

GDG omformarstation i Grängesberg.

De stora kraftverken distribuera sin elektriska energi vanligen i form av trefas 50-periodig växelström med en spänning av minst 50.000 volt. I denna form kan el-kraften, med i vårt land tillämpat system för tågdriften, ej användas, varför nedtransformering och omformning äro nödvändiga. Härför erfordras omformarstationer utmed banan så tätt placerade, att spänningen ej blir för låg för elektrolokens motorer på grund av förlusterna i ledningarna. Utmed GDG huvudlinje Göteborg—Gävle finnas sex omformarstationer, vilkas lägen framgå av fig. 1. Omformarstationerna vid Nygård och Mellerud byggdes 1938—1939 av vattenfallsstyrelsen för att mata bandelen Göteborg—Åmål med enfasenergi. (Vid den fortsatta elektrifieringen flyttades matningsgränsen till Säffle.) Nästa inmatningspunkt mot Gävle är Kil, där GDG köper enfasenergi av S.J. från en omformarstation belägen mellan Kil och Skåre. Vid den fortsatta utbyggnaden av kontaktledningssystemet kom bandelen Gävle—Falun närmast i tur. Härvid uppförde GDG sin första omformarstation i egen regi i Falun. Denna matar öster ut endast bandelen Falun—Storvik, medan S.J. omformarstation i Älvkarleö svarar för sträckan Gävle—Storvik. För den slutliga sammanknytningen av de båda kontaktledningssystemen i norr och söder uppförde GDG ytterligare en omformarstation, som fick sin placering i Grängesberg. Sedan denna sista omformarstation trätt i funktion, företogs vissa justeringar av de gamla matningsgränserna. De slutgiltiga lägena av dem framgå av fig. 1.

Numera utnyttjas ej matningsgränsen vid Herrhult, enär Grängesberg och Kil efter hopfasning samarbeta.

Omformarstationen i Falun uppfördes, efter samråd med försvarsstaben, såsom en betongbyggnad. Anläggningen ansågs

därigenom, med de krav som militären då (år 1942) uppställde, såsom splittersäker. Man fordrade dessutom en eller flera reservuppställningsplatser för omformare och transformatorer, och GDG ålades därför att uppföra ett betongskjul på en för insyn väl skyddad plats mellan Falun och Ludvika. Det blev självfallet

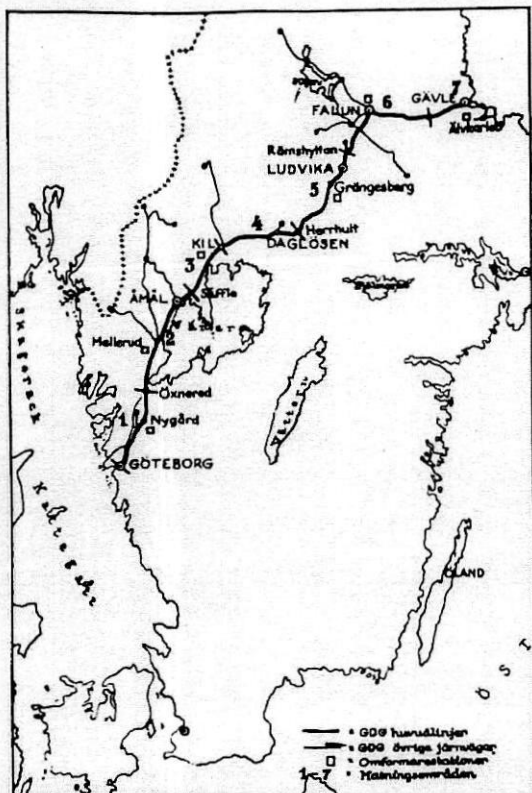


Fig. 1. GDG elektrifierade huvudlinje Göteborg — Gävle. Omformarstationer och matningsgränser för desamma äro markerade på kartan.

mycket dyrbart att utom den permanenta omformarstationen i Falun uppföra en reservanläggning i närheten av den förra. Omformarstationen kostade 300.000 kronor och reservuppställningsplatsen 200.000 kronor inklusive en c:a 3 km lång matarledning. Tillsammans alltså 500.000 kronor.

Dessa omständigheter gjorde, att man kom på den tanken att placera nästa omformarstation insprängd i berget såsom fullträffsäker, varigenom särskild reservuppställningsplats bleve obehövlig. Man fann invid Grängesbergs station ett bergmassiv, som rätt väl lämpade sig för ändamålet. Detta blev i sista hand avgörande för omformarstationens förläggande till just denna punkt av banan.

Omformarstationen ligger, som av fig. 2 framgår, i närheten av Grängesbergs bangård. Det spår, som framdragits till densamma, har en längd av 1100 meter.

Vid tidpunkten för omformarstationens byggande fanns ej någon liknande anläggning, från vilken erfarenheter kunde hämtas, varför ingående projekteringsarbete ansågs nödvändigt. Följande frågor måste i första hand besvaras.

1. Erforderlig tjocklek av granittaket ovan bergrummet.
2. Portkonstruktionens utseende för att av försvarsmakten kunna godkännas.
3. Hustypen, i vilken tjänstelokalerna skulle inrymmas, med hänsyn till värme-, fukt- och ljudisolering.

Man bestämde sig slutligen för ett utförande, som i stora drag framgår av fig. 3—5. Bergtunneln som är 85 m djup, har en bredd innanför porten av 8 meter. Höjden är även där 8 meter, samt bergtäckningen 7 meter. För att begränsa sprängmassorna till ett minimum har tunnelschaktet längre in gjorts trängre resp. vidare allt efter behovet. Största bergtäckning uppgår till 14 meter. Längst in i tunneln har en stigort utsprängts. Avståndet från överdelen av densamma till tunnelbotten är 22 meter. Stigorten gör på mitten en tvär krök för att hindra en fullträff i densamma att åstadkomma direkta skadeverkningar i omformarstationen. Utseendet framgår av fig. 4.

Närmast innanför porten äro två transformatorer uppställda, varav den ena såsom reserv. Innanför dessa stå de båda

OMFORMARESTATION I GRÄNGESBERG

Situationplan

Skala 1:5000

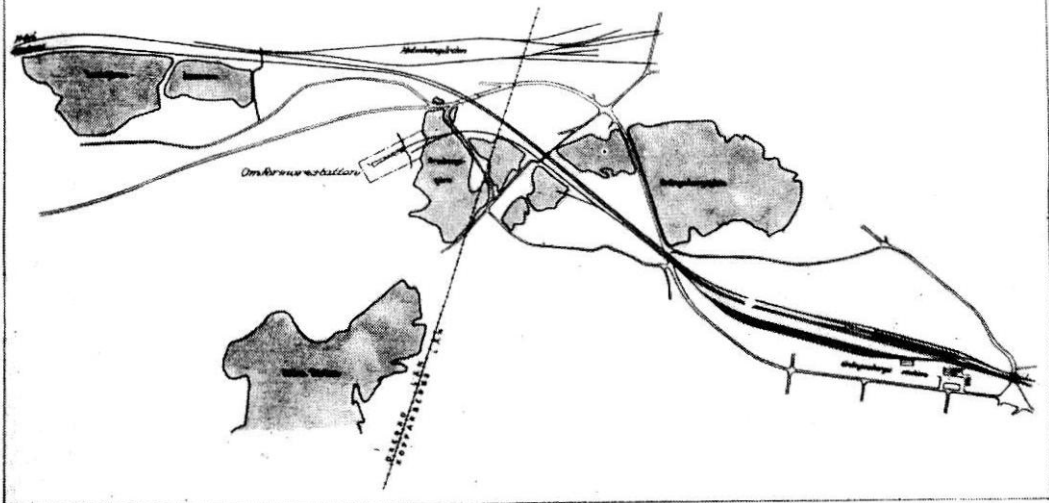


Fig. 2. Läget av Grängesbergs omformarstation i förhållande till bangården

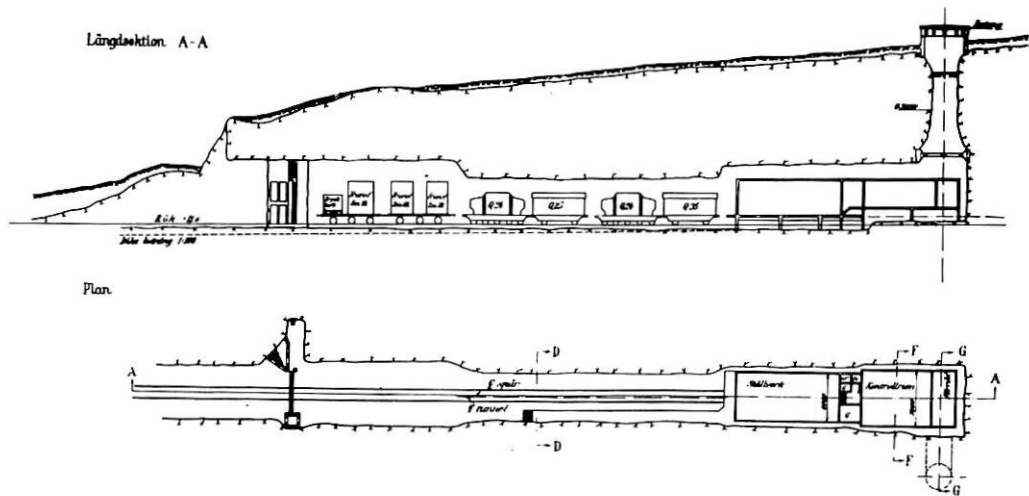


Fig. 3. Längdsektion genom omformarstationen.

omformaraggregaten. Innerst är en fristående, tunnväggig betongbyggnad placerad. Till densamma leder en betongplattform utmed ena tunnelväggen. Från plattformen förflyttar man sig bekvämt in i omformarvagnarnas kontrollrum.

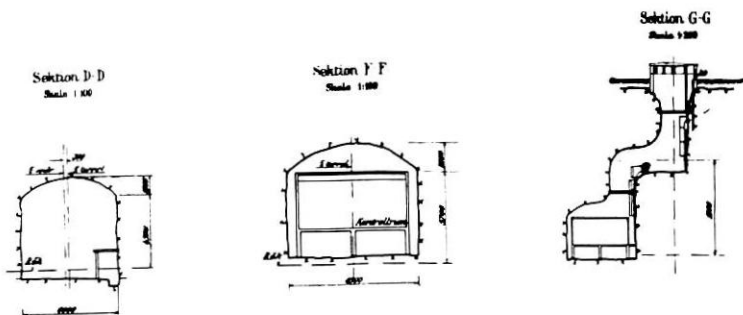


Fig. 4. Olika tvärsektioner genom omformarstationen.

I betongbyggnaden inrymmes följande lokaler:

1. Ställverksrum.
2. Manöver- och kontrollrum.
3. Förrådsrum.
4. Batterirum.
5. Kapprum och toalett.

Betongbyggnaden är helt fristående, med så stort utrymme mellan betongväggarna och intilliggande berg att fri passage

Perspektiv

Sektion B-B

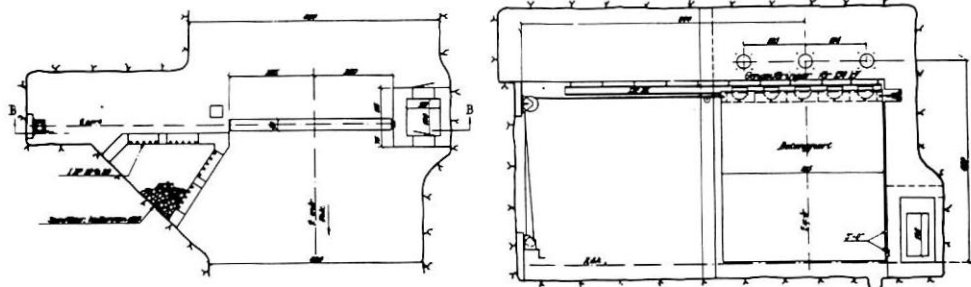


Fig. 5. Intaget till omformarstationen med den 25 ton tunga porten.

förefinnes. Härigenom uppstår ingen risk att eventuell fuktighet från berget intränger i betongen.

Tunnelns mynning är inramad med en kraftig portal av betong med 1 meters tjocklek. Den stora öppningen, genom vilken omformaraggregaten kunna framföras, är skyddad av en 40 cm tjock betongport med en bredd av 5,15 meter samt en höjd av 5,4 meter. Porten, som väger c:a 25 ton, löper på 5 st. trissor i rullager och manövreras för hand medelst ett innanför

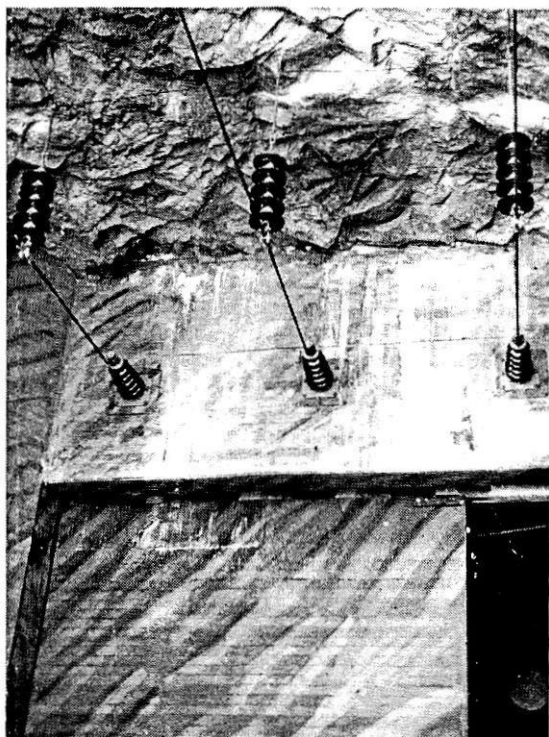


Fig. 6. Genomföringarna för 50.000 volt 3-fasspänning.

porten placerat spel. I tillstängt läge hänger porten fritt. Vid ett bombnedslag framför omformarstationen råkar porten i sväng-

ning i tunnelns längdriktning, varigenom den uppkommande tryckvågen anses bliva dämpad.

De militära myndigheterna hade först tänkt sig, att porten (eller två innanför varandra belägna portar) skulle bestå av en järnkorg fylld med skärv, fritt upphängd, på motsvarande sätt som betongporten. Företagna sprängningsförsök visade emellertid, att konstruktionen ifråga var olämplig.

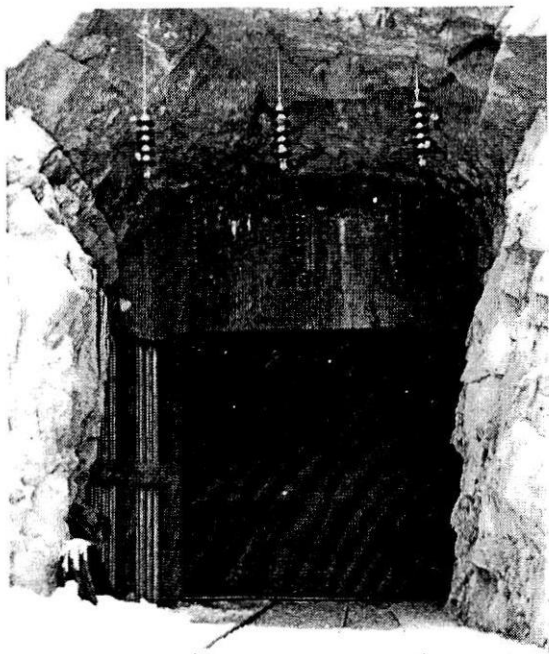


Fig. 7. Betongporten med ovanför belägna genomföringar och hängisolatorer.

Till vänster om porten finnes ett luftintag bestående av två gallerverk av I-balkar, mellan vilka fyllning av skärv är an-

bringad. Till höger om porten finnas dubbla detonationssäkra gångdörrar.

I betongbalken ovanför porten sitta genomföringarna fig. 6—7, på så stora avstånd från varandra, att isolationsavstånd för 130 kV kan erhållas, om spänningen i framtiden skulle ändras till detta värde.

Betongbyggnaden i bergtunnelns inre består av ett betongskal placerat på pelare till berget. Golv och väggar hava en tjocklek av 15 cm samt taket av endast 10 cm. I gengäld är detta utformat som en T-balkkonstruktion med 30 cm breda balkar. Betongen, som givetvis är vibrerad, har en cementhalt av 350 kg



Fig. 8. Betongtak ovanför omformarstationens stigort.

standardcement per kbm betong. Golven äro belagda med gula höganäsplattor. Samtliga väggar äro slätputsade och oljemålade i ljus färgton. Samtliga utrymmen äro elektriskt uppvärmda och elektriskt ventilerade. Vatten och avlopp finnes i byggnaden.

Ställverksrummets dimensioner äro 6×13 m samt kontrollrummets 7×9 m.

Upp genom stigorten leder en järnstige. Vid stigortens krök finns ett betongbjälklag, i vilket två utsugningsfläktar äro insatta. På sidan av vardera fläkten finnes ett manhål, täckt med en lucka av durkplåt. Stigortens mynning är skyddad med ett betongtak på pelare, mellan vilka finmaskigt galvaniserat järntrådsnät är insatt, fig. 8. I detsamma finnes även en med patentlås tillstängd grind. På takets undersida har man placerat en



Fig. 9. Omformarstationen sedd utifrån.

plåtkon för att underlätta luftens utblåsande åt sidorna.

Bergmaterialet, i vilket tunneln insprängts, är mycket gott. Släppor i berget saknas praktiskt taget, varför man helt och hållet sluppit ifrån förstärkningsarbeten med betong, som annars är så vanligt i utsprängda bergrum. Ett undantag ifråga om släppor förekom emellertid på några meters avstånd från porten och innanför densamma. Här uppträdde till en början ett ganska

rikligt vattenflöde, men sedan källådern, från vilken vattnet kom, hade lokaliserats med hjälp av slagruta, kunde densamma avskäras och bortledas. Berget är sedan dess alldeles torrt. För att skydda transformatorerna från eventuellt nedfallande stenar på grund av bombnedslag på tunneltaket, har man uppsatt ett innertak av korrugerad plåt på 1 dm avstånd från bergtaket.

De utsprängda bergmassorna, som uppgå till c:a 6000 kbm, ha placerats i den framför omformarestationen belägna tjärnen. Över denna utfyllnad har tillfartsspåret jämte ett uppställnings-spår framför omformarstationen utlagts.

Kostnaderna gestalta sig på nedanstående sätt:

Marklösen	2.000:—
Bergsprängnings- och byggnadsarbeten	330.000:—
Spårbyggnad	66.000:—
Elektrisk utrustning	152.000:—
Summa kronor	550.000:—

Den elektriska utrustningen i GDG omformarstation i Grängesberg.

När det gäller att elektrifiera en järnväg, måste man först bestämma sig för om man skall ha likströmssystem eller växelströmssystem. Båda systemen ha sina för- och nackdelar. I vårt land har man funnit enfasväxelströmssystemet vara det för våra förhållanden mest lämpliga. Vilket system man än väljer, är det ofrånkomligt, att man måste anordna ett större eller mindre antal omformarstationer för omvandling av den elektriska energien till den strömart man behöver i de elektriska loken, då endast mera undantagsvis kraftstationerna direkt lämna den rätta strömarten.

När det gäller att välja ut en elektrisk motor, som skall draga ett fordon, ligger det närmast till hands att välja en likströmsseriemotor. Denna har just de egenskaper, som äro önskvärda här. Den har också kommit till användning för spårvagnar och vid järnvägar, som kunna räknas som förortsbanor. Vid järnvägssträckor med längre utsträckning är det emellertid mindre fördelaktigt att använda likström, då det är dyrt att distribuera densamma. I vårt land ha vi därför valt växelström för järnvägsdriften.

De vanligast förekommande motortyperna för växelström äro icke lämpade som dragmotorer för lok. Det har emellertid konstruerats en motor för växelström, som i stora drag påminner om likströmsseriemotorn, och den har i huvudsak dennas egenskaper. Den kallas enfasseriemotorn. En förutsättningslös undersökning har givit som resultat, att denna motor går bäst och blir mest ekonomisk, om den utföres för ett periodtal av omkring 15.

Ett sådant periodtal är relativt lätt att åstadkomma genom omformning från det vanliga och här i landet som standard

förekommande periodtalet 50. Man använder sig sålunda av en 12-polig synkronmotor, vilken får driva en fyrpolig synkrongenerator. Denna senare kommer då att avgiva periodtalet $16 \frac{2}{3}$. Mången icke elektriker har kanske undrat över varför periodtalet hos järnvägsströmmen är ett så ojämnt tal, men siffran beror av att generatorns poltal är en tredjedel av motorns. Man får då $\frac{50}{3} = 16 \frac{2}{3}$. Generatorn avger sin ström vid en spänning av 3000 volt. För kontaktledningarna behövs en spänning av 16000 volt. Till denna spänning sker upptransformering i en transformator, inbyggd i omformarvagnen.

GDG omformarstation i Grängesberg är planerad så, att plats finnes för två stycken omformaraggregat av en nyligen lanserad större typ om 4000 kVA. För närvarande äro emellertid i drift två aggregat om 2400 kVA vardera. Dessa aggregat beräknas dock vara tillräckliga intill dess att belastningen från TGOJ tillkommer.

Den 50-periodiga kraften köpes från Bergslaget vid 6 kV spänning. Den matande linjen till stationen är f. n. en 50-kV linje. Nedtransformeringen från 50 kV till 6 kV sker i två stycken kraftleverantören tillhöriga transformatorer, vilka äro uppställda i bergtunneln. De äro f. n. vardera av storleken 5000 kVA. Transformatorerna äro uppställda på för ändamålet ombyggda malmvagnar.

För framtiden planerar Bergslaget att draga fram en linje för 130 kV. Intagen för kraften äro därför utförda så, att genomföringar för den högre spänningen inrymmas.

Å bild 1 visas ett principschema för den 50-periodiga strömdistributionen inom omformarstationen.

Längst till höger kommer 50 kV-linjen in till de båda transformatorvagnarna, vilka

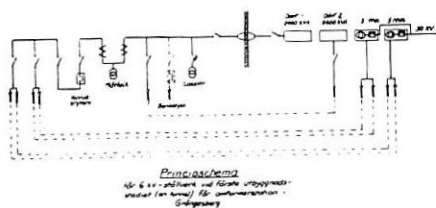
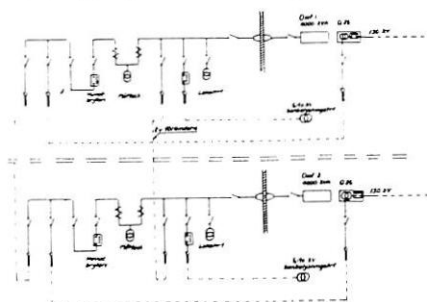


Bild 1.

förutom transformatorerna äro utrustade med var sin strömbrytare på 50 kV-sidan. Dessa strömbrytare äro av tryckluftstyp.

För dem finnes en särskild tryckluftanläggning inom stationen. Från transformatorvagnarna ledes 6 kV-spänningen in till ställverksrummets samlingsskenor för 6 kV över frångiljare och huvudströmbrytare för 6 kV. Härefter passerar strömmen mätutrustning och distribueras sedan vidare ut via kablar till omformaraggregaten. Det längst in i tunneln stående aggregatet



Principschema
6 kV-spänning och andra utrustningar
samt tillaggs till de andra utrustningarna
för stationen.

Bild 2.

värme och belysning samt diverse andra ändamål.

Vid planeringen av omformarstationen har även beaktats, att stationen skall kunna utvidgas till att omfatta två stycken bergtunnlar. Härvid skall vardera tunneln inrymma en transformatorvagn och ett omformaraggregat. Den eventuellt tillkommande bergtunneln skulle likaledes inrymma ett ställverksrum men

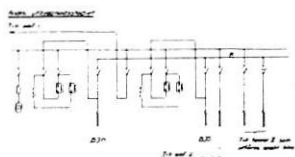
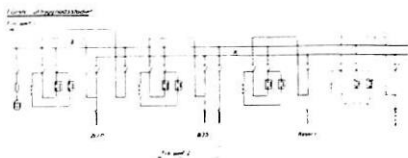


Bild 3.

matas över skenor och via genomföringar i ställverksbyggnaden. Det yttre genom en kabel. Reservfack för framtida banbelysningstransformator finnes samt ett fack för en lokaltransformator 6000/190 V. Lokaltransformatorn lämnar ström till fläktar, kompressorer,

däremot troligen ej något kontrollrum. Omläggningen av driften från entunnelndrift till tvätunnelndrift är lätt att ordna och huru kopplingarna då bli framgår av bilden.

Av schemat å bild 3 framgår kopplingarna i ställverket för enfasssystemet. Tillsvi-

dare äro installerade 3 st. linjeströmbrytare, av vilka en matar söderut och en norrut. Den tredje brytaren är en reservbrytare. Plats finnes emellertid även för en fjärde brytare, varför matning till TGOJ kan ordnas utan utökning av byggnaden.

Linjebrytarna äro kontraktionsströmbrytare av oljemini-mumtyp. Avsikten är, att det till brytaren hörande provmotståndet, som nu är oljekylt och inrymmes i ett oljekärl med en i förhållande till brytar-oljemängden stor mängd olja skall utbytas mot luftkylt motstånd, vilket kommer att placeras under ställverksrummets golv.

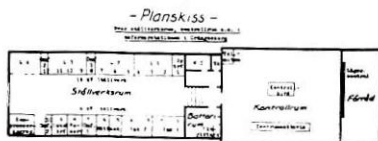


Bild 4.

Plan över ställverksrum och kontrollrum. Den å bilden synliga texten klargör dispositionen av utrymmena.

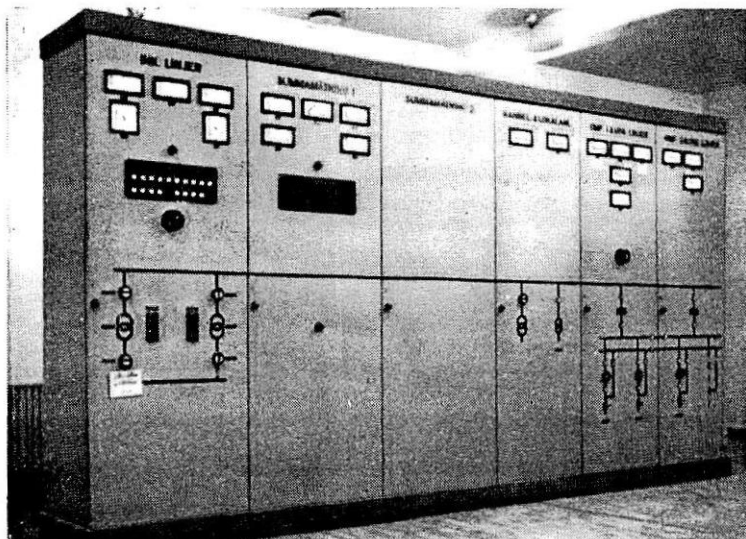


Bild 5.

Instrumenttavlan i kontrollrummet. Längst till vänster äro fälten för kontroll och manövreringen av 50- och 6 kV-utrustningarna och längst till höger återfinnas fälten för utgående linjer.

I kontrollrummet har ordnats en god belysning med lysämsrör. Likaledes har ordnats en god ventilation, i det att frisk utslagsluft insuges genom ett luftintag på berget ovanför bergtunneln. Luften ledes genom ett värmeisolerat rör och in genom flera ventiler i såväl ställverks- som kontrollrum. Under den kalla årstiden kan luften förvärmas i ett värmebatteri.

I en annan artikel beskrives en utrustning, som bidragit till att möjliggöra samkörning mellan omformarstationerna i Grängesberg och Kil.