

Kedler

Tekst

Til pr maskiningeniør Fr. Christensen R.p.p.
:venlig hkennemlighed til mine tid-
ligere foresatte. F. Ebbesen

F O R E D R A G

vedrørende

K E D L E R

holdt i Helsingfors i ^{oktober} ~~september~~ 1951.

A.	Indledning	side 1
B.	<i>Kedelrensning</i>	" 5
C.	<i>Kedelrør</i>	" 13
D.	<i>Støttebolte</i>	" 23
E.	<i>Fyrkasser</i>	" 46
	Litteraturhenvisning	" 51

Indledning.

I de senere år har tendensen i Danmark ved nyanskaffelser af trækraft, for de mindre enheders vedkommende, gået i retning af motormateriel, hvorimod man for de store enheders vedkommende stadig holder sig til dampen, og mødeudvalgets fastlæggelse af erstatningslokomotivkedler viser, at der endnu er interesse for dampdriften.

Jeg vil ikke her fremkomme med noget særligt ekstraordinært, men kun fremlægge vore daglige problemer, der forhåbentligt, ved fælles hjælp, kan give udbytte.

A. Regulering af maskinernes indgang til værkstedet, revisionsterminer, reparationstiden, reservekedler.

Inden jeg går over til det mere maskinelle, vil jeg fremkomme med en historisk udvikling hjemme fra.

Efter forrige verdenskrig begyndte vi på modernisering af lokomotiverne litra D og K, vi sagde de ombyggedes og værkstederne belastedes herved noget udover det normale.

Hvornår en kedel skal til revision afhænger af de gældende regler, kilometerne kan være afgørende, antallet af opfyrdningsdage eller revisionen kan foretages efter faste terminer og endeligt kommer naturligt den almindelige tilstand af kedlen.

I Danmark holder vi os stadig til de faste terminer, det afgørende er sikkerheden og økonomien. Efter den forrige verdenskrig med sine materialelevanskeligheder, de kommende ombygninger m.m. foranledigede den øgede værkstedsbelastning, at lokomotiverne blev for længe i værkstedet, der var f.eks. flere fyrkasser at isætte end værkstedet kunne overkomme.

Billed 1 viser hvorledes forholdet lå i tiden 1926 - 1929 alene med fyrkassefornyelser. Billedet viser særdeles lange reparationstider.

Lokomotiverne der kommer i værkstedet deles i tre grupper, O-reparationer, L-reparationer og S-reparationer, henholdsvis dem der kommer ind for havari eller mindre reparationer, for hjulafdrejning, og dem der kommer ind for hovedrevision, de sidste giver langt det overvejende arbejde til værkstedet, hvorfor opmærksomheden særligt skal henledes på denne gruppe.

Der blev foretaget en almindelig værkstedsanalyse, der viste (billed 2) at demonteringen kunne tage fra 3 - 15 dage, kedlens ophold i kedelsmedien fra 10 - 60 dage, at gøre kedlen klar til tryk tog fra 4 - 13 dage og at samle maskinen og prøvekøre kunne tage 10 - 20 dage. Regnedes udelukkende med de korte tider kunne reparationen udføres på 27 dage, regnedes med de længste tider kom man til 108 dage evt. endnu mere.

A.

Analysen viste tydeligt, at det var kedlen, der sinkede reparationen mest.

Forsinkelsen ahang af hvor meget den enkelte afdeling var belastet, og af hvor mange folk der var til rådighed. Værkstedsdagene blev øget, når der kom mange maskiner i værkstedet på samme tid, i sådanne tilfælde kunne f.eks. en kedel stå hen i flere dage uden at den overhovedet blev rørt.

Der måtte et samarbejde til mellem distrikt og værksted for at fjerne propperne, sammenklumpningen.

Lokomotivparken i 1. Distrikt bestod dengang af 282 maskiner, og revisionsperioden var dengang 3 år, altså skulle der på et år revideres $1/3 \cdot 282 = 94$ lokomotiver. Med 300 arbejdsdage pr. år skulle der ved jævn indgang i værkstedet komme en maskine ind hver $\frac{300}{94} = 3,19$ dag - hver 3^{die} dag.

Det var ikke lige meget om en maskine kom i værkstedet henad fyraften eller tidligt på morgenen, derfor aftaltes, at maskinen skulle være i værkstedet inden kl. 10.

Analysens bogstaver viser, hvor kedlen befinder sig, tallene angiver, hvad der gøres ved kedlen, f.eks. ses lokomotiverne 832 - 904 - 707 - 309 - 331 - 326 og 488, der kom i værkstedet henholdsvis den 4, 4, 9, 4, 3, 11 og 9. december 1929, at alene demonteringen har taget henholdsvis 10, 13, 9, 11, 12, 12 og 11 dage, et arbejde der normalt burde kunne gøres på ca. 3 dage for hver maskine. Der er kommet for mange maskiner i værkstedet på en gang og så kommer der for få folk på hver. På lignende måde går det med kedlerne.

En 3 dages takt kan gennemføres for demonteringen, og man prøvede om det også var gennemførligt for kedlerne. Her skelnedes mellem afdækket kedelprøve, hvor kedelrørene ikke engang forlangtes udtagne, og indvendigt eftersyn hvor rørene toges ud, og kedlen besigtigedes indvendig. Endelig gav de varierende fyrkassereparationer f.eks. fyrkassefornyelser store svingninger i arbejdsmængden.

Forskellen mellem en afdækket kedelprøve og et indvendigt eftersyn var blevet mindre og mindre, man var efterhånden gået over til altid at tage kedlen op af ramme, og man forlod princippet kun at udskifte et parti rør (gerne dem der var nemmest at komme til), og med tryklufften som hjælpemiddel udskiftedes alle rør ved hver S-reparation, forskellen reduceredes til kun at omfatte en bedre rensning og så at foretage det lovmæssige indvendige eftersyn. Derfor gik man bort fra at foretage afdækket kedelprøve og udførte et officielt indvendigt eftersyn hver gang.

Efter simplificeringen af kedleeftersynet prøvedes kedelsmedarbejdet inddelt i 3 takter á 3 dage, altså skulle den samlede reparationstid være $3 \times 3 = 9$ dage.

Billede 3 viser arbejdets gang og de værkstedsdage der kunne have været sparet på kun denne første del af maskinens gang gennem værkstedet, såfremt der var blevet foretaget en regulering og 3 dages

A.

takter indførtes.

Skønnedes kedelreparationen at blive så stor, at den ikke kunne færdiggøres indenfor de fastsatte 9 dage, måtte der tils til reservekedlen. De døde perioder indenfor takterne skulle udlignes ved reservearbejder såsom kedelrør, reservefyrikasse, reservekedler m.m. Ved fyrikassefornyelser gik kedlen ud af billedet efter 2^{den} takt og eventuelt kunne en hvilken som helst anden reservekedel, der skulle færdiggøres sættes ind i 4^{de} takt (idet demonteringen foregår i 1^{ste} takt). En betingelse herfor er dog, at man har reservekedler.

Det nødvendige antal reservekedler er anført i billede 4.

Antallet af reservekedler er udregnet på basis af fuldstændig regulering og under forudsætning af, at de to distrikter vil dele kedlerne imellem sig. Forstyrrelser i reparationer, regulering, uforudsette fyrikassefornyelser vil lægge beslag på flere reservekedler, og jo flere jo mere man nærmer sig den ikke regulerede indgang af maskiner. Uden nogen regulering er antallet af nødvendige reservekedler angivet i næstsidste kolonne, udregningen herfor er baseret på værkstedsanalysen. Da man ikke kan få tingene til at arbejde helt eksakt vil man med minimumsværdierne ret ofte få mangel på reservekedler. Tabellen viser, at man skal have betydelig flere reservekedler ved ikke reguleret indgang end ved reguleret.

Ved en indgangsregulering er det ikke alene antallet, der skal reguleres, men man må også tage hensyn til de forskellige litra og se på sæsoner og højtider m.m.

Tanken var at udføre en lokomotivreparation i 9 takter á 3 dage nemlig:

Demontering	1 takt	3 dage
Kedelsmedien	3 "	9 "
Klarg.t. tryk	2 "	6 "
Montering	3 "	9 "
	<u>9 takter 27 dage</u>	

og for at komme fra eksisterende til ønskede forhold fordres regulering og noget at regulere på eller med.

På billede 5 anskueliggøres ændringen af terminerne fra afdækket kedelprøve og indvendigt eftersyn til udelukkende indvendigt eftersyn, driftsperioderne bliver herved lidt større.

Gennem et par tempi blev revisionsterminen på 3 år ændret til 3 $\frac{1}{2}$ år med tilladelse til, hvis værkstedet efter besigtigelse gik ind herfor, at udstrække terminen til hele 4 år. Det ekstra halve år kan bruges, og bruges til at regulere på, og kan særligt praktiseres på de mindre lokomotiver, der ikke udnyttes i så høj grad som de store.

At det også har været nødvendigt at foretage en regulering efter at terminen ^{blev} var forlænget til 3 $\frac{1}{2}$ år, idet de forskellige terminer kom til at ligge mellem hinanden viser billede 6. Det ville have været komplet umuligt for værkstedet at ekspedere alle reparationerne,

der ville komme i 1933 og distriktet havde ikke kunnet undvære alle de maskiner der kom til at stå hen, man måtte udjævne ved regulering.

Københavns værksted kunne ikke sådan uden videre begynde efter de nye retningslinier, man havde således ikke det fornødne antal reservekedler, derfor måtte der anvendes en gradvis tilrettelægning ved langsomt måned for måned at sætte reparationstiden ned og samtidig afhjælpe de mangler, man stødte på. Hvorledes det gennemsnitlige antal værkstedsdage gik nedad ses på billede 7.

Værkstedet kom ret hurtigt ned på 28 værkstedsdage med de mindre standardmaskiner, men der fandtes stadig unormale maskiner, hvortil der ikke var reservekedel og andet som sinkende kom ind i systemet, men kurven var dog stadig faldende. Spidsen ~~midt~~^{Sidst} i 30^{erne} hidrørte fra, at distriktet foretog en byttehandel med 2. Distrikt og fik hele tre R-maskiner overført, der alle forfaldt til fyrkassefornyelse næsten samtidig og hvortil man end ikke havde kobberfyrkasseplader ikke engang i ordre, så disse skulle først indkøbes og i mellemtiden stod maskinerne og talte værkstedsdage. Derefter kom istandsættelsen af de overtagne svenske lokomotiver, og det fik kurven til at stige. Senere kom krigen, der måtte endnu mere tilrettelægning til for igen at få reparationstiden ned. Endelig er der kommet betydeligt flere store maskiner på bekostning af flere små, så værkstedet kan ikke længere, også på grund af det større reparationsinterval, få en maskine i værkstedet hver tredje dag fra et interval på 4 dage tages der nu kun en maskine ind hver 5^{te} dag. For at få L-reparationerne med ind i takt-systemet tages der fast en L-reparation ind 3 dage efter en S-reparation og 2 dage efter en indgået L-reparation, kommer så igen en S-reparation.

Antallet af reservekedler der rådes over i dag ses af billede 8 og antallet øges stadig. Billede 9 og 10 viser den arbejdsplan værkstedet dog stadig søger at overholde.

Billede 11 viser en kurve, der er taget ud af en dissertation fra Aachen 1931 "Die Wirtschaftlichkeit einer lokomotivausbesserung" von Dip. Ing. Albert Grünwald, Reichsbahnbauführer. Kurven angiver hvorledes den mest økonomiske reparationstid bør variere efter antallet af maskiner der indgår i værkstedet. For tre maskiner ind daglig er reparationstiden 6 dage, for 1 maskine daglig 7 dage, for $\frac{1}{2}$ maskine daglig 10 dage, $\frac{1}{4}$ maskine 18 dage og $\frac{1}{8}$ maskine også 18 dage, og så stiger tiden yderligere for færre maskiner, og man har heroppe på kurven helt forladt takt-systemet. I forbindelse med kurven må tilføjes, at der er regnet med helt ensartede maskiner og så er prøvetursdagen og lignende nok heller ikke medtaget.

Skemaet efter hvilke vi hjemme ordner indkaldelserne er vist på billede 12, lokomotivets litra og nummer, forfaldsdato og fyrkassens karakter (det lille tal), og om maskinen har fået revisionsfrist-forlængelse står anført m.m.

Af sidste kurve (billede 7) fremgår at der stadig er noget at stræbe efter og meget kan nås, det er bare tilrettelægning.

A.

En ting jeg også meget vil lægge på sinde er, at er det engang fastlagt ved de månedlige møder mellem distrikt og værksted, at de og de maskiner skal i værkstedet den og den dag, så skal de også være i værkstedet den fastsatte dag, så værkstedet kan regne med maskinerne. Men på den anden side, skal værkstedet, når de har sat en maskine til udgang en bestemt dag, også gøre meget for at holde dagen, så opstår det gode samarbejde mellem distrikt og værksted til gavn for begge parter.

For at sikre ensartethed på reservekedlerne brugtes for de mindre typers vedkommende en monteringsramme hvori kedlerne blev samlede. Rammen blev fremstillet af en gammel lokomotivramme og herpå kunne man så samle de forskellige hoveddele med hinanden og derved sikre ensartede kedler. De store kedler opbygges dog efter midterlinier o.s.v.

Vanskelighederne viser sig særligt ved ældre kedler der går ind i billedet som reservekedler, unøjagtighederne kan her være så store at de kan sinke en maskine en hel dag. Fastspændingshullerne i røgkammeret passer ofte ikke, hvorfor man så i tide må lukke disse for senere at bore nye. ~~Monteringsrammen er vist på billedet 15.~~

B. Kedelrensning.

Rundkedlen indvendig
Bagkedlen "
Den udvendige kedel
Udtørring.

1. Rundkedlen indvendig.

Ved rensningen skal stenen fjernes således, at kedelplader kan efterses for tæringer, revner og eventuelt andre mangler.

Rensningen sker ved tryklufrensning. Der haves nok den almindelige renseshammer med kun 1 stempel, men for at fremme arbejdet bruges også hamre med 3 og 4 stempler (billede 1 og 2)^{2a}. Den trestemplede hammer er indrettet således, at spildeluften suger noget af støvet bort fra rensstedet og blæser det videre og bort gennem en særlig slange, men helt effektiv er den ikke, derfor har man også anbragt en støvafsugningsanordning for enden af røgkammerrørvæggen, hvis rørhuller tildækkes af en træplade. Luftstrømmen føres forbi renseren inden den kommer til værktøjet og fortsætter videre med støvet til afgang gennem rørvæggens huller, lærredsslangen og ud i det fri +3a(billede 3). Alligevel hænder det, at renseren kommer til at sidde i støvet luft, derfor arbejder han ofte med støvhætte på når han renser rundkedel. Støvhætten har friluftstilførsel.

B.

For ikke at være generet af håndlamper anvendes en pandelampe, der får tilført elektrisk strøm gennem en lavspændt transformator.

Billede 4, 4a2. Bagkedlen indvendig.

For bedre at komme til mellem støtteboltene fjernes først de støttebolte man på forhånd ved skal udskiftes. Også her bruges pandelampe, men desforuden bruges en renselampe, en beskyttet rørlampe anbragt på et skruesnoet ståltrådkabel, hvorigennem den elektriske ledning er ført (billede 5). Grundet kablets stivhed kan lampen skydes hen over støtteboltsrækkerne og ind imellem disse, så man har god mulighed for at få fladerne og de enkelte støttebolte godt belyste så stensamlinger og andre defekter kan iagttages, og den rigtige belysning fremmer også arbejdet. Ude fra kan renselampen også føres ind gennem større og små renehuller og grundet det snoede ståltrådkabel ret nemt dirigeres.

Fyrkassen renses for en stor del inde fra rundkedlen, men for på en nogenlunde hæderlig måde at kunne komme til ude fra, fjernes gerne de nederste hjørneprøjsere (rensebøsninger) altså ikke klappen alene, men også bøsningen, men desforuden anbringes der renehuller et par steder i bagpladens siderundinger. Hullerne er så store at renselampen, et kontrolspejl eller mindre reneværktøj kan stikkes igennem (billede 6). Hullerne sidder ofte sådan at både sider og bagplade kan bearbejdes gennem samme hul. Det ene hul er gerne anbragt sådan, at man kan rense henover fyrhullet. Rensehullerne lukkes med en konisk gevindprop udført i bronze.

Foruden de almindelige lange stødmejsler og kradsere anvendes en lille trykluftrensehammer anbragt på et langt rør ($\frac{1}{4}$ " (billede 7). Hammeren kan indefra føres ned gennem støtteboltsrækkerne, men den kan også føres ind gennem de små renehuller, og på grund af hovedets skrå stilling, og ved at dreje og evt. bukke røret, kan mange stenbelagte steder bearbejdes, og man har et ret godt overblik over arbejdet ved hjælp af den før omtalte renselampe.

Hammeren skal under brugen hele tiden tilføres en lille smule olie, derfor er et simpelt men tilfredsstillende automatisk virkende smøreapparat påskruet røret lige efter afspærringshamen. (Billede 8).

På billede 9 er vist hvorledes der arbejdes med renselampe og lampe gennem renehullerne.

Imidlertid går vi på Sjælland mere og mere bort fra rensning ad mekanisk vej, i stedet tilsættes kemikalier til vort ret hårde vand så stenen delvis holdes opslemmet i vandet, og derfor kan lade sig fjerne fra kedlen gennem en lille slamhane der konstant står åben under kørslen.

Jeg skal ikke komme nærmere ind på problemet, men kun nævne at der gennem tiderne har været anvendt tilsætningsmidler som:

B.

Kalk og soda
 Reffo
 Natriumaluminat (Alfloc B)
 Antiskumningsmidlet Nalko N
 Alfloc 58

Allerede ved overgangen til Reffo mærkedes et stærkt øget slid på armaturer m.m., hidrørende fra de mange faste partikler der gik fra kedlen sammen med dampen.

Den efterhånden stigende udnyttelse af lokomotiverne medførte, at man på de mest benyttede maskiner måtte til at rense mellem støtteboltene ved L-reparationer, men de nyeste kemikalier har bevirket, at rensningen ved L-reparationen helt er ophørt, og man tænker på ved maskiner der får den fuldstændige vandrensningsbehandling endog at lade rørene blive siddende i kedlen ved L-reparation. Det må også tilføjes, at antallet af utætte rør er gået stærkt ned efter påbegyndelsen af den mere effektive vandrensning. Hvor meget distriktets rørforbrug er gået ned de sidste år fremgår af billede 10.

Naturligt er der også nedgang i den aflejrede stencmængde, den vejes efter hver kedelrensning, og vi må til at tænke på at få rensakkorderne reviderede.

Man har forsøgt at rense kedler med fortyndet saltsyre, men tæringerne på jernet grundet kobberet syntes for store.

Vore vognvarmekedler, der har stålfyrkasse, renses stadigvæk med fortyndet saltsyre.

3. Den udvendige kedel.

Inden vore kedler forlader værkstedet, bliver de overmalede med sort jernlak, en maling der kun holder en vis tid, og når kedlerne om en $3\frac{1}{2}$ - 4 år kommer igen, er der ikke meget tilbage af farven, så den beskyttende virkning er så som så.

Efter at nye rustbeskyttende midler er kommet frem, har man prøvet enkelte af disse, men er endnu ikke kommet til noget endeligt resultat. Derimod har man fuldendt målinger over varmetabet fra kedlers overflade.

Formålet var at undersøge, om man ved bemaling evt. anden overfladebehandling, som nedsætter varmestralingstabet, ville være i stand til at formindske varmetabet væsentlig fra lokomotivkedlers tabsgivende flader.

Vedlagte billede 11 (forsøgsopstilling) viser forsøgsbeholdere med kappe. Ved forsøg anbragtes kappen 50 mm hævet over underlaget og hvilende på et trækors. I bunden af kappen anbragtes ligeledes et 50 mm højt trækors, hvorpå forsøgsbeholderen blev stillet. Som varmeafgivende medium anvendtes ledningsvand, opvarmet til ca. 95° C. I mellemrummet mellem beholder og kappe anbragtes forskellige isolerende materialer. Beholder og kappe var fremstillet af handelskvaliteten "sort

B.

Ved de udførte forsøg var overfladernes behandling som angivet på skema 1, billede 12.

Som isolerende materiale mellem kappe og beholder anvendtes:

- 1) asbestmåtte, ca. 30 mm tyk, bestående af 2 lag asbestlærred med mellemliggende asbestuld, fremstillet af nyt materiale.
- 2) asbestmåtte, som 1, men fremstillet af brugt materiale fra en rundkedelmåtte.
- 3) asbestmåtte, som 1, men gennemfugtet.
- 4) aluminiumsmåtte, bestående af 5 lag aluminiumsfolie mellem stålnet, samlet tykkelse ialt ca. 7 mm.
- 5) knitterfolie, bestående af ca. 5 lag meget løst krøllet folie.

Beholderne med eventuel kappe og isolationsmateriale blev hængt til afkøling ved stuetemperatur; på et termometer, som, stukket gennem en korkprop, anbragtes i påfyldningsstutsen med temperaturføleren midtvejs nede i beholderen, aflæstes temperaturerne hver halve time. Temperaturfaldkurverne ses på diagrammerne 1 - 6.

Der førtes ikke kontrol med de ydre forhold ved forsøget, såsom luftbevægelser, kappens udvendige temperatur og små temperaturvariationer i lokalet; ligeledes var det vanskeligt at få isolationslagene nøjagtigt lige tykke hele vejen rundt om den indvendige beholder; på grund af vægtfyldeforskellen var temperaturen højere foroven end forneden i beholderen, og endelig gav hank, påfyldningsstuds og trækors uregelmæssigheder i varmetransmissionen.

Man kan derfor ikke ud fra de udførte forsøg opstille absolutte varmetabsberegninger, men da forsøgsbetingelserne fra forsøg til forsøg ikke afveg væsentligt, vil det være tilladeligt at betragte og bedømme forsøgsmaterialet sammenlignende. Det må dog bemærkes, at de i det følgende opstillede værdier for procentvise besparelser og tab i varme kun må anses at gælde for denne specielle opstilling, medens man ved anden form eller anden størrelse af beholderne ville få noget andre værdier.

For at kunne foretage en talmæssig sammenligning mellem temperaturfaldkurverne kan man for eksempel vedtage, at temperaturfaldet fra $90 - 80^{\circ} \text{C}$ divideret med den til denne temperaturændring anvendte tid skal danne grundlaget for sammenligningen. Da de fleste kurver ikke afviger væsentlig fra rette linier i intervallet, vil man med tilnærmelse kunne anvende således bestemte hældninger ved bedømmelsen af de forskellige isolationsmetoders brugbarhed, og man kan da opstille skema 2, billede 12.

Variationerne i varmetab ved forskelligt udfyldning af mellemrummet mellem beholder og kappe vil skyldes dels varmeledning og dels varmestråling, medens variationerne i tab ved forskellig overfladebeskaffenhed af mellemrummets begrænsede flader skyldes stråling.

Varmetabsværdierne i det følgende henviser til skema 2. Diagram 1- billede 14.

B.

Sortmalede overflader.

Diagrammet viser en sammenligning mellem forskellige isolationsmetoder som delvis benyttes ved D.S.B.

Følgende skema giver besparelser i varmetabet sammenlignet med beholder alene:

kurve nr.	isolationens art	besparelser	
		°C/time	%
1	beholder alene	21,3-21,3 = 0,0	0,0
2	" + kappe	21,3-13,0 = 8,3	39,0
5	" + " + tør asbestmätte	21,3- 4,4 = 16,9	79,5
4	" + " + foliemätte i net	21,3- 8,0 = 13,3	62,5
6	" + " + løs knitterfolie	21,3- 4,1 = 17,2	80,7
3	" + " + våd asbestmätte	21,3-11,8 = 9,5	44,6

Desuden viste forsøg at det ikke var muligt at konstatere forskel i varmetab hidrørende fra forsøg med ny og brugt asbestmätte.

En sammenligning mellem tør asbestmätte og løs knitterfolie giver følgende besparelse ved anvendelse af knitterfolie:

$$\frac{4,36-4,08}{4,36} \cdot 100 = \underline{\underline{6,4 \%}}$$

Det må hertil bemærkes, at det rimeligvis vil være meget vanskeligt at vedligeholde en isolation med løs knitterfolie, ligesom monteringen vil være besværlig.

Foliemätte i net giver sammenlignet med tør asbestmätte følgende tab:

$$\frac{8,00-4,36}{4,36} \cdot 100 = \underline{\underline{85,7 \%}}$$

Denne isolationsmetode anvendes i visse af Statsbanernes nye loko litra E, men bør snarest udskiftes til asbestmätter. Folie pakket mellem 2 flader trådvæv er praktisk anvendeligt, men folie bliver meget let trykket ved montering og demontering og mister derved meget af sin isoleringsevne.

Våd asbestmätte sammenlignet med tør asbestmätte giver følgende tab, som må opfattes som ekstra ledningstab:

$$100 \cdot \frac{11,8-4,36}{4,36} = \underline{\underline{171 \%}}$$

Dette ekstra tab forekommer ved lokomotivcylindre, hvor mätterne fugtes blandt andet af snøfteventiler og utætte ledninger, for eksempel ved loko litra P og S.

Diagram 2, billede 15.

Aluminiumsbroncerede flader.

Diagram 3, billede 16.

Foliebeklæbde flader.

Diagram 4, billede 17.

Pulverbehandlede flader.

B.

Diagram, billede 18.Ubehandlede flader.

Følgende skema giver en sammenligning mellem disse fire diagrammer og diagram 1, sorte overflader.

	aluminiumsbronce- rede flader		foliebeklæbde flader		pulverbehandlede flader		ubehandlede flader	
	°C/time	%	°C/time	%	°C/time	%	°C/time	%
beholder alene	21,3-15,2= 6,1	28,6	21,3-10,8= 10,5	49,4	21,3-13,9= 7,4	34,7	21,3-13,2= 8,1	38,6
beholder + kappe	13,0-9,4 = 3,6	28,1	13,0-6,9 = 6,1	46,9	13,0-7,9 = 5,1	38,7	13,0-9,4 = 3,6	27,7
beholder + kappe + tør måtte	4,36-4,42= -0,06 ?	-1,4 ?	4,36-3,65= 0,71	16,3	4,36-4,15= 0,21	4,8	4,36-4,16= 0,20	4,6

Man lægger mærke til i hvor høj grad tilstedeværelsen af asbestmåtte udjævner de ret store temperaturtabsforskelle som findes ved beholder alene, sml. 1^{ste} og 3^{die} række skema 2.

Ligeledes ses ved sammenligning af sortmalede flader og ubehandlede flader, at bemalingen har forøget varmetabet betydeligt. (De ubehandlede flader var endnu ikke meget rustne).

Diagram 6, billede 19.Beholder alene.

Diagrammet viser direkte forholdet mellem kurverne ved beholder alene og ved forskellig overfladebehandling.

Det er kendt, at en kedelisolations for at give de største besparelser i varmetab må indeholde et konvektionshindrende element med minimal ledningsevne, foruden at de tabsgivende overgangsflader skal tillade den mindst mulige varmestråling.

Forsøgene viser, at den oftest benyttede isolationsmetode, asbestmåtte mellem kedel og pladebeklædning har en udmærket virkning. Kun forsøget med sorte flader og løs knitterfolie og forsøget med foliebeklædte flader og asbestmåtte giver væsentlig bedre virkning.

Om de 2 sidstnævnte forsøg kan det siges:

Montagen af de løse knitterfolie er meget vanskelig, et forsøg med uheldigt monteret folie viste dobbelt så stort varmetab som forsøget med rigtig montage; ligeledes må det antages, at løs knitterfolie ikke er i stand til at modstå langvarige påvirkninger i drift. Binds folien, for eksempel mellem 2 lag trådvæv, ødelægges meget nemt isoleringsevnen, idet varmeledningsevnen stiger stærkt ved sammentrykning.

Påklæbningen af tynd aluminiumsfolie vil kræve dels en omhyggelig rengjort helst sandblæst kedel- og beklædningsoverflade og dels et varmebestandigt klæbemiddel, der mindst skal kunne tåle 200° C i længere tid. Men hvis disse vanskeligheder overvindes, og forsøg i driften viser tilstrækkelig holdbarhed, synes det sandsynligt, at betragtelige beløb kan spares.

B.

I den følgende beregning, som kun tør påregnes at give et begreb om størrelsesordenen af besparelsen ved foliebeklædte overflader med asbestmåtte, er der gået ud fra, at denne isolation giver en nedsættelse af det samlede varmetab på ca. 16 % (kurve 12 er gunstigere end kurve 5).

Regnes det samlede varmetab fra et lokomotiv til 8 % af kulforbruget, og den årlige brændselsudgift sættes til ca. 50 millioner kr., fås besparelsen:

$$0,16 \cdot 0,08 \cdot 50 = 0,64 \text{ mill. kr. pr. år.}$$

Derfra skal så trækkes de årlige montage- og vedligeholdelsesudgifter.

1. Distrikts årlige kulforbrug er pr. 1. april 1951 opgivet til ca. 150.000 ts. á 170 - 180 kr. eller ca. 26.000.000 kr.

4. Udtørring.

Når et damplokomotiv efter det i Politireglementets § 21,2 nævnte eftersyn skal hensættes til senere anvendelse, vil der være at foretage udtørring af kedlen samt eftersyn af akselkasserne m.v. efter følgende regler:

A. Første udtørring.

1. Når kedlen er under damp.

Snarest efter prøveturen tømmes kedlen for vand, og medens kedlen endnu er varm, foretages en grundig gennemblæsning med varm luft gennem så mange renehuller som muligt. Det må påses, at ikke alene fyrkassens og fyrkassekappens indvendige sider samt støtteboltene tørres godt, men at også langkedlens ^{indvendige/} flader og kedelrørens yderflader, herunder den forreste del af disse, bliver tørre.

Udtørringen bør ikke vare mindre end 3 á 5 timer efter kedlens størrelse.

(Meningen med gennemblæsninger er at fjerne den fugtige luft inde i kedlen, man må særlig iagttage, at der ikke henstår vand i bunden af rundkedlen og nede ved bundrammen. Luftgennemblæsning fra røgkammeret gennem derværende renehul må være at anbefale. Den i sig selv varme kedel bevirker at tilbageblevne vandrester går over i dampform).

Der anbringes derpå bakker med ulasket kalk gennem alle renehuller i højde med fyrkasseløftet og gennem renehullet i røgkammer-rørvæggen, gennem hvilket sidste der indføres 2 bakker, som har kedelrørens længde.

Rensehullerne lukkes derefter lufttæt, og haner og ventiler til-lukkes.

På et iøjnefaldende sted på kedlen anbringes derefter et skilt med påskrift:

"Kedlen udtørret.

Haner og ventiler må ikke åbnes".

Maskinens blanke stål-dele bør dækkes med et rustbeskyttende lag, f.eks. en blanding af voks og lanolin opløst i terpentin eller andet

B.

let fordampeligt opløsningsmiddel.

Akselkasserne tømmes, for at man kan være sikker på, at eventuel tilstedeværende vand fjernes. Smørepuderne udtages, og olien trykkes såvidt muligt af, hvorefter puderne forsynes med frisk olie ved dypning eller indgnidning. Puderne anbringes på plads, og akselkasserne fyldes op med frisk olie.

Lokomotivet kan herefter afgives til det maskindepot, hvor distriktet ønsker det hensat.

2. Når kedlen er kold.

Har kedlen henstået ubenyttet efter prøveturen så længe, at den er kold, skal den opfyres til 6 á 8 at. tryk og udtørring m.v. foretages efter de under 1) angivne forskrifter.

(Det er dog ikke absolut nødvendigt at opfyre en kedel for at få vand og fugtighed ud, hovedsagen er at kedlen bliver tør indvendig og at derværende fugtige luft fjernes. Kniber det med at få vandet bort fra bundrammen, gavner det med et lille brændefyr på risten, men man kan aldrig få luften inde i kedlen mere tør end den luft den står i forbindelse med udenfor).

Udtørringen skal dog altid foretages senest 14 dage efter prøveturen.

B. Følgende udtørringer.

Senest 1 år efter, at den under A. nævnte udtørring m.m. har fundet sted, skal det undersøges, om luften i kedlen er tør, og ny udtørring eventuelt foretages.

Ved dette eftersyn åbnes kun een klap ad gangen.

Såfremt den i kedlen værende kalk er begyndt at smuldre, skal kedlen tørres ved et let brændefyr på risten, hvorved kedlen gennemvarmes, og der gives den fugtige luft adgang til at slippe ud derved, at klapperne holdes åbne een ad gangen.

(Er kalken kun smuldret delvis er det ikke nødvendigt at komme brændefyr på risten, hvorved man uddriver den allerede delvis tørrede luft, man kan nøjes med at komme frisk kalk i bakkerne. Er kedlen regulært fugtig indvendig bør ikke een, men de fleste klapper aftages, så en luftfornyelse kan foregå. Ved en genudtørring kan man, hvor en varmeluftsblæser haves, nøjes med at anvende denne og spare brændefyret).

Har en kedel henstået ubenyttet og udtørret i 2 år eller mere, skal den påny have kedelprøve i værkstedet umiddelbart forinden den sættes i drift, derfor skal lokomotiver, der henstår udtørrede udover 2 år, i førerhuset forsynes med malet påskrift:

"Skal trykprøves før ibrugtagning".

Såfremt kalkens udseende derimod viser, at luften i kedlen er tør, skal der kun foretages en fornyelse af kalken, hvorefter klapperne straks tillukkes.

Endvidere foretages eftersyn af akselkasserne, og såfremt der er vand i underdelen, forholdes som angivet under A.

B.

De foran foreskrevne foranstaltninger foretages af vedkommende centralværksted, henholdsvis værkstedet i Nyborg, dog vil eftersyn m.v. som nævnt under B., kunne foretages af 2. Distrikt indenfor sit område på betingelse af, at det sker under kontrol af en værkfører fra vedkommende værksted.

Centralværkstederne, henholdsvis værkstedet i Nyborg er under almindelige forhold ansvarlig for, at tidspunkterne for udtørringerne overholdes.

For udtørring af reserve-lokomotivkedler, der henstår i værkstederne, er foranstående regler gældende med den begrænsning, at udtørring foretages, når henstandstiden er blevet 3 måneder, eller det på forhånd kan skønnes, at dette vil blive tilfældet.

C. Rørene.1. Indledning.

Der er forholdsvis mange rør i et lokomotiv, og tages hele lokomotivbestanden under et, bliver antallet så stort, at man engang imellem bør ofre rørene nogen opmærksomhed.

Antallet af kedelrør i 1. Distrikt er:

Litra	antal loko	rør pr. kedel		rør ialt	
		kedelr.	røgrør	kedelr.	røgrør
C	19	90	15	1710	285
D IV	20	90	15	1800	300
E	18	149	28	2682	504
G	8	76	0	608	0
K	22	90	15	1980	330
O	10	72	12	720	120
P	20	134	24	2680	480
S	20	88	24	1760	480
F	48	114	0	5482	0
Hs	14	107	0	1498	0
Q	4	180	0	720	0
Ialt	203			21640	2499

Da et kedelrør i dag koster godt 5 kroner pr. meter altså ca. 0,5 øre pr. mm og røgrørene ca. 20 kr. pr. m, og da antallet er stort kan bare en lille besparelse på hvert rør give vinding, om så besparelsen fremkommer på akkorden, på sparet længde, øget levetid, eller om rørene kan blive siddende i kedlen fra S-reparation til S-reparation, det kan alt sammen give besparelser, herunder såvidt muligt at undgå

C.

rørudskiftning ved depoterne, da det er betydelig dyrere end i et centralværksted.

Arbejdsgangen i værkstedet kan underlægges efterfølgende betragtninger.

2. Rørenes udtagning.

Ombørdlingen fjernes.

Udslagning.

3. Reparation.

Rensning

Evt. genanvendelse af gamle rør

Afkortning.

Tilsvejsning af rørene

Indsnævring " "

Udvidelse " "

Udglødning " "

Standard rørlængder.

4. Isætning.

Rivning af huller m.m.


Valsning af rørene

Børdling af rørene

2. Rørenes udtagning.

For at få røret ud må ombørdlingen fjernes, og det sker i almindelighed ved bortmejsling med en fladmejsel og en lille trykluftshammer type R 2. En øvet håndværker udfører arbejdet i to snit. Røret løsnes i røgkammerenden på normal måde med et spyd og slås derefter ud af sine huller ved i fyrkasseenden at sætte et forhold på enden af røret og så med en trykluftshammer slå røret løst. Billede 1 viser et rørforhold til de små rør og billede 2 et forhold til de store.

Røgrørene løsnes mere effektivt i røgkammerenden hvor der mejsles to riller lidt fra hinanden, og den mellemliggende strimmel bukes tilbage og ind i røret samtidig med at de nu dannede rørhjørner trykkes lidt ind. I fyrkasseenden opfliges røret med en skærebrænder efter at ombørdlingen først er afmejslet.

Vi har forsøgt at fjerne ombørdlingen med et skærende rørforhold, men vi fik ikke rigtig held hermed. Ombørdlingen blev afskåret samtidig med at røret blev slået ud. De afskårne børdelringe satte sig omkring forholdets cylindriske stykke og kunne så enten fjernes herfra, eller også lod man forholdets bryst være konisk og ringen flækkedes. Forholdene er vist på billede 3 . Der skulle tages noget hårdere fat ved rørudtagningen, men forsøgene betragtes dog ikke som helt gennemprøvede.

Ligeledes har vi prøvet at fjerne ombørdlingen med en særlig skærebrænder, men det syntes for omstændeligt, selvom man ogsåfor de store rørs vedkommende samtidig opfligede rørenderne i kobberørvæggen, men også her må man regne med, at metoden ikke er helt gennemprøvet. At skære rørene over autogent indenfor rørvæggene synes ikke at være

C.

fordelagtigt, brænderen skærer dårligt på grund af stenlaget bagved, og de tilbageblivende rørstumper skal alligevel udtages.

De små rør kan godt slås ud af hullerne uden nogen særlig løs-gøring bare ombørdlingen fjernes, og med det skærende rørforhold kunne man bare slå til med en lufthammer type R 40, men der arbejdes for hårdt så man mister den finere føling med arbejdet, og i flere tilfælde håndte det, at forholdet var slået helt igennem så dets bryst hamrede mod rø væggen, der så samtidig blev slået noget ind og dannede bule.

Foreløbig bruger vi at løsne røret i røgekammerenden med spyd, afmejsle ombørdlingen og slå røret ud med lufthammer og rørforhold.

Den anvendte lufthammer R 40 er ret svær og kan blive trættende at håndtere, så det hænder, at folkene ikke rettidig får lukket af for luften når røret med forholdet begynder at skride, forholdet glider frem i hammeren og dets stempel rammer cylinderens bryst, der herved kan ødelægges. Man kunne bruge type M 40 F der ikke har noget bryst, men det hjemlige fabrikstilsyn fordrer, at stemplet ikke må kunne fare ud af cylinderen når man uforvarende berører ventiltrækket.

3. Reparation.

Rensning.

Rørrensningen foregår indendørs ved at føre rørene gennem roterende riflede ruller. Det meste af støvet fjernes ved påkoblet støvaf-sugning. Den lille rensemaskine har tidligere haft besvær med remtræk- ket, vi er med fordel gået over til kædetræk.

Den store rensemaskine kan ikke rense den indsnævrede hals på røgrørene, hertil anvendes så en lufthammer som vist på billede 5.

Efter rensningen vejes de mistænkelige rør på en fjedervægt, de små rør må undergå en vægtreduktion på 30 %, men for de store rør svin- ger procenten efter trykket på kedlen og efter om røret skal isættes en kedel ved O eller L-reparation, hvor der ikke foretages nogen kedelprø- ve; og ved S-reparation hvor kedlen underkastes hydraulisk trykprøve. I sidste tilfælde anvendes de letteste rør. På magasinet henligger røg- rør i to kategorier sværere og lettere. Billede 6 viser tabeloversigten.

De små rør roterer ca. 1000 omdr./min. og de store ca. 260 omdr./ min.

Genanvendelse af gamle rør.

Et kedelrør kan jo behandles på flere måder; er det slået ud uden opfligning bliver det ikke meget kortere end de ca. 10 mm der mis- stes med børdlingen, ifald røret var isat med overlængde i røgekammeret, havde røret kunnet genanvendes uden afkortning og uden nogen tilsvejs- ning, men tæringer ved rørenderne gør, at metoden ikke er så anbefalel- sesværdig. Ligeså kan man, hvis de forskellige kedler i antal og læng- de nogenlunde følger hinanden, afkorte rørene og bruge dem til kortere kedler uden nogen tilsvejsning, f.eks. har vi følgende længder 3920, 3505, 3490 og 3200 for henholdsvis litra D, O, C og K samt F alle ma- skinerne anvender 48 mm kedelrør. Hvor mange gange man kan afkorte og handle røret af ældre materiale vides ikke. det må forsøg afgøre. men

C.

dog i bødrlingen, og rørene kunne ikke holde til kold nedtrykning for indsnævring af rørende, der måtte varme til.

Da forsøgene blev gjort kostede 1 m kedelrør ca. 1,00 kr., nu er prisen oppe på ca. 5,00 kr. og tilsvejsningen koster ca. 0,40 kr. + omkostninger + 200 mm rørlængde, altså groft regnet 2,00 kr. pr. kort tilsvejsning, så økonomien bliver ikke så iøjnefaldende, men vil bedres betydelig hvis de afskårne ender kan genanvendes som tilsvejsningsender. Fremgangsmåden er til overvejelse og måske noget problematisk, den har været prøvet hos os, men på grund af forskellige forhold er den ikke fulgt op, og vi bruger nu den gamle kendte måde at tilsvejse nyt rørstykke i fyrkasseenden.

Afkortning.

Afkortning af rørene sker med en almindelig roterende kniv diameter 86 - 115 mm 310 omdr./min., motor 1,5 hk. Maskinen overskærer både de små og de store rør. Knivens snit giver samtidig rørenden smig for gassvejsning.

Tilsvejsning af rørender.

Hos os påsvejses rørenderne ved gas, kedelrøret roterer langsomt under svejsningen med konstant hastighed, man kan koble bevægelsen til og fra med fodpedal. Kedelrørene rulles til svejsebænken på normal måde på et skråtliggende underlag, og røret bringes i stilling ved at en aksel med påsatte medbringerskiver drejes. Røgrørene svejses ved at lægge dem på et noget skråt underlag så de selv kan rulle, og når tilsvejsningsstykket først er heftet foregår svejsningen let nok.

Det har længe været vort ønske at få et moderne elektrisk stuk-svejsseapparat og måske man her kan få nærmere oplysning om et sådant apparats egnethed.

Den korteste tilsvejsningsende på kedelrør er 150 mm normalen 200 mm. Billede 7 viser, hvorledes man går frem og hvorledes der stadig kun tilsvejses een rørende der altid anbringes i fyrkasseenden. Man kan således bruge rørene en årrække uden at komme op over to svejsesteder i hver rørende.

Ser man på momentkurven for et rør der er indspændt i begge ender bliver påvirkningen jo størst på midten og i begge ender, så der skulle styrkemæssigt set ikke være noget til hinder for at anbringe en svejsning længere inde på røret, og man skal ikke absolut hænge sig i om der nu kun bliver to svejsninger i hver ende.

På billede 7 ses også hvorledes vort rørværksted er indrettet. Af pladsforholdene er knebne fremgår af, at man har måttet anbringe rørrensemaskinen og rørdrejebænken for røgrørene inde mellem maskinerne for behandling af de små kedelrør. For ikke at måtte gribe forstyrrende ind i kedelrørens normale arbejdsgang har man til stadighed stående færdige indsnævrede og afdrejede rørender på lager. Enderne er drejede både udvendig og indvendig og er klar til påsvejsning.

Ligeledes står røgrørene færdige på længde så de kun mangler

C.

en færdigdrejet rørende påsvejst for at kunne leveres.

Billede 8 viser en sådan tilsvejsningsende. Tilsvejsningsenden er billigere at behandle i den korte længde og i serie, men fremgangsmåden fordrer to svejsninger, så metoden er sådan set ikke billigere end den normale, men med de knebne værkstedsforhold fremmer den ekspe-ditionen. Røgrørens røgekammerende opdornes og udglødes dog stadig på normal måde.

Sikkerheden ved tilsvejsningen er nogenlunde, men det hænder dog, at man ved trykprøvning må udskifte rør grundet på utætte rørsvejsninger, ligeledes hænder det, at de store rør klapper sammen. Det sidste hidrører dog delvis fra, at vi har haft en rørtrykkemaskine der med sin fastholdningsmekanisme trykkede rørene ovale. Ligeledes har vi et par gange købt overvægtige røgrør, der var excentriske i hullet, og når røret efterhånden tøres kan det blive tyndt i den ene side selv om det holder vægten.

Indsnævring af rørende m.m.

Vort rørværksted er langt fra moderne, De små rør får efter tilsvejsningen først indsnævringen trykket hydraulisk ved at en trykring trykkes ned over røret, ringen udskiftes for hver dimension, det giver en rund, men ikke helt cylindrisk rørende. Dernæst bliver røret skåret af på længde, røgekammerrørenden varmes og udvides ved valsning. Endelig udglødes den koldt indsnævrede fyrkasseende ved opvarmning til mindst 700° og glødeskallen fjernes ved sandblæst.

Glødeskallen må bort af hensyn til tætheden og rørvalsernes levetid. Rørglødeovnen vises på billede 9 og sandblæsearrangementet på billede 10. Sandblæsningen tager ca. 10 sek. pr. rørende, det er kun fyrkasseenden der bliver sandblæst. Der blæses med stålsand. Glødeskallen inde i røret ville virke som smergel inde i valseapparaterne.

I tilfælde hvor korte tilsvejsningsender ikke anvendes til røgrørene får disse begge ender trykket hydraulisk og bagefter udglødet, og fyrkasseenden afdrejes både udvendig og indvendig på rørdrejebænken. Fyrkasseenden forsynes med tre tætningsriller. Måske burde man i stedet nedvalse rørende og riller, hvorved godstykkelsen kan blive større. Der er gjort forsøg med røgrør i forskellige lande og på forskellig vis, men et kan man vel nok blive enige om, det er væsentlig de store rør det kniber med at holde tætte.

Mindste hul i kedelrørets fyrkasseende bliver ca. 10 - 11 mm mindre end rørets normale udvendige diameter, tilsvarende mindste huller i rørvæggen bliver 42 og 44 mm for henholdsvis rørdiametrene 48 og 51 mm. Største hul i rørvæggen bliver lig med rørets normale udvendige diameter, i enkelte tilfælde går man dog 1 mm over. I røgekammer-rørvæggen gøres hullerne 5 - 6 mm større i diameter end rørets normaldiameter.

For røgrørene gælder andre regler, 127 mm rør har her huller i fyrkasserørvæggen fra 100 - 109 mm og i røgekammerrørvæggen 132 - 133 mm og for 133 rør henholdsvis 106 - 115 og 138 - 139 mm. Billede 11

C.

og 12 viser billeder af rørene.

Vi anvender ikke skulderanlæg, da man dårligt med nuværende fremgangsmåde kan få folkene til at overholde forordningen om at skulderen skal ligge an mod rørvæggen, de trækker røret så langt igennem at det udragende kommer til at passe til ombørdlingen. Flere er dog kommet til den anskuelse at det ville være formålstjenligt at anvende skulder for røgrørene, hvorimod det ikke skulle være nødvendigt for kedelrørene.

Standard rørlængder.

At have færdigbehandlede kedelrør liggende på lager i fornødent omfang vil medføre et uforholdsmæssigt stort antal, ja lidt over 100 størrelser for kedelrørene alene, og længden må, for vore maskiners vedkommende være 15 mm over normalmål for at kunne imødegå afvigelserne. Af foretagne 70 længdemålinger kunne de 15 mm's overlængde dække de 60.

Færdige rør på lager kan give en hurtig ekspedition og lageret kan bruges som regulator for svingende arbejdsmængde, men en overlængde på 15 mm koster ca. 8 øre pr. rør, og det er også penge.

Vil man ikke have rørene som helfabrikata kan f.eks. halvfabrikata anvendes, evt. med færdigbehandlede tilsvejsningsender.

Endelig må man også have opmærksomheden henledt på den mest økonomiske leveringslængde.

Udvidelse af rørende.

For røgrørene sker udvidelsen som tidligere nævnt hydraulisk på samme maskine, hvor man indsnævrer rørene. Efter udvidelsen udglødes rørenderne. For de små rørs vedkommende sker udvidelsen ved valsning i varm tilstand.

De anvendte apparater er ikke moderne og de vil før eller senere blive forbedrede.

Udglødning af rørenderne.

Ovnen der udgløder rørene ~~er vist på billedet 15, den~~ er oliefyret, har skråtliggende bord, så rørene selv triller frem. Lågen kan indstilles i højde efter rørdiameteren. Ovnen er meget overlegen med arbejdet i forhold til de øvrige maskiner.

Isætning af rør.

Rivning af huller.

Når rørene udtages af en kedel, der er indgået til værkstedet, viser det sig, at nogle af hullerne er beskadiget ved rørudtagningen, og andre er ved gentagne valsninger i distriktet blevet deformerede fra den cirkulære form. Selvom man med kun tre ruller i valsen nok kan fastvalse rør i "trekantede" huller, må man gå ud fra at deformerede rørhuller har været overvalsede og kobberet er herved blevet hårdt og uelastisk, hvorfor sådanne huller bør rives op og gøres runde, og det overvalsede kobber fjernes og anlægsfladerne bliver igen elastiske.

C.

En overvalsning formodes at kunne påvirke kobberet ca. 2 mm i dybden. Som regel rives hullerne op, når kedlen er i værkstedet til S-reparation, og foreløbig sker det også for norges vedkommende ved L-reparation, men der er begyndende tegn til, at rørskiftning i sidste tilfælde kan udelades.

Røgkammerrørvæggen oprives sjældent; hvis der kommer en lille skade fra spydet ved udtagningen, udbedres dette med fil og sandpapir.

De rivaler vi anvender er vist på billede 16. Der rives cylindrisk, men rivalen er på en måde sammenbygget af flere med 1 mm spring i diameteren, det er en behagelighed, men rummer også den fare, at man, for at være sikker på, at hullet bliver rent, river hullet en ekstra mm op medens man har rivalen i hullet.

Alle hullerne, både dem i kobberrørvæggen og røgkammerrørvæggen rives ved træk fra luftboremaskine opstillet i eller udenfor røgkammeret (størrelse BR 13 og 14) ved at en lang aksel tjener som forlænger.

For kobberrørvæggens vedkommende føres stangen igennem et rørhul i røgkammerrørvæggen og tilsvarende hul og et antal udenom dette i kobberrørvæggen rives. For at man hurtig kan skifte en rival, er rivalen fastgjort til stangen ved en kuglelås, ~~billede 17~~. Meget lange forlængere sammensættes af to.

På den måde hullerne rives, får man ikke altid glatte huller, særligt ved nyslebne rivaler hænder det, at der kommer vibrationer, rivalen rufler, og det frembringer længderiller i hullet, og især ved de store rør bliver rillerne mere fremtrædende, og riller kan være uheldige for tætheder. Man imødegår ruflingen ved med en carborundumsten at fjerne rivalens skarpe æg.

Skiftes der rør hvert andet år, og rives hullet gennemsnitlig 2 mm op hvergang, bliver hullernes levetid, idet diameteren på rørenden må variere henholdsvis fra 42 til 49 mm og fra 44 til 52 dog 8 år og ved mindre hård belastning større.

Isætning af bøsninger.

Når rørvæggens huller efterhånden er revet op til største mål, isættes der rørbøsninger, der fremstilles på revolverbænk i udførelse som på billederne 18, 19, 20 og 21.

Bøsningerne er forsynede med 12 gevind pr. 1" og fremstilles i diameterspring på 1 mm.

Efter at det for store hul er eftergået med rival, skæres gevindet med en snittap, der styres og drives på samme måde som rivalen. Bøsningerne iskrues med medbringer, for kravebøsningernes vedkommende så langt ind at kraven ligger an, og for de almindelige bøsningers vedkommende så langt ind at bøsningssenden kommer til at ligge i plan med kobberrørvæggens udvendige flade.

Kravebøsninger anvendes kun hvor der er revner mellem rørhullerne, og disse skal kraven dække. Man iskruer en bøsning, hugger ud i kraven for den næste o.s.v., og således kan der opbygges et helt "mosaikarbejde" ved samling af stumper og sammenskruning af disse.

C.

Hullet i bøsningen gøres fra fødslen 1 mm mindre i diameter end det skal være for at passe til mindste rørende. Bøsningen sikres efter iskrningen med en kørnerprik, så der er lidt til at holde igen, og derefter fastvales den med rørvalseapparater, og herved udvider hullet sig så meget, at det gerne er stort nok til at tage de mindste rørender.

Isætning af rørene.

Rørene isættes jo fra røgkammerenden og fiskes igennem kobber-rørvæggen og føres så langt frem, at der står en 8 - 9 mm rørende til bårdling. Oprindeligt havde man regnet med at røret skulle ligge an med skulder, og princippet kan jo også være godt nok, men folkene vælger de 8 - 9 mm der passer for bårdlingen fremfor skulderberøring, så der regnes ikke med den, og man kan ikke regne med ensartet rørvægstykkelse.

Rørene rettes først allesammen ind i længderetningen, så de holder den rigtige længde til bårdling, derefter fastvales de i røgkammerenden, og for at rørene ikke skal rotere under valsningen, fastholdes de i fyrkasseenden med en klemmetang som vist på billede 22 og 23. Tangen er selvspændende og kontrolleres ved sit anslag samtidig bårdlingens længde.

Hidtil har der i værkstedet været anvendt selvtilspændende valser forsynede med tre ruller, der blev drevet af en elektromotor efter system "Wageor". Motoren gik ved jævnstrøm og blev trykknappstyret fra manden der stod inde i fyrkassen, han havde et bælte med kontakt omkring livet, og herfra kunne motoren stoppes og startes henholdsvis den ene og den anden vej. Noget af motorstrømmen gik igennem et relais der omstyrede motoren automatisk, når valsestrømmen nåede en vis spænding, og valsen gik herved så meget tilbage, at den kunne indføres i næste rør, men omstyringen skete alt for uregelmæssigt, så man måtte sætte det ud af funktion og først regne med tilstrækkelig valsning når kobberet begyndte at brage omkring røret.

Når man fastvalser et rør, bliver de flader hvorover valserullerne bevæger sig efterhånden hårdere og hårdere, materialet underkastes en koldbearbejdning, der borttager noget af kobberets elasticitet og dets plastiske egenskaber, og det bliver vanskeligere at få rørene tætte, og erfaringen viser også, at en stærkt overvalset rørvæg er ret umulig at få varig tæt. Altså overvalsning bør undgås.

En anden erfaring går ud på, at jo glattere et rør er på overfladen, jo mindre valsning skal der til for at få det tæt, en blank-sleben rørende ville være nemmest at valse tæt.

Endvidere er det en kendt sag, at en valsning af en rørvæg kan deformere denne både opad og ud til siderne, men også ved at frembringe den såkaldte mave. For at modvirke sådanne deformationer har man bestemte fremgangsmåder at anvende f.eks. vales hvert ^{femte} rør fra venstre i øverste række o.s.v. nedad i rækkerne og over mod højre, derefter begyndes med det tredje rør f.o. til venstre og igen mod højre og nedad mod hvert femte rør o.s.v. indtil alle rørene er val-

C.

sede, og derefter foretages en eftervalsning i omvendt rækkefølge.

Røggammerrørvæggen vales på samme måde som kobherrørvæggen.

For at danne sig et skøn over hvorledes forskellige fremgangsmåder deformerer kobherrørvæggen afholdtes flere valseforsøg som beskrevet nedenfor:

Formålet var at undersøge fyrkasserørvæggens materialevandring ved værkstedets normale valsemetode.

Forsøget udførtes på P-kedel nr. 1922. Fyrkassen var kasseret. Alle rør blev valset 1 mm op. Inden 1. valsning var i rørvæggen afsat punkter, som vist på vedlagte skitse, billede 24. Der foretoges 6 valsninger, hvoraf den første er upålidelig, idet punktafstandene ikke var nøjagtigt nok bestemt, og rørene ikke alle sad lige fast i væggen.

De 6 valsninger er vist på vedlagte bilag 1 - 6, billede 25 - 30. Valserækkefølgen af rørene og punkternes afstandsændring er noteret på hvert bilag, dog bemærkes at 1. og 5. valsning var ens.

På skema over punktafstandenes ændringer er der foretaget en summation, hver valsning for sig, idet alle ændringer regnes positive. Bortset fra valsning nr. 1 viser valsning nr. 4 det gunstigste resultat. Man bemærker at ved hver valsning er rørvæggens top hævet 1,5 - 2,0 mm, efter de 6 valsninger ialt ca. 10,5 mm, ligeledes kunne der konstateres en ret betydelig udhvelvning af rørvæggen, ca. 20 mm ($\sum \Delta BC + \sum \Delta CD$).

Efter et lignende diagram som for valsning nr. 6 valesdes rørvæggen på ny fyrkasse til kedel nr. 1730, der kører i loko 733. Billedene 31 - 33 illustrerer forsøget. Også her konstateredes en forskydning af toppen på ca. 1,5 mm, målt på væggens symmetrilinie.

Denne deformation af rørvæggens top har vist sig yderst uheldig, idet den er medvirkende til revnedannelser, og værkstedet ønsker derfor at gå over til valseapparater, som ikke kan overvalse rørvæggene.

Sådanne valseapparater er prøvet af værkstedet med tilsyneladende udmærket resultat. Fabrikatet hedder ~~Slesazek~~ ^{og anvendes nu} ~~Plakova~~, valsen har kun tre ruller, og når valsetrykket har nået en vis spænding, udløses den automatiske tilspænding og apparatet sletvalser nogle omgange og fjerner herved den valsebølge der ellers vil lægge sig foran hver rulle.

Samme valser kan leveres så de samtidig med valsningen bibringer rørenden ^{en} forbordling, der medvirker til at folkene under bårdlingen ikke så let slår rørene løse. Måske kan man nøjes med en forbordling, eller også give rørvæggen en rejfning, der kan optage forbordlingen, så rørenden ikke stikker frem.

Man har ^{tidligere} prøvet at foretage bårdlingen ^{forat} ved valsning i stedet for ved lufthamring, resultatet blev godt, men det tog for lang tid, men også her må forsøgene betragtes som ikke afsluttede. Billede 34 viser værktøjet.

Eftervalses rør fordi de har været utætte, må man erindre, at der med vandet trænger kedelsten ind mellem berøringsfladerne, og

C.

den forhindrer tæthed ved valsning, derfor haves den regel, at skal der eftervalses mere end tre gange, bør man i stedet udskifte rørene.

Børdling af rørene.

Børdlingen sker med en almindelig børdelstemmer og en trykluftsmejselhammer type R 2. Egentlig burde man bruge en forbørdling, men det anvendes ikke, og man kan derfor komme ud for, at håndværkerne holder hammeren fast ind mod maven og ret hurtigt fører stemmeren henover rørenden, på denne måde udføres børdlingen hurtigt, men man kan befrygte, at slagene kan slå det valsede rør løs i valsestedet, da man ikke har kontrol med at slagene hele tiden føres lidt skråt ind mod rørsiden:

Engang imellen forekommer det, at et rør klapper sammen - som oftest er det de store rør. Årsagen kan være, at godstykkelsen er blevet for tynd, men det kan også ligge i at godstykkelsen er uensartet fordelt eller at røret er ovalt.

Sammenklappede rør kan være farlige, men som regel er de kun meget ubehagelige, idet man ikke uden videre kan få det sammenklappede rør ud, det må udtages i småbidder. Ligeledes forekommer der utætheder i svejsningen.

Vore rør kontrolleres ikke hydraulisk, men en prøvestand for udvendig tryk er dog under udarbejdelse.

Sidestøttelebolte.Materialiet.

Går vi tilbage til årene først i 1890'erne, erfares, at man da anvendte jern, men allerede omkring 1895 forlangtes der kobberbolte i nyleverede lokomotiver og i 1898 indkøbtes mangankobber. I 1905 brugtes manganbronze i forbindelse med kobber, men da krigen satte ind i 1914, og der opstod høje kobberpriser, blev man igen tvunget over til jernet. Da jernet har større tilbøjelighed til at knække, hvor det bliver udsat for bøjningspåvirkninger, såsom i hjørnerne foroven, begyndte man først i 20'ne med at bruge manganbronze på de mest udsatte steder; man prøvede også mangankobber, men gik atter bort fra dette materiale, da det blev for hårdt ved overnitningen, og materialet var også ofte behæftet med fejl. Manganbronzen kunne dog ikke rigtig holde i den af flammen udsatte zone under murbuen, og hovederne brændte af, rent kobber viste sig bedre. Endelig har vi i de senere år prøvet med Stones-bronze, der er stærkt og sejgt og synes at kunne holde mod ildpåvirkningen, men hovedet bliver også her noget hårdere ved overnitning. Noget højere legeret stål er prøvet, det er betydeligt sejgere over for træthedsbrud end det hidtil brugte bløde kulstofstål. Man kan slutte betragtningerne med at sige, at i dag anvender vi Stones-bronze på de for brud mest udsatte steder og iøvrigt jern. Støtteleboltediagrammet bill. 1. angiver, hvor der anbringes Stones-bronze og hvor jern.

Støtteleboltejernet (lavtlegeret) (1947 pris pr. kg kr. 1,24) leveres udglødet i stænger på 5 m. Leveringsbetingelserne er følgende:

max. C - 0,07 %
 P - 0,02 %
 S - 0,03 %
 brudgrænse max. 37 kg
 forlængelse min. 28 %

Bøjeprøve. - I såvel varm tilstand som efter opvarmning til mørk rødglødhede og efterfølgende afkøling i vand af 28°C må prøvestykket kunne bøjes helt sammen.

Stukke- og lokkeprøve. - I rødvarm tilstand må en cylinder med 20 mm diameter og højde 40 mm kunne stukkes ned til 10 mm og derpå - uden fornyet ophedning - tåle at lokkes i midten og opdrives med et stempel 50 mm langt, mindste diameter 10 mm, største diameter 20 mm.

Stukke- og oporningsprøver. - I kold tilstand må en cylinder, afdrejet med 20 mm diameter, 40 mm højde, kunne stukkes ned til 30 mm eller derunder ved 3 slag à 110 kg/m. Et 4 mm hul, boret aksialt gennem den således stukkede cylinder, må - uden forudgående udglødning af denne - kunne tåle ved hydraulisk tryk at drives op med en dorn af konus 1:5, indtil hullet opnår en diameter af 15 mm i den ende, hvor dornen inddrives.

Hverken ved bøje-, stukke-, lokke- eller oporningsprøverne må der vise sig revner i materialet.

Støttebolte kobberet (1939 pris pr. kg kr.) leveres efter betingelserne:

brudstyrke min. 23 kg/mm^2
forlængelse " 38 %
kold gevindbøjeprøve (l = 6 d)
stukkeprøve (h = 2 d stukkes ned til $1/3$ h).

Stængerne leveres lige, glatte og runde med en tolerance på diameteren af $\pm 0,5 \text{ mm}$.

Ved gennemborede stænger skal hullet sidde i midten, afvigelsen herfra = 0,75 mm.

Cu \geq 99,0 %
Ar \leq 0,5 %
Ar + Ni \leq 1,0 %

pris pr. kg (den 9/5 1951) kr. 4,04.

Mangan-bronze også kaldet P.W. metal leveres efter betingelserne:

Cu \geq 95 %
Sn \geq 4 %

20°C brudstyrke	34 kg/mm ²
forlængelse	40 %
kontr.	65 %
300°C brudstyrke	30 kg/mm ²
forlængelse	35 %
kontr.	65 %.

Ved manganbronzen er der det mærkelige, at der ikke er mangan i den.

Stones-bronze (pris pr.kg kr. 5,48).

Bronzen leveres ikke efter nogen særlig betingelse; man tager materialet fra leverandøren som leveret.

Det højere legerede støtteboltejern

er endnu på forsøgsstadiet, men det er bedre bearbejdeligt og stærkere end det lavtlegerede.

For om muligt at få fastslået de forskellige støtteboltematerialers modstandsevne over for vekslende bøjningsspændinger har centralværkstedet i 1938 fremstillet en roterende træthedsprøvemaskine efter Wöhlers princip, baseret på vægtbelastning af prøvestangens fri ende, hvorimod man ikke målte nedbøjningen. Dette princip er brugbart, sålænge man prøver materialer med samme elasticitetskoefficient E , hvor nedbøjningen i så fald er direkte proportional med belastningen for samme dimensioner af prøvestangen.

Men ved prøvning af støtteboltemateriale, hvor der bl.a. forekommer kobber og stonesbronze, hvor E er væsentligt mindre end for jern og forøvrigt ikke kendes nøjagtigt, kan vægtbelastning af prøvestangen ikke give et brugbart sammenligningsgrundlag. Prøvemaskinen blev derfor konstrueret om, således at man i stedet for vægtbelastningen gav den fri ende af prøvestangen en bestemt udbøjning, der ved hjælp af en ekscentrikanordning med meget stor nøjagtighed kan varieres fra 0 til 2,9 mm. For at undgå vridning af stangen bliver

der på den fri ende anbragt et sfærisk kugleleje, S.K.F. 13302.

Efter nogle indledende forsøg, der skulle tjene til at give oplysning om den udbøjning, der i det foreliggende tilfælde skulle anvendes, for at forsøgene kunne afsluttes inden for en rimelig tid, blev det bestemt at forsøgsrækken skulle gennemføres med 2,0 mm udbøjning for alle prøvestænger.

Af hver materialesort blev der fremstillet 3 prøvestænger, der blev uddrejet af fuldt materiale og slebet og poleret. Når prøvestangen var spændt op i maskinen, blev motoren startet, og derefter blev prøvestangens fri ende forskubbet 2,0 mm, og maskinen kørte uafbrudt indtil stangen knækkede, hvorved motoren automatisk stoppede. For at opnå dette bliver der gennem stangen ledet en styrestrøm af 30 volt spænding, og denne styrestrøm påvirker et relæ i motorskabet således, at motoren stopper, så snart styrestrømmen afbrydes.

Prøvetemperaturen var ca. 20° Celsius.

Resultatet af forsøgene fremgår af nedenstående skema:

Materiale	Udbøjning mm	Antal omdr. x 1000	Mærke	Leverabdør		Bemærkninger
				Navn	År	
Støtteboltejern	2,0	41	.) Juul Andersen & Co. (36 - 137)	24/1-45	
do.	"	40	..		2/4-43	
do.	"	46	...		"	(højtlegeret 232 - 977)
Støtteboltekobber	2,0	56	1	Metalaktiebolaget	28/11-37	
do.	"	52	2) Nordisk Kabel- & Traadfabr. (124)	12/1-44	
do.	"	52	3			
Manganbrønze	2,0	233	4) Udlandet (8.225)	17/10-29	
do.	"	458	5		"	
do.	"	369	6			

De i () anførte tal angiver max. evt. også min. på senere udførte målinger.

Materiale	Udbøjning mm	Antal omdr. x 1000	Mærke	Leverandør		Bemærkninger
				Navn	År	
Stones- bronze	2,0	3791	.	England (8.330 ... opgav - ville ikke knække)	1/9-37	
do.	"	2643	..		"	Rundingen ikke helt god.
do.	"	3317	...			Ville ikke knække)
Monelmetal	2,0	459	1	Gammel stempelstang fra en udrangeret Worthington Fødevandspumpe.		
do.	"	552	2			
do.	"	2007	3			

Som det fremgår af skemaet, har støttebolte kobberet lidt større modstandsevne end jern, men det kan dog tilføjes, at man under de indledende forsøg i enkelte tilfælde var ude for det omvendte.

Manganbronze viser gode styrkeegenskaber, hvad der også stemmer med de praktiske erfaringer, men materialet kan ikke modstå ildpåvirkningen, hvilket var årsagen til, at man i sin tid forlod manganbronzen.

Stonesbronzen er i styrkehenseende de øvrige materialer langt overlegne, hvilket stemmer med de erfaringer, der allerede er gjort.

Den store forskel i styrken på prøverne af Monelmetal må sikkert henføres til, at stængerne er drejet af gammelt materiale, og at stang mrk. 3 er drejet af et stykke af en gammel stempelstang, som ikke har været anstrengt ved den tidligere brug, hvorimod nr. 1 og 2 må hidrøre fra dele af stangen, der har været væsentligt mere anstrengt. Prøvestykket vises i bill. 2, maskinen på bill. 3.

Fremstilling.

For ikke at skulle fremstille støtteboltene i enkeltfremstilling til det øjeblikkelige behov, har man fastlagt størrelserne i trin og fremstiller de almindelige dimensioner, de såkaldte normale støttebolte, i større partier, der så henlægges som lagervare.

Støtteboltene fremstilles i diametrene 26 mm, 28 mm, 29 mm,

30 mm, 31 mm, 32 mm, 33 mm og 34 mm (diameteren 27 mm bruges ikke). Herudover bruges dog i enkelte tilfælde bolte op til 36-37 mm. Længderne er 105 mm, 110 mm, 115 mm, 120 mm o.s.v., med 5 mm spring til 245 mm.

Boltenes form frengår af bill. 5 (LON 2.281). Hovedets overnittede form menes ikke at være rigtig, idet forsøg synes at godtgøre, at hovedet snarere skal dannes ved bordsling end ved nitning, bill. § 24. Gevindet er dampstæt Whitworth med 11 gevind pr. 1". Gevinddiametrene holdes inden for en tolerance af $\pm 0,05$ og tolerancen kan med de moderne skærehoveder nemt overholdes, og håndværkerne plejer at lade tallet ligge omkring $\pm 0,07$ til $\pm 0,08$. Den tilladelige stigningsafvigelse er sat til $\pm 0,05$ mm pr. 100 mm, og afvigelsen i den halve flankvinkel er sat til ± 30 min. Til kontrol af diameteren anvendes tolerancegafler med tilhørende kontroldorne. Til stigningen bruges normalt kun et stiknål, men desforuden er værkstedet i besiddelse af et Zeissværkstedsmikroskop til formålet. Alle boltene har et glat skaft på midten, på de tyndere bolte er overgangen fra skaft til gevind ret brat, men fra 31 mm bolte og opad anbringes en runding på 8 mm. Der anvendes to skaftdiametre 23 og 26 mm.

De normale støttebolte fremstilles på en Herbert revolverbænk, Kapstan nr. 4. Unormale bolte fremstilles i mindre partier på en gammel støtteboltebænk med spindlen som ledeskrue og en chaser som stål.

De færdige bolte opbevares på magasin, ordnet efter størrelse på reoler, og man har således ved støttebolteudveksling på lokomotiver de ønskede støttebolte færdige i fornødent antal.

Som lagervare føres ikke dimensioner over 34 mm, gennemborede støttebolte og de såkaldte dampstætte støttebolte.

Isætning af støttebolte.

Ved ny fyrkasse.

Ved udtagning af fyrkassen udbores sidestøtteboltene ude fra ved hjælp af transportable søjleboremaskiner. Kedlen anbringes retvendt på et par bukke, og man udborer bolten til lidt inden for jernpladen og så langt, at man kommer ind til bolteskaftet. Herefter drejes kedlen 90° , så fyrkassen stikker ud til siden, og topboltene udbores inde fra; dernæst fjernes bundrammen, og en del af sidestøtteboltens stumper drives ud igennem kobberet med en R - 40 F lufthammer, og endelig sønderdeles kobberfyrkassen så meget, at den kan fjernes.

Når fyrkassen er fjernet, eftermåles alle jernpladens gamle støtteboltehuller for at finde de huller, der er vel store og derfor skal forsynes med bøsning. Det er jo af interesse ikke straks at få tykke støttebolte i nye fyrkasser; de kan ved senere udveksling blive svære nok.

De huller, der befinder sig under murbuen og i hjørnerne foroven, og som ikke kan få rent gevind med max. 30 mm tap, og de øvrige huller, der ikke kan få rent gevind med 32 mm tap, får isat jernbøsninger. Eftermåling foretages i de gamle huller med dorne på henholdsvis 28 mm og 30 mm \emptyset . Normalt regnes med et diameterspring på 3 mm ved støttebolteudskiftning, men ved ny fyrkasse, kan man, da gevindskæringen foregår ude fra, fange det gamle gevind i jernpladen, hvorfor man i dette særlige tilfælde kan nøjes med 2 mm spring.

Tidligere isatte man først fyrkassen, hvorefter støtteboltehullerne borede gennem de gamle huller i den udvendige jernplade ved hjælp af transportable søjleboremaskiner. Nu bores alle støtteboltehullerne i kobberfyrkassen, inden pladerne endnu er samlede, og for svøbets vedkommende inden det er bukket og endnu henligger i plan tilstand, og der bores gerne plader til flere fyrkasser samtidig.

De borede fyrkasseplader samles, de mindre ved svejsning, de

større ved nitning, og fyrkassen kan anbringes i kedlen eller hensesættes som reserve.

Alle støtteboltehullerne i den nye fyrkasse bores 22 mm, altså 1 mm under mindstemål for mindste gevindhul, så må hullerne senere rives op til den diameter, der passer for tilsvarende gevindhul.

Når fyrkassen isættes, anbringes kedlen på bukke med fyrkassen vendende opad. Efter isætningen anbringes og nittes bundrammen. For at rive og skære gevindhullerne, monteres der på bundrammen en dertil indrettet lille dobbelt svingkran bill. 7, der bærer elektriske boremaskiner (system Wageor med 250 - 280 omdr./min.) afbalance-rede i ophængningen, således at de er i ligegyldig ligevægt, så håndværkeren ikke behøver at bære på dem, og maskinernes vægt vil heller ikke tvinge i hullerne og gøre disse ovale. Hullerne rives nu med rival, og gevindet skæres med støtteboltsnittap (heraf haves to længder). Til smøring af rival og tap bruges olie, der påstryges med en pensel. Kølemidlet ved de tidligere omtalte udboringer af støttebolte er almindeligt vand.

I de "gode gamle dage" havde man ikke noget, der hed tolerance; man lavede en støttebolt og skar et gevind, og så skulle det være godt. Man bekymrede sig ikke for stigningsfejl, før efter 1924, hvor spørgsmålet blev taget op. Forsøg med at iskrue støtteboltene med kompakt tæt gevind gav ikke godt resultat, man kom ud for helt at rive gevindet af.

Vore snittappe har hvert andet gevind fjernet på et stykke, det skulle give mere plads til spån og frembringe et finere gevind. De tyndeste og længste tappe har undertiden tilbøjelighed til at knække, idet der ved det ret store omdrejningstal opstår svingninger, dette høres som en brummende lyd, og maskinen må straks standses, og man må skære færdig noget forsigtigere ved at sætte maskinen til stødvis, eller også - hvad lige så ofte gøres - manden inde i fyrkassen, der allerede er ifærd med at iskrue støttebolte, støtter tappens ende

med sin ene fod, så ophører svingningerne.

Støtteboltelængderne udmåles med et hagemål, diameteren med dorn eller ved øjemål, idet man jo allerede ved, hvilke tappe der er anvendt, boltene rekvireres fra lager, og man kan straks påbegynde iskruningen. Ved at få bolten fra lager, kan man begynde iskruningen, så snart de første gevind er skåret, og medens de almindelige bolte isættes, bliver der tid til at fremskaffe de normale bolte og specialboltene. F.eks. fremstilles en gennemboret bolt ved at tage en normalbolt og på en specialmaskine bore endehullerne helt igennem skaftet.

Støtteboltene skrues i indvendig fra, efter at først gevindhullerne er rensset med trykluft. De første gevind kan iskrues med fingrene, derefter drejes resten ind med et lille håndsving, hvori er anbragt en klohage bill. 8.

Gevindskæringen foregår fra stillads, og man begynder ved den øverste række, altså lige under bundrammen, da kedlen vender fyrkassen opad. Man skærer de første 4-5 rækker, og her kan manden, der skærer, selv nå ind over bundrammen og bringe den tap tilbage, der lige er skåret igennem. Herefter sænkes stilladset, og en mand går ind i fyrkassen og rækker de gennemskruede tappe tilbage til manden udenfor, samtidig begynder manden inde i fyrkassen at iskrue støttebolte, så pladernes stilling i forhold til hinanden sikres. Der arbejdes med 2 à 3 tappe samtidig for at undgå ventetid. Medens gevindet skæres, og støtteboltene iskrues, må kedlen ikke flyttes, det kan nemlig fremkalde en forskydning mellem pladerne, så gevindløbene ikke kommer til at flugte. Boltene skrues en 3-5 mm gennem jernpkaden, det tilbageblevne inde i fyrkassen skal da være tilstrækkeligt til dannelsen af støtteboltehoved.

Støtteboltegevindet tættens ved dorning, men forinden dorningen sikres hver iskruet bolt med en kørnerprik på gevindet, da det kan hælde, at en støttebolt ellers ligefrem drejer sig ved rystelserne.

Der dornes ikke med cylindrisk dorn, men med en dorn, der har

en konus på 1 : 5,5, men da en sådan kegleformet dorn ved doringen ikke fortrænger så meget materiale i den tynde tilspidsede ende som i den tykke del oppe mod skaftet, og derfor ikke vil give ensartet dorningspænding over hele gevindlængden, har man givet det oprindelige hul i bolten en stumpere konicitet på 1 : 5, den slankere dorn vil da først træde i bunden af hullet, og efterhånden som doringen skrider frem, længere udad, og en ret ensartet spændingsfordeling skulle opnås. Et snit gennem en dornet bolt vises på bill. 9.

Dornene fremstilles både ud i et og med udskiftelig spids isat, bill. 10.

Selve doringen foregår med to R - 40 lufthamre, der dørner samtidig i hver sin ende af samme støttebolt, herved spares forhold og tid.

Støttebolten overnattes ikke udvendig, men indvendig pånattes et hoved af form som allerede vist. Stemmeren er vist på bill. 11.

Den gamle fyrkasse bibeholdes.

Ved alle hovedreparationer (S-rep.) tages kedlen ud af lokomotivrammen, ~~men~~ bibeholdes kobberfyrkassen, bliver fremgangsmåden en lidt anden end, hvis fyrkassen skal fornyes.

Ved kedeleftersynet bliver de gamle bolte eftersat, og de utætte, knækkede, meget tærede (tæringerne i vandrummet viser sig gerne inde ved kobberpladen) og bolte med begyndende træthedsbrud afmærkes og udbores. (Træthedsbrud fremkommer som regel i vandrummet ud mod jernpladen).

Ved besigtigelsen anvendes den allerede viste praktiske stiklampe med lang, bøjelig føring, fremstillet af snoet klavertråd (bill. B 5). Den elektriske spænding er kun 32 volt (vekselstrøm).

De mærkede bolte udbores. Man begynder boringen inde fra kobberfyrkassen, thi det kan hende, at boret "plumper igennem", som man kalder det, hvis støttebolten først er boret fri i jernpladen, og da maskinophængningen ikke er så stabil indvendig som udvendig, kan boret

herved knække. Der anvendes luftboremaskine.

Til indvendig boring af støttebolte bruges en særlig anordning med trykluftstilspænding. Anordningen holdes oppe med en trykluft-dreven stylte, der samtidig hindrer boremaskinen (bill. 12) i at svinge rundt. Til udvendig boring anvendes en boreramme, der dog stærkt trænger til modernisering. Boremaskinerne er afbalancerede med kontravægte, de er hindrede i at svinge rundt, og tilspændingen foregår ved luft.

Til udboringen anvendes bor af hurtigstål. Omdrejningerne ligger omkring 150 pr. minut. Luftboremaskinerne, der anvendes, er B.R.9. og B.R.10. eller dermed lignende. Selve boretiden andrager 30-35 sek. pr. hul.

Efter boringen renses hullerne for stumper, og en rival river dem helt rene, forinden gevindet skæres. Her kan man ikke nøjes med mindre end 3 mm spring i boltediameteren; man har prøvet med både 1 og 2 mm, men er der lidt gammelt gevind tilbage i jernpladen, vil dette altid overtage føringen, lige meget om man først er begyndt i kobberet, tappen springer over i det gamle gevind i jernpladen og efterlader noget kedeligt pluk i kobberet. Det gamle gevind i kobber og jern vil efter udboring af en støttebolt ikke mere være sammenfaldne, da tilstedeværende spændinger har fået udløsning.

Iøvrigt foregår dorning og overnitning på samme måde som tidligere nævnt.

Kedlen forbliver i maskinen.

Her drejer det sig i almindelighed kun om mindre reparationer med udskiftning af enkelte bolte. Boremaskinen er stadig den almindelige luftboremaskine, og bolteudskiftningen sker ved de normale bolte på samme måde som lige foran nævnt. Men man kommer også ud for de særlige bolte, hvor man ikke kan komme til at bore ude fra på grund af vandkasse eller andet opstående. Sådanne støttebolte er fremstillet med et 6 mm gennemgående hul og kaldes derfor gennem-

borede. Hullet er på kedlens yderside lukket med en prop (blanket fra en lokkemaskine) og knækker bolten, varscoes der ved en lille dampstråle ind i fyret. Sådanne gennemborede bolte fjernes inde fra ved at bore hele bolten op i spåner, og så skal det gennemgående hul i bolten styre boret, eller hvis man er heldig, og bolten er knækket ved jernpladen ved at slå skaftet ned.

Støttebolten, der her skal erstatte den udborede, kaldes en damp tæt støttebolt og fremstilles som en almindelig gennemboret bolt, men med et gevind, der er tilspidset så meget i den udadvende ende (da bolten iskrues fra kobbersiden), at bolten kan fange gevindet i jernpladen. Bill. 13 viser bolten (overnitningen er dog ikke rigtigt angivet). Bolten fremstilles på en gammel støtteboltebænk, der arbejder med chaser. Man må nøje følge, hvor meget af bolten der skrues ind i pladen for at være sikker på, at den nu også er skruet igennem jernpladen.

Efter at støttebolten er skruet kraftig i, affræses — med en tapstyret endefræser — den for lange ende, man må have for at holde fast i bolten under iskruningen. Derefter dornes og overnittedes den inde fra fyrkassesiden, dog uden at der holdes for i støtteboltens modsatte ende, hvor man jo ikke kan komme til.

Til skæring af gevindhullerne, hvor gevindene jo skal løbe og flugte med hinanden i begge pladerne, anvendes særlige tappe, hvorom senere.

Støtteboltesnittappe (side støttebolte).

Støtteboltesnittappene fremstilledes tidligere af ekstra-sejgt Böhlerstål. Fremstillingstolerancen var $\pm 0,04$ og $\pm 0,02$, og mindstemål ved slid sættes til 0,00. Gevindet blev skåret som vildt gevind af hensyn til krympning ved hærdeningen. Stigningen lagdes af hensyn til temperaturudvidelsen lidt under normalen og gaves skønsomt en tolerance på $\pm 0,05$ pr. 100 mm, og den halve flankvinkel ± 30 min. Den teoretiske gevindform holdes. Tappens tilladelige kast sættes

til 0,1 mm pr. 100 mm.

Tappen opvarmes i blybad og afkøles i hærdeolie og anløbes i saltbad.

Bill. 14 viser en af vore støtteboltesnittappe (Vk.-norm 2³¹), som de fremstilledes her, men krigen og de varierende materialer gjorde, at for mange tappe mislykkedes, hvorfor man nu er gået over til at købe tappene færdige og med slebet gevind, og det må anbefales.

Bill. 15 viser rivalen til støtteboltehullerne (Vk.-norm 2²⁰).

Snittappe for damptætte støttebolte.

Den damptætte støttebolt er forsynet med konisk gevind til iskru- ning i jernpladen, men at fremstille et pålideligt gevind af rigtig størrelse i jernpladen gennem støtteboltehullet i kobberfyrkassen volder vanskelighed, men skal stole for meget på manden, der udfører arbejdet, derfor har man prøvet at lade gevindet i jernpladen være cylindrisk og så skrue støtteboltens koniske gevind ind heri. Når gevindet er konisk, kan man spænde det tæt, og flere trækprøver har godtgjort, at gevindet er stærkt nok, idet boltens blev trukket over ved hver prøve.

Gevindet i jernpladen er 1 mm mindre i diameter end gevindet i kobberpladen, og de skal skæres løbende. Man kan ikke så godt først skære gevindet i kobberet, så vil tapenden ikke ramme jernpladens hul. Man river først hullet i kobberpladen med senken bill. 16. (Vk.-norm 2¹¹), dernæst i jernpladen med samme senke, man overbeviser sig om, at hullerne er rene, så sættes snittappen bill. 17 (Vk.-norm 2³⁵) på det til hullet svarende styr. Styret og tappen har begge 11 gevind pr. 1". Tap og styr bringes ind i hullet, og man overbeviser sig om, at styret styrer i hullet i jernpladen, og gevindet i kobberpladen skæres. Hvis styret skulle støde imod f.eks. en vandkassévæg, så har styret samme gevindstigning som tappen og vil bare holde stille op mod væggen, og skæringen fortsætter. Nu flugter gevindet

i kobberet med hullet i jernet, og snittap bill. 18 (Vk.-norm 2³⁵¹) bringes i anvendelse; den har to diametre med 1 mm forskel, det tyndeste gevind, altså topendens, skal passe til det allerede i kobberet skårne, toppen føres ind i gevindet, og snart vil det sværere gevind skære kobbergevindet 1 mm op, men topenden vil ramme hullet i jernpladen og skære fuldt og løbende gevind i denne.

Støtteboltebøsninger.

Da støtteboltediameteren ved udveksling stiger med 2 à 3 mm spring, vil man forholdsvis hurtigt komme op på ret store diametre på de steder, hvor boltene udskiftes hyppigst. For at modvirke dette, isættes ved fyrkassefornyelse bøsninger i de større huller. En nyisat bøsning får mindstegevind, der igen efterhånden øges i diameteren, indtil hullet atter bliver for stort, og en ny bøsning med 1 mm større udvendigt gevind isættes og så fremdeles.

En bøsning isættes kun nødigt i en kedel med fyrkassen isiddende, da man her både skal have jernbøsning i ydervæg og kobberbøsning i indervæg, og sådanne bøsninger inde i fyrkassen er ikke altid lige rare og bruges kun som nødhjælp.

Bøsningerne fremstilles som lagervare på revolverbænk. Den mindste bøsning bliver 40 mm Ø udvendig, den største 52 mm Ø, dog kan man i særlige tilfælde gå op til 54 mm. Gevindet er 11 gevind pr. 1". Alle huller igennem bøsningen bores 19 - 20 mm, så er der gods nok til oporning, rivning og gevindskæring. Bøsningerne vises i bill. 19. LON 2.283, LON 2.284, LON 2.285.

For at vide lidt mere om, hvor højt man egentlig kan tillade sig at gå op i bøsningens diameter, uden at sikkerheden skulle lide derved, prøvede man at isætte bøsninger i det udvendige svøb på en gammel lokomotivkedel, beregnet til 10 kg/cm². Der isættes 9 bøsninger ved siden af hinanden i et kvadrat, man gik stadig op med bøsningens størrelse, fjernede den midterste støttebolt, satte bøsninger i udenom hele kvadratet, det hydrauliske tryk blev øget

fra 15 til 17 kg/cm², men stadig viste siden ikke mindste tegn til at give sig. Efterhånden kom man helt op på 75 mm bøsninger inde i kvadratet, og to af bøsningerne var skåret ind i hinanden, og selv da til sidst alle 9 støttebolte i kvadratet blev fjernet, modstod væggen 17 kg/cm²'s tryk, først ved at øge trykket til 20 kg/cm² kom der en udbuling på 1 mm på jernpladen. Det bemærkes, at kobberet var ekstra afstivet.

Første gang et støtteboltehul får en bøsning, opbores det med et universalbor bill. 20 Vk.-norm 2³⁰⁴, der borer, river og skærer gevind i samme opstilling lige efter hinanden. Drivkraften er en transportabel søjleboremaskine. Smøremidlet på bor og tap er olie, der påstryges med pensel.

Skal en gammel bøsning udskiftes, hænder det, at bøsningen løber rundt under boringen, og for ikke at knække de ret dyre universalbor, bruges i så tilfælde først et almindeligt 3-skærs spiralbor og derefter en kombineret rival og snittap. Bill. 20, Vk.-norm 2¹⁰, Vk.-norm 2³⁰ og Vk.-norm 2³⁰⁵.

Bøsningens gevind skæres på revolverbænkens skærehoved og således, at bøsningen kan iskrues et lille stykke med fingrene, derefter slås en firkantet dorn i hullet, og med et boresving skrues bøsningen endelig på plads, d.v.s. således, at pladens udvendige flade og bøsningens flade bliver sammenfoldende. Herefter opdornes bøsningen med en mavedorn, der slås igennem hullet. Efter dorningen overstemmes den ind i vandrummet ragende kant på bøsningen med en mejselhammer og en fladstemmer.

Inden dorningen sikres de vel løstsiddende bøsninger med en kørnerprik. Kedlen lægges om på siden, en snes mavedorne stikkes ned i bøsningshullerne og med en R 40 tryklufthammer slås dornene igennem og falder ned på jorden. Dornene fedtes med olie inden dorningen, og der anvendes ikke forhold under dorningen. Når der isættes kobberbøsninger, isættes der også, af hensyn til støttebolte-

størrelsen, bøsning i den udvendige jernplade. Er bøsningerne iskruede, dornes begge bøsninger med en lang navedorn, der samtidig kan nå igennem hullerne i begge bøsninger, herved undgås besværet med at få dornen ud -- en kort dorn ville falde ned i vandrummet. Her bliver der jo ikke tale om at stemme udvendig fra, men vil man, kan man lade lidt af bøsningen rage uden for pladens flade og så overnitte bøsningens kanten udvendig med en fladstemmer. En overnitning af kobberbøsningen er nødvendig, hvis man da ikke vil lade bøsningen svejse i kanten, i så tilfælde anvendes bøsning med fridrejning. Dorningen udføres efter svejsningen.

Topstøttebolte.

Der er det gode ved topstøtteboltene, at de næsten aldrig knækker eller bliver utætte, og derfor fremstilles de også sjældent i enkeltfabrikation, men kun i serier, partier til de kedler, der får ny fyrkasse. Topstøttebolte forefindes ikke på lager.

Topstøtteboltene udsnedes af støtteboltemateriale i hele sæt efter en smedeliste, som f.eks. er vist på bill. 22 LON 2.302. Samme smedeliste kan anvendes selv for varierende diameter på støtteboltehoved. Skaftet holdes på mål, begge ender centrerer, og i boltens øverste ende (den længste) slås desuden i forsækningen en nedbringertrekant. Bolten drejes på en gammel støtteboltebænk, og gevindet skæres med chaser. Afstikning på længde foregår i hvert enkelt tilfælde efter opgivne mål, almindeligt dog tegningsmålet. Afstikket føres ikke helt igennem, men det rå hoved bliver siddende tilbage, så man med et fiskegab har noget at tage fat i under iskrningen. Efter iskrningen slås hovedet af med en mukkert, og bolten dornes og overnittedes. I toppen overnittedes dog kun de to yderste rækker, efter at de udragende kanter er afnejslede. ~~Selve topstøttebolten er vist på bill. 23. LON 2.301-1.~~

Topstøtteboltebøsninger.

Sådanne isættes kun i den udvendige kappe på lignende måde som sidestøttebolten. Da bøsningen på grund af kædlens runding sættes skråt ind gennem pladen, afnejsles det udvendigt udragende materiale i de to yderste rækker. Bøsningen dornes inden afnejslingen.

Endeligt haves topstøttebolte med tre gevind, dækankerskruer og rundkedelankerskruer.

Bill. 23 viser topstøtteboltebøsningerne LON 2.313 og bill. 24 dækankerbolt LON 2.312. Sidste viser vor nye udformning af støtteboltehoveder, LON 2.082 viser en rundkedelankerskrue.

Bill. 25 Vk.-norm 2²² viser en rival til topstøttebolte, og bill. 26 Vk.-norm 2³² viser en snittap til huller for topstøttebolte. Tappen er fremstillet i to stykker, der er rettet ind, samlet og sikret med to koniske stifter. Man bemærker forskellen på gevinddiametrene. Den er så stor, at det ene gevind frit kan passere det andet.

Støttebolteforsøg.

At støtteboltene oftest knækker i fyrkassehjørnerne, altså på stedet med størst varierende bøjningspåvirkning, er en kendt sag. For at modvirke denne ulempe kan enten konstruktionen ændres ved at indføre bevægelige støttebolte, hvor den engelske konstruktion er at foretrække fremfor den tyske, eller også kan bedre egnede materialer anvendes, og eventuelt bedre arbejdsmetoder indføres.

Af materialer kan nævnes:

jern	lavt legeret
kobber	
mangankobber	
jern	højere legeret

jern formsmedet

kobberpanserjern

manganbronze

Monel-metal

Stones-metal,

og selv om alle disse materialer ikke er helt gennemprøvede, har man dog indvundet visse erfaringer ved direkte forsøg og gennem den allerede omtalte træthedsprøvemaskine, så man mener, at holdbarheden skulle stige, efterhånden som man kommer ned i rækken.

Den 7/6-35 blev der isat Stones-bronze-støttebolte i en ny fyrkasse i kedel nr. 1736 tillige med støttebolte af jern, kobber og manganbronze. Den 17/6-36 rapporteres: Støtteboltene viste sig i god stand, hverken værre eller bedre end de øvrige støttebolte i kassen.

Den 7/5-37 meddeles, at der ikke er sket nogen særlig ændring.

Den 25/11-38 meddeles: Ingen af boltene af Stones-bronze, manganbronze eller kobber synes at være angrebet i vandrummet. I fyrkassen viser det sig, at Stones-bronze er de andre 2 sorter stærkt overlegen, idet hovederne på Stones-bronzen slet ikke synes angrebet hverken på de bolte, som er anbragt i sidepladen, i bagpladen eller i rørpladen. Derimod var såvel mangan-bronzen som kobberboltene noget angrebet, men dog ikke mere end, at de kunne genanvendes, deres hoveder måtte dog efterstemmes.

Den 17/7-42 meddeles: På støtteboltene af Stones-bronze er hovederne i fyrkassen ganske upåvirkede af ilden selv på de steder, der er nærmest risten; derimod har der om manganboltens hoveder dannet sig ir, som, når det fjernes, afdækker en del af disse. Kobberboltens hoveder er stærkt angrebet som følge af ildpåvirkningen og smuldrer noget hen, når man stemmer på dem.

Ved det indvendige eftersyn blev der ikke fundet tæring i vandrummet hverken på støtteboltene af Stones-bronze eller af kobber. Der har ikke været foretaget nogen reparation på støttebol-

tene. I ildrummet har Stones-bronzen holdt sig bedst.

Den 5/12-45 meddeltes:

I ildrummet holder støttebolte af Stones-bronze sig langt bedre end de andre, idet hovederne af Stones-boltene slet ikke er angrebet af ildpåvirkningen, og hovederne ser ud som nye, selv på de stærkest udsatte steder nærmest risten.

På mangan-boltene er der irdannelser langs kanten af hovederne, og denne irdannelse er meget skør og falder af ved berøring, så hovederne bliver mindre og mindre.

Kobberboltene har holdt sig dårligt, og de fleste af disse bolte er udskiftet på et tidligere tidspunkt. I vandrummet holder alle tre slags støttebolte sig godt, og der er ingen synlig forskel på dem.

Af de praktiske forsøg, der nu har været i 10 1/2 år fremgår, at støtteboltene af såvel Stones-bronze som manganbronze har gode styrkeegenskaber, men manganbronzen tæres i ildrummet, hvad Stones-bronzen ikke gør, hvorfor dette metal må foretrakkes til støttebolte, der anbringes på de stærkest påvirkede steder af fyrkassen.

Fyrkassen er i en sådan stand, at den kan holde til en S-reparationsperiode endnu.

Den 31/1-48 meddeles: Det viser sig 12 1/2 år efter forsøgets påbegyndelse, at ingen af Stones-boltene er angrebet, hverken i vandrummet eller ildrummet.

Det henstilles, at man fremtidig kun anvender støttebolte af jern og af Stones-bronze.

Den 18/4-50 meddeles: Stones-bronze-boltene og manganbronze-boltene har klaret sig bedst. I vandrummet er der ingen tæringer, efter diagrammet skulle der den 22/11 1946 være udskiftet 7 manganbolte og (vist af en fejltagelse) 1 Stones-bolt. I ildrummet er Stones-bolte at foretrække, da det ikke på de fleste hoveder kan ses, de har siddet i 15 år, selv de bolte, der er anbragt lidt nede

i ilden, viser ingen aftæring eller afbrænding, hvorimod manganboltene, som er placeret højere oppe, er kraftigt angrebet af ir. Man er af den opfattelse, at hvis manganboltene havde været anbragt nede i ilden, var hovederne helt optåret i lighed med kobberboltene.

Fyrkassen kasseredes.

Af ovenstående forsøg fremgår tydeligt, at Stones-bronze, Stone's J. Quality Stays langt er at foretrække fremfor kobber og delvis også mangan-bronze.

Et andet forsøg blev foretaget med loko 705, der, forsynet med kedel nr. 1566, den 19/2-38 forlod værkstedet, isat en fyrkasse, der var helsvejst i Tyskland. Sidepladerne havde fået høje skoninger udført af kuproduk kobber.

I højre side isattes Kupferpanzerstahl-Aufdornstehbolzen og Aufdornstehbolzen af Hohlstahl C. 10.61. Venstre side var forsynet med egne jernstøttebolte og kobberstøttebolte.

Begge de tyske boltetyper er vist på bill. 27, og begge typer har sikkert som følge af deres konstruktion og fremstilling længere levetid end de nu hos os anvendte jernstøttebolte, og ved udskiftningen byder den tyske bolt med sine 12 gevind pr. 1" mod vore med 11 gevind pr. 1" på den fordel, at springet opad i boltestørrelse bliver mindre - på 2-3 mm mod nu 3-4 mm - og det kan betyde længere levetid for fyrkassen. En anden fordel ved de 12 gevind er, at boltene holder bedre tæt i de tyndvæggede stålfyrkasser og måske også i de normale kobberfyrkasser. Forsøget vil afgøre det.

Den 14/7-42 meddeles: Ingen tæring i vandrummet og ej heller på hovederne i ildrummet. Alle boltene er tætte.

Den 21/2-46 meddeles: Fyrkassens tilstand særdeles god såvel i det almindelige kobber som i kuproduk kobberet, dog ser det ud til, at kuproduk kobberet har stået sig bedst mod ildpåvirkningen. På støtteboltenes nittede hoveder er der ikke nogen forskel, hvor boltene sidder i kuproduk kobberet, måske kan der spores en forskel på

boltene i det almindelige kobber til fordel for de tyske bolte. Inde i vandrummet viser de tyske bolte ikke nogensomhelst antydning til tæring; vore egne bolte viser nogen dog ikke faretruende tæring. Grunden ligger nok i de tyske boltes slanke timeglasform mod vor med lige skaft og ret brat overgang ved gevindet. Fyrkassen har efter de 8 år, den har været i drift, kunnet holde sig i bedste klasse, men det skyldes måske ikke alene kuproduk kobberet, men også det at fyrkassen er helsvejst uden naglesømme, der kan blive utætte.

Den 7/3 1950 meddeles: Fyrkassens tilstand i det ildpåvirkede område er særdeles god såvel i det almindelige kobber som i kuproduk kobberet, dog ser det ud til at kuproduk kobberet holder sig lidt bedre, det er endnu helt glat i overfladen.

Med hensyn til støtteboltehovederne kan der endnu ikke konstateres forskel mellem de tyske bolte og vore egne jernbolte, men kobberboltens hoveder nede ved bundrammen er delvis afbrændt, sidste skiftes dog ikke, men opdornes og overstemmes.

I vandrummet er der ikke nogen tæring at se på de tyske bolte, hvorimod vore egne jernbolte viser mindre begyndende tæringer.

Fyrkassens karakter sættes til 2 med forbehold, rørvæggen er en del udbulet, og målinger viste, at godstykkelsen af rørvæggen sine steder var nede på 18 mm. Der er ingen revner mellem rørhullerne, men hvis tæringen fortsætter, kan det blive nødvendigt at give fyrkassen nye rørvæg ved næste S-reparation. Rundingerne i rørvæggen er gode, der er ingen revner. Bagpladen har begyndende revne i højre siderunding, ellers er der intet at bemærke. Den øvrige del af fyrkassen er særdeles god efter at være brugt i ca. 12 år.

I omtalte forsøg er kuprodukpladerne tilsvejst svøbpladen mellem 12. og 13. støttebolterække fra bundrammen, og da det er en kølsvejst fyrkasse, er kuproduk kobberet tilsvejst det almindelige kobber på de tre sider.

~~Støtteboltdiagrammet bill. 28 viser, at der ialt er udskiftet 62 kobberbolte, 8 jernbolte af egen fremstilling, hvorimod der ikke er udskiftet en eneste af de tyske bolte.~~

At en støttebolt knækker, hidrører ikke fra trækpåvirkningerne, men en udmatning af materialet kan opstå ved de idelige bøjningspåvirkninger, der fremkommer ved de forskellige varmeudvidelser og varierende temperaturer. Da den udvendige jernplade er stivere end fyrkassens kobberplade, er det naturligt, at støttebolten får sin største bøjningspåvirkning ude ved jernpladen, og at de fleste brud forekommer her.

Derimod opstår den største korrision på støttebolten som regel inde ved kobberfyrkassen og kun på jernbolte og i stigende grad ved snavsede kedler, grundet den hermedfølgende stenbelægning på jernstøtteboltene og boltene deraffølgende højere temperatur. Det er bemærkelsesværdigt, hvordan stenbelægningen gennemgående er mindre på kobber-, mangan- eller Stones-bolte end på jernbolte. Stenbelægninger gør i det hele taget meget til, at støtteboltene ikke kan holde. Støttebolten skal tætte i gevindet ved elastiske spændinger, fremkaldt ved dorning, men her som ved rørene, vil en overophedning som følge af, at støttebolten ikke kan komme af med varmen, bevirke, at de elastiske spændinger sætter sig, og når temperaturen falder, trænger vand med sten ind mellem gevindfladerne; stenen sætter sig fast, knuses og processen gentages, indtil bolten bliver virkelig utæt, og så er der som regel ikke andet at gøre end at udskifte, da opdorning og overnitning jo ikke fjerner stenen mellem gevindfladerne. Man kan regne for givet, at rent kedelvand forlænger støtteboltene levetid ligesåvel som kedelrørene.

Der er andre faktorer, der måske kan forlænge støtteboltene levetid, materialet er jo allerede drøftet, ~~men~~ ^{dog} for jernstøttebolte er der forskel på, om man vælger flussjern eller puddeljern.

det sidste skal have en meget bedre kærslagstyrke ved temperaturer omkring 200° - 300° , endvidere er der materialet St 34.11. Det kan nævnes, at støtteboltens hoved inde i ildrummet ikke ¹⁰⁷ ~~må~~ være for stort, så modtager det ikke så megen varme. Gevindet kan måske være rundgevind fremfor spids gevind. Skaftet kan måske med fordel udsættes for stålkugleoverhamring. Støtteboltene gøres lange, skaftet gøres timeglasformet. Alt det kan have sin indflydelse, men herom har der ikke været afholdt forsøg, derimod prøver man ^{bøjning} ~~brud~~ virkningen af en støttebolts modstandsevne over for ^{bøjning} ~~brud~~, når den dornes på forskellig måde, men det må tilføjes, at forsøgene foretages i kold tilstand og ikke ved 200° - 250° .

Hvor mange støttebolte, rørbøsninger m.m. værkstedet har udskiftet i ca. 9 måneder i 1950, fremgår af bill. 28. Ved de meget store støttebolteforbrug har der været isat ny fyrkasse.

Forsøgsapparatet til ^{ovennevnte prøve} ~~omtalte træthedsprøveapparat~~ er vist på bill. ²⁹. En støttebolt fastdornes i en plade. Pladen afrettes i en drejebænk, så støttebolten vil løbe, når pladen fastspændes i en roterende patron. Støttebolten ^{gives} ~~tildes~~ en sideforskydning på 2 mm. Motorens styrestrøm ledes gennem støttebolten, og når bolten knækker, afbrydes strømmen, motoren stopper, og de opnåede omdrejninger kan aflæses på en omdrejningstæller.

Noget endeligt forsøgsresultat ^{foreligger} ~~kan~~ endnu ikke meddeles, men ^f kan kort bemærkes, at en normal dornet jernbolt knækkede ved 160.000 omdrejninger, hvorimod en udornet fastnitted Stones-bronzebolt tilbagelagde ⁴⁸ 20.000.000 omdrejninger ⁱⁿ ~~uden~~ ^{den} ~~at~~ knække ~~de~~.

De heri omtalte jernbolte og kobberbolte har ikke vist fremragende egenskaber, men ved en legeringstilsætning kan egenskaberne bedres betydeligt. F.eks. må antages, at materiale af St.C 10.61 og kobber tilsat zink eller tin vil være meget bedre egnet.

Stålfyrkasser.

Langt tilbage i tiden anvendtes kobberfyrkasser, dog har en af vore gamle museumslokomotiver "Ole", bygget ca. 1870, stålfyrkasse, det var en rangermaskine med opretstående kedel.

Under forrige verdenskrig isattes en del stålfyrkasser i de mindre lokomotiver, men fyrkassernes levetid var gennemgående kun 1 à 2 perioder, altså dengang 3-6 år. Fyrkasserne var samlede ved nitning, og der kom ret snart revner her og der, ofte fra stemmekanten og ind til en nagle eller omkring fyrhullet. Forholdene dengang og idag er jo ikke de samme; man havde dengang mere sten i kedlerne og var ikke så godt bevandret i svejsning. Man syntes dengang at have fået nok af stålfyrkasser, men fremkomsten af specialstål (f.eks. ~~1 zett 11.~~) og en anden verdenskrig har bevirket, at flere nye rangermaskiner er leveret med stålfyrkasse og denne gang med mere held. Fyrkasserne er helsvejste, og selom de nu allerede er op til 8 år gamle, har vi ikke endnu haft væsentlige reparationer på dem; der har været nogle knækkede støttebolte, men herudover ikke noget. Lokomotiver med fyrkasse er fremstillet hos A/S Frichs, Aarhus. Til svejsning anvendtes O.K.44. Støtteboltene blev rundsvejste efter dorningen. Rørene ivalsedes og fyrkassen skulle behandles med en vis omhu som anført nedenfor.

Kobberfyrkasser.

Det kobber, der anvendes til fremstillingen, skal tilfredsstille nedenstående betingelser:

Svøbpladerne leveres plane, medens rør- og dørpladerne leveres med optagne kanter. Pladerne udglødes efter bearbejdningen.

Pladerne skal tilfredsstille følgende kvalitetsbetingelser:

- brudgrænse: > 22 kg/mm²
- forlængelse: > 38 pct.
- kontraktion: > 45 -

Bøjeprøve:

Materialiet skal såvel koldt som rødvarmt kunne tåle at bøjes helt sammen (180°) uden at vise revner på den udvendige side. Prøvestykkerne, der ikke udglødes, skal have 300-500 mm² tværsnit og målelængden er 200 mm.

Det anvendte kobber skal have følgende sammensætning:

Kobber:	mindst 99,3 pCt.
nikkel:	0,1 - 0,3 pCt.
arsen:	0,1 - 0,3 -
nikkel +	
arsen:	højst 0,5 - .

Da de mindre fyrkasser samles ved svejsning, forlanges endvidere, at kobberet til disse skal være afiltet (deoxyderet), men da man i stigende grad går over til at foretage reparationer ved svejsning på samtlige fyrkasser, og da prisen på den ene og den anden slags kobber foreløbig er den samme, forlanges formentlig fremtidigt, at alt fyrkassekobber leveres afiltet.

Den oprindelige samlingsmåde var jo nitning, men omkring året 1929 sendtes et par mænd til Holland for at sætte sig ind i kobberfyrkassens svejsning ved gas, og i sommeren 1933 var man kommet så langt, at den første helsvejste kobberfyrkasse isattes en røngermaskine. Herefter udarbejdedes arbejdstegninger for svejste fyrkasser til de fleste af vore mindre lokomotiver, og der indkøbes nu væsentligt kun kobberplader til svejste fyrkasser for disse litra. For de store litras vedkommende har vi dog stadig forbud mod svejsning. Man har været forsigtig med udviklingen, man har først villet indhøste erfaringer fra de mindre kedler. Den første helsvejste fyrkasse er dog nu under udarbejdelse for litra S. Udgiften til svejsning af en kobberfyrkasse er lidt større end for nitning af samme fyrkasse, men så kan man til gengæld regne med

50 % længere levetid og betydeligt færre reparationer.

Gassvejsningen sætter ved visse høje temperaturer, fordelt over et ret stort areal, let mange spændinger, der kan foranledige revnedannelser, hvis man ikke går forsigtigt frem. Især viser det sig ved reparationer, derfor er man her også mere og mere gået over til kulbuesvejsning, der ikke sætter nær så store spændinger, og en sejgere svejsefuge over for bøjning.

Vi har endnu kun fremstillet en enkelt fyrkasse ved kulbuesvejsning; vore pladsforhold er noget knebne; men havde vi mere plads, ville vi nok fortsætte ad den vej.

Vi fremstiller gerne flere fyrkasser samtidig, ofte i tre af hvert litra, så har man altid fyrkasser stående i reserve. Inden svøbet bukkes, bores de fleste huller, altså i pladens plane tilstand, herunder støtteboltehuller. Pladerne lægges oven på hinanden og kun den øverste opmærkes. Ligeledes bores rørvæg og dørplade inden svejsningen, og man påtænker fremtidig at anvende opmærkerplader.

Med godt resultat har vi på en enkelt maskines fyrkasse prøvet at isvejse sideplader af kuproduk kobber (loko 705). Forsøgsresultatet er anført under afsnittet støttebolte. Pladerne er glatte og pæne endnu efter 13 års brug, og fyrkassen er stadig i drift.

Isvejsningen af kuproduk kobber er ikke besværlig. Kuproduk kobberet har noget højere smeltepunkt end det almindelige kobber, så brænderen må under føringen holdes lidt mere over mod kuproduk kobberet.

Kuproduk kobberet bliver ved opvarmning ikke så hurtigt plastisk som det almindelige fyrkassekobber, hvorfor det også bedre kan holde støtteboltene tætte, og det ser også ud til, at kobberet ikke er så modtageligt for tæring fra ildsiden, grundet svovlholdige kul, som det almindelige kobber, der på en 4 år i værste tilfælde kan tæres ned fra 15 mm til 4 à 5 mm. Hvorledes kuproduk kobberet kan holde mod revnedannelse i rundingerne vides ikke.

For at holde føling med folkenes færdighed, foretages lejlighedsvis en vis kontrol ved røntgen, og det har givet os vejledning,

så vor gassvejsning er ret fejlfri, og vor kulbuesvejsninger har bedret sig betydeligt.

Af tilgåede oplysninger har jeg forstået, at det er ikke min plads her at give anvisning på, hvorledes man skal svejse i kobber, tværtimod er det mig, der bør modtage lærdom, og derfor vil jeg her kort anføre, hvorledes vi svejser for eventuelt senere at modtage bedre anvisning.

Gassvejsning.

Ved nyt arbejde svejses der gerne lodret, så to mand kan svejse samtidig, en mand fra hver side. Der anvendes gerne symmetrisk X-skærpning på 60° med 3-4 mm luft i midten. Pladerne sammenspændes med klemmer, så luften mellem pladerne bliver større bort fra svejsestedet, så der bliver noget at trække på.

Ved reparationsarbejde tvinges man ofte til at bruge V-skærpning, og den svejses for det meste liggende vandret. Der svejses med een brænder og forvarmes med en à to brændere, altså er man undertiden 3 mand til at svejse. Ved V-skærpninger er pladeafstanden 3 mm, vinklen 60° , nedenunder skærpningen anbringes først en 2 mm kobberstrimmel, som smeltebadet skal smeltes ned imod og få forbandt med, og under kobberstrimlen lægges igen en sværere jernplade, der på en eller anden måde presses op mod kobberstrimlen.

Der anvendes højtrykssvejsebrændere af numrene 7 og 8 med et gasforbrug på 2000 - 2500 lit./time og et iltforbrug på 2200 - 2750 lit./time. Svejsetråden er Canslertråd, og der anvendes Canslerpasta. Svejselængderne ligger mellem 100 - 150 mm.

Lige efter at svejsebrænderen lægges, foretages en overhamring med hånd eller luft for at holde trækspændingerne borte fra det størknede smeltebad. Når temperaturen er kommet under den rødskøre zone, fortsættes med de næste 100 - 150 mm o.s.v..

Kulbuesvejsning.

Skærpningen er altid V-skærpning med en pladeafstand på 1 à 2 mm og skærpningsvinklen $60 - 70^{\circ}$. Svejsefugen skal ligge vandret

og helst med en lille stigning på $1\frac{1}{2}$ - 10. Der anvendes 25 mm kul i vandkølet kulholder. Svejsenstrømmen er på 415 - 420 amp.. Svejsetråden består af 4 sammensmedede 3 mm Z K K tråd. Der forvarmes med gas til en $300 - 400^{\circ}$.

Der lægges først en bundstreng, der om muligt senere mejsles op og eftersvejses. Svejselængden er max. 350 - 400 mm. kulspidserne er på dette stadium afbrændt, og buen bliver urolig, hvorfor kullene skal spidses. Svejsetråden lægges ned i svejsefugen og føres frem mod smeltebadet samtidig med, at tråden bevæges lidt sidevæts. Man må passe på, at smeltebadet ikke kommer bagom tråden. Kullet bevæges således, at kanterne kommer med. Der anvendes ingen overhamring, men den størknede svejsestreng mejsles i kanterne med en kanalmejsel for at fjerne eventuelle kulpartikler, og ligeledes mejsles der med kanalmejslen en à to riller i strengens midte.

Bronzoid-svejsning.

Her anvendes direkte elektrisk svejsning med bronzoid-elektroder, efter at pladen er forvarmet til ca. 600° . Trådtykkelsen er 4-5 mm.

Vi har ikke helt gode erfaringer med denne fremgangsmåde.

Reparationseksempler.

Alle vore ^{reparations} kedelsvejsninger føres til protokol, og svejsningen angives ved skitse. Nogle af de udførte svejsninger vises i efterfølgende billeder. (E1-39)

A. Litteraturhenviisning.

Reorganisation of Crewe Locomotive Works, The Railway Engineer, 33 Tothill Street, S.W., London. 1929.

"Die Wirtschaftlichkeit einer Lokomotivausbesserung" von Dip. Ing. Albert Grünwald, Reichsbahnbauführer. Dissartion fra Aachen 1931.

Erhaltungswirtschaft bei der deutschen Reichsbahn. Von Dr. -Ing. E.H. Peter Kühne. Berlin 1933

Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft M.B.H. bei der deutschen Reichsbahn.

B.

Die chemische Lokomotivreinigungsanlage im Bahnbetriebswerk Seddin von Rudolff Radde, Berlin-Friedenau.

Glasers Annalen, November 1950, nr. 16, side 202.

Das Eisenbahnwerk 1931 Sept. side 101

" " 1933 Nov. " 139

Glasers Annalen 1928 Dec. " 153

National Aluminate Corporation (Nalco), Chicago.

C.

Die Beanspruchung der Rohrwalzverbindung eines Heizrohrkessels von Dr. Ing. L. Schneider.

Organ. 1. Juli 1930, Hefte 13.

Kenstruktion und Anwendung von Rohrwalzen. Von A. Meyer, Berlin-Rankow Werkstatustechnik 1929, Hefte 22, side 641

Das Eisenbahnwerk 1931 Dec. side 133

" " 1931 15. aug. " 90

" " 1930 Hefte 3 " 32

" " 1928 " 29 " 320

Organ 1930 " 13 " 307

V.D.T. 1924 " 809

" 1928 " 1233

Railway Mechanical Engineer 1922 " 183

" " 1922 " 221

" " 1922 " 275

" " 1922 " 554

D.

Der Weg zum Aufdorn-Stehbolzen

Henschel & Sohn. G.M.B.H. Kassel 1942.

Locomotive firebox stays.

Henry Wiggin & Co, Ltd.

Wiggin Street, Birmingham 16.

D.

Welding locomotive boilers -Poultney-
The Engineer, London, nr. 4887. Sept. 1950 side 322.
D.K. 621, 133, 3 (42)

E. Udvendig kedel.

The Engineer, London, nr. 4887, Sept. 1950 side 322
D.K. 621, 133, 3 (42) Poultney - Welding locomotive boilers
(3000 ord og billeder).

Machinery, Dec. 11. 1947, side 657.

Welded Steel Locomotive Fire Boxes.

Their Fabrication at the Brighton Works of the Southern
Railway Co.

Railway Mechanical Engineer, Aug. 1937, side 352.

Strength of Riveted Patches.

Nordisk Järnbanetidsskrift, Häfte 5, 1947, side 131.

Elektrisk svetsning av kopparfyrboxar til ånglok.

Av. Verkstadsöveringenjör S. Niklasson.

