

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 534.

ÅRSBOK 47 (1953) N:o 5.

# VÄTÖGRANITEN

AV

P. H. LUNDEGÅRDH

---

SUMMARY: *The Vätö granite — a younger Scionian granite in Eastern Upland, Sweden.*

*Pris 2 kronor*

STOCKHOLM 1954

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

540651

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 534.

ÅRSBOK 47 (1953) N:o 5.

VÄTÖGRANITEN

AV

P. H. LUNDEGÅRDH

---

SUMMARY: *The Vätö granite — a younger Sveionian granite in Eastern Upland, Sweden.*

STOCKHOLM 1954

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

540651

## Innehåll

|   | Sid. |
|---|------|
| Inledning .....   | 3    |
| Vätögranitens utbredning, petrografiska karaktär och kontaktförhållanden .....        | 5    |
| 1. Vätömassivet .....   | 5    |
| 2. Grisslehamnsmassivet .....   | 8    |
| 3. Övriga förekomster .....   | 10   |
| Vätögranitens kemiska sammansättning, ursprung och bildningssätt .....                | 15   |
| Citerad litteratur .....  | 21   |
| Summary: The Vätö granite — a younger Svionian granite in Eastern Upland, Sweden .... | 22   |

## Inledning

Vätögraniten är en rödgrå till klarröd, kvartsfältspattdominant, ofta syenitisk, kalirik bergart, som enligt vår nuvarande geologiska fältkänedom icke synes förekomma utanför Roslagen. Strukturen är vanligen massformig, grytet växlar mellan småkornigt och grovt. Medelkorniga varieteter äro dock vanligast.

Roslagens Vätögranit uppträder oftast som tydligt avgränsade massiv i äldre bergarter (fig. 1, 6 och 8), huvudsakligen urgraniter, men i flera fall även som gångar (fig. 11). Tillsammans med Vätögraniten uppträder, ehuru sparsamt, en röd pegmatit (fig. 3). Härigenom skiljer sig bergarten från Upplands röda urgranit, vars massformiga varieteter av Vängetyp den annars liknar starkt, vad utseendet beträffar.

Enligt N. H. Magnussons indelning av det nordiska urberget höra såväl Vätögraniten som omgivande berggrund till den svioniska cykeln (se t. ex. Magnusson 1949), vars yngsta bergarter enligt nya, våren 1954 ännu opublicerade radioaktivitetsmätningar av F. E. Wickman ha en ålder av omkr. 1700 milj. år.

Vätögraniten har alltsedan 1800-talets senare hälft funnit användning framför allt som finsten inom byggnadsindustrin men även som prydnadssten ('ornamentsten'). Bergarten ingår i flera av Stockholms offentliga byggnader, bl. a. Riksdagshuset. Brytning äger numera endast rum i hällarna S intill Karlsängen, vid östra stranden av Vätön (se fig. 1), där stenhuggarmästare Sixten Pettersson år 1953 sysselsatte ett trettiotal man. Ett par stensågar finnas.

Vätögranitens geologiska ålder har tid efter annan diskuterats. Tidigare har man ofta varit benägen att föra den samman med den röda urgraniten — mel-lersta Upplands Vänggranit, men röster ha heller icke saknats, vilka förespråkat dess karaktär av yngre, genombrytande granit (se W. Ramsay 1931, s. 183). Starkast ha T. Du Rietz (1929, s. 526 ff) och H. G. Backlund (1937, s. 237)

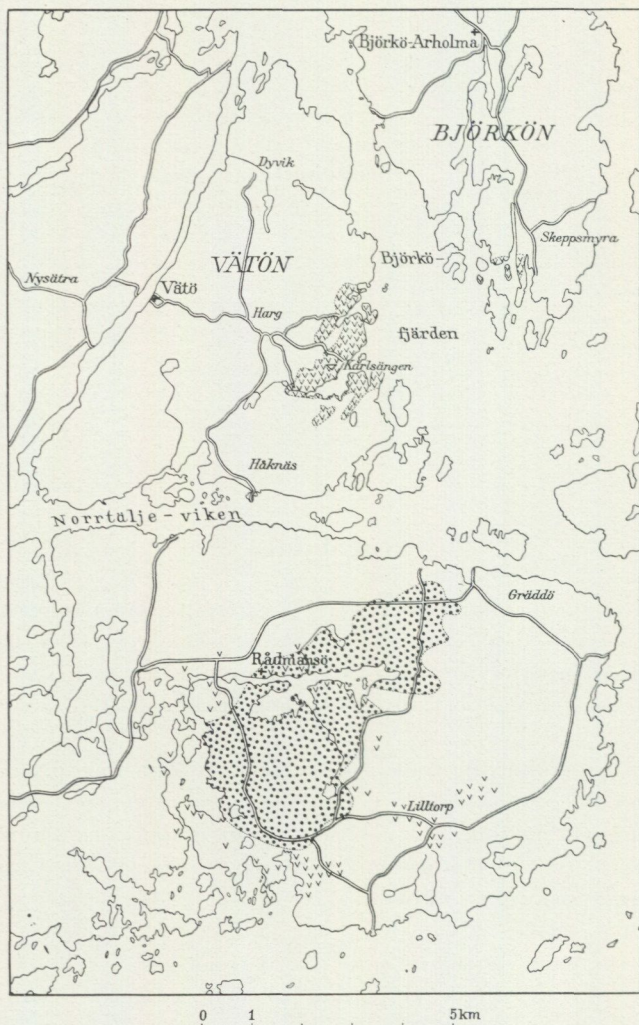


Fig. 1. Förekomster av Vätögranit (v-tecken) och ultrabasic gabbro (svarta punkter) öster om Norrtälje, enligt kartering av T. Du Rietz och P. H. Lundegårdh. N—S längs de stående kantlinjerna. Skala 1 : 150 000. För publicering godkänd i Rikets allm. kartverk den 26 febr. 1954.

*Vätö granite (v) and ultra-basic gabbro (dots) E. of Norrtälje.*

understrukt Vätögranitens yngre ålder. Den senare har velat jämställa den med sydöstra Finlands Hangögranit, som den också överensstämmer med i fråga om utseendet. Såväl du Rietz' som författarens egna undersökningar ha emellertid ådagalagt den skillnaden mellan Vätö- och Hangögraniterna, att den förra genomslås av premigmatitiska metabasitgångar (Du Rietz 1929, s. 529; P. H. Lundegårdh 1946, s. 93 ff), medan den senare är intrusiv i sådana. Med termen migmatitisk avses här den sensvioniska ådergnejsbildningen (se Magnusson 1949).

Vid mina undersökningar av Vätögraniten, vilka påbörjades redan år 1940 men sedan upprepade gånger avbrutits av andra arbetsuppgifter, har jag haft förmånen att disponera manuskript och karta till fil. dr Tor Hagermans opublicerade uppsats om Vätö-Björkö-Arholmtraktens berggrund. Jag vill här framföra mitt tack till Doktor Hagerman för det stöd han sålunda lämnat mig, ävensom för den kemiska analys av Vätögranit från Karlsängen, som han ställt till mitt förfogande.

I Hagermans uppsats framhålles, att Vätögraniten på såväl Vätön som Björköen genombryter urgraniten. Däremot tar Hagerman icke slutgiltig ställning till frågan om åldersförhållandet mellan Vätögraniten och de premigmatitiska metabasitgångarna. Detta synes dock närmast bero på att dylika gångar saknas inom det av Hagerman undersökta området.

## Vätögranitens utbredning, petrografiska karaktär och kontaktförhållanden

### 1. Vätömassivet

Det viktigaste massivet av Vätögranit sträcker sig från östra mellersta delen av Vätön under Björköfjärden till öarna och kustbandet SV om Skeppsmyra på Björköen (fig. 1). Denna förekomst skall i det följande kallas Vätömassivet. Här befinna sig flera stora stenbrott, av vilka det S intill Karlsängen (utsatt å fig. 1) fortfarande är i drift (fig. 2).

Graniten inom Vätömassivet är gråröd till klarröd, gärna med vacker lyster. Gryet är oftast grovt till medelkornigt (fig. 3), men i massivets utkanter och särskilt i dess nordvästligaste del blir gryet oftast tätare, d. ä. medel- till fint medelkornigt. Granitens huvudmineral äro kvarts, mikroklin och sur oligoklas. Summan av de båda fältspatmineralen ligger oftast mellan 60 och 70 %. Mikroklin överväger vanligen över oligoklas. Biotit ingår i regel som väsentlig<sup>1</sup> beståndsdel.

Kvartsen bildar företrädesvis stora, genom tektonisk påverkan oregelbundet, ofta taggigt uppdelade individ men dessutom även småkorn. Mikroklinen är lätt hematitimpregnerad och oftast pertitisk. Den uppträder både som stora, gärna tavelformade individ och små, ofta rundade korn. Oligoklasen, vars anorthhalt vid Karlsängen ligger mellan 10 och 15 %, är städse rödfärgad av mikroskopiska hematitkorn (tätare impregnation än i mikroklinen) och därjämte ofta sericitkorroderad. Myrmekitiska fingrar av i mineralet infrätt kvarts finnas på sina håll. Oligoklasens utbildning växlar, men småkorn äro mycket vanliga. Biotiten visar i mikroskopiskt undersökta slipprov mörkbrun, smutsigt grönbrun eller brungrönsvart pleokroism och har på sina håll omvandlats till klorit (vanligen pennin).

I Vätömassivets granit förekomma följande småmineral: apatit, epidot (sekundär el. deuterisk), hydrozirkon och zirkon, omvandlad, isotrop ortit (ibland

<sup>1</sup> Efter sjunkande kvantiteter indelas en bergarts komponenter i huvudmineral (i detta arbete > 5%), väsentliga mineral (1—5%) och småmineral (< 1%).



Fig. 2. Nya stenbrottet vid Karlsängen, Vätön. Bottnen är fylld av skrot. Foto P. H. Lundegårdh 1952.

*Quarry in Vätö granite at Karlsängen, Vätön.*

omgiven av homaxial epidot), malm samt, sporadiskt, titanit, vanligt hornblände och muskovit. Hornbländet bildar genom anfrätning rundade småkorn, vilka uppenbarligen härstamma från en i övrigt assimilerad, mera basisk bergart.

Kemisk analys av Vätögranit från Karlsängen finns i tab. 1. Analyssiffrorna skola diskuteras i slutkapitlet (s. 15 ff). Karlsängengranitens mineralsammansättning är i vikts-%:

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Mikroclin .....               | 36.0 |
| Plagioklas (m. sericit) ..... | 33.0 |
| Kvarts .....                  | 27.5 |
| Biotit (m. klorit) .....      | 2.8  |
| Malm .....                    | 0.2  |
| Epidot .....                  | 0.15 |
| Apatit .....                  | 0.1  |
| Ortit .....                   | 0.05 |
| Zirkon .....                  | 0.01 |

Strukturen hos Vätömassivets granit är mestadels massformig, men en mycket svag stänglighet har kunnat spåras på några håll, t. ex. i stenbrottet S intill Karlsängen ( $70^{\circ}$  S  $10^{\circ}$  Ö). Denna struktur synes ha uppkommit genom ut-

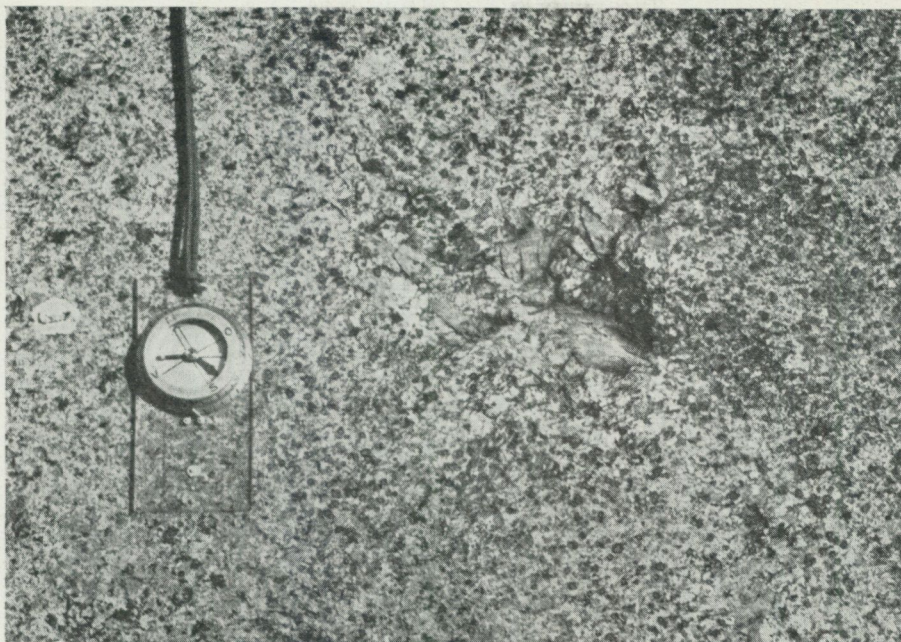


Fig. 3. Pegmatitutskillning i delvis grov Vätögranit. SV om Skeppsmyra, Björköen. Foto P. H. Lundegårdh 1953.

*Vätö granite with segregation of pegmatite. S. W. of Skeppsmyra, Björköen.*

lösning av spänningar, som funnits kvar i omgivande bergartsmassor alltsedan den svekofenniska veckningen.<sup>1</sup>

Den för det stenindustriella tillgodogörandet av en granit så viktiga, regelbundna spaltbarheten är icke förstklassig i Vätömassivets granit. Skrotprocenten har därför städse varit hög i de brott, som bearbetats. Fig. 2 visar Karlsängens nya stenbrott (Pettersson & Co) med kvarliggande skrot inne i brottet. Här äro dock såväl ståklyven (N 20° V, 80° VSV) som borstklåvet (N 70° Ö, 80° SSÖ) väl utbildade, medan däremot det för pallbrytning så viktiga bottenklåvet, eller svallet, är dåligt. I ståklyvsplanet ligger den redan nämnda stängligheten.

Den tektoniska påverkan, som hos Vätömassivets granit framkallat stängligheten och klåven, låter sig utan svårighet påvisas i bergartens textur. Fältuppdelningen av de större kvartsindividen har redan nämnts, men även de rikligt uppträdande småkornen vittna om krossning. Böjda oligoklasindivider ha dessutom iakttagits i några slipprov.

Vid starkare grad av påfrestning ha klåven öppnats till sprickor (stående slag och borstslag). Sprickor längs andra ytor än dem, som anvisats av klåven, finnas också (snedslag, vildslag). Tektonisk påverkan har av allt att döma ägt rum i såväl sensvionisk som algonkisk tid.

<sup>1</sup> Efter W. Ramsay och W. Wahl (1936) använd beteckning för veckningen av den tidigsvioniska ytformationen i samband med urgraniternas bildning.



Fig. 4. Vätögranit (vit), som genomådrar diorit tillhörande grönstens-urgranitserien. Norrviken norr om Karlsängen, Vätön. Foto P. H. Lundegårdh 1953.

*Diorite penetrated by Vätö granite (white). N. of Karlsängen, Vätön.*

Särskilt på Björkönen SV om Skeppsmyra men även SSÖ—SÖ om Karlsängen, på andra sidan viken (fig. 1), förekomma smärre utskillningar av pegmatit i Vätögraniten (fig. 3). Detta är en företeelse, som helt skiljer Vätögraniten från den röda urgraniten av Vängetyp. Den senare är nämligen aldrig associerad med pegmatit. Vätögranitens pegmatitpartier bestå huvudsakligen av röd mikroklin med kvarts och ställvis biotit. Oftast bilda de körtlar, som gärna omges av påfallande grov granit. Även gångar av pegmatit finnas, främst vid Karlsängen.

Gränserna mellan Vätömassivets granit och kringliggande berggrund, väsentligen grå, oftast tämligen basisk, hornbländeförande urgranit, äro i regel skarpa, men assimilationsövergångar finnas här och var. Klarast belyses Vätömassivets karaktär av intrusion i de sparsamma hållavsnitt, där strukturer eller sprickfyllnader i den äldre berggrunden överskäras (fig. 4—5).

## 2. Grisslehamnsmassivet

På norra Väddö, mellan Tomta och Grisslehamn, utbreder sig ett massiv av rödgrå till röd, fint medel- till medelkornig, i regel massformig granit (fig. 6). Flerstädes, särskilt i SV, finnas i denna granit grova mikroklinögon. Mineralsammansättningen är kvarts  $\geq$  mikroklin  $>$  oligoklas, vartill komma den

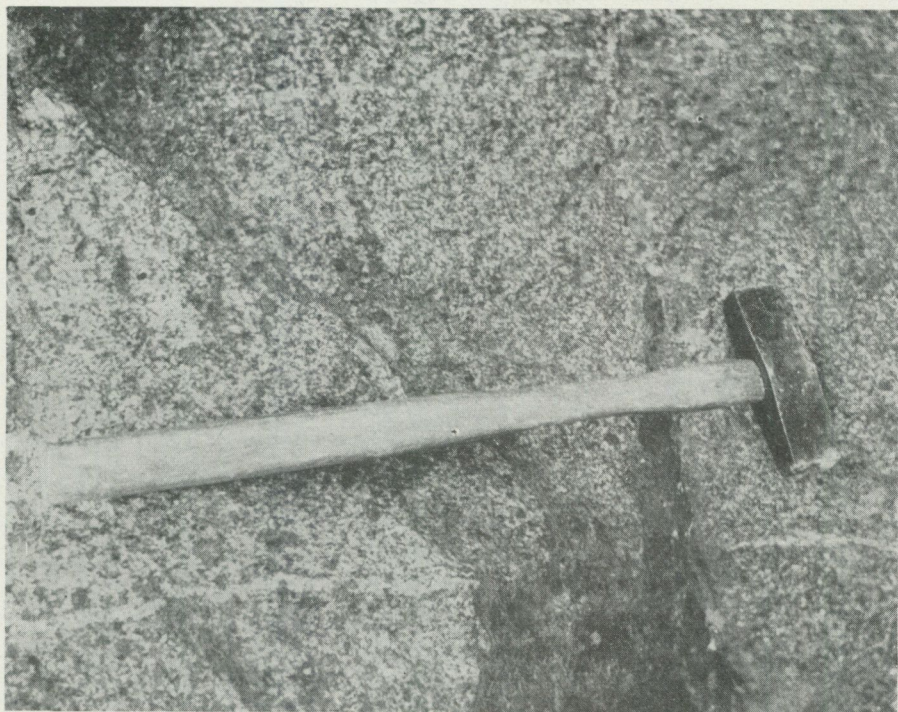


Fig. 5. Ljus urgranit genomträngd av protoklastiskt pressad Vätögranit (mörk på bilden). Lägg märke till den vita sprickfyllnad, som Vätögraniten skär av nedanför hammaren. Norrvi-ken norr om Karlsängen, Vätön. Foto P. H. Lundegårdh 1953.

*Urgranite (pale) intruded by schistose Vätö granite (dark). N. of Karlsängen, Vätön.*

väsentliga beståndsdelarna biotit och småmineralerna titanit (ställvis kraftigt representerad), omvandlad, isotrop ortit, malm, apatit, hydrozirkon och zirkon samt ofta även sekundär epidot. Sporadiskt uppträder vanligt hornblände (se nedan). De enskilda huvudmineralernas utbildning är i det stora hela densamma som inom Vätömassivet.

En lätt stänglighet,  $45^{\circ}$  S  $30^{\circ}$  Ö, har på sina håll påpräglats Vätögraniten närmast Tomta. Stänglighetsriktningen är densamma som i angränsande urgranit.

Även i Grisslehamnsmassivet ha pegmatitiska utskillingar observerats, dock blott på ett fåtal ställen, huvudsakligen i S. Gränserna mot omgivande, äldre bergarter (såväl urgranit som leptitomvandlade, tidigsvioniska ytbergarter) äro oftast skarpa. Till urgraniten i söder finnas dock på sina håll övergångar, och inne i massivet träffas partier av grå och rödgrå urgranit, vilka äro synnerligen diffust avgränsade. Konturlösa, genom omkristallisation helt granitlika kalileptitineslutningar finnas också här och var, t. ex. vid landsvägen mitt emellan Tomta och Grisslehamn. Dessa inneslutningar skilja sig från den omgivande massivgraniten endast genom sitt finare gry. Skarpt kontrasterande gentemot omgivningen äro däremot alltid de små brottstycken av metabasit,

som förekomma i Grisslehamnsmassivet. Exempel på väl bevarade leptitpartier saknas icke heller, den nyss omvittnade, starka granitseringen av kalileptit till trots.

Det synes få anses som uppenbart, att huvuddelen av Grisslehamnsmassivets bergartsinnehåll skall definieras som Vätögranit, bl. a. med hänsyn till pegmatitutskillningarna, men inslaget av assimilerade, äldre bergarter får icke underskattas. Mineralogiskt röjer sig en assimilation av urgranit genom det ovan nämnda, sporadiska uppträdandet av hornblände, ett för den egentliga Vätögraniten främmande mineral. Kemiskt kan den vagt avgränsade, granit-omvandlade kalileptiten avslöjas genom sin låga strontiumhalt (se s. 18).

Grisslehamnsmassivet genomslås av spridda, branta, öst—västligt orienterade metabasitgångar (fig. 7), hörande till den av N. H. Magnusson (1940, s. 33 ff) beskrivna gångsviten inom det närbelägna Herrängsfältet. Dessa gångar bilda en sensvionisk men premigmatitisk differentiationsserie innefattande meta-dacitiska led med 10 à 15 till 25 % fri kvarts men med huvudvikten lagd vid kvartsfattiga, amfibolitiska bergarter (jfr P. H. Lundegårdh 1946, s. 89 ff).

### 3. Övriga förekomster

Utöver de redan beskrivna, större förekomsterna finnas, huvudsakligen inom södra och mellersta Roslagen, ett flertal gångar och smärre massiv av Vätögranit. Dessa äro företrädesvis lokaliserade till grannskapet av den för sydöstra Uppland karakteristiska intrusivbergart, vilken blivit känd under namnet Roslagens ultrabasisiska gabbro (se P. H. Lundegårdh 1947). Gångar av Vätögranit genom ultrabasisisk gabbro finnas också, särskilt i Grovstanäsmassivet SÖ om Penningby slott (se P. H. Lundegårdh 1943, pl. XII, där flertalet som 'ga' = granitaplit betecknade gångar utgöras av Vätögranit).

De förekomster av Vätögranit, som nu i första hand skola beröras, äro belägna på Rådmansö (fig. 1) och VSV om Roslags-Kulla k:a (fig. 8). På Rådmansö är huvudparten av graniten samlad till trakten SÖ invid en större kropp av ultrabasisisk gabbro. Graniten bildar där flera massiv. Dessa gränsa vanligen skarpt mot omgivande bergarter, till största delen urgranit (fig. 9). Ställvis har dock Vätögranitens assimilationskapacitet varit så stark, att kontakterna blivit diffusa. Gångar finnas även, både genom urgranit (fig. 10) och ultrabasisisk gabbro.

Vätögraniten på Rådmansö (jfr Du Rietz 1929, s. 526 ff) har vanligen rödgrå till gråröd färg. I massiven är grytet medelkornigt, i gångarna vanligen något tätare. Strukturen är massformig, texturen ojämnkornig. I de mindre gångarna är den delvis sockerkornig (aplitisk). Huvudmineralen äro kvarts > mikroklin > oligoklas (oftast sur). Ganska långt efter i kvantitet kommer biotit (i flertalet fall tillsammans med sekundär klorit av typen pennin). Som underordnad beståndsdel uppträder ibland vanligt hornblände, vilket mineral här liksom i Grisslehamnsmassivet (se ovan) synes antyda assimilation av äldre, mera ba-

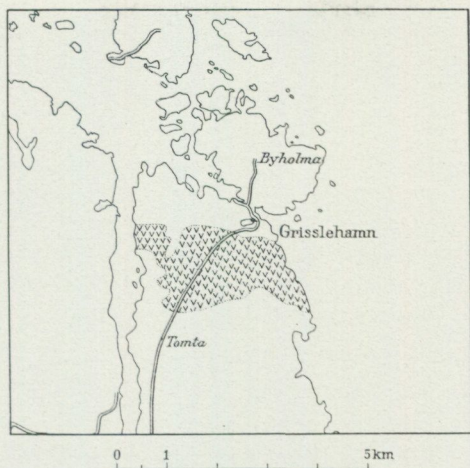


Fig. 6. Grisslehamnstraktens Vätögranit (v-tecken) enligt undersökning av P. H. Lundegårdh på grundval av geologiska kartbladet Grisslehamn (S. G. U., Aa 111). N—S längs de stående kantlinjerna. Skala 1 : 150 000. För publicering godkänd i Rikets allm. kartverk den 26 febr. 1954.

*The Grisslehamn massif, N. of Norrtälje.*

siska bergarter (jfr Du Rietz 1929, s. 527—28). Småmineralen utgöras av titanit (saknas ofta), sekundär epidot, apatit, oxidmalm, zirkon och hydrozirkon samt omvandlad, isotrop ortit.

Kvartsen bildar företrädesvis större, av flera individ ojämnt sammanfogade korn men även smärre, rundade korn, ofta samlade till klungor och sannolikt uppkomna genom krossning. Mikroklinen är i många fall grovkristallin (ibland tydligt ögonbildande) och tavelformad. Pertitisering är vanlig, lätt impregnation av rödfärgande, mikroskopiska hematitkorn en regel. Oligoklasen har i många fall undergått stark sericitomvandling och visar i samband härmed en ganska kraftig hematitimpregnation. Skaror av sekundära, ofta väl kristalliserade (idiomorfa) epidotkorn förekomma på sina håll. Mikroskopiska fingrar av sent infrätt kvarts (myrmekit) finnas ibland i kanterna av oligoklaskornen på de ställen, där dessa gränsa mot kvartsindivid. Biotiten visar i mikroskopiskt betraktade slipprov stark brun pleokroism, medan den sekundära penninen kännetecknas av blekgrön pleokroism.

I de aplitiska gångvarieteterna är frekvensen av små och gärna rundade mine-ralkorn mycket stor.

En från Du Rietz 1929 hämtad kemisk analys av Vätögranit från Lilltorp på Rådmansö återges i tab. 1. Analyssiffrorna diskuteras i slutkapitlet (s. 15 ff).

I trakten VSV om Roslags-Kulla k:a finnas flera förekomster av Vätögranit, av vilka de viktigaste utlagts på fig. 8. Det geologiska fältarbetet har dock här varit av översiktlig natur, varför kartbilden ej får betraktas som slutgiltig. Den västligaste på fig. 8 markerade förekomsten gränsar i väster mot Ruggsättramassivets ultrabasisiska gabbro (beskriven i P. H. Lundegårdh 1947, s. 23).

Vätögraniten VSV om Roslags-Kulla k:a är vanligen gråröd till röd och fint



Fig. 7. Metabasitgång av Herrängstyp genom Vätögranit med kalileptitinnestlutning (överst t. h.) och sen aplitgång (t. v.). NÖ om Tomta, Vaddö. Foto P. H. Lundegårdh 1953.

*Dike of metabasite in Vätö granite with inclusion of potassic leucite (upper right corner) and dike of late aplite (to the left). Near Tomta, in the Grisslehamn massif.*

medel- till medelkornig. Strukturen är oftast massformig, men i massivet närmast VSV om Roslags-Kulla k:a förekommer ofta en tydligt utvecklad stänglighet,  $60^{\circ}$  N  $65-70^{\circ}$  Ö, vilket är ungefär samma riktning som i omgivande urgranit. Sprickbildningen har här också varit påfallande kraftig, och bergartens mineralkorn ha i stor utsträckning krossats.

Huvudmineralen äro kvarts > mikroklin > basisk oligoklas till oligoklasandesin. Biotit utgör oftast en väsentlig beståndsdel. I många fall har biotiten helt eller delvis överförts i klorit (av typen pennin). Anmärkningsvärt talrika korn av magnetit finnas på flera håll, särskilt vid landsvägen 1 km VSV om Roslags-Kulla k:a, där biotit samtidigt saknas. Småmineralen bestå av omvandlad, isotrop ortit, sekundär epidot samt hydrozirkon. Tillfälligt uppträder dessutom apatit.

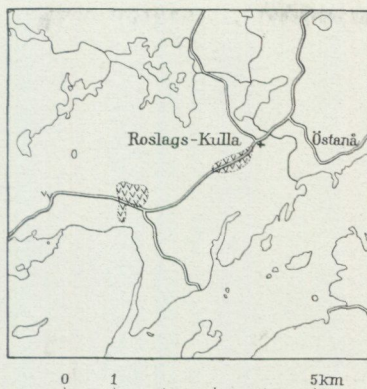


Fig. 8. Förekomster av Vätögranit (v-tecken) i trakten av Roslags-Kulla k:a, enligt kartering av P. H. Lundegårdh. N—S längs de stående kantlinjerna. Skala 1 : 150 000. För publicering godkänd i Rikets allm. kartverk den 26 febr. 1954.

*Masses of Vätö granite (v) W. S. W. of Roslags-Kulla, between Stockholm and Norrtälje.*

Kvartsen är utbildad på samma sätt som på Rådmansö, men i de stängliga varieteterna är mineralet utdraget längs strukturriktningen. Mikroklinen är oftast pertitisk och visar hematitimpregnation av växlande styrka. Den bildar större och mindre individ, vilka äro tydligt genomväxande i förhållande till plagioklasen. Den sistnämnda har i stor utsträckning krossats till smärre korn, vilka ha undergått viss sericitomvandling. En kraftig hematitimpregnation kännetecknar huvudparten av plagioklaskornen.

Kemisk analys av Vätögranit 1 km VSV om Roslags-Kulla k:a finns i tab. 1. Analyssiffrorna diskuteras i följande kapitel (s. 15 ff).

Det geografiska sambandet mellan massiv av ultrabasisisk gabbro och förekomster av Vätögranit har påpekats i inledningen till detta kapitel. Rådmansö och trakten VSV om Roslags-Kulla k:a ha redan givit exempel härpå. Avståndet mellan Rådmansögabbbron och Vätömassivet är heller icke så stort.

Men också Grovstanäshalvön ÖSÖ om Penningby slott skall nämnas i detta sammanhang. Här bildar visserligen Vätögraniten företrädesvis gångar (se fig. 11 och P. H. Lundegårdh 1943, pl. XII). Å andra sidan är gångarnas antal stort, både i och invid den ultrabasisiska gabbro, som bildar berggrunden inom större delen av halvön och i trakten närmast SV till S därom (Grovstanäsmassivet, som beskrives i P. H. Lundegårdh 1943 och 1947, s. 16—19).

Grovstanästraktens Vätögranit (se även P. H. Lundegårdh 1946, s. 80 ff) är gråröd till röd och i regel ganska småkornig. I de smalare gångarna blir den gärna aplitisk. På vissa ställen, t. ex. sydspetsen av Grovstanäshalvön,<sup>1</sup> åtföljes den av röd pegmatit. Huvudmineralen äro kvarts, mikroklin och oligoklasandesin till sur andesin. Kvartsen ligger främst i kvantitet, varefter antingen mikroklinen eller plagioklasen följer. Väsentliga mineral äro klorit (av typen

<sup>1</sup> Sydspetsen av Djupstensholmen å pl. XII i P. H. Lundegårdh 1943.



Fig. 9. Kontakt mellan Vätögranit (ljus) och basisk urgranit med amfibolitneslutningar. Söder intill Lilltorp, Rådmansö. Foto P. H. Lundegårdh 1953.

*Contact between Vätö granite (pale) and basic urgranite with inclusions of amphibolite. Lilltorp, Rådmansö.*

pennin) och/eller biotit (se P. H. Lundegårdh 1946, s. 82). Småmineralen utgöras av sekundär epidot, oxidmalm och apatit. Till dessa tre sälla sig ofta titanit, zirkon och omvandlad, isotrop ortit. Tillfälligt kan dessutom kalkspat uppträda.

Kvartsen och de övriga huvudmineralen äro i väsentliga drag utbildade så som på Rådmansö. Den sekundära krossningen är dock starkare, ty framför allt stänglighet har i stor utsträckning påpräglats Grovstanästraktens Vätögranit. På sydspetsen av Grovstanäshalvön har denna struktur riktningen  $70^{\circ}$  S  $70^{\circ}$  Ö. Särskilt den Vätögranit, som bildar skivformade kantställda gångar längs kontakterna mellan ultrabasisk gabbro och urgranit, har också utsatts för betydande planförskifring. Detta gäller icke blott i fråga om Grovstanäsmassivet utan även för den ultrabasiska gabbro väster intill sjön Limmaren, nära söder om Norrtälje (Mellingeholmmassivet, se P. H. Lundegårdh 1946, pl. 1, och 1947, s. 24), där icke obetydliga intrusioner av Vätögranit finnas.

Ett anmärkningsvärt mineralogiskt drag hos Grovstanästraktens Vätögranit är plagioklasens höga kalkhalt. Man finner här mellan 30 och 40 % anortit, medan plagioklasen i Vätömassivet endast håller 10—15 % anortit (s. 5).

Två analyser ha utförts på Vätögranit från Grovstanästrakten, en på massivbergart och en på gångbergart (tab. 1). Analyserna diskuteras i följande kapitel.



Fig. 10. Liten gång av Vätögranit genom basisk urgranit med amphibolitneslutning. Söder intill Lilltorp, Rådmansö. Foto P. H. Lundegårdh 1953.

*Minor dike of Vätö granite in basic urgranite with inclusion of amphibolite. Lilltorp, Rådmansö.*

### Vätögranitens kemiska sammansättning, ursprung och bildningsätt

De kemiska analyser, som utförts på Vätögranit från skilda delar av mellersta och södra Roslagen (tab. 1), visa en salisk, kalirik bergart med stark övervikt av järn över magnesium. Den av analyserna återgivna oxid sammansättningen är typisk för sådana graniter, som avsluta en eruptiv utveckling. Man återfinner den t. ex. hos den yngsta, röda urgraniten (mellersta Upplands Vängegranit), hos Stockholmsgraniten och hos Bohusgraniten. Insatta i fältspat-triangeln (jfr P. H. Lundegårdh 1947, s. 35, fig. 16) falla också relationstalen för de kemiskt analyserade Vätögraniternas normativa fältspathalter (tab. 1, underst) inom samma område som flertalet saliska svenska eruptivbergarter. Som redan påpekats i det föregående kapitlet, varierar däremot det på optisk väg skattade förhållandet mellan albit (Ab) och anortit (An) i plagioklasindivid från olika Vätögranitförekomster ganska starkt. Under det att anortithalten i Vätömassivets plagioklas ligger så lågt som mellan 10 och 15 %, kan den i Grovstanästrakten stiga till 40 %. Parallell till denna företeelse finnas dock. I Stockholmsgraniten ha sålunda halter varierande mellan 15 och 35 % anortit uppmätta i plagioklasindivid från skilda förekomster.

Vätögranitens halter av vissa spårelement ( $\leq 0.01$  %) ha också undersökts (tab. 2), varjämte förekomsten av den mera rikligt företrädade, alkaliska jord-

artsmetallen strontium studerats (tab. 1 och 3). De undersökta proverna utgöras i regel icke av enstaka stuffer utan av ett tjugotal skärvor från olika delar av representativa lokaler (s. k. knackprover), avsedda att ge möjligast tillförlitliga genomsnittsvärden. Kvantitativ spektralanalys har här använts. En översikt av denna metodik finns i P. H. Lundegårdh 1946 (s. 11 ff). Flertalet av analysiffrorna har hämtats dels ur detta arbete, dels ur P. H. Lundegårdh 1949. Nya äro åtta av tabellernas strontiumvärden samt vanadin- och rubidiumbestämningarna i Vätögraniten VSV om Roslags-Kulla k:a. För strontium är analysfelet, uttryckt som statistiska spridningen ( $\sigma$ ),  $\leq 25\%$ . För de övriga undersökta elementen äro analysfelet lägre (se P. H. Lundegårdh 1946, s. 21—24).

**Tab. 1. Vätögranitens kemiska sammansättning**

*Chemical composition of Vätö granite.*

| Lokal                                | Karlsängen,<br>Vätö | Lilltorp,<br>Rådmansö   | Dåderholmen,<br>Grovtanäs | 600 m SV om<br>Hysingsvik <sup>2</sup> | 1 km VSV om<br>Roslags-<br>Kulla k:a            |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|--|---|
| Analytiker                           | R. Blix             | N. Sahlbom <sup>1</sup> | N. Sahlbom &<br>O. Strand | N. Sahlbom                             | A. Frölich,<br>P. H. Lundegårdh &<br>M. Persson |
| SiO <sub>2</sub> .....               | 74.38               | 73.89                   | 74.68                     | 74.98                                  | 74.72   |
| TiO <sub>2</sub> .....               | 0.19                | 0.20                    | 0.15                      | 0.11                                   | 0.15  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 12.76               | 13.19                   | 13.37                     | 13.59                                  | 13.50   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 0.74                | 1.41                    | 0.32                      | 0.36                                   | 2.02  |
| FeO .....                            | 1.15                | 0.92                    | 1.42                      | 0.97                                   | 0.81  |
| MnO .....                            | 0.03                | 0.03                    | 0.08                      | 0.01                                   | 0.01  |
| MgO .....                            | 0.21                | 0.25                    | 0.58                      | 0.16                                   | 0.41  |
| CaO .....                            | 0.86                | 1.34                    | 1.16                      | 1.36                                   | 0.95  |
| SrO .....                            | 0.07 <sup>3</sup>   | 0.04 <sup>4</sup>       | 0.06 <sup>3</sup>         | 0.06 <sup>3</sup>                      | 0.05  |
| Na <sub>2</sub> O .....              | 3.51                | 3.22                    | 2.15                      | 3.56                                   | 2.05  |
| K <sub>2</sub> O .....               | 5.67                | 5.28                    | 5.60                      | 4.63                                   | 4.71  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....  | 0.15                | 0.06                    | 0.12                      | 0.01 <sup>3</sup>                      | 0.01  |
| H <sub>2</sub> O+ .....              | 0.29                | 0.50                    | 0.42                      | 0.70                                   | 0.23  |
| Summa                                | 100.01              | 100.33                  | 100.11                    | 100.50                                 | 99.62   |
| S:a fältspat<br>enl.                 | 65.52               | 64.38                   | 56.42                     | 64.31                                  | 49.94   |
| C. I. P. W <sup>5</sup> .            |                     |                         |                           |  |   |
| Or:Ab:An enl.<br>C. I. P. W.         | 51.1 : 45.3 : 3.6   | 48.5 : 42.3 : 9.2       | 58.7 : 32.3 : 9.0         | 42.6 : 46.8 : 10.6                     | 55.7 : 34.7 : 9.5                               |

<sup>1</sup> Du Rietz 1929, s. 528.

<sup>2</sup> Ur gång av aplitgranit.

<sup>3</sup> Analytiker: P. H. Lundegårdh.

<sup>4</sup> Analytiker: V. Muld & J. Raudsepp.

<sup>5</sup> C. I. P. W.-systemet, vilket bygger på proportionerna mellan de 'normativa' mineral, som kunna beräknas med användande av analysiffrorna (se A. Johannsen 1931, s. 83 ff).

Halterna av litium, vanadin, krom, kobolt och nickel äro tämligen normala för en så salisk och kalirik bergart som Vätögraniten. Däremot få koppar- och zinkhalterna anses som låga. Medelvärdet för zink i svenska graniter torde ligga omkring 100 g/ton (jfr P. H. Lundegårdh 1948, s. 18).

Av de olika element, som bestämts spektralanalytiskt, tilldrar sig strontium den största uppmärksamheten. Ganska betydande kvantiteter av denna me-



Fig. 11. Gång av Vätögranit genom basisk urgranit. Öster intill Grovstanäsmassivet, 11 km SSÖ om Norrtälje. Foto P. H. Lundegårdh 1937.

*Dike of Vätö granite in basic urgranite. 11 km S.S.E. of Norrtälje.*

tall ingå i de undersökta proverna av Vätögranit, särskilt i graniten från Karlsängen inom huvudförekomsten på Vätön (600 g/ton). Denna granit innehåller samtidigt den suraste plagioklasen av samtliga undersökta varieteter (10—15 % An) och visar dessutom en mycket låg halt av mörka mineral, omkring 3 %.

**Tab. 2. Halter i g/ton av vissa spårelement i icke synbart assimilationspåverkad Vätögranit. Analytiker: P. H. Lundegårdh**

*Parts per million of various minor elements in pure Vätö granite (Svaga spår = weak trace).*

| Lokal    | Karlsängen,<br>Vätö | Däderholmen,<br>Grovstanäs | 600 m SV om<br>Hysingsvik | 1 km VSV om<br>Roslags-<br>Kulla k:a |
|----------|---------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Li ..... | 70                  | 70                         | 30                        | —                                    |
| B .....  | —                   | < 10                       | 10                        | —                                    |
| V .....  | Svaga spår          | < 3                        | < 3                       | < 5                                  |
| Cr ..... | 1                   | 1                          | 1                         | 1                                    |
| Co ..... | < 1                 | < 1                        | < 1                       | < 1                                  |
| Ni ..... | < 1                 | 1                          | 2                         | 1                                    |
| Cu ..... | < 5                 | < 5                        | < 5                       | —                                    |
| Zn ..... | < 5                 | < 5                        | < 5                       | < 15                                 |
| Rb ..... | —                   | —                          | —                         | 110                                  |
| Au ..... | Svaga spår          | Svaga spår                 | —                         | —                                    |
| Pb ..... | 0                   | —                          | —                         | —                                    |

— betyder, att ingen bestämning utförts.

Till jämförelse kan nämnas, att en röd, utpräglat salisk, mikroklinrik urgranit (något mindre än 1 % mörka mineral) från trakten av Bergshamra mellan Penningby och Roslags-Kulla icke innehåller mer än 150 g/ton strontium samt kännetecknas av en plagioklas med anortithalten 35 à 40 %. För urgraniterna i deras helhet får man i mellersta Roslagen också räkna med denna förhållandevis basiska plagioklassammansättning. Strontiumhalten varierar mellan 50 och 200 g/ton i 12 prov. Endast ett prov visar högre halt — 300 g/ton (se tab. 3).

Någon Vätögranit med mindre än 300 g/ton strontium har icke påträffats under analysarbetet, medan däremot en granitomvandlad kalileptitineslutning i Grisslehamnsmassivet bl. a. avslöjat sitt främmande ursprung genom strontiumsiffran 100 g/ton.

De analyserade Vätögranitvarieteter, som visa den lägsta strontiumhalten (300 g/ton) — granit nära Tomta, Grisslehamnsmassivet, och granit vid Lilltorp, Rådmansö, innehålla, till skillnad från övriga undersökta prover, båda

**Tab. 3. Halter i g/ton av strontium i surare silikatbergarter från Roslagen. Med ° utmärkta analyser ha utförts av V. Muld och J. Raudsepp, övriga av P. H. Lundegårdh**

*Parts per million of strontium in acid silicate rocks from Roslagen. (For explanations see the English summary.)*

|   |        |
|---|--------|
| Leptitgnejs, grå, Malsta kyrka .....  | 50     |
| Do., do., brottstycke i urgranit, 6,5 km ÖNÖ om Norrtälje .....   | 100    |
| Granitisk gnejs, grå, 5 km SÖ om Norrtälje .....  | 100    |
| Kalileptit, röd, kusten SSÖ om Grisslehamn .....  | < 100° |
| Do., do., granitomvandlad inneslutning i Vätögranit, landsvägen mitt emellan Tomta och Grisslehamn .....                | 100°   |
| Urgranit, förskiffrad, grå, Ilsholmen, 9,5 km ÖNÖ om Norrtälje .....  | 50     |
| Do., do., do., nordöstra delen av Norrtälje .....   | 50     |
| Do., do., do., 4,5 km VSV om Norrtälje .....  | 150    |
| Do., kvartsdioritisk, mörkgrå, 1 km NÖ om Hysingsvik .....  | 100    |
| Do., do., do., 1 km NV om Penningby slott .....   | 100    |
| Do., förskiffrad, basisk, grå, 2,5 km Ö om Bergshamra .....   | 150    |
| Urgranit, förskiffrad, rödgrå, G:la Grisslehamn .....   | 100°   |
| Do., do., mikroklinporfyrisk, 800 m Ö om Hysingsvik .....   | 100    |
| Do., do., do., 2 km NÖ om Penningby slott .....   | 200    |
| Do., do., do., 2,5 km ÖSÖ om Penningby slott .....  | 150    |
| Urgranit, förskiffrad, röd, 3 km S om Penningby slott .....   | 100    |
| Do., do., do., 3 km SÖ om Bergshamra .....  | 150    |
| Do., do., do., Tulka, Herräng (jfr N. H. Magnusson 1940, p. 29) .....   | 300°   |
| Urgranit, rödgrå, med sekundär mikroklin <sup>1</sup> bland huvudmineralen, Byholmalandet, 2 km NÖ om Grisslehamn ..... | 400°   |
| Vätögranit, <sup>2</sup> nära NÖ om Tomta, Väddö .....  | 300°   |
| Do., Karlsängen, Vätö .....   | 600    |
| Do., <sup>2</sup> Lilltorp, Rådmansö .....  | 300°   |
| Do., Däderholmen nära Grovstanäs .....  | 500    |
| Do., gång, 600 m SV om Hysingsvik .....   | 500    |
| Do., 1 km VSV om Roslags-Kulla k:a .....  | 400    |
| Stockholmsgranit, grå, 2,8 km N om Penningby slott .....  | 500    |
| Do., do., Experimentalfältet, Stockholm .....   | 500    |

<sup>1</sup> Sannolikt invandrad från Vätögranitens magma.

<sup>2</sup> Assimilationspåverkad.

hornblände som tillfällig beståndsdel. Härigenom avslöja de en assimilationspåverkan från den grå urgranit, som de gränsa nära intill. Analysvärdena tyda också på en sänkning av strontiumhalten i förhållande till ren Vätögranit. Denna sänkning synes ha åstadkommit genom assimilation av främmande, strontiumfattiga bergarter. Grå urgranit kan dock icke i större omfattning vara ansvarig för den låga strontiumhalten i Lilltorpgraniten, enär den kemiska huvudsammansättningen (tab. 1) i så fall skulle ha påverkats. Sura, kalirika och strontiumfattiga ytbergarter av typen kalileptit (jfr tab. 3) finnas dock sannolikt också i den berggrund, som Lilltorpgranitens magma genombrutit, även om de saknas i det nu blottade berggrundssnittet på Rådmanö.

Vätögraniten har icke endast i sin sammansättning rönt visst inflytande av assimilerade bergarter, den har också själv av allt att döma åstadkommit förändringar i vissa delar av den omgivande berggrunden. Ett exempel skall här ges. På udden öster om Byholma by, nordligaste delen av Väddö socken, har iakttagits en rödgrå, fin- till medelkornig urgranit med mineralsammansättning enligt tab. 4. I mikroskopet visar bergarten övervägande en sockerkornig omkristallisationsstruktur (efter tidigare partiell nedkrossning). Talrika större individ av särskilt plagioklas (ofta tavlor) och kvarts (sammansatt av oregelbundet avgränsade delindivider) men även hornblände och ibland biotit finnas emellertid. Flertalet av de stora plagioklasindividen utgöras av primär sur andesin, som ut mot kanterna kontinuerligt övergår i sekundär basisk oligoklas. Sekundär mikroklin har på sina håll fränt sig in i plagioklasen, men annars förekommer detta mineral blott i den sockerkorniga mellanmassan, där en mängd korn av kvarts och basisk oligoklas också uppträda, jämte växlande mängder biotit, hornblände och titanit. Härtill komma de småmineral, som finnas upptagna i tab. 4.

En på denna bergart utförd strontiumanalys (återgiven även i tab. 3) har givit halten 400 g/ton, vilken är betydligt högre än siffrorna för de tretton övriga i tab. 3 upptagna urgraniterna (50—300 g/ton). Till sin ursprungskaraktär utgör emellertid den undersökta Byholmagraniten en mera basisk urgranit än vad som återspeglas av den nuvarande mineralsammansättningen, något som bl. a. den höga titanhalten ger belägg för. Tre oomvandlade grå urgraniter ha till jämförelse upptagits i tab. 4. Strontiumhalten i de båda i fråga om huvudmineralens procenttal närmast jämförbara varieteterna är blott 50 g/ton.

Den mikroskopiska undersökningen av urgraniten öster om Byholma by har ådagalagt, att mikroklin bildats sekundärt och att plagioklasen delvis avkalkats utan att kalken beretts möjlighet att slå sig ned på någon annan plats i bergarten, t. ex. i svärmar av sekundära epidotkristaller (epidothalten är blott 0.30 %). En partiell metasomatisk omvandling av urgraniten synes följaktligen ha ägt rum, innebärande tillförsel av bl. a. kalium och bortförrel av bl. a. kalcium. Närmaste källa för en sådan förändring av urgraniten är Grisslehamnsmassivets Vätögranit. Endast i denna bergart, samt i den ännu yngre Stockholmsgraniten (tab. 3), ha också så höga strontiumhalter iakttagits, att man kan räkna med en väsentlig förhöjning av omgivande bergarters stron-

Tab. 4. Mineralinnehållet i vikts-% i vissa urgraniter från mellersta och norra Roslagen

|                                   | Rödgrå urgranit,<br>udden Ö om By-<br>holma by | Grå urgranit,<br>9,5 km ÖNÖ om<br>Norrtälje | Grå urgranit,<br>nordöstra delen<br>av Norrtälje | Grå urgranit,<br>5 km S om<br>Norrtälje |
|-----------------------------------|--|---|--|---|
| Kvarts . . . . .                  | 37.5   | 26.5  | 36.0   | 29.5                                    |
| Plagioklas <sup>1</sup> . . . . . | 35.1   | 52.5  | 40.5   | 40.0                                    |
| Mikroklin . . . . .               | 13.3   | 10.0  | 10.0   | 2.8                                     |
| Biotit . . . . .                  | 6.3  | 6.0   | 10.0   | 17.5                                    |
| Hornblände . . . . .              | 5.0  | 3.0   | 2.2  | 6.5                                     |
| Titanit . . . . .                 | 1.3  | 0.4   | 0.08   | 1.5                                     |
| Oxidmalm . . . . .                | 0.65   | 0.4   | 0.13   | 0.35                                    |
| Epidot . . . . .                  | 0.30   | 0.4   | 1.1  | 0.5                                     |
| Klorit . . . . .                  | 0.20   | 0.5   | 0  | 1.0                                     |
| Apatit . . . . .                  | 0.25   | 0.25  | 0.08   | 0.35                                    |
| Ortit . . . . .                   | 0.10   | 0.05  | 0.09   | 0.07                                    |

<sup>1</sup> Inkl. genom omvandling bildad sericit.

tiumhalt vid en metasomatos. Stockholmsgranit förekommer dock icke på norra Vaddö.

Vätögranitens strontiumhalt är anmärkningsvärt hög även jämförd med olika utländska graniter. W. Noll (1934) uppger sålunda för tyska graniter 170 g/ton, Th. G. Sahama (1945 a—b) för den finsk-lappländska Hettagraniten 250 g/ton, för yngsta finsk-lappländska graniter 90 g/ton och för de finska rapakivgraniterna 100 g/ton. Emellertid har Vätögraniten en ofta framträdande, syenitisk prägel. I den strontiumrikaste varieteten, den från östligaste delen av Vätö (600 g/ton), ligger t. ex. fältspathalten mellan 60 och 70 %. För 42 syeniter ger Noll (1934) som medelvärde samma siffra, 600 g/ton.<sup>1</sup> Å andra sidan visa tvenne icke särskilt syenitiska prover av Stockholmsgranit halten 500 g/ton (tab. 3).

Vätögranitens bildningssätt framgår både ur fältförhållandena och ur den kemiska sammansättningen. De förra vittna om intrusion av en magma, de senare ge belägg för att denna magma, fränsett lokal assimilation av sidostenen, bevarat sin homogenitet ganska väl ända fram till kristallisationen.

Det är icke möjligt att ange Vätögranitens ursprung med ledning av de data, som för närvarande finnas tillgängliga. Den höga strontiumhalten i de fyra genomsnittsprover av typisk Vätögranit, som tab. 3 visar, antyder dock, i förening med den jämna kemiska huvudsammansättningen (tab. 1), ett med avseende på de nu studerade förekomsterna distalt ursprung. Tillräckliga kvantiteter av strontium ha i det nu blottade snittet icke kunnat utvinnas vid en palingen Vätögranitbildning ur den äldre berggrunden (se tab. 3). Undersökningar av de med Vätögraniten i stort sett likåldriga, proximalt bildade palingenbergarter, som uppträda i och kring Roslagens ultrabasisiska gabbromassiv, visa också en provkarta på starkt varierande, ofta aplitiska graniter.

<sup>1</sup> De olika medelvärden, som nu meddelats, återfinnas i Rankama—Sahama 1950, s. 476.

Dessa kontrastera bjärt mot Vätögraniten redan vad utseendet angår, men ha dessutom vid stickprovsundersökning i trakten söder om Norrtälje visat sig innehålla väsentligt mindre strontium (100 och 150 g/ton i två knackprover; se P. H. Lundegårdh 1946, s. 82).

Emellertid är Vätögraniten själv i sin utbredning ganska nära knuten till den ultrabasiska gabbbron (jfr fig. 1), om än med en viss förskjutning mot norr i förhållande till denna (Grisslehamnsmassivet). Förskjutningen är, betraktad ur regional synpunkt, dock icke av nämnvärd betydelse. Jag här därför redan tidigare (P. H. Lundegårdh 1946, s. 137, och 1947, s. 37) gjort mig till tolk för den uppfattningen, att de båda bergarterna skulle kunna äga ett gemensamt ursprung. Vätögraniten skulle i så fall ha bildats ur en från den kristalliserande ultrabasiska gabbbron differentierad, sur restmagma. (I P. H. Lundegårdh 1947, fig. 16, ange de streckade pilarna den antagna kristallisationsdifferentiationens förlopp.) Modernmagman för de båda bergarterna skulle, om man utgår från deras geografiska utbredning i det nu blottade berggrundssnittet, ha haft en granodioritisk sammansättning. En sådan magma skulle emellertid, till följd av de fortlöpande reaktionerna mellan redan kristalliserade mineral och kvarvarande magma, icke annat än genom hastig utklämning (*squeeze*) av restmagman ha kunnat ge upphov till ultrabasiska gabbrobergarter. En sådan utklämning kan icke ha ägt rum i det nu blottade berggrundssnittet, där gabbbron är alltigenom massformig. Det är för övrigt tvivelaktigt, om restmagman kunnat nå en sådan storlek, att den mäktat åstadkomma så mycket Vätögranit, som de förefintliga massiven innehålla.

Mot differentiationshypotesen talar dessutom den sensvioniska, av grönstenar till synes oberoende, palingena Stockholmsgranitens mineralogiska och kemiska sammansättning. Här möta vi icke blott en huvudsammansättning av samma slag som Vätögranitens utan också en lika hög strontiumhalt. En närmare jämförelse med Stockholmsgraniten antyder, att Vätögraniten bildats genom upplösning av djupt liggande delar av den äldre berggrunden. Upplösningen torde dock ha åstadkommits genom tillförsel av värme och mineralisatorer från den ultrabasiska gabbromagman. Man kan också räkna med metasomatiska processer och tillskott av vissa metaller, bl. a. strontium, i den del av jordskorpan, där gabbromagman trängde fram. Sådana tillskott böra ha återverkat icke blott på sammansättningen av Vätögraniten utan även på den från samma jordskorpedel härstammande Stockholmsgraniten.

### Citerad litteratur

- Backlund, H. G., Die Umgrenzung der Svekofenniden. Bull. of the Geol. inst. of Upsala, vol. XXVII, 1937.  
Du Rietz, T., Studies on the rocks of Rådmansö. Geol. Fören. i Stockholm förhandl., bd 51, 1929.  
Hagerman, T., Vätö—Björkö—Arholmatraktens berggrund (i manuskript).  
Johannsen, A., A descriptive petrology of the igneous rocks, vol. I, Chicago 1931.

- Lundegårdh, P. H., The Grovstanäs region. Bull. of the Geol. inst. of Upsala, vol. XXIX, 1943.
- Rock composition and development in Central Roslagen, Sweden. Arkiv för kemi, mineralogi o. geologi, bd 23 A, n:o 9, 1946.
- Den ultrabasiska gabbron i Roslagen. S. G. U., ser. C, n:o 484, 1947.
- Some aspects to the determination and distribution of zinc. Annals of the Royal Agricultural College of Sweden, vol. 15, 1948.
- Aspects to the geochemistry of chromium, cobalt, nickel and zinc. S. G. U., ser. C, n:o 513, 1949.
- Magnusson, N. H., Herrängsfältet och dess järnmalmer. S. G. U., ser. C, n:o 431, 1940.
- Berggrunden i Sveriges geologi, andra uppl., Stockholm 1949.
- Noll, W., Geochemie des Strontiums. Chemie d. Erde, bd. 8, 1934.
- Ramsay, W., Geologiens grunder, tredje uppl., omarb. av P. Eskola, B. Asklund m. fl. Del II, Helsingfors 1931.
- Rankama, K., och Sahama, Th. G., Geochemistry, Chicago 1950.
- Sahama, Th. G., Spurenelemente der Gesteine im Südlichen Finnisch-Lapland. Bull. Comm. Géol. Finl., n:o 135, 1945 a.
- On the chemistry of the east Fennoscandian rapakivi granites. Compt. rend. Soc. géol. Finlande, bd 18, 1945 b.
- Wahl, W., Om granitgrupperna och bergskedjeveckningarna i Sverige och Finland. Geol. Fören. i Stockholm förhandl., bd. 58, 1936.

### Summary: The Vätö granite — a younger Svionian granite in Eastern Upland, Sweden

The Vätö granite is a red grey to bright red, frequently syenitic (60—70 % felspar), fine-grained to coarse rock essentially composed of microcline, quartz and plagioclase. Medium-grained varieties predominate. The Vätö granite forms masses and dikes in the old Archæan bed-rock of Roslagen, the coast region N.E. of Stockholm (Figs. 1, 6, 8, and 10—11). It is locally accompanied by a red, potassic pegmatite, which appears either as segregations in the granite (Fig. 3) or as dikes in the wall rock. According to N. H. Magnusson's scheme (1949) of the petrological evolution in Swedish Archæan, the Vätö granite belongs to the Svionian era, the youngest rocks of which seem to have developed about 1,700 millions of years ago (recent age determinations by F. E. Wickman on radioactive minerals).

The Vätö granite is frequently associated with an ultra-basic gabbro (P. H. Lundegårdh 1943, 1946, and 1947), which displays a number of plutonic intrusions in the prevailing, early granites (urgranites, or Svecofennian granites) of Central and Southern Roslagen (the region between Norrtälje and Stockholm). Fig. 1 gives a good example of this. The Vätö granite around and in the gabbro massif of Rådmanö forms both larger intrusions and narrow dikes (Fig. 10). The field relations between the Vätö granite and the surrounding older rocks (incl. the ultra-basic gabbro) are most often displayed by distinct contacts (borders of massifs, Fig. 9, and dikes, Figs. 10—11). Irregular penetrations (Figs. 4—5) are less frequent. Sometimes, the Vätö granite has assimilated part of its wall rock. The borders are then rather diffuse.

The bulk mineral composition of the Vätö granite has already been touched upon. Planimetric analyses of two samples of the main types, *viz.* syenitic Vätö granite from Karlsängen, Vätön (Fig. 1) and ordinary Vätö granite from Däderholmen 11 km S.S.E. of Norrtälje (P. H. Lundegårdh 1946, Plate 1), have given the following results (percentages by weight):

|                                 | Karlsängen | Dåderholmen |
|---------------------------------|------------|-------------|
| Microcline .....                | 36.0       | 36.0        |
| Quartz .....                    | 27.5       | 40.5        |
| Plagioclase with sericite ..... | 33.0       | 20.0        |
| Biotite (incl. chlorite) .....  | 2.8        | 3.1         |
| Oxide ore .....                 | 0.2        | 0.10        |
| Epidote .....                   | 0.15       | 0.10        |
| Apatite .....                   | 0.10       | 0.10        |
| Allanite .....                  | 0.05       | 0           |
| Titanite .....                  | 0          | 0.01        |
| Zircon .....                    | 0.005      | 0           |

In thin sections, the ordinary, massive Vätö granite displays a xenomorphic rock with grains of variable size and development, whereas the dike granite is frequently sugar-grained (aplitic). Weak deformation, both proto- and cataclastic, is a common feature. (Compare Fig. 5.) Many of the larger quartz individuals have thus become cracked, whereas the feldspars, microcline especially, have been less influenced. The microcline is fresh though perthitic and moderately impregnated with minute hematite grains. The plagioclase, on the other hand, has in part altered to sericite and has simultaneously got heavily stained with hematite grains. Optical analysis of the plagioclase has shown that its content of the anorthite component varies between 10 and 40 %. In the larger intrusions, the plagioclase is more acid than in part of the small masses and the dikes. The plagioclase of the Vätö granite at Karlsängen, Vätön, thus contains 10—15 % An, whereas the Vätö granite of Dåderholmen (a small mass) shows a plagioclase with 35—40 % An.

Similar variations have been met with in other Swedish intrusive granites, Stockholm granite for example (15—35 % An). Though rather uniform, the chemical analyses of the Vätö granite (Table 1) also reflect these variations. (Observe the normative feldspar relations at the bottom of the table.)

In the above text I have mentioned that the Vätö granite has locally assimilated part of its wall rock. Various influences of older rocks have also been traced in certain types of Vätö granite. In the northernmost part of the Grisslehamn massif (Fig. 6) and on Rådmansö, E. of the ultrabasic gabbro, for instance, common hornblende occurs as an accessory mineral. This hornblende seems to originate from the surrounding grey, hornblende-bearing urgranite. Some further examples of assimilations will be given in the following text.

As is seen in Table 2, a number of minor elements have been determined in various samples of Vätö granite by means of quantitative spectrography.<sup>1</sup> In Table 3, the concentrations of strontium (calculated as SrO in Table 1) will be found<sup>1</sup>. These are also spectrographical determinations. The statistical dispersion of each figure here amounts to  $\leq 25$  %, whereas the dispersion is lower in the figures of Table 2 (see P. H. Lundegårdh 1946, pp. 21—24).

Table 3 tells us that the concentration of strontium in the Vätö granite is rather high (300—600 parts per million) and differs from that of the older acid rocks in Roslagen. The figures met with in urgranites, for example, vary from 50 to 300 p.p.m. (12 samples show 50—200 p.p.m., one sample 300 p.p.m.) On the other hand, a younger granite, Stockholm granite, has the same strontium content as the Vätö granite, *viz.* 500 p.p.m. Regarding granites from other regions, a number of Finnish analyses varying between 90 and 250 p.p.m. might be mentioned (K. Rankama and Th. G. Sahama 1950, p. 476). W. Noll (1934) gives Sr = 600 p.p.m. as a mean value of 42 samples of syenite. This is the same concentration as has been met with in the syenitic Vätö granite at Karlsängen (see the planimetric analysis given above).

<sup>1</sup> The samples investigated are as a rule mixtures of about 20 disintegrated, fresh specimens from different parts of homogeneous outcrops.

In the Grisslehamn massif (Fig. 5), the Vätö granite contains re-crystallized remnants of potassic leptonite (the 'kalileptonit' in Table 3). Except for a characteristic fine-grained texture, some of these remnants are very similar to the surrounding Vätö granite. Their strontium content is far lower, however, as exemplified by the fifth figure from above in Table 3 (100 p.p.m.).

I have already mentioned that common hornblende sometimes appears as an accessory mineral in the Vätö granite. Two samples of Vätö granite thus contaminated have been analysed for strontium. Their content of this metal — 300 p.p.m. — is lower than that encountered in four samples of Vätö granite without visible contaminations (400—600 p.p.m.). As is seen from Table 1: Vätö granite, Lilltorp, the bulk composition of one of these granites is, however, as acid and potassic as the ordinary Vätö granite. In this case, most of the assimilated rock material ought to have had a microcline-granitic composition (potassic leptonite, for example).

In certain cases, the Vätö granite has originated alterations of the surrounding bed-rock. Thus, an urgranite on Byholma north of the Grisslehamn massif (Fig. 6) has got its contents of microcline (now 13.3 %) and strontium especially (now 400 p.p.m.) increased as compared with similar though unaltered urgranite (microcline 3—10 %, strontium about 50 p.p.m.). Simultaneously, part of the original plagioclase, an andesine, has been transformed into oligoclase.

Genetically, I have earlier interpreted the Vätö granite as a pure magmatic rock, *viz.* an acid differentiation product of the parental magma of the ultra-basic Roslagen gabbro (P. H. Lundegårdh 1946, p. 137, and 1947). Obviously, the high strontium content and the homogeneous character of the Vätö granite do not harmonize with a palingenic origin of this rock, unless the palingeneses has occurred far below the present surface of the crust. The Stockholm granite, which is assumed to have a deep-palingenic origin, has, however, the same bulk composition as the Vätö granite, even regarding strontium (500 p.p.m.).

There are thus reasons to suspect the following course of events. The intruding ultra-basic magma originated a palingeneses at the bottom of the crust combined with an exudation of various elements, *inter alia* strontium. (Compare the migration of strontium into the Byholma urgranite described above.) Part of this strontium should have moved upwards as a constituent of the mobilized bed-rock, *viz.* the Vätö granite magma, part of it should have been stored up in the bed-rock still remaining at the bottom of the crust. Later on, during the final Svionian migmatization, even this bed-rock was in part mobilized as a secondary magma, which crystallized into another granite rich in strontium — the Stockholm granite.

---

## SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Aa med beskrivning är 10:— kr, för karta enbart 8:— kr;  
(Price: map sheet + descriptive text Sw. kr. 10:—, map sheet Sw. kr. 8:—)

- N:o 187 *Värvik* av R. SANDEGREN och W. LARSSON. Under utgivning.  
 » 188 *Avesta* av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST. 1946  
 » 189 *Falun* av O. KULLING och S. HJELMQVIST. 1948  
 » 190 *Söderfors* av R. SANDEGREN och B. ÅSKLUND. 1948  
 » 191 *Untra* av R. SANDEGREN och P. H. LUNDEGÅRDH. 1949  
 » 192 *Onsala* av R. SANDEGREN och P. H. LUNDEGÅRDH. 1952  
 » 193 *Gränna* av P. GEIJER, B. COLLINI, H. MUNTHE och R. SANDEGREN. 1951  
 » 194 *Säter* av S. HJELMQVIST och G. LUNDQVIST. 1953  
 » 195 *Särö* av P. H. LUNDEGÅRDH och R. SANDEGREN. 1953  
 » 196 *Västerås* av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. 1954.

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i skalan 1 : 20 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Ad med beskrivning är 8:— kr, för karta enbart 6:— kr;  
(Price: map sheet + descriptive text Sw. kr. 8:—, map sheet Sw. kr. 6:—)

- N:o 1 *Hardeberga* av G. EKSTRÖM. 1947, karta med beskrivning  
 » 2 *Lund* » » 1953, » » »  
 » 3 *Revinge* » » » t. v. utan beskrivning  
 » 4 *Löberöd* » » » t. v. utan beskrivning  
 » 5 *Örtofta* » » » t. v. utan beskrivning

### Årsbok 43 (1949)

|  | Pris |
|--|------|
| N:o 508 WERNER, S., Interpretation of magnetic anomalies at sheet like bodies. 1953 . . . . .  | 8,00 |
| » 509 KOCZY, F. F., The thorium content of the Cambrian alum shales of Sweden. 1949 . . . . .  | 1,50 |
| » 510 THORSLUND, PER, Notes on <i>Kootenia</i> sp. n. and associated <i>Paradoxides</i> species from the lower Middle Cambrian of Jemtland, Sweden. With one plate. 1949 . . . . . | 1,50 |
| » 511 WESTERGÅRD, A. H., Non-Agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. 2. With 8 plates. 1950 . . . . .   | 4,50 |
| » 512 HJELMQVIST, S., The titaniferous iron-ore deposit of Taberg in the South of Sweden. With one plate. 1950 . . . . .   | 4,50 |
| » 513 LUNDEGÅRDH, P. H., Aspects to the geochemistry of chromium, cobalt, nickel and zinc. 1949 . . . . .  | 3,00 |
| » 514 GEIJER, PER, The Rektor ore body at Kiruna. With one plate. 1950 .   | 1,50 |

### Årsbok 45 (1951)

|   |       |
|---|-------|
| N:o 520 SUNDIUS, N., Kvarts, fältspat och glimmer samt förekomster därav i Sverige. Med 2 planscher. 1952 . . . . .   | 10,00 |
| » 521 GAVELIN, S., Lime metasomatism and metamorphic differentiation in the Adak area. 1952 . . . . .                 | 3,50  |
| » 522 ERIKSSON, T., Pre-Cambrian geology of the Pajala district, Northern Sweden. With three plates. 1954 . . . . .   | 4,00  |
| » 523 ÅHMAN, E. och ÖDMAN O. H., Konglomeratet på Bälingsberget i Nederluleå s:n. Med en tavla. 1952 . . . . .        | 1,50  |
| » 524 DU RIETZ, T., Geology and ores of the Kristineberg deposit, Vesterbotten, Sweden. With 4 plates. 1953 . . . . . | 6,50  |

*Forts.*

Årsbok 46 (1952)

|  | Pris  |
|--|-------|
| N:o 525 LUNDQVIST, J., Bergarterna i dalamoränernas block- och grusmaterial 1952   | 3,50  |
| » 526 WESTERGÅRD, A. H., Non-Agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. 3. With 8 plates. 1953 . . . . .                         | 4,00  |
| » 527 ÖDUM, H., De geologiska resultaten från borrhningarna vid Hällviken Del V: The macrofossils of the Upper Cretaceous. With 4 plates. 1953 | 3,50  |
| » 528 KAUTSKY, G., Der geologische Bau des Sulitelma-Salojauregebietes in den nordschwedischen Kaledoniden. Mit 9 Tafeln. Eng. summary. 1953   | 15,00 |
| » 529 ÅHMAN, E., Vallen-Alhamnområdet i Nederluleå s:n. Summary: The Vallen-Alhamn area, parish of Nederluleå, N. E. Sweden. 1953 . . . .      | 2,00  |

Årsbok 47 (1953)

|  |      |
|--|------|
| N:o 530 TULLSTRÖM, H., Kvartärgeologiska studier inom Rönneåns dalbäcken i NV Skåne. (In printing) . . . . .   |      |
| » 531 LUNDEGÅRDH, P. H., Petrology of the Mölndal—Styrsö—Vallda region in the vicinity of Gothenburg. With one plate. 1953 . . . . .   | 4,00 |
| » 532 SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1941—1950. Med en karta. Resümé: Erdbeben in Schweden 1941—1950. 1953 . . . . .  | 2,00 |
| » 533 HORN AF RANTZIEN, H., De geologiska resultaten från borrhningarna i Hällviken. VI: Charophyta from the Middle Trias of the boring Hällviken II. With one plate. 1953 . . . . . | 1,50 |
| » 534 LUNDEGÅRDH, P. H., Vätögraniten. Summary: The Vätö granite — a younger Svionian granite in Eastern Upland, Sweden. 1954 . . . .  | 2,00 |

Ser. Ba.

|   |       |
|---|-------|
| N:o 13 Berggrundskarta över Stockholmstrakten upprättad av N. Sundius. 1:50 000. 1946 . . . . .   | 10,00 |
| Beskrivning till berggrundskarta över Stockholmstrakten av N. Sundius. 1948 . . . . .   | 5,00  |
| » 14 Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström 1:400 000. Mellersta bladet, tryckt 1947 . . . . . | 15,00 |
| Södra bladet, tryckt 1948 . . . . .   | 15,00 |
| Norra bladet, tryckt 1949 . . . . .   | 15,00 |

Ser. Ca.

|   |       |
|---|-------|
| N:o 21 LUNDQVIST, G., Beskrivning till jordartskarta över Kopparbergs län. Skala 1:250 000. 1951 . . . . .          | 20,00 |
| » 35 GEIJER, PER och MAGNUSON, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Med 56 tavlor. 1944. . . . .          | 35,00 |
| » 36 VON ECKERMANN, H., The Alkaline district of Alnö Island (Alnö alkalina område). With 60 plates. 1948 . . . . . | 15,00 |

Rapporter och meddelanden i stencil

|  |       |
|--|-------|
| 1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2. 1931 (Kartorna utgåagna) . . . . .   | 15,00 |
| 2. Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945 . . .                                | 3,00  |
| 3. Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48 av O. H. ÖDMAN. Med 4 kartor . . . . . | 4,00  |

PRINTED IN SWEDEN

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Drottninggatan 20. Stockholm 16.