

FLOTTANS SKIFFEROLJEVERK

AV BERGSINGENJÖR SVEN V. BERGH

Föredrag vid Svenska Gasverksföreningens årsmöte i Lidköping 1942.

År 1924 anlades å Kinnekulle nära Kinne-Kleva ett mindre verk i industriell skala för framställning av olja ur alunskiffer enligt Berghs metod.¹⁾ Ägaren patron Olof Jönsson, erhöll som hjälp vid uppförandet av detta verk ett Statens manufakturlån å 200,000 kronor. Verket drevs under olika perioder, och den utvunna oljan provades med gott resultat å flottans fartyg. Efter diverse utredningar beslöt 1932 års Riksdag, att Staten skulle inköpa oljeverket jämte den egendom, varpå detta var beläget. Köpet verkställdes samma år varvid såväl industrianläggningen som egendomen ställdes under Marinförvaltningens ledning och benämndes Flottans Skifferoljeverk. Det befintliga verket drevs som försöksverk för att i händelse av behov kunna utbyggas i erforderlig skala.

Egendomen har en areal av c:a 350 tunnland och omfattar förutom oljeverket även 10 st. fältugnar och en gaseldad schaktugn för bränning av kalksten samt ett icke obetydligt jordbruk. Norra delen av egendomen utgöres av en rödstensklev, bestående av en lättbruten ortocerkalksten med c:a 70 % kolsyrad kalk. Arealen är 22 tunnland och mäktigheten c:a 15 meter. Denna fyndighet beräknas innehålla 3,6 mill. ton kalksten och kan lämna råmaterial för en medelstor cementfabrik. Större delen av egendomen (240 tunnland) innehåller mäktiga skiffer- och orstenslager i dagen, bildande i stort sett en orubbad konkordant lagerserie i anslutning till Kinnekulles övriga skifferförekomster. Förekomsten är lättbruten och innehåller enligt en uppskattning år 1924 av professor Grönvall i Lund c:a 16 mill. ton skiffer, varav för oljeutvinning särskilt lämplig 15 mill. ton (beräknas f. n. lämna c:a 450.000 ton olja) samt c:a 9 mill. ton orsten (en bituminös kalksten med 85 till 96 % kolsyrad kalk). Skiffern innehåller c:a 18 % bituminös substans, 12 % svavelkis och resten kalihaltig glimmerlera och lämnar vid bränning c:a 76 % aska. Såsom orientering visas i fig. 1 en profil genom hela alunskifferlagret som erhållits genom kärnbörning vid rödstensklevens fot inom området,² fig. 2 ett nomogram av brytbara orstens- och

¹⁾ Svenska Patenten 50067, 57401, 62352, 63246 och 70948.

²⁾ Utförd av Sveriges geologiska undersökning 1941.

Per Mångården, Kinne-Kleva

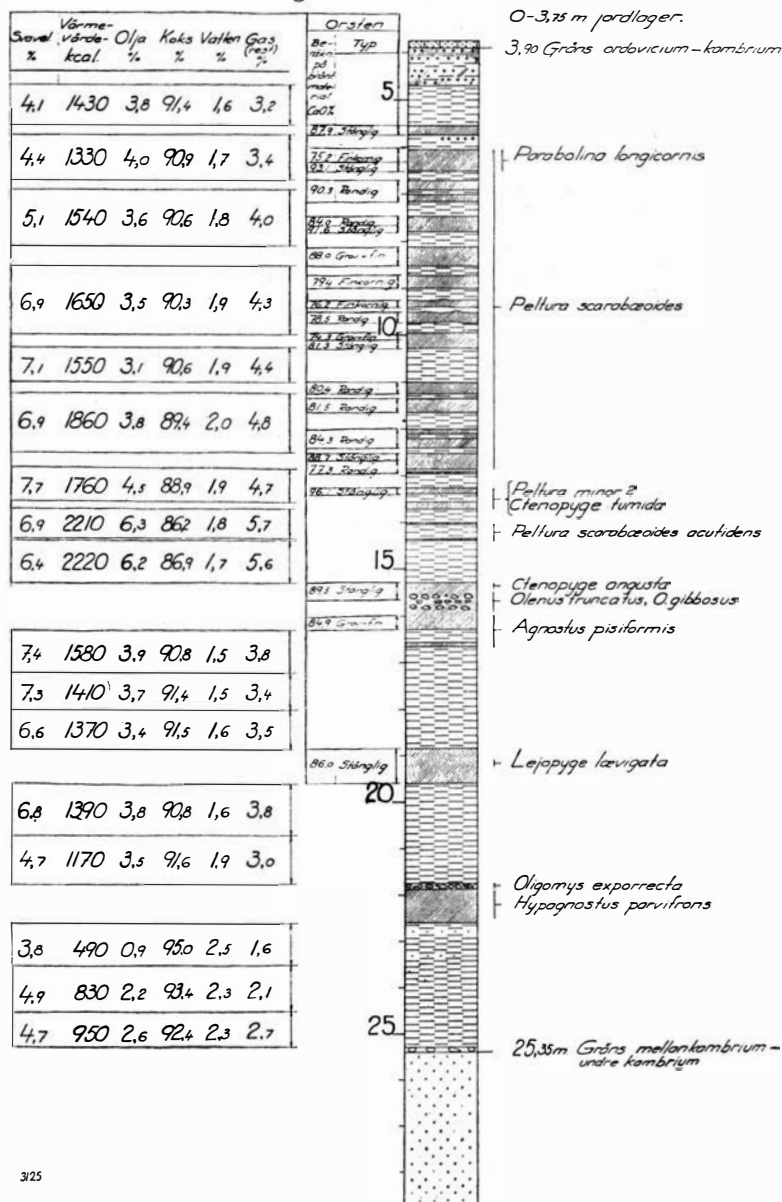


Fig. 1. Profil genom alunskifferlager.

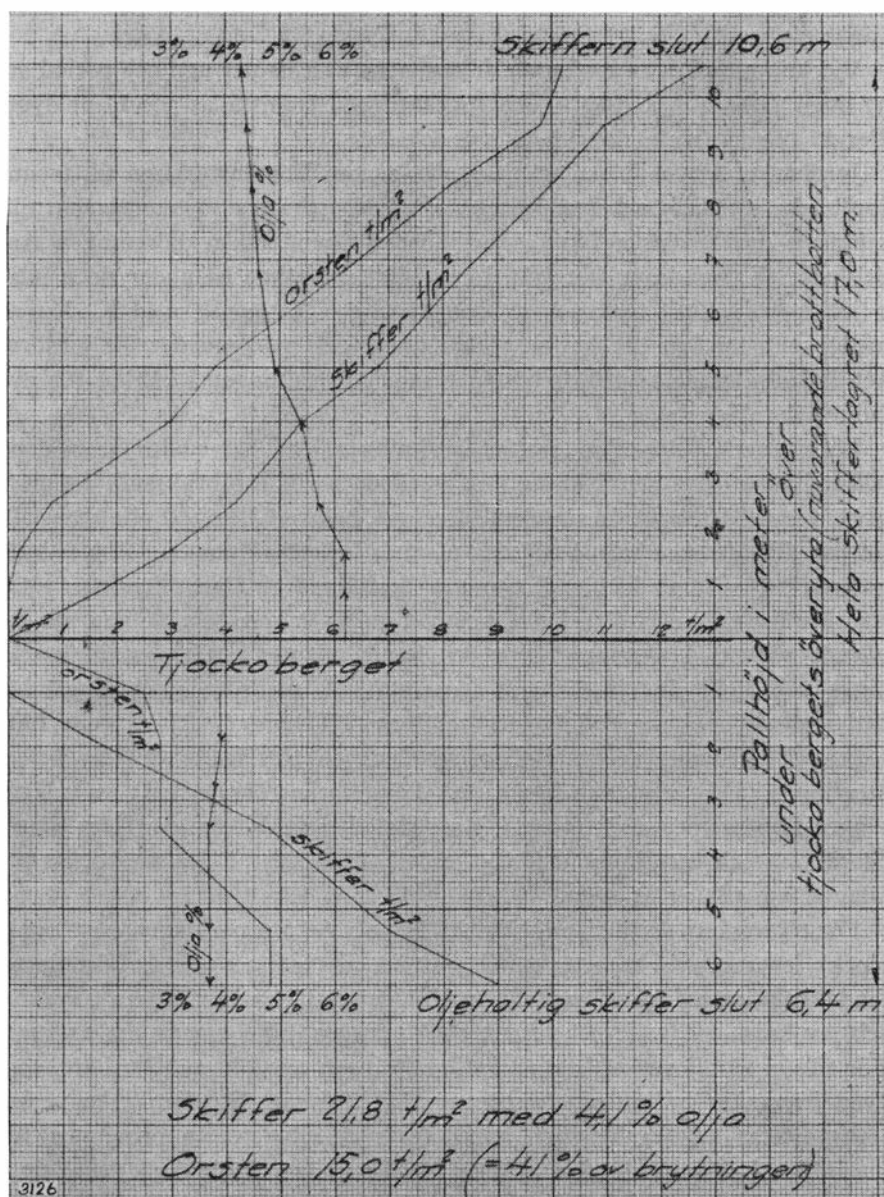


Fig. 2. Nomogram av brytbara orstens- och skiffermängder enligt profilen i fig. 1.

skiffermängder enligt detta borrhål samt fig. 3 en karta som upptager de olika bergarterna på Kinnekulle ävensom utbrytna områden, stenbrott, järnvägar etc.

Vid bränning i de ovannämnda fältugnarna uttages per ugn och period om 37 dygn 1.900 hl bränd kalk, och i schaktugnen framställas 300 hl pr dygn. Per år tillverkas c:a 110.000 hl bränd kalk.

Jordbruket å egendomen utarrenderas genom Domänstyrelsen till tvenne jordbrukare. Kalkbruket utarrenderas till Kooperativa förbundet som tillsammans med Svenska Lantmännens Riksförbund bildat Föreningen Andelskalk. I arrendeavgifter från jord- och kalkbruket ha under tiden intill 1 juli 1939 influtit omkring 107.000 kronor, vilka medel med K. Maj:ts medgivande använts till skatter, förbättringar och nybyggnader för jordbruket, istandsättande av arbetarbostäder samt avbetalningar å ett lån för nya ladugårdsanläggningar.

Försöksverket drives av marinförvaltningen, och har under årens lopp hållits i gång i den utsträckning som marknaden för jordbrukskalk det medgivit, varvid den brännbara, högvärdiga gas, som erhålles vid oljeframställningen, försålts som bränsle till den nämnda kalkschaktningen. Under budgetåren 1934—1939 ha ur 48.650 ton destillerad skiffer tillverkats 1.520 ton olja för en medeltillverkningskostnad av 83 kr. per ton. Oljan har ingående prövats å flottans fartyg och har i utlandet utförts såväl kracknings- som hydreringsförsök med densamma. Utförligare upplysningar beträffande de utvunna produkterna återfinnas i Teknisk Tidskrift 1941, häfte 24. Beskrivning av destillationsmetoden och försöksverket i sin helhet återfinnes i IVA meddelande n:o 92. Före statens övertagande av anläggningen företogs provdrift av prof. Bror Holmberg vid Tekniska Högskolan i Stockholm och återfinnes utförligt protokoll häröver i Statsutskottets utlåtande n:o 181 av år 1930.

För oljeverkets drift erforderlig skiffer, c:a 60 ton per dygn (2 st. ugnblock), levereras vid krossverket till visst överenskommet pris av Föreningen Andelskalk, som även tillhandahåller den personal, som erfordras för skötseln av kross- och oljeverket samt askkörningen, tillsammans c:a 11 man. För tillsyn av oljeverket har marinförvaltningen anställt en förvaltare, som även övervakar befintliga oljecisterner i Lidköping dit oljan från verket transporteras med tankvagnar, kontrollerar de arbetsprestationer, som för marinförvaltningens räkning utföras av Föreningen Andelskalk, samt uppbär och redovisar hyror för utarrenderade arbetarbostäder m. m.

En utförligare redogörelse för tillkomsten och inköpet av Flottans Skifferoljeverk å Kinnekulle författad av marindirektör Zetterström återfinnes i häfte nr 3, 1939 av Krigsvetenskapsakademiens handlingar.

I november 1939 ställdes till marinförvaltningens förfogande ett belopp av 5,5 millioner kronor för byggnad av ett nytt stort oljeverk med en ugnsanläggning av 28 st. block lika med försöksanläggningen. I april månad 1940 — så snart den starka snösmältningen ej hindrade — igångsattes kontrakterade leveranser av grund- och byggnadsarbetena för oljeverkets båda ugnshus med tillhörande silosbyggnader och krossverk m. m., bostadsbyggen för arbetare samt vattenledning från Vätern med tillhörande pumpanläggning och reservoar. Då förhållandena det medgåvo, igångsattes därefter murning av skorstenar och röckkanaler, ugnsblockens uppmurning och montering, leveranser av transportanordningar och rörsystem samt övriga installationer inom oljeverket, gruvdriftens planering och mekanisering jämte därmed sammanhängande byggnadsarbeten.

I maj erhöll marinförvaltningen ett tilläggsanslag av 2,2 millioner kronor, avsedda för komplettering av oljeverket med en anläggning för utvinning av svavel ur destillationsgasen, kombinerad med en ångkraftcentral.

Den 8 juli undertecknades kontrakt med Bamag-Meguín, Berlin om uppförande av svavelutvinningsanläggning enligt den av I. G. Farben utarbetade alkazidmetoden. I kontraktet stipulerades, att allt material till anläggningen skulle tillverkas och levereras av svenska verkstäder med undantag för viss apparatur och instrumentering, som måste levereras från Tyskland. Svenska Maskinverken i Södertälje levererade avgasångpanneanläggningen (system LaMont) och de Laval's Ångturbin turbinanläggningen.

I januari 1941 erhöll marinförvaltningen ett tilläggsanslag av 1,4 millioner kronor för bestridande av prisförhöjningar, som uppstått genom kris-tiden.

Kostnaderna för verket fördela sig som följer:

Markkostnader	c:a	40.000:—
Gruvanläggning med maskinell utrustning	„	800.000:—
Ugnsanläggning med rökgaskanaler och skorstenar	„	4.800.000:—
Svavelverket	„	1.700.000:—
Ång- och kraftanläggning	„	750.000:—
Pumpstation och vattenledning	„	450.000:—
Elektrisk anläggning	„	400.000:—
Bostäder och marketenteri för arbetare	„	250.000:—
Kontor, laboratorium, verkstad, förråd, manskapsbyggnad ..	„	200.000:—
Anläggningar för ytterligare biprodukter: gasbensinanläggning med svavelreningsanläggning	„	200.000:—
Återstår odisponerat samt till täckandet av monteringskostnader, oljecisterner m. m.	„	820.000:—
Summa Kronor		10.410.000:—

På grund av den osedvanligt starka och ihållande kylan under vintern 1940—1941 försenades vissa arbeten. Så snart väderleksförhållandena det medgävo, verkställdes emellertid erforderliga besiktningsprov, och det första ugnsblocket för skifferdestillation igångsattes den 15 maj 1941, varefter successivt ytterligare 6 st. ugnsblock sattes i drift. Dessa 7 ugnsblock, eller en fjärdedel av anläggningen, gingo därefter i provdrift i c:a en månad, under vilken tid erforderliga injusteringar företogs, varefter hela anläggningen successivt igångsattes.

	Rökgas vol. %	Restgas I vol. %	Restgas II vol. %	Gasol vol. %	Bensin vol. %
Väte	15,9	18,2			
Kväve	45,7	52,5	12,8		
Koloxid	2,0	2,3			
Syre	0,3	0,3			
Metan	19,5	22,0	14,1	0,6	
Etylén	1,7	1,4	9,5	3,3	
Etan	4,8	2,8	34,8	22,4	
Propylén	2,3	0,2	12,1	28,2	
Propan	3,6	0,28	16,7	44,4	2,0
Butylen	0,1	0,02		0,1	2,9
Butan	1,4			1,0	31,1
Högre kolväter (C ₅)	2,7				64,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nm ³ /h	1600	1385	44	102	69

3129

Fig. 5. Exempel på sammansättningen hos destillationsgasen samt dess olika gasfraktioner.

Ur skifferbrottet gräves det genom sprängning uppluckrade berget, sedan de grövsta orstensblocken utsovrats medelst grävsopor, och lastas på specialvagnar av 2 m³ rymd samt transporteras till ett grovkrossverk. Orstenen avskiljes genom handskrädning, och skiffern går sedan till finkrossverken, där den krossas till liten styckestorlek och hopsamlas i silos. Härifrån transporteras skiffern på gummiband till ugnsblocken. Skifferaskan transporteras ävenledes på gummitransportband till asktipp. Oljegaserna

ledas till kylverk bestående av två olika kylsystem i vilka gasen först långsamt kyles till 70°C och därefter hastigt till 25°C varvid den kondenserbara delen uttages som olja och vatten. Den ej kondenserbara oljegasen föres till svavelverket, där svavel av hög renhet utvinnes ur densamma. Resterande gas bortledes och förbrännes, i avvaktan på bättre utnyttjande, under ångpannor. Dessa ångpannor äro insatta i de kanaler, som från retortugnarna leda rökgaserna till skorstenarna. Ångalstringen här sker alltså

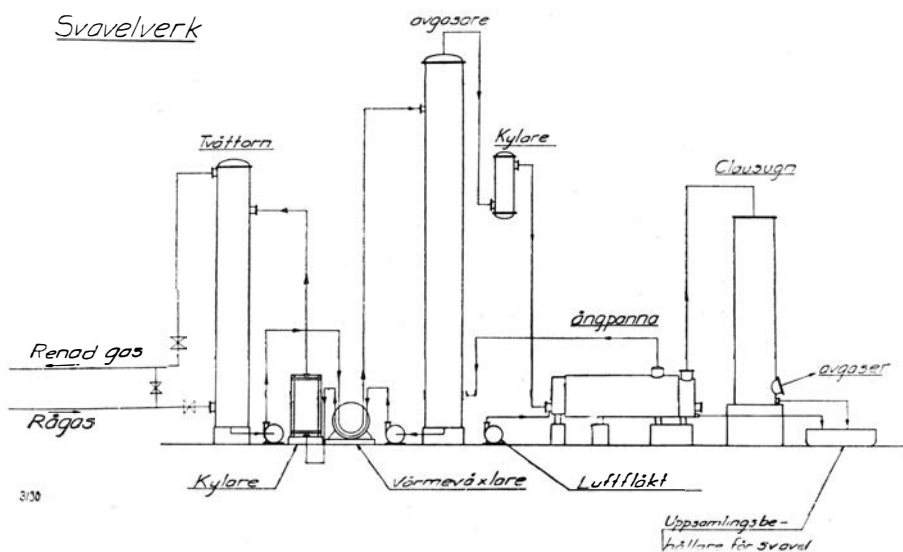


Fig. 6. Schematisk framställning av svavelverket.

såväl med tillhjälp av värmets i de från ugnarna avgående rökgaserna som f. n. medelst det värme som erhålles vid förbränning av den svavelrenade destillationsgasen.

Den producerade ångan av 25 kg/cm^2 tryck användes först för att i en ångturbingenerator alstra all den elektriska energi, som åtgår för oljeverkets drift. Den från turbinen avgående avloppsångan av 3 kg/cm^2 ledes till svavelverket.

Hela anläggningen är i görligaste mån mekaniserad. Maskiner och transportband användas, där så är möjligt, varigenom behovet av manuell arbetskraft avsevärt nedbringats. Detta är givetvis av stor betydelse i beredskapstider, då knapphet på arbetskraft föreligger.

Någon olägenhet för traktens växtlighet, förorsakad av rökgasernas svavelhalt, har ej kunnat iakttagas, ej heller har avloppsvattnet från anläggningen vållat några större besvär.

Fig. 4 visar en schematisk framställning av hur skiffern från gruvan föres genom hela verket och vilka slutprodukter som utvinns resp. kunna utvinnas. Fig. 5 visar såsom ett exempel sammansättningen samt de olika gasfraktioner som kunna utvinnas ur destillationsgasen. Fig. 6 visar en sche-

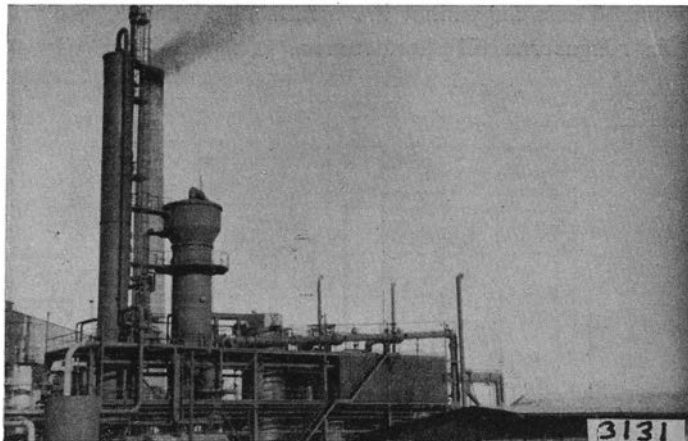


Fig. 7. Yttervy av svavelanläggningen.

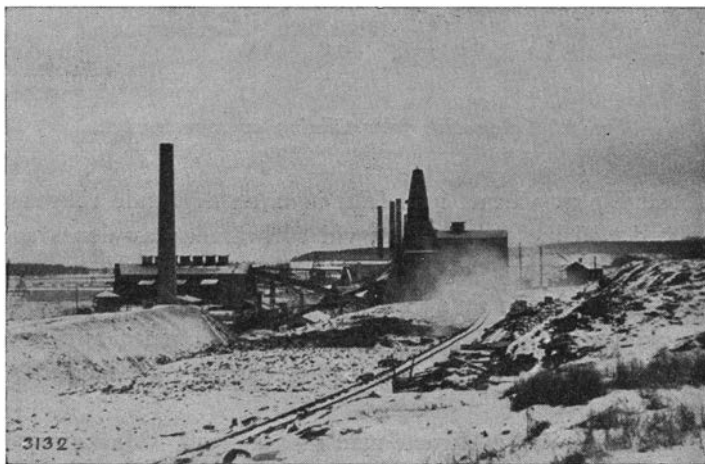


Fig. 8. Försöksverket med nya oljeverket i bakgrunden.

matisk framställning av svavelverket enligt I. G. Farben förfarande. Fig. 7 visar en yttervy av svavelanläggningen. Fig. 8 visar en vy av försöksverket med nya oljeverket i bakgrunden. Fig. 9 och 10 visa interiörer av ugn-

husen, den förra ugsblockens nedre parti, den senare ugsblockens chargeringsdelar och fig. 11 en ur ugsblocket upphissad retortsats. Fig. 12 visar en interiör från kraftcentralen.

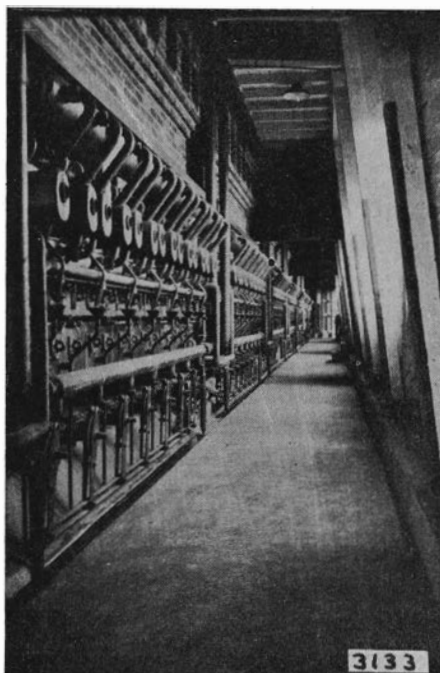


Fig. 9. Ugsblockens nedre parti.

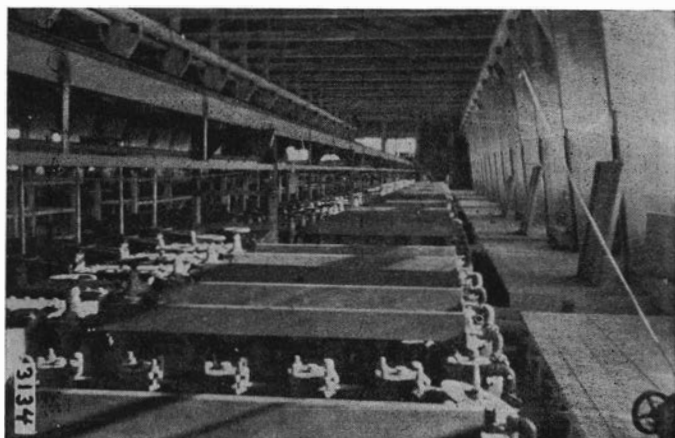


Fig. 10. Ugsblockens chargeringsdelar.

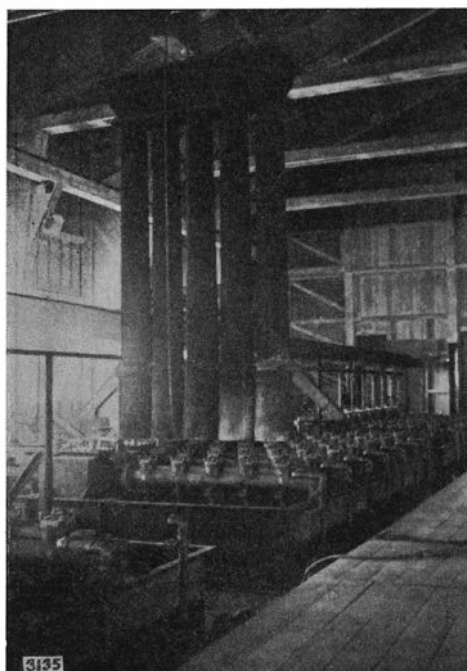


Fig. 11. En ur ugnsblocket upphissad retortsats.

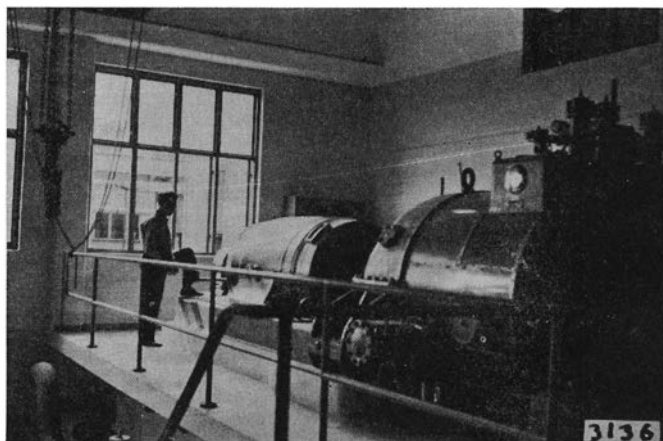


Fig. 12. Interiör från kraftcentralen.

Vid uppgörande av planer, ritningar, specifikationer, kontrakt m. m. ha i första hand arbetskrafter å marinförvaltningens ingenjöravdelnings oljedetalj tagits i anspråk. I viss utsträckning hava välkända konsulterande specialfirmor och specialister inom olika fack då så erfordrats anlitats för att lämna bistånd såväl vid utarbetande av den allmänna planeringen som vid genomförande av detaljkonstruktionerna, kontroll och besiktning av kontrakterade arbeten m. m. Självfallet har även den sakkunskap som förefinnes inom marinförvaltningens ingenjöravdelnings övriga detaljer tagits i anspråk. Samtliga byggnadsarbeten ha utförts av entreprenörer. Sedan verket tagits i drift ha en del kompletteringar och omläggningar företagits för konsolidering av driften. I anslutning till den tekniska statistiken ha arbetstidsstudier utförts för olika delar av driften och än ytterligare rationalisering kunnat genomföras. En detaljerad driftsbokföring på grundval av en för verket upplagd kontoplan har införts och upplagts av experter efter riktlinjer angivna av professor R. Kristenson (se Tekn. Tidskrift häft. 1, 1942).

Slutligen må nämnas att ytterligare en del anläggningar äro under uppförande och att ett intensivt forskningsarbete bedrivs med huvudvikten lagd vid ytterligare rationellt utnyttjande av kalkstenen, som ju fås i stora mängder, samt vidare av gasen och askan för framställning bl. a. av respektive kalksalpeter och byggnadsmaterial.

Analyser på svavel, tillverkat vid Flottans Skifferoljeverk å Kinnekulle.

Analyserna utförda vid Ammoniakwerk, Merseburg G.m.b.H.,

Leuna Werke:

Datum		⁸ / ₁₀ 1941	²⁹ / ₈ 1942
Svavel	%	99,93	99,92
Vatten	%	0,035	0,055
Järnoxid	%	0,016	0,001
Aska	%	0,0206	0,002
Syra			
Arsenik	}	saknas	saknas
Selen			
Bitumen + aska	%	0,0252	0,0195
Olösligt i natriumsulfid	%	0,0168	0,0108
Olösligt i kolsvavla	%	0,062	1,135
Färg		rent gul	rent gul med brunaktig rand