

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 518.

ÅRSBOK 44 (1950) N:o 4.

VISSA ÄMNENS FÖRDELNING
I MARKEN I KOPPARBERGS LÄN

AV

O. ARRHENIUS

SUMMARY: *Some minor elements of the soils
in the province of Kopparberg (Dalecarlia)*

Pris kr 2:50

STOCKHOLM 1953
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
522355

Den äldre fysiologiska skolan, framför allt företrädd av Pfeffer (15), skilde mellan de oundgängliga elementen (C, H, O, N, K, Mg, P, S och Fe) och de oundgängliga, som växten väl kan taga upp men ej behöver. Längre var denna uppfattning förhärskande, och den stödde sig på mängder av försök.

De kemiska analysmetoderna förfinades mer och mer. Framför allt genom mikrometodernas införande möjliggjordes snabba undersökningar utförda med stor noggrannhet. En ökad fordran på kemikalernas renhet samt större kännedom om hur glas och glasyrer avgiva olika ämnen till näringslösningen gjorde, att de fysiologiska försöken kunde utföras med större noggrannhet.

De samlade resultaten av under det senaste halvsekle utförda kärnförsök, ekologiska undersökningar, fältförsök o. s. v. ha gett vid handen, att även andra element än de »oundgängliga» äro nödvändiga för växternas trivsel.¹ Man har t. ex. fastställt, huru nödvändiga koppar, mangan och bor äro (3, 4, 5, 9, 10, 12, 22).

Även inom djurfysiologien ha tillsatser av spår av vissa förut obeaktade ämnen visat sig ha mycket stor verkan (19).

En ökad kännedom om förekomsten av dessa s. k. mikroelement i marken är därför av stor betydelse. Hittills ha markundersökningar beträffande dylika ämnen mestadels bedrivits som »fläckundersökningar», d. v. s. fläckar, där vegetationen markerar brist, ha jämförts med sådana där växterna synas ha tillräcklig tillgång på ämnet i fråga.

Det skulle emellertid vara av stort intresse att inom ett större område söka utreda förhållandet mellan berggrund, lösa jordlager, grundvatten o. s. v. samt undersöka kemisk ackumulation och denudation av näringsämnen.

I synnerhet synes mig spörsmålet om den kemiska denudationen synnerligen viktigt. Det är en för de flesta osynlig och okänd företeelse och för marken inom humida klimat antagligen av större betydelse än den nu så omtalade jorderosionen.

För att bättre kunna studera växternas förhållande till mikroelementen vore det av yttersta intresse att lära känna större områden, som äro fattiga i det ena eller andra hänseendet. Där marken är rik på dessa ämnen, kan man studera de möjligheter som finnas att bringa dem i lösning, att mobilisera dem till förmån för växterna.

Undersökningens uppläggning.

I samband med rekognosceringen för den kvartärgeologiska kartan över Kopparbergs län, vilken utarbetats av statsgeolog G. Lundqvist (13), uttogs ett stort antal alvprov (c:a 1500). Geolog Carl Larsson uttog dessutom c:a 900 matjords- och humusprov fördelade över hela länet.

¹ En god bibliografi är utgiven av Willis (24).

För området representativa bergartsprover ställdes genom professorerna P. Thorslunds och S. Hjelmqvists tillmötesgående till förfogande. Proverna (c:a 150) erhöles ur S. G. U:s samlingar.

Detta material, i allt 2 500—3 000 prover, skulle dels undersökas på fosfathalt och markreaktion: fosfathalten (citronsyrelöslig för lösa jordarter, totalmängd i bergarter) enligt molybdenblåmetoden, pH kolorimetriskt. Dessa undersökningar utfördes vid härvarande laboratorium.

Dels skulle halten av en del element undersökas, element av olika biologiskt intresse. Det gällde här att finna en mikrometod, som relativt snabbt gav tillräckligt noggranna resultat. Lämpligast syntes mig den av Sveriges geologiska undersöknings geokemiska laboratorium tillämpade Goldschmidts spektrofotometriska metod (14). Vid härvarande laboratorium fimmaldes proven, blandades med rent kol och fylldes på små ur kolstavar svarvade hylsor.¹

Vid Sveriges geologiska undersöknings geokemiska laboratorium utfördes undersökningarna med en Zeiss Qu 24 spektograf. På de upptagna plåtarna bestämdes linjesvärtningen och jämfördes med på varje plåt upptagen standard. Arbetet har utförts av ingenjör V. Noolandi. Till laboratoriets chef, docent S. Landergren, som har instruerat laboranten och övervakat arbetet, går mitt varma tack.

Genom att man arbetar efter denna metod finnes också möjlighet att senare utsträcka undersökningarna till andra element, vars linjer kunna analyseras på den fotografiska plåten.

Man kan mot den använda metoden anmärka, att den ej är tillräckligt noggrann. Särskilt då det är fråga om jordprov med så växlande huvudsammansättning, som dessa kunna ha, kunna de systematiska felen bli stora i jämförelse med vad fallet blir, när man använder metoden för rutinundersökning av en och samma bergart eller av metallegeringar av tämligen konstant sammansättning. Sålunda vet man, att manganvärdena påverkas av kalkhalten. Järn kan verka störande o. s. v.

I den här framlagda undersökningen gäller det ju att lära känna de stora variationerna, som för de flesta här undersökta ämnen äro som 1 : 1 000. Vid den här gjorda bearbetningen har materialet ordnats efter halva 10-potenser. Metoden erbjuder så många fördelar, att den måste accepteras. Skulle man välja vanliga kemiska metoder, skulle ett dylikt arbete aldrig ha kunnat utföras. De undersökta ämnena äro mangan, vanadin, koppar, nickel, järn och kalcium.

Av stor betydelse för bedömandet av de olika jordarterna är ju kornstorleksfördelningen. I fråga om alvproven ha dylika analyser verkställts vid S. G. U. Resultaten ha välvilligt ställts till förfogande av statsgeologen G. Lundqvist.

Av intresse ur såväl växtfysiologisk som geokemisk synpunkt är att lära känna markvätskans sammansättning samt få ett begrepp om pågående urlakning och anrikning.

¹ De använda kolen av Le Carbones tillverkning ha renats genom glödning. Denna har välvilligt utförts av Metallografiska Institutet.

Ett omfattande analysmaterial föreligger i form av dricksvattensundersökningar. Tyvärr är materialet splittrat på ett stort antal händer. Det största antalet analyser utfört av samma laboratorium finnes sannolikt hos Statens Institut för Folkhälsan, som har undersökt c:a 30 000 vattenprov. Materialet har välvilligt ställts till mitt förfogande. Från Kopparbergs län föreligga ett 400-tal analyser. För föreliggande undersökning har endast hänsyn tagits till grävda brunnar. En inskränkning i detta materials allmängiltighet finnes. Dricksvatten, som göres till föremål för kemisk undersökning, är i stort sett bundet till bebyggelse. Därför blir bygden med dess jordarter starkt över-representerad, under det att de stora obygderna bli nästan utan representation.

De vunna resultaten ha här redovisats i form av sammanfattande tabeller och kartor. Önskvärt hade varit att redovisa de enskilda analyserna i tabellform. Dyliga tabeller skulle emellertid bli för stora och kostsamma för att rättfärdiggöra ett tryckande.

Kartorna äro av tre typer. Den första (fig. 1) är utförd i generaliserad ytbeteckning. Den ger en mycket klar bild men är schematisk. Vid ritningen av kartorna över analysresultaten diskuterades möjligheten av att använda detta manér. För att även variationerna i detalj skulle framträda, valdes den andra typen kartor med prickar återgivande resultaten (fig. 2 ff.). Härigenom vanns också en fullt objektiv redovisning av materialet. Överblicken av kartan blir dock sämre och bilden gyttrigare. Man får dessutom vid första ögonkastet en felaktig bild. Där prickarna ligga tätare, verkar kartan mörkare. Prickarnas olika beteckning måste således beaktas och ej deras frekvens. Av dessa prickkartor ha vi två typer: alvkartorna (fig. 2—10) samt matjords- och humuskartorna (fig. 12—21).

De förra äro reproducerade i skala ca 1:2 mill. I nedre vänstra hörnet finner man på dessa kartor ett diagram visande den procentuella fördelningen av proven på olika analysklasser. Här redovisas för bättre jämförelses skull även fördelningen av humus- och matjordsprovens halt av samma ämne. I övre högra hörnet visas i diagramform sambandet mellan den redovisade och övriga undersökta egenskaper.¹ Logaritmisk skala har använts på bägge axlarna. För samtliga ämnen redovisas halten i tusendels procent. Undantag utgör kalcium (‰) och järn (‰). Lera och mjäla redovisas i ‰.

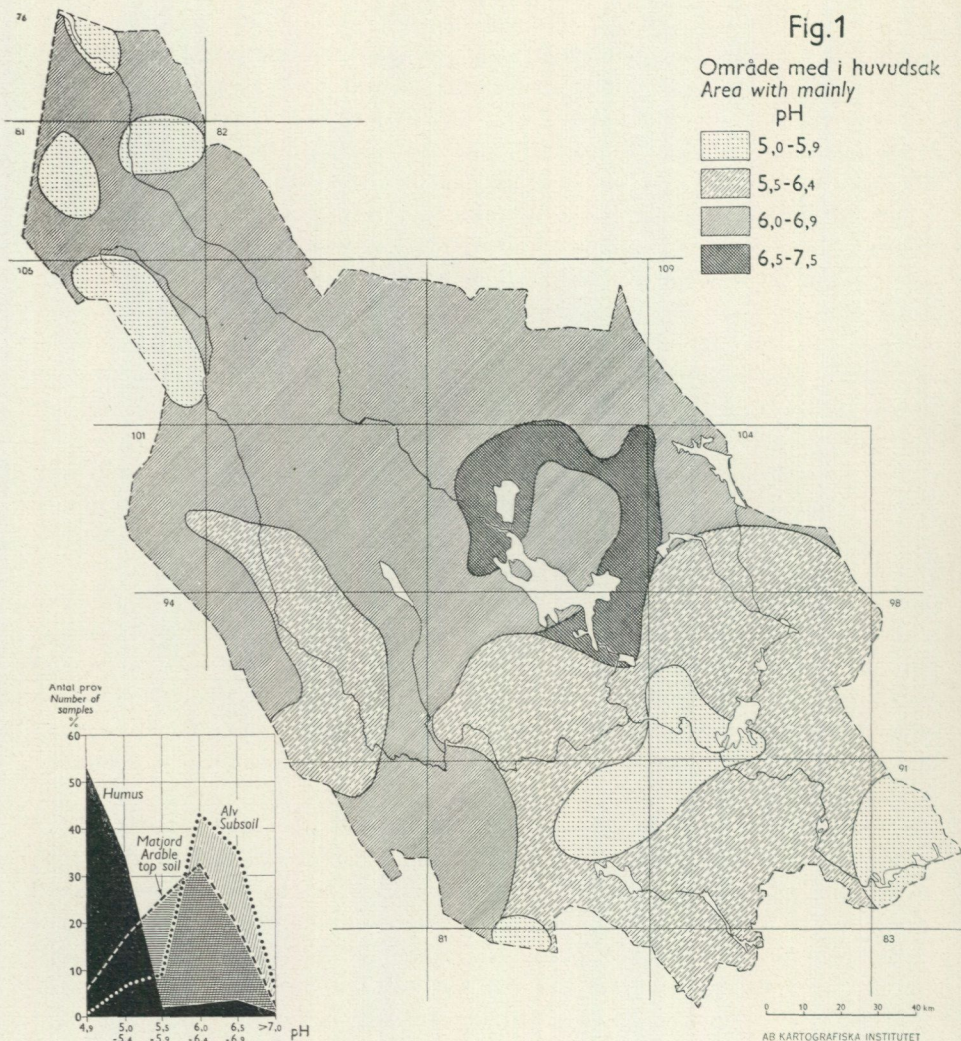
Humus- och matjordskartorna äro utförda i ca 1:3 mill. (enär här ett mindre antal prov representera området). För fördelningen av humus och matjord på olika analysklasser hänvisas till diagrammen på alvkartorna.

Alven.

pH. (Fig. 1.)

85 % av samtliga prov visa en markreaktion liggande över pH 6, således i stort sett neutrala — svagt sura. Inom området närmast väster om Runn finna vi sur alv. Siljansområdet med sin silur har högsta pH inom området. Hela sydostområdet är betydligt surare än Dalarna i genomsnitt.

¹ Diagram ha utslutits i fråga om pH, fosforsyra och kalcium. Sambandet med övriga egenskaper är mycket svagt.



Undersöker man sambandet mellan pH och övriga undersökta storheter, finner man ett svagt maximum vid pH 6 och ett annat över pH 7. Detta senare maximum, förklaras därav att alla de här representerade jordarna tillhöra silureringen, vars alvprov äro rika på Mn, Fe, V, Ni, Cu och Ca. Inom silureringen ha vi också ett stort antal starkt lerhaltiga jordar representerade, vilket gör, att man får ett skenbart samband mellan högt pH och hög lerhalt.

pH	—4,9	5,0—5,4	5,5—5,9	6,0—6,4	6,5—6,9	7,0—	
Alv	0,4	6,1	8,9	43,3	35,8	5,5	} % av antalet prov
(Subsoil)							
Morän	0,5	5,9	8,2	45,0	32,9	7,2	
(Glaeial till)							
Sediment		6,5	10,1	39,8	39,9	3,6	

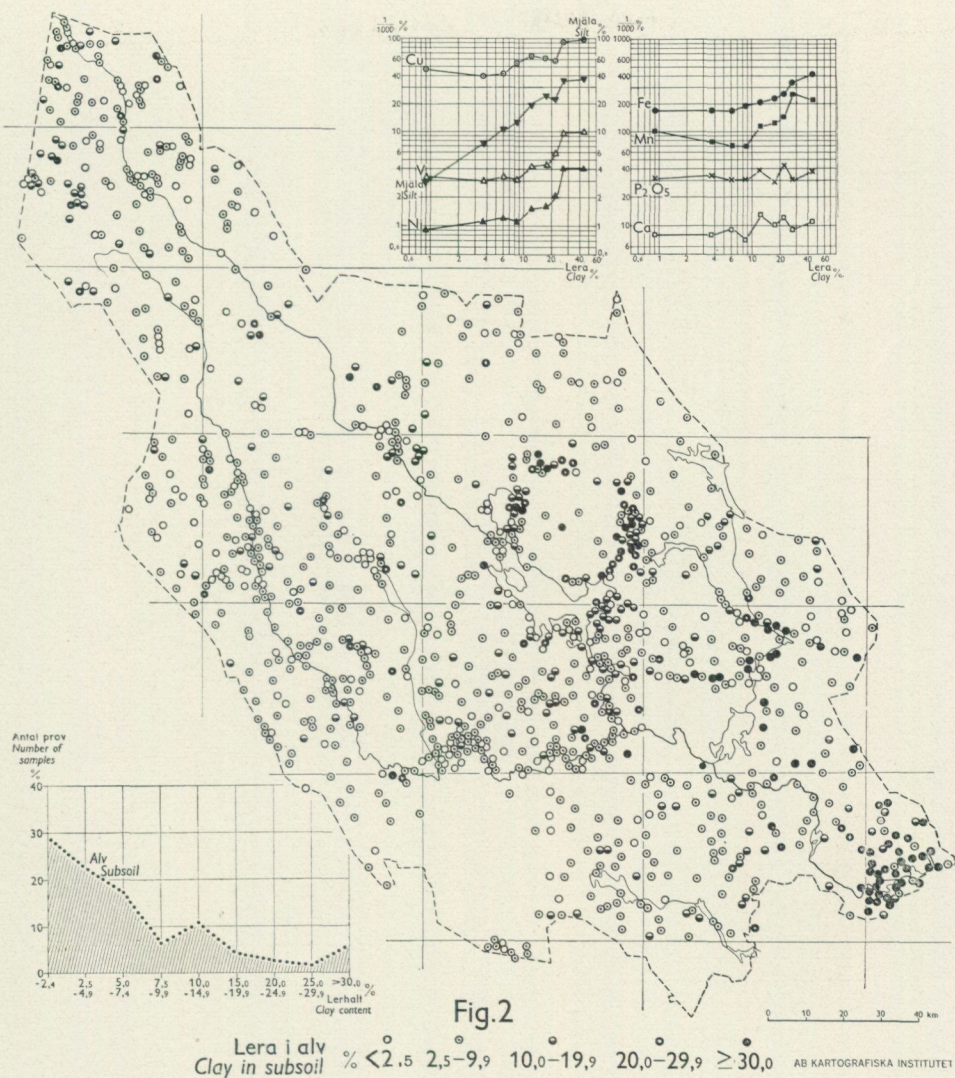


Fig.2

AB KARTOGRAFISKA INSTITUTET

Alvens halt av lera och mjäla. (Fig. 2 o. 3.)

De flesta Dalajordar äro rätt grovkorniga. Endast c:a 15 % av antalet hålla mer än 15 % lera och c:a 20 % mer än 15 % mjäla.

De mer finkorniga jordarna finner man kring Dalälvens nedersta lopp, efter Svärdsjöån och inom silurringen öster om Siljan. I övriga delar av området äro de grövre fraktionerna förhärskande.

Relationen mellan hög lerhalt och hög halt av Mn, Cu, Ni, V och Fe är framträdande.

Ett egendomligt faktum är, att mjälan ej på något vis ersätter leran, utan hög lerhalt svarar mot hög mjälahalt. Detta samband är så starkt, att skenbart också mjälan uppvisar ett kraftigt samband med de nyss nämnda ämnena.

Skiljer man emellertid inom de mjälrika grupperna ut proven efter olika lerhalt, finner man, att det är i lerfraktionen de här redovisade ämnena finnas.

Endast kalcium synes bundet till mjälan. Antingen nedmales kalken i

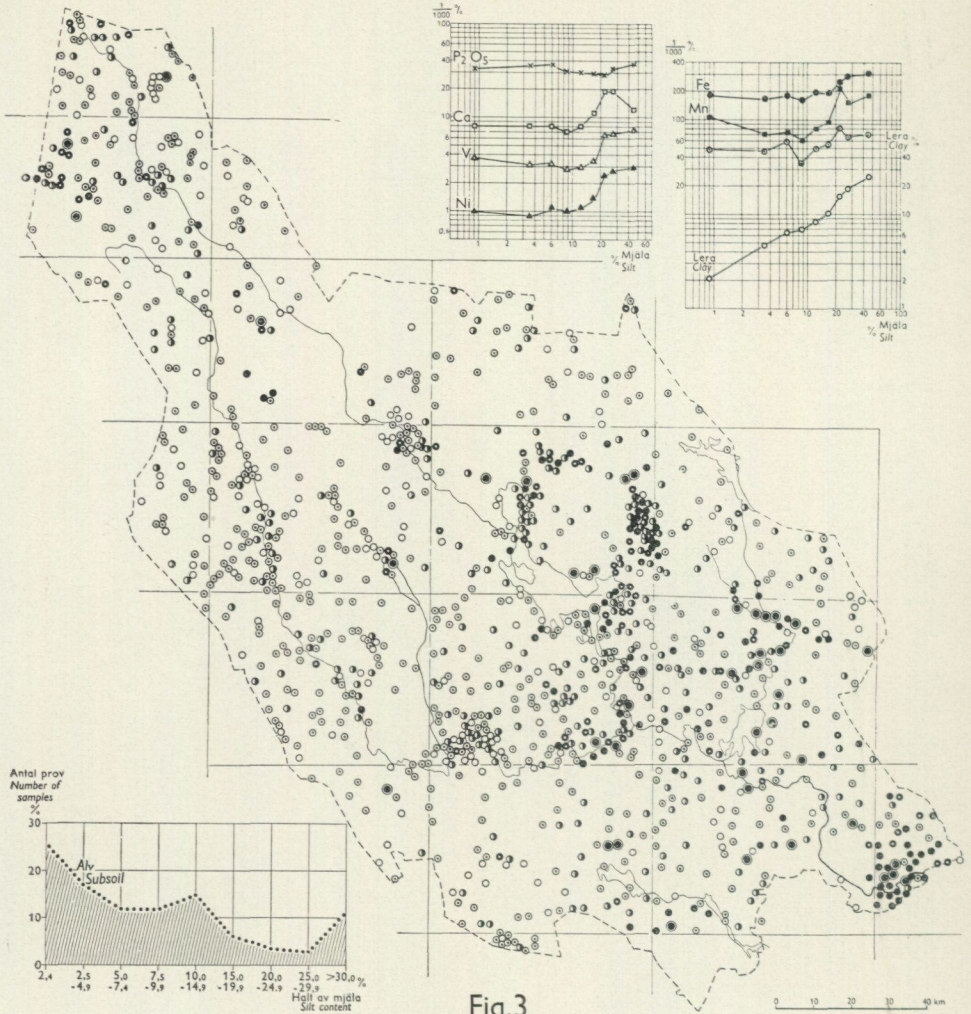


Fig.3

Mjåla Silt % <2,5 2,5-9,9 10,0-19,9 20,0-29,9 30,0-49,9 ≥50,0

AB KARTOGRAFISKA INSTITUTET

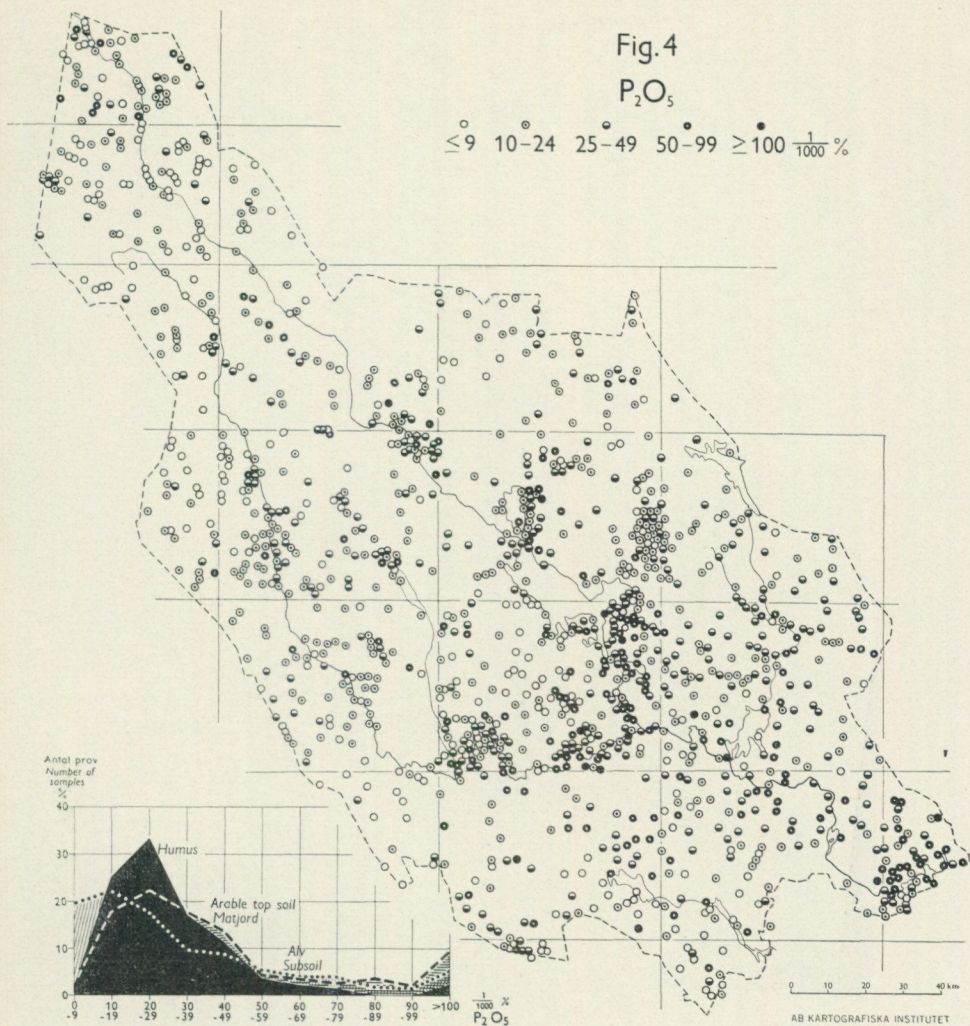
huvudsak till mjåla eller också utfålles den på nytt i denna kornstorlek (jfr bleke och slamkalk).

Halt av

Lera % (Clay)	0—2,4	2,5—4,9	5,0—7,4	7,5—9,9	10,0—14,9	15,0—19,9	20,0—24,9	25,0—29,9	30,0—	} % av antalet prov
Alv (Subsoil)	29,2	22,5	17,3	6,6	10,6	4,1	2,5	1,5	5,7	
Morån (Glacial till)	26,8	22,5	18,8	11,7	11,9	3,7	1,8	1,2	1,5	
Sediment	31,6	20,3	13,5	8,1	7,5	4,2	3,1	1,7	11,7	

Halt av

Mjåla % (Silt)	0—2,4	2,5—4,9	5,0—7,4	7,5—9,9	10,0—14,9	15,0—19,9	20,0—24,9	25,0—29,9	30,0—	} % av antalet prov
Alv (Subsoil)	25,7	16,9	11,8	11,8	14,7	6,0	3,5	2,8	11,0	
Morån (Glacial till)	19,0	17,4	14,6	16,9	18,5	6,0	3,8	1,7	3,8	
Sediment	37,5	16,4	6,7	4,8	8,2	6,0	3,0	4,7	24,0	

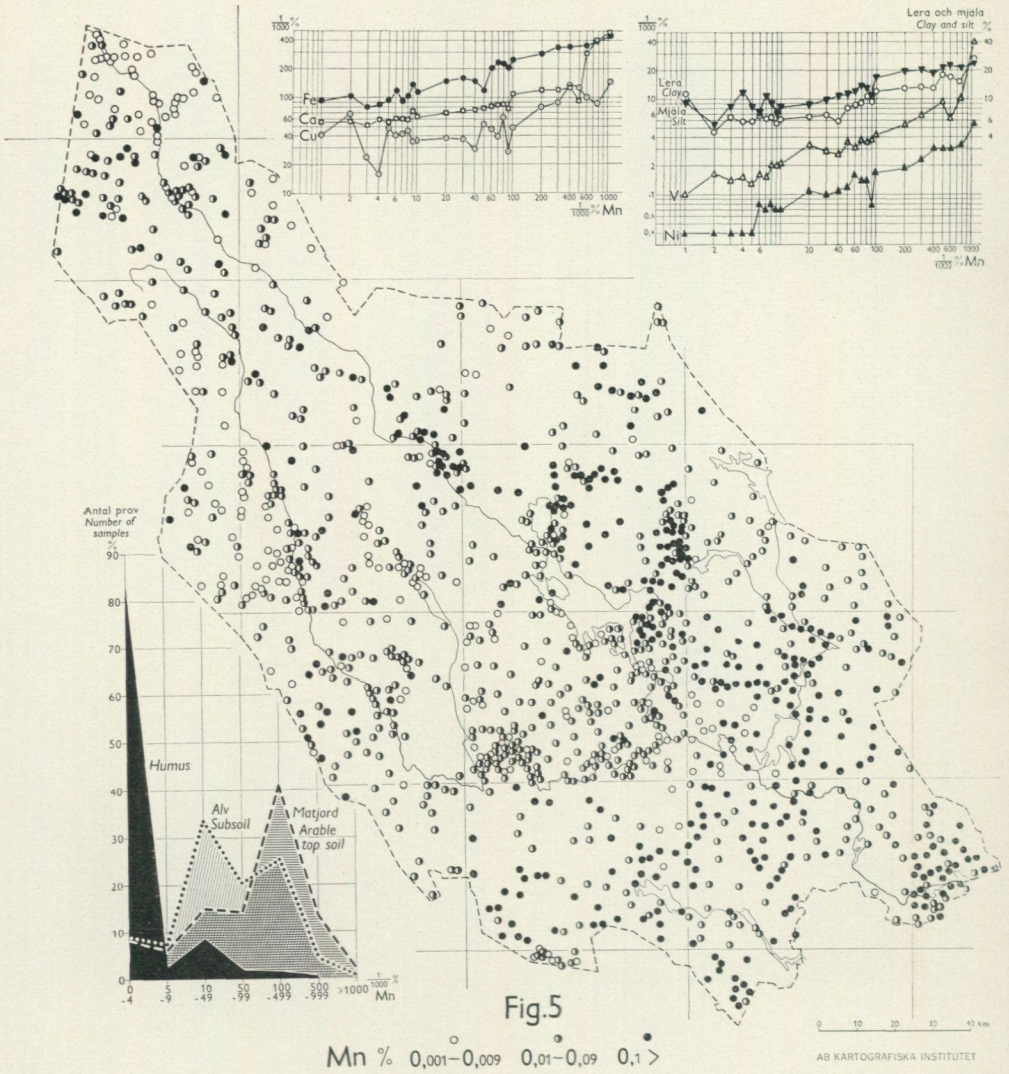


Fosforsyra. (Fig. 4.)

Alven inom området är relativt fattig på fosforsyra. C:a 70 % av samtliga prov ha en fosfathalt lägre än 30 P^o (= 1/1 000-dels % citronsyrelöslig). Dalälvens källområde ned till Älvdalen och Transtrand kännetecknas av stor fosfatfattigdom. Ett brett bälte inom området Lima—Transtrand—Älvdalen visar något högre halt. Söder och sydost härom sträcker sig ett område från norska gränsen till Siljan visande i stort sett låga halter. Avvikande härifrån äro endast vissa delar av jordmånerna i Öster- och Västerdalälvens bädd. Slutligen ha vi ett tämligen rikt område följande älven och dess biflöden från Svärdsjö till dess utlopp ur provinsen.

Sambandet mellan fosfathalt och halt av övriga ämnen är ringa. Endast i fråga om koppar ser man ett visst samband: låg halt av Cu svarar mot hög av P₂O₅. Hög Cu-halt har också ett visst samband med låg fosfathalt.

P ₂ O ₅ 1/1 000-dels %	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-	
Alv	21,4	25,5	20,0	10,2	8,7	5,2	3,2	2,8	1,2	0,5	1,5	} % av antalet prov
Morän	22,9	26,6	21,8	9,6	7,5	4,7	3,1	1,9	0,8	0,1	1,0	
Sediment	19,2	24,1	16,8	11,1	10,2	6,0	3,3	4,2	1,7	1,0	2,3	



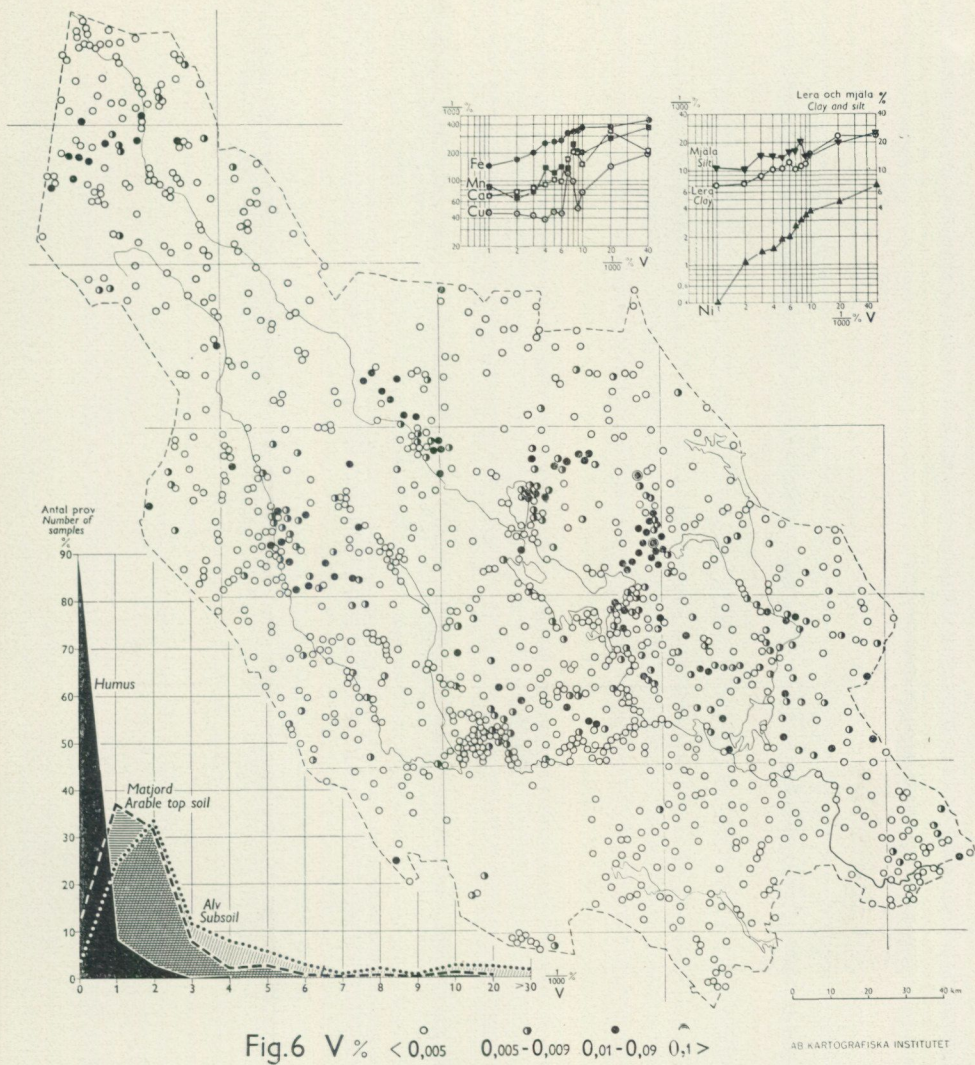
Mangan. (Fig. 5.)

De här undersökta jordarna äro relativt manganrika. Mer än 50 % ligga över en halt av 0,050 %.

Dalarnas nordvästra spets samt området mellan norska gränsen och Lima—Transtrand—Fulunäs äro fattiga liksom ett område mellan de sydligaste delarna av Öster- och Västerdalälven.

Silureringen samt området sydost därom är rikt på mangan. Ett mycket starkt samband föreligger mellan förekomsten av Mn samt Fe, Ni och V. Ökad manganhalt går samman med hög Ca-halt.

Mn 1/1 000-dels %	0—4	5—9	10—49	50—99	100—499	500—999	1 000—	
Alv	9,0	7,6	33,2	20,6	25,4	4,3	0,5	% av antalet prov
Morän	8,7	6,1	31,7	22,4	26,8	4,0	0,5	
Sediment	12,9	8,7	33,1	17,6	22,5	4,6	0,6	



Vanadin och nickel. (Fig. 6 o. 7.)

Nickelhalten är låg, mer än 90 % av proven ha lägre halt än 0,005 %. Vanadinhalten ligger i 85 % av alla prov under samma värde.

Kartan visar fördelningen av dessa ämnen inom landskapet. Högsta halterna finner man inom silurringens förvittringsjordar.

Vanadinhaltiga jordar finner man dessutom i Idre, Transtrand och Älvdalen samt i sydöstligaste Dalarna.

Nickel och vanadin visa ett mycket starkt samband med Fe och Mn samt i viss mån med kalk.

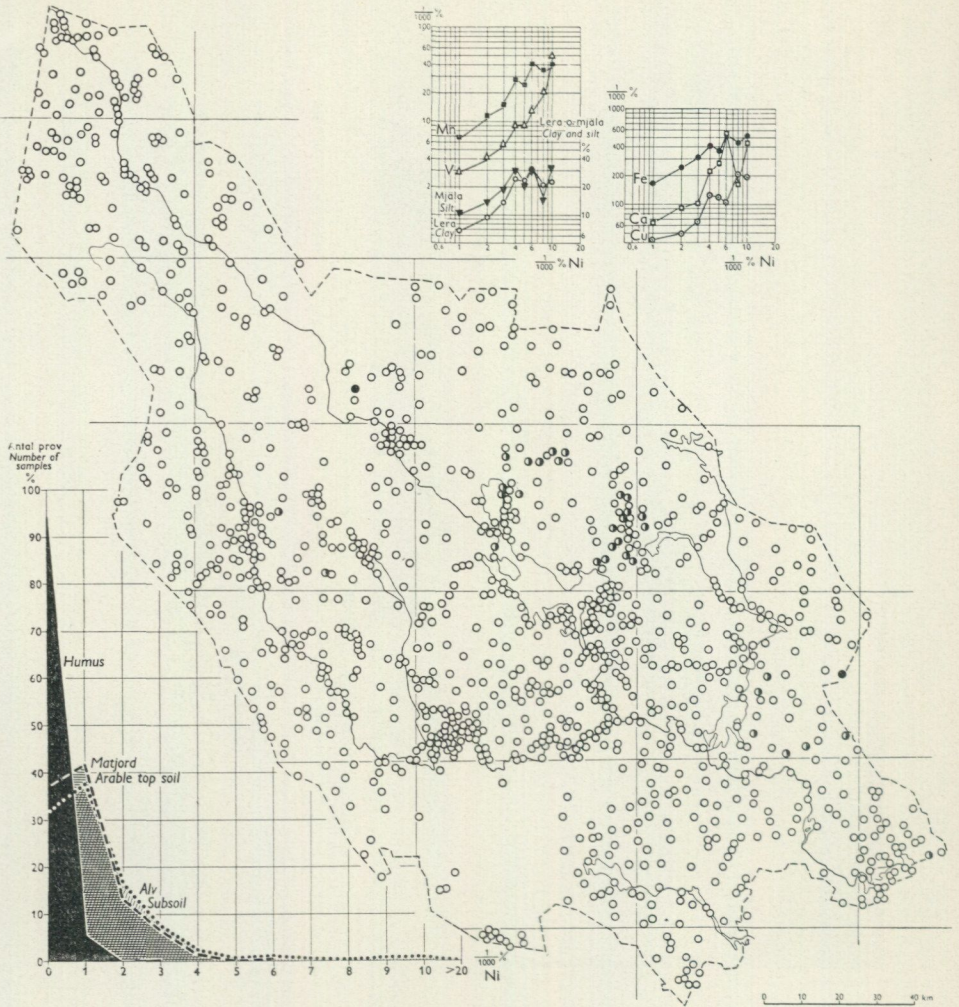
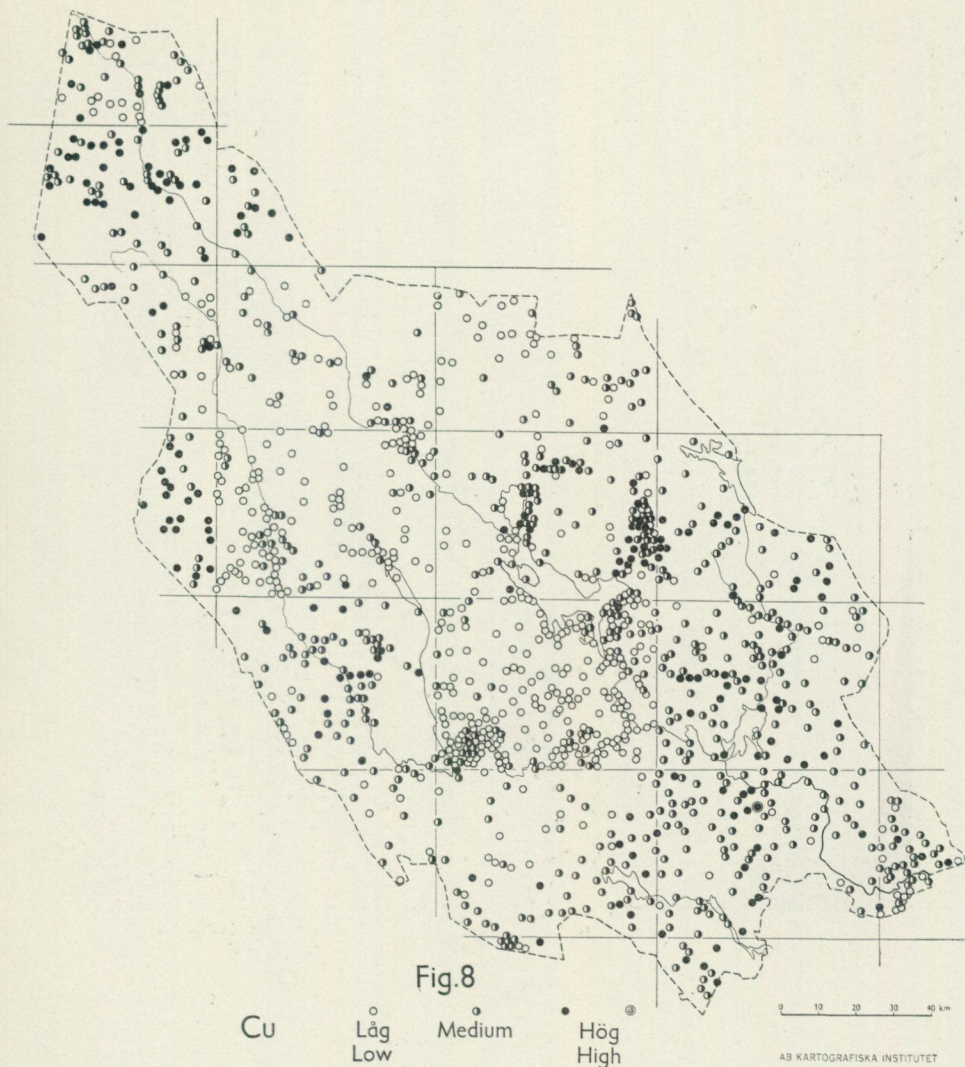


Fig.7 Ni % $< 0,005$ $0,005-0,009$ $\geq 0,01$

AB KARTOGRAFISKA INSTITUTET

V i 1 000-dels %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	50-	
Alv	3,4	24,4	33,5	11,8	8,0	5,8	2,9	0,9	2,0	0,8	2,6	2,2	1,7	% av antalet prov
Morän	3,9	23,4	33,9	11,3	8,1	6,0	2,6	0,8	2,4	1,0	2,9	2,4	1,3	
Sediment	4,6	25,7	32,1	12,7	7,9	5,6	3,4	0,9	1,4	0,6	2,1	1,9	0,7	

Ni i 1 000-dels %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	50-
Alv	31,6	37,5	16,4	7,7	2,3	0,8	1,0	0,5	0,2	0,7	0,9	0,07	% av antalet prov
Morän	32,2	38,2	16,3	7,2	1,4	0,7	0,9	0,6	0,3	0,8	1,2	0,12	
Sediment	32,1	36,6	16,3	8,6	3,8	0,9	0,9	0,2	0,2	0,4	0,2		

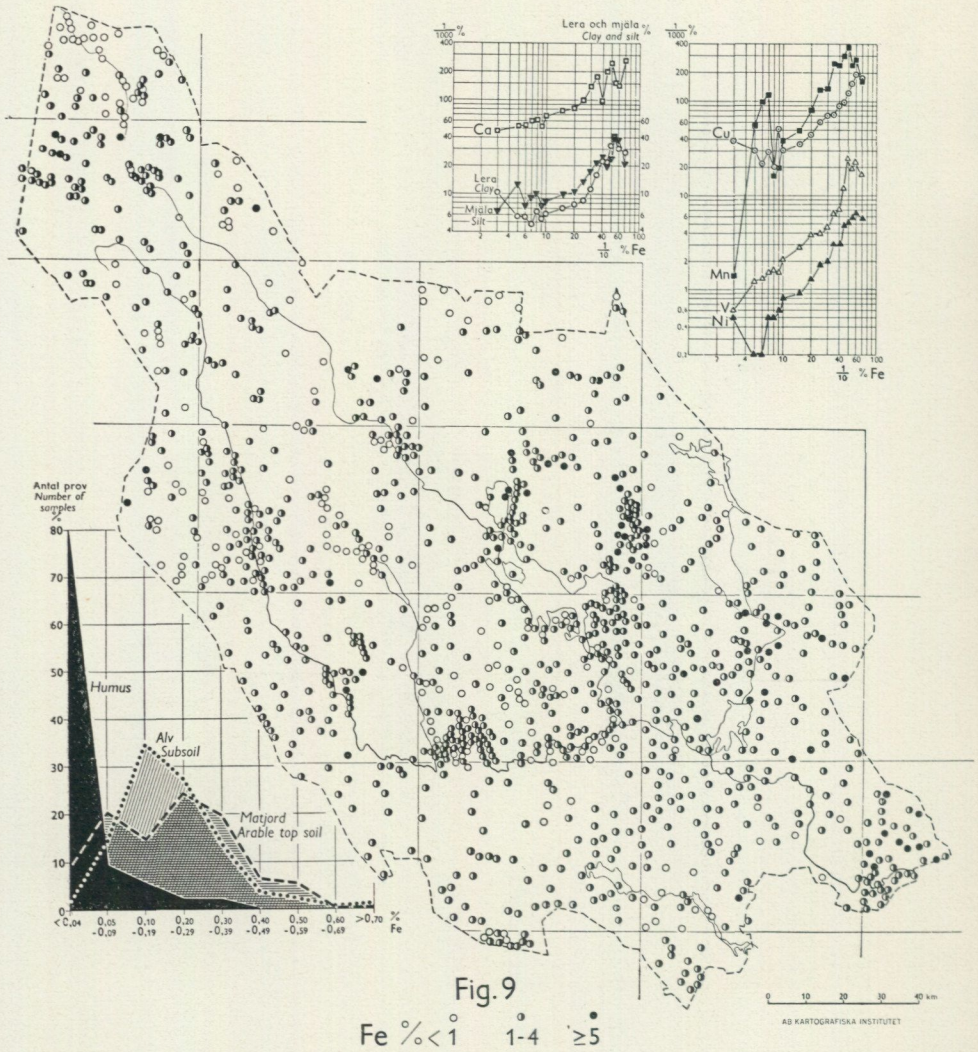


Koppar. (Fig. 8.)

75 % av samtliga prov visa en Cu-halt lägre än 0,05 %. Landskapets fattigaste område finner man i huvudsak omslutet av Öster- och Västerdalälven upp till Särna. De rikaste jordarna finner man i Idretrakten samt i området kring Runn.

Cu tycks ej ha något nämnvärt sammanhang med övriga undersökta element. Endast vid högre Cu-halt finner man ett visst samband med mangan.

Emellertid äro Cu-värdena ganska osäkra. Kopparn är en av de svåraste föreningarna i ett laboratorium och mången gång svår att få bort ur det vid analysen använda kolet.

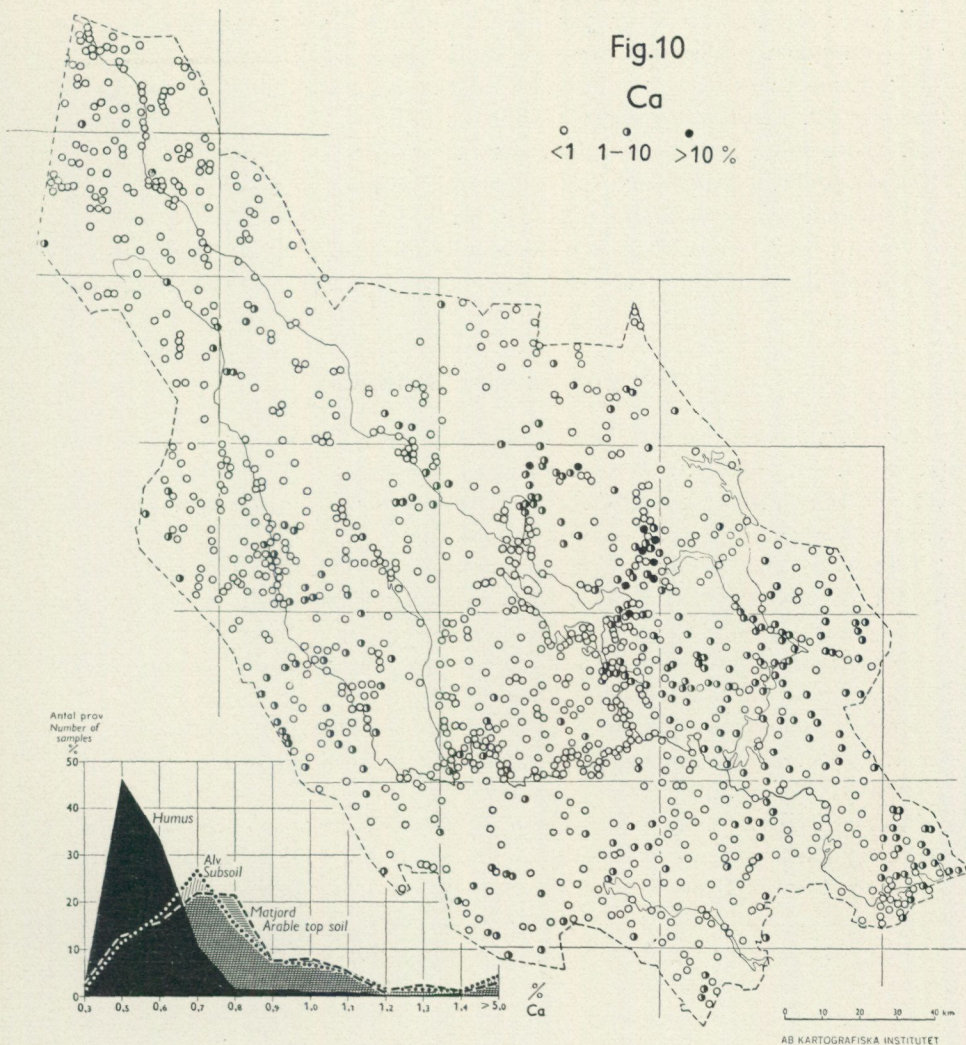


Järn. (Fig. 9.)

80 % av antalet prov ha en lägre järnhalt än 3 %. Östra delen av Dalarna är betydligt mer järnrik än den västra. Särskilt höga halter finner man inom siluringen och området sydost därom.

Järn visar ett mycket vackert samband med Ni, V och Mn.

Fe %	-0,4	0,5-	1,0-	2,0-	3,0-	4,0-	5,0-	6,0-	7,0-	
Alv	1,7	14,6	34,7	27,2	13,8	3,7	2,4	0,8	1,2	% av antalet prov
Morän	1,0	13,7	33,7	29,8	14,0	3,9	1,8	0,8	1,1	
Sediment	2,8	15,8	36,2	22,6	13,4	3,4	3,2	0,8	1,2	



Kalcium. (Fig. 10.)

80 % av antalet prov visa en lägre halt än 1 % Ca. Alv med högre halt än 10 % finner man endast inom silurringen. Jordar med halt över 1 % finner man här och dessutom i området sydost härom, utefter Värmlands- och Västmanlandsgränsen samt inom området Malung—Evertsberg—Älvdalen.

Samband finnes mellan lägre halter av Ca och övriga undersökta ämnen. Vid högre kalkhalt än 1 % upphöra sambanden, kalken verkar här tydligen som utspädningsmedel.

Ca %	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	5,0—	
Alv	1,2	11,7	17,1	26,6	15,2	7,5	6,8	5,2	1,6	1,5	1,1	4,4	} % av antalet prov
Morän	0,8	10,6	16,6	24,6	15,6	7,8	7,4	5,7	2,1	1,3	1,6	5,9	
Sediment	2,1	13,8	17,7	29,4	15,8	6,8	5,8	4,2	0,7	1,0	0,2	1,6	

Man ser sålunda, att alven har högst varierande egenskaper. Vissa områden äro synnerligen rika, andra åter mycket fattiga.

Ur denna mark ha växterna under tidernas lopp ackumulerat vissa ämnen, matjord och humusavlagringar ha bildats.

Å andra sidan ha ur alven med vatten bortförts stora mängder.

Dessa problem skola belysas i kommande avsnitt.

Vissa ämnen följa varandra, t. ex. Fe, Mn, V och Ni. Dessa höra till ferriderna (11) som i bergarterna följas åt. Man har därför anledning att vänta, att även övriga ferrider skola finnas anrikade, där de här undersökta finnas i stor mängd.

Bergart, morän, sediment.

Av stort intresse är att lära känna, hur bergarternas egenskaper övergå på morän och sediment. Ofta ser man ju i ekologisk litteratur anført, att inom ett område finnas exempelvis grönstensförekomster, varav man vill draga vissa slutsatser angående markens egenskaper.

Likaså är det av vikt att kunna jämföra utvecklingsstadierna bergart—morän—sediment för att belysa frågan om denudation och omlagring inom de lösa jordlagren.

Som inledningsvis nämndes ha på c:a 150 bergartsprov samma ämnen bestämts, som skett i fråga om alven.

I tab. 1 finner man resultaten av denna undersökning. I tabellen äro bergarterna ordnade från fattigast till rikast. De rikaste bergarterna äro diabas, grönsten och beståndsdelar av silurringen.

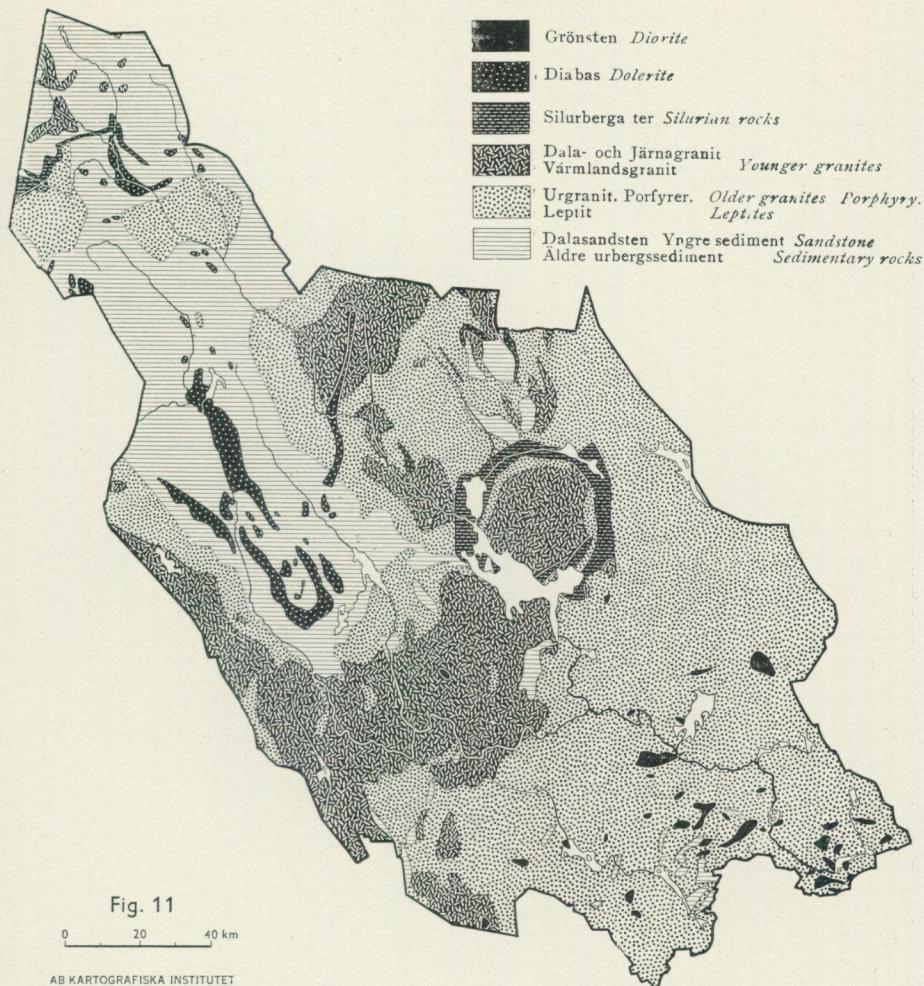
Diabasen ligger inom dalasandstenens område. (Fig. 11.) Dessa bergarter skilja sig starkt i fråga om fosforsyra, Mn, V, Ni, Fe och Ca. Alla dessa ämnen finner man kraftigt företrädda inom den morän, som ligger sydost om diabasförekomsterna. Masstransporten synes ej ha varit så lång, högst någon mil. Största anhopningen av vad man får antaga vara diabasmorän finner man sydost om det område, där de två från nordväst förlöpande diabasstråken möta det sydöstra U-formade.

Den nordligaste delen av diabasförekomsten synes vara täckt av fattigare morän, sannolikt härstammande från dalasandstenen.

Silurringen (21) utmärker sig genom synnerligen hög kalkhalt samt hög halt av Mn, V, Ni och Fe. Från ringen har tydligen en transport skett i östlig och sydöstlig riktning. Transportvägen är här omkring 5 gånger längre än i fråga om diabasen. Sannolikt har isen rivit med sig större mängder av de lösare skiffrarna än vad den förmått av den hårdare diabasen. Genom de större medsläpade massorna har ett större moränområde blivit förändrat till sin karaktär.

Av intresse är att se, att man finner mycket kalkrik morän (över 10 % Ca) endast i nära anslutning till kalkberg i ringen.

Grönstensförekomsterna ligga inom leptiter och urgraniter. De skilja sig från dessa i fråga om fosforsyra, Mn, Ca, V och Ni. Grönstenens egenskaper



synas emellertid ej ha slagit igenom i moränen. Förekomsterna äro ju också små körtlar i de stora leptit- och urgranitfälten.

Det fordras sålunda större sammanhängande förekomster av lättkrossat berg, för att moränen skall röna inflytande härav.

Genom kemiska analyser av moränen skulle man kunna fastställa isens rörelseriktning även på längre avstånd från moderklyften än som är möjligt genom undersökning av blocktransport.

Övriga bergarter skilja sig för litet från varandra för att man i övergångszonerna dem emellan skall kunna finna några tydliga kemiska spår av dem i de uppkomna moränerna.

Då isen således transporterat bergartsåterstoderna olika långt och i olika hög grad, kan man tydligen ej annat än i specialfall få något detaljerat begrepp om förhållandet bergart: morän. Det återstår då endast att taga det undersökta området som en enhet. Genom att på bergartskartan mäta arealen för de olika slagen samt genom att använda de i Tab. 1 för de olika bergarterna anförda medeltalsiffrorna kan man få en bild av berggrundens medelinnehåll av olika ämnen.

Tab. 1. Dalabergarters relativa innehåll av olika ämnen.

Diabasens halter ha satts = 100 och övriga bergarters i relation härtill. Genom ett dylikt beräkningsätt får man den klaraste bilden av det inbördes förhållandet av de olika bergarterna. Jfr kartan fig. 11.

Bergart	P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
Fjällkvartsiter (Quartzite) Antal 8	7	5	1	10	0	8	16
Orsandssten (Orsa sandstone) Antal 7	8	3	0	5	0	8	26
Äldre sedimentbergarter (Older sedimentary rocks) Antal 11	10	9	2	6	0	23	16
Yngre granit (Younger granite) Antal 10	25	12	3	7	0	24	26
Dalandsandsten (Dala sandstone) Antal 8	21	11	2	26	3	15	20
Urgranit (Oldest granite) Antal 10	17	43	1	25	0	28	42
Älvdalsporfyryr (Elvdal porphyry) Antal 11	26	76	6	7	6	27	30
Leptit (Leptite) Antal 8	13	25	3	12	0	30	32
Äldre porfyr (Older porphyry) Antal 11	29	53	6	9	0	28	48
Järna- o. dalagraniter (Järna and Dala granites) Antal 12	41	49	8	24	8	26	42
Särnait (Särnaite) Antal 3	84	55	12	8	0	39	61
Värmlandsgranit (Vernland granite) Antal 12	50	68	14	18	8	30	45
Grönsten (diomite and similar rocks) Antal 9	40	104	80	100	240	100	145

Tab. 1. forts.

Bergart	P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
Diabas (Dolerite)	100	100	100	100	100	100	100
Antal 8							
Kalkstenar: (Limestones)							
Ortocer Antal 4	28	165	0	34	0	19	1 300
Obolus 5	234	41	0	68	0	17	1 300
Chasmops 1	0	240	0	4	0	17	1 300
Masur 1	5	270	0	3	0	5	1 300
Kling 1	13	270	0	11	0	8	1 300
Leptaena 1	4	240	0	1	0	3	1 300
Trinucleusskiffer (shale) 1	73	165	1 000	340	810	39	90

Men vi ha ju sett, att olika bergarter nedkrossas och transporteras i mycket varierande grad. Här spelar bergarternas olika benägenhet för krossning in. Freise (7) har gjort undersökningar rörande stenars avnötning i vatten. I fråga om iskrossning gälla ej samma enkla regler. Det blir här en fråga om olika slag av hållfasthet.

Hagerman (8) har sammanställt en del egna och andras försök beträffande bergarters hållfasthet. I följande tabell har jag beräknat en del relativa data ur detta arbete beträffande tryck-, böj-, skär-, slag- och nöthållfasthet. (Tab. 2.)

Tab. 2. Relativ hållfasthet och därav beräknad genomsnittlig krossningsbenägenhet hos en del svenska bergarter.

Högsta hållfasthet i varje serie = 100.

$$\text{Krossningsbenägenhet} = \frac{10\,000}{\text{medelvärde}}$$

	Relativ hållfasthet						
	Tryck-	Böj-	Skär-	Slag-	Nöt-	Medel- värde	Krossnings- benägenhet
Diabas	87	100	100	100	100	97	103
Kvartsporfyv	100	85	—	—	—	92	108
Diorit	95	80	100	68	94	87	112
Granit	83	75	75	48	100	76	132
Kvartsitisk sand- sten	66	80	—	—	—	73	137
Marmor	54	50	44	—	33	45	223
Sandsten	46	45	25	40	30	37	270
Kalksten	21	30	31	36	29	30	330

Genom att multiplicera areal och krossningsbenägenhet få vi den sannolika andelen av varje bergart¹ i moränen. Av detta kan man sedan med hjälp av analysiffrorna i tab. 1 beräkna moränens sannolika ursprungliga sammansättning. (Tab. 3.)

Tab. 3. Halt av olika ämnen i bergart, morän, sediment, matjord och ytlager hos naturliga jordmånar i 1/1 000-dels procent.

	P ₂ O ₅	Mn	V	Ni	Fe	Ca
Bergarter	56 ² (32) ⁴	157	6,5	(0,70)	2 400	3 400
Morän	32 ³	100	4,1	(1,3)	2 000	1 010
Sediment	35 ³	100	3,5	(1,3)	1 900	750
Matjord	45 ³	212	2,1	(0,9)	2 210	790
Humusprover	31 ³	11	0,15	(0,06)	350	580

Man kan mot detta anmärka, att vi utgå från de nuvarande arealerna av bergart och ej de före nedisningen existerande. Efter vad man nu kan se, skulle det endast kunna vara några mindre sandstensbankar samt vissa delar av silurringen, som möjligen minskats till sin areal. I silurringen stå emellertid i allmänhet lagren på högkant, vilket gör det ganska otroligt, att arealen minskats i någon större grad genom isens inverkan (21).

Av stort intresse är att se vad som tvättats ut under nedkrossning och sedimentation.

Sätter man bergarternas innehåll till 100, finner man, att moränens relativa innehåll är

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
100	63	63	73	(185)	83	30

Mangan, vanadin och kalcium äro de ämnen, som urtvättats mest relativt sett. Denna urlakning har skett dels i samband med krossningen, dels under postglacial tid. Moränproven äro tagna på i genomsnitt 1 m djup⁵, varför sjunkvattnet haft tillfälle att verka urlakande.

Därnäst ha Cu och Fe urlakats i nu nämnd ordning.

Fosforsyran har ej undergått någon förändring, under det att Ni synes ha anrikats.⁶

Sedimenten ha ju uppkommit genom vattenseparation ur moränmaterial, sålunda genomgått en ytterligare urlakning.

¹ Siljans areal har inräknats i silurringen.

² Total. ³ Citronsyrelöslig. ⁴ Beräknad citronsyrelöslig.

⁵ Enl. välvilligt meddelande av dr. Lundqvist.

⁶ Med de små mängder Ni det är frågan om bli analysfelen själfvallet ganska stora.

Sätta vi moränens halt av olika ämnen till 100, finna vi att sedimentens relativa innehåll är

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
103	100	85	113	(100)	95	75

Mycket små förändringar ha skett vid denna senare urlakning. Endast kalkhalten har märkbart nedgått.

Den starkaste urtvättningen sker i samband med nedkrossningen. Senare vattentransport påverkar, inom detta område, urlakningen i ringa mån med undantag för kalken.

Av det sagda framgår, att ett moränprov ej ger någon klar uppfattning av sammansättningen av de integrerande bergarterna. Det är således ej ett malt bergartsprov, utan det har genomgått stora förändringar i sin kemiska sammansättning.

Matjord och humusskikt.

Även om alven utgör huvudmassan av de lösa jordlagren, så äro matjord och de naturliga jordmånernas humusskikt det substrat, som har den största betydelsen för det organiska livet. Prov av dessa jordmåner ha därför undersökts.

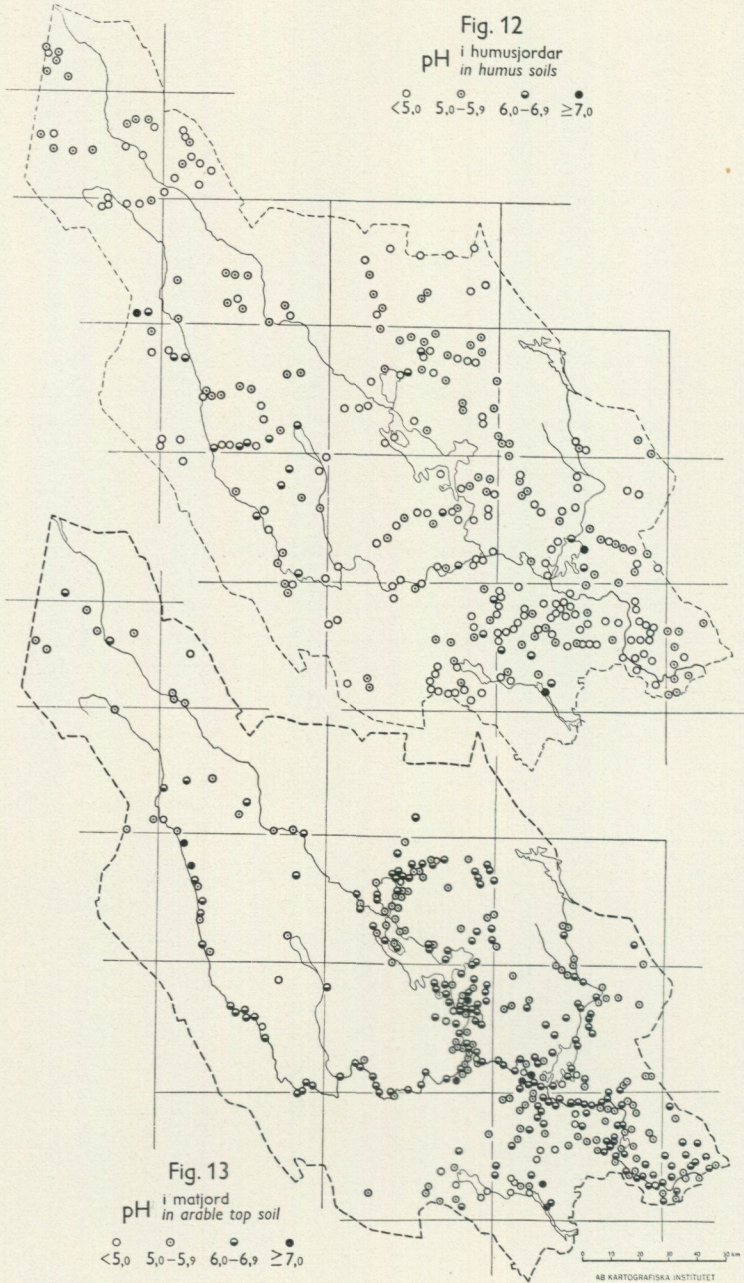
pH. (Fig. 12 o. 13.)

De *naturliga* växtsamhällenas humusskikt är i stort sett starkt surt, beroende på dominansen av ris- o. mossamhällen i Dalarnas vegetation gentemot de örtrika samhällena, som visa svagt sur reaktion.

De suraste naturliga jordmånerna påträffas i sydöstra Dalarna.

Matjorden är surare än alven. Neutrala jordar påträffas inom silureringen, i området Transtrand—Malung samt utefter Dalälvens nedre del.

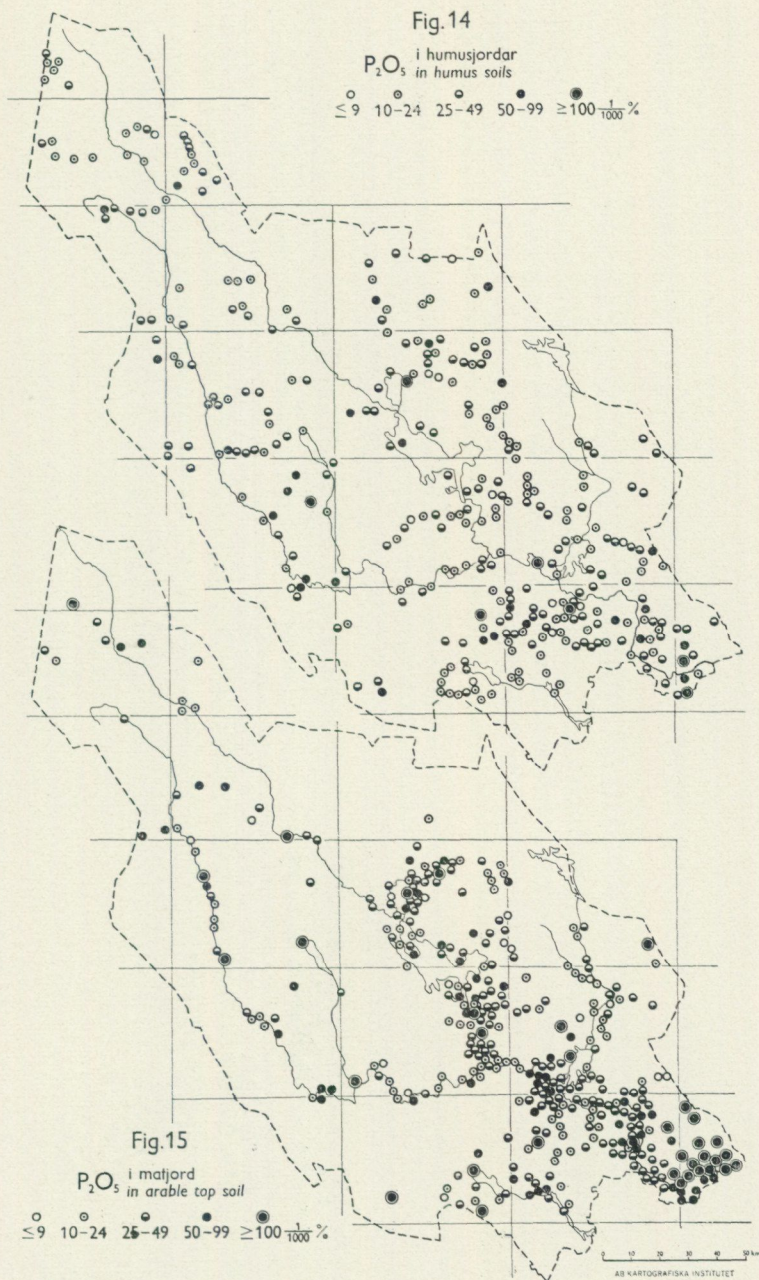
pH	—4,9	5,0—5,4	5,5—5,9	6,0—6,4	6,5—6,9	7,0—	
Matjord (åker)	5,4	16,9	25,0	32,5	19,1	2,3	} % av antalet prov
Humusskikt	53,1	34,6	4,0	2,8	3,7	0,9	



Fosforsyra. (Fig. 14 o. 15.)

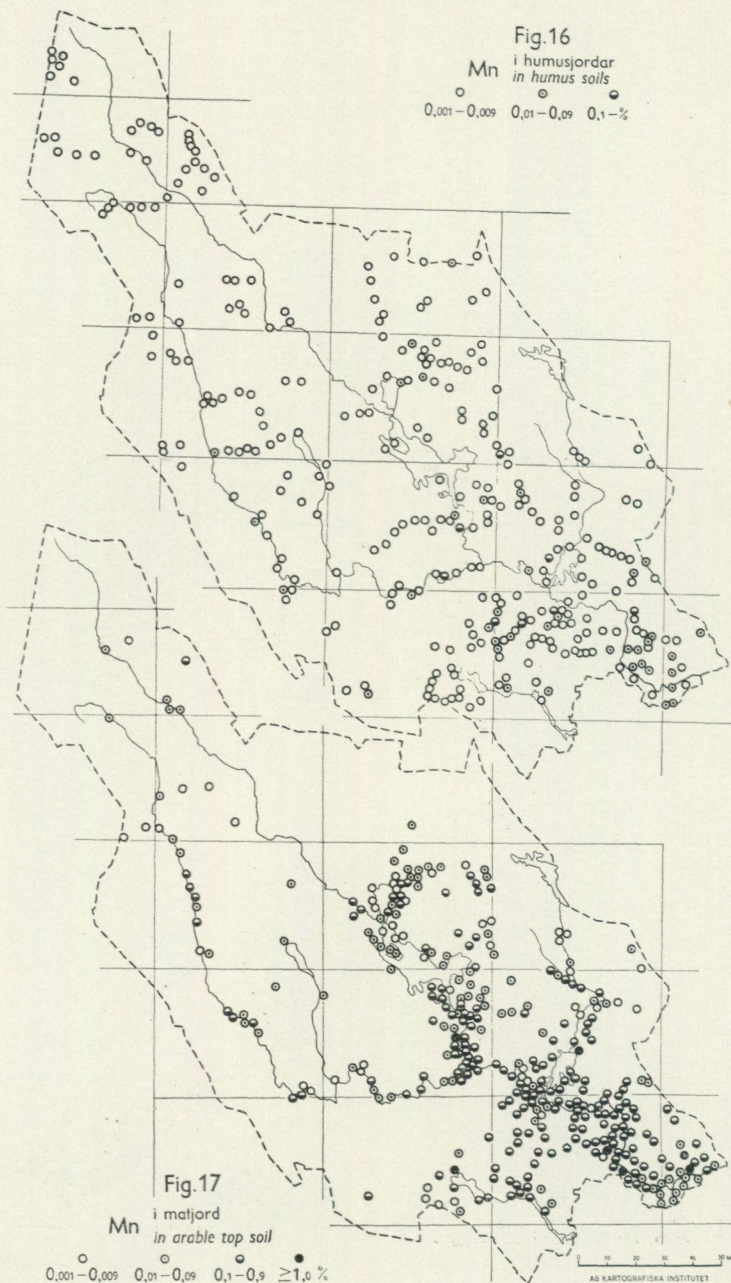
De *naturliga* jordmånerna visa ungefär samma medelhalt av P som alven. Däremot föreligger en viss skillnad ifråga om fördelningen, i det att de naturliga jordmånernas huvudmassa ligger inom gruppen 20—29 P°, under det att alven visar en starkare fördelning på alla klasser.

De högsta värdena förekomma i sydöstra Dalarna och Siljansbygden.



Matjorden har i genomsnitt c:a 50 % högre P-halt än moränen och 30 % högre än sedimenten. Ett stort antal jordar ligga inom gruppen 20-49 P°. De högsta halterna finner man vid Dalälvens nedersta lopp.

P ₂ O ₅ i 1 000-dels %	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-1000
Matjord (åker)	2,3	17,9	22,3	17,9	13,6	4,3	3,7	2,8	3,4	2,0	9,2 % av antalet 2,8 / prov
Humusskikt	2,2	25,1	33,2	17,1	11,2	3,7	2,2	1,5	—	—	



Mangan. (Fig. 16 o. 17.)

De naturliga humusjordmånerna utmärka sig genom en synnerligen låg manganhalt. De här förekommande växterna tyckas sålunda ej ackumulera någon mangan.

De högsta manganhalterna finner man i Siljanstrakten, efter den sydligaste delen av Österdalälven samt inom sydöstra delen av området.

Matjorden visar ungefär dubbelt så höga halter som alven. Troligt är väl, att grundvattnet, som bär mycket tvåvärdigt mangan i lösning, när det kommer upp i den genomluftade matjorden, blir oxiderat och avger stora mängder av detta ämne. Samma förhållande kan tänkas ske i väl oxiderade alvjordar.

Högsta manganhalten förekommer i sydöstra Dalarna.

1/1 000-dels %	0-4	5-9	10-49	50-99	100-499	500-999	1 000—
Matjord (åker).	8,5	6,2	15,0	14,1	40,8	13,4	2,0 } % av anta-
Humusskikt ...	82,4	2,8	8,7	4,0	1,5	0,6	— } let prov

Vanadin och nickel.

I de *naturliga* humusjordmånerna finnas ytterst små mängder av dessa ämnen.

Matjorden däremot innehåller dem i ungefär samma mängd och med samma fördelning som alven.

1/1 000-dels % V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	50—
Matjord (åker)....	8,5	36,9	31,8	7,9	4,1	4,8	0,8	0,3	0,6	0,3	1,1	0,6	— } % av anta-
Humusskikt	88,6	8,3	2,8	—	0,3								} let prov

1/1 000-dels % Ni	0	1	2	3	4	5	6
Matjord (åker)....	36,8	41,6	13,1	6,8	1,4	—	0,3
Humusskikt	94,1	5,6	—	0,3			

} % av antalet prov

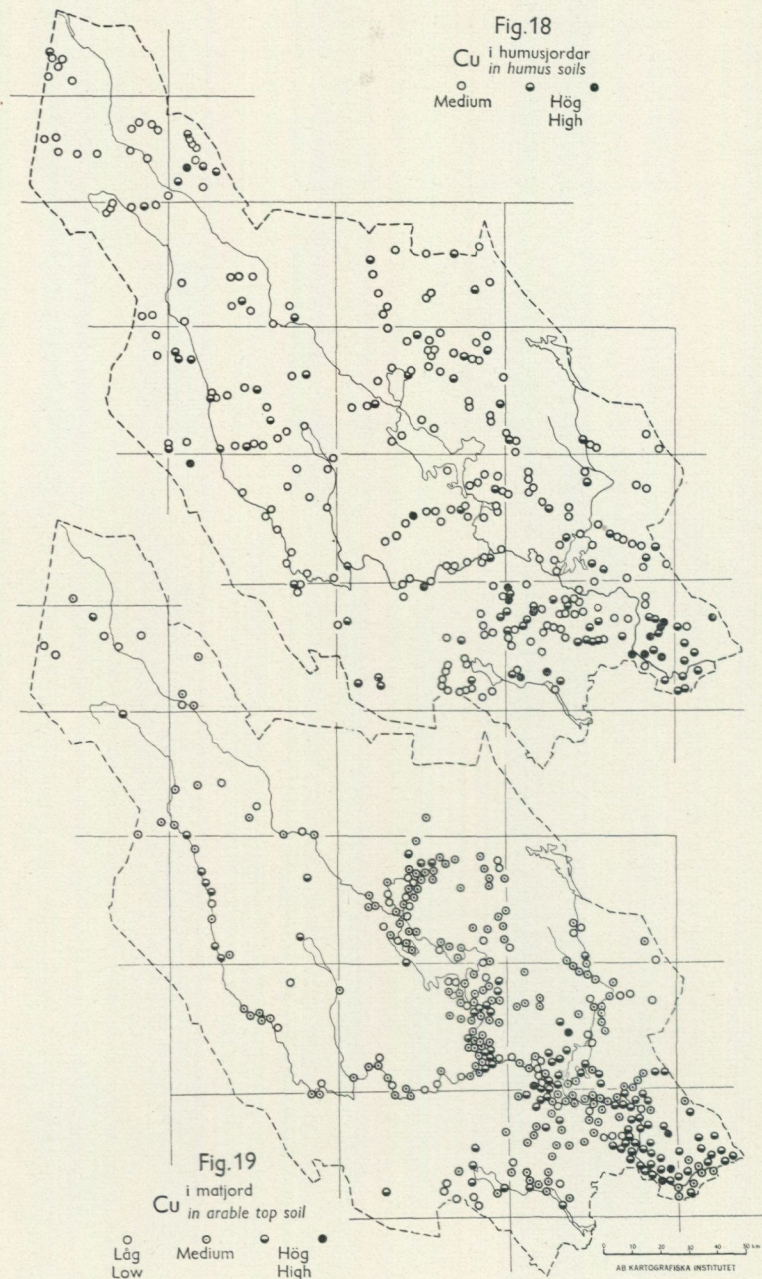
Koppar. (Fig. 18 o. 19.)

Halten är låg i de *naturliga* humusjordmånerna — ungefär 60 % av moränens innehåll. Den lägsta gruppen 0-4 1/1 000 % är mycket stor.

Sydöstra Dalarna uppvisar de högsta halterna.

Matjorden däremot visar en högre halt än alven. Detta kan tänkas bero på ackumulation genom växtligheten.

Trakten runt Runn och sydöstra delen av området ha den högsta halten.

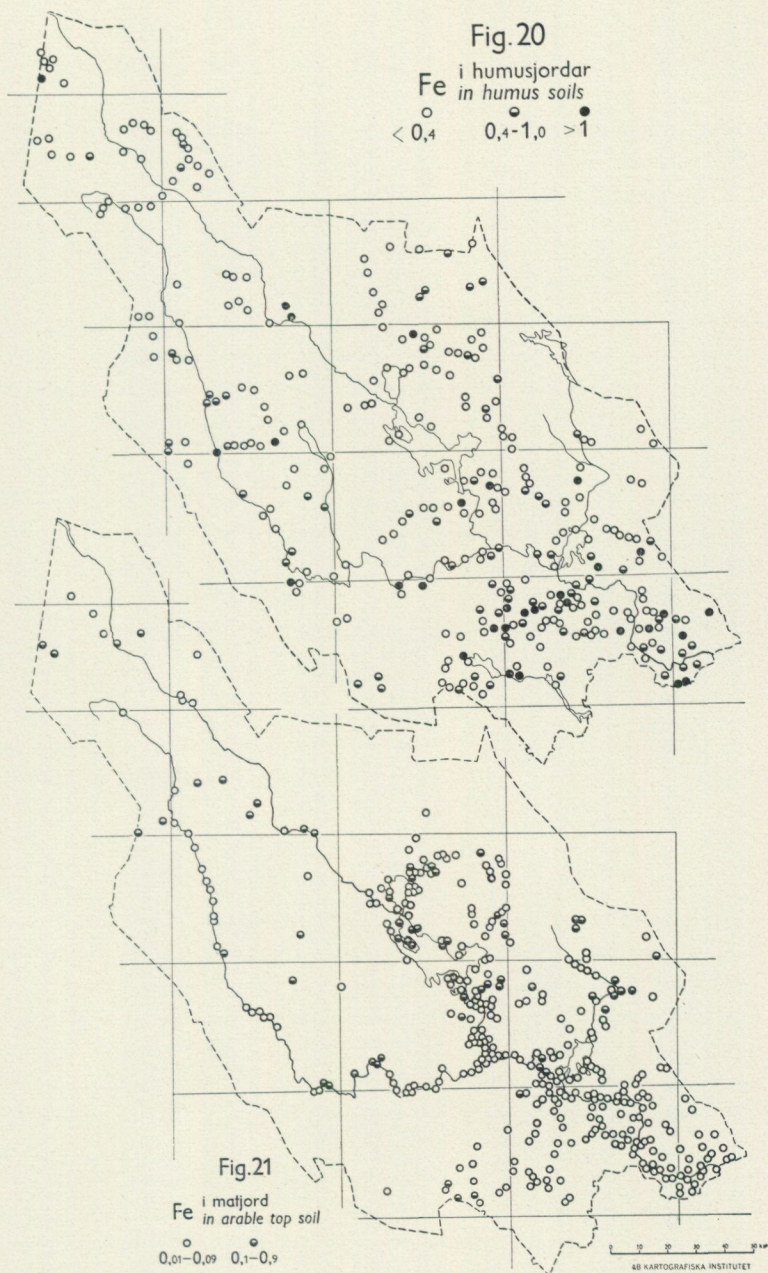


Järn. (Fig. 20 o. 21.)

Mängden av järn i de *naturliga* humusjordmånerna är ungefär 15 % av den i moränen förekommande. Den kan karakteriseras som mycket låg.

De högsta värdena finna vi i sydöstra Dalarna.

Matjorden innehåller ungefär lika mycket järn som sedimenten. Trakterna kring Siljan och Runn samt de strax söder därom liggande visa de högsta järnhalterna.



1/10-dels % Fe	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-
Humusskikt	8,7	20,1	14,9	24,1	19,8	6,3	5,2	0,3	0,6
Matjord (åker)	79,9	9,7	5,9	2,1	2,1	0,3	—	—	—

Kalcium.

De *naturliga* humusjordmånerna innehålla ungefär hälften så mycket Ca som moränen.

Matjorden innehåller ungefär lika mycket som sedimenten och ungefär 3/4 av moränens innehåll.

Ca %	-0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	5,0-
Matjord	1,1	12,6	15,7	21,7	21,2	7,4	7,9	5,1	1,4	1,7	1,1	3,1
Humusskikt	2,4	46,3	33,9	10,8	1,6	1,2	0,9	0,9	0,3	0,3	0,9	

Av det ovan sagda framgår, att skillnaden mellan de *naturliga* humusjordmånerna och den underliggande alven-moränen är synnerligen stor. Sätter man moränens innehåll av varje ämne till 100, får man för humusskiktet

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
97	11	37	61	(5)	16	57

Man ser härav, att ferriderna tas upp sämst av de växter, som bilda humustäcket, under det att kalk, koppar och fosforsyra utnyttjas vida bättre.

Åkerjorden har i Dalarna i största utsträckning sedimentär karaktär. Därför bör man jämföra matjorden med sedimenten. Sätter man sedimentens innehåll till 100, får man matjordens relativa innehåll till

P ₂ O ₅	Mn	V	Ca	Ni	Fe	Ca
128	212	60	220	(69)	116	105

Man ser sålunda, att koppar, mangan, fosforsyra, järn och i viss mån Ca ackumulerats i matjorden, under det att Ni och V tydligen ej upptagits av växterna i någon större mängd.

Vattnen.

Det vatten, som står i kontakt med jordpartiklarna, mättas så småningom med ämnen som utlösts ur dessa. Markvätskan representerar då det substrat, ur vilket växterna hämtar sin näring.

Vid kraftig nederbörd hinner det genom marken perkolerande vattnet ej bli fullt mättat, markvätskan blir utspädd.

Vid sin passage genom marken stöter vattnet förr eller senare på ett mer eller mindre ogenomträngligt lager och träder i dagen i en källa, ett vattendrag eller en sjö.

Av dessa vatten analyseras årligen ett stort antal för fastställande av deras användbarhet som dricksvatten.

Från brunnar (ej borrhål) finnas c:a 350 analyser för Kopparbergs län. Till jämförelse anföres material från Kristianstads (71 st) och Malmöhus (130 st) län. Av de utförda analyserna anföres värden beträffande SO₄, glödningsrest, hårdhet, Cl, Mn, Fe och pH samt i vissa fall även NO₃. (Tab. 4.)

Vid en undersökning av sambandet mellan glödningsförlusten och de övriga egenskaperna visar det sig, att de tre olika områdenas värden för klor, hårdhet, HCO₃ och pH ligga efter samma kurva (fig. 22.). I fråga om nitrat

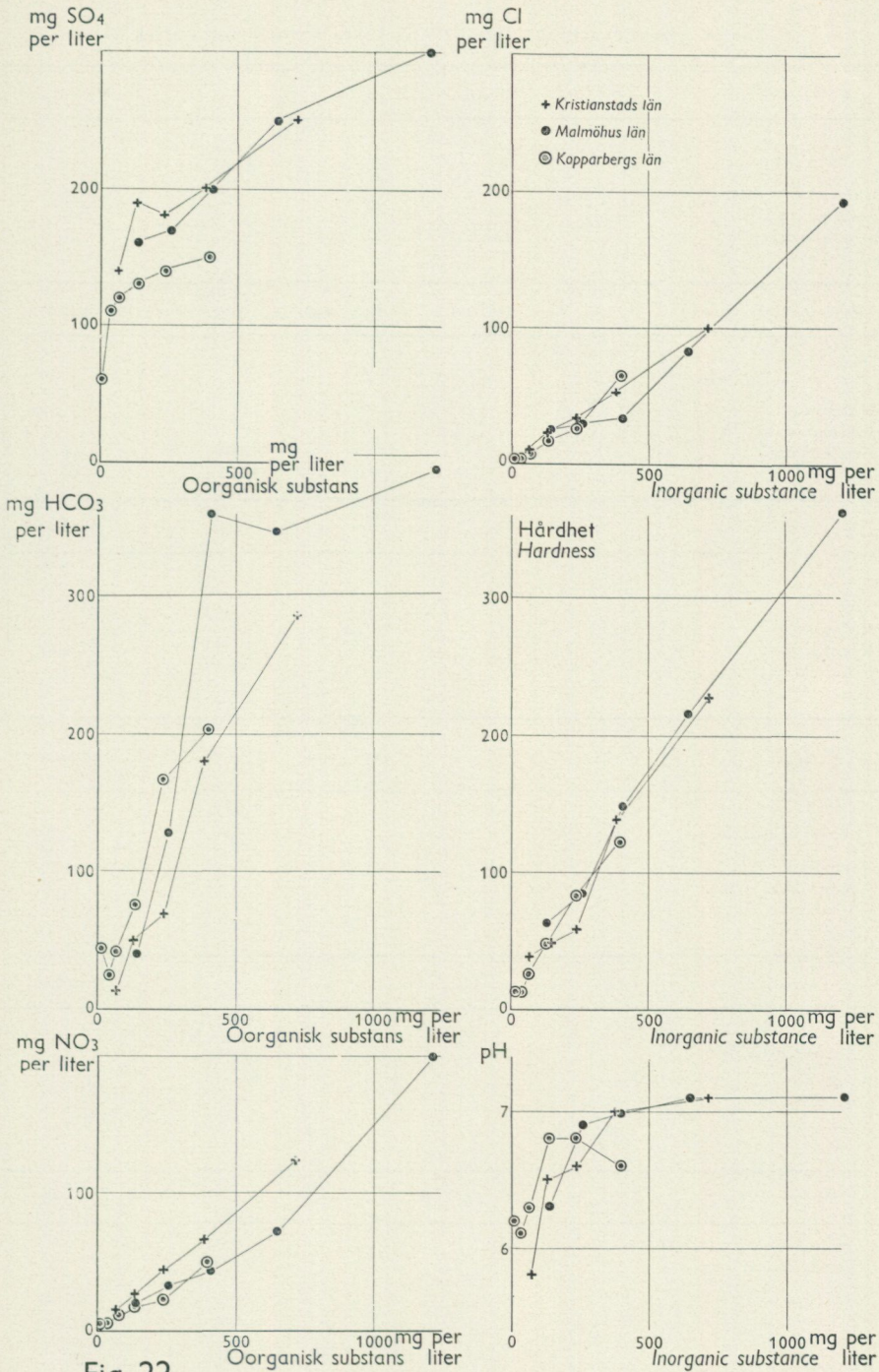


Fig. 22

Tab. 4. Grundvattnens innehåll av lösta ämnen och salter.

SO_4 (mg/l)	0	10	50	100	Medeltal	
% av antal prov						
Malmöhus	12	2	38	48	67	
Kristianstad	10	2	73	15	53	
Kopparberg	28	22	48	2	31	

Glödgningsrest (mg/l)	0—99	100—199	200—299	300—499	500—999	1 000—	Medeltal
% av antal prov							
Malmöhus	3	4	9	34	44	6	527
Kristianstad	10	25	23	25	16	1	334
Kopparberg	47	33	15	4	1		130

Cl (mg/l)	0—9	10—19	20—49	50—99	100—199	200—	Medeltal
% av antal prov							
Malmöhus	2	9	45	27	13	6	66
Kristianstad	6	23	39	21	8	3	52
Kopparberg	48	29	19	3	1		15

Hårdhet (Ca + Mg) (mg/l)	0—49	50—99	100—199	200—	Medeltal
% av antal prov					
Malmöhus	5	12	46	37	178
Kristianstad	36	22	31	11	104
Kopparberg	72	20	7	1	41

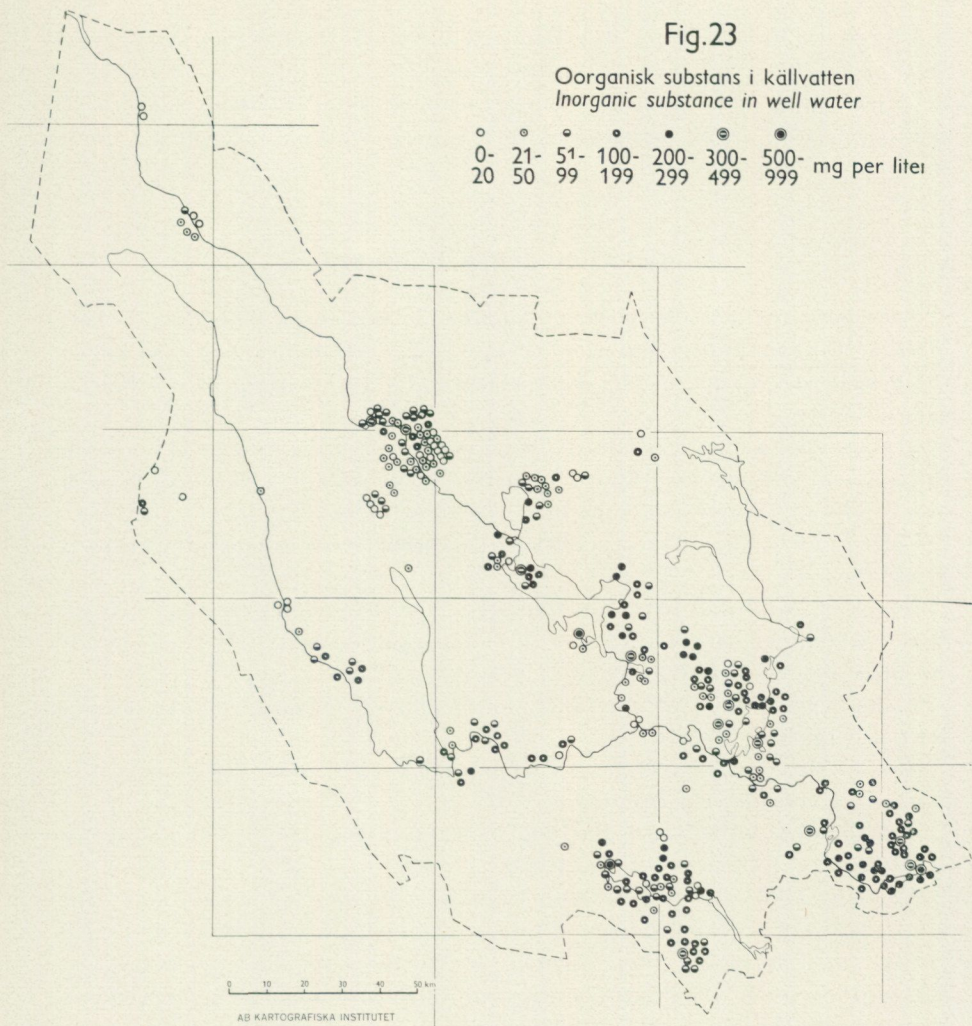
Fe (mg/l)	0—0,9	1,0—4,9	5,0—9,9	10,0—	Medeltal
% av antal prov					
Malmöhus	80	18	1	1	0,73
Kristianstad	88	9	3		0,52
Kopparberg	63	27	7	3	1,74

Mn (mg/l)	0,09	0,10—0,49	0,50—0,99	1,00—4,99	5,00—	Medeltal
% av antal prov						
Malmöhus	78	18	2	1	1	0,126
Kristianstad	81	16	3			0,089
Kopparberg	59	26	7	6	3	0,346

Fig.23

Oorganisk substans i källvatten
Inorganic substance in well water

○	◐	◑	◒	◓	◔	◕	●	
0-	21-	51-	100-	200-	300-	500-		mg per liter
20	50	99	199	299	499	999		



och sulfat avviker Kopparbergs län från de sydliga områdena. Sambandet mellan de olika storheterna är så starkt, att när exempelvis glödningsresten är hög, så är även NO_3 , Cl o. s. v. höga. Undantag från denna regel äro järn och mangan.

Samma sak gäller utbredningen. En karta över glödningsresten ger samma bild som kartor över de andra ämnena. Detaljerna kunna däremot naturligtvis variera. Här redovisas därför endast analysresultaten i en sammanfattande tabell. Av kartor visar jag endast den över glödningsresten (halten av oorganiska ämnen). (Fig. 23.)

Av tabellen (tab. 4) framgår, att vattnen i de sydliga länen äro mycket rikare på salter än Dalarnas. I allmänhet hålla de c:a 4 gånger så mycket.

I fråga om Mn och Fe äro förhållandena omvända. Dalavattnen äro i genomsnitt dubbelt så rika som de sydliga länens.

Grundvattnen innehålla mer järn än mangan inom samtliga områden. Ju mer oxiderade (lägre permanganatförbrukning) vattnen äro, desto mindre mangan innehålla de.

Denudation och ackumulation.

Nederbördsvattnet har en starkt upplösande verkan på de nedmalda bergarterna. Särskilt kraftig blir dess verkan, sedan det mättat sig med kolsyra vid passerandet av det översta markskiktet, sätet för organiskt liv och kolsyreproduktion.

Genom upplösningen bortföres stora mängder näringsämnen och marken utarmas så småningom. I starkt nederbördsrika klimat som t. ex. Javas ha hela landsändar blivit utarmade under de sista seklen.

I alla humida klimat är denudationen en oerhört viktig men ofta förbisedd markfaktor.

Många ha behandlat detta ämne mestadels ur den synpunkten, att vad som med vattendragen föres till havet, är vad marken förlorat. Detta skulle vara ett mått på den kemiska denudationen.

Vi ha i föregående avsnitt sett innehållet i grundvatten i olika delar av Kopparbergs län.

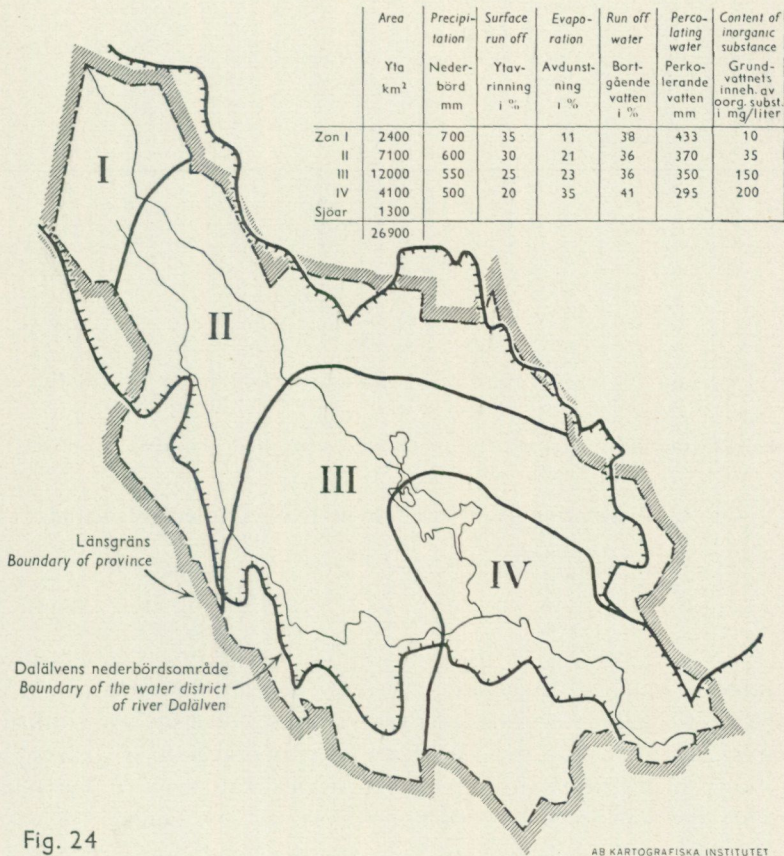
Man måste även taga reda på mängden av det vatten, som tränger ned i marken, utlakande densamma.

Nederbördens fördelning inom Dalälvens avrinningsområde känna vi genom Hydrologiska Byråns arbetskarta (23).

All under året fallande nederbörd passerar ej marken, en del avrinner ytligt som smältvatten.¹ Vårfloden inom olika områden ger en bild av det smältvatten, som avrinner ytligt. Genom att beräkna toppen över mars—juli—vattenföringen får man ett begrepp om smältvattenmängden. Den utgör i Särna 35 % av totala vattenföringen och i pegeln Nedre Näs II 24 %.

Den avdunstning, som hydrologerna beräkna, omfattar såväl den från markytan skeende som den genom växterna orsakade. Hur mycket som kommer på den ena eller andra formen, känner man ej genom försök, men vi kunna för våra beräkningar antaga, att vardera avdunstningsformen svarar för hälften av det totala beloppet. För fjällområdet kan man antaga, att avdunstningen uppgår till 150 mm, för centrala Dalarna 250 mm och för sydöstra spetsen av provinsen 350 mm.

¹ För alla här lämnade hydrologiska data ber jag få framföra mitt tack till Förste Statshydrologen Tryselius.



Efter i skissen (fig. 24) angivna storheter har jag indelat området i fyra zoner.

Beräkningen kommer då att få utseendet enl. tab. 5.

Tab. 5. Den kemiska denudationen

	Yta km ²	Neder- börd mm	Ytav- rinning i % av tot. avrin- ningen	Ytav- rinning i mm	Direkt av- dunstn. mm	Tot. bort- gående vatten mm	Perkole- rande vatten mm
Zon I	2 400	700	35	192	75	267	433
II	7 100	600	30	105	125	230	370
III	12 000	550	25	75	125	200	350
IV	4 300	500	20	30	175	205	295
Sjöar	1 300						
	27 100						

Joel Eriksson (6) har beräknat de mängder, som föras ut till havet med Dalälven.

Med dessa mängder bör man jämföra vad som med grundvattnet tvättas ut.

Tab. 6. Denudation inom och från Dalälvens nederbördsområde.

	Oorganisk subst.	SO ₄	Cl	Fe	Mn	Ca + Mg	
Grundvattnet urlakar . . .	986	116	88	15,5	3,1	258	1 000-tals ton/år
Dalälven bortför	270	26	28			65	

Av tabellen framgår, att endast c:a 1/4 av den lösta substansen går vidare med älven. Tre gånger större mängder tvättas ut ur de översta lagren och anrikas i de undre delarna av de lösa jordlagren eller upptagas av vegetationen.

Ett begrepp om denna senare faktors storlek kan man få, om man dels undersöker vad som anrikats i matjorden, dels vad som samlats i de naturliga jordmånerna.

Inom länet finnes 1 570 km² åker och äng (18). Under förutsättning av 20 cm matjordslager väger 1 km² 300 000 ton.

Inom länet ligger 19 750 km² skogsmark samt 6 840 km² annan mark, varav man kan antaga hälften verklig kalmark, resten bevuxen. Detta ger 23 000 km², som kan antagas vara täckt av ett 10 cm tjockt humustäcke, vägande 50 tusen ton per km².

	P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca (+ Mg)	
471 mill. ton matjord ha ackumulerat	47	528	—	311	—	672	188	tusen ton
1 150 mill. ton humus ha samlat . . .	456	126	2	345	1	3 850	4 025	
	503	654	2	656	1	4 522	4 213	
Urlakningen per år	—	3	—	—	—	15	258	

Vad vegetationen sålunda har tagit vara på är små mängder, om man ser det mot bakgrunden av att urlakningen pågått i c:a 10 tusen år. Vi känna emellertid ej, hur snabbt humustäcket förtäres, sålunda ej under vilken tidrymd humuslagret samlats. Har ackumulationen skett på 20—30 år, ha betydande mängder tagits upp av vegetationen.

inom Dalälvens nederbördsområde.

Grundvattenlös. i mg/l						Perkole- rande vatten i milj m ³	Urtvättat per år i ton					
Oorg. subst.	SO ₄	Cl	Ca + Mg	Fe	Mn		Oorg. subst.	SO ₄	Cl	Ca + Mg	Fe	Mn
10	2	2	4	1,7	0,34	1 039	10 390	2 078	2 078	4 156	1 766	353
35	10	4	12	1,7	0,34	2 627	91 945	26 270	11 100	31 524	4 465	893
150	15	10	33	1,7	0,34	4 200	630 000	63 000	42 000	138 600	7 140	1 428
200	20	26	66	1,7	0,34	1 268	253 600	25 360	32 968	83 688	2 155	431
							985 935	116 708	88 146	257 968	15 526	3 105

Man kan av detta draga den slutsatsen, att den interna omlagringen genom urtvättning och utfällning är den viktigaste denudationsprocessen inom detta område.

Det kan ju också vara av intresse att se, hur länge den i moränen förhandenvarande växtnäringen skulle räcka, om man antog samma kontinuerliga urlakning som nu.

Fördelar man de vunna värdena på antalet km² inom området, får man följande data i ton per år och km² (eller gram/m²)

Oorg. subst.	SO ₄	Cl	Ca + Mg	Fe	Mn
36	4,3	3,3	9,5	0,55	0,11

1 m² av moränen till 1 cm djup innehåller 10 l eller 15 kg substans.

Detta gör av de undersökta ämnena

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
8,4	15,0	0,6	7,4	0,2	300	152 gr.

Manganen skulle, under förutsättning att allt av ämnet vore utlösbar, försvinna ur den översta centimetern på 140 år, järnet på 550 år och kalken på c:a 25 år (jfr 20).

Litteratur.

1. Arrhenius, O. Öcologiske Studien in den Stockholmer Schären. Diss. 1920.
2. — Die Phosphatfrage II. Die Phosphatanalyse. Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düngung. Bd 14. 1929.
3. — Havrens gråfläcksjuka. I, II. Meddelande från Centralanstalten f. jordbruksförsök. 1923, 1924.
4. Brandenburg, E. Onderzoekingen over ontginningziekte. Tijdschr. over Plantenziekten. 1931. 1933.
5. Brenchley, N. E. and K. Warington, The role of boron in the growth of plants. Ann. Bot. 1927.
6. Eriksson, J. Den kemiska denudationen i Sverige. Meddelande från Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, Bd 5. 1929.
7. Freise, F. W. Untersuchung von Gesteinen auf Abnutzbarkeit bei Verfrachtung in Wasser. Mineralog. u. petrogr. Mitteilungen. Bd 42. 1932.
8. Hagerman, Tor. Om svenska bergarter och deras provning för konstruktionsändamål. Statens Provningsanstalt. Medd. 85. 1943.
9. Hiltner, L. Beobachtungen und Untersuchungen über die sog. Dörrfleckenkrankheit des Hafers. Prakt. Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz. 1914.
10. Hudig, J. en C. Meijer. De veenkoloniale haverziekte. Versl. Rijkslandbouwproef stn. 1909.
11. Landergren, S. On the geochemistry of swedish iron ores and associated rocks. Sveriges Geol. Undersökn. Ser. C. N:o 496. 1948.
12. Lundblad, K. Mikroelement och bristsjukdomar hos odlade växter. Lantbruksakad. Tidskr. 1945.
13. Lundqvist, G. Beskrivning till jordartskarta över Kopparbergs län. Sveriges Geol. Undersökn. Ser. Ca. N:o 21. 1951.
14. Mannkopf, R. und Cl. Peters. Über quantitative Spektralanalyse mit Hilfe der negativen Glimmschicht im Lichtbogen. Zeitschr. Phys. Bd 7. 1931.
15. Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie. Leipzig 1897.
16. Rankama, K. and T. G. Sahama. Geochemistry. Chicago 1950.
17. Sondén, K. Anteckningar rörande svenska vattendrag. Stockholm 1914.
18. Statistisk Årsbok. 1945.
19. Svanberg, O. Fortschritte auf dem Gebiet der Mangelkrankheiten unter den landwirtschaftlichen Nutztieren in Schweden und Norwegen sowie ihre Bekämpfung durch Massnahmen im Ackerbau und bei der Fütterung der Tiere. Landw. Forschung. 1951.
20. Tamm, O. Bidrag till kännedomen om kalkens urlakning ur den jämtländska skogsmarken. Skogshögskolans Tidskrift. 1917.
21. Thorslund, P. Siljansområdets brännkalkstenar och kalkindustri. Sveriges Geol. Unders. Ser. C. N:o 398. 1936.
22. Wallace, T. Diagnosis of soil fertility by visual symptoms of crops. Transact. of IV. Int. Congr. of Soil Sci. Amsterdam 1950.
23. Wallén, A. Climate of Sweden. Medd. Statens Meteorologisk Hydrografiska Anstalt. Bd 6. N:o 279. 1930. Senare reviderad.
24. Willis, L. G. Bibliography of references to the literature on the minor elements. Chilean Nitrate Educational Bur. 1939.

Summary:

Some minor elements of the soils in the province of Kopparberg (Dalecarlia).

Most investigations of minor elements have been carried out on a rather local scale. Areas of bad growth have been compared with those of normal growth. It is, however, of great interest to investigate a larger area taking into consideration the soil, subsoil, rocks, groundwater etc. and also to try to estimate the chemical denudation and accumulation of different elements. It would then be possible to find areas where the total content of these elements is too low, and areas where, although the total content is high, the elements are, in one way or another, immobilized.

The province of Kopparberg was recently geologically surveyed and mapped by Dr. G. Lundqvist. In connection with this survey about 1 500 subsoil samples were collected. To these about 900 samples of the top soil (arable land and natural associations) were added. Specimens of characteristic rocks were kindly placed at my disposal by the Geological Survey of Sweden.

In all these samples the pH and the phosphate content were analysed (in the soils citric acid soluble, in the rock specimens the total amount). The Geological Survey examined the subsoils with regard to mechanical composition.

Mn, Fe, Cu, V, Ni, Ca were examined by the aid of Goldschmidt's spectrophotometrical method.

From the Govt. Institute for Health 400 water analyses were procured. All the results are recorded on maps.¹

The subsoil.

pH (Fig. 1). The district influenced by the Silurian deposits of Siljan is the most neutral part. The most acid area we find in the south-eastern part of Dalecarlia. The statistical distribution of samples according to different pH groups is found on page 6. (Alv = subsoil, morän = till, övriga sediment = other sediments.)

Clay and silt content (Figs. 2—3). Most subsoils are rather coarse, sandy soils. The finer sediments we find round the lower part of the River Dalälven and in the Silurian area of Lake Siljan.

The close relationship between high content of clay and that of Mn, Cu, Ni, V and Fe is evident.

There is a very distinct correlation between high content of clay and of silt. The relationship is so close that there is a false relation between silt and the elements investigated. It has, however, been shown that the richness in Mn, Cu, Ni, V, Fe and P_2O_5 is due to the clay fractions.

Only calcium seems to correlate with silt, either the limestone has been ground to silt by the ice or the dissolved calcium carbonate is precipitated in the silt grades (compare factory lime from the sugar factories or the bottom sediment of lakes rich in lime).

¹ On each map is also plotted a diagram showing the relation between the different properties investigated. (In the upper right corner.)

Another diagram (in the lower left corner) shows the distribution of subsoil, arable top soil and natural humus top soil in different groups of concentration.

The distribution of clay and silt is seen from the table.

P_2O_5 (Fig. 4). The subsoil is rather low in phosphate. There is no or little connection between the content of phosphates and of other elements.

Mn (Fig. 5). The soils are rather rich in manganese. The Silurian district round Siljan and the area SE of this lake is very rich. There is a close correlation between the content of manganese and iron, Ni and V. Higher Mn contents are met with in samples rich in Ca.

V (Fig. 6) and *Ni* (Fig. 7). The content of Ni is very low. This is also the case with V. The highest amounts are found in the soils derived from the Silurian rocks round Lake Siljan.

There is a close connection between the occurrence of V and Ni and that of Fe and Mn.

Cu (Fig. 8). The copper content is low with the exception of one district in eastern Dalecarlia.

The correlation between copper and other elements is not very clear.

Fe (Fig. 9). Eastern Dalecarlia is richer in iron than the western part. A good correlation is found between iron and Mn, V and Ni respectively.

Ca (Fig. 10). A subsoil rich in lime ($> 10\%$) is only found in close connection with calcareous silurian rocks.

Rocks, glacial tills and sediments.

It is of interest to see whether the properties of the rocks can be traced into the till and sediments derived from them.

In Table 1 the results of rock analyses are found. In the table the rocks are arranged in order from poor to rich.

The rocks richest in the elements investigated are dolerite, diorite and different rocks from the Silurian area of Siljan.

The dolerite is found in the area of the Dala-sandstone. The dolerite is rich in P_2O_5 , Mn, Cu, V, Ni, Fe and Ca. The till beds formed from dolerite are also rich in these elements. The greatest distance of transport is some 10 kilometres.

The Silurian rocks round Lake Siljan are rich in Ca, Mn, V, Ni, Fe and Cu. From this area tills with high contents have been carried at least 50 kilometres to the east and south-east. The ice has been able to crush more of this soft material than of the dolerites.

The diorites are mostly found in the south-eastern area, in the granite fields. The occurrences are rather small and therefore no influence of the characteristic elements is found in the adjacent till.

Taking into consideration a coefficient of disposition for crushing, the area of the different rocks and their content of elements investigated I have tried to give the content of elements in the crushed rock, in the glacial till, the sediments, the arable top soil and the top soil (humus) of natural plant communities. (Tab. 3.)

If we put the contents of the elements of the rocks equal to 100, we find that the glacial till contains

P_2O_5	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
100	63	63	73	(185)	83	30

Manganese and calcium are those elements which are washed out most rapidly, whereas Ni appears to be enriched. (On account of the low content the figures of the Ni-analyses are rather uncertain, however.) If we compare the till with the sediments in the same way, the figures for the latter will be as follows:

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
103	100	85	113	(100)	95	75

Only the lime content has changed considerably.

Thus, the glacial till is the link in the system rock-till-sediment, which has changed most.

Arable top soil and natural humus soils.

pH. As heather and moss associations dominate, the natural humus soils (Fig. 12) are most frequently strongly acid.

The most acid soils are found in south-eastern Dalecarlia.

The arable soils (Fig. 13) are more acid than their subsoils.

Phosphate. The natural humus soils (Fig. 14) contain about as much as the subsoil. The highest values are found round Lake Siljan and in south-eastern Dalecarlia.

The arable land (Fig. 15) has about 50 % higher content than the glacial till, and about 30 % higher than the sediments.

The highest values are found in the south-eastern corner.

Mn. The humus soils (Fig. 16) show a very low content. Therefore, the plants which form these humus layers do not accumulate manganese.

The arable top soil (Fig. 17) shows about 100 % higher content than the subsoil. Probably the soil solution carrying Mn⁺⁺ from the subsoil precipitates manganese oxides when rising into the well aerated top soil.

V and Ni. In the humus soils extremely low amounts of these elements are found.

The arable soil contains about the same amount as the glacial till.

Cu. The humus soils (Fig. 18) contain about 60 % of the amount present in the subsoil.

The arable top layer (Fig. 19) on the other hand contains higher amounts than the subsoil.

Fe. The percentage of iron in the humus soils (Fig. 20) is very low.

The arable soil (Fig. 21) contains about the same amount as the subsoil.

Ca. The humus contains half as much as the glacial till. The arable top soil carries about the same amount as found in the sediment and about 3/4 of that found in the till.

If we compare the content of the glacial till (= 100) with that of the humus soils, we find

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
97	11	37	61	(5)	16	57

The ferrides are thus comparatively less accumulated by the plants producing the humus soil than phosphorus, copper and calcium.

The arable soil of Dalecarlia is mostly found on the sedimentary soils. If the contents of these are taken as 100 the following relative figures are obtained for the top soil.

P ₂ O ₅	Mn	V	Cu	Ni	Fe	Ca
128	212	60	220	(69)	116	105

From this is seen that phosphorus, manganese and copper are accumulated in the cultivated top soil.

The soil solution.

The soil solution may be sampled in wells etc. There are about 350—400 analyses of well water carried out with regard to Dalecarlia. To make a comparison possible, material from southern Sweden (Scania) has also been investigated.

In Fig. 22 the values of chlorine, hardness, HCO_3 , NO_3 , SO_4 and pH are plotted against the total amount of inorganic matter. The material in each case is divided in three parts, one comprising the samples from Dalecarlia, one the province of Kristianstad and one the province of Malmöhus. The correlation between the different quantities is very good and the average composition of the dry substance of well water does not seem to vary from southern Sweden to Dalecarlia. The only difference is that the Dalecarlian waters are more diluted than those from the southern part of the country.

Iron and manganese are exceptions. The Dalecarlian waters contain considerably higher amounts of these elements than those from the southern part of the country.

On Map 23 we see that the nearer we approach the mountains, the less salt is contained in the waters.

Chemical denudation and accumulation.

In Table 5 and Map 24 I have tried to show how much of the precipitate runs off on the surface, how much percolates the soil and how much is taken up by the vegetation.

From these data and the data given on the composition of the well water it is possible to calculate to what extent the different elements are carried away by the percolating soil solution. Joel Eriksson has estimated the amounts carried away by the River Dalälven. In Table 6 these data are compared and it is seen that the percolating water carries down about 4 times as much as the river takes away. The conclusion must be that a strong accumulation is taking place in deeper layers of the subsoil. The only counteracting factor is the uptake of nutrients by the plants.

If all the manganese present were soluble by water, this element would be washed from the top centimeter of soil within 140 years, the iron in 550 years and the lime in about 25 years.

**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 + explanation Sw. kr. 10:—, map sheet Sw. kr. 8:—)

- N:o 185 *Horndal* av R. SANDEGREN och B. ASKLUND. 1943
 » 186 *Möklinta* av R. SANDEGREN och B. ASKLUND. 1946
 » 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. ASKLUND. 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. GELJER, B. COLLINI, H. MUNTHE och R. SANDEGREN. 1951

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 + explanation Sw. kr. 8:—, map sheet Sw. kr. 6:—)

- N:o 1 *Hardeberga* av G. EKSTRÖM. 1947, karta med beskrivning
 » 2 *Lund* » » 1952, » » »
 » 3 *Revinge* » » » t. v. utan beskrivning
 » 4 *Löberöd* » » » t. v. utan beskrivning
 » 5 *Örtofta* » » » under tryckning

Årsbok 43 (1949)

	Pris
N:o 503 KULLING, OSKAR, Spår av Varangeristiden i Norrbotten. Summary: Traces of the Varanger ice age in the Caledonides of Norrbotten, Northern Sweden. 1951	2,00
» 504 BJÖRSJÖ, N., Israndstudier i södra Bohuslän. Med 2 kartplanscher. Summary: Studies of marginal deposits and of ice borders in South Bohuslän. 1949	7,50
» 505 BROTZEN, F., De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del 2: Undre krita och trias. Med 1 plansch. Summary: The geological results from the deep-borings at Höllviken. Part. 2: Lower Cretaceous and Trias. 1950	3,00
» 506 LUNDBLAD, BRITTA, De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del 3: Microbotanical studies of cores from Höllviken, Scania. With 2 plates. 1949	1,50
» 507 LUNDBLAD, BRITTA, De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del 4: On the presence of Lepidopteris in cores from Höllviken II. With 1 plate. 1949	1,50
» 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 GELJER, PER, The Rektor ore body at Kiruna. With one plate. 1950	1,50

VÄND!

Årsbok 44 (1950)

N:o 515	GRIP, ERLAND, Geology of the sulphide deposits at Menstråsk and a comparison with other deposits in the Skellefte district. With 4 plates. 1951	5,00
» 516	ÖDMAN, OLOF, Manganese mineralization in the Ultevis district, Jokkmokk, North Sweden. Part 2. Mineralogical notes. 1950	1,50
» 517	ASKLUND, BROR, Kosteröarna, ett nyckelområde för västra Sveriges prekambrika geologi. Summary: The Koster isles, a key area for the Pre-Cambrian geology of Western Sweden. Med 2 tavlor. 1950	6,00
» 518	ARRHENIUS, O., Vissa ämnens fördelning i marken i Kopparbergs län. Summary: Some minor elements of the soils in the province of Kopparberg (Dalecarlia). 1952	2,50
» 519	WENNER, C. G., Fjärås bräcka. 1951	3,00

Årsbok 45 (1951)

» 520	SUNDIUS N., Kvarts, fältspat och glimmer samt förekomster därav i Sverige. 1952	10,00
» 521	GAVELIN, S., Lime metasomatism and metamorphic differentiation in the Adak area. 1952	3,50

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	GELJER, PER och MAGNUSSON, 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 utgångna)	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

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Drottninggatan 20. Stockholm 16.