

Allmänventilationen i Stripa gruva

Ingenjör Orvar Larsson, Blötberget

Stripa gruva är belägen vid Guldsmedshyttan ca 15 km nordväst om Lindesberg. Enligt gamla urkunder har malmbrytning förekommit i Stripa redan på 1400-talet. Från slutet av 1700-talet har den ökat avsevärt och den årliga berguppföringen är nu 250 000—300 000 t. Antalet underjordsarbetare är något över 100 man.

Gruvan

Malmen, som brytes, är en kvartsrandig blodsten med låg fosforhalt. Den förekommer i två parallella lager på ett avstånd av ca 50 m från varandra. Sidosten är i regel en kvartsrik leptit. Den större och rikare malmen har en mäktighet på 6—8 m, vilken ökar till 15—20 m i vissa områden. Båda malmen är starkt veckade och det finns även flera förkastningar. Malmen har en sträckning ned mot sjön Rossvälen. Fältstupningen är omkring 30°.

Den brytningsmetod, som tidigare tillämpades i Stripa, var, på grund av bergets höga hållfasthet, brytning i öppna rum med kvarsättning av pelare. De gamla arbetsrummen står i stort sett oförändrade från dagen och ned till nuvarande brytningsområden. För närvarande är magasinsbrytning, skivpallbrytning samt nedpallning av gamla bottnar de vanligaste brytningsmetoderna. Det lösskjutna berget skrapas från gluggar under brytningsrummen till stört schakt eller maskinlastas från glugg till vagn. Rikligt med skutskjutning förekommer vid dessa lastplatser och i

skraporterna. Skraporter och lastplatser är för närvarande belägna i så gott som samtliga områden i gruvan mellan 135 m avvägning och 360 m avvägning. Under 360 m avvägning förekommer endast undersöknings- och tillredningsarbeten.

Gruvan har två schakt i malmens västra del (fig. 1). Lundborgsschaktet, i vilket all transport sker samt Smalgruveschaktet, ett donlägigt schakt i Parallellmalmen, det undre och fattigare malmlaget.

Medan brytningen i huvudsak ännu var belägen över 200 m nivån var luftväxlingen i gruvan mycket god (särskilt vintertid), på grund av de stora dagöppningarna, som stod i direkt förbindelse med arbetsrummen. Den kraftiga luftväxlingen medförde under de stränga vintrarna i början på 1940-talet en stark nedkylning av berget med åtföljande stora och besvärande isbildningar. För att få gruvan varmare och förhindra denna isbildning täckte man en del av dagöppningarna med träbroar.

Gråberget från tillredningsorterna och sovringsverket hade från slutet av 1930-talet tippats i dagöppningarna i norra skänkeln. I mitten av 1940-talet hade en del av dessa öppningar fyllts. Besväret med frysningen blev mindre men ventilationsproblemen större. Det är dock föga troligt, att ventilationsproblemet lösts tillfredsställande i de östra djupare områdena av gruvan, även om de nu igenfyllda dagöppningarna varit

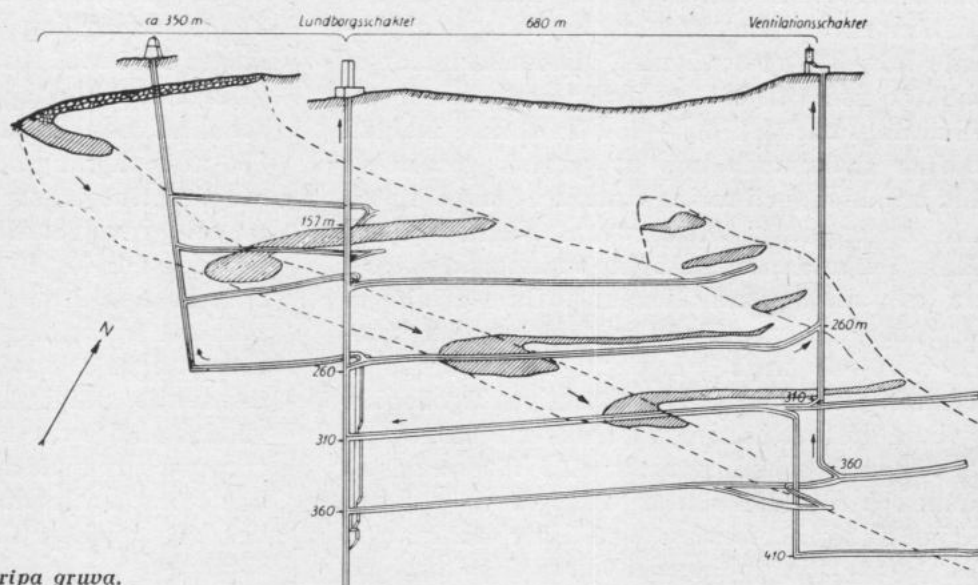


Fig. 1. Isometrisk projektion av Stripa gruva.

Drivningen av ventilationsschaktet

Under vintern 1952—1953 byggdes en lave och i april 1953 började den egentliga drivningen av schaktet. Redan i februari 1954 var förbindelsen mellan ventilationsschaktet och 260 m nivån i gruvan ett faktum. Några månader senare var även förbindelsen med 310 m nivån klar.

Schaktet har en area på $2,5 \times 5,0$ m. För stegväg och stegbroar vid ena gaveln avgår en meter av längden, varför den fria arean blir 10 m^2 . Drivningen utfördes som sänke ned till 180 m djup, där en stigort mötte från 260 m nivån. Sänknet drevs på treskift med två man i sänknet och en spelare per skift, den senare skötte även mottagning och tippning av tunnorna. All lastning utfördes med gripskopa.

En särskild arbetsledare var avdelad för denna arbetsplats, vilket bidrog till att allt löpte friktionsfritt. Förutom själva sänkningen utförde personalen allt arbete, såsom skrotning, gruvbyggnad och nödvändig ingjutning av betong. Bergarten var leptit och granit av normal karaktär. En diabasgång skar snett igenom schaktet på ca 170 m djup, varför schaktet där måste helt ingjutas över 10 m. Avsänkningen var i allmänhet över 20 m/månad. Schaktet är försett med lingejdring ned till 310 m nivån. Man har diskuterat men ännu ej utfört inbyggnad av stegväg och stegbroar med en plankvägg mot schaktet för att underlätta luftströmmen.

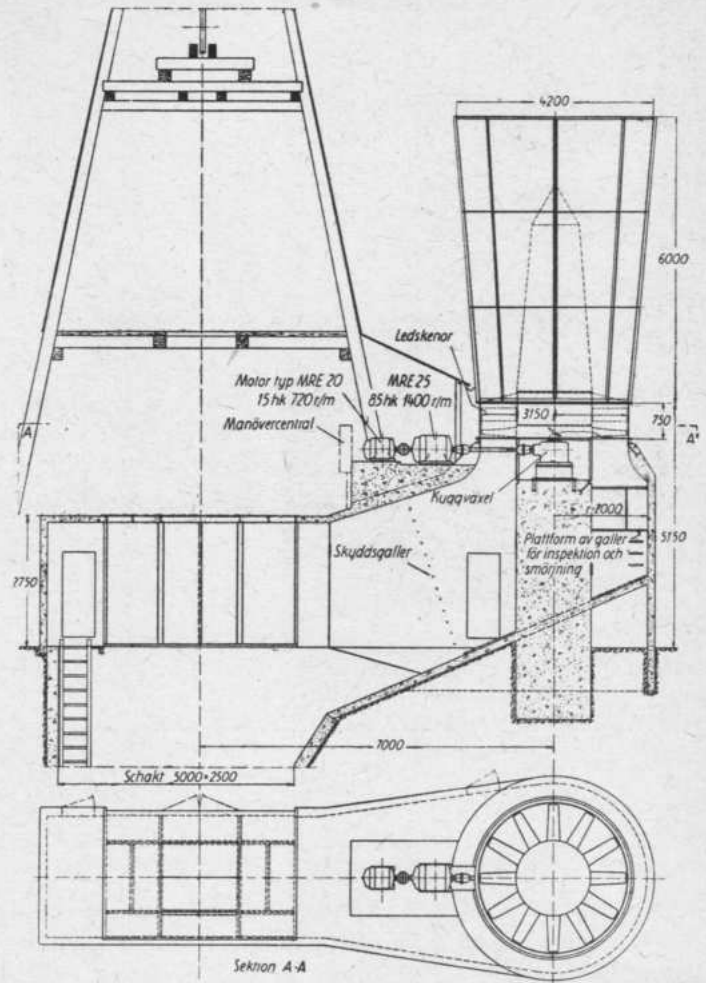


Fig. 3. Fläktanläggningen vid ventilationsschaktet.

Fläktanläggningen

Ett förslag till fläktuppställningen utarbetades hösten 1954, varefter förfrågan gjordes hos fem fläktleverantörer: två svenska, två engelska och en tysk. Fläktens kapacitet hade bestämts enligt beräkningar baserade på gruvans storlek och speciella karaktär samt de olika arbetsoperationernas sammanlagda dammalstring.

Bestämningsgrund för luftmängden

Dammalstringen för skilda arbetsoperationer var enligt mätningar utförda med Zeiss konimeter följande:

	Antal platser	Specifik dammalstring partiklar/s	Totalt alstrat damm partiklar/s
Arbete på galler inkl. skutskjutning	3	$2,8 \cdot 10^9$	$8,4 \cdot 10^9$
Skrapning helskift ..	7	$0,8 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^9$
Skrapning med borrar	13	$0,2 \cdot 10^9$	$2,6 \cdot 10^9$
Maskinlastning	5	$0,183 \cdot 10^9$	$0,92 \cdot 10^9$
Borrning	10	$0,11 \cdot 10^9$	$6,58 \cdot 10^9$
Skjutningar och andra arbetsoperationer ...			$0,9 \cdot 10^9$
Dammalstring för hela gruvan			$25,2 \cdot 10^9$

Om en anrikning av damm ej skall erhållas under skiftets gång, bör dammet föras bort i samma

takt som det bildas. Då det är mycket svårt att suga upp dammet på arbetsplatserna i en gruva av Stripas storlek måste en utspädning i samband med kraftig luftväxling tillgripas. För att erhålla det önskade värdet under 180 partiklar/cm³ måste gruvan tillföras $25,2 \cdot 10^9 / 180 = 140 \cdot 10^9 \text{ cm}^3/\text{s}$ eller $140 \text{ m}^3/\text{s}$ frisk luft.

Genom dammbekämpande åtgärder såsom vattenbegjutning och skutkross med filter beräknades spridningen av det alstrade dammet bli maximalt $15 \cdot 10^9$ partiklar/s. Med en luftomsättning av $100 \text{ m}^3/\text{s}$ skulle alltså ett godtagbart värde på dammkoncentrationen erhållas. Om man tagit koloxidbildningen som utgångsvärde för allmänventilationen hade en luftmängd på $20 \text{ m}^3/\text{s}$ gett ett betryggande värde.

Bestämningsgrund för statiska trycket

Motståndet i schaktet beräknades efter en empirisk formel som anger friktionsvärdet för schakt. Tryckfallet h i mm H₂O blir $h = \lambda \gamma v^2 L U / 2 g F$ där λ är friktionsvärdet 0,05 ($\epsilon/2\psi$)^{0,42}, γ luftens specifika vikt, v lufthastigheten i schaktet i m/s, L schaktets längd i m, U dettas omkrets i m, F dess area i m², g 9,81, ϵ 0,06 för schakt utan byggnation och ψ hydrauliska radien F/U i m.

För den schaktsektion som valts för Stripa blir då h ungefär 24 mm H₂O när $v = 10$ och $L =$



Fig. 4. Fläkthus och lave vid ventilationsschaktet.

= 240. Tryckfallet i anslutningsorterna uppskattades till 5 mm H₂O och i gruvan till 3 mm H₂O samt beräknades till 8 mm H₂O i överbyggnaden och utloppet, dvs. totalt 40 mm H₂O. Då 10 m/s i schaktet var den största planerade lufthastigheten bestämdes att fläktens kapacitet skulle vara 100 m³/s (360 000 m³/h) vid ett statiskt tryck av 40 mm H₂O.

Fläktens regleringsbehov

Fläkten borde för framtida behov vara reglerbar, då luftvägarna i gruvan blir längre allt efter som brytningen går djupare och motståndet i de

nya luftvägarna endast kan uppskattas. En god verkningsgrad över ett stort arbetsområde var också ett krav.

Vintertid, då den naturliga ventilationen ökar och risk för frysning kan föreligga, om stora kvantiteter kall luft cirkulerar i gruvan, måste fläkten köras med ett lägre varvtal eller strypas. Det senare förfaringssättet var ekonomiskt sett underlägset med tanke på den energibesparing som man kunde vinna genom att sänka varvtalet, varför det bestämdes att fläkten skulle kunna köras med olika varv. Varvtalsförändringen borde vara enkel att utföra och ge en beräknad energibesparing på upp till 1 200 kWh/dygn.

Fläktuppställningen

Fläkten, som är tillverkad i Sverige, har ett hjul med 3,15 m diameter, och såväl dess skovlar som ledskenor är ställbara, dock ej under gång. Den kan drivas med endera av två motorer, den ena på 85 hk och 1 450 r/min, den andra på 15 hk och 725 r/min. Kraftöverföringen från motorerna sker med en kardanaxel och en helkapslad kuggväxel. Båda motorerna är kortslutna.

Vid start slår man först på den lilla motorn. När den nått sitt fulla varvtal slås den stora motorn på, varvid den lilla fränkopplas. Ett gynnsammare startförlopp erhålles härigenom och fläkten kan på ett energibesparande sätt köras med två olika varvtal.

En byggnad av betong är gjuten över schaktet (fig. 3 och 4). Den består delvis av luckor och stora portar, som kan öppnas om schaktet skall brukas för transport. Den vid schaktsänkningen byggda laven med spel och spelhus är av samma anledning kvar. Särskilda dörrar för inspektion

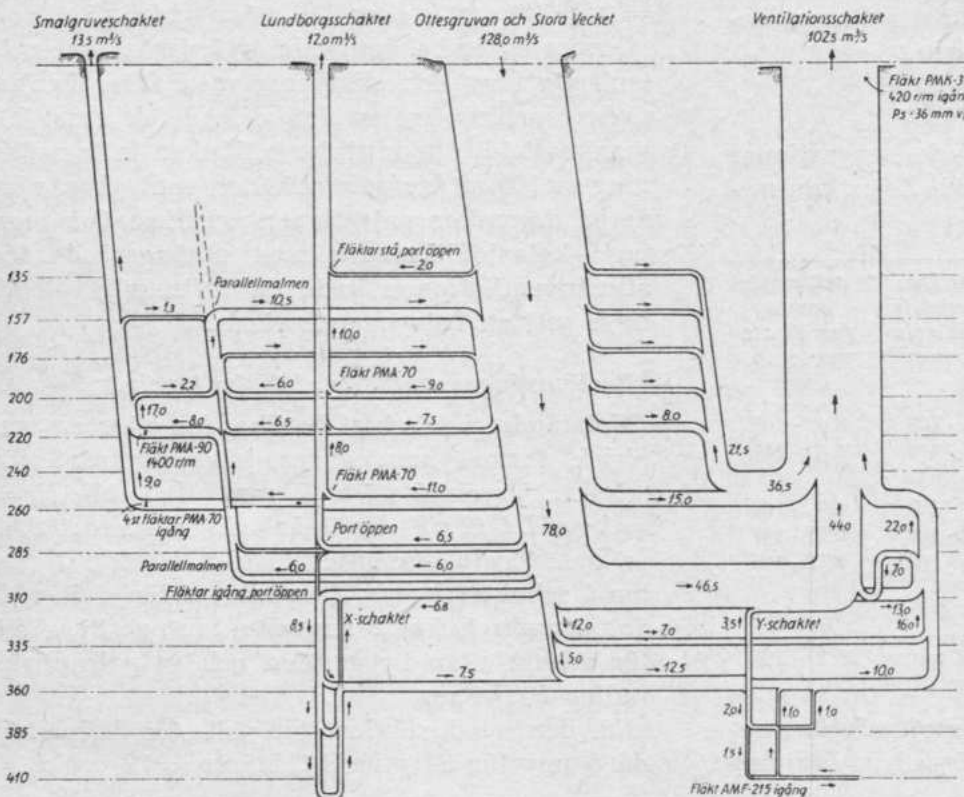


Fig. 5. Strömningsdiagram enligt mätningar den 23 och 24 november 1954; temperaturen i dagen -4 resp. -1°C.

av fläkten och schaktets stegväg finns i betongbyggnadens ändrar. Efter fläkten är en diffusor, vari lufthastigheten sänks från 15 till 4 m/s, när fläkten är i full drift. Energibesparingen med diffusorn beräknas då till ca 250 kWh/dygn.

Den 4 oktober 1954 provkördes fläkten första gången, varefter vissa efterjusteringar följde. Sedan den 15 november samma år har den varit i gång så gott som oavbrutet.

Resultatet av fläkthanläggningen

Sedan fläkten körts i gång påbörjades en ny serie ventilationsmätningar, vilkas resultat emotsågs med stora förväntningar. Huvudfrågorna var: Hur skall luftströmmarna gå i gruvan? Vilken inverkan har den ökade luftomsättningen på dammkoncentrationerna? Hur stort är luftmotståndet i gruvan och ventilationsschaktet?

Luftströmmarna i gruvan

En kraftig nedåtgående luftström har erhållits genom samtliga dagöppningar och de öppna rummen ned till 310 m nivån (fig. 5). Cirkulationsströmmen i de övre områdena har upphört. Genom Lundborgsschaktet och Smalgruveschaktet går luften fortfarande upp. Denna luftström är, som tidigare, påverkad av mindre fläktar, vilka placerats vid schakten nere i gruvan. De uppåtgående luftströmmarna i schakten eliminerar frysrisken i dessa under vintern.

Avsikten med att låta luften gå ned genom de stora öppna rummen och upp i schakten är, att luften skall värmas upp innan den når arbetsområdena samt att det damm, som bildas vid arbetsplatserna, snarast skall lämna gruvan. Om friskluft blåses ned i gruvan genom ventilationsschaktet, är den under vintern kall, när den strömmar genom arbetsområdet, där den förorsakar besvärande frysningar, samtidigt som den dammiga luften har en okontrollerad väg ur gruvan.

Större isbildningar än normalt har inte förekommit i gruvans högre nivåer under den gångna vintern (1954—55). Då diagrammet fig. 5 upp-gjordes hade ventilationsschaktet ännu ej drivits ned till 360 m nivån. Därav följer den kraftiga avsgningen på 260 och 310 m nivåerna.

Dammkoncentrationernas förändring

Den 19 augusti 1954, alltså innan fläkten kördes i gång, togs över 200 dammprov på 38 olika platser i gruvan. Den 19 januari, när fläkten gått några månader, togs nya prov med samma instrument på 22 platser, vid provningen gick fläkten med halvt varvtal. Den 20 och 21 april företogs en stor dammätning på samtliga arbetsplatser, fläkten gick då med fullt varvtal.

Av resultatet (fig. 6) framgår att dammkoncentrationen sjunkit till ungefär en tredjedel eller omvänt proportionellt mot luftomsättningens ök-

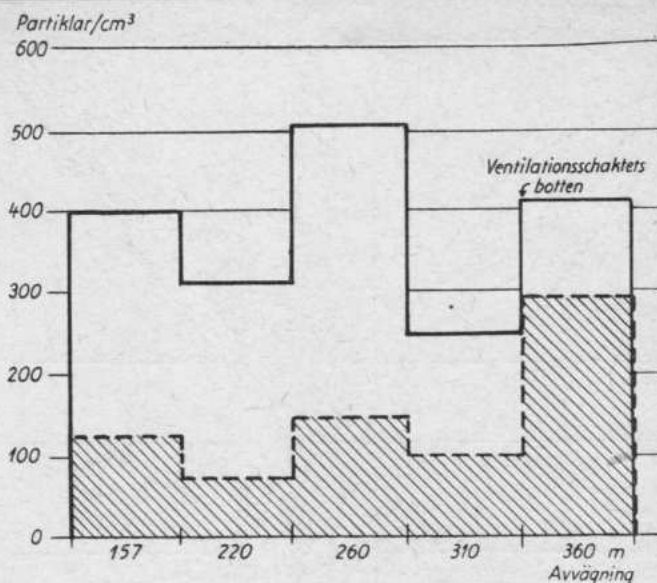


Fig. 6. Dammkoncentrationens förändring i Stripa gruva genom fläktinstallationen; prov tagna — den 19 augusti 1954 (innan fläkten satts i gång) och ---- den 19 januari 1955 (fläkten igångsatt).

ning. Staplarna anger dammkoncentrationerna på de nivåer där arbeten förekommer. Medelvärde är från 347 prov tagna på 19 olika platser mellan kl. 06.00—20.00. Proven är tagna och utvärderade under samma förutsättningar, varför några större oförutsedda felkällor ej är att befara.

Motståndet i gruvan och ventilationsschaktet

Motståndet i schaktet visade sig vara något mindre än det beräknade. För motståndsmätningar lämnades en 1" rörledning kvar i schaktet mellan dagen och 260 m nivån. Vid mätillfället var självdraget i schaktet 3,1 mm H₂O på 240 m. När fläkten kördes med halvt varvtal var tryckskillnaden över fläkten 9 mm H₂O och i schaktet 0,2 mm H₂O för att vid fullt varv vara 38 resp. 10,4 mm H₂O. Luftmängderna uppmättes till 58 resp. 103 m³/s. Då schaktet i regel har en större fri area än 10 m² torde den genomsnittliga lufthastigheten vara omkring 9 m/s vid 103 m³/s. Beräknade motståndet blir då ca 18 mm H₂O för 240 m medan det uppmätta var 10,4 + 3,1 = 13,5 mm H₂O eller 5,6 mm H₂O per 100 m.

Motståndet i själva gruvan var obetydligt i förhållande till motståndet i anslutningsorterna till schaktet. Emellertid kommer detta motstånd att sjunka då flera orter (360 m nivån och nedåt) ansluts till schaktet.

Gruvans klimatförändring

Temperaturen på den in- och utgående luften på nivåerna under 135 m avvägning var tidigare rätt konstant. Temperaturändringar i dagen hade under sommaren liten inverkan på temperaturen i gruvan. Under vintern, när större kvantiteter kall luft strömmade genom gruvan, var temperaturdifferensen ofta stor. På 157 m nivån

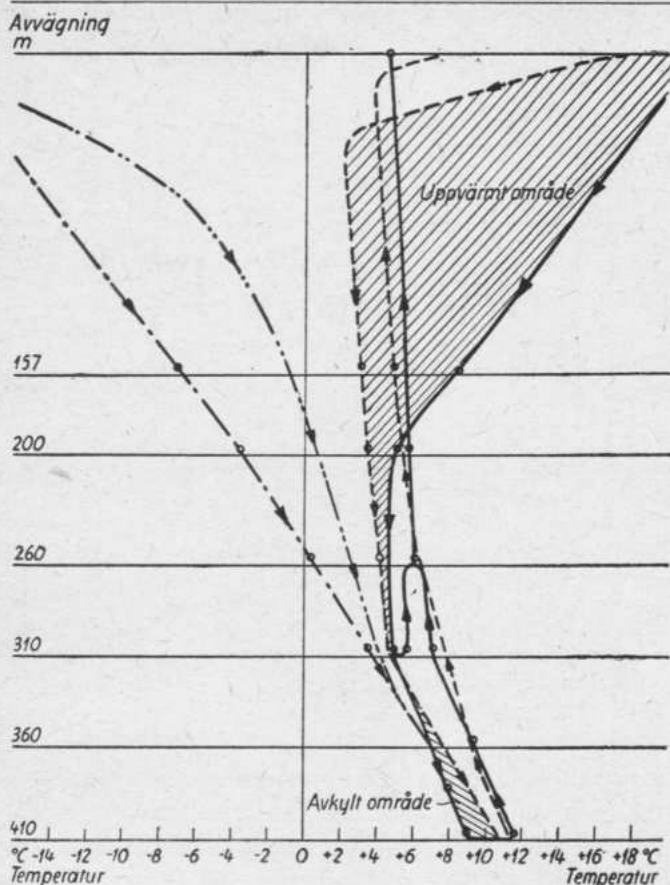


Fig. 7. Temperaturen i gruvan före och efter fläktinstallationen; nedströmmens temperatur ---- den 21 augusti 1953, -.- den 15 februari 1954, — den 23 augusti 1955 (fläkten igångsatt); beräknad temperatur vintern 1955—1956.

noterades en skillnad på 8,5°C under en vecka, då högsta temperaturen i dagen var 0°C och den lägsta — 22°C. Temperaturdifferensen på nivåerna under 310 m var dock endast några tiondels grader mellan sommar och vinter. Luftens relativa fuktighet var i regel 100 % i hela gruvan.

Temperaturmätning den 23 augusti 1955 visar att man med fläkten lyckats höja sommartemperaturen i de delar av gruvan som ligger över 157 m nivån. På de djupaste nivåerna har temperaturen sjunkit någon grad på grund av den ökade luftomsättningen. En temperaturutjämnning har erhållits.

Av mätningar i augusti 1953 och augusti 1955 (fig. 7) framgår verkan av den ökade luftomsättningen sommartid och den uppvärmning av berget som erhållits. Hur mycket värme som ackumulerats i det fasta och lösa berget över 200 m nivån har ej beräknats, då stora delar inom de gamla brytningsområdena ej kan besökas. Om man under den kommande vintern låter endast en mindre luftmängd strömma genom gruvan vid mycket låga temperaturer är den värmemängd, som ackumulerats från sommaren, tillräcklig för att hindra allvarigare isbildningar. Genom att reglera fläkten (och därmed luftomsättningen) med temperaturen i dagen som impulsivare — skall alla arbetsplatser erhålla en temperatur betydligt över 0°C.

På grund av fläktventilationen har en viss upptorkning av gruvan åstadkommit. En relativ fuktighet på omkring 90 % har uppmätts i gruvans centrala del under vårvintern. Detta har haft till följd, att vissa svampbildningar inom några områden har upphört. Vilken betydelse upptorkningen har under en längre tidsperiod återstår dock att bedöma.

Slutord

Anläggningen har i vissa fall motsvarat de högsta förväntningar. Erfarenhet har vunnits, som kan komma liknande ventilationsobjekt till godo. Priset på hela anläggningen kan uppskattas till omkring 10 öre/t av den nu kända malmkvantiteten. När brytningen i framtiden koncentreras till djupare nivåer kan man även där erhålla en god ventilation. Förutsättningen härför i en djupare gruva är alltid att ventilationsplanerna görs upp i samband med brytningsplanerna. De lokala ventilationsåtgärderna kan nu utföras enhetligt, då en stabil riktning på luftströmmarna erhållits.

För att bedöma det ekonomiska resultatet måste många faktorer tas med i beräkningen. Betydande tidsvinst efter skjutningarna har erhållits och ett bättre klimat är att vänta.

Den största vinsten ligger dock på lång sikt, nämligen i att risken för yrkessjukdomen silikos bör vara minimal inom den närmaste tidsperioden.

Sveriges urantillgångar. Sverige har i de uranhaltiga skiffrarna mycket stora ehuru låghaltiga tillgångar på uran. Torium saknas däremot helt i Sverige. Utesluter man Skånes, Ölands, Östergötlands och Jämtlands skiffrar som endast i enstaka fall torde ha uranhalt överstigande 100 g/t och begränsar sig till de i allmänhet mera lättillgängliga förekomsterna i Västergötland (Billingen) och Närke (Kvarntorp), där uranhalten går upp till 200 g/t och ibland högre, överskrider dessa tillgångar sannolikt 1 Mt uran. Räknar man med att endast 15 % härav av tekniska och ekonomiska skäl kan utvinnas skulle man vid en med nuvarande teknik möjlig utnyttjningsgrad där 1 t uran motsvarar 10 000 t kol få en energimängd motsvarande sammanlagt 1 500 Mt kol.

Om uranet i stället nyttjas i regenerativa reaktorer blir siffran 100 gånger så stor. Med nuvarande energiförbrukning på ca 24 Mt/år kol skulle denna energikälla räcka några tusen år (enl. 1955 års Atomenergiutredning i betänkande den 15 mars 1956). GAH

26 % av Norrlands vattenkraft är i dag utbyggd; 1960 skall totalt 39 % av hela Norrlands utbyggnadsvärda vattenkraft ha tagits i anspråk.

Vakuumbromsar på godsvagnar skall införas i England. Programmet avser modernisering av över en miljon godsvagnar, varigenom hastigheten på godstågen skall kunna ökas till 100 km/h. Man beräknar att man därmed skall spara 2 000 lokomotiv.

Transport- och hanteringskostnaderna utgör 40—50 % av en varas saluvärde; själva frakten tar 5 %, och resten är hanteringskostnader.