. 1840. G.	.	.	.	.	662	311,249 47	13½	Soignies à Mons.
82,665 25	72,332 10	10,333 15	30 juill. 1840. G.	.	.	.	.	434	157,619 16	9	Braine-le-C ^l à Feluy.
62,218 75	54,441 41	7,777 34	14 avril 1840. G.	.	.	.	.	.	85,730 00	.	Idem.
283,566 37	248,120 59	35,445 78	.	.	.	.	.	.	.	.	.
311,249 47	272,343 29	38,906 18	.	.	.	.	.	.	.	.	.
157,619 16	137,916 76	19,702 40	.	.	.	.	.	.	.	.	.
85,730 00	75,013 75	10,716 25	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	Entretien.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	id.	.	.	.	.
5,185 25	5,185 25	.	4 mai 1840. M.	.	5,185 25	.	Au dépôt d'Ans.	.	.	.	.
8,683,300 54	8,343,292 10	340,008 44	.....	10,430	5,078,909 87	219½	.....	7,261	3,604,390 67	153½	.....

C. -- Nieuwe aankopen gesloten sedert 1.10.1839.

Aanduiding van de aankopen													Afgeleverde		
Volgnummer	Direktie van bestemming	Goed-keurings-datum	Smederijen	Lastenkohier		Aard van de aankoop						Geleverd gewicht			
				datum van het lasten-kohier	aard van de spoor-staven		spoorstaven		stoelen		wigg en pennen		spoor-staven	stoelen	wigg en pennen
					gewicht voor 5 overspanningen	lengte voor 5 overspanningen	hoeveelheden	aankoopprijs	hoeveelheden	aankoopprijs	hoeveelheden	aankoopprijs			
				kilog.	mèt.	toon.	fr.	toon.	fr.	toon.	fr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	
63	M.	1839. 9 dec.	Henrard.....	19 déc. 1838.	109	4.50	200	340 00	97	250 00	10	600 00	200,144	96,888	10,127
64	N.	14 déc.	Marcellis.....	24 déc. 1838.	112½	4.50	.	.	164	250 00	11	600 00	.	163,384	10,093
65	V.	1840 3 janv.	Cockerill.....	.	.	.	.	.	1470	304 50	230	706 00	.	1,470	230
66	M.	6 fév.	Henrard.....	.	.	.	.	.	285	900 00	541	1,200 00	.	285	541
67	M.	11 fév.	Id.	19 déc. 1838.	109	4.50	200	340 00	97	250 00	10	600 00	202,720	71,007	6,341
		5 mars.	Id.	16 fév. 1840.	112½	4.50	395	274 90	126½	189 90	10½	549 90	271,047	.	.
		id.	Id.	.	.	.	550	274 90	227½	189 90	25	549 90	.	.	.
68	....	id.	Id.	.	.	.	550	274 90	227½	189 90	25	549 90	564,239	231,016	24,912
		id.	Id.	.	.	.	170	259 90	70½	174 90	7½	539 90	.	.	.
		id.	Id.	.	.	.	500	259 90	206½	174 90	22½	539 90	.	.	.
69	.	6 mars.	De Dorlodot....	16 fév. 1840.	112½	4.50	800	259 90	331	174 90	36	539 90	.	.	.
70	DH.	10 mars.	Henrard.....	Id.	112½	4.50	500	259 90	206½	174 90	22½	539 90	.	.	.
		21 mars.	Destombes.....	Id.	112½	4.50	.	.	248½	174 90	.	.	.	165,506	.
71	G.	id.	Michiels.....	Id.	.	.	800	259 90	331	174 90	36	539 90	336,006	138,423	15,312
		id.	Desoer.....	Id.	.	.	.	.	248½	174 90	.	.	.	.	.
		id.	Delloye.....	Id.	.	.	600	259 90	.	.	27	539 90	302,108	.	15,139
72	M.	21 août.	Henrard.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,888	.
73	M.	29 oct.	Marcellis.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,989
	M.	7 nov.	Henrard.....	17 septembre.	123½	4.57	891	.	393	.	38	.	.	.	.
74		id.	Delloye.....	.	.	.	648	247 25	286	156 50	28	481 50	.	.	.
		id.	Goffart.....	.	.	.	675	.	298	.	29	.	.	.	.
		id.	De Dorlodot....	.	.	.	767	.	339	.	33	.	.	.	.
		9 déc.	Pastor.....	.	.	.	1,053	244 00	464	154 00	45	480 00	369,676	.	.
		id.	Id.	.	.	.	1,219	239 00	535	149 00	51	475 00	.	.	.
		id.	Id.	.	.	.	486	257 00	204	164 00	13	489 00	.	.	.
75	M.	16 déc.	De Dorlodot....	14 août 1838.	125	5.00	15	274 90	P.m.	174 90	P.m.	539 90	.	.	.
Ensemble						11,019	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2,245,940	877,867	85,684

SAMENVATTING

	toon.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
A. Aankopen beëindigd op 1.10.1839	13,600	13,399,318	5,596,448	702,291
B. Aankopen beëindigd sedert 1.10.1839 of waarvan de toelevering aan gang is	18,309½	17,698,210	7,854,931	779,376
C. Nieuwe aankopen gesloten sedert 1.10.1839	11,019	2,245,940	877,867	85,684
ALGEMEEN TOTAAL	42,928½	33,343,468	14,329,246	1,567,351

hoeveelheden en bedragen			Gebruik									
Totaal bedrag			Datum van de laatste betalingsstaat	Baanvakken in exploitatie				Baanvakken in aanbouw				
van de gedane leveringen	van de betalingen tot 30.9.1839	nog te betalen op 30 september 1839		geleverde hoeveelheden spoorstaven	totale waarde met toebehoren	aantal km enkel spoor	baanvakken	geleverde hoeveelheden spoorstaven	totale waarde met toebehoren	aantal km enkel spoor	baanvakken	
fr.	fr.	fr.	tonn.	fr.	kilom.		tonn.	fr.	kilom.			
98,347 16	98,347 16	.	200	98,347 16	4	Redoublem ^t de voie.	.	.	.	.
46,901 80	41,039 08	5,862 72	.	.	.	.	.	46,901 80	.	Mouscron à Tournay.
1,515 70	1,515 70	.	.	1,515 70	.	Landen à St-Trond.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	Gand à Bruges.	.	.	.	.
90,481 15	90,481 15	.	202	90,481 15	4	Depôt de Wetteren.	.	.	.	.
74,510 82	65,187 50	9,323 32	.	.	.	.	271	74,510 82	5½	Mouscron à Tournay.
212,678 56	121,417 77	91,260 79	.	.	.	.	564	212,678 56	11½	Mons à Quiévrain.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Id.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Namur à Mornimont.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Mornimont à Charleroy
28,947 04	25,328 66	3,618 38	.	.	.	.	.	.	.	Charleroy à Braine-le-Comte.
119,805 09	104,829 45	14,975 64	.	.	.	.	336	23,947 04	.	Mornimont à Charleroy
83,972 45	.	83,972 45	.	.	.	.	.	.	.	Braine-le-Comte à Charleroy.
1,877 73	1,877 73	.	.	1,877 73	.	Station de Hal.	.	.	.	Id.		
1,461 62	1,461 62	.	.	1,461 62	.	Louvain à Tirlemont.	.	.	.	Id.		
.	.	.	.	.	.	P ^r redoublem ^t de voie en dépôt à Louvain.	.	.	.	Charleroy à Braine-le-Comte.
.	.	.	.	.	.	Id.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	Capelle.	.	.	.	.
88,352 56	81,726 12	6,626 44	369	88,352 56	6½	Termonde.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	Redoublem ^t à Landen	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	Id. à Ans.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	Id. à Malines	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	Deynze à Courtray.	.	.	.	.
848,851 68	633,211 94	215,639 74	771	282,035 92	14½		1,473	566,815 76	29½			
fr.	fr.	fr.	tonn.	fr.	kilom.		tonn.	fr.	kilom.			
7,782,558 09	7,782,558 09	.	12876	7,471,254 09	307½		517	311,304 00	11½			
8,683,300 54	8,343,292 10	340,008 44	10430	5,078,909 87	219½		7261	3,604,390 67	153½			
848,851 68	633,211 94	215,639 74	771	282,035 92	14½		1473	566,815 76	29½			
17,314,710 31	16,759,062 13	555,648 18	24077	12,832,199 88	541½		9251	4,482,510 43	194½			

De draagstoelen werden 520 F per ton betaald.

De spieën en pennen kostten 700 F per ton.

De draagstukken in wit hout van 2,70 m lang op 0,52 m breed en 0,16 dikte in den, berk of olm kostten 5,75 F het stuk.

De industriële crisis van de laatste maanden van 1836 zette de Belgische regering ertoe aan om spoorstaven aan te kopen in hoeveelheden die de toendertijdse noden ver overtroffen.

Vanaf 13 mei 1834 tot in oktober 1839 werden 62 aankopen van spoorstaven gesloten, wat een tonnemaat van 51 584 t vertegenwoordigt.

*
* *

Vanaf 1869 ging men als volgt te werk :

- hetzij door omwisseling van oud metaal tegen nieuw materiaal,
- hetzij door afstand van het gebruikt metaal tegen geld.

De hiernavolgende tabel geeft de prijs van de spoorstaven aan gedurende de periode van 1834 tot 1869 en vermeldt bovendien het aantal uitgetrokken rails.

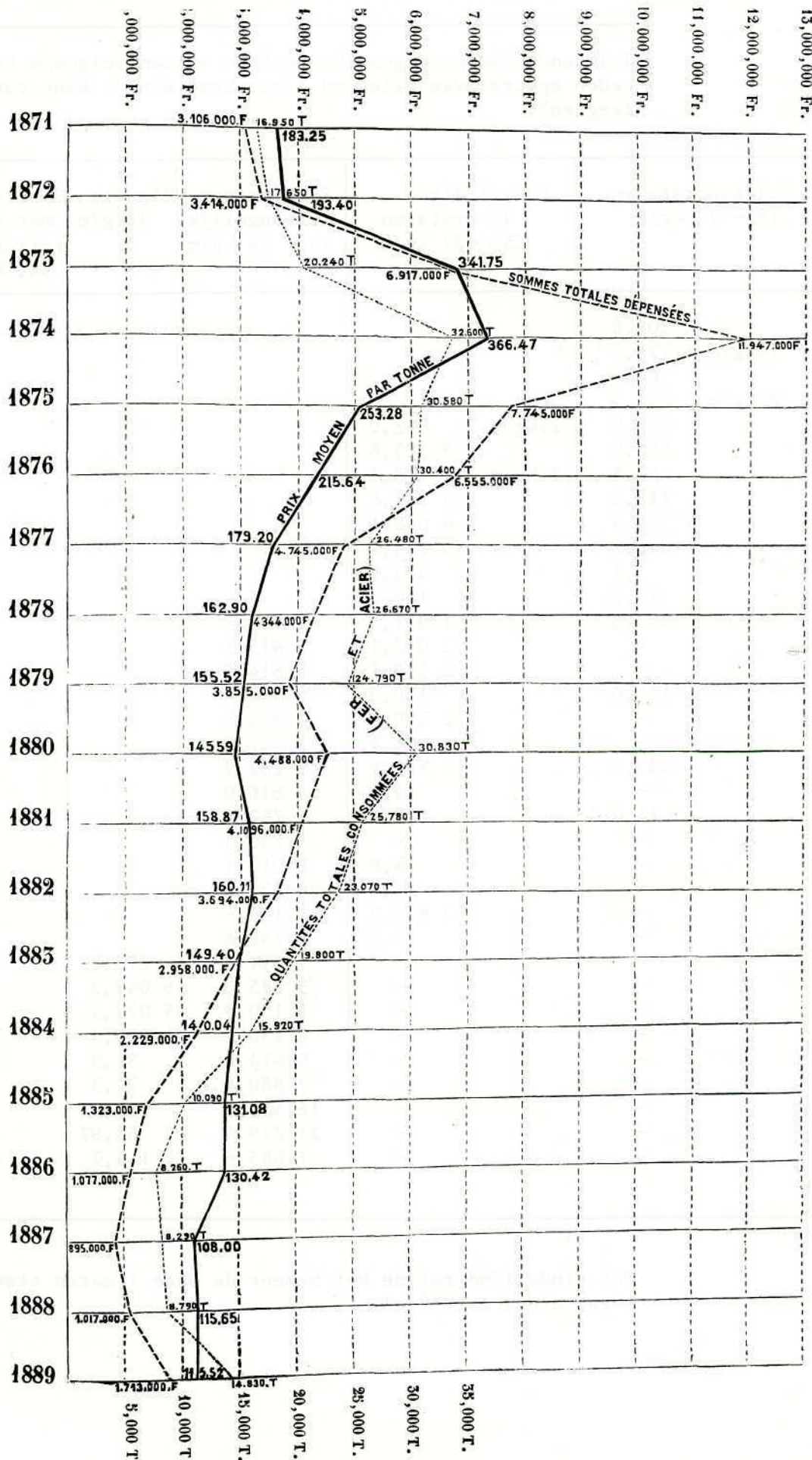
1834-1869				1870-1879				1880-1889				1890-1899				1900-1909			
Jaar	Prijs per stuk	Aantal uitgetrokken rails	Totaal	Jaar	Prijs per stuk	Aantal uitgetrokken rails	Totaal	Jaar	Prijs per stuk	Aantal uitgetrokken rails	Totaal	Jaar	Prijs per stuk	Aantal uitgetrokken rails	Totaal	Jaar	Prijs per stuk	Aantal uitgetrokken rails	Totaal
1834	1870	...	...	...	1880	...	...	...	1890	...	...	...	1900	...	...	...
1835	1871	...	...	...	1881	...	...	...	1891	...	...	...	1901	...	...	...
1836	1872	...	...	...	1882	...	...	...	1892	...	...	...	1902	...	...	...
1837	1873	...	...	...	1883	...	...	...	1893	...	...	...	1903	...	...	...
1838	1874	...	...	...	1884	...	...	...	1894	...	...	...	1904	...	...	...
1839	1875	...	...	...	1885	...	...	...	1895	...	...	...	1905	...	...	...
1840	1876	...	...	...	1886	...	...	...	1896	...	...	...	1906	...	...	...
1841	1877	...	...	...	1887	...	...	...	1897	...	...	...	1907	...	...	...
1842	1878	...	...	...	1888	...	...	...	1898	...	...	...	1908	...	...	...
1843	1879	...	...	...	1889	...	...	...	1899	...	...	...	1909	...	...	...
1844	1880	...	...	...	1890	...	...	...	1900	...	...	...	1910	...	...	...
1845	1881	...	...	...	1891	...	...	...	1901	...	...	...	1911	...	...	...
1846	1882	...	...	...	1892	...	...	...	1902	...	...	...	1912	...	...	...
1847	1883	...	...	...	1893	...	...	...	1903	...	...	...	1913	...	...	...
1848	1884	...	...	...	1894	...	...	...	1904	...	...	...	1914	...	...	...
1849	1885	...	...	...	1895	...	...	...	1905	...	...	...	1915	...	...	...
1850	1886	...	...	...	1896	...	...	...	1906	...	...	...	1916	...	...	...
1851	1887	...	...	...	1897	...	...	...	1907	...	...	...	1917	...	...	...
1852	1888	...	...	...	1898	...	...	...	1908	...	...	...	1918	...	...	...
1853	1889	...	...	...	1899	...	...	...	1909	...	...	...	1919	...	...	...
1854	1890	...	...	...	1900	...	...	...	1910	...	...	...	1920	...	...	...
1855	1891	...	...	...	1901	...	...	...	1911	...	...	...	1921	...	...	...
1856	1892	...	...	...	1902	...	...	...	1912	...	...	...	1922	...	...	...
1857	1893	...	...	...	1903	...	...	...	1913	...	...	...	1923	...	...	...
1858	1894	...	...	...	1904	...	...	...	1914	...	...	...	1924	...	...	...
1859	1895	...	...	...	1905	...	...	...	1915	...	...	...	1925	...	...	...
1860	1896	...	...	...	1906	...	...	...	1916	...	...	...	1926	...	...	...
1861	1897	...	...	...	1907	...	...	...	1917	...	...	...	1927	...	...	...
1862	1898	...	...	...	1908	...	...	...	1918	...	...	...	1928	...	...	...
1863	1899	...	...	...	1909	...	...	...	1919	...	...	...	1929	...	...	...
1864	1900	...	...	...	1910	...	...	...	1920	...	...	...	1930	...	...	...
1865	1901	...	...	...	1911	...	...	...	1921	...	...	...	1931	...	...	...
1866	1902	...	...	...	1912	...	...	...	1922	...	...	...	1932	...	...	...
1867	1903	...	...	...	1913	...	...	...	1923	...	...	...	1933	...	...	...
1868	1904	...	...	...	1914	...	...	...	1924	...	...	...	1934	...	...	...
1869	1905	...	...	...	1915	...	...	...	1925	...	...	...	1935	...	...	...
1870	1906	...	...	...	1916	...	...	...	1926	...	...	...	1936	...	...	...
1871	1907	...	...	...	1917	...	...	...	1927	...	...	...	1937	...	...	...
1872	1908	...	...	...	1918	...	...	...	1928	...	...	...	1938	...	...	...
1873	1909	...	...	...	1919	...	...	...	1929	...	...	...	1939	...	...	...
1874	1910	...	...	...	1920	...	...	...	1930	...	...	...	1940	...	...	...
1875	1911	...	...	...	1921	...	...	...	1931	...	...	...	1941	...	...	...
1876	1912	...	...	...	1922	...	...	...	1932	...	...	...	1942	...	...	...
1877	1913	...	...	...	1923	...	...	...	1933	...	...	...	1943	...	...	...
1878	1914	...	...	...	1924	...	...	...	1934	...	...	...	1944	...	...	...
1879	1915	...	...	...	1925	...	...	...	1935	...	...	...	1945	...	...	...
1880	1916	...	...	...	1926	...	...	...	1936	...	...	...	1946	...	...	...
1881	1917	...	...	...	1927	...	...	...	1937	...	...	...	1947	...	...	...
1882	1918	...	...	...	1928	...	...	...	1938	...	...	...	1948	...	...	...
1883	1919	...	...	...	1929	...	...	...	1939	...	...	...	1949	...	...	...
1884	1920	...	...	...	1930	...	...	...	1940	...	...	...	1950	...	...	...
1885	1921	...	...	...	1931	...	...	...	1941	...	...	...	1951	...	...	...
1886	1922	...	...	...	1932	...	...	...	1942	...	...	...	1952	...	...	...
1887	1923	...	...	...	1933	...	...	...	1943	...	...	...	1953	...	...	...
1888	1924	...	...	...	1934	...	...	...	1944	...	...	...	1954	...	...	...
1889	1925	...	...	...	1935	...	...	...	1945	...	...	...	1955	...	...	...
1890	1926	...	...	...	1936	...	...	...	1946	...	...	...	1956	...	...	...
1891	1927	...	...	...	1937	...	...	...	1947	...	...	...	1957	...	...	...
1892	1928	...	...	...	1938	...	...	...	1948	...	...	...	1958	...	...	...
1893	1929	...	...	...	1939	...	...	...	1949	...	...	...	1959	...	...	...
1894	1930	...	...	...	1940	...	...	...	1950	...	...	...	1960	...	...	...
1895	1931	...	...	...	1941	...	...	...	1951	...	...	...	1961	...	...	...
1896	1932	...	...	...	1942	...	...	...	1952	...	...	...	1962	...	...	...
1897	1933	...	...	...	1943	...	...	...	1953	...	...	...	1963	...	...	...
1898	1934	...	...	...	1944	...	...	...	1954	...	...	...	1964	...	...	...
1899	1935	...	...	...	1945	...	...	...	1955	...	...	...	1965	...	...	...
1900	1936	...	...	...	1946	...	...	...	1956	...	...	...	1966	...	...	...
1901	1937	...	...	...	1947	...	...	...	1957	...	...	...	1967	...	...	...
1902	1938	...	...	...	1948	...	...	...	1958	...	...	...	1968	...	...	...
1903	1939	...	...	...	1949	...	...	...	1959	...	...	...	1969	...	...	...
1904	1940	...	...	...	1950	...	...	...	1960	...	...	...	1970	...	...	...
1905	1941	...	...	...	1951	...	...	...	1961	...	...	...	1971	...	...	...
1906	1942	...	...	...	1952	...	...	...	1962	...	...	...	1972	...	...	...
1907	1943	...	...	...	1953	...	...	...	1963	...	...	...	1973	...	...	...
1908	1944	...	...	...	1954	...	...	...	1964	...	...	...	1974	...	...	...
1909	1945	...	...	...	1955	...	...	...	1965	...	...	...	1975	...	...	...
1910	1946	...	...	...	1956	...	...	...	1966	...	...	...	1976	...	...	...
1911	1947	...	...	...	1957	...	...	...	1967	...	...	...	1977	...	...	...
1912	1948	...	...	...	1958	...	...	...	1968	...	...	...	1978	...	...	...
1913	1949	...	...	...	1959	...	...	...	1969	...	...	...	1979	...	...	...
1914	1950	...	...	...	1960	...	...	...	1970	...	...	...	1980	...	...	...
1915	1951	...	...	...	1961	...	...	...	1971	...	...	...	1981	...	...	...
1916	1952	...	...	...	1962	...	...	...	1972	...	...	...	1982	...	...	...
1917	1953	...	...	...	1963	...	...	...	1973	...	...	...	1983	...	...	...
1918	1954	...	...	...	1964	...	...	...	1974	...	...	...	1984	...	...	...
1919	1955	...	...	...	1965	...	...	...	1975	...	...	...	1985	...	...	...
1920	1956	...	...	...	1966	...	...	...	1976	...	...	...	1986	...	...	...
1921	1957	...	...	...	1967	...	...	...	1977	...	...	...	1987	...	...	...
1922	1958	...	...	...	1968	...	...	...	1978	...	...	...	1988	...	...	...
1923	1959	...	...	...	1969	...	...	...	1979	...	...	...	1989	...	...	...
1924	1960	...	...	...	1970	...	...	...	1980	...	...	...	1990	...	...	...
1925	1961	...	...	...	1971	...	...	...	1981	...	...	...	1991	...	...	...
1926	1962	...	...	...	1972	...	...	...	1982	...	...	...	1992	...	...	...
1927	1963	...	...	...	1973	...	...	...	1983	...	...	...	1993	...	...	...
1928	1964	...														

Jaar	Aantal uitgebate km		Ontwikkeling van de uitgebate spoorweglengte (lopende meters)			Lopende meters spoorstaven								
	1 ^e spoor	2 ^e spoor	hoofd sporen	bijsporen	totaal	bij aanleg				bij onderhoud				
						golf-spoor-staven	even-wijdig	even-wijdig met dubbele ongelijke kop	vignoles	golf-spoor-staven	even-wijdig	even-wijdig met dubbele ongelijke kop	even-wijdig met dubbele symmetrische kop	vignoles
1835	20	»	20,500	40,200	30,700	64,300	»	»	»	»	»	»	»	»
1836	24	»	44,700	41,300	56,000	51,000	»	»	»	»	»	»	»	»
1837	99	2	146,000	15,000	161,000	211,000	»	»	»	»	»	»	»	»
1838	113	44	304,000	33,000	337,000	317,416	33,920	»	»	»	»	»	»	»
1839	53	27	386,000	45,000	431,000	118,405	132,946	»	»	»	»	»	»	»
1840	23	41	447,000	50,000	497,000	19,800	49,734	»	»	226	2,789	»	»	»
1841	46	78	570,000	53,000	623,000	32,400	218,792	»	»	296	9,122	»	»	»
1842	78	6	656,000	69,000	725,000	50,617	152,055	»	»	9,789	71,949	»	»	»
1843	100	39	796,000	76,000	872,000	72,894	221,848	»	»	1,935	1,985	»	»	»
1844	»	5	799,000	79,000	878,000	»	11,300	»	»	233	3,637	»	»	»
1845	»	»	799,000	79,000	878,000	»	»	»	»	531	5,493	»	»	»
1846	»	59	858,000	91,000	949,000	12,000	61,663	69,067	»	849	9,435	18,596	»	»
1847	30	49	939,000	107,600	1,046,600	»	74,518	100,200	»	»	27	129,668	»	»
1848	35	44	987,500	121,700	1,109,200	»	91,206	72,029	»	2,405	2,841	98,996	»	»
1849	»	34	1,020,800	130,700	1,151,500	7,000	2,850	66,000	»	»	3,462	79,866	»	»
1850	»	52	1,076,600	136,700	1,213,300	»	95,299	8,000	»	»	644	109,133	»	»
1851	»	»	1,076,600	143,700	1,220,300	»	»	»	»	»	386	101,097	»	»
1852	»	9	1,101,600	149,800	1,251,400	29,700	21,000	51,000	»	»	30	150,282	»	»
1853	»	31	1,115,400	155,700	1,271,100	»	»	31,500	»	»	164	104,267	»	»
1854	»	7	1,121,400	166,500	1,287,900	504	7,413	16,210	»	»	92	112,113	»	»
1855	»	28	1,147,500	175,500	1,323,000	»	»	69,666	»	»	»	157,696	»	»
1856	»	»	1,147,500	190,300	1,337,800	»	»	5,907	»	»	217	170,862	»	»
1857	116	138	1,369,000	200,500	1,569,500	»	612	539,147	»	»	452	232,238	»	»
1858	32	32	1,432,200	225,300	1,657,500	»	142,285	16,004	»	»	32	164,542	»	»
1859	»	»	1,432,200	232,600	1,664,800	»	»	4,470	»	»	77	149,727	»	»
1860	2	»	1,433,900	248,800	1,682,700	»	»	11,524	7,368	»	»	150,143	»	18,307
1861	»	33	1,457,511	282,173	1,739,684	»	»	21,132	56,514	»	»	87,259	»	106,757
1862	»	»	1,458,167	298,410	1,756,577	»	»	12,741	262	»	»	79,935	»	153,482
1863	»	»	1,458,667	312,234	1,770,901	»	»	12,948	71	»	»	117,404	18,598	53,722
1864	»	»	1,458,939	332,757	1,791,696	»	»	24,128	72	»	»	135,110	16,732	784
1865	»	»	1,458,939	357,859	1,816,798	»	»	23,086	»	»	»	208,699	145	2,017
1866	45	45	1,547,196	410,632	1,957,828	»	»	246,824	1,768	»	»	239,337	240	3,263
1867	85	85	1,704,382	432,785	2,137,167	»	»	367,338	516	»	»	258,527	287	1,287
1868	»	»	1,704,382	440,330	2,144,712	»	»	3,568	635	»	»	222,423	4,878	57,330
	901	858				983,736	1,317,441	1,772,459	67,206	16,264	112,234	3,307,920	40,880	396,946
	27	»	A déduire pour Landen à Hasselt.			23,963	39,179	43	»	»	»	»	»	»
	874	858			Reste	959,773	1,278,262	1,772,416	67,206	16,264	112,234	3,307,920	40,880	396,946
	4,732					4,077,657				3,874,244				
	7,951,901													

Prijs per jaar en per ton				Buiten dienst gestelde spoorstaven (lopende meters)					
spoorstaven	stoelen	wiggen en pennen	houten spieën (per stuk)	golfspoorstaven	evenwijdig	evenwijdig met dubbele ongelijke kop	evenwijdig met dubbele gelijke kop	vignoles	totaal
300 Fr. » à 380 »	255 Fr. » à 265 »	550 Fr. » à 600 »	Fr. »	»	»	»	»	»	»
400 » à 450 »	315 » à 325 »	720 » à 730 »	»	»	»	»	»	»	»
418 » à 457 50	320 » à 367 50	700 » à 740 »	»	»	»	»	»	»	»
370 » à 418 »	250 » à 328 »	590 » à 708 »	»	»	»	»	»	»	»
340 » à 416 »	245 » à 302 »	590 » à 692 »	»	»	»	»	»	»	»
239 » à 240 »	149 » à 304 50	475 » à 600 »	»	3,000	36	»	»	»	3,036
239 » à 257 »	149 » à 464 »	400 » à 489 »	»	9,185	307	»	»	»	9,492
234 »	156 » à 472 »	414 » à 489 »	»	81,471	865	»	»	»	82,336
491 » à 252 25	125 » à 474 90	315 » à 420 »	»	2,510	4,481	»	»	»	3,991
»	»	»	»	1,092	2,890	»	»	»	3,982
297 » à 321 »	215 » à 231 »	351 »	0.10 à 0.42	4,386	4,492	»	»	»	5,878
320 »	194 90 à 209 80	378 »	0.10 à 0.1275	20,159	8,854	»	»	»	29,013
214 90 à 320 »	153 94 à 484 »	367 » à 370 »	0.09	98,793	32,725	»	»	»	131,518
190 »	153 »	292 50 à 298 »	0.09	94,200	44,059	428	»	»	105,387
170 » à 190 »	128 » à 143 »	298 » à 299 »	0.08 à 0.09	61,058	22,711	504	»	»	84,273
170 »	128 »	285 »	0.095	53,638	49,851	226	»	»	73,715
172 »	»	244 » à 285 »	0.075 à 0.10	58,055	74,400	687	»	»	133,142
164 » à 180 »	128 »	295 »	0.09	54,234	82,648	647	»	»	137,529
222 » à 240 »	138 » à 163 50	282 » à 294 »	0.0775 à 0.1175	44,447	49,090	2,798	»	»	96,335
206 50 à 234 »	148 80 à 174 90	270 80 à 279 80	0.125	44,281	73,706	4,867	»	»	122,854
205 » à 220 »	147 » à 150 »	278 80 à 288 »	0.095 à 0.0975	62,088	89,216	6,259	»	»	157,563
207 40 à 220 30	153 70	267 80 à 289 96	0.08 à 0.09	38,063	420,461	6,047	»	»	464,571
184 90 à 290 40	131 60 à 138 67	227 » à 267 80	0.0796 à 0.09	80,766	95,693	46,891	»	»	193,350
459 99	112 60	219 70	0.08 à 0.099	67,231	32,744	24,925	»	»	124,900
»	»	»	»	47,060	83,856	30,346	»	»	131,262
158 30 à 162 30	102 49 à 102 80	204 70	0.079 à 0.1099	9,196	78,698	50,365	»	»	138,259
154 » à 159 70	»	218 » et 295 »	0.107 à 0.41	7,394	93,501	111,425	»	»	212,320
139 50 à 153 70	101 70 à 109 40	219 70 à 234 70	0.085 à 0.1145	6,529	157,493	78,362	»	898	243,282
139 50 à 146 30	97 92 à 110 »	213 70 à 223 40	0.0987 à 0.1075	5,263	44,891	106,197	6	3,292	159,649
154 90 à 159 80	97 92 à 119 »	213 70 à 223 40	0.0945 à 0.10	4,608	43,694	76,947	443	673	96,035
149 39 à 169 90	104 » à 125 80	232 10 à 257 »	0.0785 à 0.0899	3,868	23,106	437,827	49	7,110	471,930
168 80 à 169 90	128 10 à 129 70	227 30 à 239 49	0.0785 à 0.0859	5,912	23,525	244,491	1,803	6,364	282,095
137 70 à 169 37	128 77 à 129 20	227 30 à 229 »	0.068 à 0.0815	6,081	27,675	228,768	225	27,603	290,352
137 70	94 10	199 50 à 204 »	0.065 à 0.08	4,700	12,485	499,462	4,618	34,384	249,346
				943,268	1,281,853	1,328,469	3,784	80,321	3,637,395

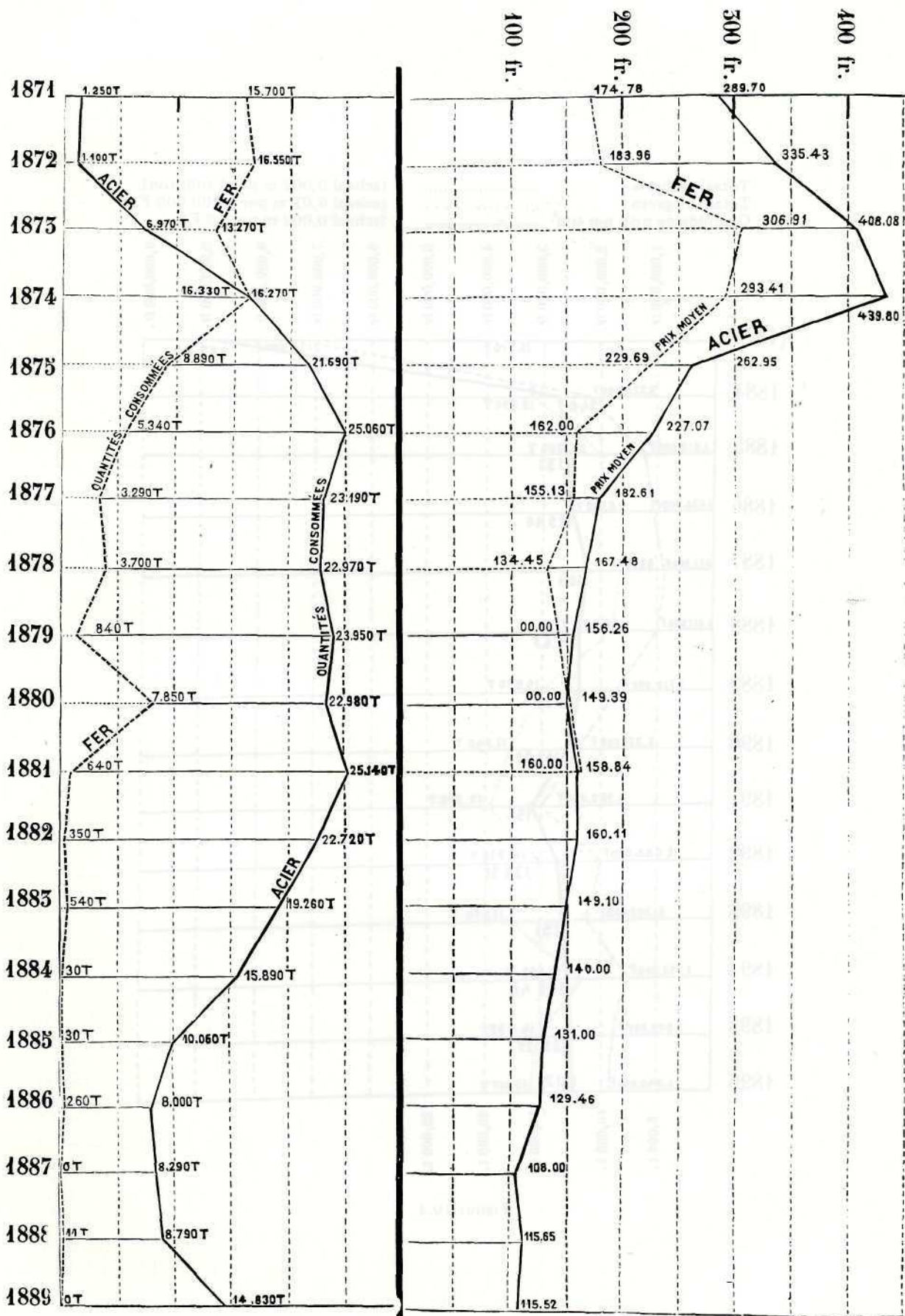
Spoorstaaf lengten in dienst op 31.12.1868						
	golfspoorstaaf gewicht 19 tot 22 kg	evenwijdig gewicht 23 tot 27 kg	evenwijdig met dubbele ongelijke kop 34 kg	evenwijdig met dubbele symmetrische kop gewicht 38 kg	vignoles gewicht 37 kg	totaal
Hoofdsporen . . .	»	5,285	2,989,249	35,631	359,270	3,389,435
Bijsporen	32,576	102,501	705,492	»	7,676	848,245
Herbruikbaar . . .	193	857	57,426	1,465	16,885	76,826
Totalen	32,769	108,643	3,752,167	37,096	383,831	4,314,506

Totaal verbruik (ijzer en staal) (schaal 0,002 m per 1.000 ton).
 Totale uitgaven (" " ") - - - - - (" " 0,01 m per 1.000.000 F).
 Gemiddelde prijs per ton (" " ") = = = = = (" " 0,002 m per 10 F).



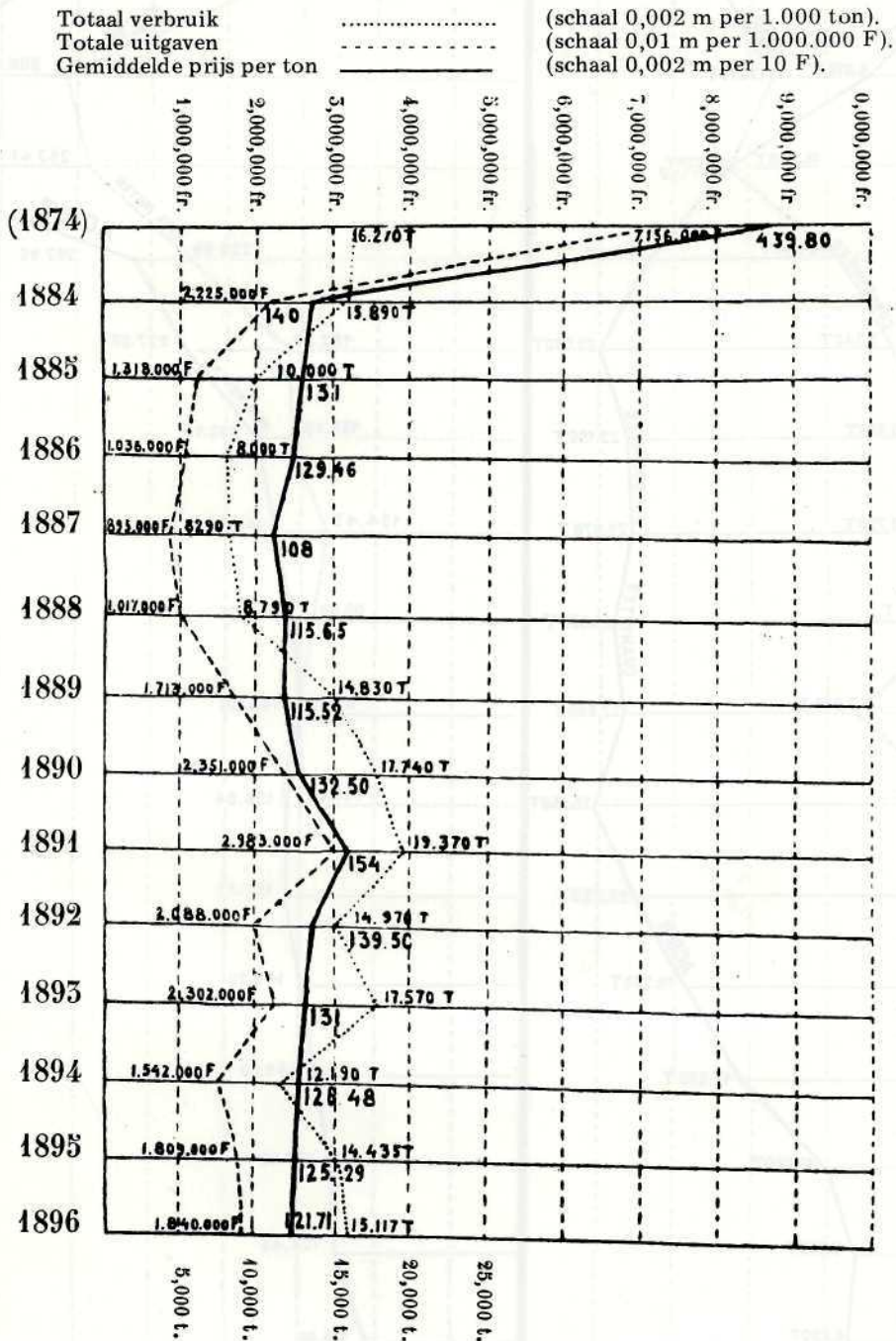
Figur 10.1

IJzer en staal = schaal 0,002 m per 1.000 ton.
 Gemiddelde prijs per ton: 0,002 m voor 10 F.



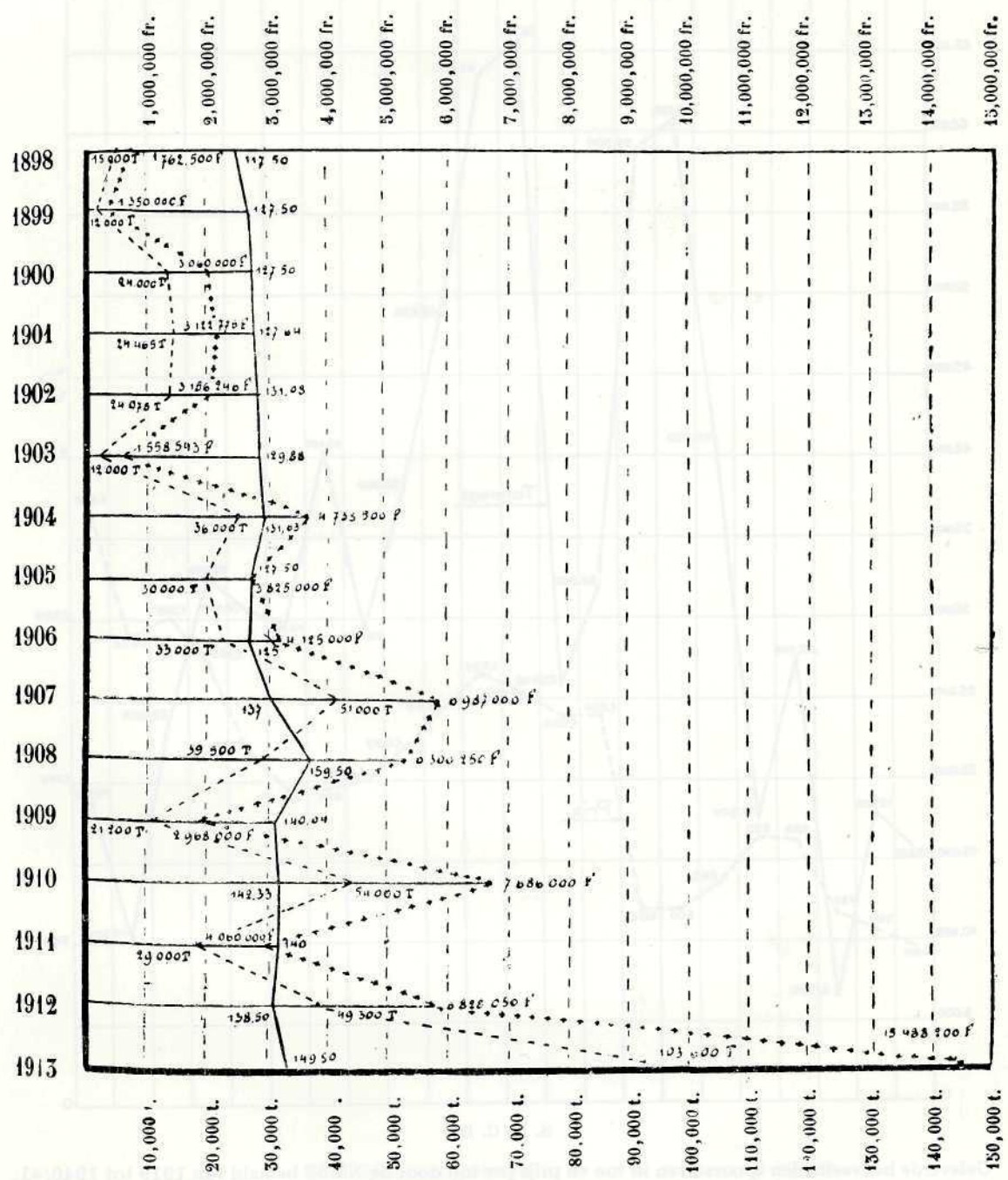
Figuur 10.2

Figuur 10.3

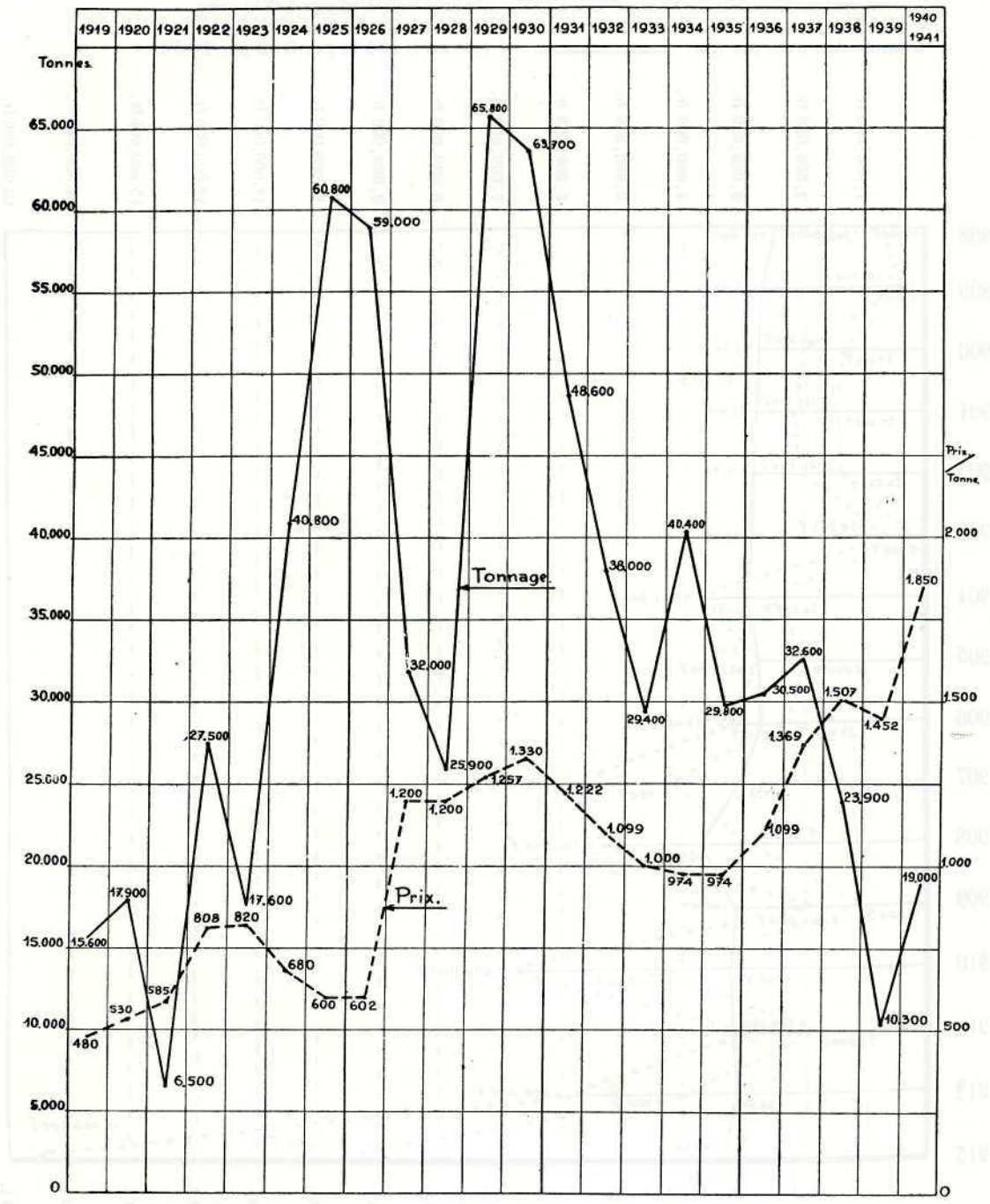


Figuur 10.4

Totaal verbruik (schaal 0,001 m per 1.000 ton).
 Totale uitgave (schaal 0,01 m per 1.000.000 F).
 Gemiddelde prijs per ton (schaal 0,003 m per 0.03 per 10 F).



Figuur 10.5



S. N. C. B.

Geleverde hoeveelheden spoorstaven in ton en prijs per ton door de NMBS betaald van 1919 tot 1940/41.

Figuur 10.6

10.3. De leveringen van spoorstaven van 1871 tot 1888

De prijs van de spoorstaven tussen 1871 en 1889 wordt opgenomen in het diagramma onder fig. 10.1.

Op het diagramma van fig. 10.2. valt het aanwenden van stalen spoorstaven vanaf 1872 te noteren. De bestelde hoeveelheden stalen rails stegen en vanaf 1884 werd de ijzeren spoorstaaf niet meer gebruikt.

Het is in 1879 dat het staal het ijzer definitief verdrong, zoals wij het op diagramma van fig. 10.3. bemerken.

10.4. De leveringen van spoorstaven van 1888 tot 1896

Het diagramma van fig. 10.4. geeft de aankooprijks en de bestelde tonnemaat spoorstaven op tussen 1888 en 1896.

In 1889 werd er voor het onderhoud en de vernieuwingen van de spoorlijnen in het jaar 1890, een overeenkomst gesloten voor de levering van 15 000 t Vignole spoorstaven van het " GOLIATH" type met een gewicht van 52 kg/m aan 132,5 F/t.

10.5. De leveringen van spoorstaven van 1896 tot 1913

In 1897 werden er 15 641 t spoorstaven aangekocht tegen een prijs van 118,69 F/t.

Het diagramma van fig. 10.5. vermeldt de aankooprijks en de bestelde tonnematen van 1898 tot 1913.

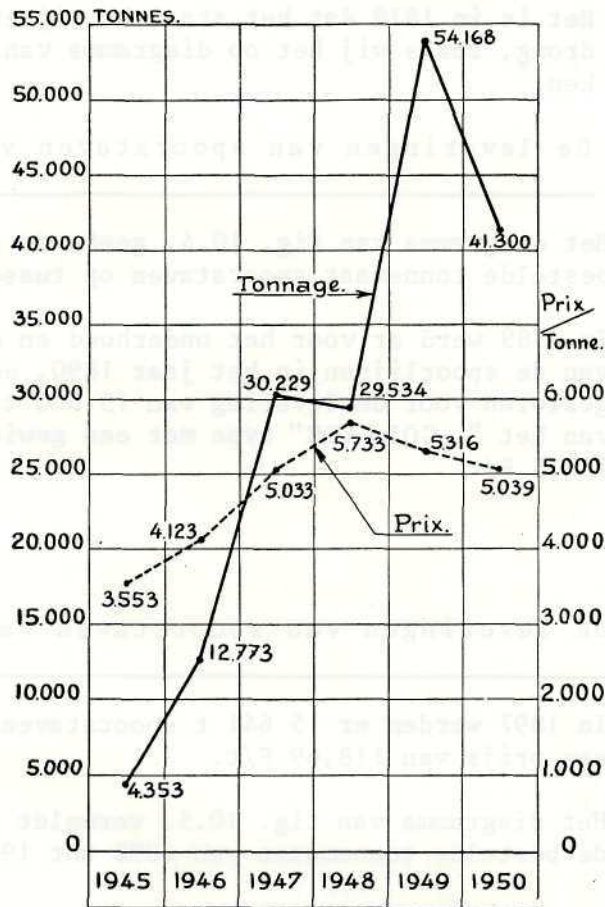
10.6. De leveringen van spoorstaven van 1919 tot 1937.

Het diagramma van fig. 10.6. geeft de aangekochte tonnematen en de prijs per ton betaald voor de jaren 1919 tot 1940/41.

10.7. De leveringen van spoorstaven van 1937 tot 1950.

Hiernavolgende bedrijven vervaardigen in deze periode spoorstaven in de Belgische - Luxemburgse Economische Unie (BLEU.)

- N.V. John Cockerill te Seraing ;
- N.V. Metallurgie van Samber en Moesel te Montigny op Samber;



Geleverde hoeveelheden spoorstaven in ton en prijs per ton door de NMBS betaald van 1945 tot 1950.

Figuur 10.7

- N.V. Providence te Marchienne-au-Pont;
- N.V. Gustave Boël te La Louvière ;
- N.V. Metallurgie van Henegouwen te Couillet;
- N.V. Arbed (Verenigde staalbedrijven van Burbach-Eisch - Dudelange) Groot Hertogdom Luxemburg;
- N.V. Minière en Metallurgie van Rodange te Rodange, Groot Hertogdom Luxemburg.

Hierbovengenoemde bedrijven waren verenigd in een groepering in de schoot van de " Comptoir des Aciéries Belges" die te Seraing gevestigd was.

Deze groepering bood een enige verkoopprijs aan voor de spoorstaven aan de NMBS en verdeelde de bestellingen onder haar leden.

Het diagramma van fig. 10.7. geeft de geleverde tonnemaaten en de aankooprijs van de spoorstaven voor de periode 1945 tot 1950.

10.8. De leveringen van spoorstaven aan de NMBS van 1950 tot heden.

De rationalisatie van de fabricaties heeft een hergroeperingsproces van alle railproducenten tot gevolg gehad.

De tabel fig. 10.8. vermeldt de tonnemaat spoorstaven die aan de NMBS werden geleverd vanaf 1949 tot heden.

Men zal in de laatste kolom de data noteren waarop de fabricatie van spoorstaven in de Belgische-Luxemburgse walserijen werd stopgezet.

Jaar	Vaard	1950	Composit
1947			
1948			
1949			
1950			
1951			
1952			
1953			
1954			
1955			
1956			
1957			
1958			
1959			
1960			
1961			
1962			
1963			
1964			
1965			
1966			
1967			
1968			
1969			
1970			
1971			
1972			
1973			
1974			
1975			
1976			
1977			
1978			
1979			
1980			
1981			
1982			
1983			
1984			
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			
2001			
2002			
2003			
2004			
2005			
2006			
2007			
2008			
2009			
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			

Spoorstaven - geleverde tonnemaat								
Jaar	ARBED	Boël	Cockerill	Hainaut-Sambre	Providence	Rodange	Totaal	Opmerkingen
1949	26.031	2.002	15.754	—	897	8.608	53.292	
1950	17.029	4.530	13.101	—	—	6.088	40.748	
1951	16.624	6.925	6.580	—	—	8.892	39.021	
1952	12.191	3.400	6.954	—	—	6.769	29.314	
1953	14.269	7.497	5.249	—	527	6.707	34.249	
1954	10.481	6.998	8.250	—	—	3.849	29.578	
1955	14.496	7.289	11.275	—	1.265	3.968	38.293	
1956	16.545	7.819	15.474	—	471	3.530	43.839	
1957	11.880	6.512	9.353	—	627	1.249	29.621	
1958	11.805	8.431	7.331	—	334	2.502	30.403	
1959	19.558	8.751	18.456	1.506	1.514	3.890	53.675	
1960	10.048	3.311	17.495	1.000	1.491	2.902	36.247	
1961	18.491	—	22.514	3.481	1.000	7.880	53.366	
1962	19.176	1.461	28.013	—	—	4.373	53.023	Stopzetting van de fabriekaties van Hainaut-Sambre.
1963	9.950	5.785	15.881	—	—	2.094	33.710	
1964	8.881	5.712	12.370	—	399	2.803	30.165	Stopzetting van de fabriekaties van La Providence.
1965	12.267	3.992	3.714	—	—	3.016	22.989	
1966	12.150	3.401	18.294	—	—	3.099	36.944	
1967	13.406	—	23.232	—	—	3.458	40.096	Stopzetting van de fabriekaties van Boël.
1968	15.130	—	21.889	—	—	3.360	40.379	
1969	14.902	—	21.847	—	—	3.379	40.128	
1970	13.488	—	19.854	—	—	6.613	39.955	
1971	9.996	—	15.888	—	—	6.366	32.250	
1972	1.748	—	15.769	—	—	9.759	27.276	
1973	—	—	16.821	—	—	11.746	28.567	Stopzetting van de fabriekaties van Belval.
1974	—	—	4.471	—	—	29.379	33.850	Stopzetting van de fabriekaties van Cockerill.
1975	—	—	—	—	—	30.128	30.128	
1976	—	—	—	—	—	38.645	38.645	
1977	—	—	—	—	—	58.534	58.534	
1978	—	—	—	—	—	50.145	50.145	
1979	—	—	—	—	—	52.012	52.012	
1980	—	—	—	—	—	60.000	60.000	Bestelde tonnemaat.

Figuur 10.8

Ter informatie werd de prijs van de spoorstaven als volgt aangerekend in de periode van mei-juli 1958:

	26 à 30 m	15 à 18 m	15 m	korte
1. Basisprijs				
Eigenlijke prijs	6 200	6 200	6 200	6 200
2. Toeslag per ton				
Profiel	145	145	145	145
Grote lengten	345	-	-	-
Keuring	365	365	365	365
Prijs van onbehandelde spoorstaven bij vertrek van de fabriek	7 055	6 710	6 710	6 710
Korting 2%	141	134	134	134
	6 914	6 576	6 576	6 576

3. Bijzondere toelagen

Thermische behandeling op 1 uiteinde

195

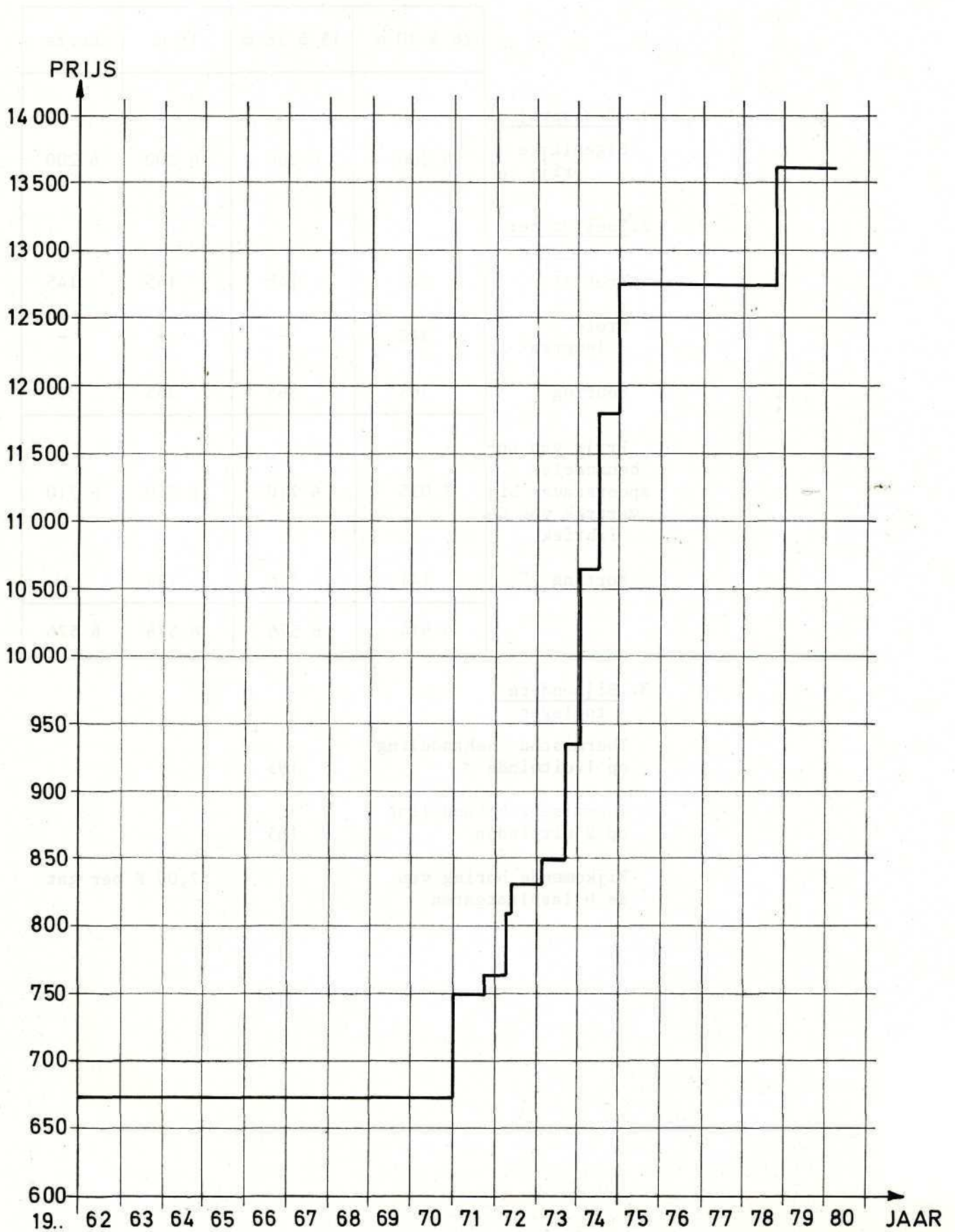
Thermische behandeling op 2 uiteinden

165

Bijkomende boring van de 6 lasplaatgaten

7,00 F per gat

Werkelijke prijs EGKS van de rail 50kg van 27 m
zonder B.T.W.



Figuur 10.9

10.9. De huidige aankopen van spoorstaven.

Op 15.02.1974 werd het contract met de " Comptoir des Aciéries belges " verbroken.

De enige leverancier van spoorstaven aan de NMBS is heden de " Métallurgique et Minière de Rodange Athus", die in 1975 financiële belangen heeft genomen in de " Société des Laminoirs de Villerupt " (SLV).

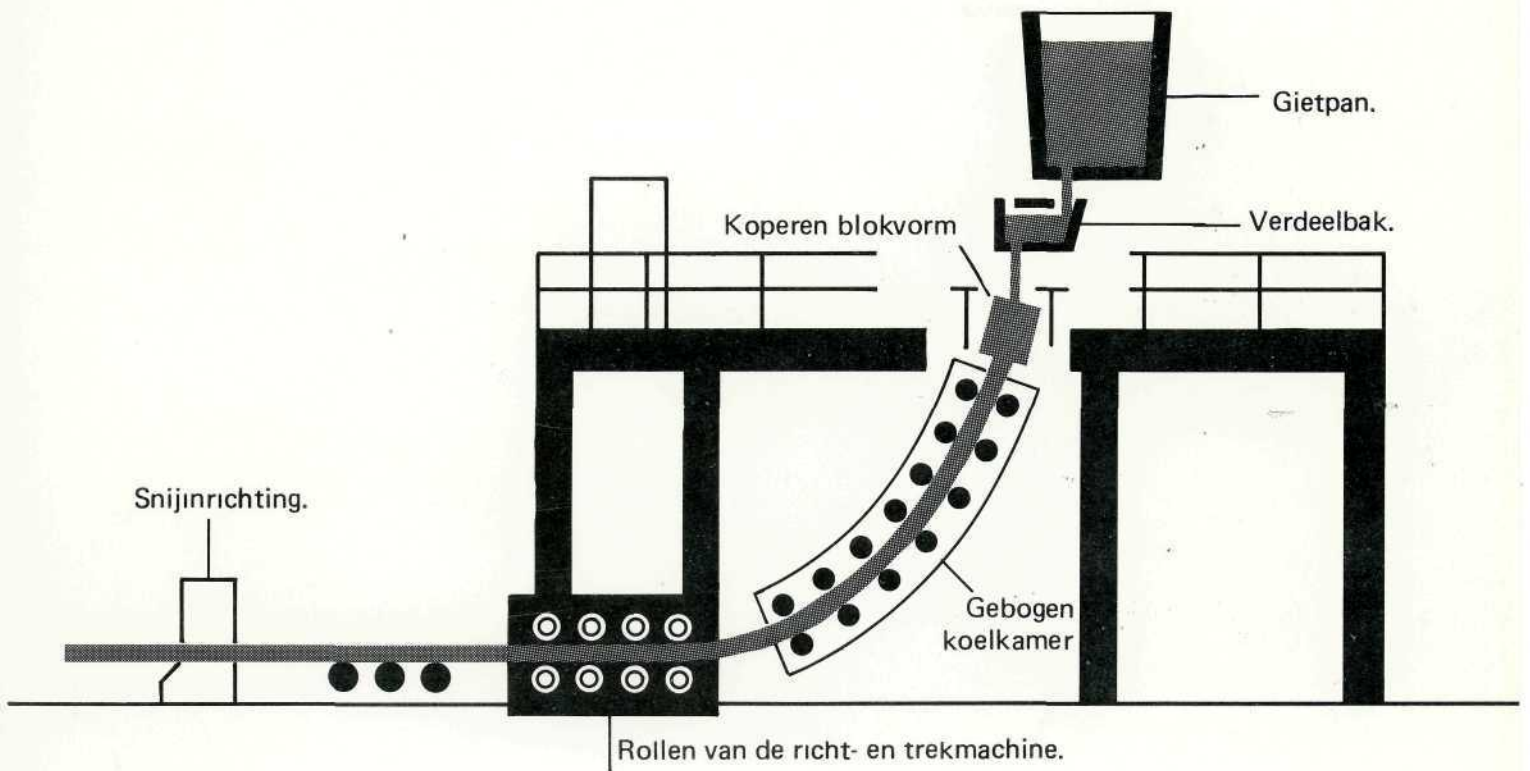
Hierdoor wordt een bepaalde tonnemaat gewalst te Villerupt, vooral de natuurharde spoorstaven die in de elektrische oven van SLV worden gefrist.

De prijsevolutie van de spoorstaven gedurende het laatste decennium wordt door het diagramma van fig. 10.9. geïllustreerd .

De basisprijs van een spoorstaaf zonder toeslag bedraagt heden ten dage 13 600 F/t voor de normale kwaliteit 680/830 N/mm² (70/85 kg/mm²) en 14 000 F/t voor spoorstaven uit natuurhard staal met een minimumhardheid van 880 N/mm² (90 kg/mm²)

Het totaal bedrag van de aankopen van spoorstaven door de NMBS , loopt nu op tot 600 miljoen frank.

11. EVOLUTIE EN TOEKOMSTPERSPECTIEVEN VAN DE SPOORSTAAF



11. EVOLUTIE EN TOEKOMSTPERSPECTIEVEN VAN DE SPOORSTAAF.

11.1. De staalvervaardigingsmethoden.

11.1.1. Algemeenheden.

Het is weinig waarschijnlijk dat ingrijpende veranderingen zullen worden doorgevoerd in de komende jaren in de staalbereidingsprocédés.

Het oxystaal zal aan belang inwinnen. De afmetingen van de convertorvaten zullen toenemen, voornamelijk met de veralgemening van het continu-gieten van staal.

Deze zal meer en meer worden ingelast in de fabricatiecyclus van spoorstaven.

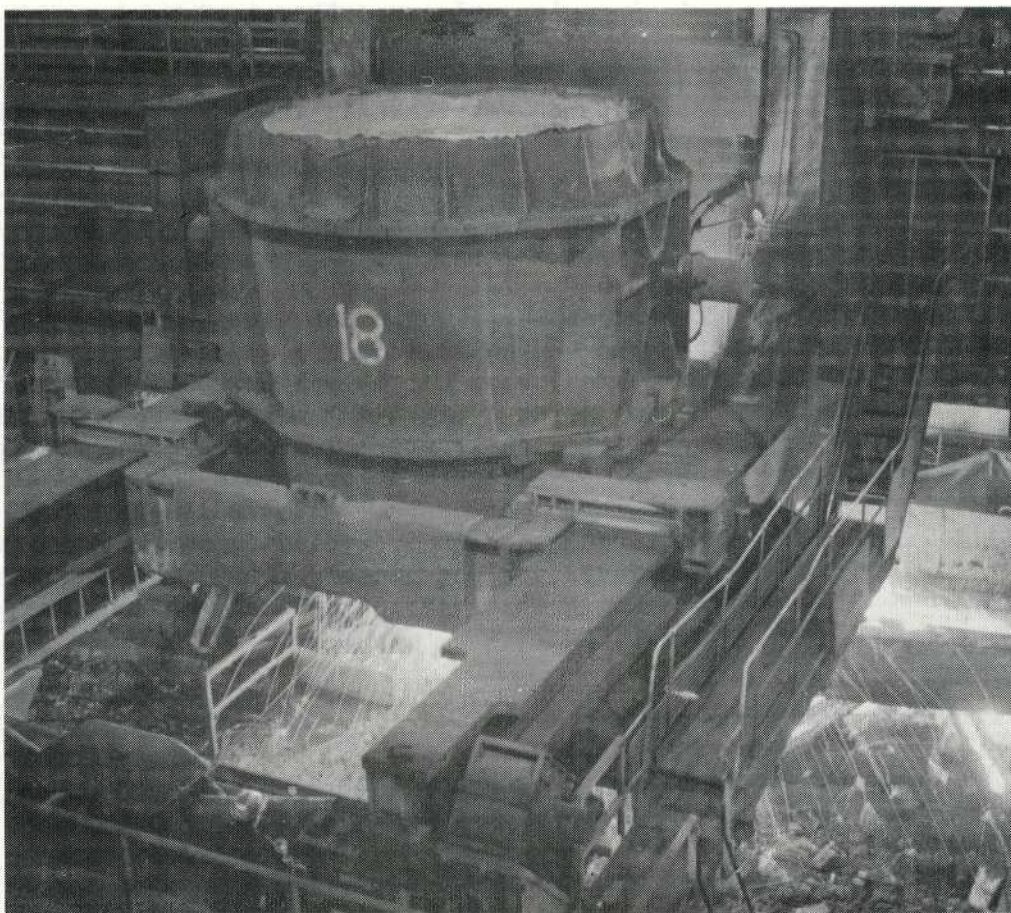
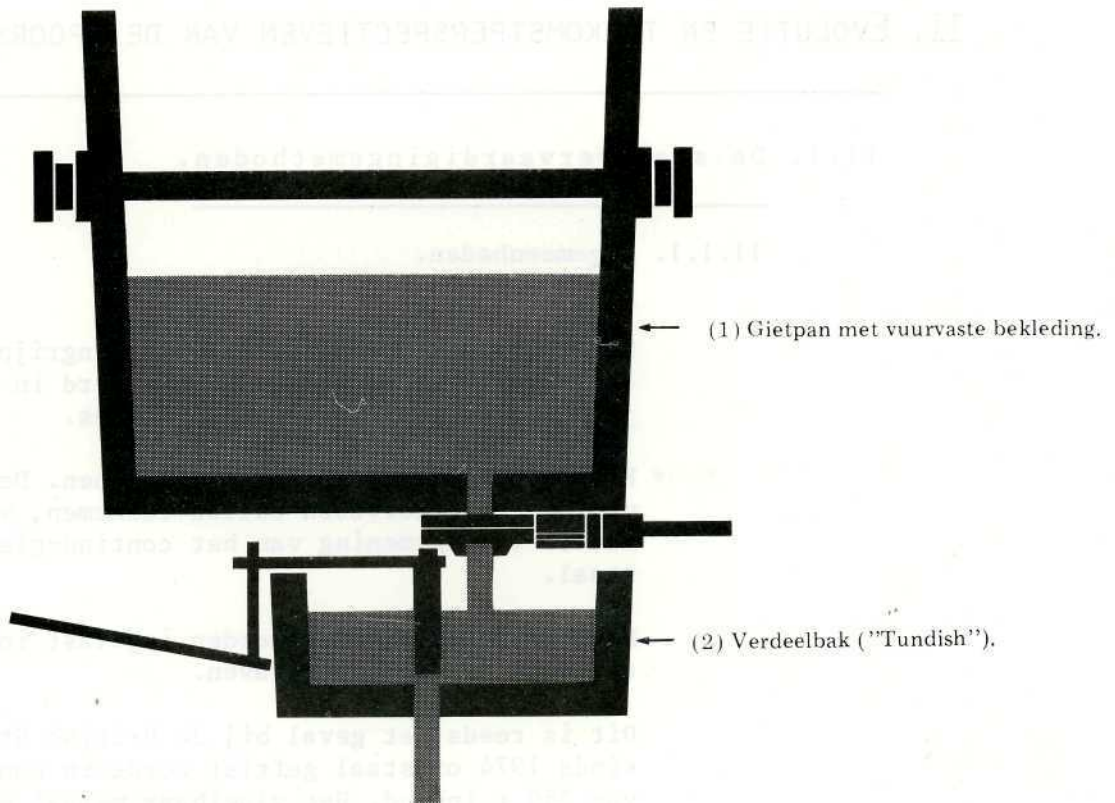
Dit is reeds het geval bij de British Steel, waar sinds 1974 oxystaal gefrist wordt in convertoren van 250 t inhoud. Het vloeibaar metaal wordt rechtstreeks omgevormd tot railblooms in de continu-gietinrichting van Lachenby (Teeside). De afgekoelde blooms worden per spoor naar Workington vervoerd, 200 km daarvandaan, om er te worden opgewarmd in de oude spoorstaafwalserij van Wales, waarvan de staalwinningsuitrustingen stil gelegd werden.

In Canada, Zweden en Duitsland walst men eveneens spoorstaven vertrekkende van blooms verkregen door continu-gieten.

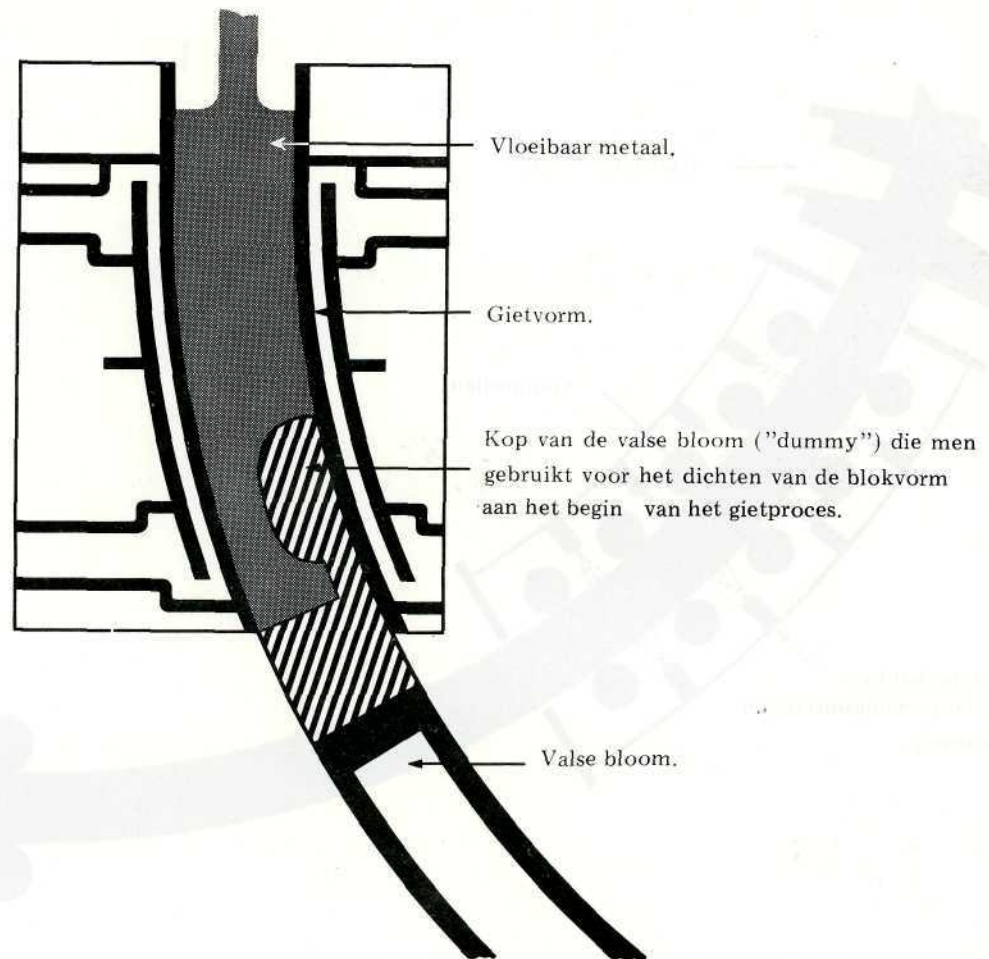
11.1.2. Werkingsprincipe van een continu-gietinstallatie.

Te Lachenby (1) wordt het vloeibaar staal uit de gietpan (fig. 11.1.merk 1) langs een verdeelbak (tundish) waar het metaal op constante hoogte gehouden wordt (fig. 11.1 merk 2), in acht gebogen watergekoelde koperen blokvormen zonder bodem gegoten. De blokvormen worden aan een sinusoïdale beweging onderworpen (met slaglengte van 10,9 mm en frequentie van 50 cyclussen per minuut) om het aankleven van het gestold metaal tegen de wand te voorkomen en scheuren in de strengoppervlakte te vermijden.

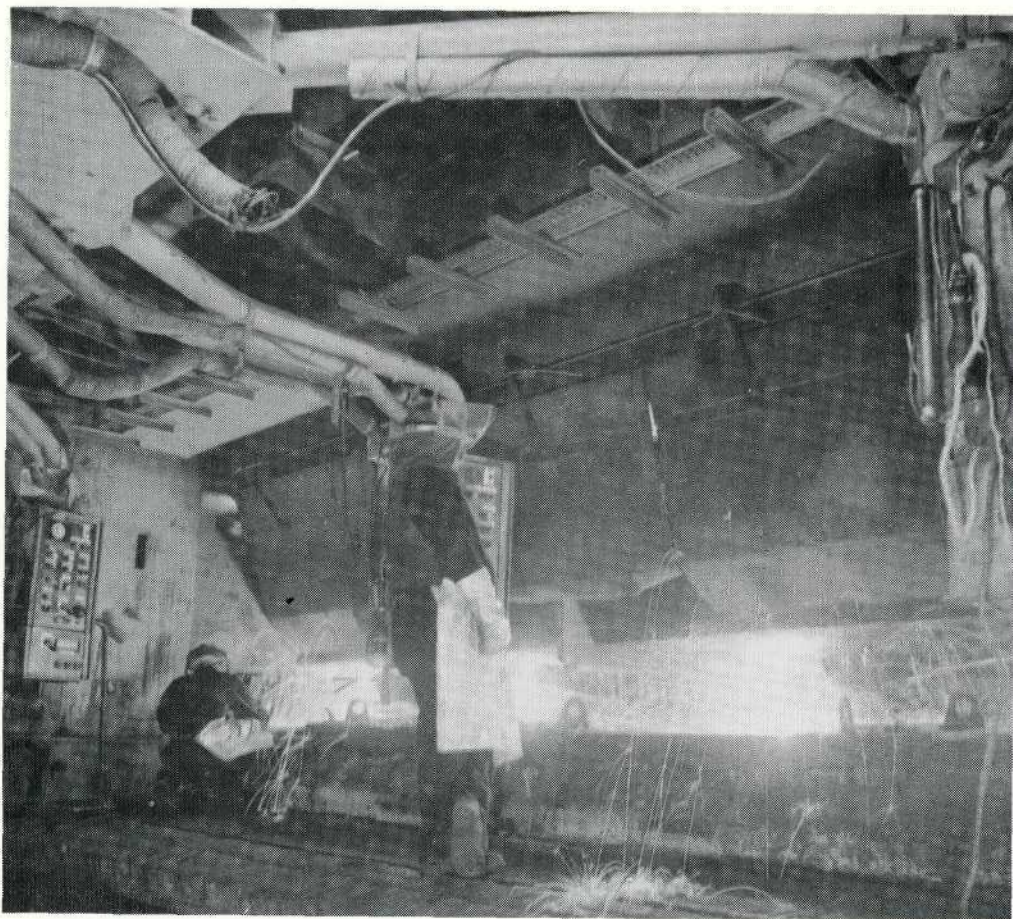
(1) Continuous casting plant at Lachenby Teeside door A. TROWER.
Iron and Steel International, December 1973.



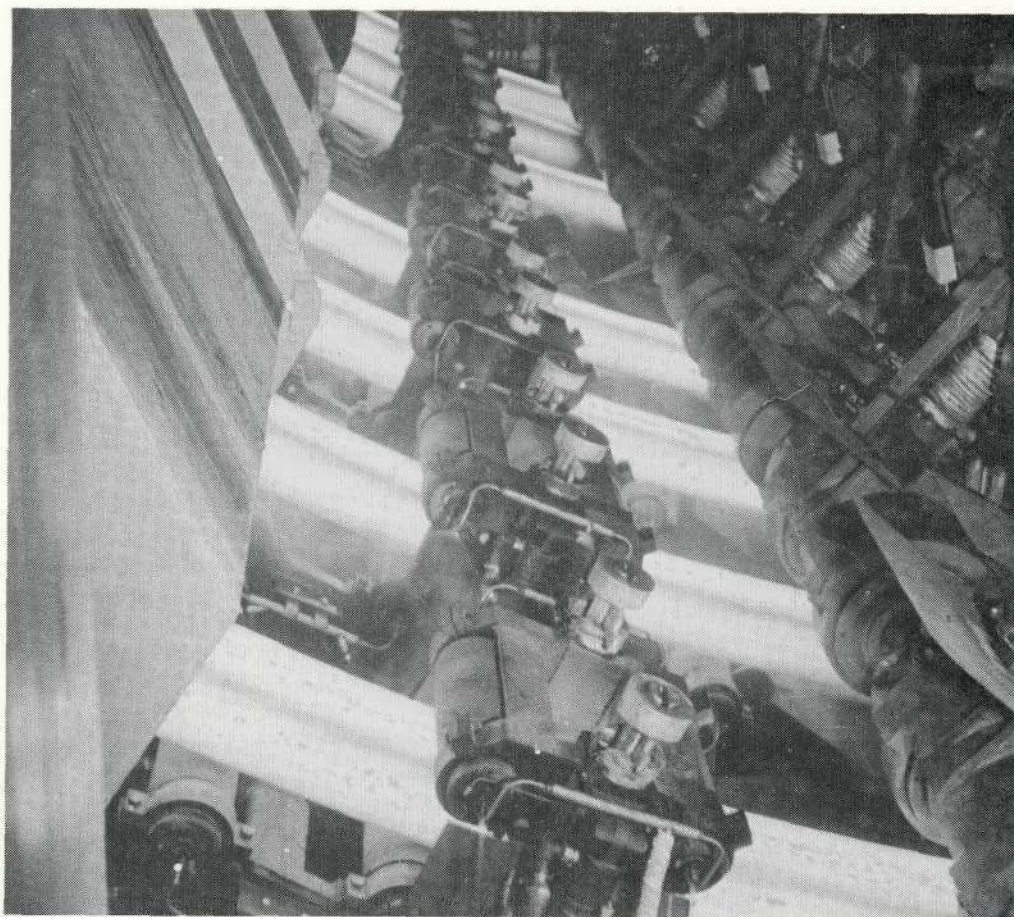
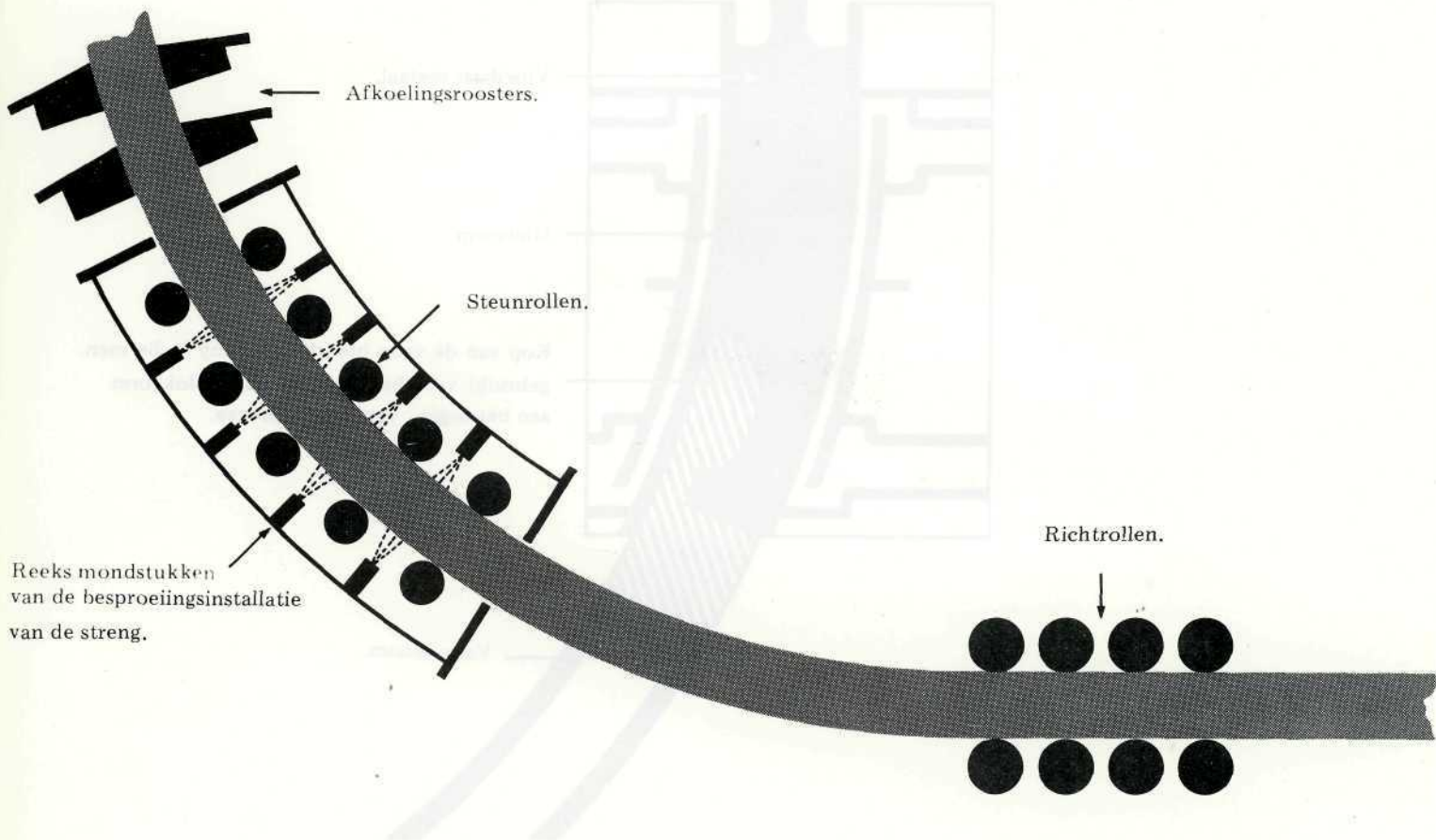
Figuur 11.1 Het vloeibaar metaal van de gietpan wordt in de verdeelbak ("Tundish") gegoten.



Figuur 11.2 Een der acht gebogen watergekoelde koperen gietvormen.



Figuur 11.3 Gieten van het vloeibaar metaal in de gebogen gietvorm.



Figuur 11.4 Nakoeltraject en meeneemkooi.

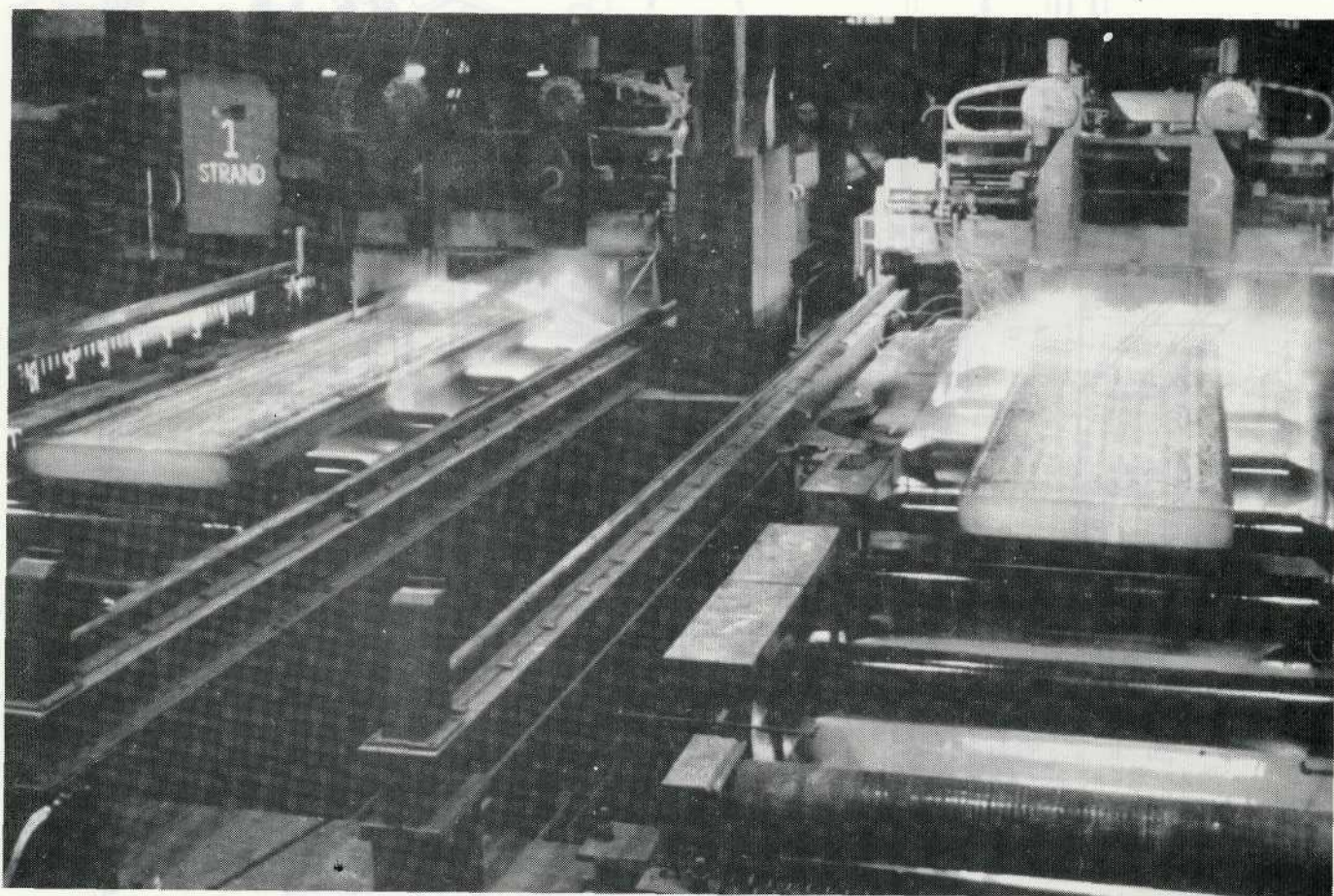
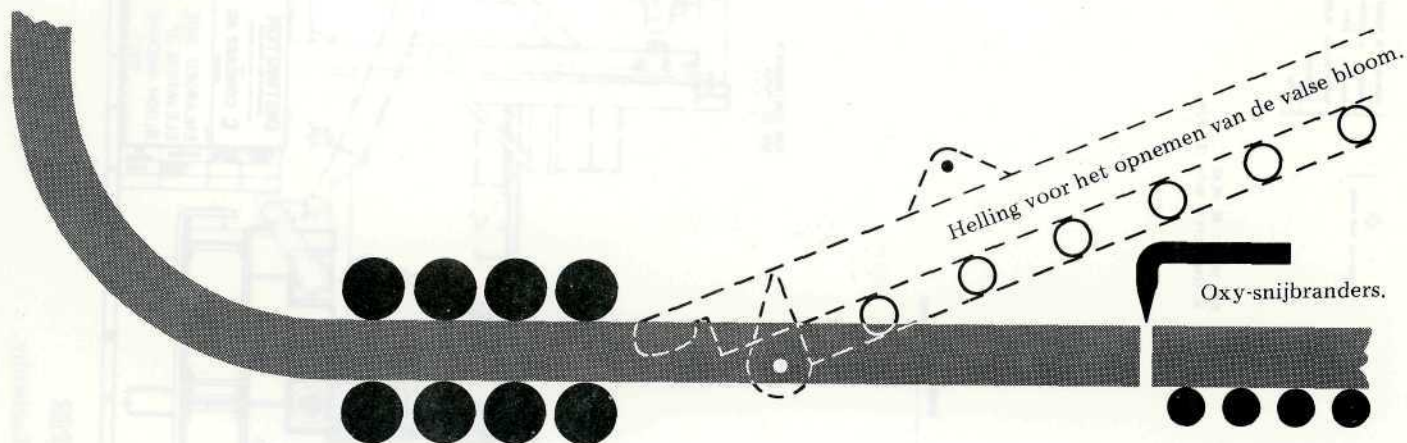
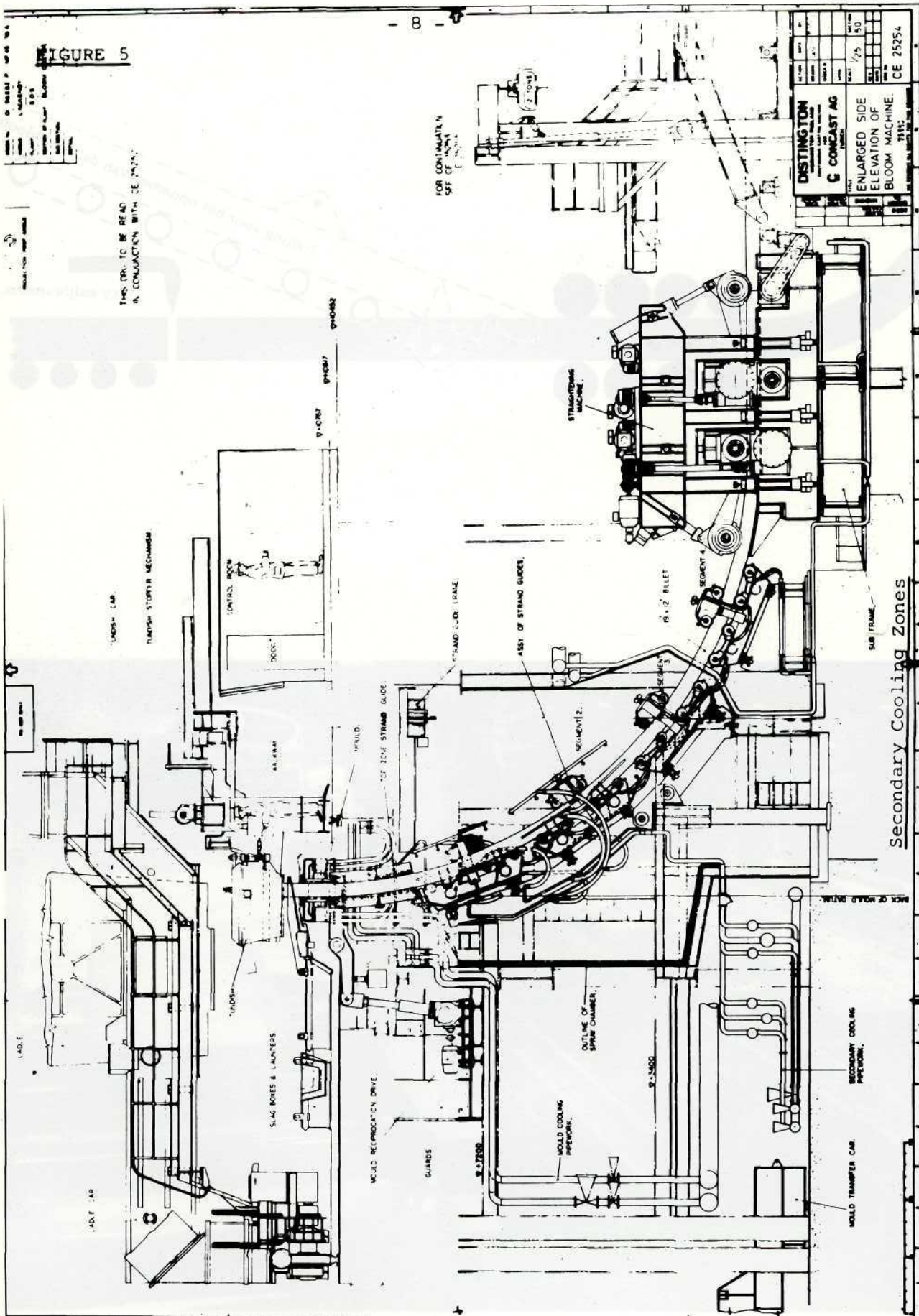
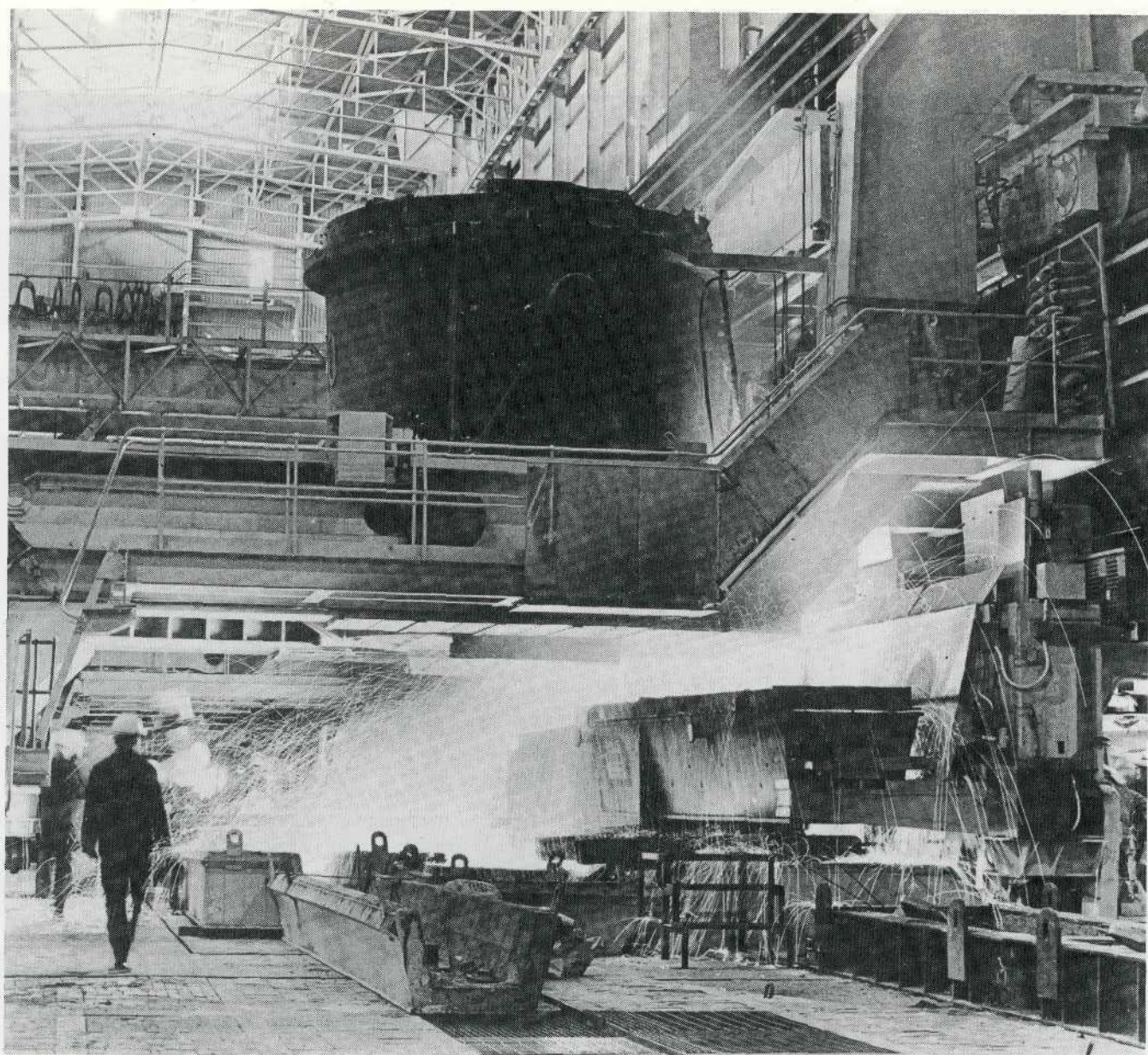


Fig. 11.5 Op maat snijden bij middel van mobiele snijbranders. (De afbeelding stelt het vervaardigen van brammen voor, deze van railblooms gebeurt op dezelfde wijze).



SECTION THROUGH LACKENBY BLOOM CASTER

Figuur 11.6 Zij-aanzicht van de continu-gietinrichting van Lackenby.



Figuur 11.7 Algemeen zicht van de bloom-giethall.



Figuur 11.8 Kontinu gegoten railblooms met een doorsnede van 330 x 254 mm.

De blokvormen hebben in feite de afmetingen van de gewenste staaf en verschaffen dadelijk de definitieve doorsnede aan de bloom in functie van het te bekomen eindproduct.

De blooms vormen een steeds langer wordende streng die continu uit de bodem van elke blokvorm langzaam uitkomt en nu nog verder tot de volledige stolling afgekoeld moet worden. Daarvoor wordt een gecontroleerde waterkoeling aangewend die in hoge mate de kwaliteit van het eindproduct bepaalt.

Vóór het gieten wordt de bodem van elke gietblok door een valse bloom afgesloten de zogenaamde "dummy" dit is de technische term voor de doorn, waarvan de bovenkant is voorzien van een plaat welke dezelfde lengte heeft als de inwendige dwarsdoorsnede van de blokvorm. Aan deze plaat is een wig bevestigd, die de vorm heeft van een hamerkop en die in de door het gieten gevormde streng wordt gebracht (fig. 11.2.).

De valse bloom en de streng die zich er aan vasthecht gaan doorheen een zogenaamde "nakoeltraject" (fig. 11.4.) Dit heeft ten doel, de halffabrikaatstreng, die toch bij het verlaten van de blokvorm binnenin nog vloeibaar is, verder af te koelen.. Dit gebeurt door middel van besproeien van de streng met water (0,75 l/kg metaal). Het nakoelbed is voorzien van talrijke steunrollen, die het dunne gloeiende nog zachte buitenste vlies van de bloom bij het naar beneden gaan ondersteunen, om op deze manier het uitbuilen van de streng die van binnen nog vloeibaar is, te vermijden. De afkoelwerking van het nakoelbed op de streng kan door het regelen van het sproeiwater aan de eventuele vereisten bij het continu-gieten aangepast worden. Na het nakoelbed volgt in de continu-gietinstallatie een of meer paren drijf- of transportrollen, die door motoren aangedreven worden. Draaiend bewegen zij de gegoten streng naar beneden. De streng komt bij het naar beneden gaan nu op andere rollen terecht die een buiginrichting vormen. Door deze buiginrichting wordt de streng van de verticale naar de horizontale richting gebogen. Aansluitend belandt de streng in een richtmachine en tenslotte in een automatische snijinrichting (fig. 11.5.) waar de streng gesneden wordt volgens vereiste lengten en naar het afkoelbed gebracht. Na volkomen afkoeling worden de blooms naar de verschillende walsbedrijven van BRITISH STEEL vervoerd. (Shinningrove, Cargo Fleet en Workington), waar zij opgewarmd en gewalst worden tot eindproducten. Op fig. 11.6. is een zijaanzicht afgebeeld van de continu-gietinrichting van Lachenby. Fig. 11.7. toont ons de giethal en fig.11.8. spoorstaafblocs die een doorsnede hebben van 330 x 254 mm.

11.2. Het walsen.

De walsprocédés zullen in de komende jaren weinig veranderen.

Figuur 11.9 Mechanische eigenschappen en chemische samenstelling van staal voor de vervaardiging van spoorstaven.

Technische bepaling	Frisproces van het staal	Mechanische eigenschappen		Chemische analyse in %							Metergewicht kg/m
		treksterkte N/mm ²	verlenging %	C	Si	Mn	P	S	Cr		
	puddelijzer	350	10	0,02	0,37	0,07	0,36	0,05	—	19	
UIC 860 - O Europa	gewone kwaliteit	690 tot 830	$\delta_5 \geq 14$	0,40/0,60	$\leq 0,35$	0,80/1,20	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	—		
BS 11 Engeland	oxystaal	≥ 710	$\delta_5 \geq 11$	0,50/0,60	0,08/0,20	0,95/1,25	$\leq 0,06$	$\leq 0,06$	—		
JRS Japan	Siemens-Martin oxystaal	≥ 780	$\delta_5 \geq 10$	0,60/0,75	0,10/0,30	0,70/1,10	$\leq 0,035$	$\leq 0,040$	—	60	
GOST 6944-63 GOST 8160-63 USSR	Siemens-Martin "	≥ 820 ≥ 820	$\delta_{10} \geq 4$ $\delta_{10} \geq 4$	0,67/0,80 0,69/0,82	0,13/0,28 0,13/0,28	0,75/1,05 0,75/1,05	$\leq 0,035$ $\leq 0,035$	$\leq 0,045$ $\leq 0,045$	— —	51,5 64,6	
ASTM USA, Canada		— —	— —	0,67/0,80 0,69/0,82	0,10/0,23 0,10/0,23	0,70/1,00 0,70/1,00	$\leq 0,04$ $\leq 0,04$	— —	— —	45,5/60 ≥ 60	
UIC 860 V Europa	A Kwaliteit B C	≥ 880 ≥ 880 ≥ 880	$\delta_5 \geq 10$ $\delta_5 \geq 10$ $\delta_5 \geq 10$	0,60/0,75 0,50/0,70 0,45/0,65	$\leq 0,5$ $\leq 0,5$ $\leq 0,4$	0,80/1,30 1,30/1,70 1,70/2,10	$\leq 0,05$ $\leq 0,05$ $\leq 0,03$	$\leq 0,05$ $\leq 0,05$ $\leq 0,03$	— — —		
Bijzondere kwaliteiten											
USA Japan KRUPP	Si-Mn staal Si-Mn staal Si-Mn staal	— — ≥ 990	— — $\delta_5 \geq 10$	0,69/0,82 0,60/0,77 0,67/0,80	0,60/0,95 0,50/0,80 0,70/1,10	0,70/1,00 0,60/0,95 0,90/1,30	— — $\leq 0,04$	— — $\leq 0,04$	— — —		
KRUPP	Cr-Mn staal	≥ 1080	$\delta_5 \geq 9$	0,65/0,80	0,30/0,90	0,80/1,30	$\leq 0,03$	$\leq 0,03$	0,70/1,20		

Figuur 11.9 Mechanische eigenschappen en chemische analyse van railstaal.

Het aanwenden van het continu-gieten zal nochtans het oprichten van doorschuifovens van passende capaciteit vóór de walsstraat noodzaken.

11.3. De afwerking en de keuring.

Gezien het productierhythme dat door het continu-gieten opgelegd wordt, zal men genoodzaakt zijn de afwerkings- en keuringswerkwijzen van de spoorstaven aan te passen.

De niet-doorlopende werkwijze die tot op heden courant gebruikt wordt is kostelijk omdat zij veel arbeidskrachten vraagt.

Sommige bedrijven, namelijk in Duitsland, bestuderen een methode om deze tijdrovende werkmethode te rationaliseren.

Inderdaad vereist een doorlopende fabricatie het aanwenden van apparatuur die toelaat automatisch, zowel het nazicht van de inwendige gezondheids-toestand, zoals dat reeds op heden gebeurt, als het opsporen van de oppervlakgebreken en de afmetingen die buiten het opgelegd tolerantieveld liggen.

De mechanische karakteristieken zouden eveneens doorlopend moeten worden bepaald, vertrekkende van de analyse-elementen die men tijdens de staalbereiding opgetekend heeft.

Met een dergelijk systeem zouden de spoorstaven onmiddellijk de opslagplaats van de fabriek verlaten, vooraleer men beschikt over de resultaten van de klassieke proeven zoals de trekproef en de macrografie, enz... die een zekere tijdsverloop vereisen om de proefstaven te vervaardigen.

11.4. De staalsoorten.

De eerste spoorstaven in puddelijzer hadden een trekvastheid van 350 N/mm². Geleidelijk is men in Europa ertoe gekomen over te gaan tot het gebruiken van spoorstaven van gewone kwaliteit met een trekvastheid van minstens 690 N/mm² (70/85 kg/mm²).

Spoorstaven met een minimum trekvastheid van 820 N/mm², volgens de technische bepalingen ASTM en GOST worden in de Verenigde Staten van Amerika Canada en Rusland angewend.

Natuurharde spoorstaven met een minimum weerstand van 880 N/mm² (90kg/mm²) van kwaliteit A volgens de UIC fiche 860-0, worden door de NMBS angewend in bogen met geringe straal en op baanvakken waar sleetproblemen nijpend zijn.

Staalsoorten met een trekvastheid van 1080 N/mm² (110 kg/mm²) werden door de Europese staalfabrieken ontwikkeld. Zij worden angewend op bijzonder belaste baanvakken, zoals de Gottardlijn in Zwitserland en sporen die door zeer zware ertstreinen bereden worden.

Proefgielingen in natuurharde staalsoorten met een minimum trekvastheid van 1200 N/mm² (130 kg/mm²) werden vervaardigd door de KRUPP-fabriek van Rheinhausen.

De tabel van fig. 11.9. geeft een overzicht van de mechanische kenmerken en de chemische analyses van de natuurharde staalsoorten die heden ten dage in verschillende landen vervaardigd worden.

Sommige landen, zoals Japan en de Verenigde Staten hebben getracht de natuurlijke hardheid van het metaal op te voeren door aangepaste thermische behandelingen. Of men nu thermische behandelingen aanwendt of gebruik maakt van speciale legeringen, het staat vast dat men een dusdanige hardheidsgraad heeft bereikt dat het nauwelijks mogelijk schijnt nog verder die richting te willen uitgaan.

De noden van spoorstaven met uitzonderlijke minimum trekvastheid van 1180 N/mm² (110 en 130 kg/mm²) zijn beperkt, terwijl men nog steeds geen bevredigende oplossing heeft gevonden voor de problemen die bij het lassen van thermisch behandelde spoorstaven oprijzen. Om deze redenen verkiezen de netten die met abnormale sleet te kampen hebben, bij voorkeur gelegerde staalsoorten aan te wenden.

In Duitsland is men deze weg ingegaan omdat men niet over de apparatuur beschikt om thermische behandelingen uit te voeren.

Daarentegen worden in de Verenigde Staten en in Rusland, de spoorstaven met een minimum trekvastheid van 1080 N/mm² (110 kg/mm²) uitsluitend bereid door thermische behandeling.

11.5. Het profiel.

In het hoofdstuk waarin de evolutie van het profiel genoteerd werd, vanaf de oorsprong van de spoorwegen tot op heden, hebben wij de afgelegde weg kunnen vaststellen.

Het is tenslotte het profiel dat door de Amerikaanse ingenieur VIGNOLE werd ontworpen dat het beste is gebleken. Alle nieuwe vormgevingen, zelfs het geperste railprofiel met drie (fig. 11.10 of met één enkele kop door onze ingenieur ANDRIANNE uitgevonden, hebben niet het verhoopte resultaat gegeven.

De Vignole-spoorstaaf met een gewicht van 50 kg/m wordt geleidelijk vervangen door het UIC 60 profiel in de drukke spoorlijnen.

Het nieuwe UIC 71 profiel en de profielen P.S. 155 en A.R.E.A 136 die op heden in de Verenigde Staten worden gebruikt, schijnen te voldoen aan de behoeften en weerstaan aan het zwaarste verkeer, zoals dat van ertstreinen.

11.6. Evolutie van de productiemiddelen in het bekken van Lotharingen.

De economische crisis die wij heden beleven, heeft een uitgebreid programma van restructurering en rationalisatie doen ontstaan.

Om die redenen werden de economisch niet verantwoorde mijnen gesloten en de oude hoogovens uitgedoofd.

Het staalbedrijf van RODANGE wordt sedert einde 1978 bevoorraad in vloeibaar ruwijzer dat afkomstig is van de moderne ARBED hoogovens.

Het stopzetten van het staalbedrijf van RODANGE gebeurde op 28.09.1979.

De railwalsstraat zal vanaf heden met blooms bevoorraad worden afkomstig van ARBED die in een doorschuifoven van het merk STEIN opgewarmd zullen worden.

Moest de conjunctuur gunstig evolueren, dan zou men kunnen overwegen een centrale voor continu-gieten in het leven te roepen die alle railwalswerken van Lotharingen en Luxemburg bevoorraadt.

12. BESLUIT.

Bij het lezen van deze uiteenzetting, heeft de lezer de bewonderenswaardige evolutie van de spoorstaaf kunnen volgen tijdens het 145 jarig bestaan van de belgische spoorwegen .

Laten wij om te eindigen nogmaals kort de noemenswaardige stappen overlopen die in de vorige hoofdstukken werden uiteengezet.

Het profiel, om te beginnen van het visbuiktype, daarna met evenwijdige randen, vervolgens met dubbele kop, is uiteindelijk het Vignoleprofiel geworden dat nog heden ten dage wordt gebruikt.

Het gewicht bedroeg oorspronkelijk 19 kg/m en evolueerde dan naar 37 kg/m voor de eerste Vignole-spoorstaven om ten slotte nu 60 kg/m te bedragen.

Het gebruikte metaal was eerst het puddelijzer en werd in 1872 vervangen door Bessemer gietstaal. Nadien ging men Thomasstaal gebruiken, tot men tenslotte overschakelde op het oxy-staal.

De trekvastheid van het gebruikte metaal werd ook steeds groter.

Voor het puddelijzer bedroeg die trekvastheid 392 N/mm² (40kg/mm²), terwijl heden ten dage de trekvastheid van de gewone spoorstaven 690N/mm² (70 kg/mm²) bereikt en deze van de natuurharde spoorstaven minstens 880 N/mm² (90 kg/mm²) moet bedragen. In baanvakken met uitzonderlijke belastingen en sleetproblemen gaat men reeds spoorstaven aanwenden met een trekvastheid van 1200 N/mm² (130 kg/mm²)

In de loop van de jaren is de productiecapaciteit van de railwalswerken aanzienlijk toegenomen. Dat slaat enerzijds op de lengte van de spoorstaven, die oorspronkelijk 4,57 m bedroeg, en nu 27 m geworden is en indien de noodzaak het zou vereisen 60 m zou kunnen bereiken en anderzijds op de gewalste hoeveelheden vooraleer men op de sleetgrens van een cylinderpaar komt (hedendaags 1200 t).

De herstructurering van de bedrijven heeft de nu nog werkende fabrieken de beschikking gegeven over goed uitgeruste productielijnen.

Het staal zelf wordt gefrist in eenheden met groot productievermogen die niet noodzakelijk dicht bij de walserij gelegen zijn. Deze worden stilaan tot herwalseenheden omgevormd die koude blooms als grondstof aanwenden.

Het continu-gieten wordt reeds toegepast in Europa, ondermeer in Engeland en Zweden, voor de vervaardiging van spoorstaafblooms.

De aanwending van dit procédé in het bekken van Lotharingen zou opnieuw grote veranderingen kunnen met zich mee brengen.

De technische bepalingen die over de vervaardiging van spoorstaven handelen, hebben stap voor stap de vooruitgang van de techniek gevolgd.

De laatste fiche UIC 860-0 werd op 01.01.1979 aangepast en houdt rekening met de nieuwe technieken en onder andere met het continu - gieten.

De moderne staalwinningsprocédés laten toe, dank zij de procesautomatisering in reële tijd, de intrinsieke kwaliteit van het metaal en de regelmatigheid van de trekvastheid te verzekeren.

Het doorlopend ultrasonoor onderzoek van de gaafheid van het walsgoed verzekert permanent de gewenste kwaliteit.

De ingestelde werkwijze moet in principe elke spoorstaaf afkeuren die inwendige fouten vertonen die aanleiding kunnen geven tot breuken in dienst.

In Duitsland bestudeert men toestellen die zouden toelaten de afwijkingen van het profiel in de staaf te registreren.

De breuken en de beschadigde spoorstaven zijn altijd een bron van zorgen geweest voor de ingenieurs die belast zijn met de veiligheid van het vervoer.

De gebreken te wijten aan fabricatiefouten of aan vermoeiing in dienst, werden ingevolge de werkzaamheden van het ORE studie bureau, gecatalogeerd en gecodificeerd.

De fiche UIC 712 bevat de gebrekencatalogus en het statistisch ééngemaakt schema, waarin de gegevens van de meldingsfiche van de uit het spoor getrokken spoorstaven opgenomen worden.

Dank zij de ingewonnen inlichtingen, zullen de spoorwegnetten nu over vergelijkbare informatie beschikken wat betreft de gebruiksduur van hun spoorstaven. Op die manier zullen zij de noodzakelijke " feed back " aan de leveranciers kunnen verschaffen, opdat de ver- eiste verbeteringen aan het fabricatieprocédé zouden aangebracht worden.

De schommelingen van onze munt buiten beschouwing latend, heeft de stijging van de productiviteit van de staalbedrijven steeds een gunstige invloed gehad op de prijs van de spoorstaven.

In geactualiseerde munt loopt de prijs van een ton spoorstaven in 1834 op tot 36 000 F, om in 1880 14 939 F te bedragen en dan verder te dalen tot 12 750 F in 1900 en tot 11 648 F in 1920 om dan terug te stijgen tot 13 760 F in 1960 en om in 1975 12 750 F te bereiken.

Het jaarlijks bedrag dat door de NMBS aan spoorstavenaankopen wordt besteed, overtreft 500 miljoen frank. Dat bedrag schommelt uiteraard naargelang de programma's die door de dienst van de baan worden opgesteld inzake vernieuwing.

Hoe zal de evolutie verder verlopen ?

Opzienbare nieuwigheden in het domein van het frissen van staal of inzake profiel of kwaliteit van het metaal zijn nauwelijks te verwachten.

Toch zal de evolutie nooit ophouden en dus zal de spoorweg zich steeds moeten aanpassen aan de vernieuwingen, wil zij een concurrerende positie ten opzichte van de andere vervoermiddelen behouden.

- De snelheid van de convoien zal nog opgedreven worden, hetgeen met zich brengt dat de geometrie van het profiel nauwkeuriger zal moeten eerbiedigd worden .
- De last per as zal verhoogd worden, wat dan weer de spanningen in de spoorstaaf zal opdrijven .
- Het zoeken naar middelen om de vernieuwingsuitgaven te drukken zal worden voortgezet en zou kunnen worden bekomen door het verlengen van de vernieuwingsperiodiciteit.

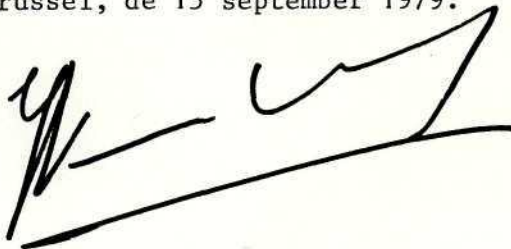
Dat zal echter strengere eisen stellen in zake sleet- en vermoeiingsweerstand. Men zal bovendien naar oplossingen moeten zoeken om het aantal brosse breuken te verminderen.

De gezamenlijke inspanningen van producent en gebruiker moeten erop gericht zijn de levensduur van de spoorstaaf te verlengen, het comfort en meer bepaald de veiligheid voor de reizigers tijdens het transport op te voeren.

De verbetering van de inwendige gaafheid van het aangewende metaal sedert enkele jaren en het gebruik van het profiel van 60 kg/m (waar de inwendige spanningen beter verlopen dan bij het profiel 50 kg/m), benevens het verminderen van het aantal voegen, dank zij de veralgemeende aanleg van lange gelaste spoorstaven, zijn ontegensprekelijk markante stappen in de richting van hogervernoemde streefdoelen.

Er moet echter nog heel wat weg worden afgelegd, zodat de studie van elke verbetering, hoe gering die ook kan zijn, zonder ophouden moet worden voortgezet.

Brussel, de 15 september 1979.

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping strokes. The signature is positioned below the date and is not clearly legible as a name.

HET ONTSTAAN VAN EEN HERWALSINGSEENHEID VOOR HET WALSEN VAN SPOORSTAVEN.

Vanaf 1978, heeft de Métallurgique et Minière van Rodange-Athus de hiernavolgende eenheden stilgelegd:

- de winning van ijzererts uit haar ijzermijnen;
- de verouderde hoogovens;
- het Thomasbedrijf en de LD convertor.

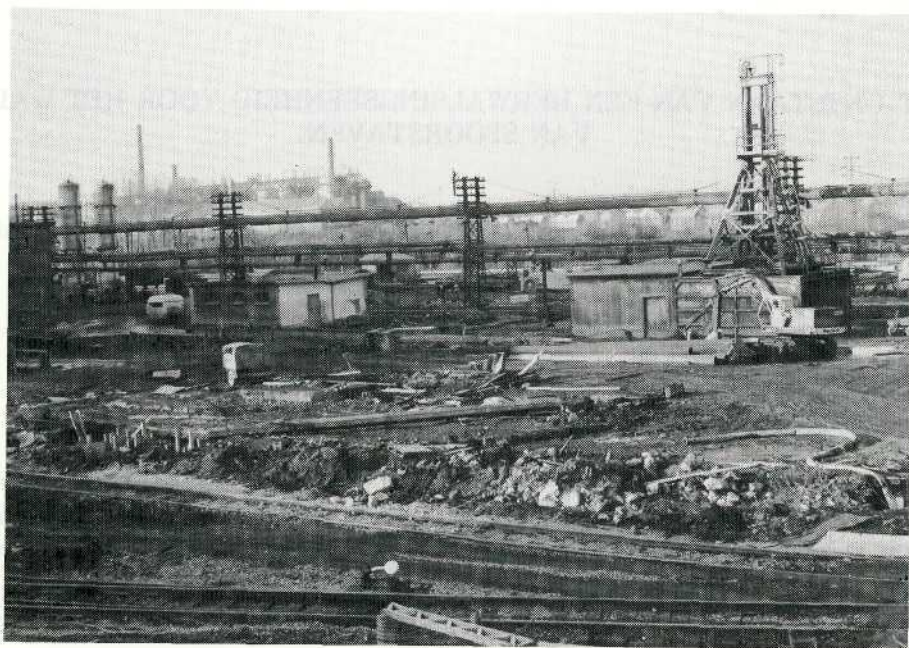
De buitendienstgestelde ruwijzermengers alsmede de hall waarin zij ondergebracht waren, werden eind 1979 gesloopt om plaats te ruimen voor het oprichten van een nieuwe verwarmingsoven om blooms door te warmen.

De nieuwe uitrusting werd in april 1980 in dienst gesteld.

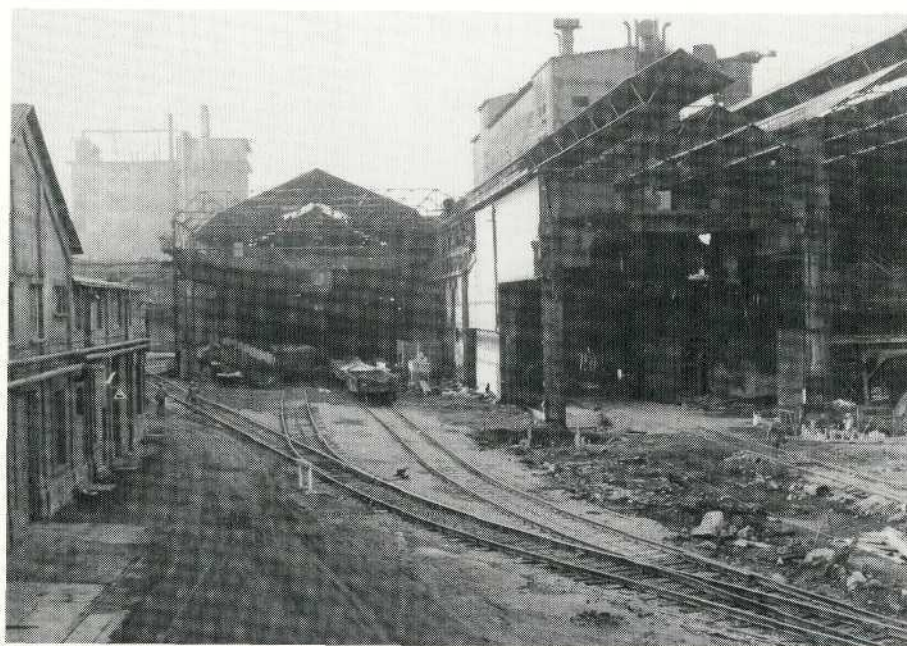
De hiernavolgende beelden tonen de verschillende fasen van de hernieuwing van deze afdeling van het bedrijf.

Telkens werden tegenover mekaar de overeenkomstige zichten van de bouw en van de in dienst zijnde installatie afgebeeld.





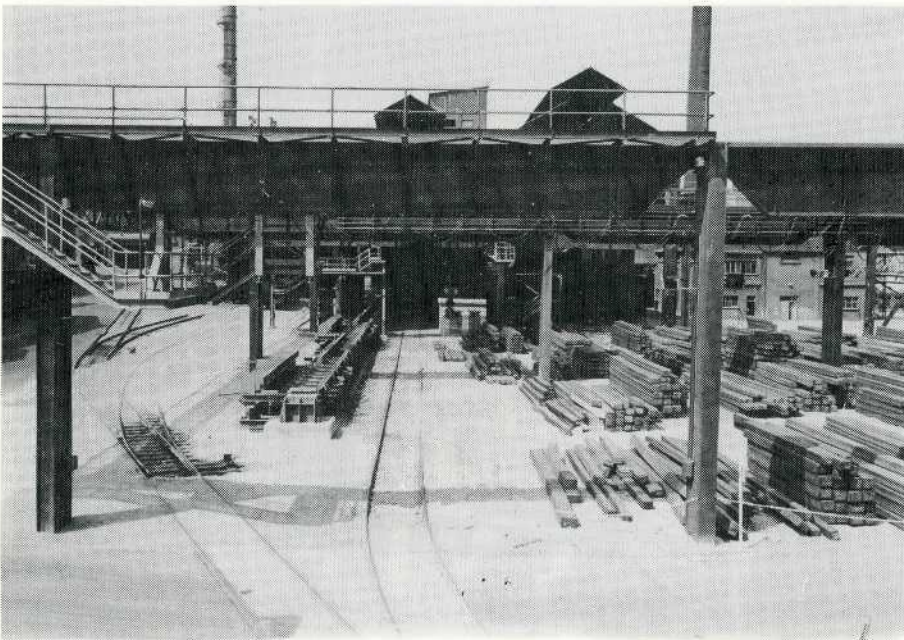
Werk gezien in de richting van het oude valblok.



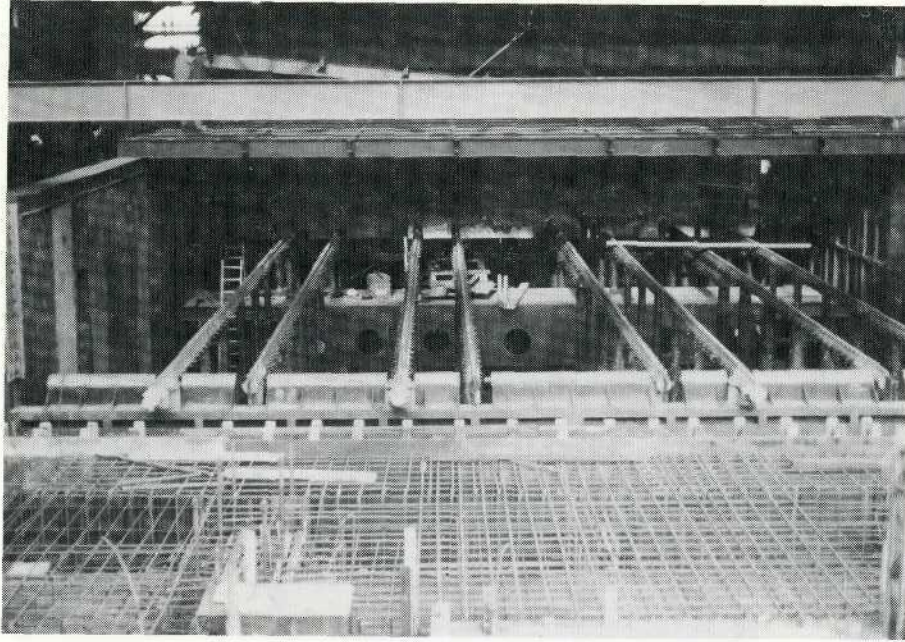
Werk gezien in de richting van de ruwijzermenger en de schrootstapelplaats.



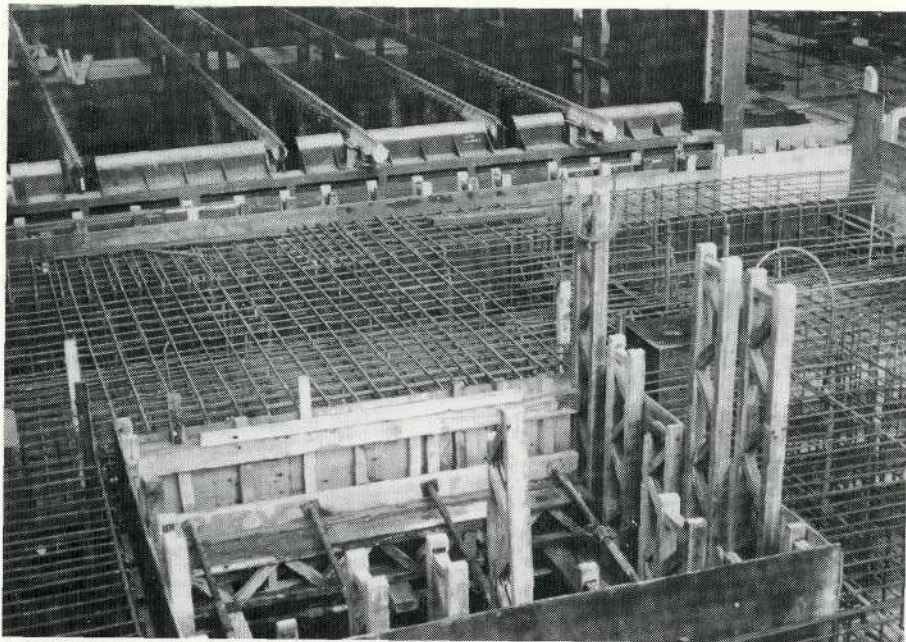
De bloomstapelplaats na uitvoering van de werken.



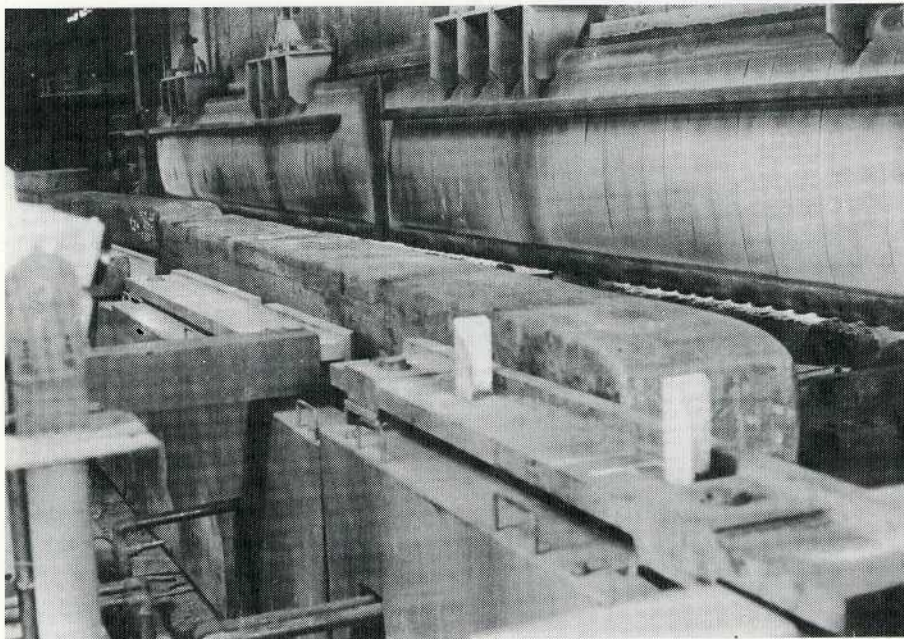
De rolweg die de gestockeerde koude blooms naar de verwarmingsoven aanbrengt.



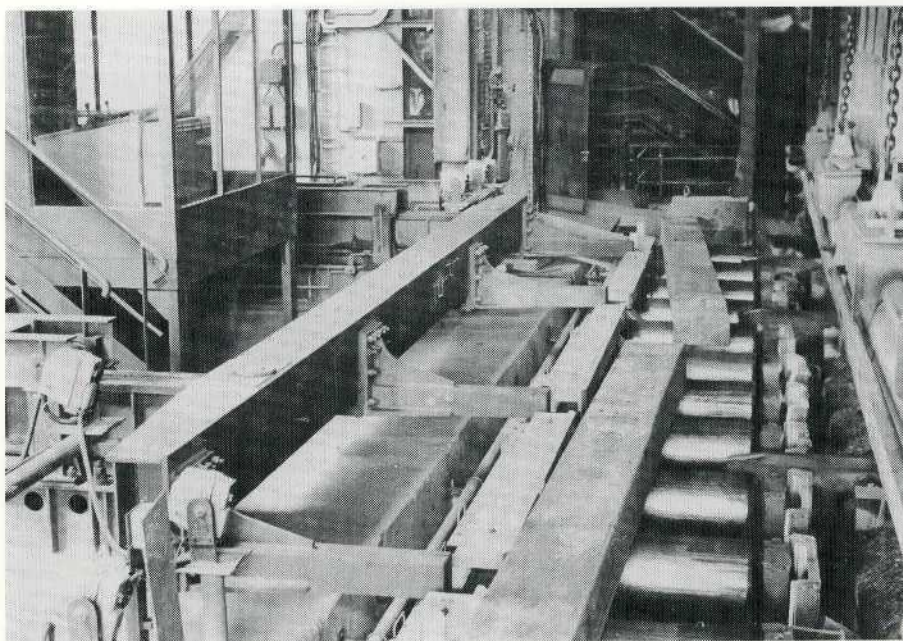
Funderingen van de doorwarmingsoven aan de zijde van de laadopening.



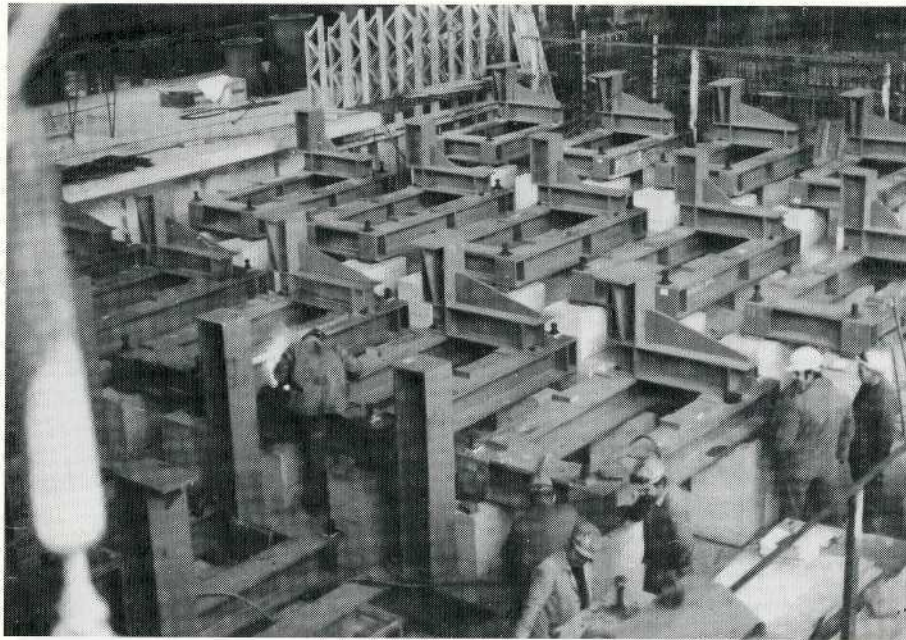
Funderingen van de ruimte tussen de stuurcabine voor de opening van de oven en de oven zelf.



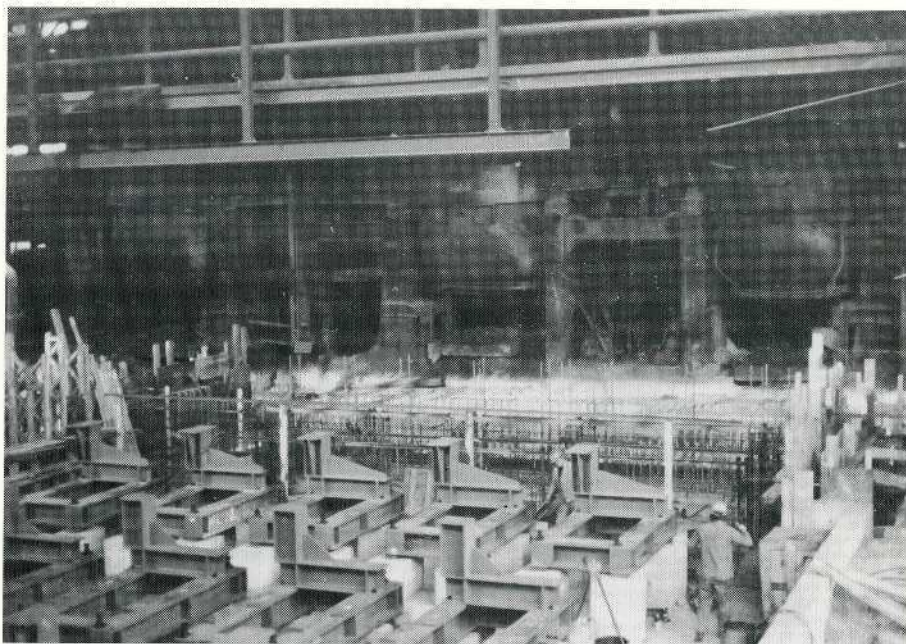
Koude blooms vóór de laaddeuren van de oven.



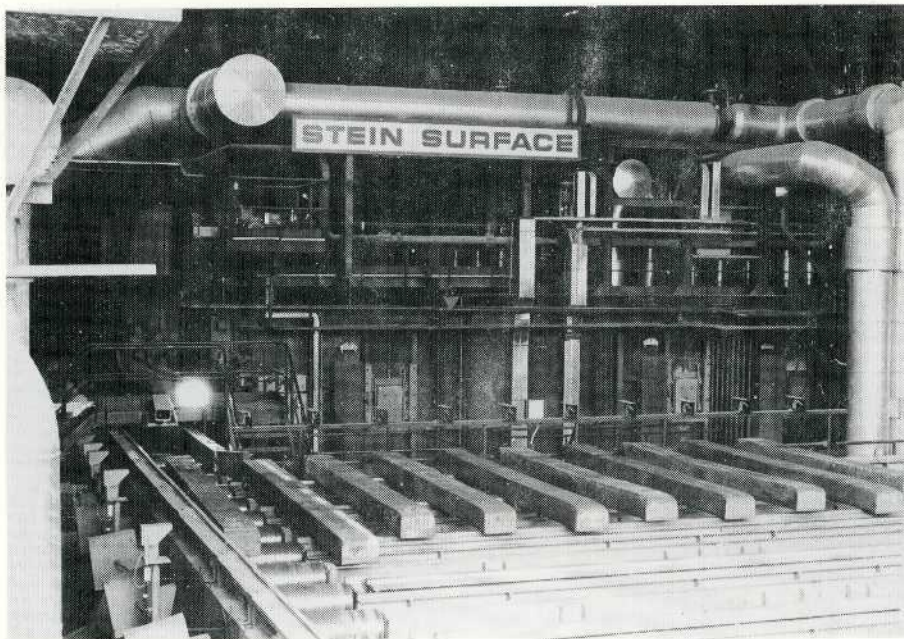
Stuurkabine die de lading van de oven beveelt en rolweg die de koude blooms vóór de laaddeuren aanbrengt.



Funderingen van het wachtoppervlak van de koude blooms.



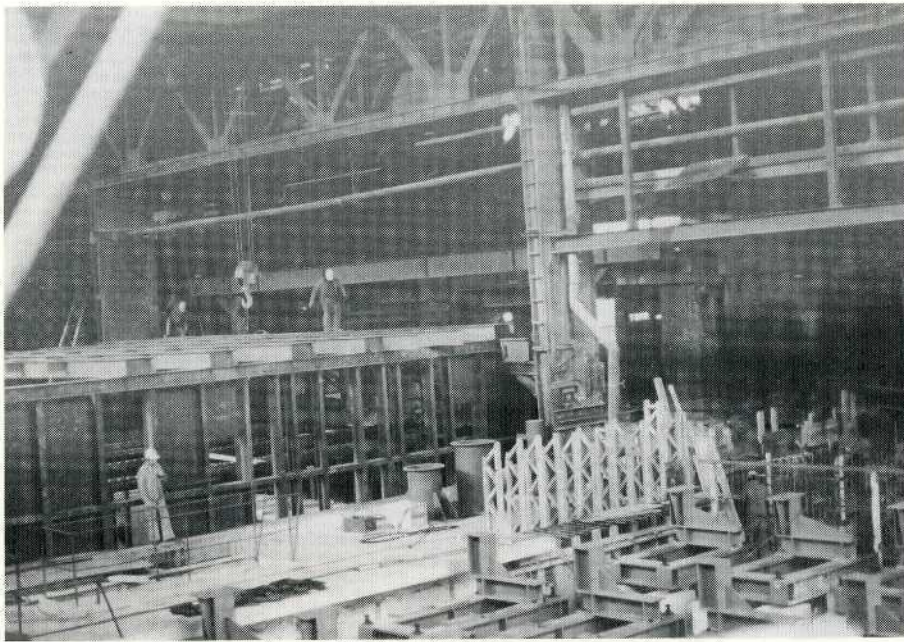
Funderingen van de stuurkabine voor het ontladen van de blooms met de oude Thomas-convertoren op de achtergrond.



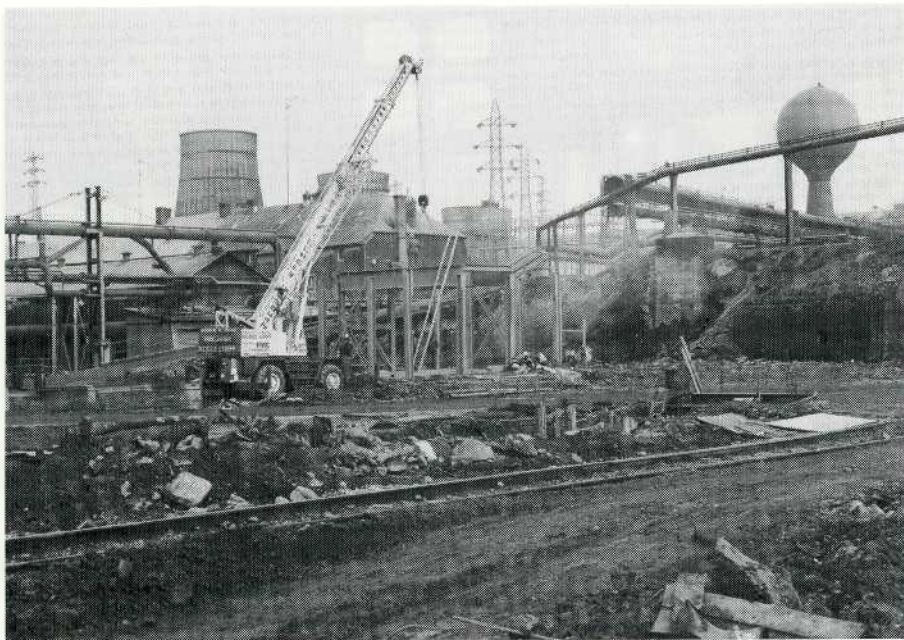
Wachtende koude blooms vóór de langzijwand van de oven.



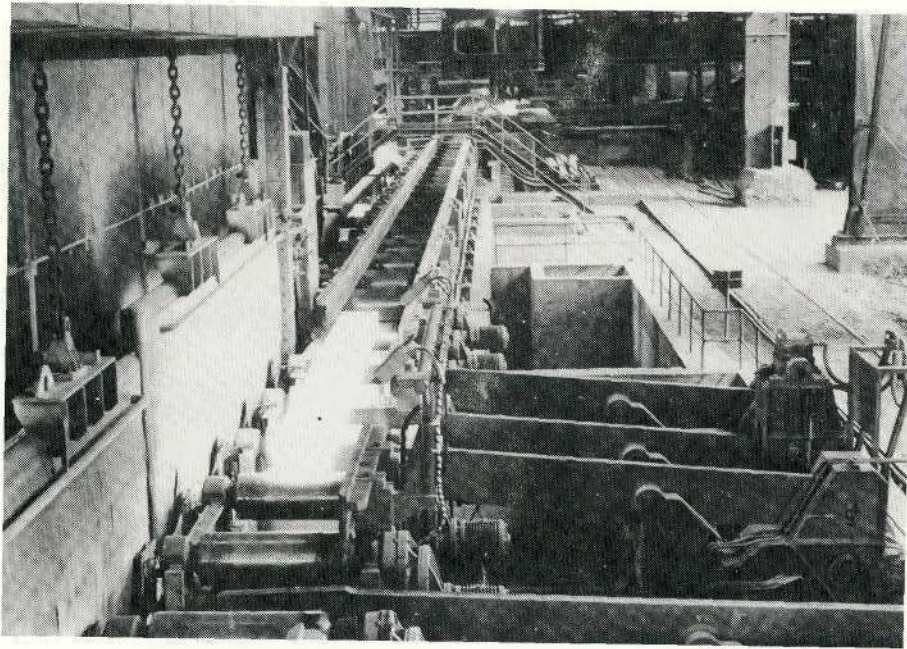
Binnenzicht van de stuurcabine die de ontlading van de doorwarmde blooms beveelt.
Zicht in de richting van de ontladingsluiken.



Bouw van de langswand van de oven.



Oprichting van het staalskelet van het valblok.



Ontlading van een doorgewarmde bloem die via een rolweg naar de blooming gevoerd wordt, waar hij verder zoals voorheen tot spoorstaven gewalst wordt. Elke drie minuten wordt één doorgewarmde bloem ontladen.



Uitzicht van het nieuwe valblok.

N A W O O R D

De " Internationale Schientagung 1979 " gehouden op 18 - 19 oktober 1979 te Heidelberg, verzamelde een honderdtal deskundigen van de spoorstaaffabrikanten en gebruikers van alle Europese netten. De vergadering gaf aanleiding tot uitermate vruchtbare gedachtewisselingen in verband met de jongste ontwikkelingen inzake spoorstaaftechniek.

Alle grote netten gaan over tot de bouw van nieuwe lijnen, waarvan het tracé ontworpen is voor reizigersverkeer op 250 km/h en goederenverkeer op 120 km/h. Te melden:

In Frankrijk: de lijn Parijs- Lyon, 430 km lang (voorzien 1982)

In Italië : de direttissima Roma - Firenze, 254 km lang.

In Joegoslavië: de lijn Belgrado - Bar, 476 km lang

In Duitsland :

voorziet men tegen 1990 het in dienst stellen van TEE en Intercity treinen met een snelheid van 200 km/h op hiernavolgende nieuwe baanvakken :

Mannheim - Stuttgart
Hannover - Würzburg
Köln - Gross-Gerau

Vanaf 1990 wordt voorzien de snelheid op 250 km/h te brengen op alle reeds in dienst zijnde nieuwe lijnen, alsmede op de nieuw te bouwen baanvakken :

Rastatt - Offenburg
Offenburg - Basel
Stuttgart - München

Deze nieuwe lijnen worden met spoorstaven van het UIC 60 profiel uitgerust met een trekvastheid van 880 N/mm² of 1100 N/mm² in de aan grote sleet onderworpen baanvakken.

Heden worden overal de spoorstaven uit oxy-staal vervaardigd.

Het continu-gieten van staal wint veld. Aldus worden sedert enkele jaren belangrijke hoeveelheden spoorstaven uit blooms afkomstig van continu-gietingen gewalst.

Vernoemen wij :

- Domnarvet die alle spoorstaven voor de Zweedse spoorwegen uit continu gegoten blooms vervaardigt.
- Lachenby levert 90 % van de spoorstaven aan de British Railways.
- Thyssen Hüttenwerk te Duisburg vervaardigt sedert enkele tijd ook spoorstaven afkomstig uit continu-gietingen.

5000 ton dergelijke spoorstaven werden bij wijze van proef door de Deutsche Bundesbahn geplaatst, terwijl de Nederlandse Spoorwegen er 500 t aangekocht hebben.

- Highveld Steel Cie vervaardigt sedert 12 jaar spoorstaven volgens dit procédé en 60 000 t dergelijke rails zijn in het Zuid-Afrikaans net ingebouwd.

- De NMBS heeft ook enkele lengten soortgelijke spoorstaven in proefbaanvakken geplaatst.

Te melden dat een moderne continu gieteenheid alleen maar gerechtvaardigd kan worden voor een maandelijksse bloomproductie van rond de 70 000 ton.

Inzake kwaliteit van het railstaal, heeft de KRUPPfabriek van Rheinhausen vier nieuwe soorten natuurharde spoorstaven op punt gesteld.

- Het betreft :
- perlietische staalsoorten
 - bainietische staalsoorten
 - staalsoorten met laag koolstofgehalte
 - austenietische staalsoorten, gekend onder de naam Hadfieldstaal (in België worden mangaanspoortoestellen uit dergelijk staal vervaardigd).

In onderstaande tabel wordt de chemische samenstelling van deze staalsoorten opgegeven :

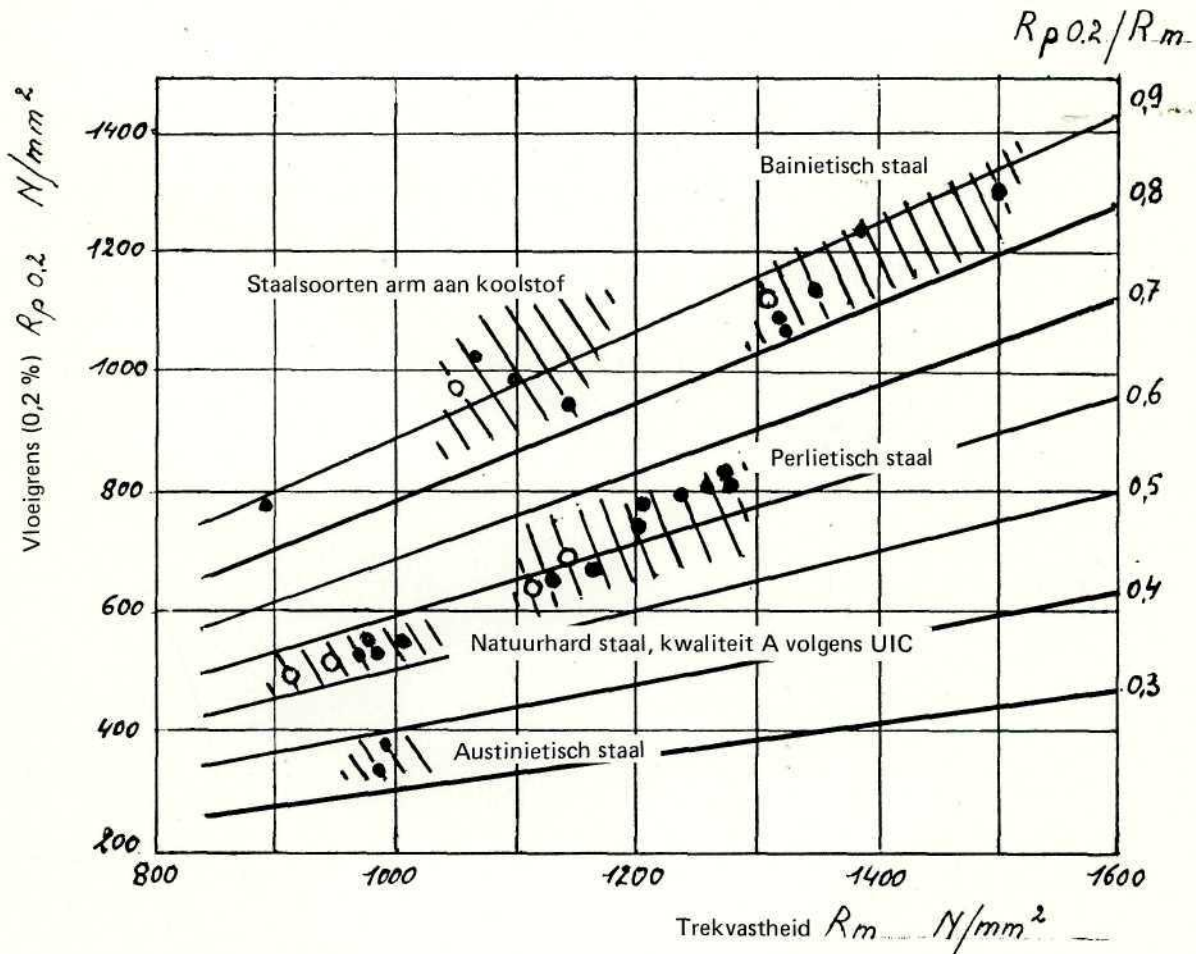
Perlietische staalsoorten	Bainietische staalsoorten	Staalsoorten met laag koolstofgehalte	Austenietische staalsoorten
---------------------------	---------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Chemische analyse in % :

C	0,75	0,3	0,07	0,7
Si	0,7	1,0	0,3	0,4
Mn	1,0	0,7	4,5	14,0
Cr	1,0	2,7	-	-
Andere elementen	0,1 V	0,2 Mo	0,5 Mo 0,1 Nb	-

Het diagram rekgrens / trekvastheid toont de zones waar de verschillende staalkwaliteiten zich onderling bevinden.

- WALSTOESTAND
- SPANNINGSVRIJ GEGLOEID



Proefbaanvakken werden aangelegd om de verschillende kwaliteiten inzake sleetweerstand te testen. Volgens de eerste bevindingen zouden de perlietische en de bainietische staalsoorten de beste uitslagen geven.

EEN WOORDJE VAN DANK

Wij houden eraan al de personen die meegewerkt hebben aan de verwezenlijking van dit werk onze dank te betuigen.

Wij moeten in het bijzonder de Directie van de fabriek van Rodange bedanken die ons heeft toegelaten zonder de minste beperkingen, foto's te nemen die dit werk illustreren en die bovendien clichéplaten voor kleurreproductie heeft ter beschikking gesteld.

Wij bedanken eveneens onze collega's van het studiebureau van de Dienst van de Baan die de tekeningen van de spoorstaafprofielen en de schema's hebben getekend. Wij betuigen eveneens onze dank aan de Algemene Directie en de Cine-foto dienst voor de verleende hulp en de aanmoedigingen.

Wij willen tevens onze dank betuigen aan de dames die de tekst hebben geordend en gereproduceerd, benevens aan het personeel van de drukkerij dat uitgeblonken heeft in dit toch wel ongewone werk.

Tenslotte danken wij gans in het bijzonder de Heer E. Duchesne, een niet spoorwegman, die ons bijgestaan heeft, om een vloeiende samenstelling van de nederlandse tekst te bekomen ondanks de zeer gespecialiseerde technische woordenschat.

LITTERATUURVERZICHT

1. Memorie van toelichting bij het ontwerp van de spoorlijn die aan te leggen was tussen Antwerpen, Brussel, Luik en Verviers, bestemd om het eerste baanvak te vormen van de spoorlijn Antwerpen - Keulen, opgesteld in opdracht van de Heer Minister van Binnenlandse Zaken door de ingenieurs van Bruggen en Wegen :

SIMONS en DE RIDDER
maart 1833
Uitgeverij P.M. DE VROOM
Leuvense weg Brussel 1833

2. Openbare Werken in België.

Verslagen van de verwezenlijkte werken.

Om te voldoen aan de verplichtingen door art. 6 van de wet van 1 mei 1834 aan de regering opgelegd, werden regelmatig verslagen in verband met de vooruitgang der werken en de uitbating van de spoorwegen aan de Wetgevende Kamers voorgelegd.

Hiernavolgende verslagen werden uitgegeven:

4 augustus 1835

1 maart 1837 Betreft de in dienststelling van de verschillende baanvakken.

26 oktober 1837

1 juni 1838 Betreffende de aansluiting van Namen bij het spoorwegnet.

26 november 1838

12 november 1839 Betreft de periode 1830 tot 1839.

Een uittreksel van dit verslag is in bijlage weergegeven.

31 december 1840 Periode 1840-41

2 februari 1841 Betreft de uitgevoerde werken op 31.12.1840

2 juni 1842 Periode tot 31.12.1841

12 april 1843 Periode 1842-43. Historiek van de ontwerpen.

Tot 1814 werd jaarlijks een rapport uitgegeven, eerst door de Minister van Openbare werken en vervolgens door de Minister van Spoorwegen, Post en Telegraaf, dit in uitvoering van art.6 van de wet van 1 mei 1834.

Het laatst uitgegeven rapport betreft de periode 1913-1914. (zie deel 4 - document nr 272).

3. Theoretische en practische verhandeling over de bewerking van ijzer.

B. Valerius.

Doctor in de wetenschappen en Professor van toegepaste scheikunde aan de Militaire School te Brussel.

Nota : De foto's die dit werk opluisteren werden door de auteur genomen.

Uitgegeven door de Wetenschappelijk en Industriële Boekhandel Augustin Mathias.

Malaquais kaai 15 Parijs

Brussel - 1843.

4. Theoretische en practische behandeling over de bewerking van gietijzer.

B. Valerius.

Leipzig

Uitgevers : Kiessling & Co Leipzig.

1851

Depot bij de Auteur, Bergstraat 69 Brussel.

5. Algemene verhandeling over de Metallurgie in 5 delen.

Dr. J. PERCY

Professor aan de Mijnbouwkundige Staatsschool te Londen.

Vertaald onder toezicht van de auteur met inleiding, nota's en appendix door E. PETITGRAND en A. RONNA. Ingenieurs.

Uitgegeven bij de Polytechnische Boekhandel Baudry - uitgever Parijs en Luik in 1867

6. Theoretische en practische verhandeling over de bereiding van ijzer en staal.

B. Valerius.

Uitgegeven bij Gauthiers-Villars

Augustijnenkaai 55 - Parijs.

Gustave Mayolez

15 Hertoginestraat Brussel

Gent en Leipzig Clemm

1875

Tweede originele franse uitgave volgens het manuscript van de auteur, aangevuld met verscheidene artikels van H. Valerius, Professor aan de Gentse Universiteit.

7. Verhandeling over de uitbating van de Spoorwegen.

A. Flamache en A. Huberti

Eerste deel 1885

Boekhandel - Gustave Mayolez.

8. Het vervaardigen van staal en zijn industriële toepassingen.

Louis KNAB

Uitgegeven bij Steinheil 1889

Casimir - Delavignestraat - Parijs.

9. Leergang over de exploitatie van de spoorwegen.
Ulysse Lamalle.
Het spoor - aflevering 1.
Tweede uitgave 1951
Universitaire boekhandel
Ch. Uystpruyst
Muntstraat 10 - Leuven
Dunod - 12 Bonapartestraat - Parijs
 10. Geschiedenis der belgische spoorwegen.
Joseph Delmelle 1977
Uitgever Paul Legrain
72 Defaczstraat
1050 Brussel
 11. Historiek van de spoorstaaf.
Uitgever L. CUYPERS Brussel
 12. Historiek van de spoorlijnen.
"Au fil du Rail"
door F. Lebbe.
XXIV - Geschiedenis van de spoorwegen in België 1949.
 13. N.V. Nederlandse Spoorwegen.
Dienst van Personeelzaken
2de afdeling, sector C.
Cursus Bovenbouw januari 1966
 14. Sind Breitfussschienen auch für die Eisenbahn die Zukunft optimal ?
door Prof. Werner Herbst
Fachgeber Eisenbahnwesen und spurgebundener Nahverkehr
Technische Universität Berlin
Heft 9/1979 bladz. 383 - 394.
-

791676