SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

SER. C. Afhandlingar och uppsatser. N:o 172.

KINNEKULLE

DESS GEOLOGI

OCH

DEN TEKNISKA ANVÄNDNINGEN AF DESS BERGARTER

I. KINNEKULLES BERGGRUND, AF G. HOLM.

II. DEN TEKNISKA ANVÄNDNINGEN AF KINNEKULLES BERGARTER. AF G. HOLM.

III. KINNEKULLES JORDARTER. AF H. MUNTHE.

HÄRTILL 5 KARTOR, TAFL. 1—5.

STOCKHOLM
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
1901

FÖRORD.

Rörande tillkomsten af föreliggande publikation torde följande böra meddelas: Den af Skaraborgs läns hushållningssällskap tillsatta kommittéen för länets representerande vid Allmänna Skandinaviska Industriutställningen i Stockholm 1897 hade bland annat för afsikt att genom en specialutställning åskådliggöra kalkbränningens och stenindustriens ståndpunkt inom länet. Enär dessa industrigrenar företrädesvis bedrifvas på Kinnekulle, borde då en mera detaljerad framställning af detta bergs geologi ingå i sagda specialutställning, hvarför kommittéen vände sig till dåvarande chefen för Sveriges Geologiska Undersökning med begäran därom, att genom Undersökningens försorg skulle upprättas bergartskarta och profil öfver Kinnekulle samt insamlas statistiska uppgifter rörande på bergarternas tillgodogörande grundade industrier. Denna begäran blef af Chefen bifallen, och under sommaren 1896 företogos de nödiga fältarbetena, bestående dels i geologisk rekognoscering af berggrunden och dels i upprättande af höjdkarta med 5 meters ekvidistans mellan höjdkurvorna. Den geologiska rekognosceringen verkställdes af undertecknad; upprättandet af höjdkartan utfördes enligt kommittéens uppdrag och på dess bekostnad, af Löjtn. F. R. Löwenborg, hvilken äfven sedermera på grund af det sålunda erhållna materialet förfärdigade den med geologiska beteckningar försedda modell af Kinnekulle, som ingick bland länets utställningsföremål. [1])

Enär det ganska betydande arbete, hvilket sålunda blifvit nedlagdt på studiet af Kinnekulles berggrund, icke kunde anses hafva blifvit fullt tillgodogjordt blott genom den nämnda expositionsmodellen, beslöt Chefen för Sveriges Geologiska Undersökning, att de vunna resultaten skulle offentliggöras i form af en särskild geologisk beskrifning öfver Kinnekulle. För att denna skulle blifva så allsidig som möjligt, beslöts därjämte, att äfven en jordartskarta öfver berget skulle upprättas. Den härför nödiga rekognosceringen utfördes sommaren 1897 af Dr W. Jonson samt några revisionsarbeten följande år af Dr H. Munthe. År 1896 verkställdes därjämte af Löjtn. C. J. O. Kjellström och undertecknad en del specialafvägningar för bestämmandet af berglagrens mäktigheter och lutningsförhållanden, och användes därvid af Löjtn. Löwenborg bestämda fixpunkter såsom utgångspunkter.

Vid samtliga fältarbetena begagnades Ekonomiska Kartverkets stomkarta i skalan 1 : 20000 såsom kartografiskt underlag, hvadan denna äfven utgjort underlaget för de här bifogade och med höjdkurvor försedda berggrunds- och jordartskartorna i halfva den nämnda skalan, eller 1 : 40000.

[1]) Modellens längdskala var 1 : 10000, höjdskala 1 : 2000.

Statistiska uppgifter äfvensom andra upplysningar rörande de på bergarternas tillgodogörande grundade industrierna hafva beredvilligt lämnats från vederbörande i samtliga de bolag, hvilka på Kinnekulle idka industriel verksamhet. Bland de personer, till hvilka författaren härutinnan står i särskild tacksamhetsskuld, är i främsta rummet att nämna ägaren till Råbäck och verkställande direktören för Hellekis aktiebolag, Frih. C. Klingspor; vidare förvaltaren vid Råbäck Hr J. F. Ericson, förvaltaren vid Hellekis Hr A. Stenbeck samt Ingeniör O. Undén vid Gösäter. Föreståndaren för Hellekis cementfabrik, Ingeniör O. Hillfors, har meddelat ett betydligt antal bergartsanalyser och andra prof, utförda på cementfabrikens laboratorium. Analyser af bränd kalk från Kinnekulle hafva vidare meddelats af stadskemisten i Göteborg Dr E. Alén. En del analyser hafva slutligen äfven utförts på Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium af Undersökningens kemist, Dr H. Santesson.

Stockholm i febr. 1901.

G. Holm.

INNEHÅLL.

Sid.

I. **Kinnekulles berggrund,** af G. Holm . . . . . 1.

Inledning . . . . . 1.
Kinnekulles byggnadsled . . . . . 3.
Allmän öfversikt . . . . . 3.
Sandstenslagret och dess undergrund . . . . . 6.
Alunskifferlagret . . . . . 14.
Ceratopygekalken . . . . . 32.
Undre Graptolitskiffern . . . . . 37.
Orthocerkalken . . . . . 40.
Chasmopskalken . . . . . 54.
Trinucleusskiffern . . . . . 57.
Brachiopodskiffern . . . . . 58.
Öfre Graptolitskiffern . . . . . 60.
Diabastäcket . . . . . 63.
De Kambrisk-Siluriska lagrens mäktigheter, allmänna lutning och lagerrubbningar 65.
Mäktighetsbestämningar . . . . . 65.
Lagrens allmänna lutning . . . . . 68.
Lagerrubbningar . . . . . 69.
Bihang. Sammanställning af de för mäktighets- och lutningsbestämningarna gjorda afvägningarna 71.

II. **Den tekniska användningen af Kinnekulles bergarter,** af G. Holm. . . . . 77.

Kalkbränning . . . . . 78.
Cementtillverkning . . . . . 89.
Alunskifferns tillgodogörande . . . . . 92.
Alunskifferns användning såsom bränsle . . . . . 92.
Tegeltillverkning af alunskiffer . . . . . 94.
Bergoljas utvinnande ur alunskiffer . . . . . 95.
Alunskiffer såsom råämne för aluntillverkning . . . . . 95.
Stenindustri . . . . . 96.
Kvarnstensgneis . . . . . 96.
Sandsten . . . . . 97.
Kalksten . . . . . 99.
Öfversikt af försäljningsvärdet för de på tillgodogörandet af Kinnekulles bergarter grundade industriprodukter . . . . . 111.
Bihang. Kommunikationer . . . . . 113.

III. **Kinnekulles jordarter,** af H. Munthe . . . . . 119.

Inledning . . . . . 119.
Landisens verksamhet och aflagringar . . . . . 120.
Yoldiahafvet och dess aflagringar . . . . . 132.
Sötvattensbildningar . . . . . 139.
Vittringsjord . . . . . 140.
Källor . . . . . 144.

Förteckning öfver kartorna.

Tafl. 1. Berggrundskarta . . . . . (lös)
» 2. Diagram utvisande några af lagrens i Kinnekulle höjd öfver hafvet samt lutning . . . mot sid. 76.
» 3. Grafisk framställning af kalkproduktionen på Kinnekulle under åren 1890—1896 . . » » 116.
» 4. Grafisk framställning af stenindustrien och cementtillverkningen på Kinnekulle under året 1896 . . . . . » » 118.
» 5. Kvartärgeologisk karta (Jordartskarta) . . . . . (lös)

Förteckning öfver bilderna i texten.

			Sid.
Fig.	1.	*Mickwitzia monilifera* LINRS.	7.
»	2.	Spårform benämnd *Eophyton*	8.
»	3.	Spårform benämnd *Cruziana*	9.
»	4.	Låg sandstenskant vid stranden af Vänern, norr om Hellekis hamn	10.
»	5.	Råbäcks sandstensbrott	11.
»	6.	*Paradoxides Forchhammeri* ANG.	15.
»	7.	*Olenus gibbosus* WAHLENB.	15.
»	8.	Skematisk profil af alunskifferlagret	16.
»	9.	Orstensboll	18.
»	10.	Orstensboll, sönderbruten samt åter hopläkt	18.
»	11.	Stänglig orsten	19.
»	12.	Orstensboll i alunskiffer	20.
»	13.	Kalk- och alunskifferbrottet vid Gösäter	22.
»	14.	Orstenslager med flinta, vittrad yta	23.
»	15.	*Agnostus parvifrons* LINRS.	28.
»	16.	*Orthis exporrecta* LINRS.	29.
»	17.	*Orthis Lindströmi* LINRS.	29.
»	18.	*Acrothele coriacea* LINRS.	29.
»	19.	*Hyolithus tenuistriatus* LINRS.	29.
»	20.	*Agnostus lævigatus* DALM.	29.
»	21.	»*Leperditia*» *primordialis* LINRS.	29.
»	22.	Skiktyta i orsten med *Agnostus lævigatus* LINRS. och *Liostracus costatus* ANG.	30.
»	23.	Skiktyta i orsten med *Olenus*-arter	30.
»	24.	*Agnostus pisiformis* LIN.	31.
»	25.	Skiktyta i orsten med *Agnostus pisiformis* LIN.	31.
»	26.	*Sphærophthalmus alatus* BOECK.	32.
»	27.	*Peltura scarabæoides* WAHLENB.	32.
»	28.	*Ceratopyge forficula* SARS.	33.
»	29.	*Euloma ornatum* ANG.	35.
»	30.	*Niobe insignis* LINRS.	35.
»	31.	*Phyllograptus angustifolius* HALL.	37.
»	32.	*Didymograptus*-art	39.
»	33.	*Tetragraptus quadribrachiatus* HALL.	39.
»	34.	*Tetragraptus fruticosus* HALL.	39.
»	35.	*Orthoceratit* (*Endoceras Wahlenbergi* FOORD)	41.
»	36.	*Orthoceratit* med kamrarna ofullständigt utfyllda af kalkspat	41.
»	37.	Skärning genom en del af den Undre Rödstenen i nedfartsvägen från Råbäcks kalkstensbrott	42.
»	38.	Profil af en del af den lägre Orthocerkalken vid Råbäck	44.
»	39.	*Megalaspis limbata* BOECK	46.
»	40.	Skiktyta af kalkstenslager till väsentlig del bildadt af *Sphæronites pomum* GYLLENH.	48.
»	41.	*Sphæronites pomum* GYLLENH.	48.
»	42.	*Megalaspis Heros* DALM.	49.
»	43.	*Orthoceras Kinnekullense* FOORD	50.
»	44.	*Endoceras vaginatum* SCHLOTH.	51.
»	45.	*Estonioceras convolvens* HIS.	51.

Sid.
Fig. 46. *Trocholites* cfr *orbis* SCHRÖDER . . . . . 53.
» 47. *Ancistroceras undulatum* BOLL. . . . . 53.
» 48. *Lituites* sp. . . . . 53.
» 49. *Chasmops* sp. . . . . 55.
» 50. *Beyrichia costata* SALT. . . . . 56.
» 51. *Echinosphærites aurantium* GYLLENH. . . . . 56.
» 52. *Trinucleus Wahlenbergi* ROUAULT . . . . . 57.
» 53. *Homalonotus platynotus* DALM. . . . . 59.
» 54. *Dalmanites mucronatus* BRONGN. . . . . 59.
» 55. *Rastrites hybridus* LAPW. . . . . 61.
» 56. *Monograptus leptotheca* LAPW. . . . . 61.
» 57. *Climacograptus scalaris* (LIN.) TÖRNQ. . . . . 62.
» 58. *Retiolites Geinitzianus* BARR. . . . . 62.
» 59. *Monograptus priodon* (BRONN) BARR. . . . . 63.
» 60. Profil i Gösäters kalkbrott . . . . . 80.
» 61. Profil i Råbäcks kalkbrott . . . . . 81.
» 62. Profil i kalkbrottet vid Blomberg . . . . . 82.
» 63. Kalkbrottet vid Hönsäter . . . . . 83.
» 64. Kalkugn under tömning. Hönsäters kalkbrott . . . . . 84.
» 65. Cementkalkstensbrottet vid Hellekis, nordligaste änden . . . . . 90.
» 66. Kalkstensbrott vid Råbäck . . . . . 100.
» 67. Profil i Råbäcks kalkstensbrott . . . . . 102.
» 68. Profil i kalkstensbrotten Ö om Skattetomten . . . . . 102.
» 69. Två parallellprofiler i VNV öfver Högkullen och trakten SSV därom . . . . . 127.
» 70. Den östra från Högkullen utgående ryggen . . . . . 128.
» 71. Högkullens södra vägg och östra ryggen samt »fjällkitteln» därnedanför . . . . . 129.
» 72. Undre rödstensklefven visande halffärdiga raukar m. m. NO om Trollmen . . . . . 133.
» 73. Rauk i undre rödstensklefven vid Mörkeklef. . . . . 134.
» 74. Undre rödstensklefven och från denna nedrasade stora block. S. om Martorps kvarn . . . . 135.

I. Kinnekulles berggrund

af

G. HOLM.

(Härtill 2 kartor, tafl. 1 och 2.)

Inledning.

Kinnekulles läge, höjd och storlek.

Från östra stranden af den vik af Vänern, som benämnes Kinneviken, höjer sig Kinnekulle såsom en stor isolerad bergmassa, hvars allmänna form träffande betecknas af dess i orten vanliga benämning »Kullen». Dess högsta punkt når 262,8 *m* öfver Vänern eller 306,9 *m* öfver hafvet, dess bas bildar en i NNO—SSV långsträckt oval med en längd af omkr. 14 och en bredd af 7 *km*. Till sin norra och största del är Kinnekulle belägen inom Kinne härad, dess sydliga ände tillhör Kinnefjärdings härad, båda af Skaraborgs län. [1])

Öfverblick af geologiska byggnaden.

Liksom Kinnekulle till sitt yttre skarpt skiljer sig från det närmast liggande landet, så afviker den ock fullständigt från detta i fråga om geologisk byggnad. Medan det angränsande slättlandets berggrund utgöres af den i Västergötland vanliga, urberget tillhörande järngneisen, består nämligen Kinnekulle af ofvanpå denna gneis i närmelsevis vågrätt läge hvilande lager afsatta under den *kambrisk-siluriska tiden*. Dessa lager äro — såsom längre fram skall visas — många och växlande, men sedan gammalt har man med hänsyn till bergarternas beskaffenhet plägat sammanföra dem till fyra hufvudlager: *sandsten*, *alunskiffer*, *kalksten* och *lerskiffer*, en indelning, som onekligen är ganska lämplig, då det blott är fråga om en helt allmän öfverblick af lagerföljden. Ofvanpå lerskiffern och bildande öfversta delen af den s. k. »Högkullen», ligger en bädd af en mörk, eruptiv bergart, vanligen kallad »trapp», men på petrografiskt språk benämnd »diabas».

[1]) Icke mindre än åtta kyrksocknar falla helt eller delvis inom bergets område, nämligen hela Medelplana, Österplana och Västerplana socknar, större delen af Kinne-Klefva socken, ungefär hälften af Husaby socken samt mindre delar af Fullösa, Källby och Kestads socknar. Inom kartområdet nedanför Kinnekulle ligger dessutom närmare hälften af Sils socken samt hörn af Forshems, Skelfvums och Broby socknar.

I grofva drag är Kinnekulles lagerföljd således:

Trapp
Lerskiffer
Kalksten
Alunskiffer
Sandsten
Gneis.

Kinnekulles fotlinje sammanfaller i öster och i väster med sandstenens gräns mot urberget. I söder sträcker sig sandstenen något ut på slätten och i norr går den ut på Vänerns botten, men antagligen icke långt. Kinnekulles område sammanfaller således i det stora hela med de kambrisk-siluriska lagrens.

Lagrens forntida större utsträckning.

Såsom ofvan nämndes, står Kinnekulle nu ganska isolerad, men den saknar dock icke motstycken. En med den likartad geologisk byggnad återfinnes å ena sidan i Falbygdens berg (Billingen, Mösseberg, m. fl.) och å den andra i Halle- och Hunneberg. De ena som de andra bestå nämligen likt Kinnekulle af trapp hvilande på kambrisk-siluriska lager. Samtliga dessa äro rester af en stor formation, hvilken ursprungligen sträckte sig öfver större delen af vårt land och äfven långt utom dettas gränser. Hvad Sverige beträffar har det mesta af denna stora formation blifvit förstördt under senare geologiska perioder; numera finnas endast jämförelsevis små rester där och hvar kvar, vittnande om hvad som en gång varit, och bland dessa rester är Kinnekulle den kanske mest intressanta.

Terrassplan och »klefvar».

Redan LINNÉ beskrifver, hurusom Kinnekulles sluttningar höja sig trappstegsformigt, ett förhållande, som isynnerhet framträder inom bergets lägre hälft. Denna topografiska egendomlighet sammanhänger på det närmaste med bergets af omväxlande hårdare och lösare lager bestående byggnad. Jämförelsevis hårda äro nämligen sandstens- och kalkstenslagren, lösa däremot skiffrarna. När en dylik lagerserie angripes af de denuderande krafterna, vare sig dessa härröra från atmosfärilierna, hafvet eller landisen, blir resultatet alltid det, att de lösa lagren bilda jämna sluttningar, de hårda åter tvära afsatser, ofvanför hvilka uppstå smalare eller bredare terrasplan. Tvenne sådana afsatser, eller »klefvar», [1]) äro särdeles skarpt utbildade på Kinnekulle, så skarpt t. o. m., att de mycket tydligt framträda äfven på den topografiska kartan i skalan 1 : 100000. [2]) Dessa afsatser hafva ock i orten erhållit särskilda namn, den ena, som bildas af sandstenslagrets öfre del, kallas »*sandstensklefven*», den andra kallas »*rödstensklefven*», emedan den bildas af »rödstenen», en genom sin brunröda färg utmärkt afdelning i kalkstenens lägre del. Utom dessa stora afsatser finnas flera mindre. Dessa skola längre fram omnämnas i samband med beskrifningen af de särskilda lagren.

[1]) »*Klef*» betyder i Västergötlands allmogespråk en hög, lodrät bergvägg eller brant backe. Jämför fornsachsiska *clif* = berg, klippa; samt plattyska *klif* = brink, brant backe.

[2]) Se det topogr. kartbladet »Mariestad», från hvilket underlaget till de här bifogade småkartorna, tafl. 2—4, är hämtadt.

Kinnekulles byggnadsled.

Allmän öfversikt.

Kinnekulle innehåller en fullständigare samt mera öfverskådlig och oafbruten följd af de kambriska och siluriska systemens lager från de äldsta fossilförande till högt upp i Öfversilur, än som förekommer samlad på något annat ställe inom Sverige. Härtill kommer lagrens orubbade, nästan horisontela läge, hvarigenom något misstag eller någon tvekan om deras inbördes åldersföljd ej kan äga rum. Lagerserien på Kinnekulle har därföre också i väsentlig mån legat till grund för indelningen inom Sverige af dessa system i vissa för större delar af landet gällande, lätt urskiljbara hufvudlager; den utgör så att säga den normalserie, medelst hvilken åldersföljden af de kambrisk-siluriska lagren inom andra trakter, där lagringsförhållandena genom starka rubbningar eller genom jordbetäckning äro otydliga, kunnat bestämmas. Det var också med Kinnekulles och de öfriga Västgötabergens klara och rediga, fossilrika lager till utgångspunkt, som ANGELIN [1]) i inledningen till »Palæontologia Scandinavica» uppställde den första genomförda vetenskapliga indelningen af de kambrisk-siluriska bildningarna i Skandinavien. Af stor vikt för den fortsatta och mera detaljerade utredningen inom Sverige af dessa bildningars geologi var det äfven, att G. LINNARSSON började sina arbeten med ett ingående studium af Kinnekulle och af de öfriga Västgötabergen, där lagerföljden är likartad, om än ej lika fullständig. Förutom i ett par smärre, föregående uppsatser [2]) har LINNARSSON utförligare sammanfattat resultaten af sina studier af Kinnekulles geologi och palæontologi i sitt hufvudarbete »Om Vestergötlands Cambriska och Siluriska aflagringar». [3]) Detta arbete är ännu den förnämsta källan beträffande dessa, och den af LINNARSSON därstädes uppställda lagerindelningen, hufvudsakligen byggd på ANGELIN's, men rättad och vidare utvecklad, är fortfarande den bestående. I Västgötabergen hade visserligen redan sedan äldre tider, först af KALM [4]) och LINNÉ [5]) samt sedermera af HERMELIN [6]), HISINGER [7]) och

[1]) ANGELIN, N. P. Palæontologia Scandinavica, Pars 2. — Lund 1854.

[2]) LINNARSSON, J. G. O. Om de siluriska bildningarne i mellersta Vestergötland. — Akad. afhandl. — Stockholm 1866.
— —. Bidrag till Vestergötlands Geologi. — Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. 1868, N:o 1, sid. 53.

[3]) — —. Om Vestergötlands Cambriska och Siluriska aflagringar. — K. Vet. Akad. Handl., Bd 8, N:o 2. — Stockholm 1869.

[4]) KALM, P. Västgöta och Bohusländska resa. — Stockholm 1746.

[5]) LINNÉ, C. Västgötaresa. — Stockholm 1747.

[6]) HERMELIN, S. G. Rön och försök, hörande till Mineralhistorien öfver Skaraborgs län i Västergötland. — K. Vet. Akad. Handl. 1767. Vol. 28, sid. 20, tab. 1. — Stockholm 1767.

[7]) HISINGER, W. Minerographiska anmärkningar öfver en del af Skaraborgs län, isynnerhet Halle- och Hunneberg. — K. Vet. Akad. Handl. 1797, sid. 28, tab. 2—3. — Stockholm 1797.
— — Anteckningar i Physik och Geognosi under resor i Sverige och Norge. Häft. 4, sid. 47. — Stockholm 1828.

WAHLENBERG [1]) urskilts de fyra förut omnämnda hufvudlagren: sandsten, alunskiffer, kalksten och lerskiffer, men denna indelning var grundad uteslutande på bergarternas petrografiska beskaffenhet och saknade därför strängt vetenskaplig basis. En sådan kunde erhållas först sedan palæontologien eller kännedomen om fossilen, de i berglagren inbäddade lämningarna efter utdöda djur- eller växtformer, som lefvat samtidigt med det lagers afsättning, i hvilket de förekomma inneslutna, erhållit en så stor utveckling, att man lärt sig igenkänna och noga skilja de viktigaste och allmännaste af de för hvart och ett af de olika lagren egendomliga försteningarna. Man har nämligen påvisat, att åtminstone hvarje särskildt hufvudlager innehåller för detsamma egendomliga former, hvilka vid slutet af lagrets bildningsperiod dött ut och ersatts af andra med dessa mer eller mindre nära besläktade.

De af LINNARSSON för Kinnekulle uppställda hufvudlagren, hvilka han benämnt »efter deras mest karakteristiska försteningar», äro följande:

9. Öfre Graptolitskiffer.
8. Brachiopodskiffer.
7. Trinucleidskiffer.
6. Beyrichiakalk.
5. Orthoceratitkalk.
4. Undre Graptolitskiffer.
3. Ceratopygekalk.
2. Olenidskiffer.
1. Fucoidsandsten.

Dessa LINNARSSON's hufvudlager äro i allmänhet lätta att skilja från hvarandra äfven genom bergarterna, ty till och med i smärre stycken kunna för ett vant öga bergarterna i de olika lagren utan svårighet igenkännas. Då därtill vissa af dessa bergarter hafva stor betydelse i tekniskt hänseende, så har det ansetts lämpligast att i föreliggande arbete, som är afsedt för en större allmänhet, bibehålla ofvannämnda hufvudlager så väl på kartan som i beskrifningen, fastän några af dem numera befunnits böra på palæontologiska grunder uppdelas i tvenne eller flera särskilda, med de öfriga jämnbördiga. För att göra kartan och beskrifningen lättfattligare skulle det hafva varit önskvärdt att, med uteslutande af alla från latinska fossilnamn härledda lagerbenämningar, använda blott sådana, som äro i trakten brukliga. Detta har dock befunnits ogörligt, emedan de senare icke motsvara den lagerindelning, som vetenskapen fordrar. Endast beträffande de tvenne lägsta lagren, »Fucoidsandstenen» och »Olenidskiffern», hafva LINNARSSONS namn kunnat utbytas mot enklare. (Se schemat på kartan.) Detta har likväl skett hufvudsakligen af andra orsaker, hvarom mera här nedan. Namnet »Beyrichiakalk» har sedermera af LINNARSSON själf utbytts mot *Chasmopskalk*.

De af LINNARSSON's ofvan anförda lager, hvilka sedermera af LINNARSSON själf, på grund af sina försteningar och af tydligare förhållanden eller bättre utveckling på andra

[1]) WAHLENBERG, G. Om Svenska jordens bildning. — Tidskriften Svea, häft. 1. (Särskildt aftryckt efter andra upplagan af detta häfte). — Upsala 1824.

trakter, befunnits böra uppdelas i självständiga, med de öfriga jämnbördiga lager, äro: *Fucoidsandstenen*, *Olenidskiffern*, *Orthoceratitkalken* och *Öfre Graptolitskiffern*.

Gränsen mellan *Öfver-* och *Under-siluriska systemen* har med stöd af förhållandena på Falbygden och för öfrigt på skäl, som längre fram närmare anföras, dragits inom *Brachiopodskiffern* enligt LINNARSSON's begränsning af denna. Beträffande åter gränsen mellan *Under-* och *Mellan-kambrium* må anmärkas, att den öfre afdelningen af sandstenen räknats till *Under-kambrium*, fastän inga afgörande fossil funnits i densamma.

Följande tablå gifver en öfversikt af den sålunda erhållna lagerföljden i Kinnekulle. Nummerordningen motsvarar den i LINNARSSON's schema på föregående sida.

Öfversilur	9.	Öfre Graptolitskiffer	9, *b.*	*Retiolitesskiffer.*
			9, *a.*	*Rastritesskiffer.*
	8.	Brachiopodskiffer	8.	*Brachiopodskiffer.*
Undersilur	7.	Trinucleusskiffer	7.	*Trinucleusskiffer.*
	6.	Chasmopskalk	6.	*Chasmopskalk.*
	5.	Orthocerkalk	5, *c.*	*Lituitkalk.*
			5, *b.*	*Vaginatumkalk.*
			5, *a.*	*Limbatakalk.*
	4.	Undre Graptolitskiffer	4.	*Phyllograptusskiffer.*
	3.	Ceratopygekalk	3.	*Ceratopygekalk.*
Öfverkambrium / **Mellankambrium**	2.	Alunskiffer	2, *b.*	*Olenidskiffer.*
			2, *a.*	*Paradoxidesskiffer.*
Underkambrium	1.	Sandsten	1, *b.*	*Lingulidsandsten.*
			1, *a.*	*Mickwitziasandsten.*

Sandstenslagret (1) och dess undergrund.

Undergrund af vittrad gneis.

Sandstenen hvilar omedelbart på den i Kinnekulles omgifning rådande gneisen, och denna torde, i likhet med hvad fallet är vid norra änden af Billingen och vid det norr därom belägna lilla Lugnåsberget, öfverallt närmast under sandstenslagret vara vittrad till ett djup af en eller halfannan meter. Denna vittring består däri, att bergartens ena fältspat, oligoklasen, sönderdelats och omvandlats till ett kaolinartadt pulver, medan bergarten för öfrigt förblifvit oförändrad. Gneisen har härigenom blifvit uppluckrad samt erhållit ett till kvarnsten synnerligen lämpligt, skarpt skärande gry, beroende därpå, att kvartsen bildar, jämte ortoklasen, ett sammanhängande fast och hårdt skelett, i hvilket den lösare kaolinmassan utfyller mellanrummen. Vittringen hade sannolikt ägt rum redan innan sandstenens afsättning. Det är nämligen endast under eller i den omedelbara närheten af sandstenen, som den vittrade gneisen (»kvarnstensgneisen») träffas; på något afstånd från sandstenen utgöras berghällarna däremot af ovittrad gneis. Genom denudationen har det vittrade här förstörts och den ursprungliga, djupare liggande, oförändrade gneisen blottats. Vid norra änden af Billingen och i synnerhet vid Lugnås, hvarest sedan länge en betydlig brytning af kvarnsten äger rum, hafva dessa förhållanden kunnat tydligt iakttagas. Att desamma äro likartade äfven på Kinnekulle, kan man sluta sig till af följande: Vid sydänden af berget, vid Possagårdens såg i Källby socken, hafva kvarnstenar fordom brutits, ehuru brotten numera äro igenlagda; vid nordänden har försök till kvarnstensbrytning skett vid Gösäter, och vittrad gneis har där påträffats; omkring Råbäcks hamn har gneisen likaledes ett vittradt utseende, ehuru någon brytning här ej förekommit; och vid Trollmens hamn hafva stycken af vacker kvarnstensgneis, liknande den vid Lugnås, träffats uppkastade på stranden. Gneisytan, på hvilken sandstenens bottenlager afsatte sig, synes hafva varit ojämn i så väl stort som smått.

Sandstenslagrets mäktighet och indelning.

Sandstenslagret, hvars mäktighet uppgår till omkr. 34 *m*, kan på grund af så väl bergartens beskaffenhet som inneslutna försteningar indelas i tvenne afdelningar. Den omkr. 10 *m* mäktiga undre afdelningen består af en skifvig sandsten, som närmast den underliggande gneisen öfvergår till ett konglomerat. Efter ett i densamma förekommande fossil, en brachiopod, *Mickwitzia monilifera* Linrs. (fig. 1), kan den lämpligen benämnas »*Mickwitziasandsten*». I den öfre, omkr. 24 *m* mäktiga afdelningen är sandstenen mera jämn och likformig. Äfven här är det mest karakteristiska bland de få förhandenvarande fossilen en liten brachiopod, en *Lingulid*, hvarför denna afdelning kallas »*Lingulidsandsten*». [1])

Mickwitziasandsten.

Sandstenslagrets undre afdelning, *Mickwitziasandstenen*, är i motsats till den öfre, hvilken bildar de branta väggarna af sandstensklefven, sällan tillgänglig. Den döljes van-

[1]) Förr begagnades andra benämningar för dessa sandstenslager, hvarom närmare längre fram.

ligen af raset vid klefvens fot eller täckes af lösa jordlager, eller också sänker den sig helt eller delvis under Vänerns yta. Någon fullständig profil finnes ej blottad. Närmast ofvanpå den vittrade gneisytan följer, såsom nämndt, ett bottenkonglomerat. Detta utgöres af några skikt, af hvilka det lägsta är betydligt tjockare och gröfre än de öfriga samt innehåller kvartsbollar. Sådana finnas äfven i de närmast följande sandstenslagren, och så väl dessa som konglomeratet innehålla korn af fältspat. Kvartsbollarna visa ofta samma yttre form med egendomliga kanter och facettartade, jämna eller gropiga ytor, som äro karakteristiska för stenar på nutida flygsandsfält (tyskarnes »Dreikanter» eller »Pyramidalgeschiebe»), och hvilka uppkommit genom nötning förmedelst med vinden drifvande sand. Uppkomsten af dylika former hos vissa af kvartsbollarna i konglomeratet måste därför tillskrifvas samma orsaker, hvadan dessa bollar utgöra verkliga, före inbäddningen bildade »vindslipade stenar» från förutvarande flygsandsfält, hvilka vid hafvets inbrytande utslammades och omlagrades.

Bottenkonglomerat.

Vindnötta stenar i konglomeratet.

Fig. 1. *Mickwitzia monilifera* LINRS. Ofullständigt exemplar, men visande skalets egendomliga skulptur. — Dubbla storleken. Efter LINNARSSON.

Konglomeratet kan iakttagas dels vid den ofvan omnämnda Possagårdens såg i bäcken nedom dammen, dels också söder om Råbäcks hamn, hvarest det vid lägre vattenstånd är synligt såsom hällar i sjökanten. Vid Hönsäter har det genombrutits vid brunnsprängning och vid Gösäter i den för kvarnstensbrytning öppnade, numera igenrasade skärpningen. Det har endast helt ringa mäktighet.

Den ofvan konglomeratet vidtagande hufvuddelen af lagret är blottad på flera ställen. Så t. ex. är den öfre delen med gränsen till Lingulidsandstenen genomskuren i nedfartsvägen till Råbäcks hamn samt i sandstensbrottet norr därom, äfvensom i järnvägsskärningen mellan Hönsäters station och Sjörås; den lägre delen i ett gammalt brott vid Possagårdens såg. Brunnar, vid Hönsäter samt vid en banvaktstuga V om Sjörås, nedgå äfven i ifrågavarande sandsten. Bergarten är synnerligen karakteristisk. Den utgöres på Kinnekulle likasom vid Lugnås och på Billingen af en starkt skifvig sandsten med vanligen mycket tunna skikt, sällan öfverstigande ett par eller några få centimeter i tjocklek, samt mellanlagrade af gröngrå, starkt glimrig skifferlera. Själfva sandstenen är till färgen hvit eller hvitgrå, men på grund af skifferleran får lagret i sin helhet en gröngrå färgton. Glimmerbladen i skifferleran äro hvita, glänsande samt förläna ej sällan skikt- och skiffringsytorna ett silfverskimrande utseende. De tunnare sandstensskikten utkila ofta, och de tjockare öfvergå i tunnare genom inskjutande skifferlameller. Stundom blir bergarten en verklig sandstensskiffer med delvis knappt millimetertjocka småskikt. Sandstenens skiktytor äro ej sällan krusiga genom märken efter böljslag. På grund af de ofta ganska tjocka mellanlagrande skifferlerskikten visar emellertid ett underliggande sandstenslagers öfversida vanligen en helt annan skulptur än undersidan af det därpå närmast följande, hvilken utgör en afgjutning af skifferlerans en gång fria yta. Sandstensskiktens undersida är i detta fall oftast helt och hållet betäckt af upphöjda strimmor eller valkar med mer eller mindre regelbunden anordning och karakteristisk form. Dessa bildningar uppfattades och beskrefvos ursprungligen såsom lämningar af organismer. En del af de

Skiffrig sandsten.

Märken på skiktytorna.

strimmiga, stamliknande t. ex. tyddes såsom lämningar efter landväxter och benämndes *Eophyton* (fig. 2); vissa aflånga, valkformiga åter, ornerade med ett system ribbor, ordnade mer eller mindre transverselt på båda sidor om medellinjen, antogos härröra från någon djurform och benämndes *Cruziana* (fig. 3). NATHORST har emellertid sedermera påvisat, att hvarken de ena eller andra kunna i egentlig mening vara lämningar efter organismer, men väl afgjutningar af spår, som organismerna lämnat efter sig, då de krupit eller drifvit på det mjuka lerslammet vid en strand, i det ett sandskikt sedermera utbredt sig öfver detta, utfyllt spåren samt hindrat deras utplånande. *Eophyton* kan sannolikt antagas vara spår efter i samma lager förekommande medusor, hvilka släpat på slammet; *Cruziana* kan möjligen tolkas såsom spår efter trilobiter.

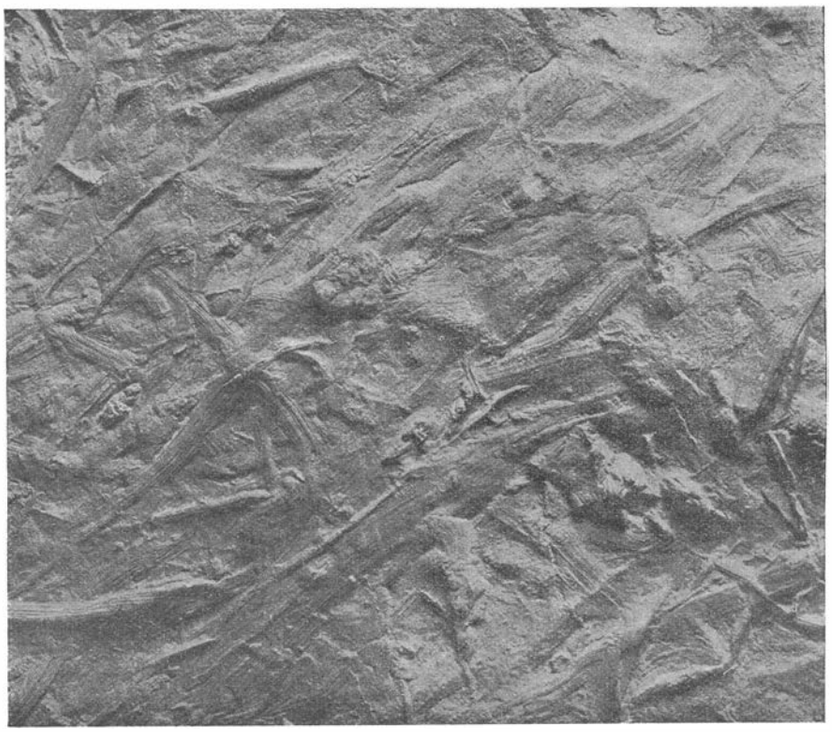


Fig. 2. Spårform benämnd *Eophyton*, bildad genom på en strand släpande föremål (sannolikt af medusornas armar och tentakler), i relief på undersidan af ett sandstensskikt genom utfyllning af motsvarande fördjupningar i den underliggande skifferleran. — Efter fotografi; omkr. halfva naturliga storleken.

NATHORST har äfven visat, att lerskikten tidvis varit så torrlagda, att slammet hunnit fullständigt torka innan sanden afsattes. Härigenom blir det förklarligt, hvarför spåren kunnat bibehålla sig så skarpa, hvilket annars väl knappt varit möjligt. Lerslammet har sedermera hårdnat till skifferlera, sanden till sandsten. Mickwitziasandstenen med sina omväxlande skikt af sand och lerslam, sin karakteristiska, linsformiga strandskiktning, sina märken efter böljslag på skiktytorna, m. m., som ofvan beskrifvits, har också helt och hållet karakteren af en strandbildning vid en långgrund strand. Den afsattes med sitt bottenkonglomerat vid början af den långvariga, af endast obetydliga oscillationer

Mickwitzia-sandstenen, strand-bildning.

afbrutna sänkningsperiod, som inleddes med hafvets inbrott öfver det gamla gneislandet med dess genom sekulär förvittring uppluckrade yta och härifrån härstammande, hufvudsakligen genom vinden bildade aflagringar.

De enda verkliga organiska lämningar, som på Kinnekulle funnits i Mickwitziasandstenen, utgöras af skalet af den nämnda *Mickwitzia monilifera* LINRS. (fig. 1). Att detta i den kalkfria sandstenen kunnat bibehålla sig, beror otvifvelaktigt på dess sammansättning af fosforsyrad kalk. [1]) På det närliggande Lugnåsberget har man i riklig mängd funnit intryck och afgjutningar af de till Cœlenteraterna eller Kavitetdjuren hörande medusorna, hvilkas geléartade kroppsmassa visserligen helt och hållet saknar fasta delar, men hvilken likväl lämnat intryck i slammet. *Fossil.*

Utmed västra, norra och östra sidorna af Kinnekulle synes Mickwitziasandstenen ej hafva någon nämnvärd utbredning i fältet, utan endast uppträda såsom en mycket smal randzon nedom den af Lingulidsandstenen bildade sandstensklefven. Under sträckan mellan Råbäck och Hönsäters hamn på nordvästra sidan, hvarest genom en sättning af gneisgrunden lagren ej så obetydligt hafva sjunkit ned och Mickwitziasandstenen därför ligger sänkt under Vänerns yta, har emellertid densammas utbredning på sjöbottnen ej kunnat bestämmas. Vid södra änden af berget torde den däremot sträcka sig ej obetydligt ut på slätten nedom nämnda klef. Detta framgår af förekomsten vid Possagårdens såg samt vid Tufvehagen norr om Kållängens gästgifvaregård, där enligt uppgift sandstensskiffer vid en brunnsgräfning träffats anstående. Gneishällar saknas också här inom ett betydligt område. I saknad af iakttagelsepunkter är emellertid sandstensområdets utbredningsgräns mot urberget här ganska osäker. Den har därför på kartan måst dragas helt schematiskt och hufvudsakligen med hänsyn till sandstensblockens utbredning. Orsaken till den större utbredningen i fält vid södra än vid norra änden af berget är att söka däri, att vid den förra den lösa Mickwitziasandstenen under istiden *Utbredning i fältet.*

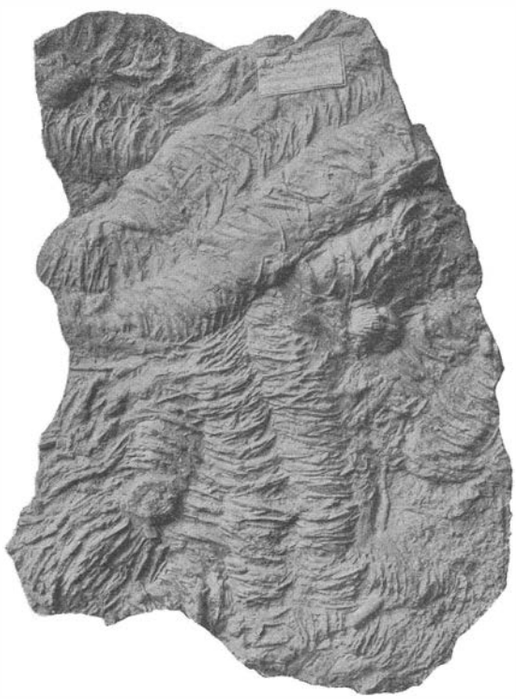


Fig. 3. Spårform benämnd *Cruziana* (sannolikt bildad af på strandslammet krypande Trilobiter) i relief på undre sidan af ett sandstensskikt, genom utfyllning af motsvarande fördjupningar i den underliggande skifferleran. — Efter fotografi; omkring hälften af den naturliga storleken.

[1]) Enär *Mickwitzia monilifera* har en vidsträckt utbredning ända till Underkambrium i Estland samt förbinder de lägsta trilobitförande lagren därstädes, *Olenellus*-lagren, med den lägre sandstenen i Västergötland, kan man vänta, att trilobitslägtet *Olenellus* skall påträffas äfven i denna senare. Det är äfven möjligt, att skallämningar af någon *Olenellus*-art verkligen förekommit i nämnda sandsten, men upplösts och utplånats i den föga kalkhaltiga bergarten. En antydan härom gifver måhända den ofvannämnda bildning, som benämnts *Cruziana*, och hvilken såsom nämnts sannolikt uppkommit genom rörelsen af en trilobit. Att denna varit en *Olenellus*-art ligger då, särskildt på grund af den ofta betydliga bredden af *Cruziana*-spåren, nära till hands att antaga.

låg i lä af berget i förhållande till isens rörelseriktning samt därför mera skyddats mot förstöring.

Gränsen mellan sandstenslagrets båda afdelningar är ej skarp. Något gränslager motsvarande det vid Lugnås af LINNARSSON iakttagna konglomeratlagret har ej blifvit funnet i Kinnekulle. Gränsen måste därför här dragas, där skifferskikten upphöra och sandstensskikten börja bilda tjockare lager eller bankar.

Fig. 4. Låg sandstenskant vid stranden af Vänern, strax norr om Hellekis hamn. Sandstenens lagring i horisontela, tjockare bankar jämte tunnare skikt framträder tydligt. Så är i synnerhet förhållandet i nedre delen af strandbranten, hvarest bergarten varit omedelbart utsatt för vågsvallet. I följd af renspolningen genom detta framträda här äfven de obetydligaste af frosten uppluckrade skiktfogar. De tjockare och fastare bankarna, hvilka äro motståndskraftigare mot isen och vågorna, bilda ofta, såsom flerstädes kan ses, utskjutande och öfverhängande hällar, hvarigenom smärre grottbildningar uppkommit i strandbrynet. — Fotografi af G. HOLM och C. J. O. KJELLSTRÖM.

Lingulid-sandstenen.

I den öfre afdelningen, *Lingulidsandstenen*, är sandstenen i allmänhet lösare än inom nu beskrifna afdelning. Till färgen är den gråhvit eller gulhvit. På ytan samt utefter sprickor och skiktfogar, där dagvattnet kunnat cirkulera, är den genom förvittring af innesluten svafvelkis ofta brungul, rostfärgad och mer eller mindre flammig, oregelbundet fläckig eller strimmig. Huggna block af ursprungligen jämnfärgad ljus sandsten

blifva därför i det fria efter någon tid ofta rostfärgade eller flammiga på ytan, hvilket är en olägenhet vid sandstenens användande i arkitekturen. Lager förekomma likväl, hvilka synas vara svafvelkisfria. Såsom regel torde kunna sägas, att de tjocka bankarna, som tillhöra sandstenens öfversta del, äro mera fria från svafvelkis, medan de lägre lagren i allmänhet äro rikare på sådan.

Svafvelkisen bildar vanligen en fiin insprängning af små gnistor eller små kristaller af kubisk form. Stundom förekommer den såsom runda, kulformiga, på ytan små- *Insprängd svafvelkis.*

Fig. 5. Råbäcks sandstensbrott, nordost om Råbäcks hamn. Bilden visar de öfversta tjockare bankarna i brottet. Den öfversta af dessa har en tjocklek af 1 *m*, men visar stundom en antydan att dela sig i tvänne på 0,60 och 0,40 *m*. De härunder följande lagren äro 0,27 *m*, 0,32 *m*, 0,80 *m*. Bottenpallen i den här synliga delen af brottet bildas af en 0,47 *m* mäktig bank.

facetterade gyttringar med ända till några centimeter i tvärmått. Vid dessa svafvelkiskulors vittring uppstår kring dem en rostzon samt en rostflamma nedåt genom det afflytande vattnet. I ofvanstående bild, fig. 5, är en dylik kulformig svafvelkisinsprängning med sin rostzon och rostflamma synlig i det stora lösbrutna sandstensblocket längst till vänster.

Sandstenens gry är fint. I synnerhet i de lägre lagren förekommer ett och annat litet glimmerblad men ingen fältspat och ej heller någon nämnvärd kalkhalt. Lingulidsandstenen är således en nästan ren kvartssandsten, såsom den höga kiselsyrehalten af om-

Kemisk sammansättning.

kring 97 % visar. Följande tvenne analyser å Lingulidsandsten, från Kinnekulle, *a*, »gul sandsten»; *b*, »grå sandsten», utförda å kemisk-tekniska byrån i Stockholm, hafva benäget meddelats mig af disponenten för Hellekis aktiebolag A. STENBECK.

	a.	*b.*
Kiselsyra	97.7 %	96.6 %
Järnoxid	0.1 »	0.1 »
Lerjord	1.3 »	2.1 »
Kalk	0.2 »	0.4 »
Talk	0.1 »	0.1 »
Alkalier och förlust	0.6 »	0.7 »
	100.0 %	**100.0 %**

En sandsten från de lägre, på lerskifferskikt rikare lagren S om Blombergs järnvägsstation befanns vara ej fullt så ren, såsom följande analys, utförd på Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium, visar:

Kiselsyra	92.65 %
Lerjord	2.90 »
Järnoxid	1.16 »
Kalk	0.33 »
Magnesia	0.15 »

Kalkhaltig sandsten.

Ett undantag från den vanligen ringa kalkhalten hos sandstenen utgör en af de allra öfversta, strax under alunskifferlagret befintliga bankarna, hvilken stundom bildar en verklig kalksandsten. Den fräser starkt för syra, och ett å Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium analyseradt prof visade följande sammansättning:

Olöst i utspädd klorvätesyra	66.01 %
Kolsyrad kalk	32.66 »
Kolsyrad talk	0.38 »

Denna starkt kalkhaltiga sandstensbank har iakttagits på flera ställen i sprängningar för järnvägen mellan Råbäck och Motorp på västra sidan af berget. Kalken förekommer såsom större, inuti sandstenen utkristalliserade kalkspatindivider, hvilka därför äro uppfyllda af kvartskorn. De igenkännas på sina genomgångsytor, hvilka gifva sandstenen en skimrande glans. Kalkspatindividerna kunna vara antingen helt och hållet åtskilda eller flera med hvarandra sammanvuxna, eller ock kunna de helt och hållet uppfylla sandstenen, hvarigenom en så att säga grofkristallinisk men med kvartskorn tätt späckad kalksten uppstår. Då kalkspatindividerna förekomma enstaka, uppstå vid deras utvittring mörkbruna fläckar af en lösare sandmassa, troligen färgad af en ringa manganhalt. Sådan fläckig sandsten, så kallad »tigersandsten», träffas emellertid endast såsom lösa block eller rullstenar, hvilka varit mycket utsatta för dagvattnet.

Maskspår.

Inom lägre delen af lagret, där sandstensskikten i allmänhet äro tunnare och skifferlerlamellerna tjockare, äro skiktytorna stundom uppfyllda af oregelbundna, ofta förgre-

nade, valkformiga upphöjningar på samma sätt som i Mickwitziasandstenen, dock aldrig med så skarpa eller så regelbundna former som dennas. Stundom bilda de sammantryckta, slutna sandstenscylindrar i skifferleran mellan sandstensskikten. Sannolikt äro dessa bildningar spår af maskar, som krupit i slammet eller sånden. [1]) De antyda därför tillvaron af organismer, af hvilka några fasta lämningar ej återstå fossila. Det enda tydliga fossil, som på Kinnekulle funnits i denna sandsten, är såsom ofvan anförts en liten *Lingula*-art. *Fossil.*

Såsom redan i det föregående nämndes, bildar denna afdelning af sandstenen en rundt omkring större delen af berget fortlöpande, tvärbrant uppstigande vägg, »sandstensklefven». Denna är afbruten endast på ett par ställen, där branten något jämnar ut sig, nämligen vid Hönsäter, söder om Gösäters station, samt sträckvis mellan Husaby och Klefva. Sandstenens öfversta del bildar dessutom vanligen strax i närheten af gränsen till alunskiffern en ofta under långa sträckor fortlöpande, särskild, liten, brant vägg, hvars höjd dock endast uppgår till några få meter. Detta sammanhänger sannolikt därmed, att uteslutande tjocka och täta sandstensbankar, utan några tunnskiktade eller skiffriga partier, bilda lagrets allra öfversta del, såsom flerstädes iakttagits. Dessa lager lämna nämligen den bästa och tjockaste stenen för huggning samt hafva därför på åtskilliga ställen brutits. Sannolikt underlagras de af några lösare och skiffrigare skikt, hvilka gifvit anledningen till uppkomsten af den öfre, låga afsatsen, på samma sätt som den undre höga branten bildats genom underminering i följd af den lösa, skiffriga Mickwitziasandstenens hastigare förstöring. *Utbredning i fält och topografi.*

Sandstenen utgör, näst det stora kalkstenslagret, det lager, som oftast är blottadt. Den träffas i dagen under långa sträckor rundt omkring berget i de nyssnämnda terrassbranterna samt bildar ofta ett smalare eller bredare plan innanför dessa. På kartan framträda, förutom genom höjdkurvorna, dessa terrassbranter med åtföljande hällblottningar ganska tydligt genom den prickning, som utmärker »häll i dagen». Sandstenslagrets bredd från den yttre terrasskanten (sandstensklefven) till alunskiffern utgör i allmänhet $^1/_3$ till $^1/_2$ *km*, men vidgar sig understundom, i synnerhet där sandstensklefven är afbruten. Vid Hönsäter stiger den sålunda till $1^1/_2$ *km* samt vid Husaby till 2 *km*.

Sandstenslagrets öfre gränsyta har iakttagits endast på ett enda ställe, nämligen vid Motorp NV om Vesterplana kyrka, hvarest den fanns blottad i nygräfda diken. Den öfversta banken utgöres där fortfarande af den vanliga sandstenen, men denna är vid själfva skiktytan uppfylld af väl afrundade små rullstenar. Dessa äro mycket hårda och bestå af en af svafvelkis så starkt impregnerad sandsten, att svafvelkisen synes utgöra bindemedlet för kvartskornen. Det härigenom bildade konglomeratet med sandsten såsom bindemedel har en mäktighet af endast några få centimeter. Af detta konglomerat kan man emellertid lära, att vid slutet af sandstenens afsättning en höjning af *Konglomerat öfverst.*

[1]) Ifrågavarande bildningar antogos först vara aftryck af alger (*Fucus*), hvarför ock hela sandstenslagret benämndes »Fucoidsandsten». När sedermera de i den nedre sandstensafdelningen förekommande ofvan omnämnda bildningarna, som kallades *Eophyton*, väckte en viss uppmärksamhet, emedan de troddes vara aftryck af landväxter, benämndes den undre sandstensafdelningen »Eophytonsandsten», under det att namnet »Fucoidsandsten» bibehölls för den öfre afdelningen. Sedan det numera befunnits, att hvarken de ena eller de andra af de nämnda bildningarna äro växtfossil, kunna de af dem härledda namnen ej lämpligen bibehållas, hvarför de blifvit utbytta mot de i detta arbete begagnade »Mickwitziasandsten» och »Lingulidsandsten».

hafsbottnen ägt rum, hvarigenom de öfversta, af svafvelkis redan cementerade sandstenslagren höjts till hafsytan och där denuderats. Det genom denudationen uppkomna lösa materialet har härefter under någon tid varit utsatt för vågsvallet och afrundats till rullstenar af på sin höjd ett par centimeters tvärmått. Detta konglomerat utmärker därför en lucka i lagerserien på Kinnekulle. Gränsen mellan sandstenen och alunskiffern är i Västergötland nästan aldrig blottad. Den har af LINNARSSON iakttagits endast på tvenne ställen, nämligen på Hunneberg och vid Djupadalen nära Falköping. På båda ställena innehåller sandstenens öfversta del svafvelkis i stor mängd, men något konglomerat omnämnes ej. Vid Djupadalen är »svafvelkisen likformigt insprängd i hela massan». Bergarten därstädes öfverensstämmer därför fullständigt med den i rullstenarna i konglomeratet på Kinnekulle, hvilka alltså måste vara bildade genom denudationen af en bergart liknande och motsvarande den nyssnämnda.

Alunskifferlagret (2).

Alunskifferlagret. Hufvudbergarten i detta omkring 22 *m* mäktiga lager utgöres af den bituminösa lerskiffer, som är allmänt känd under benämningen »alunskiffer». I denna förekomma talrika inlagringar af bituminös kalksten, s. k. »orsten», dels såsom lagervis anordnade bollar, dels såsom sammanhängande bäddar. Därjämte finnas ett par små underordnade konglomeratlager.

Orstenen är mycket rik på försteningar, mestadels rester af trilobiter, forntida kräftdjur af en numera helt och hållet utdöd typ, och dessa äro olika nästan för hvarje särskildt orstenslager. Härtill få vi längre fram tillfälle att återkomma; på detta ställe må blott framhållas, att på grund af trilobiternas beskaffenhet alunskifferlagret i Kinnekulle — liksom i allmänhet i Sverige — kan indelas i tvenne hufvudafdelningar. Olika arter af trilobitsläktet *Paradoxides* karakterisera den lägre afdelningen, medan åter detta släkte saknas i den öfre, som i stället utmärkes genom arter och släkten tillhörande *Olenidernas* familj. Den undre afdelningen benämnes därför »*Paradoxidesskiffer*», den öfre »*Olenidskiffer*».[1]) Orstenslagren äro talrikare och mäktigare samt alunskifferns bitumenhalt större inom Olenidskiffern än inom Paradoxidesskiffern. Det är därför nästan uteslutande den förra, som brytes för de båda bergarternas tillgodogörande.

Skemat å sid. 16 (fig. 8), visar närmare alunskifferlagrets allmänna byggnad.

Alunskiffer. *Alunskiffer* är en med kol och bituminösa ämnen (kolväteföreningar) samt fint fördelad svafvelkis starkt impregnerad lerskiffer.[2]) Till färgen är den rent svart eller

[1]) Dessa båda afdelningar utskildes redan af LINNARSSON, men sammanfattades i hans ofvan anförda arbete öfver Västergötlands kambriska och siluriska aflagringar under den gemensamma benämningen »*Olenidskiffer*».

[2]) Alunskiffern benämndes fordom af allmogen »*Kråkberg*», »*Kråkhall*», sannolikt på grund däraf, att den då ansågs vara fullkomligt oduglig samt såsom värdelös bortkastades vid brytningen af »limstenen» eller orstenen för kalkbränning. »Kråkberget brukas till intet, utan ratas bårt och förkastas» (KALM., anf. st. sid. 24). Jämför t. ex. benämningarna »*kattguld*» och »*kattsilfver*» för guld- eller silfverglänsande, men fullkomligt värdelösa glimmermineral.

brunsvart och ger äfven svart till mörkbrunt pulver. I friskt tillstånd är den ganska fast, och vid brytningen bildar den på grund af sin skiffrighet i förening med en vanligen ganska utpräglad vertikal förklyftning gärna större taflor eller tafvelformiga block, hvilka dock för slag lätt sönderfalla till kantiga, platta bitar. I de delar af alunskifferlagret, som utgå i dagen och varit utsatta för vattnet och frostens inverkan, framträder bergartens skiffrighet tydligare, och dess skifferblad åtskiljas där med lätthet. Skiffern visar sig därför närmast jordytan starkt uppluckrad.

Kemisk sammansättning.

Följande kemiska analyser (sid. 17), hvilka genom ingeniör O. UNDÉN af Gösäters bruks aktiebolag benäget ställts till mitt förfogande, gifva upplysning om alunskifferns kemiska sammansättning, hufvudsakligen med hänsyn till densammas användbarhet i tek-

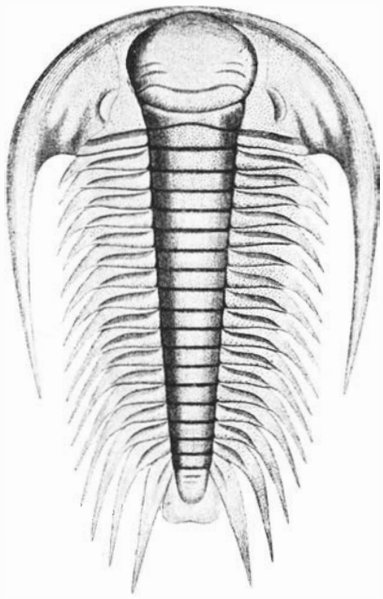


Fig. 6. *Paradoxides Forchhammeri* ANG. — Efter ANGELIN. — Omkr. 1/3 af naturliga storleken.

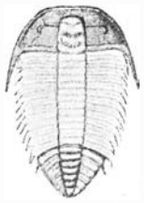


Fig. 7. *Olenus gibbosus* WAHLENB. — Efter ANGELIN. — Naturlig storlek.

niskt hänseende. De äro utförda på alunskiffer från Olenidskifferlagret i Gösäters kalkbrott. Analyserna *a* och *b* äro gjorda af handelskemisten i Stockholm, fil. dr C. SETTERBERG; *c* och *d* af lektorn vid Tekniska Högskolan C. G. SÄRNSTRÖM.

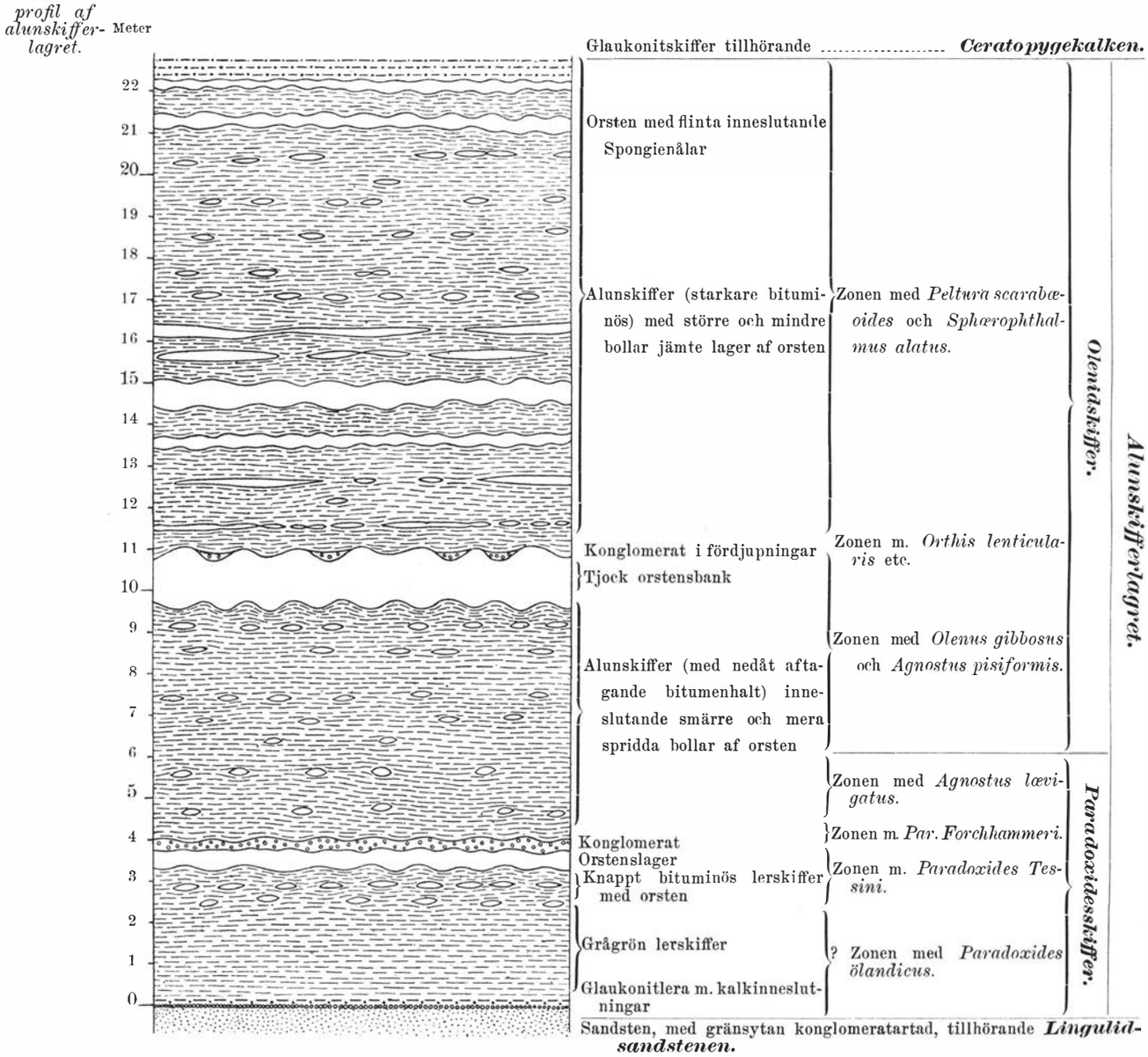
Kolhalt.

Enligt dessa analyser är kolhalten i sin helhet — d. v. s. det fria kolet plus det i kolväteföreningarna ingående — ungefär 18 à 20 %, och torde denna kolhalt vara den normala för den öfre, kolrikare delen af skiffern. Jämte det till 2.5 à 4 % uppgående vätet gör nämnda kolhalt alunskiffern till ett mycket användbart brännmaterial på platsen, men naturligtvis kan den på grund af den kolossala askhalten icke tåla några transportkostnader.

Inom hvarje horisont synes kolhalten vara tämligen jämnt fördelad. Samlade massor af bituminöst kol af det slag, som på allmogespråket benämnes »*Kolm*» och inom andra trakter af Västergötland — hufvudsakligen på mellersta Billingen — förekommer inom

vissa horisonter af alunskifferlagret, bildande på konkretionär väg uppkomna linsformiga partier, motsvarande orstensbollarna, hafva aldrig iakttagits på Kinnekulle.

Fig. 8. **Skematisk profil af alunskifferlagret.**



Svafvelkis. Svafvelkisen synes inom den öfre delen af alunskifferlagret uteslutande bilda en fin impregnation. I de djupare lagren åter uppgifves den äfven förekomma samlad till större

klumpar. Det är troligt, att svafvelkisen inom alunskifferlagret, såsom ofta annars, är något arsenikhaltig, eller att möjligen jämte den äfven förekommer en ringa mängd arsenikkis.[1])

	a.		b.
»Mineralämnen»		70.01 %	69.60 %
Däraf:			
Svafvel	6.47 %		
Fosforsyra	0.27 »		
Kali	0.81 »		
Kalk (efter inaskning löslig i saltsyra)	0.60 »		
Vatten		0.65 »	1.20 »
Kol		17.70 »	18.20 »
Väte		2.85 »	3.27 »
Syre (beräknadt såsom förlust)		8.79 »	7.73 »
		100.00 %	**100**.00 %

	c.	d.
Kol	19.92 %	19.98 %
Väte	2.43 »	4 34 »
Syre	7.38 »	3.68 »
Kali	4.59 »	
Kalk	1.08 »	
Fosforsyra	0.296 »	

Bränd alunskiffer, alun.

Efter bränning är alunskiffern röd. Kolhalten är då aflägsnad och svafvelkisen (FeS_2) förvandlad till järnoxid (Fe_2O_3), som nu är det färgande ämnet. Behandlas bränd alunskiffer med vatten, utlöses därur alun. Denna har då bildats därigenom, att under bränningen svafvelsyra uppstått af svaflet i svafvelkisen, hvilken syra — när sedan vatten tillkommer — förenar sig med i skiffern för handen varande lerjord och kali till det vattenhaltiga kalium-aluminium-sulfat, som kallas alun. Förr tillverkades icke så obetydliga kvantiteter alun af alunskiffern, som däraf fått sitt namn, men numera har sådan tillverkning i Sverige nästan helt och hållet upphört.

Vittringsprodukter, gips etc.

Vid den vanliga vittringsprocessen uppstår äfven, om än mycket långsamt, svafvelsyra genom oxidation af svafvelkisens svafvel. Svafvelsyran ger upphof till sulfat, företrädesvis gips och sannolikt äfven basisk svafvelsyrad järnoxid. Gipsen träffas ofta i springorna mellan de utgående alunskifferlagrens skifferytor äfvensom på de vertikala förklyftningssprickorna och bildar platta, pelarformigt utdragna, starkt refflade, färglösa och genomskinliga eller hvita kristaller med en längd af på sin höjd ett par centimeter och ofta, såsom deras ändar visa, utbildade såsom tvillingar. Vanligen förekomma

[1]) Enligt benäget meddelande af stadskemisten i Göteborg, fil. dr J. E. ALÉN, innehåller »den brända Västgötakalken» arsenik. Mängden af denna, beräknad såsom arseniksyrlighet, har hos den släckta kalken befunnits växla mellan 0.001 % och 0.007 %.

sådana kristaller förenade till kvastformiga eller stråligt radierande grupper. Den basiska svafvelsyrade järnoxiden bildar en ljusgul utfällning och förekommer antingen såsom ett tunnt öfverdrag på skifferytorna, färgande desamma gula, eller ock utfyller den skifferfogar och förklyftningssprickor såsom ett lösare slam. Genom en ytterligare fortskridande förvittring uppstår, genom sönderdelningen af den basiska svafvelsyrade järnoxiden, järnoxidhydrat, hvilket såsom en rostig skorpa närmast dagytan eller längs större sprickor öfverdrager de nyssnämnda ytorna.

Fig. 9. Orstensboll af den typiska ellipsoidformen; *a*, ofvanifrån; *b*, från sidan. — Efter fotografi; omkring hälften af naturliga storleken.

Orsten. *Orstenen* uppträder, såsom förut är nämndt, dels såsom bollar, dels såsom lager. Bollformen kan sägas vara den för densamma mest karakteristiska. Till yttre utbildning

Fig. 10. Orstensboll af något oregelbunden, långdragen form, sönderbruten genom tryck ini skifferlagren samt åter hopläkt medelst i sprickorna inpressad alunskiffer från omgifvande lager. — Efter fotografi; $^2/_5$ af naturliga storleken.

[1]) Namnet »*Orsten*», egentligen »*Olsten*», härleder sig från ordet »*Ol*», som i allmogespråket utgör benämningen på en sjukdom (lamhet i fötterna), hufvudsakligen hos svin, och mot hvilken »*Olstenen*» användts såsom

kunna orstensbollarna växla i hög grad, men den typiska och oftast förekommande formen, hvilken alltid kommit till utbildning, när bollarna ligga spridda i alunskiffern, är den af en regelbunden, vanligen mer eller mindre starkt tillplattad (fig. 9), någon gång dock tjock, nästan klotformig lins. Genom olikformig tillväxt, samt i synnerhet genom sammanväxning af två eller flere linser, uppkomma orstensbollar af mer eller mindre oregelbunden skapnad (fig. 10).

I allmänhet är orstenen finkristallinisk till nästan tät. Inom vissa horisonter kan den dock vara grofkristallinisk, spatig eller stänglig, i hvilket senare fall den är sammansatt af stundom ända till ett par decimeter långa kristallstänglar, anordnade vinkelrätt inåt från ytan af den boll eller det lager, hvari de förekomma (fig. 11).

Fig. 11. Stänglig orsten, öfverst öfvergående i finkornig sådan. — Efter fotografi; omkring 1/3 af naturliga storleken.

Den täta eller finkristallinska orstenen är stundom något skiffrig och klyfver sig i tunna plattor, hvilkas ytor då vanligen äro betäckta af fossilfragment (se figg. 22, 23, 25). Stundom synes till och med hela orstensmassan vara till öfvervägande del bildad af sådana.

Till färgen är orstenen svart, vanligen med en svag dragning i grått eller brunt. Den grofkristalliniska är något ljusare, mörkbrun till gulbrun. Orstenens mörka färg härleder sig af densammas halt af bituminösa ämnen, en halt, som dock är betydligt mindre än hos alunskiffern. Vid slag eller rifning utvecklar orstenen en egendomlig bituminös lukt, liknande den af petroleum.

Orstenens kemiska sammansättning.

Följande tvenne analyser af orsten: *a.* från Råbäcks; *b.* från Blombergs kalkbrott, visa orstenens halt af kolsyrad kalk samt organiska ämnen. Båda analyserna äro utförda på generalprof omfattande alla de orstenshorisonter, som brytas i de nämnda kalkbrotten. Samtliga dessa horisonter tillhöra olenidskiffern, af hvilkens orsten analyserna därför torde i det närmaste angifva ett medelvärde. Analyserna äro utförda på Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium.

	a.	*b.*
Olöst i utspädd klorvätesyra	9.01 %	10.03 %
Kolsyrad kalk	86.08 »	85.23 »
Kolsyrad magnesia	1.26 »	1.01 »
Organiska ämnen	2.90 »	1.25 »

läkemedel. Med denna användning sammanhänger äfven orstenens latinska namn »*Lapis suillus*». Benämningen »*Orsten*» synes fordom hafva användts uteslutande för de grofkristalliniska, stängliga varieteterna, hvaremot den finkristalliniska bituminösa kalkstenen benämnts »*Limsten*». Det var nämligen den grofkristalliniska orstenen, som hufvudsakligen användes till medicinskt bruk, men åter är föga tjänlig till kalk-

Vidare må anföras följande analyser af orsten från Gösäters kalkbrott, utförda å Skaraborgs läns kemiska station i Skara af O. NYLANDER:

	a.	*b.*	*c.*	*d.*
I syror olösligt	30.91 %	23.84 %	15.00 %	18.73 %
Kolsyrad kalk	61.29 »	71.34 »	73.09 »	75.62 »
Magnesia	0.55 »	0.58 »	4.32 »	0.57 »
Järnoxid och lerjord	7.05 »	3.95 »	7.36 »	4.79 »
Kiselsyra	0.20 »	0.29 »	0.23 »	0.29 »

Profven voro betecknade: *a.* Öfverberget; *b.* Mellanberget; *c.* Undre berget; *d.* Understa berget. »Öfverberget» och »Mellanberget» tillhöra olenidskiffern, »Understa berget» och möjligen äfven »Undre berget» tillhöra åter paradoxidesskiffern.

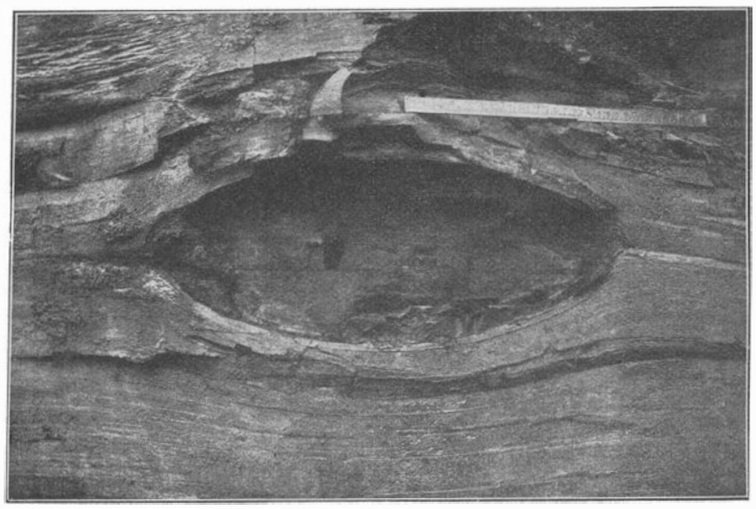


Fig. 12. Orstensboll i alunskiffer visande orstenskonkretionernas förekomstsätt. Bollen utgöres af finkornig orsten med tydlig skiktning. Skiktningen inom orstensbollen är horisontel och skikten sinsemellan parallella hela bollen igenom. Den omgifvande alunskifferns skikt däremot böja sig omkring orstensbollen, men aftunnas på samma gång mot bollens poler, så att mäktigheten af samma skiktserie är störst invid ekvatorn, utanför hvilken de öfvergå i parallella lager. Ofvanom och nedom bollen blir de angränsande skiktens böjning allt svagare, tills den genom bollen förorsakade böjningen slutligen helt och hållet försvinner. — Fotografi i ungefär 1/8 af naturliga storleken af en lodrät alunskiffervägg af G. HOLM.

Orstenens bildningssätt.

Så väl orstensbollarna som orstenslagren äro s. k. konkretionära bildningar. De utgöra nämligen ej ursprungliga inlagringar i alunskiffern utan hafva uppstått sedermera ini densamma genom den från början inom lermassan jämnare fördelade kalkhaltens koncentration och förflyttning till vissa punkter under inverkan af ännu ej fullt utredda kemiska och fysi-

bränning, därigenom att styckena genom sitt grofkristalliniska gry vid bränningen springa sönder eller åtminstone så uppluckras, att den brända stenen vid utplockningen ur ugnen ej kan tillvaratagas.

Af KALM och LINNÉ benämnes hela alunskifferlagret »limstensvallen». *Lim* betyder i allmogespråket kalk, kalksten. Häraf *limsten* = obränd kalksten, samt verben *limma*, *hvitlimma* = kalkstryka.

kaliska krafter. Att så varit fallet framgår bland annat däraf, att medan orstensbollarna ofta äro alldeles uppfyllda af fossilrester med kalkskalen fullständigt bevarade, saknas vanligen hvarje spår af sådana i den omgifvande skiffern, eller om, såsom någon gång är fallet, fossila lämningar äfven förekomma i denna, så framträda de endast såsom starkt utplattade, dunkla, halft utplånade aftryck på skifferytorna, utan spår af någon skalsubstans. Dessa aftryck antyda likväl, att fossil ursprungligen förekommit lika talrikt i skiffern som i orstenen, fastän de vanligen sedermera utplånats i den förra. Det är därför troligt, att det till en ej obetydlig del är fossilens skal, som gifvit anledning till bildandet af orstensbollarna genom kalkens upplösning och sedermera utskiljning på vissa punkter inom skifferlagret kring ursprungligen kalkhaltigare kärnor.

Medan, såsom nyss är nämndt, fossilaftrycken ständigt äro mer eller mindre starkt utplattade i alunskiffern, hafva däremot i orstenen fossilskalen alltid bibehållit sin fullständiga relief. De äro därjämte här så skarpa, att de finaste skulpturdetaljer städse tydligt framträda. Denna olikhet i fossilens relief beror därpå, att innan den ursprungligen af lösare lera bestående aflagringen genom sin egen och de öfverliggande lagrens tyngd sammanpressades, hvarvid skiffrigheten hos alunskiffern uppkom, hade orstensbollarna redan hunnit utbildas samt antaga sin nuvarande form och fasthet. Detta framgår tydligt af lagringsförhållandena mellan orstensbollarna och skiffern. Invid bollarnas så att säga ekvator stöta skifferlagren vinkelrätt an mot desamma, och skiktningen inom bollen utgör där en omedelbar fortsättning af skifferskikten. Mellan bollarnas poler och ekvatorn åter smyga sig skifferskikten efter hvälfningen, hvarvid de så starkt uttunnas, att de gifva intryck af att delvis utkila (fig. 12). Så är emellertid ej förhållandet, fastän deras tjocklek är i hög grad reducerad, och att detta skett i följd af tryck, bestyrkes däraf, att glidytor ej sällan förekomma på gränsen mellan orstensbollarna och alunskiffern, äfvensom däraf att orstensbollarna understundom äro sönderbrutna och åter hopläkta medelst i sprickorna inpressad alunskiffer från omgifvande lager (fig. 10, sid. 18). Ofvanom och nedom bollarna fortsätta skifferskikten oafbrutna med uppåt och nedåt allt mera aftagande förtunning. Deras böjning kring bollen blir härigenom också allt svagare, tills slutligen någon inverkan af bollen ej längre kan iakttagas, utan skifferskikten fortsätta fullkomligt ostörda ofvan och under densamma.

Orstensbollarna förekomma på alla höjder inom alunskifferlagret, men vanligen lagervis, så att de bilda horisonter inom detsamma. Inom alunskifferns lägsta del äro de små och förekomma sparsamt och spridda. Högre upp eller från och med den tjocka orstensbanken med *Agnostus pisiformis* och *Olenus gibbosus* (se fig. 8, sid. 16) äro de större och talrikare samt sammansmälta ofta till orstenslager.[1]) Att dessa dock ej äro lager i egentlig mening, utan endast så att säga ett aggregat af sammansmälta bollar, framgår däraf, att mellan orstensbollarna och orstenslagren alla öfvergångar förefinnas. Så t. ex. är det en vanlig företeelse, att ett orstenslager upphör och ersättes af en rad fria bollar. De tjockare

---

[1]) Orstenslagren benämnas ofta i Västergötland af allmogen »*flokor*», »*orstensflokor*». Ordet floka betecknar i Västgötamålet: ett litet (underordnadt) lager. Det härleder sig af »*flo*» i allmogespråket betydande: ett hvarf eller lager; t. ex. en flo lera = ett lerlager. — Se RIETZ: anf. st., sid. 153.

Härmed sammanhänger äfven det i uppsatser från 1700-talet förekommande uttrycket »flolägrig kalksten» = skiktad kalksten.

orstensbankarna äro synbarligen bildade genom en sammanväxning af orstensbollar ej blott i den horisontela, utan jämväl i den vertikala riktningen, i det tvenne eller flera bollager vid tillväxten starkt närmat sig hvarandra eller fullkomligt sammanvuxit. Detta antydes af tunna skifferskikt, hvilka ofta uppdela banken, eller hvilka smyga sig om och innesluta bollartade partier inom densamma. I motsats till hvad fallet är hos verkliga lager, bildade i tidsföljd med under- och öfverliggande skikt, och hvilkas båda skiktytor äro parallella, äro hos orstenslagren dessa ytor i hög grad oregelbundet vågiga genom tätt på hvarandra följande uppsvällningar och aftunningar af lagret, motsvarande de olika ursprungliga utbildningscentra eller bollarna. När orstenslagret är bildadt af endast en

Fig. 13. Kalk- och alunskifferbrottet vid Gösäter, öfversta delen. Vid foten af den branta väggen, som bildar bakgrunden i brottet, framskymtar öfre delen af en tjock orstenskalkbank (banken med *Olenus gibbosus* och *Agnostus pisiformis*). — Fotografi af G. Holm och C. J. O. Kjellström.

bollhorisont, motsvara därför uppsvällningarna på öfver- och undersidan i allmänhet hvarandra, och lagret visar då i genomskärning ett pärlbandsformigt utseende. När åter flera bollhorisonter sammanvuxit till en tjockare bank, stå naturligtvis de båda sidornas ojämnheter ej i något sammanhang sinsemellan.

Orstenen är i allmänhet ej förklyftad såsom alunskiffern, utan dennas förklyftningssprickor upphöra vanligen mot orstenen. I följd häraf blifva väggarna i alunskifferbrotten mycket ojämna och så att säga i stort taggiga, såsom visas af ofvanstående afbildning.

I samband med orstenen må här ett par jämte den uppträdande, ehuru mycket underordnade bildningar omnämnas, nämligen *tungspat* och *flinta*.

Tungspat förekommer någon gång såsom underordnade lager i alunskiffern. Den är liksom orstenen starkt bituminös och utvecklar därför vid slag eller rifning samma egendomliga lukt som denna. Tungspaten har hittills endast träffats med grofkristallinisk struktur; till färgen är den svartbrun liksom den grofkristalliniska orstenen, men igenkännes lätt från denna genom sin betydligt större tyngd. Ett sådant tungspatlager har träffats vid Hönsäter inom en viss horisont i stora kalkbrottet öster om allén. Detsammas tjocklek är omkring 70 cm. Det innesluter tunna och korta, ofta utkilande små blad eller lameller af alunskiffer. *Tungspat.*

Flinta förekommer i ett orstenslager inom allra öfversta delen af alunskiffern, nära gränsen till ceratopygekalken. Till färgen liknar den vanlig från kritformationen härstammande flinta och är således gråblå till mörkblå eller mörkbrun med orena nyanser. Dess brott är mussligt, och den faller sönder i kantiga bitar. I lösa stycken är denna Kinnekulle-flinta därför till utseendet förvillande lik kritsystemets flinta. *Flinta.*

Flintan bildar tunna, en eller ett par centimeter breda, gångformiga partier i orstenen. Dessa äro alltid ganska oregelbundna, men genomdraga orstenen mer eller mindre vinkelrätt mot lagringen. Åtminstone inom hvarje särskild häll äro de i stort sedt sinsemellan parallella, men samtidigt förgrena de sig på mångfaldigt sätt, så att de ofta synas bilda ett oregelbundet maskverk. När på fria hällytor orstenen blifvit delvis bortlöst genom dagvattnet, bilda flintpartierna ofta ända till ett par centimeter höga, i det stora hela med hvarandra mer eller mindre parallella småryggar (fig. 14).

Fig. 14. Vittrad yta af orstenslager med flinta. De tvenne uppstående ryggarna utgöras af flinta, hvilken genom sin olöslighet i vatten förblifvit oangripen af vittringen, medan åter kalken mellan dem upplösts. — Efter fotografi; 1/3 af naturliga storleken.

Mikroskopisk undersökning visar, att flintan är uppfylld af förkislade skalfragment af samma slag som de, hvilka förekomma i den omgifvande orstenen. Dessa utgöras af delar af trilobitskal (*Peltura scarabæoides*). I flintan äro de emellertid förkislade (förvandlade till kvartsvarieteten kalcedon) samt omslutna af flinta och ofta halft utplånade, hvarför de ej framträda så tydligt som inom orstenen. Äfven inom de delar af denna senare, som närmast gränsa till flintbildningen, äro skalfragmenten likaledes förkislade. Bortlöses i sådan orsten kalken medelst saltsyra, återstår ett sammanhängande kvartsskelett, bildande en porös massa. Detta beror därpå, att skaldelarna vid beröringspunkterna sammankittats genom kvartsafsättning. Förutom

nämnda skal förekomma där talrikt större och mindre sexstråliga nålar af en kiselspongie, möjligen tillhörande slägtet *Protospongia.*[1])

Af det nu anförda rörande flintans förekomstsätt och förhållande till orstenen framgår, att den måste antagas hafva uppkommit genom infiltration af i vatten upplöst kiselsyra, som insilat efter fina sprickor i orstenen, längs hvilka den småningom förträngt kalken.

Förekomsten af de nämnda spongienålarna gifver en antydan om, hvarifrån kiselsyran härstammat, och erbjuder en analogi mellan Kinnekulles flinta och skrifkritans, hvilken senare, såsom bekant, uppkommit därigenom, att kiselsyran från i kritan spridda nålar af kiselspongier koncentrerat sig kring vissa centra.

Någon motsvarighet till den nu beskrifna flintbildningen är icke känd från andra ställen, hvarken i Västergötland eller i Skandinavien öfverhufvud. På Kinnekulle är densamma dock ganska allmän på den nämnda nivåen och icke inskränkt till någon viss trakt. Såsom fast anstående, eller i massor af lösa stycken i åkrar med alunskiffer såsom nästan omedelbart underlag, har den nämligen funnits på talrika ställen på olika sidor af berget. Fast anstående har den iakttagits i ett dike invid järnvägen i Hellekis' munkäng samt i bäcken, som bildar gränsen mellan Husaby och Klefva socknar, något V om Per Månsgården. Såsom lösa stycken förekommer den särdeles allmän i åkrarna strax SV om hotellet vid Råbäck, mellan de båda alléerna vid Hellekis, vid Norrtrelje i Husaby socken m. fl. ställen. Flintan på Kinnekulle observerades redan tidigt. Den omnämnes både af LINNÉ[2]) och HERMELIN[3]), fastän den sedermera råkat helt och hållet i glömska. Så t. ex. omtalas den ej ens af LINNARSSON.

Konglomerat inom alunskifferlagret.

Förut är omnämndt, att ett par konglomeratartade bildningar förekomma inom alunskifferlagret. Dessa hafva ett särskildt intresse därför, att de vittna om nivåförändringar under alunskifferns bildningstid, i följd af hvilka afbrott i sedimentafsättningen ägt rum.

Det lägre af i fråga varande konglomerat tillhör Paradoxidesskifferns mellersta del (zonen med *Par. Forchhammeri*). Fast anstående har det träffats vid Törnsäter, Råbäck, Hellekis och Blomberg, således på så väl östra som västra sidan af berget. Det utgöres af en föga bituminös, gråbrun orstensbank, i hvilken bollar af olika slags kalksten samt små körtlar och korn af fosforit ligga inbäddade. Kalkstensbollarna, eller kanske rättare kalkstensbitarna, äro vanligen kantiga, men med afrundade kanter och hörn. De kunna nå ända till 0.2 à 0.3 *m* i längd. Deras ytor äro i allmänhet ej jämna såsom genom nötning i vatten, utan gropiga och visa karakteristiska fenomen af korrosion eller upplösning genom vattnets kemiska inverkan. De vid de äldre orstenslagrens förstöring uppkomna brottstyckena synas därför hafva varit utsatta för endast obetydlig nötning i vatten genom inverkan af vågsvall, men däremot i vidsträcktare mån för korrosion. Häraf kan man sluta, att de tvenne nivåförändringar, nämligen höjning med efterföljande sänkning, genom hvilka denudationen af de äldre lagren jämte den därpå följande bild-

---

[1]) En art af detta släkte, *Protospongia fenestrata* SALT., har på andra ställen inom Skandinavien funnits inom lägsta delen af alunskiffern (Paradoxidesskiffern).

[2]) Anf. st., sid. 21. »Detta hvarf» (limstensvallen) »är täckt af röd jord, uti hvilken finnes ofta svarta flintor».

[3]) Anf. st., sid. 26. »Bland jorden ofvanpå detta hvarf» (limstenshvarfvet) »ligga flintor . . . i lösa stenar vid Hellekis och flerstädes».

ningen af den nuvarande konglomeratbanken ägde rum, försiggingo så hastigt, att de fasta spillrorna ej hunno afnötas till väl utbildade rullstenar. Det låter sig äfven tänka, att nivåförändringarna verkade så likformigt, att större områden af den genom sedimentafsättningen fullkomligt jämna hafsbottnen samtidigt och nästan likformigt höjdes och sänktes, hvarvid vågsvallet visserligen förmådde förstöra förutvarande lösa lerlager samt sönderslå redan utbildade och tillhårdnade kalkstensskikt inom dessa, men ej hade nog kraft att bearbeta de härigenom uppkomna kantiga brottstyckena till väl afrundade rullstenar.

Då de i konglomeratet inbäddade kalkstensstyckena delvis eller fullständigt omslutas af alunskiffer, visa de ofta glidningsfenomen på kontaktytorna med denna. Dessa utgöras nämligen af blanka slintytor med stylolitartade strimmor, bildade genom ett tunnt skifferöfverdrag, i synnerhet på de mera vertikala sidorna, och hafva uppkommit genom skifferns glidning mot de fastare kalkstenarnes ytor vid alunskifferns sammanpressning genom tyngden af de ofvanpå lagrade bergmassorna, således i full analogi med de ofvan omtalade glidytorna på orstensbollarna. I andra fall äro konglomeratstenarna på ytan ofta färgade mörkgröna genom ett tunnt glaukonitartadt öfverdrag. Så väl i bollarna som i synnerhet i grundmassan förekommer svafvelkis såsom spridda, oregelbundna, molnformiga impregnationer eller såsom smärre inströdda gnistor. Fosforiten bildar svarta eller bruna korn, körtlar eller oregelbundna partier af högst ett par centimeter i tvärmått. Rörande dess sammansättning se nedan.

Konglomeratet inom Olenidskiffern.

Den öfre konglomerathorisonten uppträder inom olenidskifferns lägre del, där den blifvit iakttagen i Trollmens, Råbäcks och Hönsäters kalkbrott. Den är bunden vid ytan af den där förekommande tjocka orstensbanken, som karakteriseras af *Agnostus pisiformis* och *Olenus gibbosus*. Fördjupningarna mellan uppsvällningarna på dennas yta äro nämligen ofta utfyllda af konglomeratartade partier med brunaktig fosforit såsom rullstenar i en art orsten såsom bindemedel. De konglomeratartade partierna äro så sammanvuxna med orstensbanken, att de synas utgöra delar af denna, men igenkännas dock af arbetarne och frånskiljas, emedan de på grund af fosforitinneslutningarna ej låta fullständigt bränna och släcka sig till kalk. [1])

Konglomeratens fosforsyrehalt.

Följande fosforsyrebestämningar kunna gifva någon föreställning om fosforsyrehalten hos nu omtalade konglomerat och deras fosforitknölar. Bestämningarna hafva utförts å Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium.

	Fosforsyra.
Det lägre konglomeratet (zonen med *Paradoxides Forchhammeri*), kalk med svarta fosforitkorn, Råbäck	2.726 %
Fosforitkörtel i samma konglomerat	24.771 »
Fosforitkörtel i det öfre konglomeratet (zonen med *Orthis lenticularis*), Råbäcks kalkbrott	31.836 »

Konglomeratens fosforithalt torde i väsentlig mån bidraga till den stora bördighet, som utmärker alunskifferområdet i dess helhet. Detta upptages nämligen öfverallt, där

[1]) Båda konglomeratlagren innehålla i bindemedlet försteningar, som möjliggöra en noggrann bestämning af deras bildningstid. Dessa skola längre fram omtalas i kapitlet om alunskifferlagrets palæontologi.

uppluckrad alunskiffer bildar det omedelbara eller nästan omedelbara underlaget för vegetationen, af bördiga åkrar eller af en rik lundvegetation.

Alunskifferlagrets indelning efter fossilen.

Sedan vi nu gjort någon bekantskap med alunskifferlagrets viktigaste bergarter, öfvergå vi till en närmare redogörelse för detta lagers båda hufvudafdelningar och dessas indelning i underafdelningar eller zoner på grund af i dem förekommande försteningar. Först torde dock några ord böra nämnas rörande försteningarnas natur och bevaringstillstånd i allmänhet.

Såsom redan nämndt, förekomma fossilen nästan uteslutande i orstenen, men där ofta hopade i ofantliga mängder. Inom hvarje orstenshorisont träffas i allmänhet lämningar efter endast en eller ett par arter, men under alunskifferns afsättningstid förändrades faunan så småningom; äldre arter utdogo och efterträddes af nya. I följd häraf växla fossilen på olika höjd inom alunskifferlagret, så att olika afdelningar eller zoner, hvar och en utmärkt af för densamma egendomliga arter, kunna inom detsamma urskiljas. Härigenom blir det fossilkännaren möjligt att med säkerhet bestämma äfven ett enstaka orstenslagers relativa plats inom alunskiffern. Upplysningar om lagrets brytvärdhet samt om de ofvan- och underliggande lagren kunna således erhållas utan vidare genom vår kännedom från andra punkter om lagerföljden och den ordning, i hvilken de olika fossilzonerna följa på hvarandra. Af fossillämningarna att döma synes djurlifvet, på grund af det ringa antalet former och arter, hafva varit i högsta grad enformigt under största delen af alunskifferns afsättningstid. Den djurgrupp, som inom de flesta orstenshorisonter är den uteslutande förekommande, utgöres af de till kräftdjuren hörande Trilobiterna. Dessa djur hade ett hårdt ryggpansar, bestående af en vanligen i trenne skilda stycken delad hufvudsköld, en stjärtsköld samt två eller flere mellanleder, men alla de öfriga kroppsdelarna voro mjuka. När dessa förruttnade, skildes därför ryggpansarets delar mycket lätt från hvarandra, hvarför det ock är mycket sällsynt att inom alunskifferlagret träffa ett fullständigt pansar, utan de olika skalsköldarna ligga nu utan ordning blandade om hvarandra. Förutom trilobiterna förekomma äfven inom en eller ett par horisonter släkten och arter af de till molluskerna eller blötdjuren hörande Brachiopoderna, äfvensom inom en horisont ännu en annan till kräftdjuren, men en annan grupp än trilobiterna hörande form, af LINNARSSON benämnd »*Leperditia*» *primordialis*. Äfven ett par till Pteropoderna eller Vingfotingarna hörande arter äro funna inom *Paradoxides Forchhammeri*-zonen på Kinnekulle.

Paradoxidesskiffer.

Paradoxidesskiffern i allmänhet, och isynnerhet dess lägre del, är vida mindre blottad och tillgänglig än olenidskiffern. Dess gränslager emot sandstenen äro ingenstädes synliga, om icke möjligen vid Motorp på bergets västra sida, hvarest i nygräfda diken, strax ofvan lingulidsandstenens förut beskrifna, frilagda, konglomeratartade yta anträffats en vittrad, starkt sandig, glaukonitförande, grön, lerartad massa. Denna innesluter ovittrade stycken af en starkt glaukonithaltig kalksten, hvilken äfven innehåller ett eller annat kvartskorn samt korn af svart fosforit. Kalkstensstyckena äro uppfyllda af små, hvita eller blåaktiga skalfragment tillhörande brachiopodformer af *Obolidernas* familj, alltså den grupp bland brachiopoderna, hvilken inom paradoxidesskiffern är den förhärskande. Skalen äro emellertid krossade i så små bitar, att de i de flesta fall ej kunna säkert bestämmas, ej ens till släktet. Flertalet synes emellertid tillhöra

Glaukonithaltig lera.

släktet *Acrothele*, hvilkets arter just äro karakteristiska för de underkambriska lagren. [1]) Något liknande lager har förut ej blifvit funnet inom Västergötland. Då därtill inga karakteristiska fossil kunnat urskiljas, är det fråga underkastadt, huruvida lagret skall hänföras till den lägsta på Kinnekulle och öfverhufvud inom Västergötland kända delen af paradoxidesskiffern, karakteriserad af förekomsten af *Paradoxides Tessini* LIN., samt därför benämnd *Paradoxides Tessini*-zonen, eller till de ännu äldre lagren med *Paradoxides ölandicus* SJÖGR., *Paradoxides ölandicus*-zonen, af hvilken, förutom på Öland, hvarest den är bäst och mäktigast utvecklad, spår träffats i så väl Östergötland som Nerike, alltså inom de till Västergötland närmast gränsande kambriska områdena.

Grågrön lerskiffer.

De lägsta lager af paradoxidesskiffern, som för öfrigt varit tillgängliga, utgöras af en gröngrå lerskiffer med små glänsande glimmerblad på skifferytorna. Med undantag af färgen liknar densamma alunskiffern, men är naturligtvis ej bituminös. Den innesluter någon gång bollar af en nästan tät, grå, ej bituminös kalk. En sådan större boll, som tillvaratagits, var redan inuti skifferlagret söndersprucken i kantiga bitar, och dess stundom mer än centimeterbreda sprickor voro utfyllda af ljusbrun kalkspat. Hvarken i skiffern eller i bollarna hafva några fossil träffats. Skiffern liknar i flere afseenden ganska mycket lerskiffern med *Paradoxides ölandicus*. Färgen är nästan fullständigt densamma, och efter uttorkning samt därpå följande anfuktning faller den sönder på samma sätt som nämnda skiffer. Det är därför ej osannolikt, att de lägsta lagren af paradoxidesskiffern på Kinnekulle tillhöra *Paradoxides ölandicus*-zonen.

Den nu omtalade lerskiffern har träffats endast på tvenne ställen, nämligen i bottnen af en brunnssprängning vid Blombergs mejeri samt vid en försöksbrytning i bottnen af kalkbrottet vid Törnsäter. [2])

Paradoxides Tessini-zonen.

Paradoxides Tessini-zonen. Den ofvan nämnda lerskiffern öfverlagras vid Törnsäter omedelbart af ett orstenslager, som till sin lägre hälft utgöres af mörk orsten, till sin öfre åter af den ljusare, konglomeratartade orsten, hvilken ofvan beskrifvits såsom den lägre konglomeratnivåen. Den förra tillhör *Par. Tessini*-zonen, den senare åter nästföljande zon (*Par. Forchhammeri*-zonen). *Par. Tessini*-zonen är således härstädes inskränkt till ett orstenslager af några få decimeters tjocklek. Det är emellertid troligt, att på andra ställen på Kinnekulle äfven skiffer med orstensbollar tillhörande samma zon förekommer. Så har t. ex. vid Råbäck och Hellekis orstensbollar med *Agnostus parvifrons* LINRS. (fig. 15), en för *Par. Tessini*-zonen kännetecknande förstening, brutits eller samlats i åkrarna strax ofvan sandstenen. Inom andra trakter af Västergötland, likasom inom Skandinavien förövrigt, uppnår *Par. Tessini*-zonen vanligen en ej obetydlig mäktighet. Orsaken till dess ringa mäktighet på Kinnekulle är att söka i den ofvan omtalade höjningen af hafsbottnen med åtföljande denudation under tiden för *P. Forchhammeri*-zonens afsättning, hvilken denudation härstädes synes hafva verkat synnerligen intensivt. Genom den förstördes nämligen på vissa punkter största delen af de under *Par. Tessini*-zonens bildningstid afsatta lagren.

[1]) Då *Obolidernas* skal till väsentlig del utgöras af fosforsyrad kalk, så måste därför ifrågavarande horisont, jämte densammas förvittringsprodukt, vara i betydlig grad fosforsyrehaltig.

[2]) Det uppgafs af kalkbrännarne vid Törnsäter, att mellan den grågröna lerskiffern och sandstenen skulle ligga en »blågrön lera». Detta öfverensstämmer då med de nyss omnämnda vid Motorp iakttagna förhållandena, och skulle alltså paradoxidesskifferns lägsta del på Kinnekulle såsom regel bildas af en glaukonithaltig lera.

Paradoxides Forchhammeri-zonen.

Paradoxides Forchhammeri-zonen. Denna utgöres på Kinnekulle af det ofvannämnda konglomeratet, hvilket understundom uppsväller till en renare orstensbank. Förutom vid Törnsäter är konglomeratet funnet anstående SV om Råbäck i en afloppskanal vid järnvägen. Dess grundmassa är vanligen helt och hållet uppfylld af mer eller mindre fullständiga brachiopodskal, bland hvilka sådana af *Orthis exporrecta* LINRS. äro bland de för horisonten mest karakteristiska, hvarför ock konglomeratet blifvit benämndt *Exporrecta konglomeratet.* Därjämte förekomma äfven trilobiter likaledes tillhörande de för *Par. Forchhammeri*-zonen utmärkande arterna. Jämte dessa träffas emellertid, åtminstone inom konglomeratbankens lägre del, skalfragment, hvilka måste härstamma från *Par. Tessini*-zonen. Det är därför troligt, att vid tiden för *Par. Forchhammeri*-zonens afsättning ännu åtminstone delvis ej tillhårdnade lager tillhörande *Par. Tessini*-zonen blifvit upparbetade och omlagrade af vågsvallet, hvarigenom skallämningar från denna äldre zon kunnat ursköljas och inlagras tillsammans med skalen af de under *Par. Forchhammeri*-zonens afsättningstid lefvande djuren.

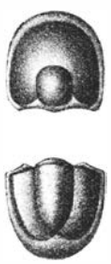


Fig. 15. *Agnostus parvifrons* LINRS. Hufvudsköld och stjärtsköld. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter LINNARSSON.

En renare orsten tillhörande *Paradoxides Forhhammeri*-zonen har funnits anstående i en åker strax NO om Råbäck, nära invid ägogränsen till Hellekis. Den bildar där en i sluttningen strax ofvan sandstenen framspringande liten häll. [1]) Talrika block af denna bergart, sannolikt uppbrutna ur samma åker, träffas äfven i närliggande rösen. Det är antagligen härifrån som de af LINNARSSON sommaren 1869 funna blocken af ifrågavarande kalksten härstamma [2]). *Paradoxides Forchhammeri*-zonens kalksten är ljusare brun och föga bituminös samt uppfylld af skalrester. De i densamma på Kinnekulle funna fossilen utgöras af:

Fossil.

Trilobiter: *Paradoxides Forchhammeri* ANG. (fig. 6).
Arionellus difformis ANG.
» *aculeatus* ANG.
Liostracus microphthalmus ANG.
Selenopleura brachymetopa ANG.
Agnostus lævigatus DALM.
»*Trilobites*» *ænigma* LINRS.

Brachiopoder: *Orthis Lindströmi* LINRS. (fig. 17).
» *exporrecta* LINRS. (fig. 16).
» *Hicksii* (SALT.) DAV. aff.
Lingulella sp. indet. LINRS.
Acrotreta socialis v. SEEB.
Acrothele coriacea LINRS. (fig. 18).

Pteropoder: *Hyolithus* (*Orthotheca*) *cor* HOLM.
» » *stylus* HOLM.
» *tenuistriatus* LINRS. (fig. 19).
» *pennatulus* HOLM.

---

[1]) Denna har afvägts och är på kartan, tafl. 1, betecknad med en punkt och höjdsiffran 69.4 *m*.
[2]) LINNARSSON, G. Trilobiter från Vestergötlands »Andrarumskalk». — Geol. Fören. Förhandl. — Bd. 1 (1873), sid. 242.

Fig. 16. *Orthis exporrecta* LINRS. *a—b*, Större skalet i naturlig storlek och förstoradt; *c—d*, Mindre skalet i naturlig storlek och förstoradt. — Efter LINNARSSON.

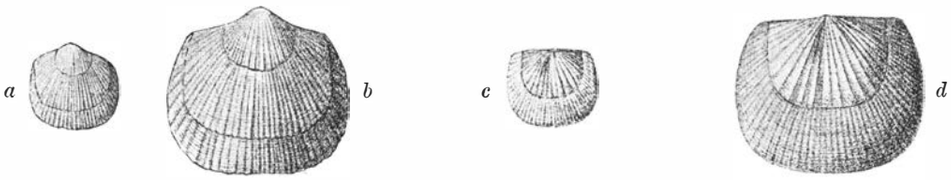


Fig. 17. *Orthis Lindströmi* LINRS. *a—b*, Större skalet i naturlig storlek och förstoradt; *c—d*, Mindre skalet i naturlig storlek och förstoradt. — Efter LINNARSSON.

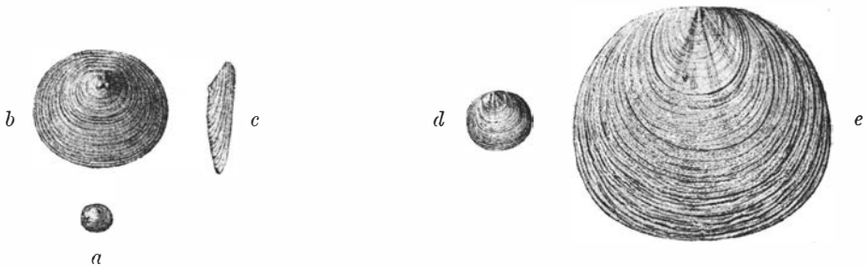


Fig. 18. *Acrothele coriacea* LINRS. *a—c*, Det koniska skalet i naturlig storlek och förstoradt; *c* sedt från sidan; *d—e*, Det flata skalet, i naturlig storlek och förstoradt. — Efter LINNARSSON.

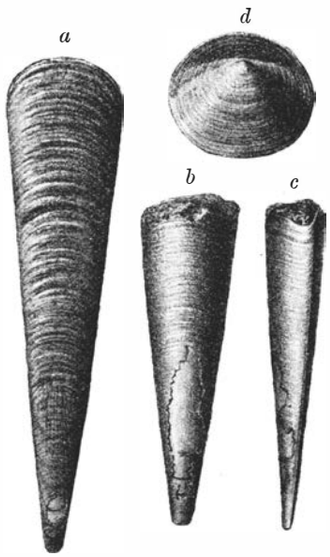


Fig. 19. *Hyolithus tenuistriatus* LINRS. *a—c*, Det spetsiga skalet; (*a*, Från ryggsidan; *b*, Från buksidan; *c*, Från kanten); *d*. Mynningslocket. — Naturlig storlek. — Efter G. HOLM.

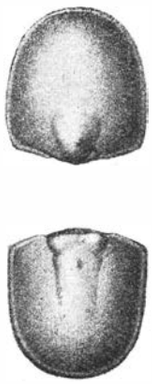


Fig. 20. *Agnostus lævigatus* DALM. Hufvudsköld och stjärtsköld. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter TULLBERG.

Fig. 21. »*Leperditia*» *primordialis* LINRS. *a*, Från sidan; *b*, Från ryggkanten. — Förstorad till dubbla naturliga storleken. — Efter LINNARSSON.

Agnostus lævigatus-zonen.

Agnostus lævigatus-zonen. Denna bildar enligt LINNARSSON paradoxidesskifferns öfversta del och består af alunskiffer med spridda och smärre orstensbollar. Alunskiffern utgör därför här den vida öfvervägande delen af lagret men, då densamma här är mindre bituminös än högre upp, brytes den i allmänhet icke och är följaktligen sällan tillgänglig. På några ställen föranleda dock lokala förhållanden, att brott i densamma blifvit öppnade, såsom vid Törnsäter, eller brytes den i sammanhang med de högre lagren, såsom vid Gösäter. Äfven vid Hönsäter är densamma genombruten i de gamla alunskifferbrotten;

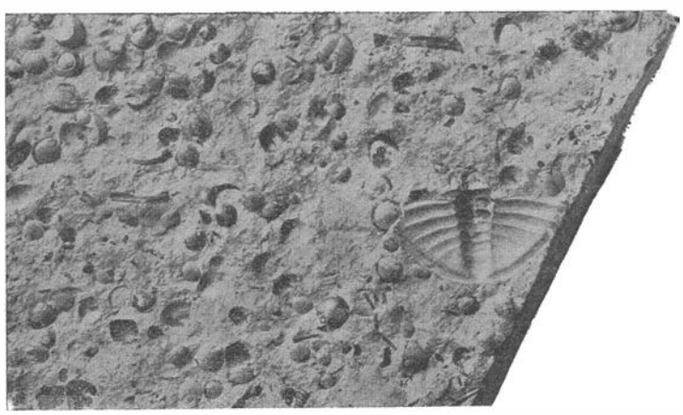


Fig. 22. Orsten, skiktyta med hufvud- och stjärtsköldar af *Agnostus lævigatus* LINRS. samt en stjärtsköld af *Liostracus costatus* ANG. — Omkr. naturl. storlek. — Efter fotografi.

Fig. 23. Orsten, skiktyta med skalsköldar af *Olenus*-arter. — Naturlig storlek. — Efter fotografi.

för öfrigt torde den knappt vara blottad. Faunan är här vida fattigare än inom den föregående zonen och utgöres endast af följande trenne arter:

Liostracus costatus ANG. (fig. 22).
Agnostus lævigatus DALM. (fig. 20 och 22).
»*Leperditia*» *primordialis* LINRS. (fig. 21).

Olenidskiffern.

Olenidskiffern. Denna brytes, på grund af bergarternas större bitumenhalt, i och för kalkbränningen på en mängd ställen rundt omkring berget, där densamma utan alltför

stora afrymningsarbeten kan åtkommas. Några fullständiga profiler ända upp till ceratopygekalken finnas emellertid ej blottade, då kalkbrotten på Kinnekulle aldrig utsträckas så högt.

Agnostus pisiformis och *Olenus gibbosus-zonen.* Ofvan *Agnostus lævigatus*-zonen följer, utan någon skarp gräns, alunskiffer inneslutande smärre, spridda orstensbollar med *Agnostus pisiformis* Lin. Denna skiffer når en mäktighet af omkring fyra meter och öfverlagras af en tjock, en à två meter mäktig orstensbank, som nederst likaledes innesluter *Agnostus pisiformis* (fig. 24—25), öfverst åter hufvudsakligen *Olenus gibbosus* Wahlenb. (fig. 7 och 23). *Zonen med Agnostus pisiformis och Olenus gibbosus.*

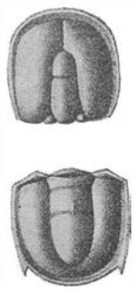


Fig. 24. *Agnostus pisiformis* Lin. Hufvudsköld och stjärtsköld. — Förstoring fyra gånger. — Efter Linnarsson.

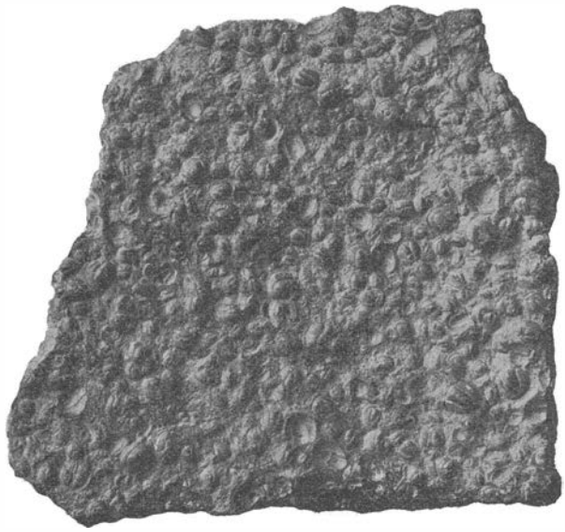


Fig. 25. Orsten, skiktyta med hufvud- och stjärtsköldar af *Agnostus pisiformis* Lin. — Naturlig storlek. — Efter fotografi.

Orthis lenticularis-zonen. Den inom andra kambriska områden härpå närmast följande afdelningen: zonerna med *Orthis lenticularis* Wahlenb., *Eurycare latum* Boeck och *Parabolina spinulosa* Wahlenb., synes saknas på Kinnekulle samt motsvaras af ett konglomerat, det ofvan sid. 25 omtalade öfre konglomeratet, hvilket utfyller fördjupningarna på öfre ytan af föregående orstensbank. Det har iakttagits på några ställen på bergets västra sida. Vid Råbäck bildar orsten med *Orthis lenticularis* bindemedlet i detsamma. Konglomeratets bildningstid torde därför hafva infallit under afsättningen af nyssnämnda zon. *Konglomerat motsvarande zonen med Orthis lenticularis etc.*

Sphærophthalmus alatus- och *Peltura scarabæoides-zonen.* Härpå följa de mäktiga skifferlager jämte orsten, hvilka bilda olenidskifferns öfre och mäktigare del. Nederst innehålla dessa företrädesvis *Sphærophthalmus alatus* Boeck (fig. 26), öfverst *Peltura scarabæoides* Wahlenb. (fig. 27). I en orsten inom sistnämnda afdelning och allra öfversta delen af alunskifferlagret, nära intill gränsen mot ceratopygekalken, förekomma *Zonen med Sphærophthalmus och Peltura.*

de ofvan omtalade sexstråliga spongienålarna (*Protospongia?*) samt de synbarligen i sammanhang med dessa stående flintbildningarna (fig. 14).

De inom andra kambriska områden härpå följande, ännu yngre afdelningarna, t. ex. dictyonemaskiffern, synas på Kinnekulle fullständigt saknas. Sannolikt inträdde här vid slutet af den kambriska tiden en höjning till hafsytan med ett afbrott i sedimentafsätt-

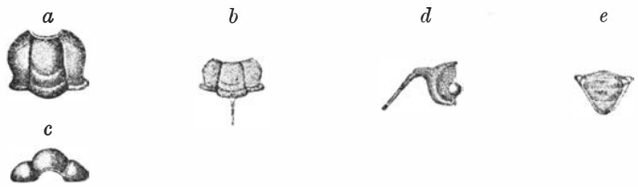


Fig. 26. *Sphærophthalmus alatus* BOECK. *a—b*, Hufvudets mellansköld; *c*, Densamma sedd framifrån; *d*, Hufvudets sidosköld (fria kinden) på vänstra sidan; *e*, Stjärtskölden. — Samtliga figurer förstorade tre gånger naturliga storleken. — Efter LINNARSSON.

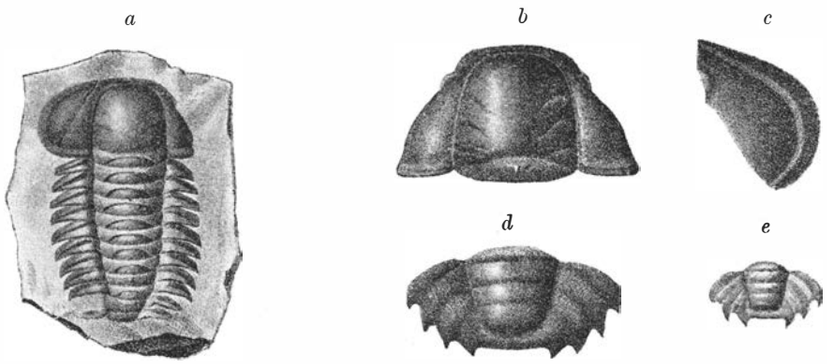


Fig. 27. *Peltura scarabæoides* WAHLENB. *a*, Hufvudet och mellankroppen; *b*, Hufvudets mellansköld; *c*, Hufvudets sidosköld (fria kinden); *d—e*, Stjärtskölden. — Samtliga figurer förstorade tre gånger naturliga storleken. — Efter LINNARSSON.

ningen samt en denudation. Den inom Sverige mestadels konglomeratartade beskaffenheten af ceratopygekalkens eller motsvarande horisonts lägre del samt dennas utbildning såsom ett glaukonit-fosforitkonglomerat hänvisa tydligt på, att stora förskjutningar mellan haf och land i våra trakter ägt rum vid den kambriska tidens slut.

Ceratopygekalken (3).

Ceratopyge-kalk.

Detta lager har fått sitt namn af en för detsamma synnerligen utmärkande Trilobitart, *Ceratopyge forficula* SARS, hvilken träffats öfverallt, hvarest detsamma är typiskt utbildadt.

Ceratopygekalken är den tunnaste afdelningen i Kinnekulles lagerserie. Någon fullständig, sammanhängande genomskärning af densamma har dock ej kunnat erhållas, men af det nu kända framgår med full visshet, att lagrets mäktighet är obetydlig, något större

dock på västsidan än på ostsidan af berget. Vid Hellekis torde den nämligen uppgå till omkring 2 *m*, medan den vid Gösäter knappast kan öfverstiga 0.5 *m*. Detta öfverensstämmer fullkomligt med ceratopygekalkens utveckling och uppträdande för öfrigt inom angränsande siluområden. I västligare förekomster, såsom i Norge och på Hunneberg, har ceratopygekalken nämligen sin största och mest typiska utbildning, då den däremot öster om Kinnekulle, såsom på Billingen och i Falbygdens berg, nästan helt och hållet saknas eller åtminstone ej uppträder under sin typiska form.

Ceratopygekalken utmärker sig genom bergarternas ofta betydliga halt af glaukonit äfvensom genom sin jämförelsevis stora rikedom på fosforsyra. Glaukoniten förekommer såsom mestadels något långsträckta, afrundade korn med oregelbunden form och af högst ett roffrös storlek, vanligen mindre. Dess färg är grön af olika hög ton, oftast vackert mörkgrön; i tunna splittror är den genomskinlig med en klart grön färg.

Ceratopygekalkens öfre del utgöres af bankar och skikt af hård kalk; den undre däremot af en visserligen i berget fast, men utsatt för atmosfärens inverkan snart sönderfallande och därför i utgåendet alltid starkt uppluckrad glaukonitskiffer. På grund af dessa förhållanden bildar ceratopygekalken, i synnerhet på östra sidan af Kinnekulle, i utgåendet endast en smal zon, hvilken på kartan till följd af den ringa skalan ofta måst göras bredare än den egentligen borde vara. Genom sin hårdhet och motståndskraft emot denudationen och förvittringen i förhållande till den öfverlagrande undre graptolitskifferns, samt underlagets, glaukonitskifferns och alunskifferns, jämförelsevis lösare beskaffenhet bildar den öfre fasta kalken vanligen ett äfven i topografien framträdande jämnare plan. Det är i synnerhet på västra sidan af Kinnekulle, omkring Hellekis och Råbäck, vid Trollmen och Hjelmsäter samt vid Blomberg, som sådana jämna terrassytor med ceratopygekalk såsom bergunderlag förekomma samt äfven på kartan framträda genom ceratopygekalkstrimmans större bredd. Till dessa sluter sig ett öformigt parti af ceratopygekalk vid Storängen. Ceratopygekalken täckes inom dessa områden af ej alltför mäktiga lösa jordlager samt är därför härstädes på flere punkter tillgänglig i åkerdiken. På bergets östra sida åter är ceratopygekalken nästan aldrig blottad. Den är där endast känd från en dikesskärning ofvan Per Månsgården i Klefva socken samt en gräfning vid Gösäter.

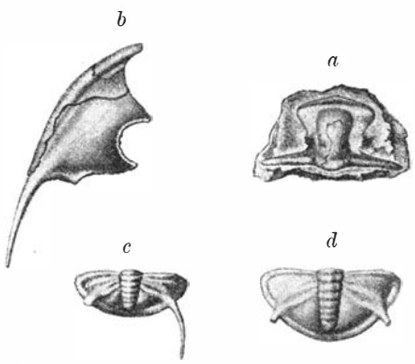


Fig. 28. *Ceratopyge forficula* SARS. *a*, Hufvudets medelsköld; *b*, Hufvudets sidosköld (fria kinden) på vänstra sidan; *c—d*, Stjärtsköldeu. — Fig. *b*, är förstorad 3 gånger, de öfriga i naturlig storlek. — Efter HOLM.

Gränsen till undre graptolitskiffern har ingenstädes kunnat iakttagas. Vid Hellekis hafva emellertid i en stenmur lösa kalkblock funnits, hvilka enligt fossilen otvifvelaktigt härleda sig från denna nivå. [1]) Då detta fyndställe är beläget långt ned på sandstensterrassen, hafva med all säkerhet vid stenmurens läggande stenarna blifvit ditförda från

[1]) De i dessa funna fossil, som kunnat bestämmas, utgöras af: *Megalaspis planilimbata* ANG., *M. stenorhachis* ANG., *Niobe insignis* LINRS., *N. obsoleta* LINRS., *N. læviceps* DALM., *Nileus limbatus* BRÖGG., *Symphysurus angustatus* BOECK och *S. breviceps* ANG.

någon dåtida brytning i ofvannämnda gränslager. Gränsen mot alunskiffern däremot har genom gräfning blottats vid Hellekis och Gösäter.

Glaukonitskiffer. Den lägre afdelningen eller glaukonitskiffern utgöres till öfvervägande del af glaukonitkorn förenade genom ett lerigt bindemedel. Den är därför till färgen mörkgrön. Bergarten är ej egentligen skiffrig, utan bildar en bankformig massa, hvilken dock visar någon parallelstruktur samt lättast klyfver sig efter lagringsplanet; i fullkomligt friskt tillstånd är den emellertid ganska fast. Glaukonitskiffern är rik på svafvelkis i form af molnartade impregnationer, enstaka kristallgnistor eller kulformiga kristallmassor. Bergarten synes innehålla endast obetydligt kolsyrad kalk, åtminstone i lagrets för brytning tillgängliga utgående delar. Den fräser nämligen ej, eller knappast, för syra. Däremot *Fosforit.* innehåller den »fosforit» eller fosforsyrad kalk, hvilken förekommer dels såsom konglomeratartadt inneslutna knölar, [1]) dels ock såsom molnlika, jämförelsevis glaukonitfria partier orienterade parallelt med skiktningen. Fosforiten är brunaktig, mörkare eller ljusare, från nästan svart till ljust gråbrun. Glaukonitskiffern är på grund af fosforithalten en jämförelsevis ej så obetydligt fosforsyrehaltig bergart. I följd af sin rikedom på glaukonit innehåller den äfven kali. Ett prof från Hellekis' allé, å hvilket analys utförts å Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium, innehöll:

Fosforsyra	1.365 %.
Kali	3.63 »

Kalksten. Den öfre, hårda kalken är mycket ljust grå, ofta med en dragning i blått eller grönt. Den innehåller i vissa skikt större eller mindre mängder af glaukonit såsom smärre, svart-

[1]) L. PALMGREN, hvilken utfört analyser af fosforitknölar från denna horisont från bland annat ett par lokaler i Västergötland, fastän ej från Kinnekulle, har funnit, att desamma visserligen till sin hufvudmassa utgöras af fosforsyrad kalk, men att de ej äga någon bestämd kemisk sammansättning, utan äro blandningar af olika beståndsdelar. Analyserna från Ulunda på Billingen och Kafvelås på Falbygden visa följande sammansättning hos fosforitknölarna:

	Ulunda.	Kafvelås.
Kalk	39.96 %	35.26 %
Magnesia	0.23 »	0.18 »
Järn	0.92 »	1.09 »
Lerjord och järnoxidul	9.50 »	16.46 »
Fosforsyra	35.57 »	29.27 »
Svafvelsyra	0.45 »	1.15 »
Klor	0.37 »	0.21 »
Olöst i syror	2.15 »	3.06 »
Glödgningsförlust (vatten, fluor och bitumen)	9.35 »	11.45 »
Alkalier	0.42 »	0.38 »
	98.92 %	98.51 %

I fosforitknölarna från Ulunda har fosforsyran växlat mellan 25.26 % och 37.68 %, i dem från Kafvelås mellan 16.52 % och 32.19 %, hvarvid i profvet med minsta fosforsyrehalten fosforiten var förorenad af kalksten, svafvelkis och zinkblende, hvilket senare ingick till flera procent. Det i fosforiten förekommande starkt kolhaltiga ämnet (»bitumen») innehöll äfven kväfveföreningar.

gröna, afrundade, insprängda korn. Bergarten blir då, på nära håll sedd, grönspräcklig samt till färgen mörkare. Kalken är uppdelad i bankar och skikt genom glaukonitrika, märgliga skiktfogar eller tunnare skikt af glaukonitmärgel. Den innehåller äfven vanligen ganska mycket svafvelkis insprängd, hvarför dess yta vid vittring blir gulbrun. En missfärgad, brunflammig eller i brunt dragande vittringszon, men utan uppluckring af bergarten, följer ock vanligen sprickorna.

Den renare kalkstenen är uppfylld af skalfragment, som dock endast sällan låta klyfva ut sig, men tydligt framträda i genomskärning på stenens brottytor. I den glaukonitrikare kalkstenen, hvilken vanligen är något gröfre kristalliniskt kornig, äro åter tydliga skallämningar ej så talrika. Inom glaukonitskiffern slutligen hafva endast obetydliga, ej närmare bestämbara fragment af små Brachiopoder med fosforsyrehaltigt skal (alltså tillhörande Lingulidernas eller Obolidernas grupp) kunnat iakttagas.

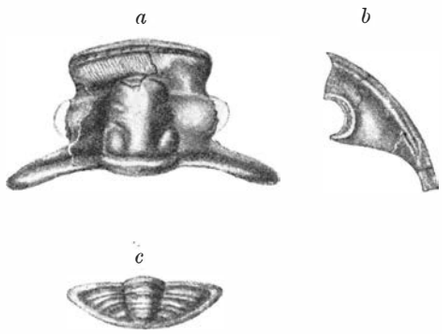


Fig. 29. *Euloma ornatum* Ang. *a*, Hufvudets mellansköld; *b*, Hufvudets sidosköld (fria kinden) på högra sidan; *c*, Stjärtskölden. — Naturlig storlek. — Efter Holm.

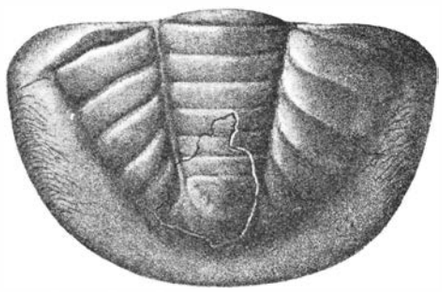


Fig. 30. *Niobe insignis* Linrs. Stjärtskölden. — Naturlig storlek. — Efter Holm.

De fossil, af hvilka tydligare exemplar kunnat urskiljas, äro i den renare, glaukonitfria, högre kalken: *Fossil.*

Ceratopyge forficula Sars (fig. 28).
Euloma ornatum Ang. (fig. 29).
Amphion primigenus Ang.
Niobe insignis Linrs. (fig. 30).
Symphysurus angustatus Boeck.
Nileus limbatus Brögg.
Orthis Christianiæ Kjer.

I den glaukonithaltiga kalken har kunnat bestämmas endast:

Orthis Christianiæ Kjer.

En af L. Palmgren utförd analys å renare ceratopygekalk från Hellekis visar följande sammansättning: [1]) *Ceratopygekalkens kemiska sammansättning.*

[1]) Palmgren, L. Om svenska fosforitförande konglomerat, sid. 16. — Bih. K. Vet. Akad. Handl. Bd 1, N:o 6. — Sthlm 1872.

Kolsyrad kalk	81.09 %
Kolsyrad magnesia	1.32 »
Lerjord och jernoxidul	1.74 »
Fosforsyra	0.19 »
Olöst i syror	13.97 »
Vatten och svafvelmetaller (ej bestämda)	1.69 »
	100.00 %

Fosforsyrehalt.

Fosforsyrehalten hos den renare ceratopygekalken är således betydligt mindre än hos glaukonitskiffern. Af PALMGREN [1]) anföres emellertid ett par analyser af »fosforitkonglomerat» från Kinnekulle, eller en ceratopygekalk med konglomeratiskt inneslutna fosforitknölar, sannolikt härrörande från gränsen mellan kalken och glaukonitskiffern, eller möjligen från såsom kalksten utbildade partier af den senare. Den af PALMGREN analyserade bergarten innehöll:

	Hellekis.	Storängen.
Fosforsyra	0.65	0.86
Kolsyrad kalk	76.11	72.63
Olöst i syror	17.18	17.70

Af de anförda fosforsyrebestämningarna framgår, att om än fosforsyrehalten är väsentligt mindre i ceratopygekalkens öfre af renare kalksten bestående del än hos den underliggande glaukonitskiffern, så är dock lagret i sin helhet ganska fosforsyrerikt, ehuruväl ej till den grad, att någon brytning af detsamma såsom råmaterial för beredande af superfosfat kan ifrågakomma. Omedelbart på platsen skulle däremot den fosforsyrerikare glaukonitskiffern efter på sin höjd en enkel bränning möjligen kunna användas såsom jordförbättringsmedel — för såvidt den kunde vinnas utan särskild brytningskostnad. Uppbruten glaukonitskiffer fritt utsatt för regn, frost och solsken synes nämligen efter någon tid af sig själf falla sönder i luften. På Kinnekulle äro emellertid för det närvarande kalkbrotten öfver allt anlagda så djupt ned i alunskiffern, att brytningen ej i något enda fall når upp till ceratopygekalkens gräns. Detta i motsats till på Billingen och Falbygdens berg, hvarest kalkbrotten i de flesta fall äro anlagda på gränsen mellan alunskiffern och orthocerkalken, hvarför de fosforsyrehaltiga bergarterna därstädes komma att ingå i brytningen. De tillvaratagas dock nästan aldrig, utan bortkastas obrända och ingå i varpen. Af kalktillverkarne uppgifvas de nämligen gifva en »grusig» kalk. Detta beror till stor del därpå, att fosforiten vid kalkens släckning ej faller sönder till pulver, utan bibehåller sin ursprungliga form. Denna grusiga kalk torde emellertid genom sin fosforsyrehalt äga ett betydligt större värde såsom jordförbättringsmedel än både orthocerkalken [2]) och orstenskalken samt borde därför såsom sådant vara särskildt eftersökt. Fosforsyran i densamma kommer visserligen ej att omedelbart verka såsom vid en superfosfatgödning, men bör dock göra det efter hånd i samma mån som fosforiten

[1]) Anf. st., sid. 23.

[2]) Enligt L. PALMGREN, hvilken för jämförelses skull utfört ett par analyser å fosforsyrehalten hos orthocerkalken i Västergötland, utgör denna hos »grå orthocerkalk» från Kafvelås 0.04, % hos dylik från Hellekis på Kinnekulle 0.03 %. Hos »röd orthocerkalk» från Hellekis fanns endast spår af fosforsyra.

sönderdelas af atmosfärilierna och humussyror o. s. v. i jorden. Så vida ej alltför stora tekniska svårigheter med vattenaflopp o. d. möta, vore det därför önskvärdt, om kalkbrotten på Kinnekulle kunde i likhet med dem på de öfriga Västgötabergen anläggas på en något högre nivå än den nu brukliga, så att det blefve möjligt att för landtbruket tillgodogöra den skatt af fosforsyra, hvilken ceratopygekalkens bergarter innehålla.

Med ceratopygekalkens rikedom på fosforsyra sammanhänger otvifvelaktigt den rika och yppiga vegetationen jämte den stora bördigheten i öfrigt på den afsats af berget, där ceratopygekalkens bergarter bilda det omedelbara underlaget, eller dit desammas vittrings- eller söndergrusningsprodukter lätt kunnat spridas. Bäst framträder detta på Kinnekulles västsida, hvarest isynnerhet den fosforsyrerikare och lätt vittrande glaukonitskiffern är mäktigast utbildad. Så t. ex. framförallt i Munkängarna vid Hellekis och Råbäck, och äfven i de bördiga åkerfälten ofvan Trollmen och Hjelmsäter samt dessas fortsättning förbi Vesterplana och Blomberg. Med undantag af vid norra änden af berget, hvarest ceratopygekalken är betäckt af mäktiga grusmassor, i hvilka den underliggande berggrundens bergarter ej kunnat ingå, saknar också ceratopygekalkens område helt och hållet barrskogsvegetation, utan upptages mestadels af åkerfält samt — om än numera i mindre utsträckning — af löfängar.

Undre Graptolitskiffern (4).

Undre graptolitskiffer. (Phyllograptusskiffer).

Detta skifferlager har benämnts »Undre Graptolitskiffer» på den grund, att det är den lägre af de tvenne stora graptolitförande skifferhorisonter, hvilka först urskildes inom Skandinavien. För Kinnekulle är denna benämning också fortfarande mycket passande, ty utom nu ifrågavarande graptolitskiffer förekommer därstädes endast ännu en, nämligen den graptolitförande skiffer, som bildar Kinnekulles öfversta lager närmast under diabasen, och hvilken därför också af LINNARSSON benämndes »Öfre Graptolitskiffer». Då emellertid på andra trakter inom Skandinavien äfven andra graptolitskifferhorisonter förekomma, har man numera uppkallat desamma efter någon för hvar och en utmärkande graptolit, hvarigenom deras plats i lagerserien utan vidare framgår af själfva namnet. Den undre graptolitskiffern har sålunda blifvit kallad *Phyllograptusskiffer* efter det för denna horisont karakteristiska, lätt igenkännliga graptolitsläktet *Phyllograptus.*[1])

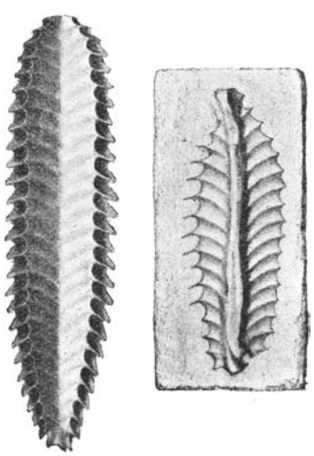


Fig. 31. *Phyllograptus angustifolius* HALL. — Förstorad till fyra gånger naturliga storleken. — Efter HOLM.

Mäktighet.

Lagrets tjocklek är omkring 10 *m*, dock framgår af de gjorda mätningarna, att den är något mindre på bergets östra sida än på dess västra, på samma sätt som fallet är med

[1]) Undre graptolitskiffern omnämnes redan af LINNÉ i hans Västgötaresa under benämningen »*griffelsten*», ehuru han, sannolikt genom ett minnesfel, oriktigt förlägger densamma omedelbart under »täljstenen» eller den grå orthocerkalken. Enligt LINNARSSON skall den ännu i dag af allmogen kallas »griffelsten».

ceratopygekalken. Detta står också i full samklang med förhållandena i Billingen och i Falbygdens berg, hvarest undre graptolitskiffern vanligen saknas, eller, när den någon gång kan spåras, sjunkit ned till en tjocklek af ofta endast en bråkdel af en meter. Inom silurområdena ännu längre österut, i Nerike och Östergötland samt på Öland, är den helt och hållet försvunnen.

Beskaffenhet. Bergarten utgöres af en grönaktig, vanligen ganska ljus, tämligen tjock och svårklufven lerskiffer, som är ganska lös och lätt låter tälja sig med knif. Genom vittring öfvergår den i utgåendet till en skifferlik lera. Härmed sammanhänger, att lerskiffern fullständigt sönderfaller, då den efter brytning fått uttorka och förlorat sin bergfuktighet samt därefter åter utsättes för regn. De fossil den innehåller utgöras nästan uteslutande af graptoliter. Dessa äro aldrig förvandlade till svafvelkis, såsom i skiffrar annars ofta är fallet, utan hafva sin ursprungliga, kitinartade skalsubstans bibehållen. De hafva därför ej heller sin relief bevarad, utan bilda tunna, svarta hinnor på klyfningsytorna och afflaga därför gärna från dessa, kvarlämnande endast ett svagt aftryck. Vid skifferns vittring söndersmulas och förstöras de därför lätt. Det är också i allmänhet ganska svårt att från undre graptolitskiffern erhålla fossil i ett för bestämning tillräckligt tydligt bevaringstillstånd, detta så mycket mera som graptoliterna i allmänhet förekomma tämligen sparsamt. Ett undantag härifrån utgör dock en mera tunnskiffrig och lättklufven, mörkt gråaktig skiffer, som träffats i en bäckfåra i klefven midt för Hellekis. Redan denna skiffers mörkare färg antyder en större rikedom på organiska ämnen; skiffern är också ganska rik på graptoliter, och nästan alla af de från Kinnekulle uppräknade arterna torde härleda sig från nämnda fyndort.

Utbredning. Såsom framgår af kartan, bildar den undre graptolitskiffern, oaktadt sin lösa, föga motståndskraftiga beskaffenhet, dock på grund af sin mäktighet under en sträcka på Kinnekulles västsida en i det stora hela bredare zon än ceratopygekalken. Detta är förhållandet egentligen mellan Trollmen och Blomberg. Den undre graptolitskiffern bildar här jämte ceratopygekalken bergunderlaget för åkerfälten, om den också genom sin förvittring och uppluckring på ytan samt betäckning af kvartära och nutida bildningar vanligen framträder endast i djupare diken. För öfrigt torde den undre graptolitskiffern bilda endast en smal rand vid foten af rödstensklefven, i det att utgåendet till största delen utgöres af en brant vägg eller stark sluttning täckt af lösa aflagringar. Lagret är därför, med ofvan anförda undantag, blottadt endast i bäckar eller i klefkällor, d. v. s. källor, som springa fram på gränsen mellan detsamma och orthocerkalklagret. På grund af sin leriga beskaffenhet, i följd af hvilken alla uppstående sprickor lätt igenslammas, genomsläpper nämligen den undre graptolitskiffern ej det vatten, som genom orthocerkalkens många springor silar sig ned ofvanifrån, utan framkväller detta rundt omkring berget såsom en rad af källor i linje med undre graptolitskifferns öfre gränsyta. De viktigaste blottningspunkterna af undre graptolitskifferns öfversta del finnas anförda i ett »Bihang», som upptager de för bestämmande af lagrens mäktigheter och lutning verkställda afvägningarne. Samma punkter återfinnas äfven på kartan utmärkta af ett × jämte åtföljande höjdsiffra. Tillgänglig i stenbrott är undre graptolitskiffern endast vid norra ändan af cementkalkbrottet vid Hellekis, hvarest den brytes för att användas såsom lertillsats till kalkstenen vid cementberedningen.

Enligt tvenne å Hellekis cementfabriks laboratorium utförda analyser af undre graptolitskiffer från sistnämnda ställe, från de öfre lagren, »strax under den röda kalkstenen», är den kemiska sammansättningen: *Kemisk sammansättning.*

	a.	*b.*
Kiselsyra	59.3 %	57.0 %
Lerjord	19.7 »	19.3 »
Järnoxid	7.5 »	8.6 »
Kalk	1.6 »	1.3 »
Magnesia	4.3 »	1.3 »
Svafvelsyra	0.4 »	2.4 »
Alkalier	—	3.6 »
Glödgningsförlust	6.7 »	6.5 »
	99.5 %	**100**.0 %

Graptolitfaunan i den undre graptolitskiffern har ännu ej erhållit någon grundligare bearbetning. En och annan art har visserligen beskrifvits eller anförts från de *Fossil.*

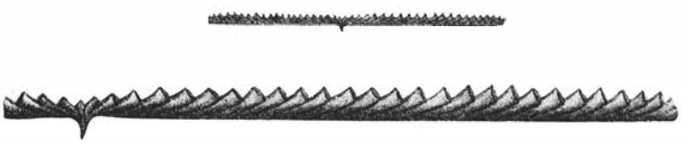


Fig. 32. *Didymograptus*-art med båda de cellbärande grenarna utsträckta i samma plan. — Naturlig storlek och förstoring af den centrala delen jämte den högra grenen. — Efter TULLBERG.

olika fyndorterna i Sverige, men i det stora hela saknas ännu en genomförd beskrifning af de här uppträdande arterna af denna djurgrupp. Från Kinnekulle är också genom svårigheten att erhålla goda exemplar föga kändt härutinnan. Här förekommande, för lagret karakteristiska graptolitsläkten äro *Phyllograptus*, *Didymograptus* (fig. 32) och *Tetragraptus*. Den allmännaste och mest utbredda arten är *Phyllograptus angustifolius* HALL (fig. 31). Dessutom förekomma *Didymograptus extensus* HALL samt *Tetragraptus quadribrachiatus* HALL (fig. 33) och *T. fruticosus* HALL (fig. 34), hvilka alla funnits i den ofvan omnämnda, mörkare, fossilrikare skiffern vid Hellekis.

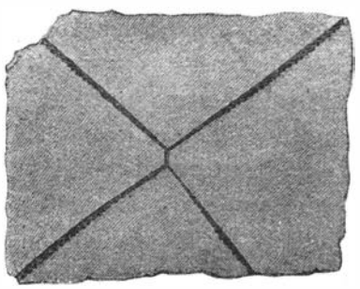


Fig. 33. *Tetragraptus quadribrachiatus* HALL. — Naturlig storlek. — Efter HALL.

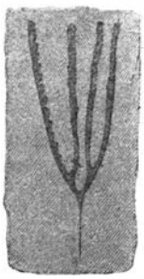


Fig. 34. *Tetragraptus fruticosus* HALL. — Naturlig storlek. — Efter HALL.

Orthocerkalken (5).

Orthocerkalk, allmän karakter.

Ofvanpå den undre graptolitskiffern följer Kinnekulles största kalkstensbildning, den öfver 50 *m*, mäktiga Orthocerkalken. Denna är en tät, till färgen i olika lager växlande, grå, gröngrå eller rödbrun kalksten, som ständigt är utmärkt genom sin mycket tydliga och regelbundna skiktning. Genom tunnare eller tjockare märgliga skiktfogar är nämligen kalkstensmassan uppdelad i småskikt, som sällan äro mer än 10 *cm* tjocka, men vanligast betydligt mindre (fig. 37). I följd häraf är det lätt att ur kalkstenen lösbryta stora flata hällar, hvilkas ytor dock icke äro jämna utan starkt ruggiga, beroende på de märgliga mellanskiktens egendomliga, ojämna förlopp. Vinkelrätt mot lagringen har orthocerkalken en mycket utpräglad förklyftning, hvarigenom den uppdelas i stora pelarformiga partier, hvilka dock genom skiktfogarna afskäras i tillnärmelsevis parallellipipediska stycken, af stenbrottsarbetarne kallade »kistor» (fig. 66).

Det torde förnämligast vara dessa egendomligheter i skiktning och förklyftning, som betinga orthocerkalkens karakteristiska utseende och göra, att den, trots alla olikheter i färg, lätt igenkännes äfven af ett ovant öga, icke blott på Kinnekulle, utan äfven på andra och vidt skilda ställen. Orthocerkalken har nämligen en mycket stor utbredning. Med fullt typisk utbildning förekommer den icke blott inom Västergötlands och Östergötlands siluområden, utan äfven på Öland, i Nerike, i Dalarne och i Jämtland, samt i de ryska Östersjöprovinserna, från hvilka den utbreder sig ända till trakterna söder om Ladoga. Orthocerkalken måste därför ursprungligen hafva varit utbredd såsom en sammanhängande aflagring öfver minst hela det sålunda angifna området, och följaktligen blifvit afsatt i ett öppet haf, rikt på kalkafsöndrande organismer.

Orthocerkalken har erhållit sitt namn på grund af sin ovanliga rikedom på de spjutlika skallämningarna af de till bläckfiskarnas klass hörande *Orthoceratiterna*[1]) (fig. 35, 43 och 44), hvilka så ofta ses på bergartens skiktytor. Af allmogen på Kinnekulle benämnas de »stenkolfvar». Skalen nå hos vissa arter en längd af en meter eller ändå mera, med en diameter vid storändan af stundom ända till närmare 0.2 *m*. De äro emellertid sällan fullständiga. På huggna eller slipade skiktytor framträda de ofta i längdsnitt. Det af kalkspat bestående, utdraget koniska skalet med sina urglasformigt böjda tvärväggar sticka då genom sin hvita färg skarpt af mot den röda eller grå kalkstensmassan, i hvilken de äro inbäddade, och af hvilken de vanligen äfven utfyllas. Ej sällan utfyllas emellertid de afstängda kamrarna af hvit kalkspat, antingen fullständigt eller med kvarlämnande i midten af ett öppet rum, hvars väggar då äro beklädda af små kalkspatkristaller (fig. 36). Den återstående håligheten är understundom utfylld af segflytande bergtjära. Dylika hålrum benämnas af stenhuggarne »tjärhålor» och förekomma ej så sällan i den grå, till huggning använda kalkstenen (täljstenen). Genom oxidation har bergtjäran un-

[1]) Den enda nutida med Orthoceratiterna närmare besläktade djurformen är den i Indiska oceanen lefvande Pärlbåten (*Nautilus Pompilius* LIN.), hvars skal dock icke är rakt, såsom Orthoceratiternas, utan snäckformigt hoprulladt.

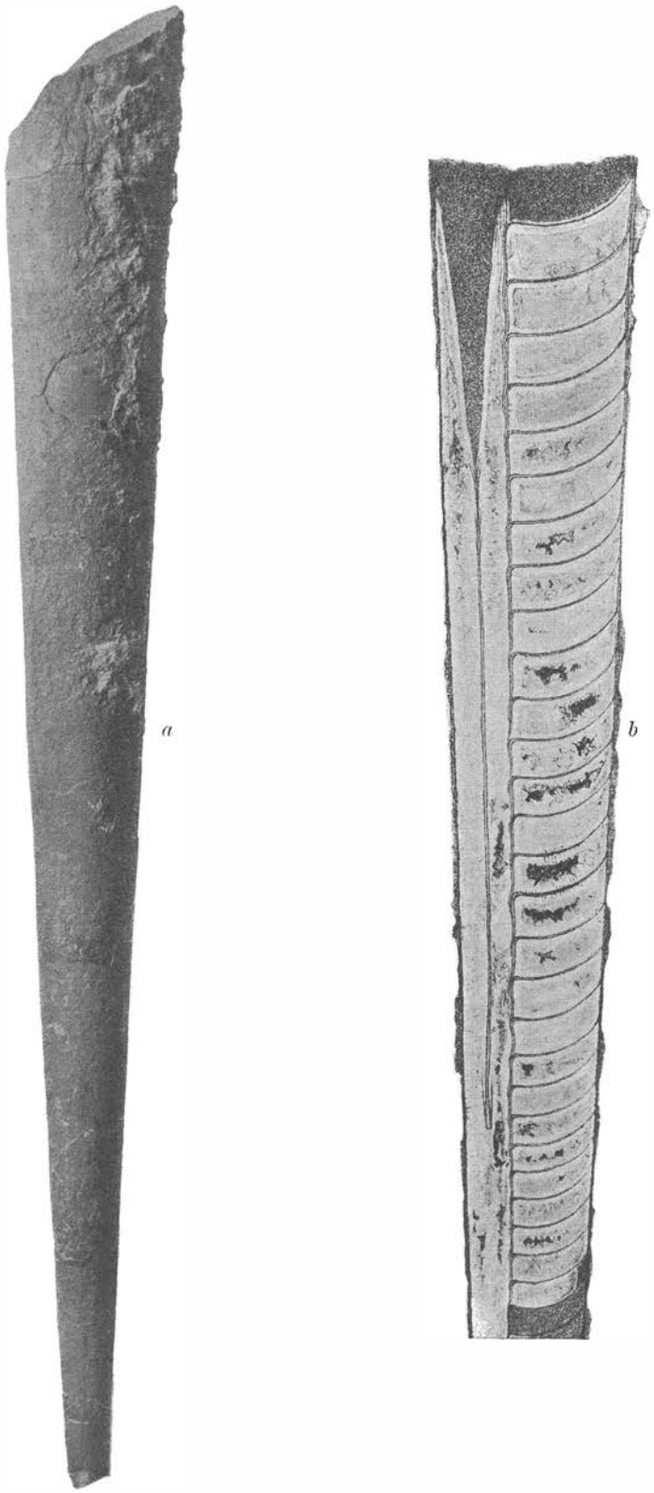


Fig. 35. *Orthoceratit* (*Endoceras Wahlenbergi* Foord). — *a*, Det yttre; *b*, Längdsnitt, visande sifonalröret samt de af hvit kalkspat mer eller mindre fullständigt utfyllda luftkamrarna. — *a* är förminskad till omkring $^2/_3$ af naturliga storleken. Efter fotografi; — *b*, Naturlig storlek. Efter Holm.

Fig. 36. *Orthoceratit* med kamrarna ofullständigt utfyllda af kalkspat, hvaraf kristaller bekläda väggarna. Efter fotografi.

derstundom öfvergått till fast bergbeck. Dessa starkt kolhaltiga, bituminösa ämnen torde vara sönderdelningsprodukter efter djurens mjuka, köttiga delar.

Populär indelning. Med hänsyn till färg, läge eller användbarhet för huggning har allmogen på Kinnekulle sedan gammalt urskilt fyra lagergrupper inom orthocerkalken, nämligen: *Undre Rödsten*, *Täljsten* (grå), *Öfre Rödsten*, *Lefversten* (grå). I förevarande arbete, som har ett hufvudsakligen praktiskt syfte, har det synts lämpligast att bibehålla denna populära och för alla, som besöka Kinnekulle, genast och utan vidare framträdande indelning, detta

Fig. 37. Skärning genom en del af den Undre Rödstenen i nedfartsvägen från Råbäcks kalkstensbrott. Kalkstenens vertikala förklyftning samt densammas tunnskiktade och märgliga beskaffenhet framträda här med full tydlighet. Det kalkstensbrott, som fig. 66 visar, är beläget i rak linje vid änden af denna väg. — Vinterbild. Fotografi af G. Holm och C. J. O. Kjellström.

så mycket mer som den nära sammanfaller med den palæontologiska indelningen, såsom längre fram skall visas.

Undre Rödsten. **Undre Rödstenen** är omkr. 22 *m* mäktig, till färgen rödbrun, tämligen tunnskiktad och starkt märglig. I det hela är den mycket likformig, utan några märkbara variationer, vare sig på bergets olika sidor eller i lagrets olika delar. Några genom färgen igenkännliga enskilda skikt hafva därför ej kunnat urskiljas, åtminstone icke inom lagrets hufvudmassa.

Lagrets utgående bildar mestadels en mer eller mindre hög, lodrät bergvägg, den ofvannämnda »Rödstensklefven». De lägsta skikten äro emellertid endast sällan tillgängliga, då rödstensklefvens fot nästan alltid döljes af nedfallna block. Det är endast i bäckar och källor eller i några vägar uppför klefven, som de lägsta lagren finnas blottade. Bäst frilagda äro de i norra änden af cementkalkstensbrottet vid Hellekis, hvarest den undre rödstenen brutits ända ned till undre graptolitskiffern, och brytningen till och med nedgått i denna (fig. 65). Ofvan rödstensklefven bildar undre rödstenens allra öfversta lager en mer eller mindre bred zon af svagt sluttande eller plana marker. Dessa äro smalare på östra och västra sidorna af berget, bredast vid södra änden, där den undre rödstenen inom Vesterplana och Österplana socknar bildar stora plana fält med i de yngre lagren djupt inträngande vikar. I dessa fält, och öfver hufvud i afsatsen ofvan klefven, ligger den undre rödstenen ofta öfver stora sträckor i dagen eller betäckes endast af en mycket tunn vittringsjord.

Den undre rödstenens ofvan omnämnda starkt märgliga beskaffenhet beror i viss mån därpå, att de märgliga lagren mellan de renare kalkskikten ofta äro ganska tjocka. Inom vissa delar af lagret blifva också märgellamellerna så täta, att en skiffrigt märglig eller knölig kalk uppstår. De renare kalkskiktens tjocklek öfverstiger sällan 10 *cm*, men är vanligen mindre. I Gösäters kalkstensbrott på bergets östra sida är dock blottadt ett lager af fast och till huggning duglig kalksten, enligt stenhuggarna »det bästa af de röda lagren», hvilkets tjocklek uppgår till 18 *cm*. Stundom kunna också tvenne eller flera skikt under någon sträcka smälta tillsammans till ett tjockare, därigenom att märgelfogarna försvinna. Bergarten är öfver hufvud taget ganska lös; äfven dess skenbarligen fastare skikt vittra lätt och falla sönder i fria luften. Med undantag af ett par af de allra öfversta skikten, hvilka i sammanhang med den öfverliggande täljstenen brytas till golfsten, samt det nyss omnämnda tjocka, jämförelsevis fasta skiktet vid Gösäter, är undre rödstenen för öfrigt helt och hållet oduglig för stenindustriellt ändamål. Däremot lämpar den sig väl till cementberedning; vid Gösäter har den äfven användts för kalkbränning.

Skiktning.

Skiktningen och skiktens beskaffenhet framträda bäst i profiler, som någon följd af år varit fritt utsatta för atmosfärens inverkan. De lerigare märgelfogarna öppna sig då eller vittra ut mer eller mindre djupt, och de märgligare kalkskikten luckra upp sig, så att deras inre struktur framträder. Fig. 37 visar dessa förhållanden synnerligen tydligt. Hos profiler åter, som under årtusenden varit blottade, nämligen i klefbranten rundt omkring berget, har de märgligare skiktens utvittring naturligtvis fortskridit ännu mycket längre. En profil af lagren vinkelrätt mot branten är därför här starkt taggig, och fastare delar af lagerserien bilda gärna takformigt utspringande, öfverhängande partier. De längre fram följande bilderna från klefbranten vid Mörkeklef samt midtför Råbäcks kalkstensbrott gifva exempel härpå.

Omstående profil från Råbäck (fig. 38) framställer de olika skiktens tjocklek och närmare beskaffenhet. Profilen är åvägabragt genom direkt kalkering af bergväggarna i nyss afbildade skärning.

Orthocerkalkens ofvan omtalade vertikala förklyftning framträder på Kinnekulle otvifvelaktigt vackrast och mest storartadt hos undre rödstenen. Orsakerna härtill äro flere. Först och främst äro här i klefvar, uppfartsvägar och stenbrott i klefkanterna de

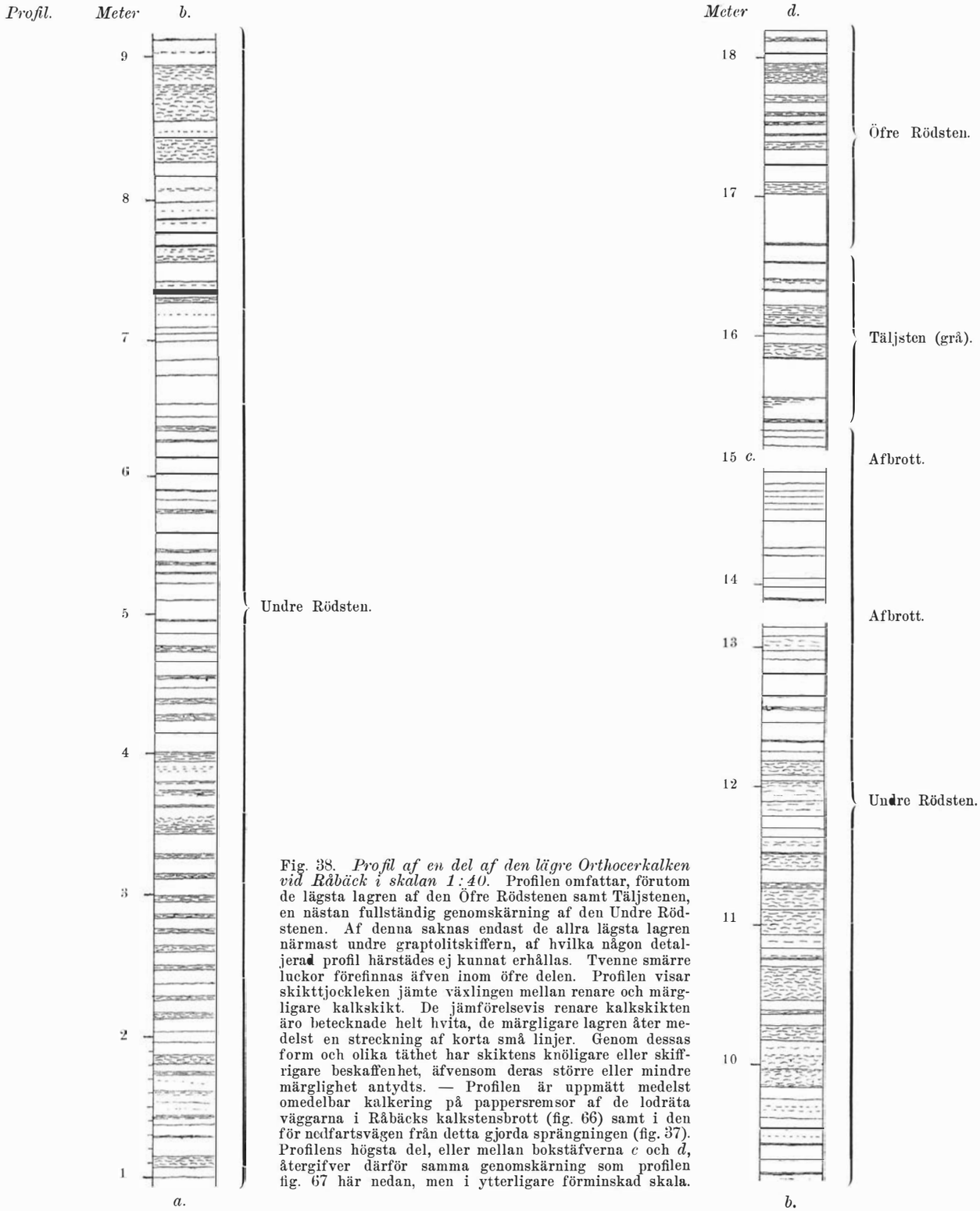


Fig. 38. *Profil af en del af den lägre Orthocerkalken vid Råbäck i skalan 1:40.* Profilen omfattar, förutom de lägsta lagren af den Öfre Rödstenen samt Täljstenen, en nästan fullständig genomskärning af den Undre Rödstenen. Af denna saknas endast de allra lägsta lagren närmast undre graptolitskiffern, af hvilka någon detaljerad profil härstädes ej kunnat erhållas. Tvenne smärre luckor förefinnas äfven inom öfre delen. Profilen visar skikttjockleken jämte växlingen mellan renare och märgligare kalkskikt. De jämförelsevis renare kalkskikten äro betecknade helt hvita, de märgligare lagren åter medelst en streckning af korta små linjer. Genom dessas form och olika täthet har skiktens knöligare eller skiffrigare beskaffenhet, äfvensom deras större eller mindre märglighet antydts. — Profilen är uppmätt medelst omedelbar kalkering på pappersremsor af de lodräta väggarna i Råbäcks kalkstensbrott (fig. 66) samt i den för nedfartsvägen från detta gjorda sprängningen (fig. 37). Profilens högsta del, eller mellan bokstäfverna *c* och *d*, återgifver därför samma genomskärning som profilen fig. 67 här nedan, men i ytterligare förminskad skala.

högsta profilerna inom orthocerkalken blottade. Vidare hafva sprickorna här lättare kunnat öppna sig därigenom, att på grund af den höga klefbranten motstånd saknats utåt, och underlagets, den undre graptolitskifferns, lösare beskaffenhet lätt tillåtit en glidning eller sättning. Slutligen hafva sprickorna genom det på lagrets ofta jämförelsevis plana yta uppsamlade och genom mullskiktet nedsipprande samt därför kolsyrehaltiga dagvattnet utvidgats genom upplösning af sprickornas väggar. Stenbrotten och vägskärningarna förete därför med sina lodräta, men — allt efter de olika, hvarandra korsande sprickorna — af utspringande och inspringande skarpa vinklar bildade väggar, ett mycket karakteristiskt utseende. Bilderna fig. 37 och 65 visa detta på det tydligaste. I klefbranterna åter, där först vågsvallet af istidens haf samt sedermera ytvittringen genom långa tidrymder verkat, hafva de utspringande vinklarna afnötts och mjuka, afrundade, pelarliknande former uppkommit.

Kemisk sammansättning.

Likasom den undre rödstenen är mycket ensartad till sitt utseende, så är den det ock till sin kemiska sammansättning i det stora hela. Såsom exempel på denna må följande analytiska bestämningar anföras:

Analys, utförd å Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium, å ett generalprof af »undre rödsten» från det lilla stenbrottet vid uppfartsvägen till bergets högre del, strax SO om Råbäcks hotell:

Kolsyrad kalk	71.15 %
Kolsyrad magnesia	0.89 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	25.58 »

Analyser af »undre rödsten» från cementkalkbrottet vid Hellekis, utförda på cementfabrikens laboratorium och därifrån benäget meddelade:

a) Fullständig analys.

Kalk		49.12 %
Järnoxid		2.30 »
Lerjord		1.60 »
Magnesia		0.81 »
Kiselsyra		8.30 »
Glödgningsförlust	Kolsyra	37.90 »
	Vatten och organiska ämnen	0.70 »
		100.73 %

Af profvet förblef 12 % oupplöst efter 5 minuters kokning med utspädd (20 %) klorvätesyra. Det olösta utgjorde en grå, fin lera, som icke innehöll sand eller andra gröfre mineralpartiklar. Det bestod af:

Kiselsyra	7.85 %
Lerjord, järnoxid, små mängder af kalk och magnesia	3.45 »
Vatten	0.70 »
	12.00 %

b) Ett *generalprof:* halt af kolsyrad kalk 78.6 %.

c) En serie af 6 prof från lager på olika höjd visade följande halt af

Kolsyrad kalk:

a (öfverst)	81.6 %	medeltal 82.2 %.
b	78.7 »	
c	81.7 »	
d	83.6 »	
e	81.5 »	
f (nederst)	86.0 »	

Denna serie visar, att variationerna mellan de olika skikten knappt äro större än de kunna antagas vara mellan olika delar af ett och samma skikt. Sannolikt voro profven tagna ur de fastare kalkstensskikten, utan att större mängder af den mellanlagrande märgeln eller märgligare kalkstenen medföljt. Halten af kolsyrad kalk (i medeltal 82.2 %) är nämligen större än i generalprofven från såväl Hellekis som Råbäck. En annan dylik analysserie visade i medeltal 83.9 % kolsyrad kalk. Såsom medeltal för lagret i dess helhet torde därför 78.0 % à 80.0 % kolsyrad kalk kunna antagas.

Fossil. Den Undre Rödstenen är särdeles fattig på bestämbara fossil. Genomskärningar af skalrester framträda visserligen i kalken, men oftast tillhöra dessa antingen starkt sönderkrossade skal, och äro då för bestämning alltför små, eller ock låta de ej klyfva ut sig. Fullt bestämbara stjärtsköldar förekomma emellertid ej så sällan af den för ifrågavarande lager äfven öfverallt annorstädes karakteristiska trilobiten *Megalaspis limbata* Boeck (fig. 39), från hvilken benämningen **Limbatakalk** härleder sig, äfvensom af *Nileus Armadillo* Dalm. Därjämte träffas en obeskrifven orthoceratit (*Endoceras* sp.) och en liten *Orthis* samt *Acrotreta* sp.

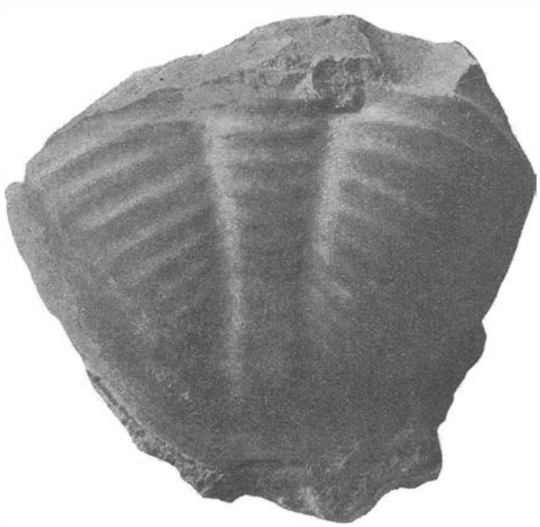


Fig. 39. *Megalaspis limbata* Boeck. Stjärtskölden. — Efter fotografi. Naturlig storlek.

Täljsten. **Täljstenen.** Denna är, såsom ofvan nämndt, till färgen grå. Den är det renaste af Kinnekulles kalkstenslager och äfven det, som mest anlitats för stenhuggeriändamål.[1]) Dess olika smålager äro ock synnerligen konstanta till tjocklek och beskaffenhet i öfrigt samt kunna därför följas rundt omkring berget genom de olika stenbrotten. De urskiljas också hvart för sig sedan gammalt af stenhuggarne och betecknas med hvart sitt särskilda namn, hvarom närmare längre fram i afdelningen

[1]) Med namnet »täljsten» betecknas sedan gammalt af allmogen öfver hufvud taget de kalkstensskikt, som äro tjänliga till huggning. Då dessa emellertid egentligen och ursprungligen tillhöra endast det grå lagret mellan de båda röda, så utgöres den egentliga »täljstenen» af endast detta lager, om också äfven de närmast öfver och under liggande röda skikten numera jämväl användas till huggning.

om stenindustrien. Främst både i fråga om renhet och användbarhet är ett skikt, som benämnes »*likhall*». En på ett prof af denna från Råbäck gjord analys gaf: »*Likhall*».

Kolsyrad kalk	89.30 %
Kolsyrad magnesia	0.88 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	6.92 »

Täljstenens mäktighet är obetydlig, den uppgår nämligen till blott något öfver en meter. I följd häraf visar sig dess utgående i allmänhet endast såsom en mycket smal rand. Det är endast vid södra änden af berget, på fälten söder om Vesterplana kyrka samt på Österplana vall, som lagret ännu bildar eller, enär dess lättast åtkomliga delar numera äro bortbrutna, har bildat större fält. Lagrets utgående är därför i de flesta fall egentligen för smalt att enligt skalan kunna utläggas på kartan. Att dock så öfverallt skett, beror på lagrets stora vikt i stenindustriellt hänseende, då det är egentligen på dettas skikt som stenhuggningen på Kinnekulle är grundad. Intet af Kinnekulles lager är därför i sin helhet så blottadt och väl tillgängligt som detta. Öfverallt, där det utan alltför besvärliga och kostsamma afröjningsarbeten kunnat åtkommas, har det nämligen brutits eller brytes. Det är också, bortsedt från den grustäckta norra delen, med högst få afbrott tillgängligt i stenbrotten rundtomkring större delen af berget, eller från strax söder om Gösäter till Hellekis. *Täljstenens tjocklek och åtkomlighet.*

Faunan inom denna afdelning är, i trots af densammas ringa mäktighet, öfver hufvud taget rikare än inom orthocerkalken på Kinnekulle för öfrigt. Detta står i full samklang med förhållandena öfverallt annorstädes. Fossilen erhållas emellertid äfven här nästan alltid i ofullständiga och föga tydliga exemplar, hvarför deras närmare bestämning vanligen är svår. Det i fossilväg för lagret mest utmärkande är dels den massformiga anhopningen af individer af den afdelning inom Echinodermernas eller Tagghudingarnas provins, som benämnes *Cystidéer*, dels också den ej sällsynta förekomsten af de stora, nedplattade stjärtsköldarna af arter tillhörande trilobitsläktet *Megalaspis*. Orthoceratiter förekomma visserligen ej heller sällsynt, men äro ej så påfallande i jämförelse med inom andra områden samt i de närmast ofvan följande röda kalklagren. Cystidéerna äro representerade endast genom släktet *Sphæronites*, men detta uppträder, såsom det synes sannolikt, med flera arter. Af dessas kulformiga, i genomskärning till 1.5 à 4 centimeter uppgående skal äro här ett eller ett par skikt fullständigt uppfyllda, så att de olika individerna beröra hvarandra (fig. 40). Själfva bergartsmassan utfyller då endast mellanrummen mellan kulsegmenten samt äfven den likaledes kulformiga inre håligheten i de icke sällsynta fall, då skalen på något ställe brustit sönder. Den inre håligheten är annars fylld af hvit, prismatiskt kristalliserad kalkspat med de olika kristallindividen utgående från väggarna och med sina spetsar sammanstötande i centrum, men alltid sammanträngda, utan några fria kristallytor. Den enda hittills beskrifna arten på Kinnekulle är *Sphæronites pomum* Gyllenh. (fig. 41), af hvilken stundom utmärkta exemplar med skalets finaste skulpturdetaljer bibehållna kunna utslås ur den fasta kalkstenen. Då de förekomma i de märgliga mellanskikten, erhållas de vid märgelns vittring fria, om än ofta mer eller mindre sammantryckta och krossade. Af *Megalaspis* förekomma flera arter, som äro ganska stora, men *Fossil.*

fullständiga exemplar tillhöra de största sällsyntheterna. Den för detta lager på Kinnekulle mest karakteristiska arten, af hvilken här större exemplar funnits än på något annat ställe, utgör utan tvifvel *Megalaspis Heros* DALM. (fig. 42). Stjärtsköldarna af denna nå ofta en längd af 140 *mm* med en bredd af 155 *mm*, och längden af ett fullständigt exemplar utgör omkring 350 *mm*. *Megalaspis Heros* är därför en bland Sveriges största trilobiter. Utom denna förekomma *Megalaspis rotundata* ANG. och *Meg. explanata* ANG., båda med stora stjärtsköldar, äfvensom en *Megalaspis*-form, som står den i undre rödstenen

Sphæronit-kalk.

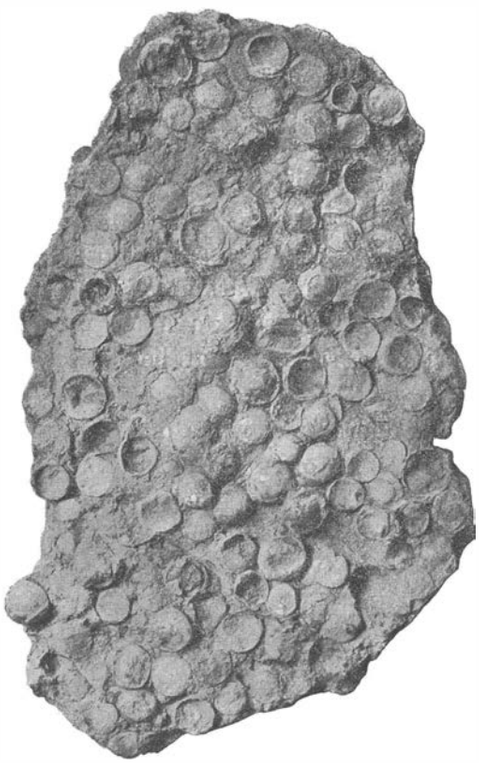


Fig. 40. Skiktyta af kalkstenslager till väsentlig del bildadt af *Sphæronites pomum* GYLLENH. — Efter fotografi; omkr. 1/3 af naturliga storleken.

Fig. 41. *Sphæronites pomum* GYLLENH. — Efter fotografi. Något mer än naturlig storlek.

förekommande *Meg. limbata* mycket nära, men som ej uppnår dennas storlek samt har starkare hvälfd stjärtsköld med randuppböjningen knappt märkbar och inskränkt till endast själfva midten af bakkanten. Af trilobiter förekomma vidare *Phacops sclerops* DALM., *Cyrtometopus clavifrons* DALM., *Asaphus raniceps* DALM. var. *maxima* BRÖGG., *Illaenus Esmarki* SCHLOTH. och *Ampyx nasutus* DALM. samt sannolikt också *Symphysurus palpebrosus* DALM. Af cephalopoder äro *Endoceras Wahlenbergi* FOORD (fig. 35) och *Orthoceras Kinnekullense* FOORD (fig. 43) de för detta och den närmaste delen af den öfverliggande röda kalken mest karakteristiska. Dessutom äro här funna *Estonioceras Proteus* HOLM, *Estonioceras* sp. samt *Bathmoceras Linnarssoni* ANG. Af snäckor förekomma *Gonionema*

bicarinatum His., *Raphistoma gradatum* Koken, samt en *Bellerophon* (*Sinuites*). Af armfotingar eller brachiopoder har endast en *Orthis* anträffats.

Fig. 42. *Megalaspis Heros* Dalm. Fullständigt, men starkt skadadt exemplar på en skiktyta. — $^2/_3$ af naturliga storleken. — Efter fotografi.

Den Öfre Rödstenen är omkr. 11 *m* mäktig; dess färg är i allmänhet något rödare än den undre rödstenens, hvilket säkerligen beror på en något större halt af järnoxid. I allmänhet är den tunnskiktad och därjämte ganska oren, såsom omstående analys af ett prof från Råbäcks kalkstensbrott visar: *Öfre rödsten.*

Kolsyrad kalk	49.28 %
Kolsyrad magnesia	1.41 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	44.30 »
Af det olösta utgjorde:	
Järnoxid	4.82 %
Manganoxidul	0.39 »

Den Öfre Rödstenen har en ej obetydlig utbredning i fält, isynnerhet vid södra änden af sitt område. Till följd af erosionens olikformighet bildar utgåendet här, på samma sätt som hos orthocerkalkens öfriga lager, ett slingrande band med uddar och vikar. Äfven ett par små isolerade, öformiga skollor, bestående af endast de lägsta lagren, förekomma vid Vesterplana inom täljstenens område. På sidorna af berget bildar den öfre rödstenen likasom de föregående afdelningarna en smal zon, men aldrig någon brant vägg såsom den undre rödstenen, utan sakta uppstigande marker omväxlande med plana fält. Den ligger i dagen öfver betydliga sträckor och bildar då, i likhet med den undre rödstenen, oftast skogsmark eller hedartade marker. Öfre rödstenens lägsta lager äro vanligen tillgängliga i täljstensbrotten. Ju längre nämligen dessa fortskrida in i sluttningen mot berget, desto mäktigare massor måste afrödjas af den täljstenen betäckande öfre rödstenen. Några af denna sistnämndas lägsta lager användas då äfven till huggning. Dess högre lager åter äro för tunna eller för orena och i följd däraf ej motståndskraftiga mot vittringen.

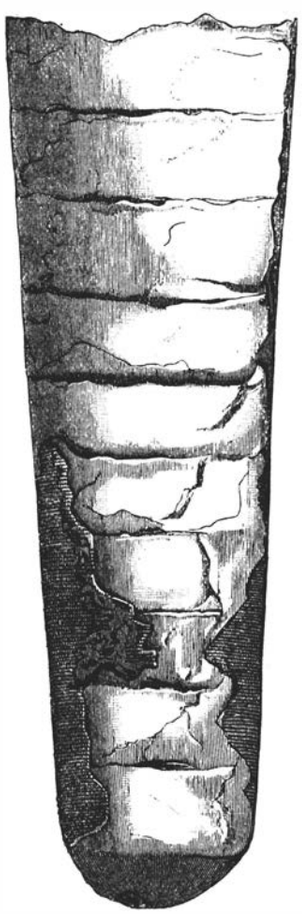


Fig. 43. *Orthoceras Kinnekullense* Foord. Exemplaret är till största delen beröfvadt sitt skal, hvarför tvärväggarna blifvit synliga. — Naturlig storlek. — Efter Foord.

Fossil.

Till faunan sammanhänger den öfre rödstenen på det närmaste med den underliggande täljstenen. Förutom att faunans hela karakter är densamma, stiga nämligen flera af den sistnämndas arter upp i den förra. I dennas öfversta lager torde dock inträda en ny fauna, som sluter sig till faunan i den öfverliggande lefverstenen. Gränsen mellan denna och den öfre rödstenen är visserligen ingenstädes blottad, och följaktligen äro denna senares högsta lager okända, men anledning saknas dock ej för antagandet, att en faunistisk gräns här förefinnes, hvilket för öfrigt skulle vara i analogi med förhållandena på andra trakter. I ett af de högsta tillgängliga lagren har nämligen träffats *Orthoceras tortum* Ang., en form som är främmande för faunan i den öfre rödstenens hufvuddel. Härtill få vi strax tillfälle att återkomma.

Med undantag af cephalopoder äro fossil mycket sparsamma i öfre rödstenen. De för lagret utmärkande cephalopodformerna äro *Endoceras vaginatum* Schloth. (fig. 44) och *End. Wahlenbergi* Foord (fig. 35), hvilken senares skal i lagren närmast ofvan den grå kalken ofta i alla riktningar

betäcka skiktytorna, samt stora, delvis ännu ej närmare utredda *Estoniaceras*-arter, samtliga fordom anförda under namnet »*Lituites convolvens*». Häribland har kunnat urskiljas *Estonioceras convolvens* His. (fig. 45) äfvensom *Estonioceras* (*Planctoceras*) *falcatum* Schloth. Äfven en stor *Trochoceras*-art har funnits.

Fig. 44. *Endoceras vaginatum* Schloth. — Förutom de för arten karakteristiska regelbundna valkarna framträda äfven trenne mera oregelbundna, starkare insnörningar. Dessa utvisa afbrott i skaltillväxten samt beteckna därför olika tillväxtperioder hos djuret. — Halfva naturliga storleken. — Efter teckning af fröken G. Kolthoff.

Lefverstenen är i allmänhet grågrön, någon sällsynt gång rödbrun. Dess renare kalkskikt äro i förra fallet grå, ofta med mer eller mindre dragning i grönt eller smutsigt gulgrått, hvarvid bergarten då erhåller ungefär samma orena färgton som kokt lefver. Häraf härleder sig antagligen den af allmogen använda benämningen »Lefversten». De mellan- *Lefversten.*

Fig. 45. *Estonioceras convolvens* His. — Förminskad till $^3/_5$ af naturliga storleken. — Efter fotografi.

lagrande märgelskikten äro däremot, i synnerhet efter begynnande vittring, mer eller mindre grönaktiga.

Lagrets mäktighet är omkring 20 *m*. De renare och fastare kalkskiktens tjocklek uppgår till högst 8 à 10 *cm*, men vanligen äro de tunnare; mergelbanden, som mellanlagra desamma, äro åter ganska tjocka, mer eller mindre starkt skiffriga. På grund af allt detta visa till och med väggarna i stenbrotten redan efter några år stark vittring och bergartens sönderfallande.

En på Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium utförd analys å ett prof af de fastare, stundom till hugg-

ning använda skikten från Gösäters lefverstensbrott, NV om Kärretomten på Kinnekulles östra sida, visade följande halt af:

Kolsyrad kalk	85.73 %
Kolsyrad magnesia	1.22 »
Olösligt i utspädd klorvätesyra	9.62 »

I stort sedt bildar lefverstenen en terrass med brantare affall vid randen och planare fält längre in.[1]) Denna terrass har nästan öfverallt rundt kring berget en betydlig bredd och intager därför en ej ringa areal af bergets centrala del. Den bildar för öfrigt liksom fotstycket, från hvilket bergets högre del, Högkullen, ganska brant uppstiger.

Lefverstenen är ej på långt när så mycket blottad som orthocerkalkens föregående afdelningar. Förutom inom de periferiska delarna af sitt utbredningsområde, hvarest densamma här och där under någon kortare sträcka bildar små låga, trappstegsformiga, branta afsatser, är det endast sällan som blottade hällar förekomma, utan går den i dagen egentligen endast i bäckar eller åkerdiken. Den har äfven brutits på några ställen, men stenbrotten äro numera i allmänhet helt och hållet öfvergifna på grund af skiktens ringa tjocklek och bergartens mycket mergliga beskaffenhet. Äfven de renare kalkskikten äro sköra samt lätt söndervittrande i fria luften och följaktligen föga tjänliga till huggning.

De i lefverstenen inneslutna fossilen äro oftast mycket dåligt bibehållna. De
Fossil. hårdare kalkskikten visa visserligen talrika tvärsnitt af skalfragment, men några skalytor framkomma nästan aldrig i dessa. Fossilen träffas därför nästan uteslutande i de märgliga mellanskikten. Här äro de emellertid vanligen mer eller mindre pressade och platttryckta eller krossade, hvarjämte skalen i de flesta fall upplösts. Det återstår därför af fossilet vanligen endast en mer eller mindre starkt anfrätt stenkärna. Se vidstående bild (fig. 46). Hos cephalopoderna utgöres denna i många fall af de afkamrade delarnas utfyllning af hvit, kristallinisk kalkspat med de urglasformiga väggarna framträdande i tvärsnitt, men utan spår af något ytterskal. De äro därför visserligen bestämbara till släktet, men i allmänhet obestämbara till arten. Genom tryck äro orthoceratiterna ofta i längdriktningen oregelbundet maskformigt böjda.

Cephalopoderna äro för öfrigt de allmännast förekommande fossilen. De för lagret utmärkande släktena utgöras af *Lituites* (fig. 48), *Ancistroceras* (fig. 47), *Trocholites* (fig. 46) och *Discoceras*, men med undantag af *Ancistroceras undulatum* Boll (fig. 47) och *Discoceras teres* Eichw. samt *Trocholites* cfr *orbis* Schröder[2]) (fig. 46) hafva arterna ej kunnat bestämmas. Detsamma är förhållandet med *Orthoceras*, af hvilket släkte flera arter synas förekomma. Af trilobiter äro i tydliga exemplar funna: *Illaenus Chiron* Holm och *Ogygia dilatata* Brünn var. *Sarsi* Ang., båda inom andra områden synnerligen karakteristiska för horisonten. Dessutom förekommer en cystidé af släktet *Echinosphærites*.

[1]) Denna terrass omtalas af Linné (anf. st., sid. 21) under benämningen »*Gorstensklefvan*». Enligt Linné skulle nämligen ifrågavarande kalksten, »som hvarken tjänar till kalkbränneri eller stensliperi» af allmogen kallas »*Gorsten*». — *Gor* betyder i allmogespråket smuts, något odugligt.

[2]) Schröder, H. Untersuchungen über silurische Cephalopoden, tafl. 1, fig. 6 a—b. — Palæont. Abhandl. herausgegeb. von W. Dames und E. Kayser, Neue Folge, Bd 1, Heft 4. — Jena 1891.

Orthocerkalkens allmänna indelning i Sverige.

Afdelningar motsvarande dem vi ofvan lärt känna inom Kinnekulles orthocerkalk återfinnas inom andra svenska silurområden, oftast t. o. m. med samma växlingar i bergartens färg. Så t. ex. på Öland och i Dalarne, där man redan länge plägat indela orthocerkalken i: *Undre röd*, *Undre grå*, *Öfre röd*, *Öfre grå*, hvilka fyra afdelningar synas kunna fullkomligt parallelliseras med de fyra på Kinnekulle. Inom andra trakter, såsom t. ex. Falbygden, är öfverensstämmelsen i lagrens färg icke så fullständig, men under-

Fig. 46. *Trocholites* cfr *orbis* Schröder.—Efter fotografi.—Omkring 1½ gång naturliga storleken.

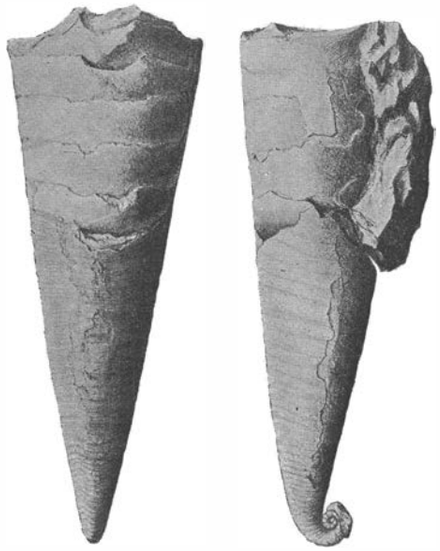


Fig. 47. *Ancistroceras undulatum* Boll. Från buksidan och i profil. — Förminskad till halfva storleken. — Efter Noetling.

Fig. 48. *Lituites* sp. — Något förstorad. — Efter fotografi.

söker man deras fossil, så återfinner man äfven där samma följd af olika faunor. Den på fossilen grundade, d. v. s. den palæontologiska indelningen af orthocerkalken öfverensstämmer emellertid — såsom förut blifvit antydt — ej fullt med den på bergartsfärgen grundade eller den så att säga populära. Den förra har nämligen blott tre afdelningar mot den senares fyra. Förhållandet mellan de båda indelningarna är följande:

Palæontologisk indelning.

Den Undre röda Orthocerkalken (= den Undre Rödstenen) bildar en äfven i palæontologiskt hänseende afgränsad afdelning, hvars mest karakteristiska fossil är en trilobit, *Megalaspis limbata* Boeck (fig. 39). Den har därför ock benämnts »**Limbatakalk**».

Den Undre grå Orthocerkalken och den lägre delen af den Öfre Röda (således Täljstenen och den lägre delen af den Öfre Rödstenen) innehålla en gemensam fauna, visserligen bestående i hufvudsak af samma släkten, som finnas i de under- och öfverliggande lagren, men dock af egna arter. Efter en orthoceratit, *Endoceras vaginatum* SCHLOTH. (fig. 44), ett af dess mest karakteristiska fossil, har denna afdelning benämnts »**Vaginatumkalk**». Den är igenkännlig öfverallt, där orthocerkalken är typiskt utbildad.

Den högre delen af den Öfre röda Orthocerkalken skiljer sig i faunistiskt hänseende från samma kalks lägre del, men sluter sig i stället till det följande lagret, den Öfre grå Orthocerkalken (= Lefverstenen). Den här uppträdande faunan kännetecknas genom vissa cephalopoder med delvis spiralformigt hoprulladt skal. Efter det viktigaste af dessas släkten, *Lituites* (fig. 48), hvars skal är böjdt såsom en biskopskräkla (på latin benämnd *lituus*), har lagret benämnts »**Lituitkalk**». Äfven denna har en mycket stor utbredning. Till dess fauna hörer den ofvan från den högre delen af Kinnekulles öfre rödsten anförda *Orthoceras tortum* ANG., ett i andra trakter för den röda lituitkalkens lägre del utmärkande fossil, och detsamma gäller om *Asaphus platyurus* ANG., som af ANGELIN anföres äfven från Kinnekulle.

Schematiskt kan förhållandet mellan den palæontologiska och de populära indelningarna framställas sålunda.

Palæontologisk indelning.	Populär indelning:	
	Kinnekulle.	Öland, Dalarne m. m.
Lituitkalk.	Lefversten.	Öfre grå Orthocerkalk.
Vaginatumkalk	Öfre Rödsten.	Öfre röd Orthocerkalk.
	Täljsten.	Undre grå Orthocerkalk.
Limbatakalk.	Undre Rödsten.	Undre röd Orthocerkalk.

Chasmopskalken (6).

Chasmopskalk.

Detta lager, som fått sitt namn efter trilobitsläktet *Chasmops* (fig 49), utgöres på Kinnekulle af en gröngrå eller blågrå kalk och en grön, tämligen lös skiffer, hvilken senare synes vara förhärskande. Kalken förekommer mest i form af konkretioner eller konkretionära lager i skiffern, men är sällan åtkomlig annat än i lösa block. I friskt tillstånd är kalken ytterst hård, tät och flintlik, samt har öfverhufvud en ganska flintartad beskaffenhet. Denna framträder ock vid bergartens vittring, ty, när den renare kalksubstansen blifvit utlöst, återstår ett poröst men fast skelett. I detta visa sig bergartens talrika men förut föga märkbara fossil såsom afgjutningar, hvarvid äfven deras finaste

detaljer från såväl utsidan som insidan af skalet ofta äro bevarade. Det är dock mestadels endast de smärre formerna, som på sådant sätt tydligt framträda; de större skalen hafva nämligen oftast blifvit krossade före inbäddningen.

Af bergartens nämnda förhållande vid vittring framgår, att den såsom kalksten är mycket oren; den utgöres egentligen af en lerig och kiselsyrerik massa med jämförelsevis obetydlig halt af kolsyrad kalk. De lösa blocken äro ock vanligen omgifna af en tjock, hvitgul till smutsigt olivbrun, rostbrun eller åtminstone rostfläckig vittringsskorpa. Lagrets högsta del utgöres dock af en något renare, till färgen grå eller nästan blågrå kalksten, som visserligen är hård och har mussligt brott, men ej är flintartad. Den vittrar ej heller på samma sätt som den nyss beskrifna, utan vittringen ger sig tillkänna endast såsom en färgförändring, i det att de ytliga delarna antaga en grönare, oren färgton. Denna bergart torde därför vara jämförelsevis rikare på kolsyrad kalk än den i lagrets lägre delar, men är dock mycket oren, såsom visas af följande analys å ett prof från lager, synliga i en källa NV om torpstället Mossen:

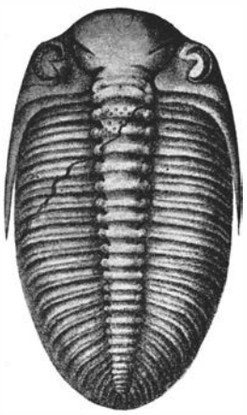


Fig. 49. *Chasmops sp.* — Efter FERD. ROEMER.

Kolsyrad kalk	37.98 %
Kolsyrad magnesia	1.12 »
Olöst i utspädd klorvätesyra.	57.06 »

Chasmopskalken bildar foten och nedersta delen af de backar, hvilka vidtaga ofvan lefverstensterrassen. Den är emellertid nästan aldrig blottad. Det är endast vid tvenne källor på bergets östra sida, som ett par af densammas högsta lager iakttagits fast anstående. [1]) Dessa punkter återfinnas på bergartskartan genom de där utsatta höjdsiffrorna.

Enligt LINNARSSON skall man vidare på samma sida i grannskapet af det numera ödelagda torpet Hoppet lätt kunna vinna tillträde till lagret. Grusbetäckningen är här i allmänhet mindre. På västra sidan däremot går lagret aldrig i dagen, utan är där doldt af mäktiga morängrusmassor; lösa block af chasmopskalk träffas emellertid vid dess nivå på såväl västra som östra sidan af berget.

Chasmopskalkens fauna synes vara vida rikare och mera omväxlande än faunan inom orthocerkalkens olika afdelningar. Den saknar emellertid ännu, framförallt hvad beträffar de smärre formerna, en genomgående bearbetning. Cephalopoderna träda här fullständigt tillbaka. Däremot utgöra Trilobiterna, Brachiopoderna och delvis äfven Gastropoderna, samtliga med, i jämförelse med formerna inom orthocerkalken, i allmänhet små arter eller exemplar, de förhärskande fossilen. Härtill kommer Ostracoderna eller Skalkräftorna, hvilkas små skal här ofta äro ganska talrika. I motsats till inom andra trakter, där Cystidéerna, representerade af slägtet *Echinosphærites*, uppträda inom chasmopskalken i ofantliga massor af individer, samt bilda lager eller bankar, uteslutande sammansatta af deras tätt sammanhopade, klotformiga skal, äro desamma på Kinnekulle ganska sällsynta. Det då understundom för chasmopskalkens lägre del, där ifrågavarande cystidé-lager *Fossil.*

[1]) Den ena af dessa källor är den ofvan omnämnda NV om torpen Mossen.

egentligen förekomma, använda namnet *Cystidékalk*, har därför på Kinnekulle ingen tillämpning. Det på Kinnekulle förekommande cystidérika lagret tillhör, såsom vi ofvan sett, en äldre horisont, som har sin plats inom täljstenen eller den grå vaginatumkalken och bildas af ett annat släkte (*Sphæronites*) än lagren inom chasmopskalken.

De viktigaste, säkrare bestämbara af de inom Chasmopskalken på Kinnekulle funna fossilen utgöras af:

Trilobiter: *Chasmops* (fig. 49) med en eller ett par arter: *C. macrourus* SJÖGR. eller *C. conicophthalmus* (SARS & BOECK).
Remopleurides sexlineatus ANG.
Calymene sp.
Ptychopyge glabrata ANG.
Ampyx rostratus SARS.
» *costatus* BOECK.
Agnostus trinodus SALT.

Ostracoder: *Beyrichia costata* LINRS. (fig. 50). [1])
Primitia strangulata SALT.

Cystidéer: *Echinosphærites aurantium* GYLLENH. (fig. 51).

Fig. 50. *Beyrichia costata* SALT. *a*, Med skal; *b*, Utan skal. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter LINNARSSON.

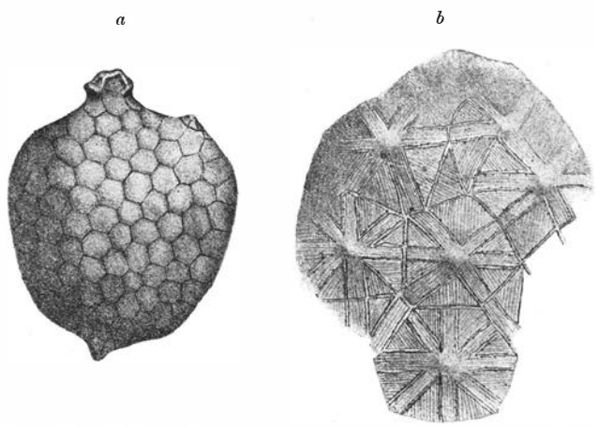


Fig. 51. *Echinosphærites aurantium* GYLLENH. — *a*, Fullständigt exemplar; *b*, Några skalplåtar förstorade. — Efter ANGELIN.

Dessutom förekomma obeskrifna eller obestämbara arter af cephalopoder: *Orthoceras*; gastropoder: *Bellerophon* och *Raphistoma;* brachiopoder: *Orthis* och *Leptæna*, äfvensom långa stamdelar af en crinoid, genomskärningar af en graptolit, sannolikt en *Diplograptus*.

[1]) Den rikliga förekomsten af detta fossil, hvars blott ett par millimeter långa ryggskal stundom nästan uppfyller kalkstenen, föranledde LINNARSSON att till en början benämna lagret »*Beyrichiakalk*».

Trinucleusskiffern (7).

Denna omkring 30 *m* mäktiga aflagring utgöres alldeles öfvervägande af lerskiffer; kalksten förekommer här endast helt underordnadt. Lagret har blifvit benämndt efter trilobitsläktet *Trinucleus* (fig. 52), hvilket dess mest karakteristiska fossil tillhöra. *Trinucleusskiffer.*

Trinucleusskifferns lägsta del, närmast ofvanpå chasmopskalken, utgöres på Kinnekulles östra sida af en svart eller svartgrå, tunnbladig, tämligen lös skiffer. På bergets västra sida har — dock endast såsom lösa block — träffats en motsvarande svart skiffer, men hård och svårklufven. Uppåt öfvergår nämnda tämligen mäktiga svarta skiffer i en tjockskifvig och svårklufven, svart- och grönspräcklig skiffer, på hvilken sedan följer grön skiffer, som stundom innesluter konkretioner af gråaktig kalk. *Svart och grön Trinucleusskiffer.*

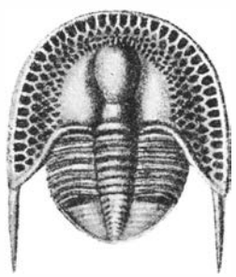


Fig. 52. *Trinucleus Wahlenbergi* Rouault. — Fullständigt exemplar. — Efter Angelin.

Denna skiffer öfverlagras sannolikt af en kalkbank, hvars mäktighet uppskattas till omkring två meter. Enligt de lösa blocken, hvilka stundom uppnå en ganska betydande storlek, är kalkbanken uppdelad i vanligen 20 *cm* tjocka skikt. Dess bergart är till färgen ljust rökgrå, af mycket fint korn, nästan tät, men genomsättes af ett nätverk af fina kalkspatådror, hvilka isynnerhet framträda på den vittrade ytan. Den får härigenom ett något knöligt utseende. Kalken synes vara ganska spröd, hvarför den ej torde lämpa sig för huggning, men slipad och polerad kunde den genom sitt nätådriga utseende möjligen vara användbar till prydnadsföremål inomhus. Denna kalkstensbank förekommer äfven annorstädes i Västergötland, t. ex. på Billingen. *Kalkbank.*

Den härpå följande, mäktigare öfre delen af trinucleusskiffern utgöres af en otydligt skiffrig, starkt brunröd, ganska lös och i ytan lätt vittrande och sönderfallande lerskiffer. Ofta har den benämnts märgelskiffer, men den fräser ej för syra, icke ens i pulverform. Den är starkt affärgande och jordig, hvarför äfven dikesvattnet här gärna antager en röd färg. *Röd Trinucleusskiffer.*

Trinucleusskiffern bildar fortsättningen af de vanligen ganska branta backar, som började inom chasmopskalken. Den är vida mera blottad än denna senare samt flerstädes tillgänglig på såväl östra som västra sidan af berget. I synnerhet den öfre delen, eller den röda trinucleusskiffern, ligger sträcktals i dagen, hufvudsakligen på östra sidan, samt kännetecknas redan på afstånd genom markens starka rödfärgning. Den ofvannämnda kalkbanken har däremot på Kinnekulle ej med säkerhet träffats fullt fast anstående; dess förekomst och plats angifves emellertid på det nogaste genom de mängder af stora kalkblock, hvilka vid en viss, bestämd horisont, nämligen omedelbart nedanför den röda skifferns utbredningsområde, såsom en linje kunna följas öfverallt, där de lösa aflagringarna ej äro för mäktiga.

I den lägsta, svarta skiffern har på Kinnekulle endast funnits brachiopoder jämte spår af graptoliter; de förra utgöras af *Leptæna quinquecostata* M'Coy var. Lindstr., *Obolella? nitens* His. samt en obestämbar *Orthis*. *Fossil.*

Enligt LINNARSSON förekomma:

I den gröna skiffern jämte dess inlagrade kalkkonkretioner:

Trilobiter: *Phacops recurvus* LINRS.
Dindymene ornata LINRS.
Acidaspis sp.
Remopleurides radians BARR.
Calymene sp.
Trinucleus seticornis WAHLENB.
» *Wahlenbergi* ROUAULT (fig. 52).
Ampyx tetragonus ANG.
Agnostus trinodus SALT.
Ostracoder: *Primitia strangulata* SALT.
Graptoliter: *Diplograptus pristis* HIS.

I den röda skiffern:

Trilobiter: *Remopleurides radians* BARR.
Cybele verrucosa DALM.
Trinucleus Wahlenbergi ROUAULT.
Ampyx tetragonus ANG.
Dionide euglypta ANG.
Agnostus trinodus SALT.
Brachiopoder: *Leptæna* ett par arter.
Lingula sp.

Såväl den svarta som i synnerhet den röda trinucleusskifferns aflagringsområde har varit ganska stort. Förutom i de öfriga silurbergen i Västergötland förekomma nämligen dessa lager med nästan samma bergartsbeskaffenhet och samma fauna både i Östergötland och Dalarne. I Ryska Östersjöprovinserna åter ersättes trinucleusskiffern i sin helhet af kalkrikare lager, helt och hållet olika de svenska.

Brachiopodskiffern (8).

Brachiopodskiffer.

Detta lager namngafs af LINNARSSON med hänsyn till dess beskaffenhet i Västgötabergen i allmänhet, men på Kinnekulle kunde det snarare förtjäna kallas »Brachiopodkalken», ty det består öfvervägande af kalkiga bergarter.

Lagret framträder sällan i dagen, hvarför dess mäktighet blott kunnat uppskattningsvis bestämmas; den torde knappast öfverstiga 5 meter. Dess lägsta del, närmast trinucleusskiffern, är nästan alltid dold af ras eller grusmassor. LINNARSSON träffade den dock blottad på ett ställe mellan Lukastorp och Kullatorp, där han fann den bestå af »en tjockskifvig, grå eller grönaktig, kalkhaltig skiffer med tämligen talrika men illa bibehållna brachiopoder». En liknande skiffer har iakttagits under en kalkstensbank i Korsbäcken, N om torpet Stora Salen, på bergets västra sida, men är nu dold af ras. Äfven på bergets östra sida förekommer en motsvarande skiffer med samma läge.

Kalkhaltig skiffer.

Brachiopodskifferns öfre del består af en fastare, kalkig bergart, hvars hällar därför ock framsticka på några ställen. Så t. ex. i den nämnda Korsbäcken, där dess mäktighet kunnat direkt uppmätas och befunnits vara 2.4 *m*. Bergarten kan betecknas såsom en rökgrå, genom inmängda stoftfina sandpartiklar starkt förorenad kalksten, ganska tät och med mussligt brott. Den vittrar lätt och öfverdrages då af en af föroreningarna bestående vittringsskorpa. Den bildar tjocka, oregelbundna bankar, men torde det oaktadt på grund af sin orenhet ej lämpa sig för stenindustriella ändamål. Ett analyseradt prof från Korsbäcken visade sig innehålla: [1])

Oren kalksten.

Kolsyrad kalk	51.59 %.
» magnesia	1.52 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	41.96 »

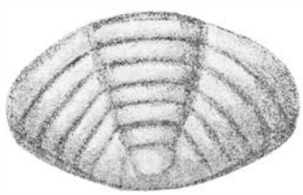


Fig. 53. *Homalonotus platynotus* Dalm. Stjärtskölden. — Naturlig storlek. — Efter Angelin.

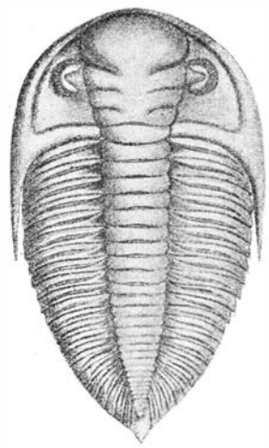


Fig. 54. *Dalmanites mucronatus* Brongn. — Något förminskad. — Efter Angelin.

Brachiopodskiffern på Kinnekulle är inom vissa partier ganska rik på fossil, men dessa förekomma ofta i ett föga tillfredsställande skick. Brachiopodskiffern jämte andra densamma motsvarande aflagringar inom Sverige hafva emellertid ännu ej erhållit någon närmare bearbetning och beskrifning, vare sig i sin helhet eller ens till någon del. Det är framför allt brachiopodfaunan, som här tarfvar en genomgående granskning och jämförelse med såväl de i undersilur som i öfversilur förekommande arterna, jämte beskrifning af de nya, hvaraf ett betydligt antal synes förefinnas. Intill dess ett sådant utförligare arbete kommit till stånd, torde en uppräkning af brachiopodarterna enligt de bestämningar, som nu varit möjliga, i flertalet fall knappast hafva något värde.

Fossil.

De i brachiopodskiffern på Kinnekulle funna *trilobiterna* utgöras af:

Dalmanites mucronatus Brongn. (fig. 54).
» *pulchellus* Linrs.
Homalonotus platynotus Dalm. (fig. 53).

[1]) Analysen utförd på Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium.

Brachiopoderna tillhöra släktena *Orthis*, *Strophomena*, *Meristella* m. fl. Dessutom förekomma bryozoer eller mossdjur, såsom t. ex. *Discopora rhombifera* Fr. Schmidt, samt stamdelar af Crinoider.

Såsom brachiopodskiffern af Linnarsson uppfattats och begränsats på Falbygdens berg, hvarest de fullständigaste genomskärningarna af lagret i dess helhet förefinnas, sammanhörer lägsta delen otvifvelaktigt med trinucleusskiffern och bör riktigare förenas med denna. Faunan utgöres nämligen där till öfvervägande del af trilobiter samt därtill hufvudsakligen af samma arter som inom trinucleusskiffern, om också ett par yngre former tillkommit. Denna del af lagret har ej kunnat urskiljas eller är åtminstone ej blottad på Kinnekulle. Möjligen saknas den härstädes. Emellertid äro, såsom af det ofvan sagda framgår, inga fullständiga genomskärningar af brachiopodskiffern härifrån kända.

Gränsen mellan öfver- och under-silur.

Inom öfre delen af lagret i Falbygdens berg, eller den egentliga brachiopodskiffern, äro — likasom inom de kända hithörande lagren på Kinnekulle — brachiopoder de vida förhärskande fossilen. Till sin typ skiljer sig skiffern härigenom från de undersiluriska lagren inom Sverige. I dessa, åtminstone då de utgöras af kalkiga bergarter, bilda nämligen trilobiterna, cephalopoderna eller cystidéerna det vida öfvervägande antalet af såväl arter som individer. Genom rikedomen på brachiopoder samt det starka tillbakaträdandet af trilobiterna närmar sig brachiopodskiffern däremot de öfversiluriska lagrens typ. Lagret är af stort vetenskapligt intresse genom sitt läge mellan den rent undersiluriska trinucleusskiffern och den rent öfversiluriska öfre graptolitskiffern. Härtill kommer, att detsamma i Västergötland genom sin halt af kvartssand, hvarigenom det stundom närmar sig, en verklig kalksandsten, hvilken någon gång till och med företer *diskordant skiktning*, visar sig, i motsats till de öfver och under liggande skiffrarne, vara en grundvattensbildning och sålunda låter oss ana betydliga höjningar af hafsbottnen, åtföljda af denudationer eller af afbrott i sedimentafsättning vid slutet af den undersiluriska tiden, samt antyder en här sannolikt befintlig lucka i lagerserien. Intet af silurlagren inom Västergötland är heller så föränderligt till sin bergartsbeskaffenhet, eller i andra hänseenden, till och med inom korta afstånd.

Öfre Graptolitskiffern (9).

Öfre graptolitskiffer.

Denna, hvilken erhållit sitt namn på grund däraf, att den är den öfre af de båda i Västgötabergen förekommande graptolitförande skifferbildningarna, är den mäktigaste af Kinnekulles afdelningar; dess mäktighet uppgår nämligen till omkring 56 *m*. Den består alltigenom af mestadels mörk, stundom t. o. m. svart lerskiffer utan några mera framträdande underordnade inlagringar af andra bergarter.

Indelning i Rastrites- och Retiolitesskiffer.

När Linnarsson först karakteriserade den Öfre Graptolitskiffern inom Västergötland, var det ännu icke kändt, att man inom densamma kan urskilja en lägre och en högre del, kännetecknade af helt och hållet olika graptolitfaunor. Sedan detta numera blifvit konstateradt, särskiljer man de båda afdelningarna med olika namn, hämtade från karakteristiska graptoliter; den undre kallas *Rastritesskiffer*, den öfre *Retiolitesskiffer*.

Såsom nyligen påvisats, [1]) förekomma båda dessa afdelningar på Kinnekulle, medan tillförene endast den yngre, eller Retiolitesskiffern, varit känd därifrån, och den äldre, eller Rastritesskiffern, ansetts inom Västergötland förefinnas endast i Falbygdens berg, hvarest den omedelbart öfverlagras af diabasen och alla spår af Retiolitesskiffern saknas.

Likasom den undre graptolitskiffern innesluter den öfre en fauna af nästan uteslutande graptoliter, men dessa tillhöra ej blott andra arter, utan till och med helt andra släkten än de, hvilka förekomma i den förra. Ej en enda form är därför gemensam för dem båda. Öfre graptolitskifferns båda afdelningar innehålla, åtminstone delvis, samma graptolitsläkten, men arterna äro helt och hållet olika utom i själfva gränslagren, i hvilka öfvergångar faunorna emellan pläga förekomma.

Rastritesskiffern, den öfre graptolitskifferns lägre afdelning, har benämnts efter det till densamma begränsade, lätt igenkänneliga graptolitsläktet *Rastrites* (fig. 55). Den upptäcktes på Kinnekulle i en liten skärning nära Kullatorp, uppkommen vid den väganläggning, som åren 1898—99 utfördes i och för beredandet af en bekvämare uppfartsväg till bergets högsta del. Den lägsta delen af den sålunda blottade skiffern ligger emellertid 13 *m* öfver lagrets undre gräns, hvadan så mycket af dettas lägsta del är okändt, om också själfva kontaktytan till brachiopodskifferlagret iakttagits på ett ställe på bergets östra sida. Brachiopodkalkbanken öfverlagras nämligen här närmast af en svart, tunnbladig skiffer. *Rastritesskiffer.*

Fig. 55. *Rastrites hybridus* LAPW. — Dubbla storleken. — Efter LAPWORTH.

Den lägsta vid den nämnda väganläggningen synliga graptolitförande horisonten utgöres af en i nämnda skärning till en tjocklek af 0.7 *m* blottad, svart, tunnklufven skiffer, hvars klyfningsytor betäckas af talrika, fullkomligt utplattade graptoliter. Dessa tillhöra samma fauna som den, hvilken inom andra områden utmärker rastritesskifferns mellersta del. *Fossil.*

De här i fast klyft eller i lösa skifferstycken samlade graptoliterna utgöras af:

Monograptus gregarius LAPW.
» *leptotheca* LAPW. (fig. 56).
» *limatulus* TÖRNQ.
» *jaculum* LAPW.
» *attenuatus* HOPK.
» *cygneus* TÖRNQ.
» *lobiferus* M'COY.
» *convolutus* HIS.
» *triangulatus* HARKN.
Rastrites hybridus LAPW. (fig. 55).
Climacograptus scalaris (LIN.) TÖRNQ. (fig. 57).
Diplograptus (*Petalograptus*) *palmeus* BARR.
» » *folium* HIS.

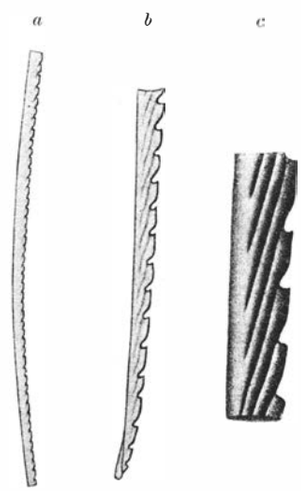


Fig. 56. *Monograptus leptotheca* LAPW. *a*, naturlig storlek; *b*, begynnelseänden två gånger förstorad; *c*, stamdel fyra gånger förstorad, tydligare visande de sågtandformade cellinskärningarne. — Efter TULLBERG.

[1]) HOLM, G. Om de Öfre Graptolitskiffrarna på Kinnekulle. — Geol. Fören. Förhandl., Bd 21 (1899), sid. 305. — (S. G. U. Ser. C. N:o 179).

Fig. 57. *Climacograptus scalaris* (LIN.) TÖRNQ. — Förstorad tre gånger. — Efter TULLBERG.

Diplograptus (*Cephalograptus*) *cometa* GEIN.
» » *tamariscus* NICH.

Högre upp i sluttningen hafva lager tillhörande rastritesskifferns yngsta del sedermera iakttagits af TÖRNQUIST i den 1899 fullbordade vägsträckan. Dessa lager utgöras af en hård, men lättklufven skiffer med ofta i relief bevarade graptoliter. Enligt TÖRNQUIST [1]) utgöras de här förekommande arterna af:

Monograptus nudus LAPW.
» *runcinatus* LAPW.
» *discus* TÖRNQ.
» *exiguus* LAPW.
» *priodon* (BRONN) BARR. (fig. 59).
Diplograptus (*Petalograptus*) *palmeus* BARR.

Med ofvannämnda undantag träffas rastritesskiffern aldrig blottad. Såsom de ofvan omtalade profilerna visa, utgöres den på Kinnekulle i likhet med inom andra områden af mörka lerskiffrar, svarta eller svartgrå, endast undantagsvis med något lager af ljusare, grågrön färgton. Skiffern är oftast lättklufven och saknar nästan fullständigt kalkbollar. Endast en enda horisont af sådana har iakttagits i lägre delen af den nya väganläggningen. Kalklinserna här äro emellertid ganska små, af endast en decimeters höjd, samt utgöras af en mörkt rökgrå kalk, inneslutande oregelbundna små svafvelkispartier, men inga graptoliter.

Förutom graptoliter hafva i rastritesskiffern på Kinnekulle ej iakttagits några andra fossil än mycket små ostrakoder eller skalkräftor. Dessa förekomma i ett lager af ljust gröngrå, svårklufven, lerig skiffer omedelbart ofvan de nyssnämnda kalklinserna.

Retiolitesskiffer.

Retiolitesskiffern har fått sitt namn af det för detta lager karakteristiska graptolitsläktet *Retiolites* (fig. 58). Den är det lättast tillgängliga af de högre lagren, i det att den ofta är blottad i branterna nedom den af diabasen bildade öfversta delen af Högkullen. Detta är framförallt förhållandet på östra och västra sidorna af berget, hvarest betydligare morängrusmassor saknas. På ett par ställen, såsom vid Kullatorp, har den också brutits för användning till grusande af körvägarna på bergets öfre del, där väggrus saknas, samt härtill befunnits synnerligen lämplig. Den sönderfaller nämligen genom sol och regn i små, kantiga stycken, hvilka ej baka ihop sig, utan genomsläppa vattnet.

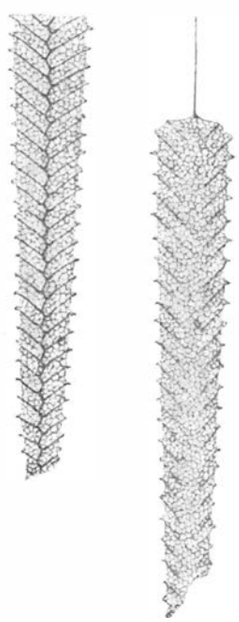


Fig. 58. *Retiolites Geinitzianus* BARR. — Förstoring 3 gånger den naturliga storleken. — Efter TULLBERG.

Likasom rastritesskiffern är äfven retiolitesskiffern mörk till färgen, svart till svartgrå. Dess i den nämnda väganläggningen blottade gränslager mot rastritesskiffern äro dock rödaktiga intill ett par meters höjd samt sakna fossil. Skiffern är vanligen mer

[1]) TÖRNQUIST, S. L. Några anteckningar om Västergötlands öfversiluriska graptolitskiffrar. — Geol. Fören. Förhandl., Bd. 21 (1899), sid. 641.

eller mindre tjockklufven; strax under diabasen är den emellertid tunnklufven samt något ljusare till färgen, smutsigt gröngrå. Här äro graptoliterna också plattryckta, medan de i den tjockklufna skiffern längre ned ofta äro bibehållna i relief och förvandlade till svafvelkis. Denna har emellertid i lagrets ytliga delar vittrat, så att här endast aftryck af graptoliterna återstå, utfyllda af en gulbrun, järnockreartad massa. I utgåendet äro skifferytorna ofta rostfärgade af det genom vittringen af graptoliternas kisfyllning eller annan insprängd svafvelkis uppkomna slammet. Retiolitesskiffern innehåller inga kalkbollar såsom i Östergötland och i Dalarne. I vägskiffergropen vid Kullatorp förekomma dock hårdare, bollartade, ellipsoidiska partier, med en genomskärning af på sin höjd ett par decimeter, af en fastare skiffer med mindre tydlig skiffrighet. Dessa hårdare skifferbollar äro sannolikt något kalkhaltiga samt uppkomna på konkretionär väg; de fräsa dock ej för syra.

Några särskilda, af olika graptolitarter utmärkta zoner hafva ej kunnat urskiljas inom retiolitesskiffern på Kinnekulle. De därstädes funna arterna utgöras af:

Monograptus crenulatus Törnq.
» *priodon* (Bronn) Barr. (fig. 59).
» *cultellus* Törnq.
» *subconicus* Törnq.
Retiolites Geinitzianus Barr. (fig. 58).

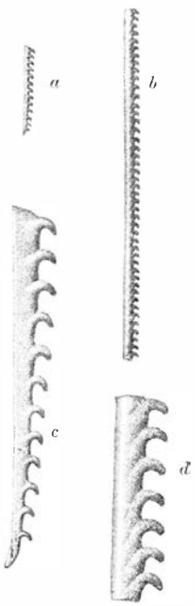


Fig. 59. *Monograptus priodon* (Bronn), Barr. — *a* & *b*, Naturlig storlek; *c* & *d*, Samma exemplar förstorade fyra gånger. — Efter Linnarsson.

Fossil.

Diabastäcket.

Såsom redan förut blifvit nämndt, bildas toppen af Högkullen af en eruptiv bergart, en diabas eller s. k. »trapp», hvilken såsom en omkr. 30 *m* mäktig bädd hvilar ofvanpå det yngsta af Kinnekulles sedimentära lager, den nyss beskrifna retiolitesskiffern. Denna diabas är en mörk, småkornig bergart, hvars mineralbeståndsdelar ej kunna med blotta ögat tydligt urskiljas. Mikroskopisk undersökning visar emellertid, att de hufvudsakligen äro: brun augit och färglös plagioklastisk fältspat, antagligen labrador, samt något olivin, den sistnämnda ofta mer eller mindre fullständigt omvandlad i serpentin. Därtill komma såsom ständigt närvarande underordnade beståndsdelar svarta malmkorn, bestående af titanhaltig magnetit eller titanjärn, samt ytterst små, färglösa nålar af apatit. Någon gång finnas äfven enstaka små kvartskorn; såsom nybildningar äro små kloritiska partier vanliga.

Diabas.

Mineralogisk sammansättning.

Ifrågavarande diabasart bildar en rätt karakteristisk typ, af Törnebohm benämnd »Kinnediabas», hvilken återfinnes äfven i Billingen och i Falbygdens berg. Den till förekomstsättet analoga diabasen i Halle- och Hunneberg däremot tillhör en annan typ; den härrör ock icke från alldeles samma bildningsperiod som Kinnediabasen, såsom man på stratigrafiska grunder har skäl att antaga.

»Kinnediabas».

Kemisk sammansättning. Tvenne analyserade prof af Kinnekulles diabas befunnos hafva följande sammansättning: [1])

	a.	*b.*
Kiselsyra	50.20 %	49.90 %
Titansyra	1.21 »	1.01 »
Lerjord	16.08 »	16.16 »
Järnoxid	9.30 »	8.57 »
Järnoxidul	3.87 »	3·88 »
Manganoxidul	0.54 »	0.45 »
Kalk	7·85 »	7.93 »
Talk	6.82 »	7.32 »
Kali	1.24 »	1.36 »
Natron	2.34 »	2.42 »
Vatten	0.67 »	0.94 »
	100.12 %	**99**.94 %

Profvet *a* visar temligen talrika olivinkorn, mestadels omvandlade i serpentin, dock ofta med friska kärnor synliga; *b* innehåller föga olivin, och denna är fullständigt omvandlad i brun serpentin.

Vittring. Diabasen vittrar lätt och får då en mörkt rostfärgad och lätt afflagande vittringshud, som kan nå en centimeter och mera i tjocklek. Ofta är den vittrade ytan småknölig, hvilket beror därpå, att augitkornen äro större och motståndskraftigare än bergartens öfriga beståndsdelar och utmodelleras därför efter hand af den fortgående förvittringen. Denna intränger äfven efter sprickor och förklyftningsytor, hvarför ock dessa vanligen äro rostfärgade.

Förklyftning. Diabasen har en starkt utpräglad förklyftning, hvilken går dels parallellt med, dels vinkelrätt emot de ursprungliga afsvalningsytorna, såsom regeln är hos eruptiva bergarter. Då nu på diabastäcket dessa ytor äro närmelsevis horisontella, blifva förklyftningssprickorna således dels horisontella och dels vertikala. Den genom de sistnämnda åstadkomna vertikala förklyftningen är emellertid på Kinnekulle vida mindre utpräglad pelarformig, än hvad fallet är på de öfriga Västgötabergen, och ger ej upphof till sådana mer eller mindre fristående pelare, som så ofta förekomma på dessa berg. Däremot förorsakar den vertikala förklyftningen ofta lodräta väggar; sådana finnas nästan rundt omkring Högkullen, hvilken därför ock endast på några få ställen kan bestigas.

Gränsen till skiffern. Diabasbäddens kontakt med den underliggande skiffern har kunnat iakttagas endast på ett enda ställe, nämligen strax invid Kullatorp, där öfveringeniör S. A. Andrée för några år sedan själf gjorde en inschaktning vid diabasväggens fot just i ändamål att blotta nämnda kontakt. Själfva kontaktytan, hvilken ännu är synlig på en sträcka af 3 till 4 *m*, är mycket jämn och bestämd samt sammanfaller med en skiktyta hos skiffern. Invid kontakten är denna något tunnskiffrigare och äfven något ljusare än vanligt; diabasen åter är dels något tätare än eljest, dels ock något starkare förklyftad. Genom en parallellt med kontakten förlöpande afsöndringsklyft är nämligen en omkr. 0.5 m. tjock bank af-

[1]) Analyserna äro utförda å Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium.

skild, hvilken genom talrika vinkelrätt mot kontaktytan ställda förklyftningssprickor är uppdelad i tunna, lodrätt staende plattor eller oregelbundet formade stänglar.

Eruptionskanalen, genom hvilken diabasen uppträngt från jordens inre, har ingenstädes kunnat iakttagas. Eruptionen måste emellertid hafva ägt rum genom en spricka i berggrunden och förbindelsen mellan diabastäcket och jordens inre således utgöras af en diabasgång. Enligt prof. A. E. Törnebohm är det sannolikt, att denna spricka framgår ungefär i bergets längdriktning under diabastäcket samt här har sin största bredd och bildar den egentliga eruptionskanalen, medan den däremot utanför detta utkilar eller är mer eller mindre aftunnad. Såsom vida hårdare och motståndskraftigare än de öfre skiffrarna borde i senare fallet diabasgången framträda i topografien såsom en ryggformig upphöjning nedom diabastäcket. En sådan förekommer också på södra sidan om Högkullen. Såsom framgår af kartan bilda höjdkurvorna här en i bergets medellinje framspringande udde, på sidorna begränsad af djupa, ända till diabastäcket inträngande dalgångar. Den sålunda bildade höjdryggen är ytterst rik på stora diabasblock, ofta samlade till väldiga gryt. Det är isynnerhet ett litet öformigt uppstigande parti, som utmärker sig för sådana. Professor Törnebohm har för mig påpekat, att diabasgången sannolikt är att söka härstädes och bildar underlaget i denna kulle, ehuru någon fast häll ej observerats.

De kambrisk-siluriska lagrens mäktigheter, allmänna lutning och lagerrubbningar.

Mäktighetsbestämningar.

Inom intet af Sveriges kambrisk-siluriska områden har någon på verkliga, noggranna afvägningar grundad bestämning af de olika lagrens mäktigheter hittills blifvit utförd. Det syntes därför mycket önskvärdt att i samband med den förevarande undersökningen af Kinnekulle åstadkomma en sådan mäktighetsbestämning af dettas berglager, särdeles som dessa — såsom förut blifvit nämndt — äro de normallager, med hvilka man plägar jämföra lagren inom andra Sveriges siluområden. Mäktighetsbestämningar från Kinnekulle äga därför — förutom sin lokala praktiska betydelse — äfven ett stort vetenskapligt värde för en jämförelse med framtida mätningar på andra trakter, mätningar som säkerligen komma att förr eller senare utföras för vinnande af kännedom om slamtillförseln och sedimentafsättningen i det kambrisk-siluriska hafvet. *Mäktighetsbestämningar.*

Ganska omfattande specialafvägningar blefvo därför företagna för att bestämma de olika lagrens mäktighet på Kinnekulle, men det har dock ej varit möjligt att uppnå all

den noggrannhet, som varit önsklig, emedan lämpliga genomskärningar i allmänhet saknades. Mäktighetsbestämningarna hafva nämligen måst grundas på afvägningar af lagrens öfre och undre gräns på från hvarandra mer eller mindre aflägsna punkter. Då lagren ej ligga fullkomligt horisontellt utan stupa, om också svagt, mot VNV, så medför detta felkällor, hvilka endast på ett ungefär kunna uppskattas. Äfven de pavisade förkastningarna försvåra bestämningen. Härtill kommer ytterligare, att själfva kontakten mellan lagren är blottad endast för några få af dem. Man är därför vanligen inskränkt till hällar, hvilka komma gränsytan mer eller mindre nära, och bestämningen af lagrens mäktigheter blir således endast tillnärmelsevis. Mätningarnas allmänna resultat hafva i det föregående blifvit omnämnda vid beskrifningen af de olika lagren; här nedan följer en samlad, mera detaljerad redogörelse.

Sandstenslagret. *Sandstenslagret.* Urbergsytan, på hvilken sandstenen afsatte sig, synes hafva varit ganska ojämn. Detta framgår t. ex. af förhållandena omkring Råbäcks hamn. Gneisklippor höja sig här två till tre meter öfver Vänerns yta, medan strax bredvid sandstenshällar ligga i vattenbrynet. Äfven de låga, af urberg bildade små öarna utanför Hjelmsäter antyda liknande ojämnheter hos urberggrunden. Sandstenslagrets mäktighet torde därför växla ej så obetydligt på olika ställen. Enligt afvägningarna varierar densamma mellan 30 och 36 *m*. Mäktigheten af den undre, skiffriga delen, *Mickwitzia-sandstenen*, har endast kunnat bestämmas vid Råbäcks hamn. Den kan där, alltefter urberggrundens ojämnheter, beräknas till 8 à 11 *m*.

Alunskifferlagret. *Alunskifferlagret.* Hela mäktigheten af alunskifferlagret har ingenstädes med större noggrannhet kunnat bestämmas. Endast i ett par fall har nämligen gränsen till närmast öfverliggande lager, ceratopygekalken, funnits blottad. Härtill kommer, att läget af dessa punkter i förhållande till närmaste afvägningspunkt för sandstenen är föga gynnsamt för en noggrann bestämning. Sannolikt utgör alunskifferns mäktighet 20 till 22 *m*.

Inom alunskifferlagret förekomma tvenne konstanta och lätt igenkännliga horisonter, den ena inom lagrets undre afdelning (*Paradoxidesskiffern*), den andra inom lägre delen af den öfre afdelningen (*Olenidskiffern*). Den lägre af dessa utgöres af den konglomeratartade kalkbanken (*Exporrecta-konglomeratet*) inom *Paradoxides Forchhammeri*-zonen, den högre af den ända till två meter tjocka orstensbanken med *Agnostus pisiformis* och *Olenus gibbosus*. Kännedomen om båda horisonternas höjdläge är af stor vikt i praktiskt-ekonomiskt hänseende. Exporrecta-konglomeratbanken själf, jämte den under densamma liggande delen af skifferlagret, är nämligen fullkomligt oduglig för kalkbränning. Skifferlagret *ofvan* orstensbanken med *Agnostus pisiformis* och *Olenus gibbosus* tillsammans med denna bank utgör däremot den mest bituminösa och till kalkbränning tjänliga delen. De mellan de nyssnämnda bankarna liggande lagren åter användas visserligen understundom på grund af lokala förhållanden (vid Gösäter, Hönsäter och Törnsäter), men anses enligt praktiska erfarenhetsrön vara »svagare» eller mindre bituminösa. De innesluta dessutom endast smärre och sparsamt förekommande orstensbollar men inga sammanhängande lager af orsten. Mäktigheten af alunskifferns lägre del till och med orstensbanken med *Agnostus pisiformis* och *Olenus gibbosus* utgör 10.8 *m* såsom medeltal af flera goda bestämningar från båda sidorna af berget, alltså mellan 10 och 11 *m*, eller

ungefär hälften af hela lagret. Häraf tillhöra emellertid endast 4 *m* den lägsta delen till och med Exporrecta-konglomeratbanken.

Ceratopygekalken. Oaktadt detta lagers ringa mäktighet har någon fullständig genomskärning af detsamma ej kunnat erhållas. Gränsen till den undre graptolitskiffern har nämligen ingenstädes varit tillgänglig. Såsom förut är nämndt, antyda emellertid iakttagelserna med bestämdhet, att mäktigheten är större på bergets västra sida än på den östra. Ceratopygekalkens mäktighet torde på Kinnekulles västsida uppgå till omkring 2 *m*, på den östra däremot endast till 0.5 à 0.8 *m*. *Ceratopygekalken.*

Undre Graptolitskiffern. Denna förhåller sig på Kinnekulle sannolikt på samma sätt som ceratopygekalken, nämligen att mäktigheten aftager mot öster. Den torde växla mellan omkring 11 *m* och 18 *m*. Den säkraste direkta mätningen (vid Gösäter) visar en mäktighet af omkring 12.5 *m*. *Undre graptolitskiffern.*

Orthocerkalken. Mäktigheten af orthocerkalken i sin helhet har ej kunnat bestämmas, då gränsen till chasmopskalken är okänd. Den uppgår emellertid minst till omkring 51 *m*. Sannolikt är den ännu en eller annan meter större. Däremot har mäktigheten af densammas båda lägre afdelningar, den *undre rödstenen* och den därpå följande *täljstenen* kunnat ganska noga uppmätas. De flesta och säkraste observationerna gifva för den förra en mäktighet af något öfver 17 *m*. Den *grå täljstenens* mäktighet utgör däremot endast omkring 1.3 *m*. För den *öfre rödstenen* och *lefverstenen* hafva däremot inga, icke ens nagot så när säkra siffror kunnat erhållas. Den största iakttagna mäktigheten uppgår emellertid hos den förra till omkring 9 *m*. I profilen å den geologiska kartan (tafl. 1) hafva de nyssnämnda lagren uppskattats till respektive 11 *m* och 20 *m*. *Orthocerkalken.*

Chasmopskalken. Då, såsom nyss är nämndt, gränsen mellan orthocerkalken och chasmopskalken är obekant, kan ej heller chasmopskalkens mäktighet bestämmas, oaktadt gränsen mot trinucleusskiffern kunnat afvägas på bergets östra sida. Mäktigheten har uppskattats till 10 *m* men är möjligen en eller annan meter större. *Chasmopskalken.*

Trinucleusskiffern och *Brachiopodskiffern.* Af dessa tillsammans har en ganska säker mätning kunnat göras vid SV-hörnet af Högkullen. Sammanlagda mäktigheten uppgår här till 32 *m*. Tjockleken af den grå kalkbanken, hvilken åtskiljer den lägre svarta eller grönaktiga delen af trinucleusskiffern från den öfre, röda delen af lagret, torde ej öfverstiga 2 *m*, att döma af blocken. Den sandiga kalkbank, hvilken utgör brachiopodskifferns öfre del, uppgår däremot till omkring 2.5 *m*. *Trinucleus- och brachiopodskiffern.*

Öfre Graptolitskiffern. Dennas hela mäktighet utgör, enligt afvägningssiffrorna i närheten af Kullatorp, 56 *m*. Möjligen är denna siffra en eller annan meter för hög. Mäktigheten af hvardera af de på grund af fossilen urskilda tvenne afdelningar, i hvilka den öfre graptolitskiffern kan indelas, kunde däremot vid mina besök på Kinnekulle ej bestämmas. Såsom minimum för den lägre afdelningen eller *Rastritesskiffern* har jag i ett föregående arbete angifvit 15 *m*, dock med betonande af, att mäktigheten sannolikt är »ej obetydligt större». [1]) Enligt TÖRNQUIST [2]), hvilken sistlidna sommar, sedan *Öfre graptolitskiffern.*

[1]) HOLM, G. Om de Öfre Graptolitskiffrarna på Kinnekulle. — Geol. Fören. Förh., Bd 21, sid. 307. — Sthlm 1899.

[2]) TÖRNQUIST, S. L. Några anteckningar om Västergötlands öfversiluriska graptolitskiffrar. — Geol. Fören. Förh., Bd 21, sid. 647—648. — Sthlm 1899.

väganläggningen med den af mig uppmätta profilen blifvit fullbordad uppåt, besökte Kinnekulle, fortsätter, såsom var att förutse, rastritesskiffern ännu en sträcka högre upp, men någon siffra för mäktigheten af denna del anföres ej af honom.

Diabastäcket. *Diabastäcket.* Mäktigheten af denna, från gränsen mot den öfre graptolitskiffern vid Kullatorp till högsta afvägda hällen uppe på platån, utgör 30.5 *m*. Ursprungligen har naturligtvis diabastäcket varit betydligt mäktigare, fastän de högre delarna förstörts först genom vittringen och sedan genom landisens inverkan under istiden. Nyligen blottade hällar uppe på högplatån visa också glacialrepor och andra märken efter denna.

Lagrens allmänna lutning.

Lagren luta mot VNV. Kinnekulles kambrisk-siluriska lager ligga visserligen *skenbart* horisontellt och visa inga påfallande rubbningar, men af de verkställda afvägningarna framgår dock, att lagren i det stora hela sänka sig mot VNV, om än mycket svagt, samt att de på ett par ställen förete tvära nivåförändringar, hvilka häntyda på närvaron af förkastningar.

Men om det än är lätt att fastställa lagrens allmänna lutning, så är det dock svårt att exakt bestämma dennas storlek, ty därtill fordras, att fullkomligt samma lageryta skall kunna återfinnas på bergets olika sidor. Gränsytor mellan olika afdelningar lämpa sig härtill bäst, men vi hafva i det föregående sett, att sådana ytor jämförelsevis sällan äro väl blottade. I fråga om ett par gränsytor ställa sig dock förhållandena gynnsammare. Sådana ytor äro öfverytorna af sandstenen, af orstensbanken med *Olenus gibbosus*, af »likhallen», samt af ett par andra lager. Samtliga de bättre hithörande bestämningarne hafva blifvit sammanställda å öfversiktskartan tafl. 2, till hvilken hänvisas. De å denna angifna siffrorna visa å ena sidan, att lagrens lutning är mycket obetydlig, men å den andra äfven, att den ej är fullt lika hos alla lager. Detta framgår än tydligare af nedanstående tabell:

Tabell öfver lagrens i Kinnekulle sannolika lutning.

Ytan af:	Höjd öfver hafvet i *m*.			Afstånd mellan afvägningspunkterna i *m*.	Fall på 100.
	Västsidan.	Ostsidan.	Skillnad.		
Brachiopodskiffern	220.6	225.9	5.3	1,000	0.53
»Likhallen»	135.7	144.8	9.1	4,000	0.23
Undre Graptolitskiffern	120.6	129.6	9.0	4,600	0.20
Orstensbanken med *Olenus gibbosus* och *Agnostus pisiformis*	*) 91.6	*) 107.5	15.9	5,600	0.28
Sandstenen	*) 78.0	*) 98.0	20.0	6,000	0.33
Urberget	44.1	65.6	21.5	6,700	0.32

*) Medeltal af flera närliggande afvägningspunkter.

Af denna tabell skulle alltså framgå, att lutningen af de olika lagrens yta skulle vara störst hos sandstenen samt därifrån uppåt aftaga till och med den undre graptolitskiffern, där den är svagast, hvarefter en något starkare lutning därofvan å nyo skulle inträda. Ehuruväl de ganska obetydliga skillnaderna i lutningsvärdet mycket väl kunna förklaras genom observationsfel, beroende på tillfälliga oregelbundenheter hos de afvägda punkterna, fastän för såväl sandstenen som orstensbanken ett medeltal af närliggande afvägningspunkter beräknats, så synes åtminstone den afgjordt lägre siffran för undre graptolitskiffern, hvilken till och med snarare torde vara för hög än för låg, då medeltalet af andra linjer gifvit ett ännu lägre värde på lutningen, med säkerhet bero på skifferns ofvan omnämnda aftagande i mäktighet från väster mot öster. Beräknas medellutningen af Kinnekulles lägre lager efter de för sandstenen, orstensbanken med *Olenus gibbosus* etc., undre graptolitskiffern och »likhallen» inom orthocerkalken funna talen, hvarigenom de möjligen förefintliga observationsfelen naturligtvis till en del utjämnas, så erhålles såsom medelvärde för dessa en sänkning mot VNV af 0,26 på 100 eller 1 på 385. Lagrens lutning är därför i allmänhet så svag, att den i smått ej kan märkas.

Lagerrubbningar.

Förkastningar.

Förutom genom den till följd af urberggrundens i dess helhet olikformiga höjning uppkomna ganska regelbundna, allmänna stupningen mot VNV af lagren i Kinnekulle, hafva åtminstone några af dem efter sitt tillhårdnande varit utsatta äfven för jämförelsevis mera lokala rubbningar genom sprickbildning jämte åtföljande förkastning, d. v. s. att lagren på ena sidan om sprickan sjunkit mer eller mindre djupt i förhållande till deras fortsättning på den motsatta sidan. Af afvägningssiffrornas för de olika lagren fullständiga lagbundenhet, med undantag af på tvenne ställen, torde det emellertid knappast vara antagligt, att några nämnvärda förkastningar förefinnas i flera än dessa tvenne fall. Själfva förkastningssprickorna hafva emellertid ingenstädes varit tillgängliga eller kunnat direkt iakttagas. Det är därför endast på grund af stora afvikelser mellan närliggande afvägningssiffror på samma lageryta, som förkastningarna kunnat påvisas.

Förkastning vid Råbäck.

Den betydligare af dessa och den enda, hvilkens tillvaro är ställd utom allt tvifvel, förekommer på västra sidan af berget. Den framgår genom trädgården samt sannolikt under själfva hufvudbyggnaden vid Råbäck, och dess riktning är nästan rakt väst-ostlig. Sandstenslagrets yta ligger söder om gården 78.1 *m*, norr om densamma åter endast 65.2 *m* öfver hafsytan. Berggrunden har därför på norra sidan sjunkit omkring 13 *m*. Samma tal erhålles äfven vid en jämförelse mellan höjden af orstensbanken med *Olenus gibbosus* och *Agnostus pisiformis* söder och norr om Råbäck. Förkastningen kan härifrån med lätthet följas mot väster genom hela sandstensområdet ända till stranden af Vänern. Under hela denna sträcka gifver den sig nämligen till känna äfven i topografien såsom en mer eller mindre brant sandstensvägg på södra sidan, ehuruväl detta ej framgår af kartans

höjdkurvor [1]), med undantag af kurvan för 70 *m*, hvilken väster invid Råbäck under en kort sträcka ganska riktigt böjer af i väst-ostlig riktning, utmärkande sandstensbranten vid Råbäcks trädgård. Ehuru vida otydligare, kan förkastningen spåras i topografien äfven öster om Råbäck intill rödstensklefven, alltså endast inom alunskifferlagrets, ceratopygekalkens och undre graptolitskifferns område. Den framträder här i höjdskillnaden mellan Råbäcks och Hellekis Munkäng. Längre österut har den ej kunnat följas, men en antydan om densammas fortsättning hitåt gifves af afvägningssiffrorna för »likhallen». Dennas höjd är nämligen i stenbrotten vid Djurgårdstorp 135.7 *m*, men $^2/_3$ kilometer nordligare vid södra änden af cementkalkstensbrottet vid Hellekis endast 125.3 *m*.

Möjlig förkastning vid Väsäter.

Den andra af mig här ofvan anförda och såsom beroende på en förkastning tydda oregelbundenheten hos tvenne närliggande höjdsiffror finnes på bergets östra sida, sydost om Väsäter, men den är mera osäker till sin natur, oaktadt äfven de topografiska förhållandena genom en spetsig, djupt inspringande vik hos 100-meters kurvan gifva en antydan om förekomsten af något slags anomali härstädes. Sandstensytans höjd öfver hafvet uppgår nämligen norr om landsvägen mot Fullösa kyrka till 102.3 *m*, medan åter strax söder om samma väg alunskiffer förekommer redan vid 97.8 meters afvägning. Sänkningen på södra sidan skulle således här öfverstiga 4.5 m. Riktningen af förkastningslinjen skulle här enligt höjdkurvan vara NNV—SSO. Någon förkastning har emellertid ej kunnat sparas hos undre graptolitskiffern, hvilkens yta midt för Väsäter ligger 126.8 *m* och nagot söder om Gösäter 125.6 *m* öfver hafsytan, samt ej heller hos »likhallen», för hvilken en nästan sammanhängande serie höjdsiffror bestämts från en punkt midt för Väsäter ända till täljstenbrottens norra ände, eller strax SV om Gösäter. Orsaken till den 4.5 *m* öfverstigande plötsliga sänkningen af sandstenslagrets yta SO om Väsäter är därför ej fullt klar. Beror densamma på en förkastning, såsom väl är sannolikast, så förtonar sig denna snart mot NV. Någon förkastningslinje har jag emellertid ej vågat uppdraga på kartan. Möjligen föreligger här en kombination af tvenne förkastningar, hvarigenom ett af dessa inneslutet kilformigt parti nedsjunkit.

[1]) Det är mycket att beklaga, att inmätningen af kartans höjdkurvor ej kunde ställas i samband med afvägningen af de i geologiskt hänseende viktiga punkterna. Härigenom skulle nämligen vid kurvornas dragning hafva vunnits ett fast underlag på vida flera punkter, än nu varit förhållandet, samt hade kunnat undvikas alla de disharmonier mellan de å betydliga sträckor helt och hållet efter ögonmått eller på fri hand dragna kurvorna och de afvägda geologiska punkterna, hvarpå kartan icke minst i nu förevarande trakt erbjuder många ej oväsentliga exempel.

Bihang.

Sammanställning af de för mäktighets- och lutningsbestämningarna gjorda afvägningarna.[1]

Urberget.

	H. ö. h. i meter.
Gneishäll S vid Råbäcks hamn	47,1
Gneishäll vid stranden midt för Råbäcks kvarn	46,5
Gneishäll invid järnvägen N om Gösäters station	54,4
Gneishäll invid Kärrgården	71,8
Gneishäll i bäcken invid Knarkagården	65,6
Gränsen mellan gneisen och konglomeratet, häll vid vattenhjulet i kvarnen vid Possagården	50,2
Gneishäll invid torp på vägen till Blombergs hamn	47,9

Sandstenslagret.

a) *Gränsen mellan Mickwitziasandstenen och Lingulidsandstenen.*

I nedfartsbacken till Råbäcks hamn (afvägningen är gjord med en »WREDE's höjdspegel» och med Vänerns yta såsom utgångspunkt)	55,2
I järnvägsskärning mellan Hellekis station och Sjöråsa (enligt nivelleringen för järnvägen)	60,0

b) *Högsta blottade häll af sandstenslagret (Lingulidsandstenen).*

I dike på vägen till hamnen, strax nedom trädgården vid Trollmen	78,8
Invid ladugården vid Råbäck	78,1
I åkerdike N om trädgården vid Råbäck	65,2
Vid vägen till Hellekis hamn	64,6
Strax NO om föregående, invid statbyggnad	65,9
I järnvägsdike V om Hellekis station	73,2
I hage strax NV om ladugården vid Hönsäter	77,7
Vid kalkbanan omedelbart nedom kalkbrottet vid Gösäter	87,0
Vid vägen SO om Väsäter	102,3
Invid torp SO om Törnsäter	96,5
Vid vägkrök mellan Österplana och Kestads kyrka	99,9
I dike nedom Ödbogården	97,8
I dike nedom Klefva by	97,6
I åkerkant N om Husaby kyrka	92,4
Väster om Halla	87,7

[1]) Afvägarna äro utförda af löjtnant C. J. O. KJELLSTRÖM och författaren samt ett ringa fåtal af d:r W. O. JONSON. Såsom utgångspunkter för desamma hafva hufvudsakligen användts en del af löjtnant F. R. LÖWENBORG, vid inmätandet af de på Skaraborgs läns Hushållningssällskaps bekostnad utförda höjdkurvorna, afvägda fasta punkter.

Väster om Halla, i vägskälet till Gum 86,5
Vid landsvägen S om Blombergs kalkbrott, nära afvägen till Gum 84,0
I dike vid åkerväg nedom bränneriet vid Blomberg 85,3
Konglomerat betäckande skiktyta hos sandstenen (sandstenslagrets gränsyta mot alunskifferlagret) i åkerdike vid Motorp 78,5

Alunskifferlagret.

a) *Konglomeratartad kalkbank (Paradoxides Forchhammeri-zonen).*

I åkern N om Råbäcks trädgård 69,4

b) *Öfre ytan af den tjocka orstensbanken med Agnostus pisiformis och Olenus gibbosus.*

I Råbäcks kalkbrott 92,3
I dike vid vägen till hotellet och järnvägsstationen, strax ofvan kontorsbyggnaden vid Råbäck 90,8
I dike vid åkerväg SV om Hellekis 77,9
I vägbacken vid stallet vid Hellekis 76,6
I cementfabrikens brännskifferbrott, V om sockengränsen mellan Hellekis och Hönsäter . . 84,3
I Hönsäters kalkbrott 89,7
I Gösäters kalkbrott 97,1
I bäcken NO om Börjesgården 108,5
Norr om Klefva by, i kalkbrott vid Ödbogården 107,4
I kalkbrott SO om Per Månsgården 106,5
I kalkbrott vid Norrtrelje 98,5
I kalkbrott N om Halla, Ö invid sockengränsen 98,3
Vid södra änden af Blombergs kalkbrott 95,8
I brunn vid mejeriet vid Blomberg 96,8
I kalkbrott vid landsvägen, V om Vesterplana 91,8

c) *Gränsen till Ceratopygekalken.*

Häll blottad genom gräfning vid södra änden af trädgården vid Gösäter 112,5
Häll i dike NV om Blomberg invid trädgården 108,5

Ceratopygekalken (gränsen till Undre Graptolitskiffern).

Häll i dike på Hjelmsäters gärde, strax S om Trollmen 101,5
Häll i dike vid norra allén vid Hellekis 92,5
Häll blottad genom gräfning vid södra änden af trädgården vid Gösäter 113,0
Häll i dike NNV om Per Månsgården 115,6
Häll i dike vid landsvägen mellan ladugården vid Blomberg och Vesterplana kyrka . . . 105,5
Häll i dike N invid Storängen 101,6

Undre Graptolitskiffern (gränsen till Undre Rödstenen).

Vattenytan i klefkälla invid torpen OSO om Trollmen; själfva gränsytan mellan lagren har visserligen ej kunnat iakttagas, men då källorna alltid framkomma på gränsen mellan undre graptolitskiffern och undre rödstenen, kan denna ligga endast en eller annan decimeter lägre än källans yta 120,6
I bergvägg vid körvägen från Råbäcks hotell till den öfre landsvägen 119,9
I bergväggen vid Mörkeklef 116,9

I norra änden af cementkalkbrottet vid Hellekis 110,9
Sprängd grop i backen vid vägskälet V om Gösäters gård 119,8
I bäck midt för södra änden af trädgården vid Gösäter 125,6
I klefkälla vid Väsäter 126,6
I klefkälla midt för afvägen till Törnsäter 125,2
I klefkälla rakt S om Österplana kyrka 129,6
I vattenfallet i bäcken ONO om Martorps kvarn 126,2
Vid Martorps kvarn 120,3

Orthocerkalken.

a) »*Likhallens*» *yta.*

Midt för vägen från Trollmen 135,7
N om föregående, i Råbäcks stenbrott 135,6
I gammalt stenbrott vid Djurgårdstorp 135,7
I gammalt stenbrott SO om Hellekis 125,3
Vid norra änden af stenbrott strax SV om Gösäter 143,5
Vid södra änden af samma stenbrott 145,8
Vid norra änden af stenbrottsraden N om landsvägsbacken vid Skattetomten 148,6
Norr vid landsvägsbacken vid Skattetomten 149,2
Söder vid landsvägsbacken vid Skattetomten 148,3
Söder om föregående 146,7
Rakt V om Väsäter 145,5
Väster om Törnsäter 144,2
Öster om Högebo 144,7
Norr vid landsvägen invid Österplana kyrka 145,5
I Gösäters stenbrott på Österplana vall 143,7
I stenbrotten S om Vesterplana kyrka, sydligast 139,7
Norr om föregående 138,7
I stenbrotten N om Vesterplana kyrka 138,7
I Råbäcks stenbrott, strax NV om Karlsgården 138,5

b) *Öfre rödsten:*

Häll vid skogskanten OSO om Trollmen vid torpet Rödjan. (På grund af de topografiska förhållandena torde gränsen mellan öfre rödstenen och lefverstenen sannolikt ligga något högre eller vid omkring 145,5 *m.*) 143,6
Högsta blottade häll vid körvägen från Råbäcks hotell till öfre landsvägen. (Denna torde ligga ej obetydligt lägre än gränsen till lefverstenen.) 142,0
Högsta blottade häll i åkerväg ONO om Skattetomten 156,2

c) *Lefversten.* Då gränsen mellan chasmopskalken och lefverstenen ingenstädes varit blottad eller kunnat bestämmas, hänföra sig de här anförda höjdsiffrorna till de högsta iakttagna hällarna af lefverstenen eller i ett par fall till hällar, hvilka endast på grund af sitt petrografiska utseende förts till denna, men sakna bestämbara fossil.

I dike V om Dalagården 164,5
I dike SO om Rustsäter 170,5
I dike V om torpet Svenstorp 176,8
Invid ladugården vid Nordskagen 174,7
I stenbrottet SV om Skattetomten 172,4

Chasmopskalken.

Fast häll, gränsytan mot den svarta trinucleusskiffern, vid källa invid åkerväg NV om Skagen 193,5
Samma yta vid källa invid stuga V om Nordskagen 192,2

Trinucleusskiffern.

Den ungefärliga öfre gränsen för den massformiga anhopningen af block af den mellan den svarta och den röda skiffern liggande kalkbanken, Ö vid torpet Nilstorp 206,9
Samma gräns vid åkerväg NV om Skagen 206,0

Brachiopodskiffern.

Öfre ytan af den tjocka, sandiga kalkbanken, hvilken bildar gränsytan till den öfre graptolitskiffern (rastritesskiffern) i Korsbäcken SSV om Kullatorp 220,6
Samma yta i gångstig NV om Skagen på Kinnekulles östra sida 225,9

Öfre Graptolitskiffern.

Gränsen mellan retiolitesskiffern och diabasen i inschaktning vid foten af den lodräta diabasväggen Ö om Kullatorp, några få steg NO om uppfartsvägen till utsigtstornet 276,4

Diabastäcket.

Högsta punkten (enl. afvägning af Generalstaben) 306,9

Förklaring till tafl. 2.

Tafl. 2.

Denna tafla är ämnad att, öfverskådligare än höjdsiffrorna på den geologiska bergartskartan, gifva en diagrammatisk öfversiktsbild af vissa af de kambrisk-siluriska lagrens i Kinnekulle höjd öfver hafvet på olika punkter rundt omkring berget samt såmedelst äfven lämna en lätt uppfattbar öfversikt af deras nutida lutning och afvikelse från deras ursprungligen, sannolikt nästan fullkomligt horisontella läge, jämte en antydan om de rubbningar, desamma genom sedermera inträffade nivåförändringar undergått. Förutom den rent vetenskapliga öfversikt, som diagrammets höjdsiffror således gifva, hafva de äfven en viktig praktisk betydelse. De angifva nämligen (på mellanliggande sträckor naturligtvis genom interpolation), på hvilken höjd öfver hafvet ett visst lager är att söka, i fall det ej är blottadt. Vidare framgår af desamma de mellanliggande lagrens tjocklek genom en enkel subtraktion i förening med korrektion för lagrens allmänna stupning mot VNV samt med hänsyn till de rubbningar, hvilka förut omnämnda förkastningar åstadkommit.

Lagrens afvikelser från horisontalplanet framgå af de siffertal, som utvisa hvarje särskildt lagers höjd öfver hafvet på olika ställen rundt omkring berget, så långt det varit möjligt att härutinnan erhålla observationspunkter. Siffertalen hänföra sig i flertalet fall till lagrens iakttagna kontaktyta med närmast öfverliggande lager — alltså till lagrens *öfre gränsyta* — eller, då denna ej varit tillgänglig, till högsta blottade häll, som kan anses utgöra lagrets öfre gränsyta eller åtminstone ligga denna mycket nära. För att å diagrammet utmärka de genom afvägning af själfva kontaktlinjen fullt säkra observationspunkterna från de endast tillnärmelsevis bestämda, äro höjdsiffrorna för de förra understrukna, hvilket däremot ej är fallet med de senares.

Då färger för de olika lagren ej kunnat användas på diagrammet, hafva de höjdsiffror, som hänföra sig till ett och samma lager, sammanbundits medelst linjer, olika markerade för de olika lagren. Dessa teckenlinjer afse därför ej de linjer, som ytgränsernas utgående i dagen bilda; dessa linjers lägen angifvas däremot på bergartskartan, tafl. 1.

Såsom framgår af teckenschemat å denna tafla, är det endast vissa af lagren, och det nästan uteslutande de lägre, eller vissa horisonter inom dessa, för hvilka afvägningssiffror kunnat erhållas, medan gränserna mellan de högre lagren däremot nästan öfverallt äro otillgängliga i följd af jordbetäckningen. De genomgående *horisonter*, för hvilka, med ofvan anförda reservationer, den mer eller mindre noga bestämda ytan kunnat afvägas, utgöras af: 1) *sandstenslagrets* yta; 2) ytan af den konstanta, tjocka *orstensbank*, hvilken öfverst innehåller *Olenus gibbosus*, nederst *Agnostus pisiformis;* 3) *ceratopygekalken;* 4) *undre graptolitskiffern*; 5) det af stenhuggarne på grund af sin användning fordomtima »*likhallen*» benämnda lagret inom den gråfärgade orthocerkalken; samt slutligen 6) ytan af den kalkstensbank, som upptill afslutar *brachiopodskiffern*.

Förutom de nyssnämnda bergartsgränserna upptagas på diagrammet äfven de siffertal, som visa de högsta iakttagna punkterna af urbergets blottade yta rundt omkring Kinnekulle, äfvensom den enstaka afvägningssiffran för gränsen mellan *diabasen* och *öfre graptolitskiffern* samt högsta afvägda punkten för *diabasen*, alltså Kinnekulles högsta punkt.

De för urberget afvägda punkterna, med undantag af den sydligaste, hvarest själfva kontaktytan mellan den vittrade gneisen och sandstenens bottenkonglomerat kunnat bestämmas, angifva med säkerhet ej så obetydligt för låga värden för urbergets visserligen sannolikt mycket ojämna yta, på hvilken vid hafvets inbrytande sandstenens bottenkonglomerat närmast afsatte sig. De utgöras nämligen samtliga, på nyssnämnda undantag när, af på större eller mindre afstånd från sandstenens öfverlagringsgräns liggande, *ovittrade* urberghällar, hvilka på grund af erfarenheter från punkter, där omedelbar öfverlagring iakttagits, måste ligga minst en eller annan *meter* djupare än gränsytan till kambrium.

TECKENFÖRKLARING.

METER

00,0 Höjd öfver hafvet af lagrens öfre gränsyta (kontakt iakttagen).

00,0 Höjd öfver hafvet af högsta blottade häll.

De höjdsiffror, som afse samma lager, äro sammanbundna med:

- Öfre Graptolitskiffern.
- Brachiopodskiffern.
- "Likhallen" (Ortocerkalk).
- Undre Graptolitskiffern.
- Ceratopygekalken.
- Orstensbank med Agnostus pisiformis o. Olenus gibbosus.
- Sandstenen.
- Gneisgrunden.

Fotolit. Gen. Stab. Lit. Anst. Stockh.

II. Den tekniska användningen af Kinnekulles bergarter.

Af

G. HOLM.

(Härtill tafl. 3 och 4.)

Industrier på Kinnekulle.

De på tillgodogörandet af Kinnekulles bergarter grundade industrigrenar, som nu bedrifvas, äro: kalkbränning, cementtillverkning samt brytning och bearbetning af sandsten och kalksten för olikartade industriella ändamål, hvartill kommer, ehuru i mindre skala, tegeltillverkning af bränd alunskiffer (alunskifferaska) och kalk, hvarförutom alunskiffer brytes för användande i större eller mindre utsträckning såsom bränsle vid drifvandet af ofvannämnda tillverkningar. Alunskiffern har dessutom tjänat såsom råmaterial för bergoljas utvinnande samt för aluntillverkning, men dessa båda industrigrenar hafva numera upphört; så är äfven fallet med brytningen af en vittrad gneis, hvaraf kvarnstenar huggits.

Bortsedt från den kalkbränning och stenhuggning, som af allmogen sedan urminnes tider bedrifvits såsom en binäring under de från jordbrukets skötande lediga delarna af året och följaktligen hafva endast ringa omfattning, utöfvas ifrågavarande industrier för närvarande i stor skala af de större egendomarne eller för dessas skötande grundade bolag, nämligen:

Industridkande bolag, egendomar och allmoge.

Hellekis aktiebolag (ägare af gårdarna Hellekis, Hönsäter, Rustsäter, Högebo, Törnsäter m. fl. samt sedan kort tid tillbaka äfven af Gösäter). Bolaget idkar kalkbränning, vid Hönsäter och vid Blomberg, stenbrytning och stenhuggning, hufvudsakligen vid utgårdar i Vesterplana och Österplana socknar, cementfabrikation jämte tegeltillverkning af alunskiffer vid Hönsäter.[1]) Kommunikationerna utgöras af Vänerns hamn och järnvägsstation invid cementfabriken, Hellekis hamn invid det numera nedlagda mekaniska stenhuggeriet och sandstensbrottet, Blombergs hamn (omkr. 2 kilometer) och järnvägsstation (omkr. 1 kilometer) från Blombergs kalkbrott, samt sedan 1898 Hellekis järnvägsstation en knapp kilometer från cementfabriken och Vänerns hamn. Såväl kalkbrottet vid Hön-

[1]) Hellekis aktiebolag öfvertog den 15 jan. 1899 den stenindustriella verksamheten och kalkbränningen äfven vid Gösäter.

säter, som stenbrotten för den till cementfabrikationen använda kalkstenen äfvensom för den till eldning nyttjade alunskiffern, äro förbundna med hamnen, järnvägen och cementfabriken medelst smalspåriga, bolaget tillhöriga järnvägsanläggningar.

Råbäck, med firma Råbäcks gårdskontor, har mekaniskt stenhuggeri invid Råbäcks hamn och omkr. 2 kilometer från Kinnekulle järnvägsstation (sedan 1898). Stenbrotten äro belägna: sandstensbrottet $^2/_3$ kilometer, kalkstensbrotten 2,5 till 5 kilometer från det mekaniska stenhuggeriet. Kalkbrotten ligga strax invid järnvägslinjen samt omkring 1,5 kilometer från hamnen och äro förbundna med denna medelst spårvägsanläggning, å hvilken i följd af den starka sluttningen de nedgående lastade vagnarna genom linledning draga upp de tomma.

Trollmen. Endast kalkbränning äger rum härstädes. Kalkbrottet är beläget omkr. 1 kilometer från Trollmens hamn samt strax invid järnvägslinjen.

Gösäter. Gösäters bruks aktiebolag (numera har dock Gösäter genom köp öfvergatt till Hellekis aktiebolag). [1]) Vid Gransäter, strax N. om Gösäters gård, är anlagdt ett mekaniskt stenhuggeri. Kalkstensbrotten äro belägna på ett afstånd af $1^1/_3$, 7 och $2^1/_3$ *km* från detsamma, det sista innehållande lefversten, samt sandstensbrottet på $^3/_4$ *km* afstånd. De kalkbrott, som nu användas, ligga invid Gransäter i sluttningen nedom det mekaniska stenhuggeriet. Den på destillation af mineralolja ur alunskiffer grundade fabrikationen har däremot numera upphört. Gösäters järnvägsstation är belägen omkr. $1^1/_3$ *km* från det mekaniska stenhuggeriet. Lastning af kalk äger rum på ett särskildt bispår af $^1/_3$ *km* längd, till hvilket kalken nedfraktas å spårväg. Lastade rulla vagnarna ned genom sin egen tyngd, tomma dragas de upp medelst häst. [2])

Blomberg. Det Blombergs gård tillhörande kalkbrottet arrenderas och brukas af Hellekis aktiebolag, såsom ofvan är omnämndt.

Vesterplana, *Österplana* och *Klefva*, samt *Husaby* och *Källby socknar*. Såsom tabellerna här nedan samt den grafiska framställningen å tafl. 3 och 4 angifva, uppgår värdet af den inom dessa socknar af allmogen bedrifna kalkbränningen och stenhuggningen till endast en bråkdel af den från ofvannämnda gårdar.

Kalkbränning.

Kalkbränning med alunskiffer.

Kalkbränning försiggår nu för tiden i motsats till fordom, då kalken brändes med ved, endast inom alunskifferlagrets utbredningsområde. Till kalkbränning användes på Kinnekulle uteslutande den inom själfva alunskifferlagret såsom bollar, mer eller mindre

[1]) Se not 1 å föregående sida.

[2]) Under början af 1901 har vid Gösäter ännu ett mekaniskt stenhuggeri trädt i verksamhet. Detta är anlagdt straxt NV om Gösäters gård af ingeniör O. UNDÉN, hvilken förut förestått »Gösäters bruks aktiebolags» mekaniska stenhuggeri, samt bedrifves under firmanamn: »*Otto Undén — Gösäter*».

Af samma firma har äfven kalkbränning påbörjats i närheten af landsvägen mellan Väsäter och Kärrgården med tillämnad afsättning medelst järnväg från Kärrgårdens sedan i december månad 1900 äfven för kalkafsändning öppnade hållplats å Skara—Kinnekulle—Vänerns järnväg.

långsträckta linser, eller lager förekommande mörka, bituminösa kalkstenen eller orstenen.[1]) Till brännmaterial tjänar uteslutande den alunskiffer, hvilken vinnes samtidigt med orstenen. I forna tider, då alunskifferns bränslevärde, eller höga halt af brännbara ämnen, ej var kändt, bortkastades den vid orstenens brytning såsom oduglig. Häraf allmogens gamla benämning på densamma »Kråkberg». Så t. ex. skrifver P. KALM i skildringen af sin 1742 inom Västergötland och Bohuslän företagna resa: »Kråkberget brukas till intet, utan ratas bort och förkastas.» Orstenen eller »limstenen» brändes då med ved. Till följd häraf försiggick kalkbrännningen ofta i trakten nedom Kinnekulle, där tillgången på skog var rikligare, och »limstenen» köptes från Kinnekulle. Det är nästan uteslutande de högre eller mellersta lagren af alunskiffern, alltså lager tillhörande *olenidskiffern*, som brytas. Detta har sin grund först och främst däri, att dessa lager äro bituminösare eller rikare på brännbara ämnen än de lägre, till *paradoxidesskiffern* hörande, samt vidare däri, att proportionen mellan alunskiffer och orsten här är sådan, att de för kalkbränningen motsvara hvarandra, så att hvarken någon orsten eller skiffer blir till öfverlopps. Man nedgår därför i kalkbrotten vanligen endast så djupt, att dessa villkor uppfyllas. På trenne ställen användas dock delar af paradoxidesskiffern, likväl alltid i mindre utsträckning, nämligen vid Gösäter, Hönsäter och Törnsäter.[2]) Vid Gösäter och Hönsäter har man på grund af lokala förhållanden delvis nedgått i densammas öfre, nästan endast af alunskiffer bestående lager,[3]) vid Törnsäter åter brytas uteslutande paradoxidesskifferns öfre och mellersta delar, men kalkbränningen är här ganska ringa. För att visa det ungefärliga inbördes mängdförhållandet mellan alunskiffern och orstenen samt på samma gång, hvilka de lager äro, som här tillgodogöras, meddelas nedanstående noga uppmätta profiler (fig. 60—62) från kalkbrotten vid Gösäter, Råbäck och Blomberg.

De större kalkbrott, vid hvilka kalkbränning för det närvarande äger rum, och hvilka äfven med namnbeteckning återfinnas på kartan, tafl. 1, äro, uppräknade i ordningsföljd rundt omkring berget: Hönsäters, Råbäcks, Trollmens, Blombergs samt Gösäters. Äfven de mindre kalkbrotten, hufvudsakligen belägna inom de ofvan ofta berörda socknarna på bergets sydöstra sida, i hvilka kalkbränning af allmogen nu bedrifves, äro noga angifna på kartan samt likaledes betecknade med en öppen triangel. Inom Klefva socken och delvis inom Österplana försiggår likväl flerstädes kalkbränning, utan att några öppna kalkbrott förekomma. På hösten efter grödans inbärgning upptagas nämligen alunskiffer och orsten i åkrarna ur då nedbrutna, omkring 2 *m* djupa, fyrkantiga gropar. Den härvid vunna kalkstenen och skiffern sönderslås samt uppsättes *Kalkbrott.*

[1]) Endast vid Gösäter, hvarest äfven lägre, orstensfattigare delar af alunskifferlagret brytas, användes för fyllandet af kalkstensbehofvet, ehuru i obetydlig skala, jämväl »undre rödsten» till kalkbränning. De ofvan, sid. 24—25, beskrifna tvenne fosforitförande konglomerathorisonterna, af hvilka den lägre ingår i brytningen vid Törnsäter och den högre iakttagits i kalkbrotten vid Trollmen, Råbäck och Hönsäter, kunna ej användas till kalkbränningen, utan måste vid brytningen frånskrädas. Den fosforsyrade kalken släcker sig nämligen ej, hvaraf följer, att den brända kalken genom sådan inblandning blir, såsom kalkbrännarne uttrycka sig, »grusig». De fosforsyrehaltiga lagren hafva så obetydlig tjocklek, att det ej kan bli fråga om något tillgodogörande af desamma för afsalu. För användning på stället torde de emellertid böra tillvaratagas.

[2]) Genom att i ugnen uppsätta tunnare orstenshvarf än eljest gör man sig i viss mån oberoende af denna skiffers lägre bränslevärde.

[3]) Vid Hönsäter ingår nu förevarande skiffer i råmaterialet för cementtillverkningen, och återstoden tillgodogöres för bränningen af någon del af den vid brännskifferns brytning erhållna orstenen.

Fig. 60. **Profil i Gösäters kalkbrott.**

Profiler.

Starkt vittrad alunskiffer med till en brun, jordig massa vittrade bollar och skikt af orsten.

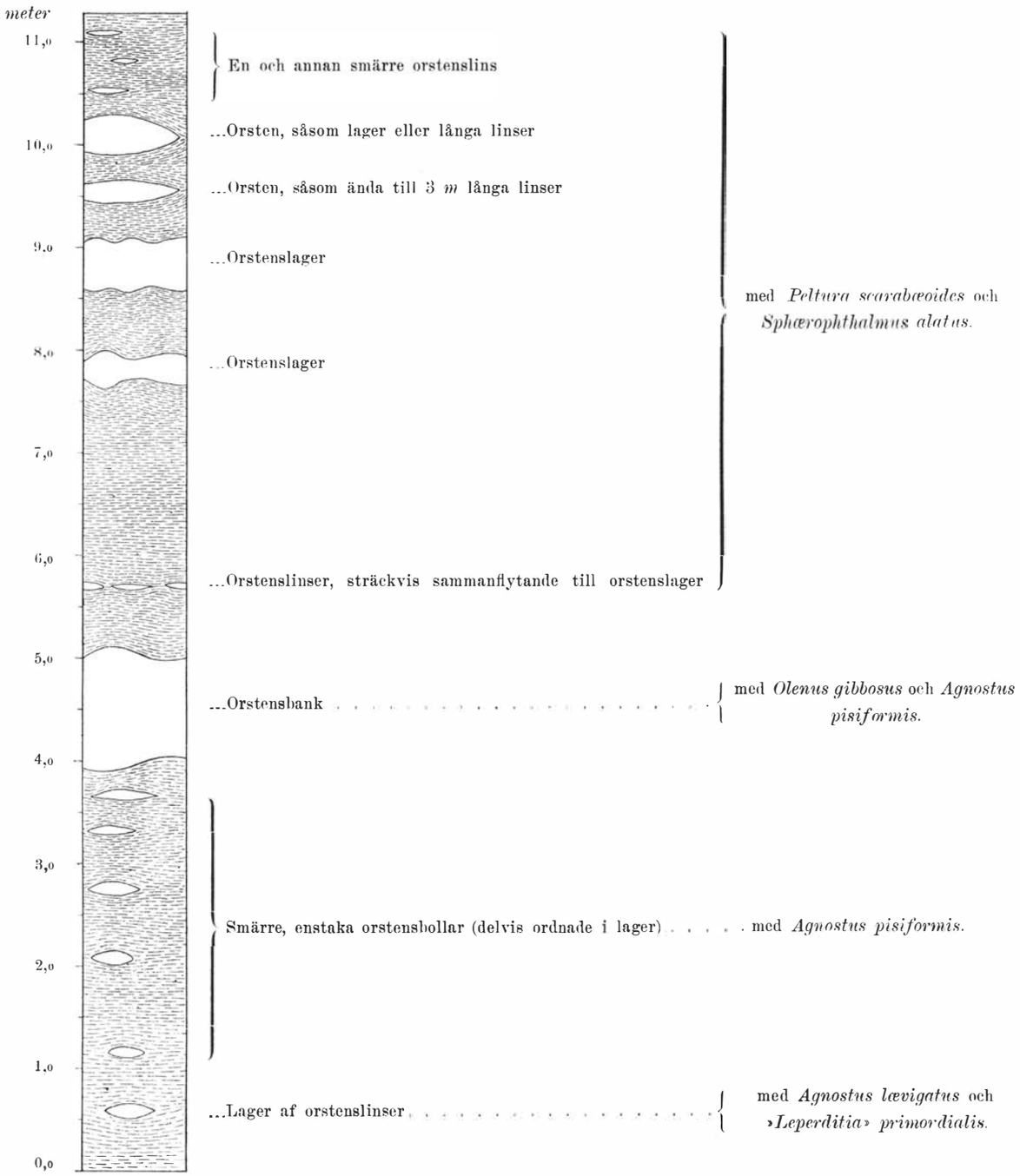


Fig. 61. **Profil i Råbäcks kalkbrott.**

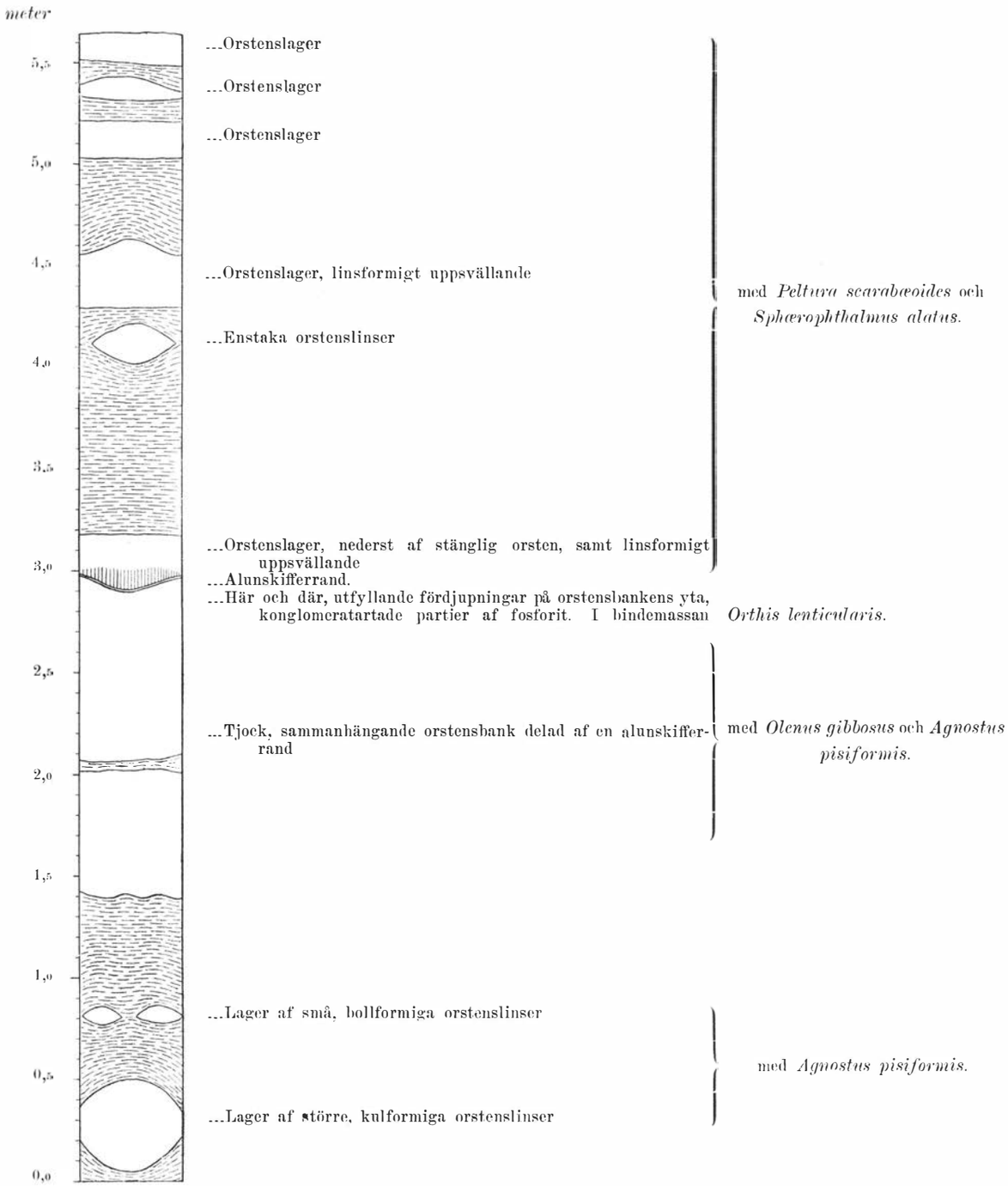
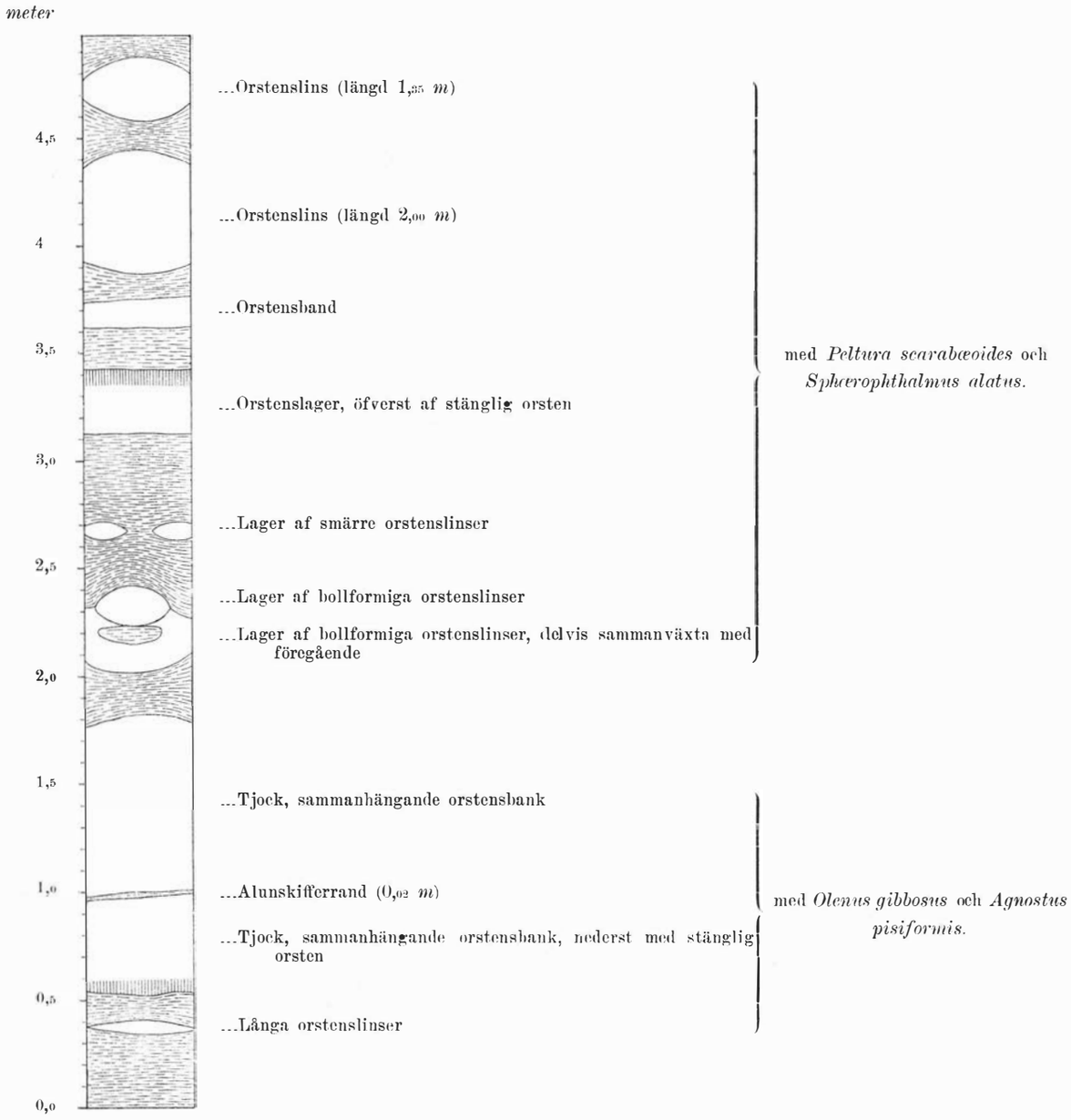


Fig. 62. **Profil i kalkbrottet vid Blomberg.**



»Jordugnar». såsom vanligt skiktvis, dock endast med ett par orstenslager, i den sålunda bildade gropen, hvilken således utan vidare får tjäna såsom ugn. Dessa gropar benämnas »*jordugnar*». Den brända skiffern kvarlämnas vid tömningen i ugnen och utfyller densamma, och, sedan matjorden ånyo pålagts, kunna åkrarna på våren åter besås. Härigenom tages ingen

mark i ständigt anspråk, hvarken för stenbrott, ugnar eller varp af bränd skiffer. Fälten uppluckras till ett par meters djup, och de spillda smulorna af bränd kalk anses hafva ett godt inflytande på åkerjorden.

Numera öfvergifna samt ofta af trädvegetation starkt öfvervuxna större kalkbrott finnas vid Gösäter, Hellekis, Råbäck och Blomberg. Äfven dessa äro angifna på kartan, men i motsats till dem, som nu bearbetas, betecknade med en utfylld triangel.

Fig. 63. Kalkbrottet (alunskifferbrottet) vid Hönsäter, sedt från sydvästra hörnet. — I förgrunden pågår brytning af alunskiffer med orstenskalk. På vänstra sidan äro ett par kalkugnar synliga, den närmast åskådaren under fyllning med i smärre stycken sönderslagen alunskiffer och orstenskalk, hvilkas brytning just pågår. Längre bort skönjer man den fig. 64 afbildade, under tömning varande kalkugnen. Längst bort, nära brottets motsatta ände, har man en brinnande kalkugn, markerad endast genom den från densamma uppstigande röken. Till vänster i bakgrunden ligga varphögar af utbränd alunskiffer samt afschaktadt grus, hvilka fylla den utbrutna delen af brottet. De talrika brädgångarna äro utlagda för borttransporterandet af gruset ofvanpå alunskiffern äfvensom för ugnarnas fyllning. — Fotografi af G. Holm och C. J. O. Kjellström.

Med nyssnämnda undantag försiggår kalkbränningen i fältugnar uppbyggda af alunskifferblock, lagda på hvarandra utan något bindemedel, se bilden fig. 64. De äro alltid anlagda i själfva brotten så nära väggen, där brytningen försiggår, som möjligt, och ofta inbyggda i varphögar af bränd skiffer eller komma att omgifvas af sådana, hvarför vanligen endast ingångsmynningen är fri (fig. 63). Allt efter brytningens fortskridande öfvergifvas de gamla och nya anläggas närmare punkten för arbetet. Ugnarne äro vanligen inknipna vid *Kalkugnar.*

mynningen och hafva rak bakvägg; vid Blomberg användas dock långsträckt ovala ugnar med mynning vid hvardera änden. Genom denna anordning afser man att vinna, att uttagningen af den brända kalken kan börja vid den ände, där ugnen tändes, redan innan bränningen ännu är fullständigt afslutad vid den motsatta.

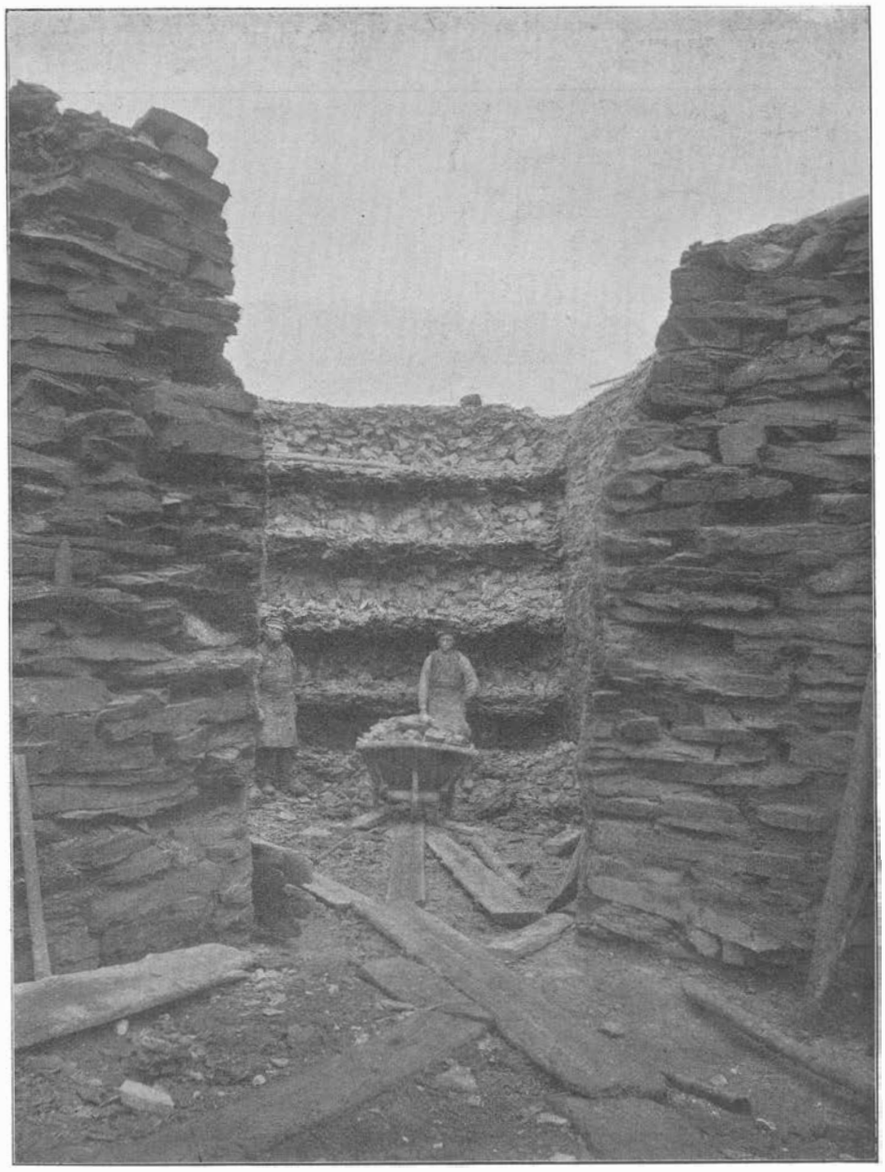


Fig. 64. Kalkugn sedd från ingången, under tömning. Hönsäters kalkbrott. Ugnens konstruktion af utan bindemedel på hvarandra lagda alunskifferblock är synlig i sidomurarna vid mynningen. I bakgrunden af ugnen, som är tömd till ungefär tvåtredjedelar, framträda mycket tydligt de omväxlande lagren af utbränd alunskiffer och bränd kalk. Enär alunskifferstyckena vid bränningen mer eller mindre starkt sammansintra med hvarandra, bilda de fastare, sammanhängande hvarf, medan den brända orstenskalken mellan dem bibehåller sin luckra beskaffenhet och med lätthet utplockas. De sintrade skifferhvarfven framträda härigenom på bilden såsom mer eller mindre starkt utskjutande kanter. — Fotografi af G. Holm och C. J. O. Kjellström.

Till storleken växla ugnarna högst betydligt. Vid Hönsäter äro de invändiga måtten ungefär följande: längd 9 *m*, bredd 5 à 6 *m*, höjd 4 *m*. I en dylik ugn erhålles ungefär 1,000 à 1,200 *hl* osläckt kalk. Vanligen uppsättas ugnarna med fem lager af orsten eller »*malm*», såsom denna benämnes af kalkbrännarne till motsats mot brännmaterialet, och mellan dem lager af alunskiffer. Ofvanför ugnsmurens öfverkant bildas en råge af det öfversta orstenshvarfvet och alunskiffern, som täcker detsamma. För att försvåra lufttillträdet har man öfver det hela utbredt ett hölje af utbränd skiffer. Ugnarnas väggar utklädas äfven invändigt med ett tunnt skifferlager, som skiljer kalkstenen från dessa. *Ugnarnas uppsättning.*

De olika hvarfvens enligt vunnen erfarenhet lämpligaste tjocklek har uppmätts i en ugn vid Hönsäter. Själfva ugnens längd var 9 *m*, bredden 6,3 *m* samt höjden 3,7 *m*. Ugnen lämnade omkr. 1,200 *hl* osläckt kalk. De olika hvarfvens mått i obrändt tillstånd voro följande:

Betäckning af bränd alunskiffer	0.15 *m*
Skiffer	0.15 »
Kalksten	0.52 »
Skiffer	0.30 »
Kalksten	0.52 »
Skiffer	0.30 »
Kalksten	0.52 »
Skiffer	0.30 »
Kalksten	0.60 »
Skiffer	0.30 »
Kalksten	0.45 »
Skiffer	0.65 »

Skiffermanteln på ugnens insida var endast omkr. 0,15 *m* tjock. De ofvan angifna måtten afse den på bitumen rikare, »bättre» skiffern från lagren ofvan den tjocka orstensbanken med *Olenus gibbosus* och *Agnostus pisiformis*. Då skiffer från de lägre, »svagare» lagren användes, måste kalkstenshvarfvens tjocklek minskas.

Alunskiffern antändes nedtill vid mynningen i ett par där bildade eldkanaler medelst några vedträd. Genom de af kantiga bitar bestående alunskifferhvarfven samt mellan de glesa, med föga mer än kanter och hörn hvarandra berörande kalkstensstyckena drager sig elden då så småningom inåt och uppåt ugnen. Bränningen af en ugn af den ofvan angifna storleken tager en tid af omkring 8 dagar. Till stenbrytning och uppsättning åtgå 5 à 6 veckor, till kalkens uttagning 8 till 10 dagar för ett arbetslag af 4 man, hvilket är det vanliga antalet. I sin helhet kräfves således för hvarje ugn en tid af omkring 2 månader. Hvarje arbetslag äger vanligen tvenne ugnar, så t. ex. var vid Hönsäter 1896 ugnarnas antal 23 stycken med 13 arbetslag. *Bränningen.*

Vid bränningen sintrar alunskiffern mer eller mindre starkt, olika från olika lager. Skifferbitarna smälta härvid mer eller mindre tillsammans och bilda fasta massor, hvilka vid ugnens tömning måste sönderslås med slägga. Kalklagren åter bibehålla sin luckra beskaffenhet. Kalkstyckena kunna därför med lätthet utplockas utan att blandas med den brända skiffern. Den fotografiska bilden, fig. 64, af en kalkugn under tömning visar *Kalkens uttagning.*

Kalktillverkningen på Kinnekulle

År.	Hönsäter (Hellekis bolag).		Blomberg (Hellekis bolag).		Råbäck (Råbäcks gårdskontor).	
	Osläckt.	*Släckt.*	*Osläckt.*	*Släckt.*	*Osläckt.*	*Släckt.*
1890	69,429	26,892	13,117	16,053	35,941	35,938
1891	78,792	9,172	29,834	25,915	27,395	38,155
1892	93,874	6,672	20,199	29,207	39,776	31,110
1893	87,193	10,414	19,502	24,392	51,696	20,643
1894	96,733	4,599	29,281	26,478	58,875	29,289
1895	94,310	4,636	36,939	21,563	58,389	25,650
1896	94,564	3,447	48,581	—	57,789	22,472
1897	98,244	4,151	38,310	16,165	62,911	28,384
1898	102,805	2,245	47,282	9,283	73,573	25,576
1899	125,149	2,249	55,933	16,957	65,936	19,732
1900	121,574	2,890	67,535	11,850	62,087	16,999

[1]) Kalkbränningen öfvertogs den 15 jan. 1899 af Hellekis bolag.
[2]) Beträffande de i större skala drifna kalkbruken vid Hönsäter, Råbäck, Trollmen, Blomberg och Gösäter hafva nog- och Husaby socknar samt delvis, såsom ofvan är påpekadt, ej heller för Klefva och Österplana socknar. Kalkbränafhämtas vid ugnarna af köparne själfva. De här ofvan upptagna siffrorna för de sista åren af perioden 1890—1900
[3]) Enligt benägen uppgift af trafikchefen för Skara—Kinnekulle—Vänerns järnväg P. A. C. THAM. Huru stor den kalkvis beräknas genom fråndragning af den med järnväg afsända från hela den beräknade produktionen.
[4]) Den släckta kalken har, genom volymens reducering till hälften, beräknats såsom osläckt kalk.

Försäljningssummor i kronor för kalktillverkningen under åren 1890—1900.

År.	Hönsäter (Hellekis bolag).[1])	Blomberg (Hellekis bolag).[1])	Råbäck (Råbäcks gårdskontor).[2]	Gösäter (Gösäters bruks aktiebolag).[3])	Trollmen.[4])	Klefva och Österplana socknar.[5])	Vesterplana socken.[6])	Källby och Husaby socknar.[6])	*Summa kronor.*
1890	41,700	11,782	30,190	1,350	8,209	3,208	Uppgift har ej kunnat erhållas.	Uppgift har ej kunnat erhållas.	**96,439**
1891	41,800	24,042	25,809	2,250	8,819	1,471			**104,191**
1892	48,700	19,309	31,159	2,700	9,918	3,950			**115,736**
1893	46,300	17,653	35,351	8,550	12,705	5,227			**125,786**
1894	49,600	23,877	41,763	9,900	10,563	5,851	c:a 2,640	c:a 10,080	**154,274**
1895	48,400	28,031	40,535	16,200	9,670	6,445	» 2,640	» 10,080	**162,001**
1896	48,200	28,177	39,359	16,200	11,526	12,825	» 2,640	» 12,480	**171,407**
1897	59,200	26,900	40,071	25,000	12,504	c:a 12,000	» 2,000	» 11,000	**188,675**
1898	61,700	28,000	45,447	26,000	13,714	» 13,500	» 2,000	» 10,000	**200,361**
1899	75,600	31,500	40,924	24,200	12,158	» 18,000	» 1,600	» 9,000	**212,982**
1900	73,700	42,900	39,003	29,430	11,697	» 19,000	» 1,600	» 8,000	**225,330**

[1]) Priset pr *hl* fritt ombord i Hönsäters hamn eller på järnvägsvagn vid Vänerns station har, så länge sjöfarten varit öppen, under åren 1890—96 utgjort: för osläckt kalk 58 öre, för släckt 26 öre; under den öfriga delen af året för osläckt kalk 42 à 45 öre. Under samma årsperiod har priset fritt ombord i Blom-

under åren 1890—1900 i hektoliter.

Gösäter (Gösäters bruks aktiebolag).[1]		Trollmen.		Klefva o. Österplana socknar.		Vesterplana socken.[2]	Källby och Husaby socknar.[2]	*Summa hektoliter osläckt kalk.*[4]
Osläckt.	*Släckt.*	*Osläckt.*	*Släckt.*	*Osläckt.*[2]	*Osläckt kalk* afsänd från Malma o. Götene järnv.stat.[3]	*Osläckt.*	*Osläckt.*	
3,000	—	9,970	15,561	—	7,128	Har ej kunnat beräknas.	Har ej kunnat beräknas.	**185,806**
5,000	—	10,661	15,169	—	3,268			**199,154**
6,000	—	12,244	20,853	—	8,778			**228,791**
19,000	—	12,865	23,033	—	11,616			**241,112**
22,000	—	11,129	17,898	—	13,002	c:a 5,500	c:a 21,000	**296,651**
36,000	—	11,278	14,918	—	14,322	» 5,500	» 21,000	**313,171**
36,000	—	14,518	15,361	c:a 28,500	17,754	» 5,500	» 26,000	**332,091**
48,000	—	17,238	14,034	» 28,000	11,620	» 5,000	» 22,000	**351,070**
52,000	—	17,656	16,722	» 30,000	16,687	» 5,000	» 20,000	**375,229**
44,668	—	15,520	12,265	» 35,000	14,584	» 4,500	» 16,000	**388,307**
48,278	1,462	15,036	9,420	» 35,000	24,151	» 4,000	» 14,000	**388,820**

granna uppgifter på tillverkningens storlek benäget lämnats, hvaremot sådana ej kunnat erhållas från Vesterplana, Källby
ningen bedrifves här endast såsom binäring, och produkten afsättes uteslutande inom trakten närmast nedom Kinnekulle samt
hafva på grund af en ungefärlig uppskattning meddelats af en sakkunnig fackman på Kinnekulle.
mängd är, som af köpare i den omkringliggande trakten afhämtas vid ugnarne, kan endast för 1896—1900 tillnärmelse-

bergs hamn varit detsamma som vid Hönsäter. De för samma tidsperiod ofvan anförda försäljningssummorna för Hönsäter äro approximativa och sannolikt något för låga, i det värdet af den släckta kalken beräknats enligt medelpriset för denna, ehuru sannolikt den öfvervägande delen afsatts under den tid af året, då sjöfarten varit öppen. För åren 1897—1900 åter hafva uppgifter å försäljningssummorna lämnats af bolaget. Under år 1900 har priset pr *hl* osläckt kalk vid Hönsäter och Blomberg växlat mellan 52 öre (jan.—mars, nov.—dec.), 58 öre (april, sept.—okt.) och 60 öre (maj—aug.) samt således i medeltal utgjort 56 2/3 öre.

[2]) Priset pr *hl* har för åren 1890—1896 ej uppgifvits samt ej heller försäljningssummorna, utan hafva dessa för nyssnämnda år beräknats med antagande af samma pris, fritt ombord i Råbäcks hamn, som vid Hönsäter och Blomberg. För år 1900 har priset, enl. benägen uppgift från Råbäcks gårdskontor, varit 60 öre för osläckt och 30 öre för släckt kalk.

[3]) Kalkbränningen öfvertogs den 15 jan. 1899 af Hellekis bolag. Priset pr *hl* osläckt kalk har enl. uppgift under åren 1890—1896 i medeltal utgjort 45 öre fritt å järnvägsvagn på bispåret från Gösäters station. År 1900 var kalkpriset det ofvan af Hellekis bolag för Hönsäter och Blomberg uppgifna.

[4]) Priset pr *hl* fritt ombord i Trollmens hamn har, enl. benägen uppgift, för osläckt kalk utgjort: 1890 48 öre; 1891—92 50 öre; 1893—95 54 öre; 1897 53 öre; 1898 54 öre; 1899 57 öre; 1900 59 öre; för släckt: 1890 22 öre; 1891—92 23 öre; 1893 25 öre; 1894 26 öre; 1895 24 öre; 1897 24 öre; 1898 25 öre; 1899 27 öre, 1900 30 öre.

[5]) Jämför not 3 till föregående tabell. Beräkningen för åren 1890—96 förutsätter samma pris pr *hl*, hvilket såsom medeltal uppgifvits för Gösäter.

[6]) Priset för hämtning vid ugnen har för åren 1890—96 antagits varit i medeltal 48 öre pr *hl*. För åren 1897—1900 har försäljningssumman uppskattats af en med kalkafsättningen på Kinnekulle förtrogen fackman.

de sintrade, fasta skifferlagren såsom utskjutande hyllor, mellan hvilka en större eller mindre del af kalken utplockats. Skifferblocken i ugnsväggarna åter motstå på grund af sin storlek ganska väl hettan. Ugnarna vidgas visserligen med tiden något, men behöfva endast sällan repareras eller ombyggas. [1])

Af allmogen bedrifves, såsom förut redan är påpekadt, det mesta arbetet i kalkbrotten under den från jordbruket lediga tiden, eller om vintern. I de större kalkbrotten åter pågår arbetet oafbrutet både vinter och sommar.

Släckt kalk. Den brända kalken måste snart uttagas ur ugnarna. Isynnerhet vid fuktig väderlek släcker sig nämligen densamma själf genom upptagande af vatten ur luften samt faller härigenom sönder i ugnen och kan ej tillvaratagas. Den under vintern brända och lagrade kalken släcker sig därför själf till större delen eller måste för likformighetens skull släckas fullständigt. Sedan järnvägen utefter Kinnekulles västsida numera öppnats, så att kalkafsättning kan äga rum äfven under de delar af året, då sjöfarten är stängd, har den höga siffran för släckt kalk, som tabellen sid. 86—87 visar, börjat betydligt nedgå för Trollmens och Blombergs kalkbrott. [2]) Den släckta kalken är vida svårare att handtera samt på grund af sin genom det upptagna vattnet betydligt större vikt och omkring dubbla volym vida dyrbarare att frakta än den osläckta. För att undgå detta hafva vid Trollmen ugnarna ofta uppsatts på vintern, men antändas först på våren. Det anses emellertid allmänt, att bränningsresultatet lider på, att ugnarna stå länge uppsatta.

Arbetsstyrka. Beträffande arbetsstyrkans storlek hafva uppgifter kunnat erhållas endast från de större kalkbrotten, där arbetet i regeln bedrifves under hela året. De här nedan följande uppgifterna afse år 1896.

	Antal kalkbrännare.	Antal ugnar.	Antal ugnar brända om året.	Ugnarnas rymd af osläckt kalk.
Hönsäter	52 man + 1 förman.	23	—	c:a 1,000—1,200 *hl*
Råbäck	40 man + 2 bromsare.	—	c:a 100	» 600— 700 »
Trollmen	14 à 15 man.	—	—	» 800— 900 »
Blomberg	36 man + 1 verkmästare.	17	—	» 700—1,000 »
Gösäter	32 man om sommaren, 16 à 20 om vintern.	8	—	» 800— 900 »

Den normala arbetsstyrkan utgör alltså tillsammans omkr. 175 man vid de fem större kalkbrotten. Om man utgår från förhållandet mellan den vid dessa och den enligt en ungefärlig uppskattning vid Kinnekulles öfriga kalkbrott brända kalken, så skulle antalet arbetare, reduceradt till hela året om sysselsatta, vid de sistnämnda vara mellan 40 och 50 man, följaktligen i allt omkr. 220 man tagas i anspråk för ifrågavarande industrigren.

Kalktillverkningens storlek och försäljningspris. Tabellerna å sid. 86—87 gifva en öfversikt af kalktillverkningens på Kinnekulle storlek och försäljningspris under åren 1890—1900; de utvisa en år från år jämnt fortgående

[1]) Försök att konstruera en kontinuerlig kalkugn med skiffereldning hafva gjorts vid Gösäter af en af de föregående ägarne, L. V. KYLBERG, men utan gynnsamt resultat.

[2]) För Råbäcks kalkbrott åter är proportionen mellan släckt och osläckt kalk densamma som förut, beroende därpå att ingen kalk därifrån afsändts med järnväg.

tillväxt från i rundt tal 186,000 *hl* 1890 till 389,000 *hl* 1900, med ett försäljningspris af 96,000 kronor 1890 och 225,000 kronor 1900.

Följande analyser på prof af »*bränd kalk från Kinnekulle*», men utan närmare uppgifter om ursprung, utförda på stadskemistens i Göteborg fil. d:r J. E. ALÉN's laboratorium, hafva godhetsfullt af denne ställts till mitt förfogande: *Analyser af bränd kalk.*

Ett af profven, *a*, befanns innehålla:

Kalk	87,55 %
Talk	0,89 »
Järnoxid	1,10 »
Lerjord	1,02 »
Svafvelsyra	2,42 »
Kolsyra, vatten m. m.	1,63 »
I klorvätesyra af 1,12 eg. v. olösta ämnen	3,39 »
I klorvätesyra af 1,12 eg. v. löst kiselsyra	2,00 »
	100,00 %.

De öfriga profvens (*b*—*f*) sammansättning var:

	b	*c*	*d*	*e*	*f*
Kolsyrad kalk	4,32 %	9,43 %	14,11 %	7,70 %	17,52 %
Svafvelsyrad kalk	9,87 »	8,19 »	7,92 »	6,76 »	4,02 »
Kaustik kalk	67,59 »	68,78 »	59,98 »	68,71 »	64,59 »
Järnoxid, lerjord, talk, vatten m. m.	11,79 »	9,35 »	7,09 »	9,26 »	9,41 »
I klorvätesyra af 1,12 eg. v. olösta ämnen	6,23 »	4,25 »	10,60 »	7,57 »	4,46 »
	99,80 %	100,00 %	99,70 %	100,00 %	100,00 %
Den totala halten af kalk (CaO) utgjorde således	74,05 %	77,45 %	71,14 %	75,80 %	76,05 %

Cementtillverkning.

Sedan omkring ett årtionde tillbaka bedrifves en storartad cementtillverkning på Kinnekulle. Af Hellekis aktiebolag anlades nämligen 1891 den nuvarande cementfabriken invid Hönsäters hamn, tillverkningen började 1892, och har sedermera varit i oafbrutet stigande. Såsom råmaterial för densamma användes kalksten, tillhörande orthocerkalkens lägsta röda afdelning (undre rödsten), jämte alunskiffer, hvartill kommer någon tillsats af lerskiffer från undre graptolitskifferlagret. Såsom lertillsats användes först, i stället för alunskiffern, lera, som uppmuddrades i viken utanför Hönsäters hamn (Sjöråsviken), samt sedermera enbart undre graptolitskiffer, hvilken, såsom nyss är nämndt, numera nästan helt och hållet ersatts af alunskiffer. De sönderkrossade, till finaste pulver malda och siktade, råmaterialierna (råblandningen) med en proportion af i medeltal: *Hellekis cementfabrik.* *Råmaterial.*

Kalksten . . . . . 600 viktdelar
Alunskiffer . . . . . 25 » (jämte understundom något lerskiffer)

ältas med vatten och slås till tegel. Detta torkas medelst alunskiffereldning samt brännes i kontinuerliga ugnar, som eldas med stenkol. Det brända teglet (klinkern) krossas, males ytterst fint och siktas, hvarefter produkten utsändes i marknaden under benämningen: »*Prima Portlandcement*».

Cement.

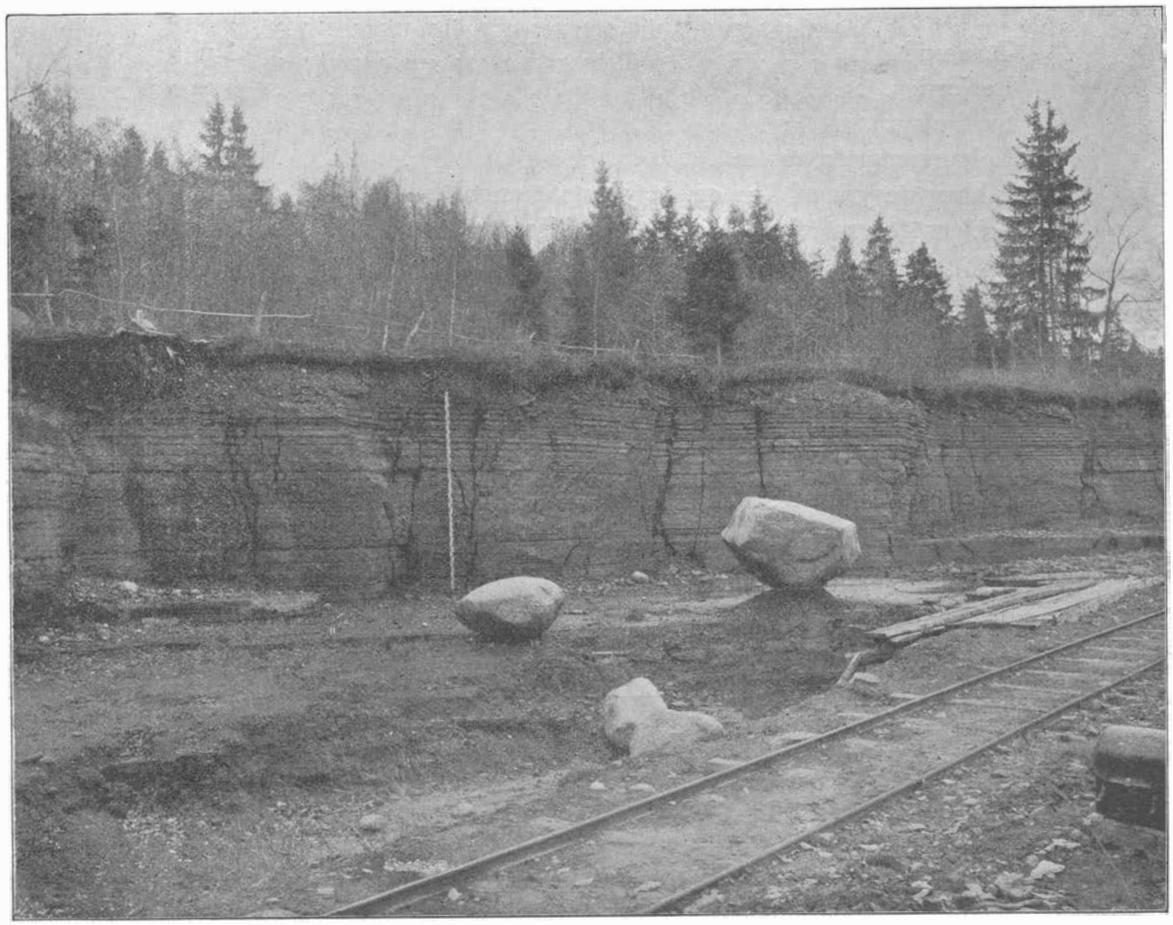


Fig. 65. Cementkalkstensbrottet vid Hellekis, nordligaste änden. Väggarna utgöras af den lägre röda orthocerkalken (undre rödstenen), hvars tunnskiktade och starkt märgliga beskaffenhet framträder öfverallt, men är isynnerhet tydlig hos lagren närmast jordytan, hvarest de märgligare mellanlagrens utvittring lättare försiggått utefter de vertikala, af vittringsjord utfyllda förklyftningssprickorna (af arbetarne benämnda »melor»), hvilka talrikt genomdraga kalkstenen. Stenbrottets botten är närmast väggen en plan yta, som utgör den undre röda orthocerkalkens gränsskikt mot den undre graptolitskiffern. Denna är blottad i förgrunden närmast järnvägen. — Fotografi af G. HOLM och C. J. O. KJELLSTRÖM.

Analys och pröfning af cement.

Följande analys och pröfningar af detsamma, utförda å cementfabrikens laboratorium, hafva godhetsfullt meddelats mig af fabrikens föreståndare, ingeniör O. HILLFORS.

Generalprof af Hellekis Portlandcement.

Kiselsyra	21.6 %
Lerjord	6.5 »
Järnoxid	3.5 »
Kalk	64.6 »
Magnesia	0.6 »
Manganoxidul	0.1 »
Svafvelsyra	1.2 »
Kali	0.5 »
Natron	1.1 »
	99.7 %.

I medeltal för hela året 1895 utgjorde hos Hellekis Portlandcement:

Återstod på sikt med 900 maskor pr *kvcm*	0.2 %
» » » » 4,900 » » »	17.7 »
Bindetidens början	$1^1/_4$ timme
Stelningstid	$3^1/_4$ »
Dragningshållfasthet (hos 1 del cement + 3 delar normalsand):	
Efter 7 dagar	23.8 *kg* pr *kvcm*
» 28 »	29.1 » » »
Specifik vikt	3.111
Svafvelsyrehalt	2.1 %
En liter löst ihälld väger	1.16 kg
» » hopskakad »	1.80 »

Kalkstenen och undre graptolitskiffern fraktas från det nära Hellekis skolhus belägna kalkstensbrottet på en 3.5 *km* lång, enkom härför anlagd järnväg, hvilken sluttar, så att de lastade vagnarna rulla ned af sin egen tyngd; tomma dragas de åter upp till stenbrottet af lokomotiv. *Cementkalkbrott.*

Brytnings- och lastningkostnaden för kalkstenen uppgick 1895—96 till 1.35 kr. pr vagn à 3 *kbm* eller 45 öre pr *kbm*, jordrymningen undantagen. *Brytningskostnad.*

För cementfabrikens behof af brännskiffer har enkom upptagits ett skifferbrott mellan Hönsäter och Hellekis. Se kartan, tafl. 1 samt den grafiska framställningen tafl. 4. *Brännskifferbrott.*

Arbetsstyrkan vid cementfabriken beräknades 1895—96 i medeltal till inalles 150 man. Af dessa arbetade 10 man i kalkstensbrottet, 16 man i skifferbrottet. *Arbetsstyrka.*

Cementtillverkningens storlek under åren 1892—1900 utgjorde, beräknad efter antal fat à 170 kilo netto, 180 kilo brutto: *Tillverkning.*

1892	8,252 fat.	1897	62,719 fat.
1893	25,950 »	1898	69,006 »
1894	42,310 »	1899	78,998 »
1895	51,823 »	1900	90,030 »
1896	60,955 »		

Alunskifferns tillgodogörande.

Alunskifferns användning såsom bränsle.

Alunskiffern såsom bränsle.

Såsom redan ofvan beskrifvits är alunskiffern så rik på kolhaltiga och bituminösa ämnen, att den sedan länge med fördel begagnas såsom bränsle vid kalkbränningen. Till tegelbränning har den också användts vid det nu sedan länge nedlagda tegelbruket vid Hönsäter. På samma sätt synes den ända sedan slutet af 1700-talet hafva nyttjats vid Hönsäters alunbruk under pannorna, hvari alunluten afdunstades. Först i senare tider har den börjat tillgodogöras såsom bränsle äfven för eldandet af ångpannor. På Kinnekulle eldas ångmaskinerna som drifva stenhyflarna etc. i de mekaniska stenhuggerierna vid Råbäck och Gösäter uteslutande med alunskiffer. Vid destilleringen af olja ur alunskiffern i skifferoljefabriken vid Gösäter upphettades äfven retorten med sådant bränsle. Vid Hellekis cementfabrik torkas härmed allt råcementteglet, och under flera år drefvos samtliga de kraftiga ångmaskinerna därstädes med alunskiffereldning. Den kraft, som 1897 från dessa togs i anspråk, beräknades till c:a 500 hästkrafter, och ångan alstrades af 4 tubulerade ångpannor, hvarje med en eldyta af 80 *kvm* och en alunskifferåtgång af 10 à 11 *kbm* pr 11 timmars arbetsdag. Oaktadt skiffereldningens ekonomiska fördelaktighet har man likväl på sista tiden måst återgå till eldning med stenkol för ångpannorna vid cementfabriken på grund af den betydligt ökade cementtillverkningen, i följd af hvilken brytning och transport af en tillräckligt stor skiffermängd mötte svårigheter. Enligt meddelande af ingeniör O. Hillfors kan bränslevärdet af den vid cementfabriken använda alunskiffern beräknas motsvara omkring $^1/_5$ af stenkolens. Värmeeffekten hos skiffern anses vara störst, då den är nybruten, samt försvagas, om den får ligga bruten till och med endast ett par dagar.

Alunskifferns bränslevärde.

Nedanstående bestämningar af halten af brännbara ämnen i alunskiffer från brotten vid Hönsäter och Hellekis, äro utförda å Hellekis cementfabriks laboratorium, samt godhetsfullt ställda till mitt förfogande af cementverkets föreståndare ingeniör O. Hillfors.

Analyser af alunskiffer från

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
Flyktiga ämnen (vid upphettning i retort)	8.8 %	7.8 %	7.8 %	16.0 %	8.4 %	6.2 %	8.3 %	9.5 %	10.6 %
Återstod (s. k. »koks»)	91.2 »	92.2 »	92.2 »	84.0 »	91.6 »	93.8 »	91.7 »	90.5 »	89.4 »
Glödgningsförlust vid lufttillträde	21.4 %	24.0 %	30.8 %	33.6 %	34.2 %	29.8 %	26.8 %	30.1 %	29.3 %
Återstod (»aska»)	78.6 »	76.0 »	69.2 »	66.4 »	65.8 »	70.2 »	73.2 »	69.9 »	70.7 »

a—q: Från Hönsäters kalkbrott; *a:* »*Bottenskiffer*» vid »Bron»; *b—g:* Serie af lager nedifrån uppåt; *h—q:* En annan analys-olika lager; *r:* »*Påmalm*»; *v—x:* »*Bottenskiffer*; *s—u:* Mellanliggande lager.

Alunskiffer från Hönsäters kalkbrott.

Brännbara gaser	13.4 %
Ej brännbara gaser	2.0 »
Kol	13.0 »
Aska	71.6 »
	100.0 %

I ett *generalprof från Hönsäters kalkbrott* har äfven svaflet bestämts (såsom svafvelsyra). Profvet visade:

Flyktiga ämnen	12.6 %
Glödgningsförlust	31.3 »
Svafvel	4.32 »
Svafvelhalten motsvarar en svafvelkismängd af	16.2 »

Såsom redan ofvan har framhållits, är det endast alunskifferlagrets högre del, eller skiffern ofvan den tjocka orstensbanken med *Olenus gibbosus* och *Agnostus pisiformis*, som är rikare på brännbara ämnen. Till ångpanneeldning är denna därför den enda dugliga. Äfven skiffern i det närmast jordytan liggande lagret, på grund af sin vanligen mer eller mindre vittrade beskaffenhet af arbetarne benämnd »*rötmalm*», uppgifves ej duga till eldning, i det den väl lågar och fladdrar upp, men ej utvecklar någon starkare värme. Något af densamma får likväl ofta medfölja för att underlätta antändningen. Enligt nedanstående 22 analyser *a*—*x*, af hvilka dock åtminstone analys *a* och sannolikt äfven *b* äro utförda å skiffer från lager under den nyssnämnda nivån, utgör halten af bituminösa, flyktiga ämnen i medeltal 10.9 %, samt glödgningsförlusten 29.9 %.

Alunskifferaska eller rödfyr

Vid starkare glödgning öfvergår alunskifferns svarta färg i röd. De vid kalkbrotten förekommande högarna af utbränd alunskiffer (alunskifferaska), på grund af sin färg benämnd »*rödfyr*», äro därför nästan eldröda, och synliga redan på långt håll. Vid skiffereldningen, och stundom äfven vid kalkbränningen, blifva alunskifferbitarna visserligen genomglödgade och rödfärgade till större eller mindre djup från ytan, men i det inre återstår ännu en svart, kolhaltig skifferkärna, och af denna anledning kan den till ångpanneeldning en gång använda skiffern nyttjas vid kalkbränning, fastän skifferhvarf-

Hönsäter och Hellekis.

k	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*	*q*	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*	*x*	Medeltal.
10.2 %	7.4 %	9.2 %	23.1 %	7.4 %	9.6 %	20.3 %	13.2 %	13.3 %	11.0 %	11.4 %	11.2 %	8.5 %	10.9 %
89.8 »	92.6 »	90.8 »	76.9 »	82.6 »	90.4 »	79.7 »	86.8 »	86.7 »	89.0 »	88.6 »	88.8 »	91.5 »	89.1 »
40.7 %	31.2 %	28.5 %	32.8 %	29.0 %	28.6 %	32.3 %	32.6 %	34.0 %	28.4 %	32.9 %	19.6 %	27.7 %	29.9 %
59.3 »	68.8 »	71.5 »	67.2 »	71.0 »	71.4 »	67.7 »	67.4 »	66.0 »	71.6 »	67.1 »	80.4 »	72.3 »	70.1 »

serie af lager nedifrån uppåt; *q*: »*Rötmalm*». Under *h* vidtager den s. k. »*bottenskiffern*»; *r*—*x*: Från »Hellekis gamla kalkbrott»,

ven i ugnarna då måste göras betydligt tjockare än annars. Bränningen af kalken, som erfordras till det alunskiffertegel, som tillverkas vid Hellekis, sker uteslutande med sådan halfbränd skiffer.

Enligt en å Hellekis cementfabriks laboratorium utförd bestämning utgjorde glödgningsförlusten hos alunskifferaska af på rost bränd skiffer 7.4 %.

Priset för brännskiffer.

Hvad brytningspriset beträffar, så ställer sig eldning med alunskiffer på stället, der densamma förekommer, synnerligen fördelaktigt, i jämförelse med stenkol och andra brännmaterial. I följd af sin skrymmande beskaffenhet tål dock alunskiffern knappast någon transport. Vid Hönsäter, där särskildt *brännskifferbrott* upptagits och förbundits med cementfabriken genom en 2.2 kilometer lång, smalspårig järnväg, utgjorde 1896 priset för brytning och transporten till cementfabriken 60 öre pr *kbm*. Förbrukningen var då omkr. 72 *kbm* om dagen. Vid Gösäter, hvarest skiffern brytes straxt invid maskinhuset, uppgick 1896 kostnaden härför endast till 55 öre pr *kbm*. För en ångmaskin om 18 hästkrafter, som dref oljefabrikens olika maskiner samt dynamon för den elektriska belysningen, åtgingo under 24 timmar c:a 4 *kbm*. Vid Råbäck åter, där transporten af brännskiffer från kalkbrottet till det mekaniska stenhuggeriet sker på den ofvan omtalade, sluttande kalkbanan kostade skiffern samma år 1.05 kr. pr *kbm*. Till ångmaskinen om c:a 10 hästkrafter, hvilken drifver stenhyflarna, åtgingo under 12 timmars arbetstid omkr. 1.5 *kbm* alunskiffer.

Alunskiffereldning.

Eldning med alunskiffer kan ej försiggå i en eldstad, som är inrättad för stenkolseldning, emedan skiffern sintrar mer eller mindre starkt och bakar ihop sig, så att, då vanlig rost användes, askan ej på vanligt sätt kan falla ned. För detta slags eldning måste därför rosten vara på särskildt sätt inrättad. Vanligen användes en rost med hvar för sig utdragbara stänger i rostgallret. De utbrända, sammansintrade skiffermassorna (askan) kunna då med ett spett lättare arbetas ned i askrummet. Eldningen med alunskiffer kräfver därför på allt vis många gånger mera arbete än med stenkol, först och främst i följd af en högst betydligt större kvantitet af brännmaterial och dettas oftare påfyrande, samt vidare genom det besvärliga nedrakandet af den sintrande askan, hvilken såsom mycket skrymmande erfordrar betydligt utrymme till upplagsplats.

Tegeltillverkning af alunskiffer.

Alunskiffertegel.

Sedan 1896 tillverkas vid Hellekis cementfabrik tegel af en blandning af 80 % malen, bränd alunskiffer (alunskifferaska) och 20 % släckt kalk. Den med vatten ältade massan pressas till murtegel. Dessa få under upprepad pågjutning af vatten långsamt torka, samt tillhårdna härunder så småningom. Produkten utgör därför ett slags cementtegel. Det kan framställas mycket billigt, då råmaterialerna erhållas såsom biprodukter vid cementtillverkningen, och någon bränning af detsamma ej förekommer. Orstenskalk, som vunnits vid brytningen af den till bränsle vid cementfabriken använda skiffern, och för hvilken för det närvarande annars ej finnes något bruk, hvarför ofantliga varphögar af sådan qvarlämnats i brottet, brännes medelst den i eldstäderna förut använda, men endast halfbrända skiffern, hvilken nu fullständigt genombrännes.

Enligt ett af ingeniör O. HILLFORS i April 1900 lämnadt meddelande har tegelafsättningen under sista tiden utgjort c:a 500,000 st. pr år. Priset å desamma var 1896 13 kr. pr 1,000 st.

Då denna industrigren ännu är helt ung, har teglets motståndskraft under någon längre följd af år ännu ej hunnit pröfvas. Flera bostadshus vid Hellekis cementfabrik, samt stationshusen på Kinnekulle vid järnvägen mellan Forshem och Lidköping äro emellertid uppförda af fogstruket sådant tegel.

Bergoljas utvinnande ur alunskiffer.

Bergolja ur alunskiffer.

Under början af 1890-talet lät dåvarande disponenten för Gösäters bolag L. V. KYLBERG utföra omfattande försök att ur alunskiffern framställa en, åtminstone såsom smörjningsmedel för maskiner användbar, bergolja. En dyrbar anläggning kom äfven till stånd. Den olja som erhölls var dock på grund af skifferns svafvelkishalt så förorenad af svafvelföreningar, att den befanns oanvändbar för det afsedda ändamålet, men lämplig till konserveringsmedel för trävirke och sammanrifven med färg till bestrykning af spån- och papptak etc.; de lättare destillaten kunde efter vidare behandling användas till desinfektionsmedel.

Skifferoljan framställdes genom att under tillopp af vattenånga destillera den sönderkrossade alunskiffern i en stående retort försedd med en mekanisk inrättning, medelst hvilken skiffern inmatades och framdrefs genom retorten samt sedan åter utsläpptes, utan att luften fick tillträde till dennas inre. Den sålunda erhållna råa oljan befriades medelst en centrifugseparator från medsläpade fasta ämnen samt större delen af det i fint fördeladt tillstånd inblandade vattnet, renades vidare genom omdestillering, då oljor af olika specifik vikt erhöllos. Enligt uppgift åtgick till framställningen af 500 *kg* renad olja c:a 96 *hl* alunskiffer, samt c:a 70 *hl* till bränsle under retorten.

Under åren 1894 och 1895, då oljefabrikationen egentligen var i gång, framställdes vid Gösäter af *impregneringsolja* och *takfärg:*

1894	cirka	25,500	*kg*	med	ett	uppgifvet	värde	af . .	6,300 kr.
1895	»	67,000	»	»	»	»	»	» . .	14,000 »

Alunskiffer såsom råämne för aluntillverkning.

Aluntillverkning.

Enär alunskiffern innehåller svafvelkis samt lerjords- och kaliföreningar, kan alun ur densamma framställas, hvilket gifvit anledning till det nu brukliga namnet på denna bergart, som före ifrågavarande tillverknings början af allmogen på Kinnekulle kallades »*Kråkberg*», under hvilket namn den också omtalas af KALM och LINNÉ (se ofvan sid. 14). Aluntillverkningen grundar sig därpå, att vid skifferns rostning en del af svafvelkisens svafvel öfvergår till svafvelsyra, hvilken angriper lerjorden och kalit. Svafvelsyrade salter af dessa, nämligen aluminiumsulfat och kaliumsulfat, uppkomma härvid och förena sig

vid tillkomsten af vatten med hvarandra till alun. Denna afskiljes genom att med vatten urlaka den rostade skiffern samt afdunsta lösningen. Såsom biprodukter erhållas härvid järnsulfat och rödfärg. Under slutet af 1700-talet och förra hälften af 1800-talet blefvo flerstädes inom Sveriges alunskiffertrakter alunbruk anlagda, vid hvilka en ganska betydlig tillverkning ägde rum. Sedan emellertid annat råmaterial för denna industri erhållits, hvilket medgifver ett vida enklare och billigare framställningssätt, har alunskifferns användning för sådant ändamål mer och mer öfvergifvits. I Sverige har ifrågavarande tillverkning nästan fullständigt upphört, och där den ännu i ringa skala fortsättes, torde detta ske endast och allenast af hänsyn till gamla med densammas utöfvande förbundna privilegieförmåner.

Hönsäters alunbruk. Hönsäters alunbruk, det enda som funnits på Kinnekulle, anlades 1767 och hade till en början två pannor för alunlutens afdunstning. Antalet ökades sedermera till fyra, och 1797 erhölls privilegium på ytterligare fyra, men med förbehåll att skiffer istället för ved skulle användas till eldningen under samtliga de åtta pannorna. Enligt landshöfdingeämbetets berättelse för 1828 var antalet arbetare vid alunbruket då 62, och värdet af tillverkningen 28,200 kr. Sedermera sjönk denna efterhand betydligt och utgjorde 1856 blott 567 *hl.* (387 *tunnor*). Samma år nedlades bruket helt och hållet.

Stenindustri.

Kvarnstensgneis.

Kvarnstensgneis. Likasom i kvarnstensbrotten vid Lugnås visar sig äfven vid Kinnekulle urberget (järngneisen) under sandstenen vara vittradt till några meters djup, därigenom att fältspaten till största delen öfvergått till kaolin, medan kvartsen däremot blifvit oförändrad. Bergarten erhåller härigenom ett skarpt, skärande gry, som gör densamma synnerligen lämplig till kvarnstenar, när för öfrigt struktur och kornighet äro passande,

Den vittrade gneisen ligger vid Kinnekulle nästan aldrig i dagen. Gneisens struktur i trakten närmast omkring kullen antyder emellertid, att den vittrade bergarten, åtminstone inom stora sträckor, ej kan vara passande för ifrågavarande ändamål, i det den ofta torde vara ganska grofkristallinisk och glimmerrik, med glimmern samlad såsom tjocka lameller, hvarigenom en starkare skiffrighet uppkommer. För att kunna lämna en god kvarnsten bör nämligen bergarten, såsom vid Lugnås, vara medelkornig, af jämnt gry, med kvartsen likformigt fördelad, nästan utan glimmer, samt sakna tydlig skiktning och skiffrighet, således hafva ett nästan massformigt utseende. Det är sannolikt, att äfven vid Kinnekulle gneispartier af en dylik beskaffenhet förekomma. Såsom exempel härpå kan anföras stranden norr om Trollmens hamn, hvarest dock brytning troligen ej är möjlig. Strandklappern utgöres här under en sträcka norrut från hamnen till stor del af en vacker kvarnstensgneis, liknande den vid Lugnås, men möjligen något litet finkornigare.

Denna torde därför vara blottad under vattenytan, straxt utanför strandlinjen, samt fortsätta in under sandstenen på stranden.

Kvarnstenshuggning.

Försök till kvarnstensbrytning hafva gjorts endast på tvenne ställen vid Kinnekulle, nämligen vid bergets södra ände vid Possagården i Källby socken samt vid den norra invid Gösäter. På senare stället synes bergartens beskaffenhet hafva varit sådan, att någon brytning ej kommit till stånd. Vid Possagården däremot har ett antal kvarnstenar, enligt uppgift sammanlagdt omkring 50 par, huggits och försålts under åren 1861—1863. Sistnämnda år upphörde denna industri helt och hållet, emedan den enligt uppgift ej lönade sig och stenarna voro underlägsna dem från Lugnås. Arbetarnes antal var år 1862, då den hufvudsakliga tillverkningen ägde rum, c:a 8 man. Afsättningen sjöledes skedde från Blombergs hamn.

Sandsten.

Brytvärda sandstenssikt.

Såsom i redogörelsen för lagerföljden på Kinnekulle beskrifvits, är det endast i den högre af sandstenslagrets båda afdelningar, som skikt af sådan tjocklek och beskaffenhet förekomma, att de i industriellt hänseende kunna blifva föremål för brytning. Enär dessa hafva en i jämförelse med kalkstenens ofta betydlig tjocklek, och kvaderformiga block af stora dimensioner följaktligen lätt kunna erhållas, lämpa de sig väl till byggnadssten på grund af sandstenens fullständiga motståndskraft mot vittringen. I de flesta af lagren förekomma emellertid svafvelkis såsom insprängda små gnistor eller såsom större och mindre kulor eller oregelbundnare partier. Utsatt för atmosfärens inverkan vittrar kisen, och sandstenens yta blir i följd häraf snart flammig eller helt rostfärgad. Denna omständighet, jämte bergartens benägenhet att fukta, lägga därför betydliga hinder i vägen för densammas användande. Dessutom är sandstenens färg föga tilltalande, hvitgrå, gulhvit eller gulaktig, mer eller mindre flammig. Äfven de svafvelkisfattigare lagren antaga med tiden en gråaktig, smutsig, ful och dyster färg. Såsom framgår af den här nedan bifogade tabellen öfver sandstensproduktionen uttryckt genom försäljningspriset, har denna också under sista tiden varit högst obetydlig. Under flertalet år har afsättningen till och med uteslutande eller hufvudsakligen utgjorts af sandstensskärf för masugnarnas behof. Vid Gösäter har likväl försäljningen, utom råblock, omfattat huggen byggnadssten, häribland skulpterade portaler och andra byggnadsdelar.

Svafvelkis.

Inom sandstenslagrets allra öfversta del förekomma, såsom det synes rundt omkring berget, några ganska konstanta skikt, hvilka äro mera fria från svafvelkis än någon annan del af lagret. Deras tjocklek uppgår ofta till 0.50 à 0.75 *m*, och stiger stundom ända till 1 *m* utan »*klov*» [1]) eller skiktfog. Kvaderformiga block med förstnämnda tjocklek låta därför här lätt bryta sig. Emedan svafvelkis här förekommer i blott ringa mängd eller alldeles saknas, plägar stenen bibehålla en någorlunda jämn färg, utan några skarpare

[1]) *Klov* betecknar i Västgötamålet en öppning eller klyft i ett lager, efter hvilken detta företrädesvis låter klyfva sig.

framträdande rostfläckar eller någon allmän brunfärgning af ytan. Denna del af sandstenslagret brytes nu endast vid Gösäter och förarbetas vid därvarande stenhuggeri. Det

Försåld sandsten.

Försäljningssummor i kronor för sandsten under 1890—1896.

År.	Hönsäter (Hellekis bolag). [1])	Gösäter (Gösäters bruks aktie-bolag).	Råbäck (Råbäcks gårds-kontor).	Järne-klef. [4])	Summa kronor.
1890	2,720	—	—	—	**2,720**
1891	2,400	—	—	—	**2,400**
1892	2,240	—	[2]) 154	—	**2,394**
1893	1,920	—	[3]) 104	—	**2,024**
1894	1,440	1,200	—	400	**3,040**
1895	3,040	400	—	400	**3,840**
1896	2,178	2,000	—	400	**4,578**
1897	2,300	—	420	—	**2,720**
1898	2,300	—	821	—	**3,121**
1899	4,400	—	437	—	**4,837**
1900	4,700	—	285	—	**4,985**

Sandstens-brott.

öfversta lagret därstädes är hårdt, gulflammigt, de båda närmast därunder följande, hvilka anses vara de bästa, äro hvitgrå, samt det fjärde och djupaste som tillgodogöres, hårdt och gulfläckigt. Skikttjockleken stiger till 0.90 *m* och block af betydlig längd och bredd kunna uttagas. Under början af 1890-talet bröts sandsten för restaureringen af domkyrkobyggnaden i Skara äfven vid Halla i Husaby socken. Vid Källstorp invid Råbäck, på vägen till hamnen, gå de öfre sandstenslagren i dagen i en fristående liten kulle, och här har under sista tiden ett och annat block utkilats. Fordom synas de ifrågavarande lagren varit de enda som brutits. Så t. ex. måste härifrån härröra de vackra, fullkomligt ovittrade, huggna sandstenskvader, hvilka såsom parktrappor, broar, dammar, sockelsten och grindstolpar etc. förekomma vid Hellekis, Råbäck och Trollmen, hvarest också spår efter gamla stenbrott inom denna del af sandstenen finnas.

Af äldre byggnadsminnen i trakten märkas några af huggen sandsten uppförda urgamla kyrkor vid foten af Kinnekulle, nämligen Forshems, Husaby och Skelfvums. Sandstenen i dessa har på det utmärktaste sätt motstått vittringen, om också dess yta är grå af laf.

I lägre delen af lagret förekomma stenbrott vid Hellekis, Blomberg, Råbäck och Trollmen. På de båda sistnämnda ställena hafva stenbrotten öppnats för att erhålla sten till hamnbyggnaderna därstädes. I båda brotten förekomma tjocka, svafvelkishaltiga bankar. Den fotografiska bilden fig. 5, sid. 11, visar öfre delen af sandstensbrottet norr om Råbäcks hamn. På ett af de löskilade blocken framträder till och med inspräng-

[1]) Uteslutande sandstensskärf för jernbrukens behof. Priset pr *ton* har utgjort 1.60 kr. fritt ombord i Hönsäters hamn.
[2]) Ohuggen.
[3]) Huggen.
[4]) Mer eller mindre huggen, för allmogens i trakten behof.

ningen af svafvelkis och däraf uppkommen missfärgning. I Hellekis sandstensbrott invid hamnen och det numera fullständigt nedlagda mekaniska stenhuggeriet har under några föregående årtionden ganska mycket byggnadssten brutits. Det lilla stenbrottet nära Järneklef, söder om Blombergs järnvägsstation, blef genom järnvägsanläggningen obrukbart, samt är därför numera nedlagdt. Med afsättning uteslutande i den närmaste orten bearbetades det af endast en man.

Olägenheter hos sandstenen.

Orsaken till sandstenens ofvan anmärkta benägenhet att fukta, hvarigenom däraf uppförda byggnader blifva nästan obeboeliga, torde sannolikt bero på någon ringa halt af salt, [1]) hvaraf också iakttagits en utvittring hos vissa stenar i det inre af Skara domkyrka. Utvändigt blifva mot norr vända murytor i följd af fukten ofta gröna genom en rik algvegetation.

Huggningen af Västgöta-sandstenen är synnerligen vådlig för stenhuggarnes hälsa. Det skarpa, i kroppens vätskor oupplösliga, sandstensdammet angriper nämligen i hög grad lungorna. Såsom bevis härpå kan anföras, att af de med restaureringen af Skara domkyrka sysselsatta stenhuggarne ej mindre än omkring ett trettiotal afledo i lungsjukdom medan byggnadsarbetet pågick eller snart därefter. Kalkstenens förarbetande synes däremot ej vara förknippad med någon sådan fara i sanitärt hänseende.

Eldfasthet.

På grund af sin stora kiselsyrehalt och ringa halt af flussbildande baser är sandstenen fullkomligt eldfast, såsom prof utförda vid Kemisk-tekniska byrån i Stockholm å »gul sandsten» och »grå sandsten» från Hellekis visat. Båda slagen äro nämligen att anse såsom ett »eldfast material af utmärkt beskaffenhet.» [2])

Kalksten.

Användbara lager. Täljstenen.

Den kalksten, som för stenindustriellt ändamål brytes på Kinnekulle, utgöres nästan uteslutande af de inom orthocerkalkens lägre afdelning förekommande, till en skiktpacke samlade grå lagren, af stenhuggarne sedan gammalt benämnda *»täljsten»*, samt af de närmast under och ofvan denna befintliga röda lagren, således de allra öfversta af den undre rödstenen och understa af den öfre rödstenen. Täljstenen innehåller de värdefullaste och längst brutna stenskikten. De röda lagren åter uppnå sällan dessas godhet, och deras tillvaratagande har egentligen börjat först sedan tillgången på lätt tillgänglig täljsten minskats[3]). Dessutom hafva understundom och i mindre skala äfven lager tillhörande orthocerkalkens öfversta afdelning, eller lefverstenen, brutits. Dessa äro dock tunnare och förmå ej mot-

[1]) Att sådan verkligen förekommer hos kambriska sandstenar i Sverige, visar det ur en 100 *m* djup borrbrunn vid Borgholm på Öland uppumpade vattnet, hvilket befunnits vara ej obetydligt salthaltigt.

[2]) Smärre stycken af de nämnda sandstensvarieteterna utsattes under 1/2 timmes tid i en med gas eldad ugn för så hög temperatur, att en legering af 1 del guld och 2 delar platina fullkomligt nedsmälte och ett stycke tunnt platinableck började att sintra. Därvid visade sandstenen ej ens spår till sintring.

[3]) Ett och annat af de röda lagren har emellertid, åtminstone inom vissa sträckor, om stenen väljas med urskiljning, visat sig väl motstå vittringen samt därför någon gång brutits äfven i gamla tider. Ett exempel härpå är den röda kalksten, som användts till portinfattningar etc. i Vesterplana kyrka, och hvilken under århundraden förblifvit nästan oförändrad.

stå atmosfärens inverkan, hvarför de kunna användas endast inomhus och äro således på intet vis jämförbara med de förstnämnda.

Frånsedt den starkt jordtäckta norra änden af Kinnekulle är täljstenen, jämte de ofvannämnda rödfärgade lagren, oaktadt dess ringa mäktighet, med få afbrott blottad nästan rundt omkring berget. Öfverallt, där täljstenen utan allt för stort besvär kun-

Fig. 66. Kalkstensbrott vid Råbäck. Väggarna visa, oafsedt de öfversta, odugliga skikten, nästan hela tjockleken af orthocerkalkens för huggning användbara del. De motsvara därför nästan fullständigt profilen fig. 67, hvilken är uppmätt just här. De allra lägsta lagren af densamma äro dock dolda. Det längst borta vid meterstången synliga, under brytning varande lagret i brottets botten utgöres af »hvita botten». De vertikala, af vittringsjord utfyllda, kalkstenen genomsättande sprickorna äro här mycket regelbundna samt nästan vinkelräta mot hvarandra. Af bilden framgår vidare dessa sprickors betydelse för möjligheten af skogväxt på de stora ytor, där kalkstenshällen nästan omedelbart ligger i dagen. Granen kan nämligen genom att i dessa skaffa sig rotfäste, näring och fuktighet växa på den endast af en ytterst tunn vittringsjord betäckta kalkhällen. — Vinterbild. — Fotografi af G. Holm och C. J. O. Kjellström.

nat åtkommas, har den också sedan gamla tider brutits, och — såsom kartan (tafl. 1) visar — omgifves också berget af en med ofvannämnda undantag nästan oafbruten rad af gamla eller ännu under arbete varande stenbrott. Alltefter markens starkare eller svagare sluttning och täljstenens häraf betingade större eller mindre åtkomlighet kännetecknas dessa redan på afstånd af ofantliga massor af oduglig vraksten, upptornade till en

vall eller bildande större fält. Det är i synnerhet vid Vesterplana kyrka samt på »Österplana vall» och »Österplana hed» invid Österplana kyrka som vidsträckta stenbrottsfält förekomma. De nu ifrågavarande lagren äro med hänsyn till sin skikttjocklek och beskaffenhet i öfrigt allestädes likartade och kunna därför, oafsedt några smärre afvikelser, följas genom samtliga stenbrotten. De benämnas också af stenhuggarne hvart och ett med sitt särskilda namn. Dessa namn äro säkerligen mycket gamla och härleda sig från i folkspråket förekommande ord, hvilka angifva något för lagret i ett eller annat hänseende karakteristiskt. Benämningarna afse hufvudsakligen de bästa och längst använda lagren, hvilka ursprungligen under stora sträckor voro lätt åtkomliga och i gamla tider uteslutande brötos. Sedan tillgången till de bästa stenlagren småningom försvårats, har man på flertalet ställen nödgats dels för att följa dem draga stenbrotten längre in i sluttningen, hvilket medfört, att allt högre och högre samt nästan helt och hållet odugliga lager på samma gång måst genomskäras, dels också bryta några under de förra liggande mer eller mindre användbara lager. När namn på dessa finnas, hvilket icke alltid är fallet, äro de tydligen af senare ursprung. Dessa af arbetarne brukade benämningar erbjuda en i stenindustriellt hänseende säker beteckning för de flesta af de olika kalkstensskikt, som brytas på Kinnekulle, samt äro äfven därför af vikt, att de ofta på samma gång gifva en föreställning om lagrets beskaffenhet eller användbarhet.

Af stenhuggarne använda benämningar.

De äldsta och ursprungligaste benämningarna gruppera sig tydligen omkring det bästa och mest oföränderliga af alla lagren, *Likhallen*. Antagligen var också detta det, som först af alla bröts. *Likhallen* (= häll som lägges öfver lik) kallas så på grund af sin användning till de stora, rektangulära, horisontellt liggande, ofta på öfversidan rikt uthuggna grafhällar, som fordom brukades. Till sådana lämpade sig lagret också synnerligen väl icke blott genom sin lagom tjocklek, sin fasta och sega beskaffenhet jämte fullkomliga frihet från klov, utan äfven, och framför allt, genom sin fullkomliga motståndskraft mot vittring. Då inom Sverige föröfrigt knappast mer än på Öland och Gotland några kalkstenar förekomma, hvilka ägna sig för ifrågavarande ändamål, så försiggick sannolikt på Kinnekulle en betydlig tillverkning af detta slag. Djupare än till likhallen nedgick man ursprungligen ej. Hvad som ligger därunder benämndes således »*Botten*» (= det som bildar underlaget eller bottnen). Att brytningen fordom afstannat här bestyrkes däraf, att i gamla stenbrott de under likhallen liggande lagren befinnas vara kvarlämnade.

Till likhallen ansluta sig uppåt tvenne lager, benämnda: *Likhalls-maren* och *Likhalls-flåran*. Det förra är ett vanligen odugligt, stundom vid likhallen delvis fasthängande lager. Namnet äger helt visst gemenskap med adjektiven *marig* = falsk samt *maruger* = förkrympt, dålig till växt och utseende[1]) (jämf. t. ex. *martall*). *Likhallsflåran* utgör däremot ett fast och godt lager, om också till sina egenskaper ej fullt jämförligt med likhallen. *Flåra* betyder i allmogespråket tunn skifva, flisa.[2])

Namn, bildade analogt med dessa, ehuru, såsom tillhörande de understa lagren, af mycket sent datum, äro: *Golfstens-mare* och *Golfstens-flåra*.

---

[1]) RIETZ, J. E. Ordbok öfver svenska allmogespråket, sid. 431. Lund 1867.
[2]) Anf. st., sid. 155.

Fig. 67—68. **Profiler genom de kalkstenslager, hvilka brytas i Råbäcks kalkstensbrott samt i stenbrotten Ö om Skattetomten, med angifvande af de af stenhuggarne använda namnen.**

Fig. 67. **Råbäcks kalkstensbrott.**

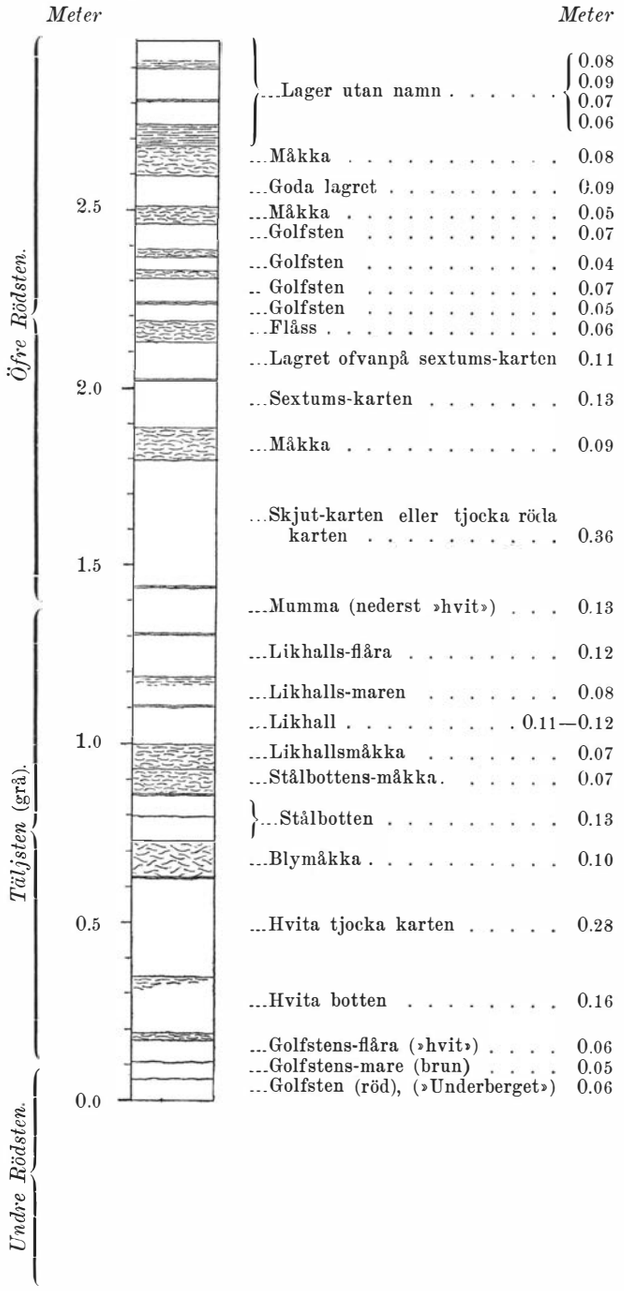
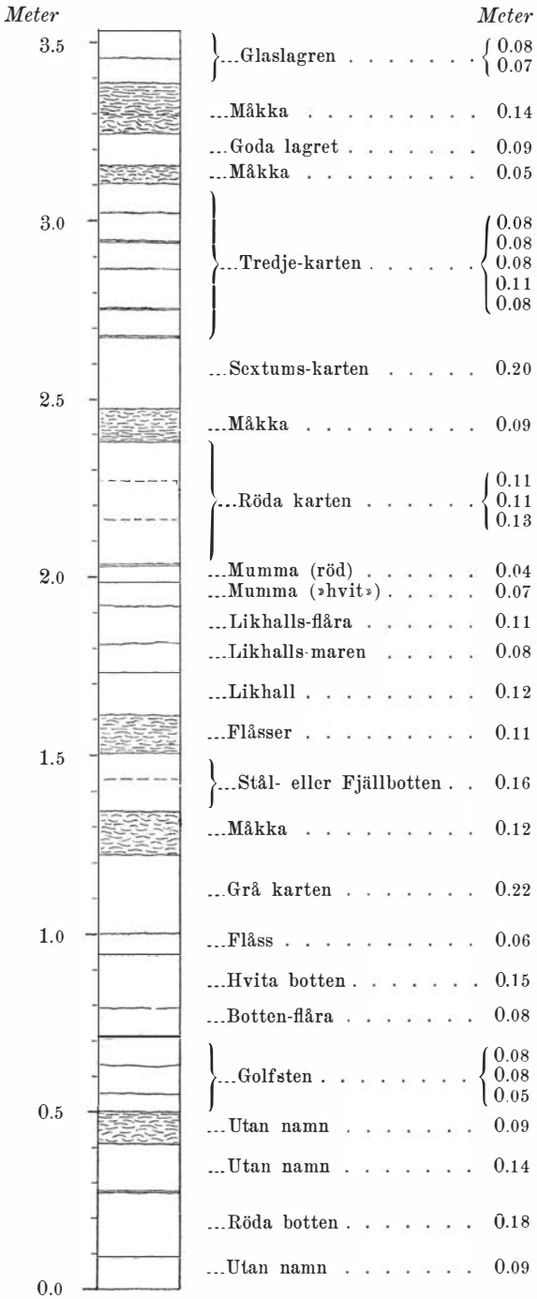


Fig. 68. **Kalkstensbrotten Ö om Skattetomten.**



Mumma kallas ett till hälften rödt, till hälften »hvitt», odugligt, tunnare lager. Något motsvarande ord i allmogespråket har jag ej lyckats finna.

Måkka benämnas några fullkomligt odugliga, starkt märgliga och genom vittring lätt sönderfallande lager. — Jfr i allmogespråket: *måkka* = dynga, orenlighet.[1])

Flåss synes beteckna tunna, starkt märgliga och skiffriga mellanlager, hvilka lätt klyfva sig. — Jfr: *flossna upp* = åtskiljas, upplösas; *flåss* = lång, lös lugg eller lösa uppstickande trådar på väfnader.[2])

Kart användes i sammansättningar: *Sextums-karten*, *Röda karten*, *Hvita karten*, för tjocka, men ej fullt säkra eller fullgoda lager. Benämningen torde vara samma ord som ingår i t. ex. ordet *äppelkart* samt beteckna något som ej är moget och i ty fall sammanhänga med allmogens föreställningssätt, att lagren ännu ej hunnit mogna.[3]) Från olika delar af berget hafva här bifogats några profiler genom de kalkstenslager, som brytas. Fig. 67 och 68 återgifva i skalan 1 : 20 profiler, hvilka afkalkerats i stenbrottens väggar. De öfriga profilerna äro uppmätta med måttband.

Beträffande lagrens duglighet och användning i Råbäcks kalkstensbrott hafva följande upplysningar erhållits:

Lagrens benämning.	Duglighet och användning.
»*Röd kart*», en gemensam benämning för de öfversta lagren	Skikten tunna. I allmänhet odugliga, men huggas stundom till golfsten.
»*Sextums-karten*»	Användes till ladugårdsgolf samt, då den är tjockare och hänger ihop med delar af föregående lager, till trappsteg.
»*Måkka*»	Starkt märgelartad och lätt sönderfallande. Oduglig.
»*Skjutkarten*» *eller* »*Tjocka röda karten*»	Stundom utan klov och användes då till ladugårdskrubbor, grindstolpar och pelare. Vanligen är lagret klyfbart i ett öfre (0.11 *m*) och ett undre (0.25 *m*), det senare dessutom understundom i tvenne lika tjocka lager. Användes då till golfsten.
»*Mumma*»	Oduglig. Öfverst röd, nederst »hvit».
»*Likhalls-flåra*»	Utmärkt god, användes till golf- och sockelsten, trapplaner. Stundom klyfbar, förarbetas då till golfsten.
»*Likhalls-mare*»	Stundom fast och tät, användes då till golfsten; stundom märglig och oduglig. Ibland sammanhänger den så fast med det underliggande lagret, *likhallen*, att den ej i större stycken kan lösklyfvas från denna.
»*Likhall*»	Det bästa, säkraste och minst varierande af samtliga lagren.
»*Likhalls-måkka*» . . . . . »*Stålbottens-måkka*»	Oduglig. Vanligen bestående af tvenne lager: »*Likhalls-måkka*» och »*Stålbottens-måkka*», benämnda så allt efter som de hänga ihop med öfver- eller underliggande lager.
»*Stålbotten*»	Sammansatt af tvenne lager. Användes till golfsten.
»*Bly-måkka*»	Oduglig.

[1]) Anf. st., sid. 457.
[2]) Anf. st., sid. 155.
[3]) I allmogespråket betyder *kart* äfven en mindre sten samt »den grofva eller yttre barkytan på näfver af gamla björkar». *Kartnäfver*, näfver med skorf och knölar. — Se RIETZ, anf. st., sid. 310.

Lagrens benämning,	Duglighet och användning,
»*Hvita tjocka karten*»	Här dålig och ej användbar, i det den klyfver sig oregelbundet i trenne lager.
»*Hvita botten*»	Näst *likhallen* det bästa och säkraste lagret. Stundom är den öfverst (0.02 *m*) märglig och bildar en »*flåss*»; stundom äfven klyfbar i tvenne lager.
»*Golfstens-flåra*» . . . . . »*Golfstens-mare*» . . . . . »*Golfsten*» (»*Underberget*»)	»Hvit» Brun Röd } Användas till golfsten.

Profil i Gösäters kalkstensbrott, NO om Skattetomten.

	Lagrens benämning.	Duglighet och användning.	Tjocklek i meter
Öfre Rödsten.	»*På-kart*», gemensam benämning för de öfversta lagren, af hvilka ett skikt kallas »*Goda lagret*»	I allmänhet odugliga lager, någon enstaka bit kan användas till ladugårdsgolf o. d.; »*Goda lagret*» dock vanligen användbart	1.48
	»*Sextums-karten*»	Stundom god och användbar, vanligen kan en del däraf (0.15 *m*) förarbetas till listverk	0.22
	»*Flåss*»	Oduglig	0.05—0.06
	»*Röda karten*» eller »*Skjutkarten*»	Öfversta delen (0.11 *m*) dålig, kan stundom särklyfvas från den undre (0.24 *m*), som är tät och god	0.35
	»*Mumma*»	Oduglig. Öfverst röd, nederst »hvit»	0.12
Täljsten.	»*Likhalls-flåra*»	God	0.12
	»*Flåss*»	Oduglig	0.06
	»*Likhalls-mare*»	Oduglig	0.05
	»*Likhall*»	God	0.11
	»*Fjällbotten*»	Tvenne lager, hvilka skilja sig från hvarandra. Kunna stundom användas till golfsten	0.25
	»*Måkka*»	Oduglig	0.10
	»*Grå karten*»	Duglig, användes till foderkrubbor och yttre trappsteg	0.28
	»*Hvita botten*»	God. Det enda lager i dessa stenbrott, hvilket jämte *likhallen* är fullkomligt säkert och pålitligt. Hugges till yttre trappor och till kvarnstenar	0.16
	»*Golfstens-flåra*»	Fast och tätt lager. Användes såsom beklädnadssten	0.09
Undre Rödsten.	»*Golfstens-mare*»	Användes till golfsten	0.06
	»*Golfsten*»	Användes till golfsten	0.10
	»*Röd botten*»	Stundom klyfbar i tvenne lager [1]). Användes till trappsteg . .	0.19
	»*Undre röd botten*»	God, utan klov. Det tätaste och bästa af de tjockare röda lagren	0.18
	Lager utan namn	Medtages stundom och användes till golfsten	0.10
		Summa meter	4.08

[1]) Det lägsta utgör det bästa, jemnast färgade och fossilfriaste röda lagret på Kinnekulle.

Den sammanlagda mäktigheten af de lager, som brytas i Gösäters stenbrott NO om Skattetomten, är således 4.08 *m*. Häraf äro emellertid minst 2.23 *m* fullkomligt odugliga, och af de återstående 1.85 *m* kan högst 0.90 *m* anses såsom så god och säker sten, att densammas vidare bearbetning i och för afsättning utom orten är möjlig.

Profil i Gösäters kalkstensbrott på Österplana vall.

	Lagrens benämning.	Duglighet och användning.	Tjocklek i meter.
Öfre Rödsten.	»*På-kart*», gemensam benämning för de öfversta lagren	Odugliga lager	1.09
	»*Sextums-karten*»	Oduglig	
	»*Röda karten*»	Osäker. Vanligen klyfbar i 2—3 lager. Användes till trappsteg	0.30
	»*Grus-mumma*»	Oduglig	0.11
Täljsten.	»*Likhalls-flåra*»	God. Användes till trappsteg	0.11
	»*Flåra-flässen*»	Oduglig	—
	»*Likhalls-mare*»	Oduglig	0.02
	»*Likhall*»	God	0.12
	»*Likhalls-måkka*»	Oduglig	0.09
	»*Fjällbotten*»	Tvenne lager (0.08 *m* och 0.06 *m*). Användes till golfsten i ladugårdar	0.14
	»*Fjällbottens-måkka*»	Oduglig	0.09
	»*Hvita Karten*» eller »*Botten-karten*»	Den öfversta delen (0.07 *m*) lossnar alltid af, medan återstoden hänger tämligen väl ihop. Användes till foderkrubbor i ladugårdar. Stundom sammanhänger lagret med det underliggande. Skiktfogarne äro då växlande	0.30
	»*Hvita botten*»	God	0.15
	»*Golfstens-flåra*»	God. Användes till hyflade trappsteg och golfsten	0.09
Undre Rödsten.	»*Golfstens-mare*»	Oduglig	0.05
		Summa meter	2.66

Af de ofvan anförda lagrens i Gösäters stenbrott på Österplana vall sammanlagda mäktighet, omkr. 2.66 *m*, är det således på sin allra högsta höjd 1.14 *m*, som kan komma till användning, och häraf utgör endast högst 0.47 *m* en fullt god, för bearbetning och afsättning användbar sten.

Ofvanstående profiler gifva vid handen, att af den skiktföljd, som brytes, det endast är en mindre del, som utmärker sig för så god och säker beskaffenhet, att den kan

användas inom stenindustrien. För att erhålla någon större mängd duglig sten måste därför betydliga vidder brytas upp. Brytningskostnaden för kalkstenen på Kinnekulle blir således ganska hög. Då stenbrotten upptagas vid täljstenens i dagen utgående, fria rand, måste man, på grund af bergets relief, under arbetets fortskridande tränga allt längre och längre in mot höjden. Slutligen blir emellertid kostnaden för stenens uttagande så stor, att brytningen på ett ställe, där den under en längre tid fortgått, ej mera lönar sig, utan det gamla brottet öfvergifves. Af ofvan antydda skäl bryter man därför företrädesvis inom områden, hvarest de täljstenen närmast öfverliggande lagren utbreda sig fältartadt eller endast svagt höja sig, såsom förhållandet är omkring Vesterplana samt på Österplana vall och på Österplana hed. Här möta emellertid andra svårigheter såsom åkrar, dem man tvekar att uppoffra (vid Vesterplana), eller vattensjuk mark, hvilken sätter en gräns för brytningen (Österplana vall).

Då man i gamla tider egentligen endast tillgodogjorde sig likhallen samt därför ej nedträngde djupare än till dennas botten, finner man det nu understundom fördelaktigt att afrödja de ofta mycket betydliga vrakstensmassor, hvarmed sådana gamla brott äro uppfyllda, för att kunna komma åt de kvarlämnade djupare lagren, hufvudsakligen »Hvita botten». På sista tiden har det till och med inträffat, att man för andra gången verkställt liknande rödjningsarbeten, nu för att nå »*Undre röda botten*», hvilket lager nyligen börjat användas. I detta fall hafva naturligtvis ännu betydligare massor vraksten måst undanskaffas. Olägenheterna af det ännu bibehållna uråldriga brytningssättet, hvarvid den odugliga stenen samt den afschaktade jorden, för att spara arbete, uppläggas i stenbrottens botten så nära som möjligt den vägg, i hvilken brytningen pågår, framträda härigenom på det skarpaste. Denna arbetsmetod sammanhänger emellertid på det närmaste med de grunder, enligt hvilka stenbrytarnes aflöning utgår, nämligen uteslutande med visst belopp pr kvadratmeter aflämnade dugliga stenplattor. En naturlig följd häraf är, att brytningen bedrifves utan all tanke på framtiden.

Profilerna ådagalägga vidare den ringa skiktmäktigheten hos Kinnekulles kalkstenslager, hvarför dessa ej kunna användas i de fall, då någon större tjocklek hos stenen erfordras. För ett söka afhjälpa detta hopsätter man stundom — vid Gösäters mekaniska stenhuggeri — tvenne emot hvarandra lagda, noga planhyflade skiktytor medelst »tyskt stenkitt». Af sådana sammankittade stenskifvor hafva exempelvis huggits byggnadssten med rik skulptur i hög relief.

Det tjockaste af de grå lagren är »*Hvita botten*», som näst »*Likhallen*» visat sig vara det bästa och säkraste af samtliga såväl grå som röda lager. Hvita bottens mäktighet uppgår till 0.15 à 0.16 *m*, likhallens till 0.10—0.12 *m* samt »*Likhallsflårans*» vanligen till ungefär samma mått. »*Hvita*» eller »*Grå karten*» har visserligen en tjocklek af 0.28—0.29 *m*, men klyfver sig merendels i tvenne eller trenne skikt. Mäktigast bland de röda lagren (intill 0.18 *m*) är den endast af Gösäters mekaniska stenhuggeri brutna »*Undre röda botten*», som, jemte det närmast öfverlagrande, af dessa är det tätaste och bästa. »*Röda karten*» och »*Sextums-karten*» förete däremot en växlande beskaffenhet. Vanligen är det endast vissa delar eller bitar af dem, som befinnas användbara, med en skikttjocklek af högst 0.15 *m*, hvilken dock någon gång, genom att klovsprickorna under någon sträcka upphöra, kan stiga ända till 0.25 *m* hos vissa bitar. Såsom regel kan sägas, att de röda lagren äro märg-

ligare och mera varierande, samt därför alltid osäkrare än de grå. Under en sträcka kunna de visa sig fasta och bilda jämförelsevis mäktigare, sammanhängande skikt, under en annan åter klyfva de upp sig i tvenne eller flera. Samtliga öfriga af de använda, vare sig grå eller röda lagren äro tunnare och dugliga endast till golfsten. De ofvan anförda måtten afse tjockleken mellan de ojämna, gropiga eller skrofliga skiktytorna. Vid huggning eller hyfling bortgår alltid en eller annan centimeter, innan en fullkomligt jämn, fast och felfri kalkstensyta, utan af skiktfogarnas märgelpartier utfyllda gropar, kan uppnås.

Men äfven om, såsom af ofvanstående framgår, kalkstenens skikttjocklek är obetydlig, så kunna dock plattor af rätt ansenliga dimensioner i längd och bredd med lätthet erhållas. Detta beror dels därpå, att de märgliga skiktfogarna, utefter hvilka skikten vid brytningen låta klyfva sig, i lagrens utgående delar äro mera uppluckrade eller öppna, hvarför ett särskiljande med kilar eller järnspett lätt kan ske, dels därpå, att äfven de vertikala förklyftningssprickorna härstädes vidgat sig. Dessa, som ursprungligen varit mycket fina, hafva nämligen här dels öppnat sig på grund af sättningar inom kalkstenslagret i närheten af klefbranten, dels också närmast jordytan utvidgats genom den upplösande förmågan hos det nedsipprande vattnet, som ur mullskiktet upptagit kolsyra i riklig mängd. Ofta äro sprickorna ett tiotal centimeter breda samt utfyllda af en röd förvittringsjord, rik på organiska ämnen, härrörande från förmultnade trädrötter och annat sådant, och deras väggar visa korrosionsfenomen. Af stenbrytarne benämnas de »*mellor*» och äro af stor vikt för kalkstensbrytningen, enär denna i hög grad försvåras, då de ej äro tillräckligt utbildade. Genom »mellorna» afdelas nämligen, såsom ofvan omtalats, kalkstenen i pelar- eller kistformiga partier, och inom hvart och ett sådant kunna de olika skikten (»bladen») med lätthet skiljas från hvarandra. Härpå beror äfven att kalkstensbrottens väggar alltid äro lodräta samt bildas af under skarpa vinklar sammanstötande plana ytor. På de fotografiska bilderna, fig. 65 (sid. 90) och fig. 66 (sid. 100), framträda »mellorna» och de af dessa begränsade kalkstenspartierna med fullkomlig tydlighet. I de flesta brotten, isynnerhet på bergets västra sida, äro »mellorna» öppna och väl utbildade, hvarför brytningen där försiggår med lätthet. I vissa af Råbäcks stenbrott därstädes hafva dock enligt stenhuggarnes utsago »mellorna» blifvit »för fina» eller saknas alldeles, hvarför stenen »går ihop», då man från stenbrottens utkant kommer längre in mot berget. Detsamma uppgafs af stenbrytarne vara förhållandet på Österplana hed. Här vilja ej heller skiktfogarna öppna sig, utan stenen »trasas sönder» vid brytningen. För att, när »mellor» saknas, erhålla lagom stora plattor måste man hugga särskilda rännor på skiktens yta, och efter dessa afstämmas lagren medelst mejsel och hammare genom upprepade slag. Detta benämna stenhuggarne att »kupera».

De grå eller, såsom arbetarne gärna kalla dem, »hvita» lagren hafva en vackert ljusgrå färgton och de röda en lika angenäm, varm, mörkt rödbrun färg. Stenen synes ej lätt taga åt sig damm och smuts. Ej heller blir dess yta i fria luften beklädd med någon stötande, missfärgad vittringshinna så hastigt som hos vissa andra kalkstenar från samma horisont, om man ens kan tala om förekomsten af en sådan.

Beträffande motståndskraften mot vittringen kan såsom allmän regel sägas, att den grå kalkstenen öfverträffar den röda, vidare att, med undantag af Likhallen och Hvita botten samt möjligen den Undre röda botten, om hvilken man härutinnan likväl ännu

ej har någon erfarenhet, de öfriga tjockare lagren ej äro pålitliga, då de sträckvis och i somliga stenbrott äro goda, i andra åter lätt klyfva sönder sig i underordnade skikt. Med ofvannämnda undantag måste därför hvarje sten särskildt granskas och pröfvas, innan den med *tvärbrottet* utsatt för atmosfärens inverkan användes till byggnadssten. Den fasta kalkstenens huggna eller hyflade skiktytor motstå däremot förvittringen fullständigt, för så vidt som vid huggningen eller hyflingen fullkomligt tät sten, utan all inblandning af märgligare partier, uppnåtts, samt ej på ytorna några järnrikare fläckar eller orthocerer förekomma. Sådana vittra nämligen eller falla lätt ut. Då desamma förnämligast äro bundna vid skiktytorna, så kunna de i allmänhet lätt aflägsnas genom omsorgsfull hyfling. Äfven plansten af de tunna kalkstensskikten äger, om den tillräckligt djupt nedhyflas, liknande motståndskraft hos den sålunda uppkomna ytan. Använd till byggnadsfasader, port- och fönsterinfattningar plägar Kinnekullekalkstenen därför anbringas med skiktytorna i vertikal ställning, och så vidt möjligt undvikes att andra ytor lämnas fria. På sista tiden har likväl vid Gösäter beklädnadssten af Undre röda botten börjat huggas i råkopp eller slät, med liggande skiktytor.

Förutom till byggnadsfasader och andra yttre byggnadsdelar förarbetas Kinnekullekalkstenen såväl vid de mekaniska stenhuggerierna som af enskilda stenhuggare bland allmogen till sockelsten, trappsteg, rännsten, trottoarsten, golfsten, brunnshällar, kvarnstenar (»stålkvarnsten») samt ladugårdsinredningar af hvarjehanda slag, t. ex. golf, foderkrubbor etc. eller i allmänhet för ändamål, där någon större skikttjocklek ej erfordras. Äfven polerade arbeten hafva förfärdigats af densamma vid Gösäter och Hellekis.

Lefverstenen. Brytning af lefversten har aldrig ägt rum i någon större skala och är numera nästan alldeles nedlagd. Jämförda med öfriga kalkstensbrott äro därför de fåtaliga »lefverstensbrotten» både små och grunda, nämligen en, på sin höjd två meter djupa. Medan Hellekis mekaniska stenhuggeri var i full verksamhet, bröts lefversten för dettas räkning nedom Rustsäter. Norr om Skattetomten bearbetade en stenhuggare några gamla brott, och SV om samma gård har sådan sten under 1890-talet tidvis tillgodogjorts i ett af Gösäters mekaniska stenhuggeri på arrenderad mark upptaget brott.

De lefverstenslager, hvilka bearbetats, äro gråfärgade, ofta med dragning åt gulbrunt eller grönt, och mörkare än täljstenen. De renare kalkskikten hafva tätare gry än denna, äro mera glasiga och förete vanligen musselformade brottytor. Stenen är ganska skör och till hållfastheten betydligt underlägsen de ofvan beskrifna lagren. Fritt utsatt för regn, sol och frost vittrar den och faller snart sönder samt är därför fullkomligt oduglig till användning i fria luften. Då af densamma mycket stora och på samma gång tunna planer kunna erhållas, nyttjas den inomhus, där sådana dimensioner äro önskvärda, exempelvis till vägg- och golfbeklädnad i källare. Dessa byggas också ofta i trakten af Kinnekulle af sådana på kant ställda, stora, rektangulärt huggna flisor, med en dylik till golf och en till tak. Äfven för huggning af plansten har den på grund af sin ringa skikttjocklek brutits. Denna är nämligen alltid obetydlig, på sin höjd 9 *cm*, vanligen dock 6—8 *cm* eller ännu lägre, då stenen naturligtvis är oanvändbar.

Mekaniska stenhuggerier. Likasom kalkbränningen på Kinnekulle, såsom vi ofvan sett, till vida öfvervägande del bedrifves af de större egendomarna eller de för dessas förvaltande bildade bolagen, är detta i ännu högre grad fallet med stenindustrien, hvars rationella skötsel numera,

förutom affärsvana, äfven kräfver dyrbara mekaniska inrättningar. Genom anläggningen af mekaniska stenhuggerier, hvilka kunna åtaga sig utförandet af större och finare arbeten, har stenindustrien på Kinnekulle därför under de senare årtiondena höjt sig ofantligt och täflar numera med andra stenhuggerier om beställningar af sten för byggnadsarbeten inom hela riket. Den af enskilda stenhuggare af allmogeklassen huggna stenen har däremot, på samma sätt som den af allmogen brända kalken, sin afsättning endast inom den närmast angränsande trakten.

Stenindustriell verksamhet i större skala idkas på Kinnekulle: vid Hellekis af *Hellekis aktiebolag;* vid Råbäck af *Råbäcks gårdskontor;* samt vid Gösäter intill 1899 af *Gösäters bruks aktiebolag*, sedermera af *Hellekis aktiebolag.*[1])

Hellekis. Det invid Hellekis hamn 1857 anlagda mekaniska stenhuggeriet, hvilket länge varit det enda på Kinnekulle och vid hvilket under 1860-, 1870- och 1880-talen en liflig verksamhet ägde rum, är numera fullständigt nedlagdt. Hyfling af kalksten pågick visserligen ännu under 1890-talet några få dagar af året med en stenhyfvel i ändamål att erhålla råämnen till grafstenar, hvilka då voro de enda stenarbeten, som därstädes tillverkades. Arbetsstyrkan utgjorde 1896 endast 1 à 2 man.[2]) I Hellekis aktiebolag tillhörande kalkstensbrott inom Vesterplana och Österplana socknar bedrifves emellertid en ej obetydlig stenbrytning och stenhuggning. Den kalksten härifrån, som ej afsättes inom orten och då af köparen afhämtas i stenbrotten, köres på vagn dels till Hellekis hamn, dels också till Lidköping[3]) samt befordras därifrån vidare till aflägsnare trakter.

Råbäck. Brytning och huggning af kalksten fortgår här sedan urminnes tider. Det omedelbart vid Råbäcks hamn 1888 af frih. C. Klingspor anlagda mekaniska stenhuggeriet har sedan dess varit i oafbruten verksamhet. Det innehöll 1896 trenne hyflar, hvilka hvar för sig af kalksten förarbetade c:a 2 *kvm* slät yta pr timme. Såsom drifkraft användes en ångmaskin om c:a 10 hästkrafter, hvilken eldas med alunskiffer. De stenbrott, från hvilka kalkstenen 1896 hämtades, äro samtliga belägna på bergets västra sida på mark tillhörande Råbäck eller någon af dess utgårdar, dels nordost om Trollmen, dels också mellan Karlsgården och vägen från Trollmen till Bossgården.

Gösäter. Stenhuggningen därstädes började 1877 af L. W. Kylberg, då äfven det mekaniska stenhuggeriet anlades. Detta arbetar året om och numera med dubbla arbetslag, såväl dag som natt, samt är därför försedt med elektrisk belysning, drifven af en särskild ångmaskin. År 1896 funnos här trenne kalkstenshyflar, tvenne svarfvar samt en fräsmaskin för skulptur. Dessas kraftbehof tillgodosågs af en ångmaskin om c:a 9 hästkrafter. För ångpannornas eldning användes alunskiffer. Kalkstenen hämtas dels från en utgård i Österplana socken med stenbrott på såväl Österplana vall som Österplana hed, dels också från ett 1899 inköpt stenbrott straxt söder om Gösäter. Den lefversten, som understundom förarbetas, brytes i det ofvan omnämnda stenbrottet sydväst om Skattetomten på gården Nord-Skagens mark. En stor del af den vid Gösäter använda kalkstenen har därför en ganska lång och, beträffande den på Österplana vall brutna, delvis äfven mycket oländig väg att medelst dragare forslas till stenhuggeriet.

---

[1]) Se äfven not 1 å sid. 78.

[2]) Sedan början af år 1899, då Hellekis bolag öfvertog Gösäters mekaniska stenhuggeri, är äfven detta arbete nedlagdt vid Hellekis samt har öfverflyttats till Gösäter.

[3]) Numera, sedan järnvägslinjen Lidköping—Forshem kommit till stånd, till Blombergs järnvägsstation.

Vesterplana och Österplana. Endast inom dessa båda socknar sysselsätter sig allmogen med kalkstenshuggning såsom binäring. Värdet af den härifrån försålda stenen har visserligen ej kunnat noggrant bestämmas, men uppgår endast till en ringa bråkdel af hela försäljningssumman från Kinnekulle.

Försäljningsvärdet för kalksten under åren 1890—1900.

År.	Hellekis och Hönsäter. (Hellekis aktiebolag.)[1]		Råbäck. (Råbäcks gårdskontor.)		Gösäter. (Gösäters bruks aktiebolag.)[2]	Vesterplana socken.	Österplana socken.[3]	*Summa kronor.*
	Huggen och hyflad.	*Råsten.*	*Huggen och hyflad.*	*Råsten.*	*Huggen och hyflad.*	*Huggen.*	*Huggen.*	
1890	27,247	936	Uppgift ej lämnad.	—	Uppgift ej lämnad.	Uppgift har ej kunnat erhållas.	Uppgift har ej kunnat erhållas.	**28,183**
1891	32,997	1,785		—				**34,782**
1892	13,136	432	20,373	—				**33,941**
1893	11,089	291	25,839	—				**37,219**
1894	12,281	441	31,386	—	34,800	c:a 5,000	c:a 7,000	**90,908**
1895	13,344	70	32,564	—	65,600	» 5,200	» 7,000	**123,778**
1896	12,956	2,566	37,681	710	76,000	» 5,500	» 7,000	**142,413**
1897	11,700	350	41,829	1,033	70,300	» 5,200	» 8,000	**138,412**
1898	13,400	2,200	47,906	1,841	78,000	» 4,500	» 9,000	**156,847**
1899	—	—	48,831	1,001	105,400	» 2,800	» 7,000	**165,032**
1900	—	—	44,960	1,890	95,850	» 1,000	» 4,000	**147,700**

Arbetarantal.

Beträffande antalet arbetare, som stenindustrien på Kinnekulle tager i anspråk, hafva fullständiga uppgifter i allmänhet ej kunnat erhållas. De noggrannaste hafva meddelats från Råbäck. Här utgjorde arbetsstyrkan 1896, oafsedt stenkörare, af 1 verkmästare, 1 maskinist, 2 smeder, 1 slipare, 2 inriktare, 6 hyflare, 8 stenhuggare vid mekaniska stenhuggeriet samt 31 stenbrytare och stenhuggare i stenbrotten eller tillsammans 52 personer, hvilka året om voro uteslutande upptagna i och för kalkstenens brytning och vidare bearbetning. Vid Gösäter sysselsattes c:a 50 man samt för Hellekis aktiebolags räkning 8 man i stenbrotten vid Vesterplana, hvarförutom ungefär samma antal enskilda stenhuggare arbeta därstädes. Då det emellertid inom Österplana socken finnes rätt många, som ägna sig åt ifrågavarande näringsgren, så torde hela antalet af dem, som stenindustrien på Kinnekulle sysselsätter, stenkörarne inberäknade, kunna uppskattas till minst 160 à 170 man.

[1]) I summorna ingår äfven den i bolagets stenbrott i Vesterplana socken huggna och därifrån direkt afsatta stenen. Då sedan i januari månad 1899 Hellekis bolags hela stenindustriella verksamhet är förlagd till Mekaniska stenhuggeriet vid Gösäter, så omfatta de för åren 1899 och 1900 därifrån anförda siffrorna försäljningssummorna för all af Hellekis bolag från Kinnekulle försåld kalksten.

[2]) Den 15 jan. 1899 öfvertogs stenhuggeriet af Hellekis bolag (se not 1).

[3]) Någon fullt noggrann uppgift om försäljningsvärdet för af hemmansägare och andra personer inom Österplana och Vesterplana socknar bruten och huggen samt inom orten afsatt kalksten har ej kunnat erhållas. Siffrorna i dessa kolumner äro följaktligen endast approximativa, men grunda sig på uppskattning af med förhållandena inom orten förtrogna fackmän.

Det i förestående tabell så långt uppgifter kunnat erhållas angifna penningvärdet af den under tiden 1890 till 1900 från Kinnekulle försålda kalkstenen, ådagalägger en ständigt och jämnt fortgående utveckling af stenindustrien därstädes.

Översikt af försäljningsvärdet för de på tillgodogörandet af Kinnekulles bergarter grundade industriprodukter.

År.	Kalksten.	Sandsten.	Bränd kalk.	Summa kronor.
1890	28,183	2,720	96,438	**127,341**
1891	34,782	2,400	104,191	**141,373**
1892	33,941	2,394	115,736	**152,071**
1893	37,219	2,024	125,786	**165,029**
1894	90,908	3,040	154,274	**248,222**
1895	123,778	3,840	162,001	**289,619**
1896	142,413	4,578	171,408	**318,399**
1897	138,412	2,720	188,675	**329,707**
1898	156,847	3,121	200,361	**360,329**
1899	165,032	4,837	212,982	**382,851**
1900	147,700	4,985	225,330	**378,015**

Härtill kommer, bortsedt från oljetillverkningen under ett par af åren, försäljningssumman för Hellekis cementfabriks produkter. Någon exakt uppgift härom föreligger ej, men enligt låg, approximativ beräkning torde värdet af ifrågavarande tillverkning från och med år 1893 hafva öfverstigit de ofvan anförda beloppen för stenindustrien och kalktillverkningen sammanlagda. I rundt tal torde därför under åren 1894, 1895 och 1896 Kinnekulles stenindustri samt kalk- och cementtillverkning i allt hafva inbragt resp. 500,000; 600,000 och 700,000 kronor, samt, då cementtillverkningens storlek på de sista åren stigit så betydligt, för år 1900 kunna uppskattas till ett värde af omkring 850,000 kronor.

Makadam af Retiolites-skiffer.

Af de öfriga lagren på Kinnekulle har intet ännu erhållit någon teknisk användning. Anmärkas må emellertid, att makadam af öfre graptolitskifferns öfre afdelning (*Retiolitesskiffern*) synes vara ett utmärkt väggrus för parker eller af åkdon mindre trafikerade vägar. Skiffern blir nämligen ej lerig, utan smular endast sönder sig i kantiga små stycken, hvilka vid regnig väderlek omedelbart och fullständigt genomsläppa vattnet. Redan strax efter den starkaste nederbörd äro därför sådana vägar fasta och torra samt visa inga utskärningar icke ens i de starkaste sluttningar, emedan de skarpkantiga små skifferstyckena, på samma gång som de genomsläppa vattnet, äfven binda hvarandra. Detta

omdöme är hufvudsakligen grundadt på iakttagelser från den till Kinnekulles högre del ledande uppfartsvägen, hvilken ofvan Rustsäter är grusad med makadam af sådan skiffer, bruten vid Kullatorp.

Väggrusning med »rödfyr».

I sammanhang härmed torde böra nämnas att på Kinnekulle, liksom inom andra alunskifferområden, bränd alunskiffer från kalkugnarne (»rödfyr»), ej sällan användes till väggrusning, hvarför vägarna här ofta äro mer eller mindre starkt rödfärgade. Af »rödfyren» blifva vägarna ganska fasta och hårda, troligen genom de inblandade spillda kalksmulornas förmåga att binda den genom åkningen krossade skiffern, men det vid starkare trafik uppkomna dammet verkar genom sin halt af kalk jemte halten af svafvelsyra och svafvelsyrade salter, ganska skadligt såväl på klädedrägt som på seldon och finare vagnar.

Diabasens användning.

Några försök att för stenindustriellt ändamål draga nytta af Kinnekulles *diabas* äro visserligen ej gjorda, men på Billingen hafva sådana utförts med diabas från ett par ställen i grannskapet af Sköfde, hvilken huggits, slipats och polerats till grafvårdar, för hvilket ändamål mörka bergarter, såsom vissa varieteter af den närbeslägtade bergarten diorit, äro mycket eftersökta. Den där vunna erfarenheten synes dock ej lofvande, enär det visserligen lyckats bryta diabasen i tillräckligt stora, sprickfria block, men den slipade och polerade ytan har, i motsats till hvad fallet är hos dioriten, inom kort förlorat sin glans samt blifvit matt och dunkel.

Bihang.

Kommunikationer.

Då tillgången till lätta och bekväma kommunikationer är ett oeftergifligt villkor för industriens utveckling och särskildt för de af dess grenar, som hafva till föremål de tunga och skrymmande produkterna ur stenriket, så bifogas här några uppgifter om Kinnekulle i sådant hänseende.

För allmän trafik öppnade järnvägar. Kinnekulle stod 1896 i förbindelse med Sveriges öfriga järnvägsnät endast genom den bergets östra sida berörande järnvägslinjen *Moholm—Mariestad—Gösäter—Skara*, hvilken under en sträcka af nära 0.4 mil nästan omedelbart följer bergets fot. De på denna järnvägslinje belägna stationerna, å hvilka inlastning af kalk eller kalksten för vidare befordran till närmare eller fjärmare boende afnämare äger rum, äro: *Gösäter*, *Malma hållplats* och *Götened*, hvartill numera (sedan i December 1900) äfven kommer *Kärrgårdens hållplats*. Från Gösäter utgår en af Hellekis aktiebolag anlagd bibana till den vid Hönsäters hamn belägna Hellekis cementfabrik med *Vänerns station*. *Järnvägar.*

Sedan 1896 har emellertid öppnats ännu en järnvägslinje, nämligen *Lidköping—Forshem*. Denna sträcker sig utmed hela västsidan af Kinnekulle, uppstiger vid såväl dess södra som dess norra ände genast på sandstensterrassen och framgår till största delen på denna, med undantag af en sträcka mellan Hönsäter och Råbäck, där den höjer sig till alunskifferlagret. Stationerna äro: *Hellekis* (straxt invid Hellekis cementfabrik), *Råbäck (Kinnekulle)* och *Blomberg* samt hållplatser vid *Hellekis egendom*, *Trollmen* och *Hjelmsäter*. Hufvudsakligen under vintermånaderna, då sjöfarten från hamnarna vid Vänern är stängd, torde sistnämnda kommunikationsled komma att i hög grad gagna afsättningen från bergets västsida af stenindustriens alster.

Lokala järnvägar och spårvägar. Förutom dessa båda för allmän persontrafik öppnade järnvägar förekomma på Kinnekulle äfven några järnbanor och spårvägar anlagda uteslutande för fortskaffande af råmateriel eller härstädes tillverkade industriella produkter. Den ofvannämnda järnvägen *Gösäter-Vänern* bereder Hellekis cementfabrik omedelbar förbindelse med det öfriga svenska järnvägsnätet, samt har länge ensam varit utfartsvägen åt landsidan för den brända kalken från Hellekis aktiebolags kalkbrott vid Hönsäter. I detta sammanhang må äfven erinras om det från Gösäters station utgående korta bispåret till nedstjälpningsplatsen för den från Gösäters kalkbrott medelst spårväg nedfraktade brända kalken. Dessa bandelar äga samma spårvidd som järnvägen *Moholm—Mariestad—Gösäter—Skara*, hvarför lastningen äger rum omedelbart på de den sistnämnda tillhörande vagnarna och trafiken af densamma ombesörjes. *Spårvägsanläggningar.*

Utom den nyssnämnda banan från Gösäters kalkbrott utgöras härvarande spårvägar af en dylik från Råbäcks kalkbrott till Råbäcks hamn samt spårsystemet omkring Hön-

säter, hvilken är den betydligaste af hithörande anläggningar, omfattande dels en $3^1/_2$ *km* lång, genom kalkbrottet lagd bana från cementkalkstensbrottet vid Hellekis till cementfabriken vid Hönsäters hamn, och dels en omkring 2 *km* lång bana från brännskifferbrottet till cementfabriken. På den förra nedforslas råmaterialet för cementtillverkningen äfvensom den brända kalken från Hönsäters kalkbrott för lastning, vare sig på fartyg eller järnvägsvagn.

Hamnar. *Hamnanläggningar.* Dessa äga för afsättningen af den brända kalken ojämförligt större vikt än järnvägslinjerna. Den betydligt billigare transportkostnaden sjöledes bereder nämligen för den billiga och mycket skrymmande brända kalken ett vida större afsättningsområde än eljest vore möjligt. För stenhuggeriernas produkter åter är detta ej i så hög grad förhållandet. På grund af sitt jämförelsevis höga pris förmå nämligen dessa bättre att bära transportkostnaderna. Leveranser af byggnadssten försiggå dessutom bekvämast successivt och i mindre poster, hvarför segelfartyg blott i underordnad mån kunna härvid anlitas. Tafl. 3 och 4, hvilka grafiskt framställa kalkproduktionen och stenindustrien härstädes, ådagalägga utan vidare kommunikationernas samt de olika transportsättens betydelse för dessa industrigrenar. Hamnarna på Kinnekulle äro: *Hönsäters hamn*, den största samt bäst skyddade, *Hellekis hamn*, *Råbäcks hamn*, *Trollmens hamn* samt *Blombergs hamn*. Med undantag för de så att säga vid gränsen mellan urberget och sandstenen, eller helt och hållet inom urbergsområdet liggande Hönsäters och Blombergs hamnar, hvilka naturförhållandena själfva gifvit ett i någon mån skyddadt läge, hafva de öfriga måst med konst åstadkommas och förses med mer eller mindre vidlyftiga och dyrbara vågbrytare.

De båda sydligaste hamnarna, Blombergs och Trollmens, hvilka äro mindre, angöras endast af skutor, som ditkomma för att inlasta kalk eller kalksten, de öfriga trenne däremot äfven af de Vänern trafikerande ångbåtarna. I all synnerhet är Hönsäters hamn lifligt besökt af ångbåtar, som här inlasta cement eller aflasta stenkol för cementfabrikens behof. Enligt på stället erhållna uppgifter är:

Hönsäters hamn, ombyggd 1889—90, omkring 3.5 *m* djup vid bryggan, men i inloppet endast 3.0 à 3.3 *m;*

Hellekis hamn, ombyggd 1871, invid bryggan 3.5 *m;*

Råbäcks hamn, anlagd 1881, ombyggd och förstorad sista gången 1892, invid bryggan 3.5 *m*, men vid norra hamnarmens tilläggsplats 5.5 *m*, hvilket djup äfven råder i inloppet och hamnens midt;

Trollmens hamn omkr. 3.5 *m;*

Blombergs hamn, byggd 1856—57, ombyggd 1869—70, endast 2.0 à 3.3 *m*.

Förklaring till tafl. 3.

Tafl. 3.

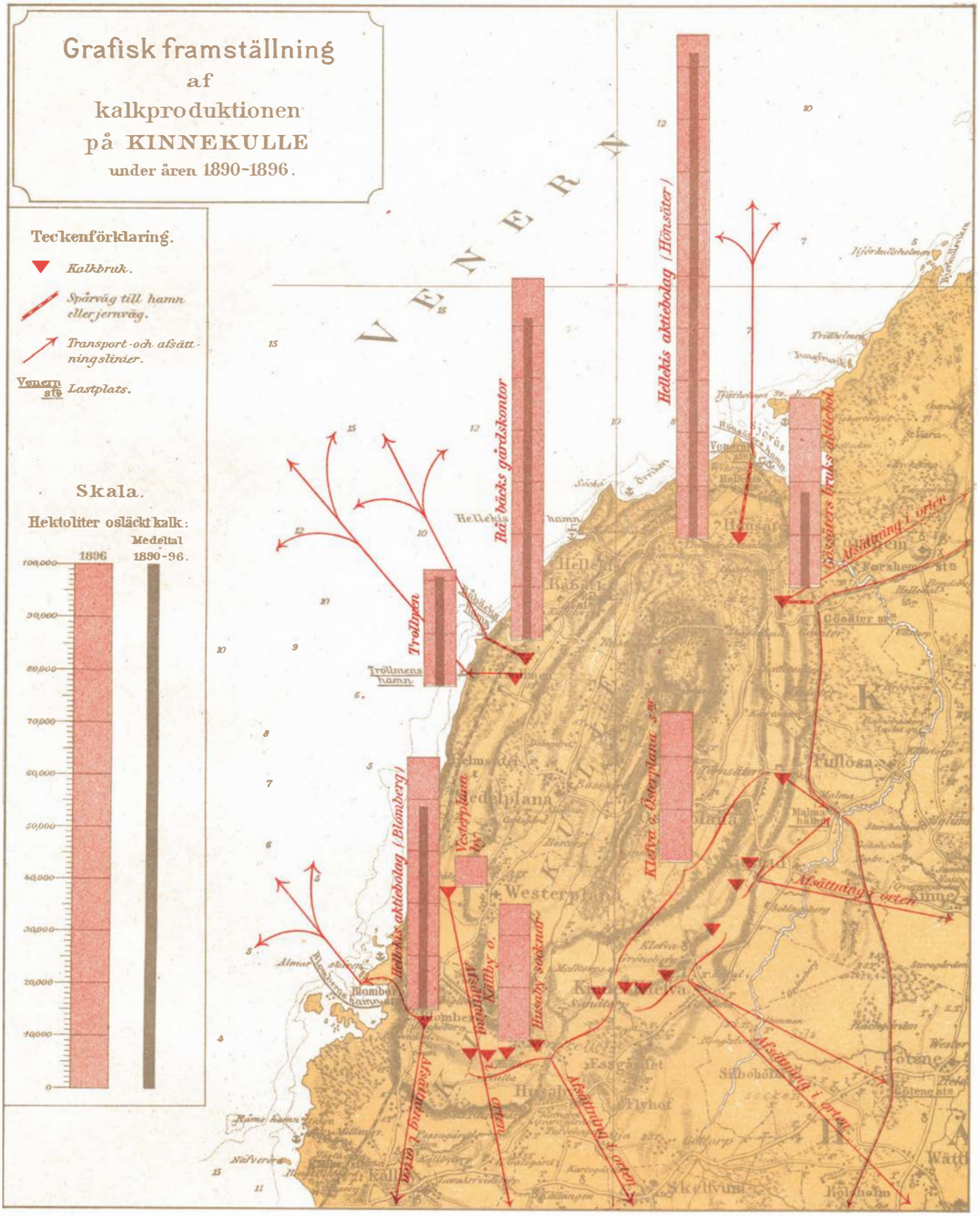
Denna tafla lämnar en grafisk framställning af kalkbränningens ståndpunkt på Kinnekulle under året 1896 samt, där sådant låtit sig göra, äfven af kalkproduktionens utveckling under sjuårsperioden 1890—1896.

Å kartunderlaget har äfven medtagits den först 1898 för trafik fullständigt öppnade järnvägen Lidköping—Forshem, af hvilken vid tiden för taflans tryckning sträckan från södra kartgränsen till Hönsäter var fastställd. Denna samfärdsled torde komma att representera ett nytt utvecklingsskede för kalkbränningsindustrien på Kinnekulle genom möjligheten, som sålunda beredts, att äfven under den del af året, då sjöfarten på Vänern är stängd, i marknaden utsända kalk från de på bergets västra sida belägna kalkbrotten. Å taflan antydes öfversiktligt fördelningen och läget af de större kalkbruken samt dessas utfartsvägar till hamn eller järnvägsstation, äfvensom afsättningslinjerna för tillverkningen.

Såsom mått för kalkproduktionen har användts afsättningen i *hektoliter osläckt kalk*. För de olika kalkbruken, från hvilka noggranna uppgifter om tillverkningens storlek benäget lämnats, har denna grafiskt framställts genom kolonner af ljusare röd färg, afdelade genom tvärstreck för hvart 10,000-tal hektoliter, samt medeltalet för åren 1890—1896 betecknats genom smalare brungrå kolonner inom de förra. För de smärre, i obetydligare skala och mindre regelbundet af allmogen såsom binäring drifna kalkbruken kunna däremot några säkra sifferuppgifter öfver produktionen ej meddelas. Denna har emellertid för hvart och ett af de olika småbrotten i en trakt uppskattats på ett ungefär, hvarefter beloppen sammanslagits. På grund af sålunda gjorda beräkningar hafva de kolonner, hvilka afse ifrågavarande binäring, blifvit uppkonstruerade. Några medeltal hafva naturligtvis här ej kunnat erhållas.

Spårvägsanläggningarna, å hvilka den brända kalken från kalkugnarna transporteras till platserna för omlastning i fartyg eller på järnvägsvagn, angifvas likaledes på diagrammet.

De hamnar eller järnvägsstationer, från hvilka kalkexport till närmare eller fjärmare trakter äger rum, äro utmärkta medelst namnens understrykning. De äro dessutom genom pilar förenade med de kalkbruk, hvilka häröfver hafva sin utfartsväg, och från samma hamnar eller stationer äro dylika pillinjer dragna för att antyda afsättningsriktningarna. Försäljning uteslutande till slättbygden närmast nedanför Kinnekulle utmärkes genom ditåt från kalkbruken riktade pilar.


Grafisk framställning
af
kalkproduktionen
på KINNEKULLE
under åren 1890-1896.
Teckenförklaring.
Kalkbruk.
Spårväg till hamn eller jernväg.
Transport- och afsättningslinier.
Venern sta Lastplats.
Skala.
Hektoliter osläckt kalk:
1896
Medeltal 1890-96.
100,000
90,000
80,000
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
VENERN
Hellekis aktiebolag (Hönsäter)
Röbäcks gårdskontor
Trällpen
Trällmens hamn
Hellekis aktiebolag (Blomberg)
Vesterplana by
Husaby socknar
Kleva o. Österplana s:n
Gössäters bruks aktiebolag
Afsättning i orten
Afsättning i Lidköping
Afsättning i Karlsborg o.
Afsättning i orten
Afsättning i orten
Afsättning i orten
Afsättning i orten
Hellekis
Hönsäter
Gössäter sta
Forshem sta
Fullösa
Westerplana
Blomberg
Almar skärgård
Råme hamn
Näfverö
Kleva
Essgården
Flyhof
Silbohöjden
Skelfvinge
Holmholo
Wätt
Kinne
Totene
Totene sta
Trillholmen
Ingefriavik
Hjörkullsholmen
Sicke
Ödrisen
Röbäcks hamn
Malma hamn
Malma
Melma
Kleva o. Österplana s:n
Gen. Stab. Lit. Anst.

Förklaring till tafl. 4.

Tafl. 4.

Denna tafla afser att gifva en grafisk öfversikt af stenindustriens och cementtillverkningens ståndpunkt på Kinnekulle år 1896, då undersökningen utfördes, en öfversikt, som i det hela kan sägas lämna en ganska god bild af förhållandena äfven efter nämnda år. Ett undantag härifrån utgör möjligen den obetydliga förändring med hänsyn till afsättningslinjerna från Råbäck och Vesterplana, som järnvägen Lidköping—Forshem kunnat åstadkomma genom att under den del af året, då sjöfarten är stängd, underlätta transporten till aflägsnare trakter.

Stenindustrien. Icke blott de olika stenbrottsgruppernas belägenhet åskådliggöres utan äfven genom pilar den oftast ganska betydliga vägsträcka, som råblocken för den vidare bearbetningen måste medelst dragare forslas till de vid hamn eller i närheten af järnvägsstation förlagda mekaniska stenhuggerierna. Särskildt betecknad är likaledes den af allmogen i själfva stenbrotten för hand bedrifna stenhuggningen, hvilkens produkter afyttras uteslutande inom närmast angränsande bygder.

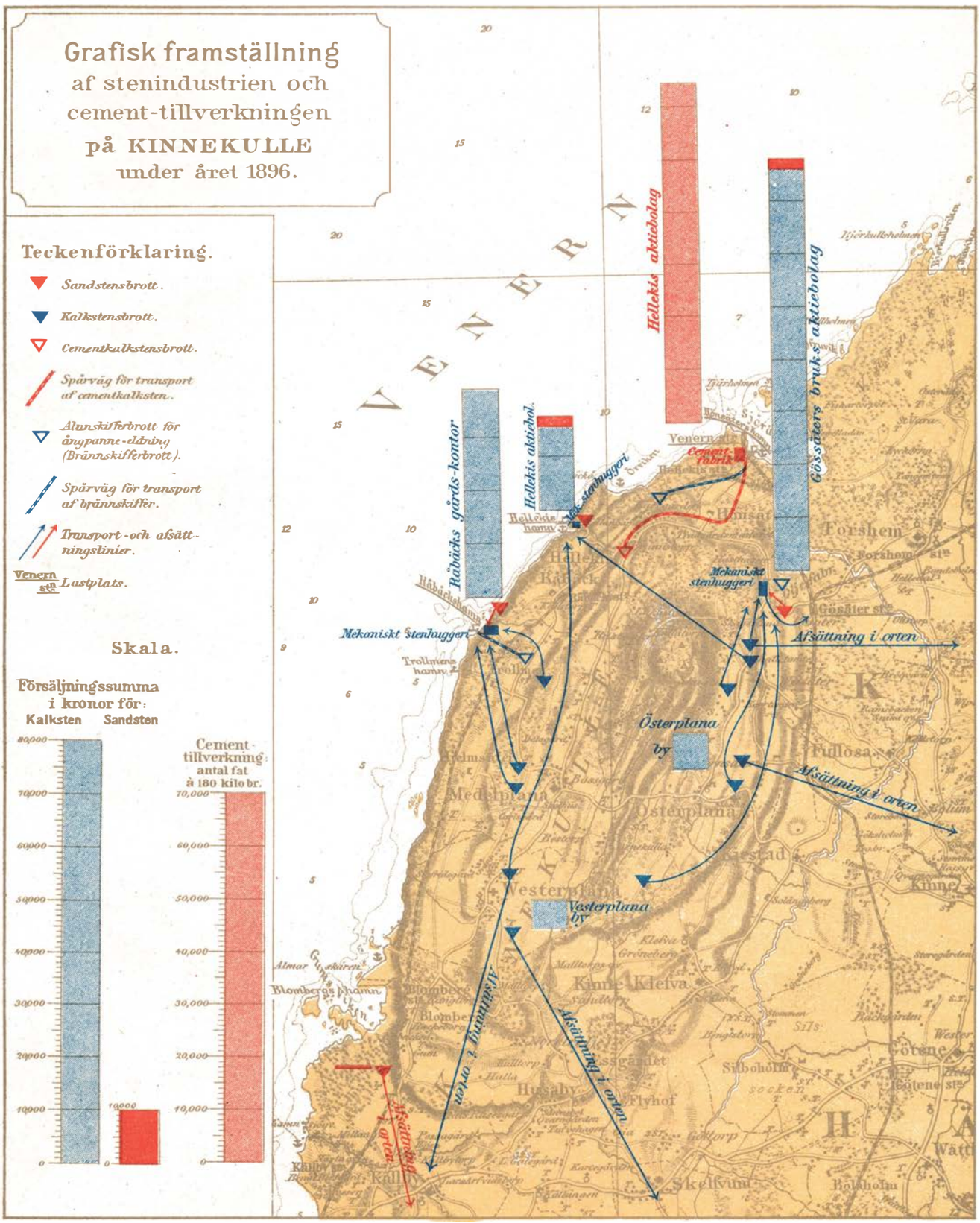
För att få ett jämförbart mått för stenindustriens omfattning på de olika ställen, där densamma bedrifves, har vid diagrammens konstruerande försäljningssumman lagts till grund. Denna är också ofta den enda uppgift, som åtminstone på ett ungefär kan erhållas eller beräknas, samt betingas gifvetvis ej blott af brytningens storlek, utan äfven af det på förädlingen nedlagda arbetet. Medan de industriella bolagen härom lämnat noggranna uppgifter, har däremot värdet af allmogens stenhuggning endast tillnärmelsevis kunnat beräknas. De olika stenhuggeriernas försäljningsbelopp äro grafiskt uttryckta genom kolonner af ljusblå färg för kalksten och af mörkare röd för sandsten, medelst tvärstreck afdelade för hvarje 10,000 kronor. Anmärkas må, att försäljningssumman för sandsten från Hellekis aktiebolag ej afser byggnadssten, utan sandstensskärf för jernbrukens behof.

Cementtillverkningens storlek är grafiskt framställd medelst en kolonn af ljusare röd färg. Såsom utgångspunkt för beräkningen tjänar antalet fat à 180 kilo brutto.

De *spårvägsanläggningar*, hvilka i stenindustriens eller cementtillverkningens intresse anlagts för transport af råmaterial eller af alunskiffer till ångpanneeldning äro särskildt utmärkta.

De *hamnar* eller *järnvägsstationer*, från hvilka utförsel af kalk- och sandsten eller af cement äger rum, hafva utmärkts medelst namnens understrykning. I det fall (endast vid Gösäter), att stenhuggeriet ej är beläget omedelbart vid lastplatsen, äro de å kartan förenade med hvarandra genom en pilformig linje.

Grafisk framställning af stenindustrien och cement-tillverkningen på KINNEKULLE under året 1896.



Gen. Stab. Lit. Anst.

III. Kinnekulles jordarter

af

H. MUNTHE.

(Härtill en karta, tafl. 5).

Inledning.

I inledningen till förevarande arbetes första afdelning har en kort öfverblick lämnats af Kinnekulles allmänna geografiska och geologiska drag, hvarvid — liksom f. ö. flerstädes i samma afdelnings följande kapitel — äfven berörts en del frågor, som stå i samband med ämnet för denna tredje afdelning, *de kvartära aflagringarna eller jordarterna.* Åtskilliga af dessa frågor kräfva emellertid — vid sidan af andra spörsmål — en utförligare behandling. Särskildt är detta händelsen med dem, som äro ägnade att belysa å ena sidan de under kvartärperioden geologiskt verksamma krafternas roll vid utbildandet af berggrundens ytformer samt å den andra berggrundens inflytande på jordarternas beskaffenhet och uppträdande, hvarför till dessa frågor måste i det följande återkommas.

Det kartografiska underlaget för taflan 5, som åtföljer denna afdelning, är detsamma som för berggrundskartan (tafl. 1), och torde det böra påpekas, att höjdkurvorna, hvilka återgifva markens reliefförhållanden, inom vissa delar af området (t. ex. N om Högkullen), där de lösa jordlagren äro jämförelsevis mäktiga, icke oväsentligt påverkas af dessa.

I den följande framställningen komma de kvartära aflagringarna och fenomenen att behandlas i nedanstående ordning:

Landisens verksamhet och de i samband därmed uppkomna *aflagringarna;* i anslutning härtill vidröres frågan om *orsakerna till Kinnekulles form* så i stort som smått;

Det *senglaciala ishafvets* eller *Yoldiahafvets maximiutbredning* samt *eroderande verksamhet* och *aflagringar*;

Yngre, förnämligast *i Vänern bildade aflagringar* samt sådana, som tillkommit i *vattensamlingar öfver hafsytans* och *Vänerns nivå*, såsom torf o. s. v.;

Vittringens sammanlagda inverkan på några bland de viktigare i dagen gående *Kinnekulle-lagren* samt de därvid uppkomna *olika slagen af vittringsjord*;

Till sist bifogas observationer öfver mera anmärkningsvärda *källor*.

Landisens verksamhet och aflagringar.

Glacialrefflor.

Äfven på Kinnekulle har landisen lämnat många och i ögonen fallande spår efter sin framfart. Genom dess verksamhet har sålunda bland annat en afslipning af berggrunden mångenstädes ägt rum, och därvid hafva inristats de s. k. *glacialrefflorna*, hvilka upplysa om den riktning, hvari landisen framskridit öfver området, väl förnämligast vid slutet af (den sista stora) nedisningen. De bergarter, på hvilka glacialrefflor här anträffats, äro förnämligast *gneisen*, *sandstenen* och *diabasen*, hvaremot inom de vidsträckta områdena för orthocerkalken, en bergart som eljest brukar förete vacker både slipning och reffling, endast en enda sådan observation blifvit gjord. Detta beror gifvetvis icke på frånvaron af refflor inom hithörande områden utan dels därpå, att refflorna inom de trakter, där orthocerkalken går i dagen, blifvit utplånade genom vittringen, dels ock därpå, att vid undersökningen i fält inga genom moräntäckets bortskaffande nyligen blottade partier af hällen anträffats.

Antalet reffelobservationer uppgår till 11,[1]) hvilka samtliga (med undantag af de i noten omnämnda) äro utlagda på kartan, tafl. 5; och fastän antalet icke är stort, torde man dock af dem få ett tämligen exakt uttryck för landisens rörelseriktning öfver området. Ett par af de utlagda refflorna representera f. ö. medeltalet af flera på samma eller nära hvarandra liggande hällar uppmätta refflor. Detta är fallet t. ex. med refflorna NV om Sannebo, där den väl afslipade sandstenshällen företer en mängd synnerligen väl bibehållna, skarpa refflor. En annan liknande förekomst är belägen straxt ONO om Blombergs järnvägsstation. Riktningarna hos de på kartan utlagda refflorna växla mellan N—S och N 32° O—S 32° V, och medeltalet häraf N 16° O—S 16° V, som ungefär sammanfaller med

[1]) Häri är inberäknad en observation å en gneishäll 300 *m* utanför kartgränsen, NO om Gösäters järnvägsstation samt en annan efter revisionen gjord men icke på kartan inlagd observation å »Undre rödstenen» SV om Gösäters herrgård.

Kinnekulles längdriktning, kan alltså anses representera landisens allmänna rörelseriktning öfver berget. Differensen mellan de mest afvikande reffelriktningarna är icke större, än att desamma mycket väl kunna förklaras såsom af lokala förhållanden orsakade deviationer.

Kinnekulles isolering.

Den omständigheten, att refflornas hufvudriktning sammanfaller med Kinnekulles längdaxel, leder tanken på, att landisen tilldanat bergets form i stort. Ett sådant antagande är emellertid, såsom vi skola söka visa, endast i viss mån berättigadt. En närmare granskning af denna och angränsande trakters allmänna orografiska drag gör det nämligen troligt, att vissa af dessa drag betingas af tektoniska rubbningar, i främsta rummet förkastningar utefter linjer, som ungefär sammanfalla med Kinnekulles längdriktning. Dessa tektoniska drag äro, såsom af det topografiska bladet Mariestad framgår, väl markerade bl. a. i Kinneviken mellan Kinnekulle och Kållandsö, på sistnämda ö, i Billingens gräns mot V, vidare mot NNO uppåt Mariestad o. s. v., och samma NNO-liga störningslinje har man utanför nämnda kartblad representerad i fortsättningen af Billingens västra gräns åt S, i flera af Falbygdens öfriga berg, i Vätternbäckenet, Kilsbergens östra brottlinje m. fl. områden. Enär flertalet af dessa betydande tektoniska rubbningar synas vara af *postsilurisk* ålder,[1]) är det all sannolikhet för, att äfven Kinnekulles begränsning mot V markeras af postsiluriska förkastningar eller m. a. o. att Kinneviken bildar en därvid uppkommen grafsänka. Att förkastningar emellertid icke orsakat nivåskillnaden mellan Kinnekulle å ena sidan och slättlandet närmast Ö, SO och S härom å den andra, är uppenbart däraf, att, såsom i afdeln. I visats, berggrunden inom sistnämnda områden icke utgöres af sänkta kambrisk-siluriska lager utan af samma järngneis, som bildar dessas underlag i Kinnekulle, och därtill af samma småkuperade urbergsterräng, som så ofta träder en till mötes närmast utanför den kambriska sandstenens yttersta klefvar eller andra utlöpare. Det lider emellertid icke det minsta tvifvel, att de kambrisk-siluriska lagren, såsom f. ö. i afdeln. I påpekats, en gång utfyllt bl. a. området mellan Kinnekulle och Billingen, och att desamma till stor utsträckning blifvit förstörda redan före kvartärperiodens inträde, väl förnämligast genom de exogena eller utifrån på jordytan verkande, eroderande agentiernas arbete. Det är dock troligt, att tektoniska rubbningar af mindre framträdande natur än de ofvannämnda underlättat detta arbete med isoleringen af Kinnekulle mot öster. De talrika stenar och block af diabas samt andra från Kinnekulle härstammande bergarter, som träffas i och utom moränbildningarna på och utanför berget, vittna om, att äfven landisen sedermera medverkat vid denna isolering, men däremot kan det sättas ifråga, om landisen spelat någon större rol vid utbildandet af bergets östra gränslinje, eller om icke snarare traktens orografiska drag redan i prækvartär tid voro så pass markerade, att landisens rörelseriktning öfver området betingades af dem.

Om det sålunda är sannolikt, att tektoniska rubbningar och prækvartär erosion utanför Kinnekulle varit bestämmande för bergets utsträckning och form i stort, så är det å andra sidan uppenbart, att de topografiska *detaljerna* i det nutida Kinnekulle väsentligen äro *landisens* verk.

[1] Möjligt är, att utbrottet af diabasen, som täcker de kambrisk-siluriska lagren i Kinnekulle samt i flera af de andra Västgötabergen, stod i samband med en del af dessa rubbningar.

Moränbildningar. Landisen har, såsom nyss blifvit antydt, bortfört ansenliga mängder af de ursprungligen mera utbredda lagren i Kinnekulle; men den har å andra sidan till området transporterat och här kvarlämnat kvartära bildningar af ställvis rätt betydande mäktighet och utsträckning, och dessa bildningar utgöras till hufvudsaklig del af landisens *bottenmoräner* samt dess *yt- och inre moräner.*

Bottenmoränen har bildats *under* landisen på det sätt, att denna vid sitt framryckande dels medsläpat allt förhandenvarande löst material dels ock ur den sprickfulla berggrunden liksom utplockat block för block, hvilket allt under den följande transporten dels afnöttes och dels söndersmulades för att till sist mestadels i sänkor i berggrunden hopas till den regellösa, af ofta repade block samt grusigt, sandigt eller lerigt material bestående, hårdt packade massa, som benämnes bottenmorän. I motsats till bottenmoränen utgöras de af grus o. s. v. från landisens yta och inre härstammande *yt- och inre moränerna,* såsom varande vid landisens afsmältning nedlagda på underlaget, af ett på mindre afrundade block rikare, lösare material. Typisk bottenmorän träffas förnämligast i något djupare skärningar, och då den är vittrad och uppluckrad liknar den i mycket de inre- och yt-moränerna.

Moränbildningarna betäcka, såsom af kartan framgår, ungefär halfva det område, som är beläget ofvanför den med den »undre rödstensklefven» sammanfallande högsta gränsen för det senglaciala ishafvet (= marina gränsen), under det att återstoden af det ifrågavarande området till hufvudsaklig del upptages af berggrund i dagen och berggrundens vittringsjord. Nedanför den marina gränsen uppträda däremot moränbildningarna i dagen vanligtvis mera sporadiskt, beroende därpå att de öfver stora sträckor döljas genom en betäckning af yngre, mestadels i hafvet afsatta lager.

Moränbildningarna inom kartområdet äro f. ö. af väsentligen skilda slag, allteftersom de äro tillkomna hufvudsakligen på bekostnad af kalkrika och leriga (märgliga) bergarter eller af kalk- och lerfattiga sådana. I förra fallet föreligger den hårda, i fuktigt tillstånd sega *moränleran* eller den kalkrikare *moränmärgeln,* i det senare det mer eller mindre sandiga *morängruset.* Gemensamt för de olika moränslagen är emellertid, att de i regel innehålla en relativt stor procent stenar och block af de bergarter, som anstå inunder eller i närmaste grannskapet af moränförekomsterna.

Moränlera. *Moränleran* äger, såsom kartan utvisar, sin förnämsta utbredning i dagen inom Husaby socken, dels ofvanför och dels nedanför den yttersta sandstensklefven[1]). Vidare uppträder moränleran (och -märgeln) sannolikt till stor utsträckning inom kalkstensområdena S, V och Ö om Högkullen, ofvan den marina gränsen, ehuru moränmaterialet här oftast är i *ytlagren* lerfattigt och sandblandadt, ett förhållande som väl i ej ringa mån får tillskrifvas uppluckring genom växttäcket och bortföring af lerslam genom dagvattnet under loppet af de långa tidrymder, som förflutit sedan landisens afsmältning. Ö om Högkullen har moränleran inom området för trinucleusskiffern dennas brunröda färg, under det att färgen i allmänhet eljest är mer eller mindre gråaktig.

---

[1] På kartan äro tecknen för moränlera utsatta endast å de ställen, där detta jordslag direkt iakttagits; men tydligt är, att en ännu mera i detalj gående undersökning skulle ådagalägga förekomsten af denna värdefulla jordart äfven inom andra, särskildt när- och mellanliggande lokaler.

Moränleran har, särskildt där den är mera kalkhaltig, ett mycket högt värde som odlingsjord, hvilket också nogsamt ger sig till känna framförallt inom kartområdets bördiga södra delar, där detta jordslag allmännare träder i dagen. (Se resultatet här nedan af analysen på märgligt morängrus från Skelfvums s:n).

Morängrus.

Inom öfriga delar af kartområdet — såsom N om Högkullen, inom urbergsområdet Ö om Kinnekulle o. s. v. —, där moränbildningarna gå i dagen, synas desamma till hufvudsaklig del utgöras af *sandigt morängrus*, åtminstone äger jordslaget i ytlagren mera karakteren af morängrus än af moränlera. Morängruset är här t. o. m. sträckvis så sandblandadt, att bildningen förtjänar benämningen »moränsand». Denna sandiga beskaffenhet tyder på, att aflagringen till ej obetydlig del bildats på bekostnad af den vidt utbredda och sannolikt relativt lätt krossbara kambriska sandstenen. Sin största mäktighet och största sammanhängande utbredning äger morängruset inom det jämförelsevis kuperade området mellan Högkullen å ena sidan och landsvägen Gösäter—Hellekis å den andra. Visserligen anträffas ej här, lika litet som på andra håll, några större, fullt upplysande skärningar, men de mångenstädes förhandenvarande 10—20 *m* djupa och ansenliga, i bottnen samt å sidorna ofta blockrika dalgångar, hvilka förefinnas mellan de ställvis skarpt markerade moränsträckningarna inom området i fråga, gifva vid handen, att här föreligger resultatet af en efter istiden försiggången betydande erosion, icke i fast berg utan åtminstone öfvervägande just i detta grusiga moränmaterial (se kartan). Af det sagda framgår alltså, att en högst betydande anhopning af moränmaterial ägt rum N. om Högkullen d. v. s. å bergets »stötsida», ett förhållande som väl närmast får tillskrifvas en relativt stor ackumulationsförmåga hos landisen härstädes under ett *senare* skede af dess utbredning, då Högkullen såsom en *nunatak* stack upp ur istäcket.

Moränbildningarnas kemiska sammansättning.

Nedanstående partiella analyser utvisa, att växlingarna i halten af kalk, magnesia och fosforsyra äro rätt betydande hos moränbildningarna.[1])

	Procent af		
	kalk	magnesia	fosforsyra
1. Hård moränlera; djup under jordytan c:a 4 *m*. Hönsäters alunskiffer- och kalkstensbrott, S:a väggen	0.71	0.59	0.151
2. Vittrad moränlera; djup under jordytan c:a 0.8 *m*. Kalkstensbrott 300 *m* SSV om Gösäter	0.24	0.41	0.136
3. Sandigt morängrus; djup under jordytan c:a 0.7 *m*. Vid vägen 1.2 *km* V om Gösäter	0.10	0.09	0.073
4. Sandigt, obetydligt lerigt morängrus; djup under jordytan c:a 0.3 *m*. N om vägskälet, Ö om Öja, Skelfvums s:n	kolsyrad kalk. 10.36	0·34	0.243

Bland dessa prof har N:o 4 en ansenlig halt af kolsyrad kalk; det härstammar ock från en jordmån, som är att anse såsom jämförelsevis god. Kalkhalten i profvet N:o 1 är likaledes tillräcklig för växternas behof, hvilket däremot icke är fallet med de 2:e öfriga, N:is

[1] Då icke annorlunda uppgifves, äro analyserna utförda å Sveriges Geologiska Undersöknings laboratorium af d:r H. SANTESSON. — Då kalkhalten här och på andra ställen i detta arbete är upptagen såsom »kalk», angifves därmed, att kalken icke ingår i de undersökta profven såsom kolsyrad kalk.

2 och 3. I profvet N:o 4 är äfven fosforsyrehalten betydande, och i de tvenne första profven tillräcklig, men i N:o 3 för liten för växternas behof.

Moränbildningarna utgöra i allmänhet en god och säker jordmån, men det är egentligen inom de i ytan mindre blockrika trakterna, som odling af desamma kunnat med framgång äga rum. Blockrikare områden har man däremot såväl N som S om Högkullen, mest ofvan den marina gränsen, med framgång tagit i anspråk för skogsskötsel, särskildt gran och tall. De bördigaste moräntrakterna äro emellertid, såsom förut framhållits, belägna utanför det egentliga Kinnekulle, eller inom de sydligare delarne af kartområdet, där moränleran resp. -märgeln är förhärskande.

Moränvallar. Moränbildningarna uppträda mestadels såsom mer eller mindre kuperade fält, utfyllande till större eller mindre utsträckning berggrundens fördjupningar. De äro dessutom någon gång anhopade i *vallar* eller sträckningar, som mer eller mindre skarpt framträda i topografien. Förevarande kartområde har att framvisa dylika topografiska drag mera i stort, särskildt inom det nyss skildrade området N om Högkullen, där desamma dock genom den senare försiggångna erosionen kommit att bättre framstå. Äfven S om Högkullen finnas väl markerade moränvallar, hvilka komma att omtalas längre fram i ett annat sammanhang. Inom en del andra trakter uppträda moränvallar mera i smått, men i stället skarpare markerade. Några bland dessa på ytan vanligen blockbeströdda moränvallar, såsom t. ex. de, som förefinnas inom trakten mellan Malma och söderut till kartgränsen, äro till sin längdutsträckning ungefär vinkelräta mot refflorna och därför att anse såsom *ändmoräner;* andra åter, såsom de V om landsvägen mellan Husaby och Källby kyrkor förefintliga, äro vanligen i stort sedt parallella med refflorna och alltså att betrakta såsom *radialmoräner.* Ändmoränerna höja sig i regel endast 1—3 *m* öfver de närmaste omgifningarna, hvaremot radialmoränerna S och SO om Possagården — på kartan endast delvis utlagda — ställvis nå en höjd af 5—6 *m.* De äro till hufvudsaklig del uppbyggda af block af kambrisk sandsten.[1])

Ledblock. Inom området SSV från Högkullen förekomma talrika block tillhörande Kinnediabasen. För att åskådliggöra den ungefärliga utbredningen och frekvensen af dylika block hafva å kartan de områden, inom hvilka dessa block hufvudsakligen anträffats, blifvit utmärkta med mer eller mindre tätt liggande blocktecken. Häraf framgår, hvad f. ö. redan förut blifvit sagdt, att denna blocktransport med landisen från Högkullen varit mycket betydande, och detta t. o. m. under istidens sista skede. I öfverensstämmelse med hvad fallet är inom andra områden, har en spridning af blocken åt sidorna småningom ägt rum, efter hand som afståndet från klyftorten ökats, och enstaka block af diabasen återfinnas därför på sidan om den egentliga stråkvägen. I likhet med refflorna angifva alltså diabasblocken i stort sedt landisens rörelseriktning inom området i fråga, hvarför desamma äro att anse såsom *lokala ledblock.* Bland *normala ledblock* åter, d. v. s. sådana som med landisen transporterats till området från andra, mer eller mindre aflägsna trakter, och hvilka utvisa rörelseriktningen hos landisen, innan densamma nådde Kinnekulle, förtjäna följande från NV:a Dalarne härstammande block att nämnas:

[1]) Moränvallen S om Possagården har genom förbiseende blifvit något för smal å kartan, och dess NV:a gräns framgår i verkligheten längre i NV.

Rödlett, prækambrisk sandsten, hvilken bl. a. är vanlig såsom block på och i närheten af Högkullen. Ett block af sådan sandsten på själfva Högkullen befanns äga följande betydande dimensioner: 3.6 × 3.25 × 3.25 *m;*

Öjediabas. [1]) Ett block funnet SV om Hjelmsäter;

Venjangranitporfyrit. [1]) Ett block funnet SV om Hjelmsäter;

Bredvadsporfyr i några varieteter, ej sällsynt.

Tillvaron å Kinnekulle af dessa block, hvilkas fasta klyft anstår inom NV:a Dalarne, innebär ingenting öfverraskande för geologen, som känner, att landisens rörelseriktning inom det mellanliggande området — i enlighet med refflornas vittnesbörd — varit just sådan, som blocktransporten fordrar.

Såsom bevis på landisens förmåga att transportera material från lägre till relativt höga nivåer inom korta sträckor förtjänar framhållas, att block af den kambriska sandstenen äro vanliga t. o. m. uppe på Högkullen och därför måste antagas vara åtminstone delvis upptransporterade från sandstensbältet NNO om denna. För att få en föreställning om de lutningsförhållanden, under hvilka denna transport försiggått, hänvisas till den undre profilen (med lika höjd- och längdskala) å bergartskartan, afdeln. I, tafl. 1, där den västra delen af profilen från Vänern och upp på Högkullen ungefär motsvarar en profil från Sjögeråsviken mot SV till Högkullen. Såsom häraf liksom af höjdkurvorna å själfva kartan synes, är lutningen sträckvis ganska betydlig, och äfven om densamma under istiden skulle ha varit något jämnare, är det i alla fall anmärkningsvärdt, att landisens bottenlager, hvari sandstensblocken väl få antagas ha varit inneslutna, kunnat inom en så pass kort sträcka pressas upp till denna höjd, vid pass 230 *m* öfver sandstenens öfre lager.

Förhållandet mellan berggrundens beskaffenhet och landisens arbete.

Vi hafva i det föregående redogjort för landisens rörelseriktning, därefter något ingått på frågan om de tektoniska rubbningar i stort, som sannolikt drabbat trakten, och till sist gifvit en framställning af moränbildningarna inom kartbladet. Vi skola i anslutning härtill lämna några antydningar om det sätt, hvarpå landisen utfört sitt arbete, och den roll densamma torde ha spelat vid tilldanandet af Kinnekulles nutida reliefförhållanden.

Ingen som besökt ett stenbrott i orthocerkalken har kunnat undgå att lägga märke till det jämförelsevis regelbundna nätverk af sprickor, hvaraf denna bergart är genomdragen och hvilka uppdela lagerserien i ofta parallellipipediska stycken eller block, på hvilka de horisontala ytorna representera de ofta lätt aflossande, märgligare skiktytorna (se afdeln. I, fig. 37, sid. 42 och II, figg. 65 och 66, sidd. 90 och 100). Äfven den kambriska sandstenen företer ofta ganska regelbunden lagring och regelbundna spricksystem (afd. I, fig. 4, sid. 10), hvaremot skiffrarne, utom af mera regelbundna sprickor, förete ett virrvarr af sådana, särskildt inom de närmare dagytan förekommande delarne, ett förhållande som — i förening med den omständigheten, att en aflossning utefter de talrika skiktytorna så lätt försiggår — gör, att dessa bergarter sönderfalla i en otalig mängd skarpa, mer eller mindre oregelbundna flisor (afdeln. I, fig. 13, sid. 22). Diabasen, som bildar den egentliga Högkullen, är likaledes genomdragen af en mängd vanligen mera oregelbundet förlöpande

[1]) Bestämd af professor A. E. TÖRNEBOHM.

sprickor, bland hvilka dock, på grund af bergartens eruptiva ursprung, naturligtvis skiktsprickor saknas, hvarför blocken äga alla möjliga, oregelbundna former. [1])

Af det sagda framgår alltså, att de olika bergarter, som uppbygga Kinnekulle, förhållit sig mycket olika med hänsyn till sprickornas anläggning och fördelning, och detta har, såsom redan i afdeln. I antydts, varit af en viss betydelse vid tilldanandet af bergets yttre. Landisen har nämligen, såsom ofvan framhållits, under sitt framryckande så att säga bortplockat bit efter bit ur den sprickfulla berggrunden och medfört materialet för att sedan på längre eller kortare afstånd från klyftorten kvarlämna detsamma i moränerna.

Enär hvarje öfverliggande lager naturligtvis direkt skyddat det närmast underliggande och indirekt de öfriga, är det tydligt, att diabastäckets utsträckning och mäktighet varit i hög grad bestämmande för storleken af den förstörelse, som drabbat de öfriga lagren. De massor af diabasblock, hvilka, såsom förut framhållits, förefinnas SSV från Högkullen, utvisa sålunda, att diabastäcket till och med under ett sannolikt sent skede af istiden haft en större utsträckning än nu, och denna omständighet har uppenbarligen varit af stor betydelse i berörda hänseende. Diabasens större utsträckning har sålunda i första hand varit bestämmande för de närmast underliggande skifferlagrens horisontala utbredning. Dessa skifferlager, som förnämligast utgöras af öfre graptolitskiffern och trinucleusskiffern (se bergartskartan med dess höjdkurvor och profiler), hafva nu, oaktadt sin betydande mäktighet, den minsta horisontala utsträckningen af alla Kinnekulles kambrisk-siluriska lager. Detta faktum har påtagligen sin orsak däri, att landisen med jämförelsevis stor framgång kunnat åverka dessa sprickfulla och lätt förstörbara skifferbergarter, hvadan förstörelsearbetet kunnat fortskrida intensivt nog ända framemot gränsen för det motståndskraftigare, skyddande diabastäcket.

Den hårda och mindre sprickfulla »lefverstenen», som bildar orthocerkalkens öfversta led, har däremot, såsom af bergartskartan framgår, jämförelsevis väl motstått landisens förstörelse, med undantag dock inom den NÖ:a delen af dess uppträdande eller inom området för isens *stötsida*, där detta liksom orthocerkalkens öfriga led mera våldsamt tyckas ha uppbrutits och förstörts vid landisens anlopp, ett förhållande som för öfrigt synes gälla äfven för sidorna af berget, där landisens kraft kanske varit minst lika stor som å stötsidan. På grund af orthocerkalkens mycket regelbundna lagring och förklyftning har tydligtvis ett slags afskalning af berggrunden till stor utsträckning ägt rum, hvarigenom de stora plana, moränfria områden uppkommit, som benämnas Österplana Hed, Vesterplana o. s. v. En följd af den jämförelsevis stora motståndskraft, som lefverstenen och orthocerkalkens öfriga lager erbjudit, är, att äfven de underliggande lagren

---

[1]) Väl bekant är, hurusom kvartära leror och märglar, sedan de i följd af torkning erhållit en viss, fastare konsistens, blifvit genomdragna af mer eller mindre lodräta sprickor, som stundom nå ned till ej obetydligt djup. De öfre delarne af dylika lager, hvilka under längre tid varit utsatta för atmosferiliernas hela inverkan, äro däremot, i likhet med hvad ofvan blifvit nämndt rörande skiffrarne, genomkorsade af en mängd i alla riktningar löpande sprickor. Det är därför påtagligt, att äfven de äldre geologiska systemens sedimentära lager mången gång på liknande sätt och af samma orsaker tidigt nog erhållit en mängd sprickor, äfven om andra dylika uppkommit i samband med de tektoniska rubbningar, för hvilka berggrunden, låt vara i jämförelsevis ringa grad, varit utsatt. Diabasens kontraktionssprickor äro däremot till hufvudsaklig del uppkomna vid denna eruptiva bergartens *afsvalning*.

nu hafva en så pass stor utsträckning, som de i själfva verket äga. Hade dessa kalklager blifvit till proportionsvis lika stor omfattning förstörda som de öfverliggande skiffrarne, hade tydligtvis de underliggande skiffrarne (undre graptolit- och alunskiffern) snart nog till mycket stor utsträckning varit hemfallna åt denudationen.

Af det sagda är det alltså uppenbart, att landisen bortfört högst betydande mängder af de lager, hvilka vid kvartärperiodens inträde ingingo i det dåtida Kinnekulle, som därför gifvetvis måste ha ägt större utsträckning än i nutiden; men hvilken utsträckning berget då haft, därom kunna vi, såsom ofvan påpekats, icke bilda oss någon bestämd uppfattning. Slutresultatet af landisens verksamhet kan emellertid i stort sedt sägas vara Kinnekulle sådant det nu föreligger: en i NNO—SSV långsträckt, oval bergmassa, som höjer sig i omväxlande »trappsteg» (sandstens- och kalkstenslagren samt diabasen) och mer eller mindre jämna sluttningar (skiffrarne); de förändringar åter, berget undergått efter istiden, hafva, såsom vi längre fram skola se, varit relativt obetydliga.

Längre fram anföres bevis för, att sandstensklefven åtminstone på ett ställe var utbildad redan vid tiden för landisens afsmältning. Att döma äfven af förhållandena t. ex. på Mösseberg, där kalkstensklefven (undre rödstensklefven) är präktigt utbildad långt ofvanför marina gränsen, är det all sannolikhet för, att icke blott sandstensklefven utan äfven undre rödstensklefven på Kinnekulle blefvo till sina hufvuddrag anlagda redan under istiden.[1])

Landisens roll vid utbildandet af terrängen SSV om Högkullen.

Landisen har sannolikt spelat en viktig roll äfven vid utbildandet af en del andra å Kinnekulle markerade topografiska drag, bland hvilka följande äro af särskild betydelse och förtjänta af ett utförligare omnämnande.

I SSV-lig riktning utgå från Högkullen tvenne, af mellanliggande sänkor skilda, delvis väl markerade höjdsträckningar, hvilka i allmänhet synas ha uppfattats såsom hufvudsakligen af morän uppbyggda vallar. Af dessa äro i synnerhet de båda sidokammarne, såsom

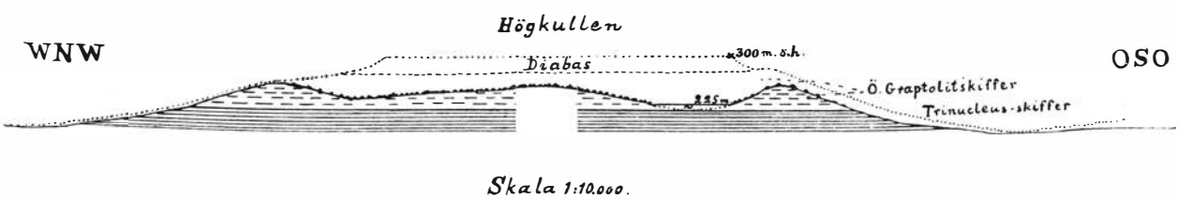


Fig. 69. Två *parallellprofiler:* den ena, prickade, öfver Högkullens SSV:a del; den andra, 300 *m* längre mot SSV, öfver de tre från Högkullen utgående ryggarna och de två mellanliggande dalarne. Det hvita partiet i skiffrarne under »Diabas» angifver det sannolika läget för den hypotetiska diabasgången (se nedan).

kartan samt ofvan- och omstående figurer 69, 70 och 71 utvisa, skarpt framträdande. Kärnan i dessa tvenne ryggar utgöras emellertid, såsom senare undersökningar gifvit vid handen, icke af morän utan af öfre graptolitskiffer. Åtminstone är detta fallet inom trakten närmare Högkullen, där moränbildningarna vanligtvis endast såsom ett relativt tunnt täcke öfverlagra skiffern. Inom den mellersta, breda, närmare Högkullen af flera underordnade sträckningar uppbyggda ryggen bildar likaledes graptolitskiffern delvis undergrunden (såsom i branten V intill den östra mossen), men hufvudmassan af sträckningen utgöres af ofta kolossala,

[1]) Att Yoldiahafvet sedermera skarpare utmejslat klefvarne, skola vi längre fram visa.

»gryt»-liknande anhopningar af diabasblock, hvilka genom sin svarta färg i hög grad bidraga till att gifva de mången gång storslagna scenerierna härstädes en på samma gång dyster och vild prägel. (Jämför profilen, på hvars heldragna yta en mängd diabasblock äro antydda, samt figuren 71.) Af dessa tre ryggar kunna de två västliga följas framemot landsvägen Ö om Medelplana kyrka, den östra däremot ända ned emot Martorps kvarn. Sannolikt är, att dessa ryggar, som mot SSV småningom aftaga i höjd, inom orthocerkalkens område i desto högre grad uppbyggas af moränmaterial, ju längre mot SSV man kommer, såsom bland annat en skärning i den östra ryggen vid landsvägen mellan Österplana och Vesterplana kyrkor antyder. Dessa ryggar, i all synnerhet den östra, äro därför här att uppfatta såsom *radialmoräner* i stor måttstock.

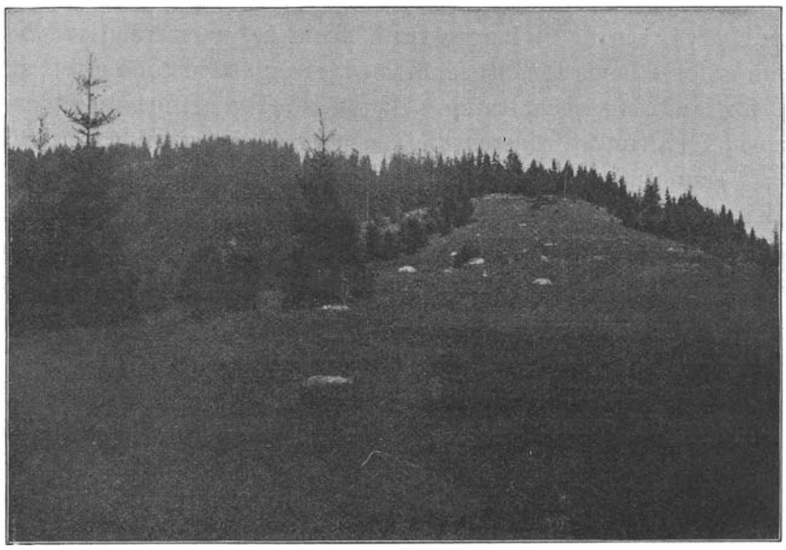


Fig. 70. Östra ryggen från SSV. Högkullens södra trappvägg synlig till vänster. Där nedanför den östra ›kitteln›. — Autotypi efter fotografi tagen af förf. 1898.

Dalgångarne mellan ryggarne genomflytas af bibäckar[1]) till den bäck, som når kalkstensklefven vid Martorps kvarn. Den östra dalgången, som är bäst utvecklad, afslutas upptill af en väl markerad, djup och vidgad depression, hvars botten ligger vid pass 80 *m* under Högkullens yta. Den äger i påfallande hög grad karakteren af en *fjällkittel* eller *säckdal* (norsk »botten»), något som däremot icke är så i ögonen fallande hos den västra dalgången. Bottnen af denna östra depression upptages numera af en torfmosse med ett djup af ställvis öfver 5 *m*, och en ej obetydlig bäck har skurit ned sin bädd i den väl förmultnade, af hög granskog bevuxna torfdyn. Bäcken leder sitt ursprung i främsta rummet från källsprång inom inre delen af kitteln, väl förnämligast från en rikare källa, som framkommer ur öfre graptolitskiffern inom Högkullens södra sluttning.

[1]) Dessa bibäckar återfinnas ungefär till hela sin utsträckning å den topografiska kartan, bladet Mariestad (jfr afdeln. II, kartan, tafl. 2), hvaremot de icke blifvit utlagda å den karta, som åtföljer denna beskrifning.

Under normala nederbördsförhållanden torde bäcken endast vårtiden nå en betydenhet motsvarande den i aug. 1898. Nedanför (SSV om) mossen träffas i och närmast bäckfåran talrika stenar och block, mest af diabas, och dalens sidosluttningar äro likaledes ofta blockbeströdda med undantag af de vanligen branta ställen, där den uppluckrade skiffern framsticker. Troligt är, att de lägre delarne af dalsluttningarna icke betäckas af verklig morän utan genom rinnande vatten bearbetadt, sedermera genom vittring och ras förorenadt morängrus, som dock äger allför ringa utsträckning att kunna särskildt kartläggas.

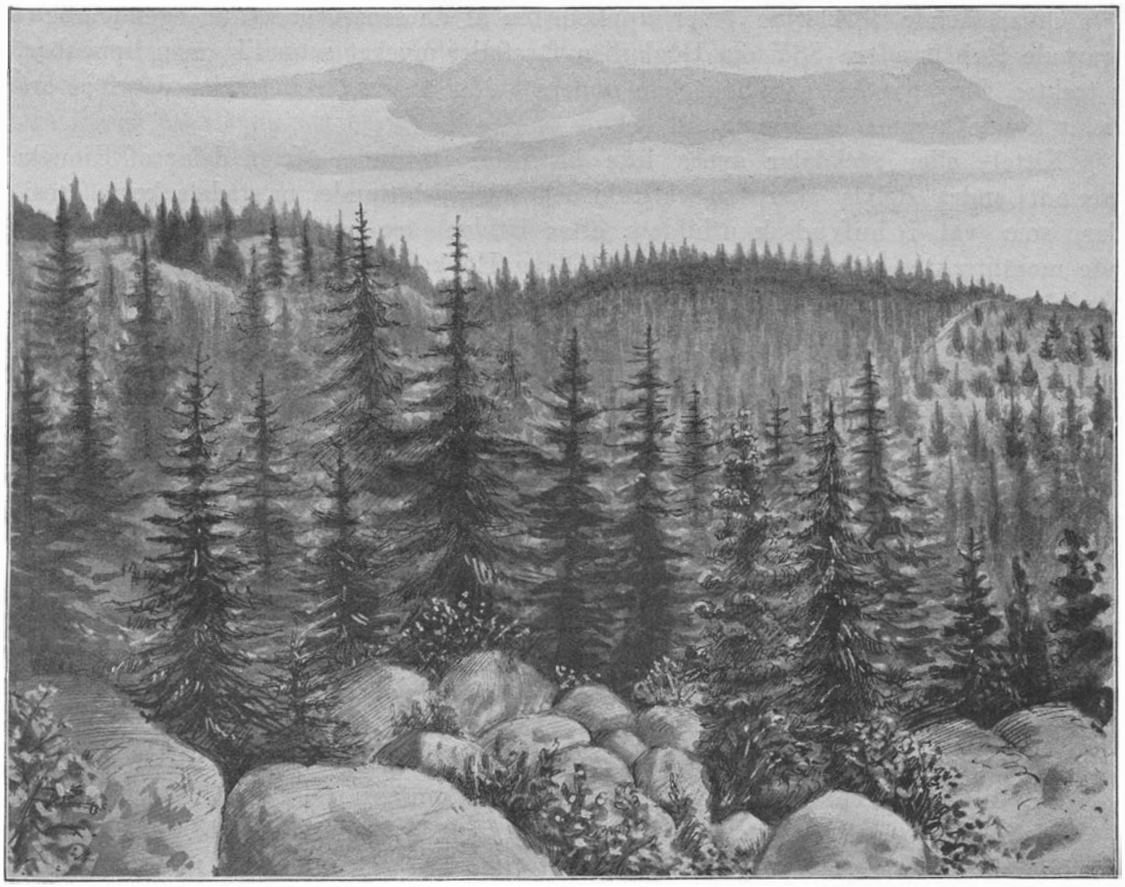


Fig. 71. Högkullens södra diabasvägg (till vänster) och basen jämte angränsande delar af östra ryggen (i midten och till höger); där nedanför den östra »kitteln». — Sedda från den mellersta diabasblockryggen. Lavering efter fotografi, tagen af förf. 1898.

Uppkomsten af dessa djupa, med Kinnekulles längdutsträckning parallella dalgångar är ingalunda lätt att tillfredsställande förklara. Enligt ett af professor Törnebohm nyligen mig meddeladt förslag till tolkning, som synes innebära nyckeln till gåtans lösning, skulle diabasens eruptionskanal vara en under Högkullen befintlig och nu diabasfylld spricka, hvilkens fortsättning mot SSV angifves af den af diabasblockmassor upptagna midtelryggen. Under nedisningens senare del, sedan Högkullen redan i hufvudsak fått sin nuvarande

form, gaf denna skarpt uppstigande kulle upphof till sprickbildningar i det öfverliggande istäcket. Smältvatten från isens yta störtade i följd däraf ned i sprickorna, utbildande »gletscherbrunnar», i hvilkas botten berggrunden blottades och eroderades. De lösa skiffrarna åverkades därvid tämligen lätt (inom området för de nutida dalarne), medan diabasgången (inom midtelryggen) var motståndskraftigare. Denna gång har sedermera genom förklyftningens och frostens samverkan sönderfallit till block, men dessa förblefvo in situ bildande den nämnda grytliknande blockåsen, som nu angifver diabasgångens ungefärliga läge.

Ofvanstående förklaring öfver uppkomsten af de senast beskrifna egendomliga och storartade förhållandena SSV om Högkullen förefaller mycket sannolik, men uppenbart är, att trakten förtjänar en mera ingående undersökning än den, som under det förevarande arbetet kunde komma densamma till del.

Kittel- eller säckdalar synas icke ha utbildats inom öfriga delar af Kinnekulle, hvaremot andra delvis skarpt markerade och starkt sluttande, mestadels korta erosionsdalar, som väl i hufvudsak utbildats efter istiden, äro vanliga inom den starkt affallande moräntrakten närmast NV, N och NO om Högkullens diabaskalott. De längre erosionsdalar, som förefinnas inom moränlandskapet mellan Högkullen och landsvägen S om Hönsäter, äro förut omtalade.

Rullstens-åsar.

I omedelbar anslutning till landisens afsmältning bearbetades genom under isen (subglacialt) framstörtande isälfvar det föreliggande moränmaterialet till bl. a. väl rundade stenar samt grus och sand, hvilket allt aflagrades i fält eller åsar hufvudsakligen vid och i närheten af isranden. Isälfsmaterial i *ås*-form är anträffadt förnämligast inom SV:a delen af kartområdet. V om Källby kyrka har man sålunda, i vinkeln mellan landsvägarne samt närmast däromkring, en betydande ansvällning af sandblandadt rullstensgrus, hvilket sedan fortsätter mot SSV utanför kartgränsen, där åsen uppdelar sig i några tämligen markerade ryggar. Åsmaterialet, som kunde närmare studeras i en 3 *m* djup skärning inom norra delen af det stora grustaget 400—500 *m* ONO om vägskälet strax utanför kartgränsen, utgöres af tämligen väl skiktadt grus med sandränder af vanligen högst 1 decimeters mäktighet. Lagren stupa här i regel cirka 5° mot ungefär SV. Det hela öfverlagras diskordant af ett 0.5 *m* mäktigt lager af strandgrus, och hafvet har säkerligen i ej obetydlig grad omformat åsens ursprungliga ytkonfiguration.

Enligt en ungefärlig uppskattning äger det gröfre åsmaterialet härstädes i hufvudsak följande sammansättning:

Urbergsbergarter	35	procent.
Kambrisk sandsten	40	»
Alunskiffer	10	»
Orthocerkalk	10	»
Andra kambrisk-siluriska bergarter	5	»
Summa	100	

Af Kinnediabas syntes däremot inga block.

Ett annat betydande grus- och sandtag har man litet NO om vägskälet Ö om Källby järnvägsstation. De sammanlagdt 4—5 *m* djupa skärningarna härstädes utvisa

mestadels rent, väl skiktadt, grofsandigt material, öfverlagradt af sandblandadt strandgrus. Alunskifferfragment ingå här i åsmaterialet med jämförelsevis hög procent. Kambrisk sandsten är likaledes vanlig, men kalkstenar (orthocerkalk, orstenskalk och ceratopygekalk) äro tämligen sparsamt företrädda.

Åsmaterialet — äfven det finare — är i ganska hög grad kalkhaltigt inom båda de anförda skärningarna, hvarför detsamma med stor fördel bör kunna användas såsom jordförbättringsmedel på den angränsande traktens kalkfattiga ishafslera, som därigenom skulle blifva en »lättare» och bättre jordmån.

Vid bäcken i N är rullstensåsen afbruten åt detta håll, och mot Ö når den nästan fram emot den lilla här framflytande bibäcken. Dess västra gräns är osäker i följd af hafvets senare åverkan. Det är nämligen sannolikt, att de båda här förefintliga, såsom strandgrus kartlagda utlöparne äro gamla strandreflar, som bildats på bekostnad af åsen, mot hvilken de icke förete någon urskiljbar gräns.

Längre mot N, där järnvägen närmar sig intill landsvägen och sandstensklefven, vidtar en markerad sträckning af omväxlande grusiga och sandiga lager, som hvila emot sandstensklefven. I järnvägens stora grustag härstädes utgjordes materialet i den 6—7 *m* djupa skärningen af nedtill öfvervägande grusiga och upptill sandiga lager, de senare ofta företeende diskordant skiktning. Det gröfre materialet bestod till hufvudsaklig del af kambrisk sandsten, och inom södra delen af grusgropen förefunnos i den öfverliggande sandens undre del flera skarpkantiga sandstensblock af betydande dimensioner. I gruset ingingo, förutom sandsten, block af Kinnediabas (ej sällsynta), af bituminös, flintförande kalksten från alunskifferns öfversta del (se afdeln. I, sid. 33) o. s. v. Sanden öfverlagras af strandgrus. Sträckningen synes fortsätta mot N långs sandstensklefven något mer än halfvägs till Blombergs järnvägsstation.

Den sannolikaste tolkningen af denna profil synes vara följande. De understa grusiga lagren med en mäktighet af mer än 4 *m* (bottnen af gruset var ej uppnådd) äro att hänföra till rullstensgruset. Däremot är det troligt, att de med skarp gräns härifrån skilda sandiga lagren äro att uppfatta såsom en ishafsaflagring, som tillkommit i nära anslutning till landisens afsmältning. I sandlagren hafva inbäddats de stora, skarpkantiga sandstensblocken, som med isberg hitförts från den närliggande sandstensklefven, och under den sedermera försiggående landhöjningen bildades slutligen det lager af strandgrus, som hvilar på sanden. Alldenstund rullstensgruset är aflagradt emot sandstensklefvens nedre del, är det tydligt, att klefven, såsom förut sid. 127 blifvit påpekadt, var utbildad redan vid tiden för landisens afsmältning.

Enär denna sträckning af rullstensgrus ligger i fortsättningen af den förut omtalade ansvällningen af rullstensgrus V om Källby kyrka, är det uppenbart, att båda utgöra delar af en och samma rullstensås.

NV om Husaby kyrka förefinnas äfven ett par grusansvällningar, af hvilka åtminstone den sydliga är en säker rullstensbildning. (Se kartan.) I grustaget NO om Norrtrelje föreligga nämligen 2—2.5 *m* djupa skärningar i typiskt, ofta diskordant skiktadt rullstensgrus med sandlager, hvarpå ställvis hvilar ishafslera, som i sin tur täckes af sandblandadt strandgrus. En del af rullstenarne i åsmaterialet äro synnerligen väl rundade, stundom nästan klotrunda. Block af Kinnediabas äro här allmänna.

I den lilla inbuktningen mellan orthocerkalkväggarne SSV om Martorp finnes slutligen en mindre ansvällning af grus, som troligen äfven är att hänföra till rullstensaflagringarna och därför å kartan erhållit deras färg.

Rullstensaflagringarna äga ingen vidare betydelse såsom åkerjord, men lämna däremot ett godt väg- och järnvägsgrus samt mursand, hvarjämte de, såsom förut påpekats, böra kunna med stor fördel användas såsom jordförbättringsmedel på ishafsleran och SO om Martorp äfven på torfjorden.

Yoldiahafvet och dess aflagringar.

Klefvarnes och marina gränsens utbildning.

Vid tiden för landisens afsmältning från området låg detta delvis sänkt under hafvet, som då ägde karakteren af ett ishaf, vid hvars stränder sträckvis utbildades erosionsterrasser (klefvar) och ställvis anhopades strandgrus, under det att på större eller mindre afstånd från stränderna sand och lera kommo till afsättning. Troligt är, att landsänkningen nådde sitt *maximum* ungefär vid tiden för landisens afsmältning härstädes, och vi skola nu först redogöra för de högsta märkena efter Yoldiahafvet, eller för den s. k. marina gränsens utbildning.

Enär den marina gränsen å Kinnekulle till stor del sammanfaller med den undre rödstensklefven, torde det vara på sin plats att förutskicka den upplysningen, att redan Linné — i sin Wästgöta Resa 1746 (tryckt 1747) — tillskrifver uppkomsten af de i denna klef förefintliga halffärdiga »stenjättarne» (»raukarne») hafvets verksamhet. På sidan 40 säger han om den å Tab. I i hans arbete afbildade Stora Brattefors-klefven bl. a. följande: »det (Brattefors) war några och 30 alnar högt, och bestod liksom af runda pelare, tätt och fast intill hvarandra stälde; pelarne voro med *horizontaile* twärstreck inskurne, som utwiste wågernas och årens arbetande på denna sidan, den tiden watnet betäckte det nedanför liggande landet, och årligen aftog. — — — Vid *basin* är en gråtta, uti hwilken flere personer kunna sitta tårra inunder sjelfwa wattnet, då det brusar ned för denna ansenliga högd». Denna målande beskrifning passar väl in äfven på de afbildningar, som på samma ställe meddelas af Lilla Brattefors och af Martorps klef.[1])

Bilderna figg. 72 och 73 (sidd. 133 och 134) äro ämnade att åskådliggöra resultatet af denna hafvets och vittringens verksamhet, hvarigenom orthocerkalkens branta klefvar utskulpterades.

Af figurerna framgår dels det intima sambandet mellan de raukartade partierna och förekomsten af de markerade vertikala sprickorna (diaklaserna), dels ock, att den skarpt framträdande horisontala skiktskulpturen på det närmaste anknyter sig till ortho-

---

[1]) Den sistnämnda är belägen vid Martorps kvarn, Bratteforsarne åter NO härom, ungefär NV om Klefva kyrka.

cerkalkens bekanta regelbundna lagring. Såsom exempel på enstaka, väl utsvarfvade raukar, som dock äro sällsynta vid Kinnekulle, tjänar fig. 73.

Bilden fig. 74 på sid. 135 — från undre rödstensklefven något S om Martorps kvarn — visar ett par större kalkstensblock, som efter utskulpteringen nedrasat, tydligtvis i följd af att hafvet underminerat klefven. (Jämför äfven fig. 71, sid. 129.) I be-

Fig. 72. Undre rödstensklefven, visande halffärdiga »raukar» o. s. v. V om Råbäcks kalkstensbrott, NO om Trollmen. Autotypi efter fotografi tagen af C. J. O. KJELLSTRÖM 1896.

tydligt större omfattning har en sådan underminering med åtföljande ras försiggått NV om Norrtrelje, Husaby s:n, såsom framgår af kartan, å hvilken dessa *stalp* blifvit särskildt utmärkta.

Klefvens bas är ofta dold af strandgrus samt af under tidernas lopp nedrasade massor af vittringsgrus o. d., och dessa massor nå, såsom af bilderna figg. 72 och 74 framgår, ställvis högt upp på bergväggen, någon gång t. o. m. helt upp till klefvens kant. På sådana ställen åter, där en bäck eller t. o. m. blott en rännil nedstörtar,

har dylikt material, med undantag af stenar och block, till endast ringa mängd kunnat hålla sig kvar, alldenstund det rinnande vattnet efterhand bortfört detsamma. Dessa nedrasade massor dölja säkerligen ofta de *grottor*, hvilka sannolikt till ej ringa antal förefinnas utgräfda vid klefvens bas och hvarpå redan LINNÉ, såsom nyss blifvit nämndt, fäst uppmärksamheten. Utom vid Brattefors finnas anmärkningsvärdare grottor t. ex. vid Mörkeklef, OSO om Råbäck, här med en källa framspringande ur berget.

Fig. 73. »Rauk» i undre rödstensklefven invid Mörkeklef, OSO om Råbäck. Autotypi efter fotografi tagen af C. J. O. KJELLSTRÖM 1896.

Det bör emellertid betonas, att äfven *vittringen* senare — d. v. s. efter sedan klefven höjts öfver hafsytan — spelat en sannolikt ej obetydlig roll vid utmodellerandet af i all synnerhet den horisontala skiktskulpturen. Detta framgår direkt af det sakförhållandet, att en skulptur liknande den sistnämnda ej sällan återfinnes i de öppna sprickorna inom en del stenbrott ofvan den marina gränsen. Dock är det i många fall omöjligt att afgöra, huru stor del af skulpturarbetet bör tillskrifvas hafvets och huru stor del vittringens inverkan. Säkert är emellertid, att utbildandet af de branta, ej sällan underminerade klefvarne äfvensom utmodelleringen af de raukartade partierna i dessa i regel äro ett verk af hafvet vid den tid, då detta nådde hit upp, d. v. s. ungefär vid tiden för

landsänkningens maximum, äfven om, såsom förut påpekats, *första anläggningen* af klefvarne synes böra tillskrifvas landisens arbete.

På liknande sätt hafva äfven klefvarne på lägre nivåer tillkommit (hvarom mera längre fram); någon motsvarighet till klefvarne förefinnes däremot ej ofvanför marina gränsen, om man undantar diabasens begränsning åt sidorna, hvilken ofta bildar branter, uppkomna dels genom landisens verksamhet, dels ock i följd af senare ras.

Såsom af en jämförelse mellan jordarts- och bergartskartan framgår, följer marina gränsen undre rödstenens yttre gränslinje, hvilken nästan hela vägen rundt om berget markeras af klefven, och det är endast inom områdets nordligaste del, som denna erosionsgräns i fast berg ersättes af strandvallar och erosionsterrasser i moränmaterial. Ingenstädes

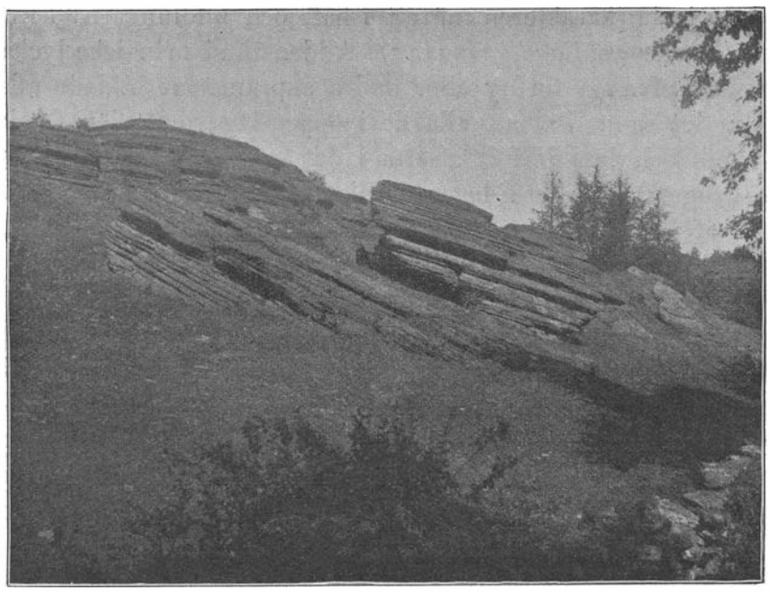


Fig. 74. Större från klefven nedrasade block af undre rödstenen, S om Martorps kvarn. Autotypi efter fotografi tagen af förf. 1898.

inom det nämnda området för rödstensklefven — med undantag för några ställen inom den nyssnämnda nordliga delen — har ishafsgrus eller andra märken af hafvet iakttagits ofvanför klefvens öfre kant. Marina gränsen har därför inom dessa områden blifvit förlagd vid denna kantnivå, enär den genom hafvets verksamhet åstadkomna skulpturen kunnat någorlunda säkert spåras hit. Oftast är dock den ursprungliga kanten jämte angränsande delar af klefven illa åtgångna genom inverkan af vittring och rinnande vatten. Fullt exakt har därför den marina gränsen kunnat bestämmas endast inom områdets norra del, där densamma, såsom nyss nämndes, markeras af *erosionsterrasser i moränguset*, och där ställvis terrassformigt anordnade strandvallar eller frisköljda block träffas nära uppemot erosionsterrassens bas. Särskildt tydligt äro dessa förhållanden utbildade ONO om Hellekis, där man, såsom kartan utvisar, träffar ishafsgruset ofvanför rödstensklefven samt marina gränsen SO om landsvägen. Tydligast iakttages marina gränsen Ö om vägskälet N om

Brunnstorp, där strandvallar af väl rullade, mest valnöt- till knytnäfvestora stenar finnas vackert utbildade strax utanför ett bälte med block vid foten af den i morängruset utskurna erosionsterrassen. Ungefär lika väl utbildade äro dessa förhållanden inom området S om vägskälet, öster om Hästhagen.

Utgående från kartans höjdkurvor har jag funnit den marina gränsen inom dessa nordliga delar af Kinnekulle ligga *127—127.5 m* öfver hafvet.[1])

Ishafsaflagringar. Vi skola nu ingå på en redogörelse för de aflagringar (strandgrus, sand och lera), som på grund af sitt öppna läge och delvis äfven sin beskaffenhet måste vara afsatta i det haf, som fordom omslöt Kinnekulle.

Ehuru ingenstädes i hithörande aflagringar inom kartområdet anträffats några fossila lämningar af det dåtida djur- eller växtlifvet, vet man dock, att det haf, hvari dessa aflagringar bildades, hade karakteren af ett ishaf, och bildningarna kallas därför *ishafs-*, *glaciala*, *senglaciala* eller *yoldiaaflagringar.*[2]) Alldenstund man icke lyckats anträffa yngre strandgrus eller sand ofvanpå torfdy eller andra supramarint bildade aflagringar ens nära Vänerns nivå, är det sannolikt, att alla de i öppet läge mot sjön förekommande lagren af strandgrus, sand och lera blifvit afsatta i det senglaciala ishafvet, med undantag för de allra lägsta (yngsta) af dessa lager, hvilka påtagligen bildats vid Vänerns stränder, sedan sjön i följd af landhöjningen blifvit afskild från världshafvet. De förra bildningarna, hvilka nu närmast blifva föremål för behandling, hafva därför å kartan erhållit hafsaflagringarnas färg, de senare däremot insjöaflagringarnas.

Ishafsgrus. *Ishafsgruset* utgöres vanligen af väl rundadt, mer eller mindre sandblandadt strandgrus, och materialet i detsamma härstammar ställvis till hufvudsaklig del från den närmast underliggande berggrunden, ställvis åter öfvervägande från moränbildningarna. Ishafsgruset äger, såsom kartan utvisar, sin största sammanhängande utbredning inom kartbladets norra del, ungefär emellan Gösäter—Hönsäter-trakten, NO om Hellekis. Man träffar här, såsom redan förut blifvit antydt, ställvis väl utbildade strandvallar, delvis anordnade i serier af ackumulationsterrasser. Mäktigheten växlar i regel mellan några decimeter och ett par *m*. Ishafsgruset träffas för öfrigt på spridda ställen dels närmast utanför marina gränsen — såsom Ö om Trollmen, mellan trakten S om Vesterplana kyrka och Blomberg samt NV om Norrtrelje — dels också på lägre nivåer här och hvar, men allmännast inom Kinnekulles norra, västra och sydvästra delar, hvilka på grund af sitt relativt öppna läge varit mest utsatta för bränningarnas verksamhet och sålunda erbjudit gynnsammare villkor för utbildandet af strandgrus. Särskildt praktfulla strandvallar har man flerstädes inom den kambriska sandstenens område — där också materialet

---

[1]) Detta mått på den senare försiggångna landhöjningens storlek öfverensstämmer väl med den siffra, 128 m, som finnes angifven å »Öfversigtskarta angifvande de kvartära hafsaflagringarnas område — —». S. G. U., Ser. B a, N:o 5. 1897—1898.

[2]) Redan på så nära håll som inom kartbladet Skara hafva nyligen träffats fossil i yoldialeran, bland hvilka den i nutiden endast inom högarktiska trakter lefvande intressanta musslan *Yoldia arctica* GRAY är särskildt karakteristisk och äfven förlänat hithörande aflagringar sitt namn. Jämför HENR. MUNTHE: Om faunan i Västgötaslättens yoldialera mellan Skara—Herrljunga och Vänern. G. F. F., Bd 23, sid. 95, och S. G. U., Ser. C, N:o 187. 1901. — De slamningar efter skal, som företagits på prof från det här förevarande kartområdet ha lämnat negativt resultat. Sannolikt är, att leran är skalförande först på stort djup.

till hufvudsaklig del utgöres af denna bergart, så t. ex. mellan Vänerns järnvägsstation och Sjöskogen.

Inom strandgrusområdena växer i regel barrskog, både gran och tall, som här gå väl till, hvaremot dessa i allmänhet sandfria eller sandfattiga aflagringar sällan lämpa sig för odling.

På tal om Yoldiahafvets strandbildningar vilja vi i korthet redogöra för de klefvar, som förefinnas utbildade nedanför den högsta eller »undre rödstens»klefven. Dessa lägre klefvar äro, såsom f. ö. redan i afdeln. I påpekats, hufvudsakligen bundna vid den kambriska sandstenen. Bäst markerad och utbildad nära på rundt om berget är den klef, som kan följas längs större delen af västkusten och vidare mot S förbi Blombergs järnvägsstation, sedan mot Ö åt Sannebo och NO förbi Husaby kyrka åt Klefva och så i nordlig. riktning ända framemot Vänern.

Den undre eller mickwitziasandstenen visar i motsats till lingulidsandstenen en synnerligen markerad skulptur, som karakteriseras däraf, att de hårdare sandstensbankarne bilda utskjutande och öfverhängande hällar, beroende därpå att den mellanlagrande, lösare, skiffriga sandstenen och skifferleran blifvit bortdenuderade. Ställvis hafva de sålunda uppkomna hyllrummen formen af mindre grottor. (Jämför afdeln. I, fig. 4, sid. 10.)

Sträckvis hafva otvifvelaktigt af hafvet utbildade klefvar förut funnits äfven inom alunskifferns och undre graptolitskifferns områden, men som dessa bergarter hafva en relativt stor benägenhet att vittra och smula sönder, hafva klefvarne blifvit utplånade och ersatta af mer eller mindre branta sluttningar.

I det föregående har redogjorts för de *strandbildningar*, som tillkommit under den senglaciala tiden. Samtidigt med dessa afsattes, vanligtvis på något djupare vatten, *sand* — *ishafssand* eller *glacialsand* — och på ännu större djup *lera* — *yoldialera*, *ishafslera*, *glaciallera* eller *hvarfvig lera*, såsom denna bildning på grund af sin ofta tydligt framträdande skiktning eller hvarfvighet äfven kallas. *Ishafssand.*

Ishafssanden uppträder flerstädes såsom större eller mindre fält utanför sandstensklefven inom kartområdets södra och östra delar. Dessutom finnes ett större område af denna bildning emellan rödstens- och sandstensklefvarne mellan Klefva och gården Gum. Sandens mäktighet växlar ganska betydligt; mellan några *dm* och en eller annan *m* torde vara vanligast. Ställvis är mäktigheten dock öfver 5 *m*. I allmänhet är sanden odlad samt utgör en god och bördig åkerjord, särskildt inom sådana områden, där den är uppblandad med mylla i något större mängd eller, såsom ställvis är fallet, täckes af t. o. m. ett par *dm* mäktig sådan. Stundom hvilar sanden på ishafslera eller bildar öfvergång till sådan, i hvilka fall bördigheten likaledes är påfallande stor. Ingenstädes har dock någon nämnvärd kalkhalt iakttagits hos ishafssanden. Analys på ett prof af fin, mjölartad sådan sand, taget på 0.3 *m* djup under jordytan, OSO från Källbytorp, Källby s:n, gaf som resultat: kalk 0.31 %, magnesia 0.38 % och fosforsyra 0.115 %. Inom de stora sandområdena i SV:a delen af kartbladet är sanden ställvis skogbärande af både barr- och löfträd.

Ishafslerans utbredning sammanfaller i stort sedt med ishafssandens, d. v. s. leran uppträder såsom större och mindre fält inom kartbladets östra och södra delar utanför *Ishafslera.*

den yttre sandstensklefvens område, hvarjämte några, mest smärre områden däraf förefinnas ofvan klefven dels NO om Essgärdet, dels ock V om Sannebo, båda inom Husaby socken. Ishafsleran äger ej sällan den karakteristiska hvarfvigheten, hvilken dock närmast dagytan ofta är utplånad i följd af vittringens inverkan; grundfärgen är i allmänhet gråbrun till grå. Mäktigheten växlar mellan några *dm* och ett par *m*, men torde ställvis uppgå till flera *m*. Någon gång är leran sandblandad. Lika litet som ishafssanden har ishafsleran befunnits vara i någon afsevärd grad kalkhaltig, såsom framgår af följande analyser samt af talrika i fältet företagna profningar med saltsyra.

		Procent af		
		Kalk.	Magnesia.	Fosforsyra.
1.	Ishafslera från c:a 1 *m* djup; NO om Gösäters st:n	0.82	1.05	0.171
2.	» » » 0.5 » » ; invid järnvägen, NO om Törnsäter	0.79	1.06	0.176
3.	» » » 1.5 » » ; S om Malma	0.43	1.32	0.183
4.	» (under torfdy) » » 0.4 » » ; mossen S. om Såntorp, Husaby s:n	0.48	0.65	0.107
5.	» » » » » » ; SV om Sannebo, Husaby s:n	0.73	0.93	0.129
6.	» » ? » ; 1.6 *km* ONO om Källby kyrka	0.80	1.23	0.158

Denna jämförelsevis ringa kalkhalt förefaller egendomlig i betraktande af närheten af kalkstenslager, från hvilka kalkhaltigt slam kunde väntas ha blifvit utfördt i hafvet. Förklaringen är emellertid helt enkelt den, att vid tiden för det senglaciala hafvets högre stånd vid Kinnekulle inga glacierer förefunnits här, som gifvit upphof till kalkhaltigt slam. Samma orsak är naturligtvis äfven att tillskrifva den ringa kalkhalten hos ishafssanden. Ishafsleran är ingenstädes så pass kalkhaltig, att den förtjänar benämningen märgel, men oaktadt denna i allmänhet ringa kalkhalt är leran mycket bördig, särskildt på de ställen, där den betäckes af mylla eller sandblandad mylla, och densamma är också så godt som öfverallt tagen i anspråk för odling.

Enär kalkhalten inom lerfältens ytlager naturligtvis är ännu mindre än i de på något djup tagna profven, är kalkning att rekommendera. Detsamma är fallet med halten af fosforsyra, hvilken i de anförda profven är tillräcklig för växternas behof, men däremot i ytlagren torde behöfva ökas genom gödning.

»Svallgrus.» Moränmaterialet är sträckvis nedanför den marina gränsen i ytan mer eller mindre omlagradt eller svalladt af hafvet, hvarigenom uppkommit en aflagring, som har karakteren af ett mellanting mellan morängrus och en strandbildning. Sådana *svallgrus*-områden förefinnas t. ex. å sandstensplatåerna mellan Törnsäter och Hönsäter, där ställvis talrika större och mindre block af sandstenen bilda ett slags residuum af det ursprungliga moräntäcket. Inom andra svallgrusområden åter är materialet mera sandigt, såsom i trakten af Martorp och SV om Gum, samt tjänligt för odling, något som däremot icke är fallet med de nyssnämnda blockrika trakterna, hvilka endast lämpa sig för skogsskötsel.

Sötvattensbildningar.

Vid och något ofvanför stränderna af Vänern förefinnas flerstädes *strandaflagringar*, hvilka ställvis utgöras af verkliga *vallar*, uppbyggda dels af *vanligt strandgrus*, dels ock af *sand* eller *grusblandad sand*. På andra ställen åter ersättas dessa aflagringar af hopsvämmadt material — *fält af »svämsand»* och *»svämlera»*. Alla dessa aflagringar är obildade i Vänern, d. v. s. efter sedan detta bäcken blifvit i följd af landhöjningen afstängdt från världshafvet, och äro därför att hänföra till *insjöaflagringar*. Nämnda afstängning försiggick med detsamma som passpunkten i Vänersborgstrakten nådde hafsytans nivå, och detta inträffade tydligtvis under förra delen af den postglaciala tiden, alltså tidigt nog.

Såsom af kartan synes, äga dessa insjöaflagringar i allmänhet ingen större utbredning. Det hithörande *strandgrusets* förekomst inskränker sig sålunda dels till de ställen af kusten, där den eljest branta sandstensklefven tillåtit utbildandet af strandvallar, dels ock till några kuststräckor inom kartbladets sydvästra, flacka urbergsområde.

Enär Vänern såsom sjö, i enlighet med hvad ofvan anförts, är tämligen gammal, är det också förklarligt, hvarför *sandstensklefven* längs Kinnekulles västra strand är så skarpt markerad och skulpterad samt strandvallarne härstädes mången gång så väl utbildade och uppbyggda af så väl rundade stenar.

Svämsanden har en tämligen obetydlig utbredning och uppträder förnämligast inom kartbladets SV:a del. S om Gumsviken (V om Blomberg) förekommer ett något större sammanhängande fält af *gyttjeblandad svämsand*. — *Svämleran* äger sin största utbredning inom trakten Ö och NNO om Skelfvums kyrka, å ömse sidor om Forshemsån, där den bildats, dels då området förut upptogs af sjö, dels ock vid åns öfversvämningar. Trakten är mycket vattensjuk och därför endast delvis odlad. Smärre förekomster af svämlera finnas för öfrigt omkring Forshemsåns nedre lopp samt öster om Högkullen, inom det senare området bildande en från den i väster anstående trinucleusskiffern nedsvämmad, på bekostnad af skiffern uppkommen skarpt rödbrun lera. Svämsanden och -leran bilda i allmänhet en god jordmån.

Torf.

På *torfmossar* är Kinnekulle, såsom af kartan synes, långt ifrån rikt; det är förnämligast inom den kuperade trakten närmast Högkullen de förekomma, nämligen dels ställvis i de förut omtalade dalgångarne S om Högkullen, dels ock i sänkorna närmast utanför de båda yttre ryggarne. Samtliga dessa mossar äro utsträckta i Kinnekulles längdriktning. Öfriga mossar äro hufvudsakligen bundna vid sandstensområdet, särskildt den del däraf, som faller inom kartans norra och nordvästra partier. Inom dennas södra del finnes en obetydlig, numera odlad mosse S om Såntorp i Husaby socken. Ingen af härvarande mossar äger någon mera betydande storlek. Torfdyn är i allmänhet väl förmultnad, och dess mäktighet öfverstiger stundom 1—1.5 *m*. I den större, närmast S om Högkullen förefintliga och förut omtalade mossen, som är skogbevuxen, uppgår torfdyns mäktighet ställvis till flera *m*, och i den långsträckta mossen SO härom (Ö om

östra ryggen) befanns torfdyn vid borrning äga en största mäktighet af omkring 5 *m*.

Kalkbleke. Den hvilar här på *kalkbleke* med sparsamt inbäddade skal af bland annat följande lägre sötvattensdjur: molluskerna äro representerade af *Pisidier* och *Valvata cristata* MÜLL. samt ostracoderna af *Candona candida* (MÜLL.). Vidare befanns profvet innehålla en del frukter af algsläktet *Chara*.

Torfdyn tillgodogöres ställvis dels genom odling dels ock till bränsle och har för båda ändamålen visat sig vara af god beskaffenhet.

Kalktuff. *Kalktuff* synes inom kartområdet höra till sällsyntheterna, och det oaktadt man skulle vänta att här träffa denna bildning flerstädes nedanför kalkstensklefven. Det är egentligen blott på ett ställe, nämligen vid foten af kalkstensklefven V om Råbäcks kalkstensbrott (NO om Trollmen), kalktuff blifvit funnen, och äfven här är den, som det vill synas, af ringa mäktighet och obetydlig utsträckning. Kalktuffen är porös och tämligen jordartad samt innesluter sparsamt med bladaftryck.

Vittringsjord.

I den föregående framställningen har ådagalagts, hurusom landisens förstörande verksamhet till mycket stor utsträckning drabbat den fasta berggrunden, och att äfven vattnet, i främsta rummet hafvet, i sin mån deltagit i förstöringsarbetet. Det gifves emellertid äfven andra slag af åverkan å fasta berget, och bland dem är i föreliggande fall otvifvelaktigt den *kemiska vittringen* i förening med (den mekaniska) *frostvittringen* viktigast. Den kemiska vittringen har i främsta rummet drabbat kalklagren, därigenom att kolsyrehaltigt vatten och humussyror verkat upplösande på dessa, och frostvittringen har i smått söndersprängt och söndersmulat särskildt de mera sprickrika ytlagren hos alla bergarterna. Resultatet af denna förenade vittring har bland annat blifvit uppkomsten inom stora områden af ett mer eller mindre mäktigt lager af *vittringsjord* på berggrunden inom de trakter, som varit härför lämpade och där dagvattnet icke förmått efterhand bortföra vittringsprodukterna. Inom de trakter, som äro belägna ofvan den marina gränsen, har denna vittring varit i gång ända sedan tiden för landisens afsmältning, d. v. s. under många tiotusental år, hvaremot områdena nedanför nämnda gräns drabbats af densamma, först sedan de höjts öfver hafsytans nivå. Olika bergarter hafva naturligtvis vittrat på olika sätt och till olika djup, beroende i främsta rummet på deras olikartade beskaffenhet och därmed i samband stående större eller mindre motståndskraft mot vittringen. Vi kunna icke här ingå på en detaljerad redogörelse för vittringsresultaten vid hvarje särskild bergart utan fästa oss endast vid de lager, som äga en större utbredning i dagen och sålunda äro ur praktisk synpunkt viktigast.

Orthocerkalken med sina många varieteter ligger, såsom jordartskartan jämförd med bergartskartan utvisar, till jämförelsevis stor utsträckning uppe i dagen utan eller med så obetydlig betäckning af vittringsjord, att densamma icke ansetts böra betecknas såsom sådan å kartan. Såsom exempel på områden af detta slag kunna anföras »Österplana hed» och dess fortsättning mot N upp förbi Väsäter och mot SV i »Österplana vall». Inom

dessa områden uppträder den af talrika, genom vittringen utvidgade sprickor genomdragna kalkhällen dels såsom jämn, plan yta, dels ock såsom i ytlagret söndervittrad och sönderfallen häll. På denna förefinnes en vanligen torftig gräs- och örtvegetation, i förra fallet förnämligast bunden vid remnorna, i det senare mera spridd öfver allt, hvarjämte bland buskväxter särskildt enen är allmän och spridda bestånd af låga granar ställvis innästlat sig. Dessa trakter kunna därför med skäl jämföras med Ölands *alfvar*-områden. Inom andra trakter har vittringen gått något längre, utan att dock vittringsjorden nått en mäktighet tillräckligt stor för att berättiga användandet å kartan af beteckningen för denna jordart. En god föreställning om förhållandena inom ett dylikt område lämnar figuren 66, sid. 100 i föregående afdelning. Vittringen har här drabbat — förutom själfva ytskiktet af den hårda, motståndskraftiga kalkstenen — dels märgliga skikt under det förra, dels ock väggarne i vertikalsprickorna, hvilka senare därigenom till större eller mindre utsträckning fyllts af vittringsjord.[1]) Såsom af bilden framgår, trifves granskogen väl inom dylika områden. Detta beror tydligtvis därpå, att rötterna finna näring och fäste dels i det obetydliga ytlagret, dels ock i de märgliga, uppluckrade mellanskikten, dels slutligen i synnerhet i vertikalsprickornas vittringsjord, dit de tjockare rötterna söka sig ned. Områden af detta slag träffas flerstädes och till ej ringa utsträckning inom västra delarne af Kinnekulles orthocerkalksområde, såsom Ö och N om Blomberg, Ö om Hjelmsäter—Trollmen o. s. v.

De områden slutligen, inom hvilka vittringsjorden på orthocerkalk nått en större mäktighet — åtminstone ett par *dm* — och därför å kartan erhållit denna jordarts beteckning, hafva med fördel tagits i anspråk för odling och utmärka sig vanligen för stor bördighet. Där sådana områden bära skog, utgöres denna vanligen af blandskog af björk och gran. (Jämför afdeln. II, fig. 65, sid. 90.) I regel bilda dessa områden långsträckta partier mellan de förut omtalade hällområdena och morängrussträckningarna, såsom t. ex. mellan Högebo och Skagelund i Österplana socken samt inom trakten V om linjen Rustesäter—Medelplana kyrka, hvarjämte området SV om linjen Medelplana—Österplana kyrkor upptager en mängd större och mindre sträckor af hithörande slag.

Vittringsjorden af orthocerkalk äger en mycket växlande kalkhalt, såsom framgår, förutom af profningar med syra i fältet, af omstående analyser. Anmärkningsvärd är den rätt höga procenten af fosforsyra i såväl orthocerkalken som i all synnerhet i vittringsjorden af öfre rödsten från Väsäter.

Såsom af de anförda analyserna framgår, förlorar kalkstenen vid vittring högst ansenliga mängder af kolsyrad kalk, och en anrikning på järnoxid- och manganoxidul-salter äger rum, hvarigenom vittringsjordens mörkt rödbruna färg förklaras.

Inom områdena för *alunskiffern med orsten* (se kartorna tafl. 1 & 5), hvilka upptaga en betydande areal utanför kalkstensklefven, går själfva den fasta berggrunden ytterst sällan upp i dagytan utan betäckes så godt som öfverallt, där icke de härstädes obetydligt

---

[1]) Längs sprickorna har vittringen ofta verkat synnerligen kraftigt, i det den dels angripit kalkstensväggarne mera regelbundet, dels ock gifvit upphof till mer eller mindre långa och djupa håligheter i dessa. I bottnen på håligheterna har samlats ett kalkfattigt residuum af kalkstenen. Den kemiska sammansättningen hos denna vittringsåterstod åskådliggöres af omstående analyser N:is 4, 5 och 6, och till jämförelse meddelas en parallellanalys af »öfre rödstenen» (N:r 3), hvarifrån det ena af de analyserade profven tagits.

	Procent af						
	Kolsyrad kalk.	Kalk.	Kolsyrad magnesia.	Magnesia.	Fosforsyra.	Järnoxid.	Mangan-oxidul.
1. »Täljsten», NNO om Vesterplana kyrka	90.73	—	1.56	—	0.364	—	—
2. Vittringsjord af föregående	—	0.74	—	0.27	0.245	—	—
3. »Öfre rödsten» från Råbäcks kalkstensbrott	49.28	—	1.41	—	—	—	—
4. Vittringsjord (laterit) af Öfre rödsten från kalkstensbrottet VNV om Väsäter	4.29	—	0.73	—	0.693	—	—
5. Den olösta återstoden af prof N:o 3 innehöll bl. a.	—	—	—	—	—	4.82	0.39
6. » » » » » » 4 innehöll bl. a.	—	—	—	—	—	10.05	1.09

utbredda bildningarna af morän eller yngre sediment öfverlagra densamma, af ett relativt mäktigt lager vittringsjord, för hvars uppkomst den söndersprucknа, lösa skiffern synnerligen väl ägnat sig. Denna vittringsjord är i regel en mörk, lerig, någon gång sandblandad jordart med mer eller mindre talrikt inblandade bitar af skiffer, orsten eller mera sällsynt flinta. På de ställen, där mäktigheten är mindre, når plogen själfva alunskifferhällen. Dessa vidsträckta områden för vittringsjord af alunskiffer äro till största delen odlade, och särskildt inom de trakter, där landtbruket drifves mest rationellt, står denna jordmån i hög kultur och lämnar säkra och vackra skördar under ej alltför torra somrar. Där skog finnes kvar inom alunskifferområdet och inom de i närmaste anslutning härtill förefintliga bältena af *ceratopygekalk* och *undre graptolitskiffer*, utgöres densamma af en vanligen kraftig löfskog (mest ask, björk och ek, hvartill sluta sig alm, lönn, hassel, lind o. s. v.) eller blandskog (af björk, ek och gran), båda med en rik undervegetation på mindre skuggrika lokaler. Denna stora och påfallande bördighet är i all synnerhet bunden vid området för *ceratopyge*-skiffern och -kalken, hvilkas vittringsjord, såsom härstammande från de på mineralet *glaukonit* (= vattenhaltigt kali-järnoxidsilikat) rika kalkstenen, innehåller en jämförelsevis hög procent af det för växterna så viktiga ämnet kali.

Nedanstående analyser äro ämnade att gifva en ungefärlig föreställning om vittringsjordens af alunskiffer kemiska sammansättning och däraf beroende värde såsom odlingsmark. Analyserna äro utförda å Skara kemiska station och återfinnas i tryck i den af stationens föreståndare, kand. Sven Hammar, utgifna »Berättelse öfver verksamheten vid Skara kemiska station och frökontrollanstalt för år 1898» sidd. 5—6. Profven härstamma från 3 bland de omkring 26 fält, som på Skaraborgs läns Hushållningssällskaps bekostnad blifvit anlagda inom olika delar af länet i och för anställande af lokala gödslingsförsök, »afsedda att söka fastställa kalkens värde för länets olika jordarter» (sid. 4). [1])

[1]) Den vid stationen använda metoden har varit »extraktion under 2:ne dygn vid rumstemperatur med 4 % saltsyra.» — Vid den mekaniska jordanalysen hafva följande beteckningar användts:

Grus: partiklar, som stannat på sikt med 2 *mms* öppningar.
Grof sand: » » » » » » 1 » »
Sand: » » » » » » 0.5 » »
Fin sand: återstoden vid slamningen.
Lerartade partiklar: förlusten vid slamningen.

Såsom i nämnda berättelse framhålles, är profvens kalkhalt hög nog för växternas behof, dock med undantag möjligen för de prof, i hvilka procenten af kalk belöper sig till blott omkring 0.5. Fosforsyrehalten i profven från Hjelmsäter är väl liten, men i de öfriga profven i allmänhet att anse som hög. Den betydande fosforsyrehalten hos *matjorden* från Blomberg torde förskrifva sig dels från konstgödningsämnen, dels ock från skiffern och kalken, hvilkas vittringsjord, såsom härstammande från fosforit- och glaukonitrika bergarter, innehåller en jämförelsevis hög procent af de för växterna så viktiga ämnena fosforsyra och kali. (Jämför f. ö. afdeln. I, sidd. 34—37.)

		Glödgningsförlust.	Kväfve.	Järnoxid och lerjord.	Kalk.	Kalk, utlöst med 2-procentig ättiksyra.	Magnesia.	Kali.	Fosforsyra.	Svafvelsyra.	Procent af *kolsyrad kalk* beräknad ur kol. 5.	Mekanisk analys. Grus.	Grof sand.	Sand.	Fin sand.	Lerartade partiklar.	Summa.
		Procent.										Procent.					
I	matjord, 800—900 *m* SSV om Råbäcks järnvägsstation, Råbäck	12.87	0.42	2.55	2.58	1.85	—	0.11	0.24	0.07	**3.30**	11.5	11.9	12.0	41.9	22.7	**100.0**
	alf, samma ställe	10.59	0.33	2.87	1.07	0.97	0.03	0.02	0.20	spår	**1.73**	12.1	12.2	10.6	42.6	25.5	**100.0**
II	matjord, 600 *m* N om Hjelmsäter	11.58	0.44	2.52	0.99	0.83	—	0.15	0.08	0.08	**1.48**	7.3	5.0	4.1	43.7	39.9	**100.0**
	alf, samma ställe	6.93	0.16	2.28	0.49	0.28	—	0.11	0.05	0.16	**0.50**	3.8	3.5	1.9	37.5	53.3	**100.0**
	alf (skiffer), [1]) samma ställe	15.52	0.25	11.17	0.51	0.52	0.02	0.14	0.11	0.24	**0.93**	—	—	—	—	—	—
III	matjord, 400—500 *m* SV om Blomberg	9.09	0.28	3.73	2.41	0.99	—	0.20	0.62	0.07	**1.77**	4.9	5.7	8.2	43.2	38.0	**100.0**
	alf, samma ställe	7.85	0.22	4.90	1.25	0.74	0.04	0.02	0.26	0.0	**1.32**	5.3	5.9	6.3	44.0	38.5	**100.0**
	alf (skiffer), samma ställe [2])	7.22	0.15	5.75	11.50	11.44	0.07	0.02	0.15	0.0	**20.43**	29.1	18.1	9.2	28.9	14.7	**100.0**

Äfven inom den *kambriska sandstenens* område äger vittringsjorden rätt stor utbredning. Hithörande trakter uppträda mest såsom smala bälten utanför alunskiffern, särskildt inom Kinnekulles västra del. Den af sandstenen bildade vittringsjorden synes i allmänhet äga ringa mäktighet, men det oaktadt ägnar den sig för såväl odling som skogsskötsel. (Jämf. afdeln. I, fig. 5, sid. 11.) NV om Hellekis t. ex. har man ett tämligen djupt myllager på den vittrade sandstenen, och här äger skogen en kraftig växt. Närmare stranden är sandstensområdet vanligen tallbärande, ställvis med inblandning af björk och i själfva strandbältet är al förhärskande. Längre inåt blifva löfträden vanligare, och tallen ersättes inom en del trakter af gran. Analys af sandstenens vittringsjord Ö om Gösäter gaf följande resultat: kolsyrad kalk 2.19, kolsyrad magnesia 0.61, fosforsyra 0,095 procent, denna senare halt väl liten för växternas behof.

Såsom af den föregående framställningen framgår, äro betydande trakter af kartområdet utmärkta för stor bördighet, ja en del områden torde t. o. m. kunna räknas bland de bördigaste inom länet. Jorden är i allmänhet väl skött, synnerligast å de större egendomarne. Jordbruket är också hufvudnäringen, naturligtvis i intim förening med

[1]) Profvet behandladt i värme med stark saltsyra.

[2]) I profvet funnos talrika små bitar af kalksten.

ladugårdsskötsel och mejerihandtering. Trädgårdskötseln har likaledes nått en hög utveckling, och herrgårdarne hafva i detta liksom i många andra afseenden gått i spetsen.

Källor.

Kinnekulle är, såsom man a priori kunnat vänta, ganska rikt på goda källor, bland hvilka följande äro särskildt förtjänta af att framhållas:

S:a sluttningen af Högkullen, en ur öfre graptolitskiffern framspringande rik och god källa. Temp. d. $18^{12}/_{7}99$ + 7° C;

Ö och SO om Högkullen, 3 stycken nära foten af chasmopskalkens sluttning. Temperaturen hos den mellersta var den 27 juli 1897 + 7° C.

Vid Kullatorp, NV:a sidan af Högkullen, svagt men konstant flödande, god källa. Temp. d. $18^{13}/_{7}99$ + 7° C.

»Mörkeklef», den bekanta källan i klefven OSO om Råbäck. Temp. d. $18^{17}/_{8}97$ + 6° C.

V om Väsäter, i klefven 2 källor. Temp. d. $18^{29}/_{7}97$ + 9° C.

Ö om Medelplana kyrka, vid afvägen åt Högkullen. Temp. d. $18^{28}/_{7}97$ + 10° C.

Mellan Klefva och Husaby kyrkor, i sandstensklefven SO om landsvägen. Temp. d. $18^{6}/_{8}97$ + 12° C.

Sigfrids bekanta källa, i sandstensklefven litet NO om Husaby kyrka. Temp. d. $18^{10}/_{8}97$ + 14° C.

BERGGRUNDSKARTA ÖFVER KINNEKULLE

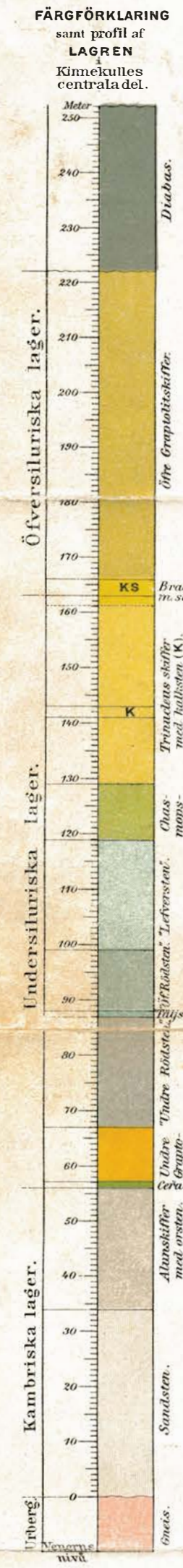
upprättad af

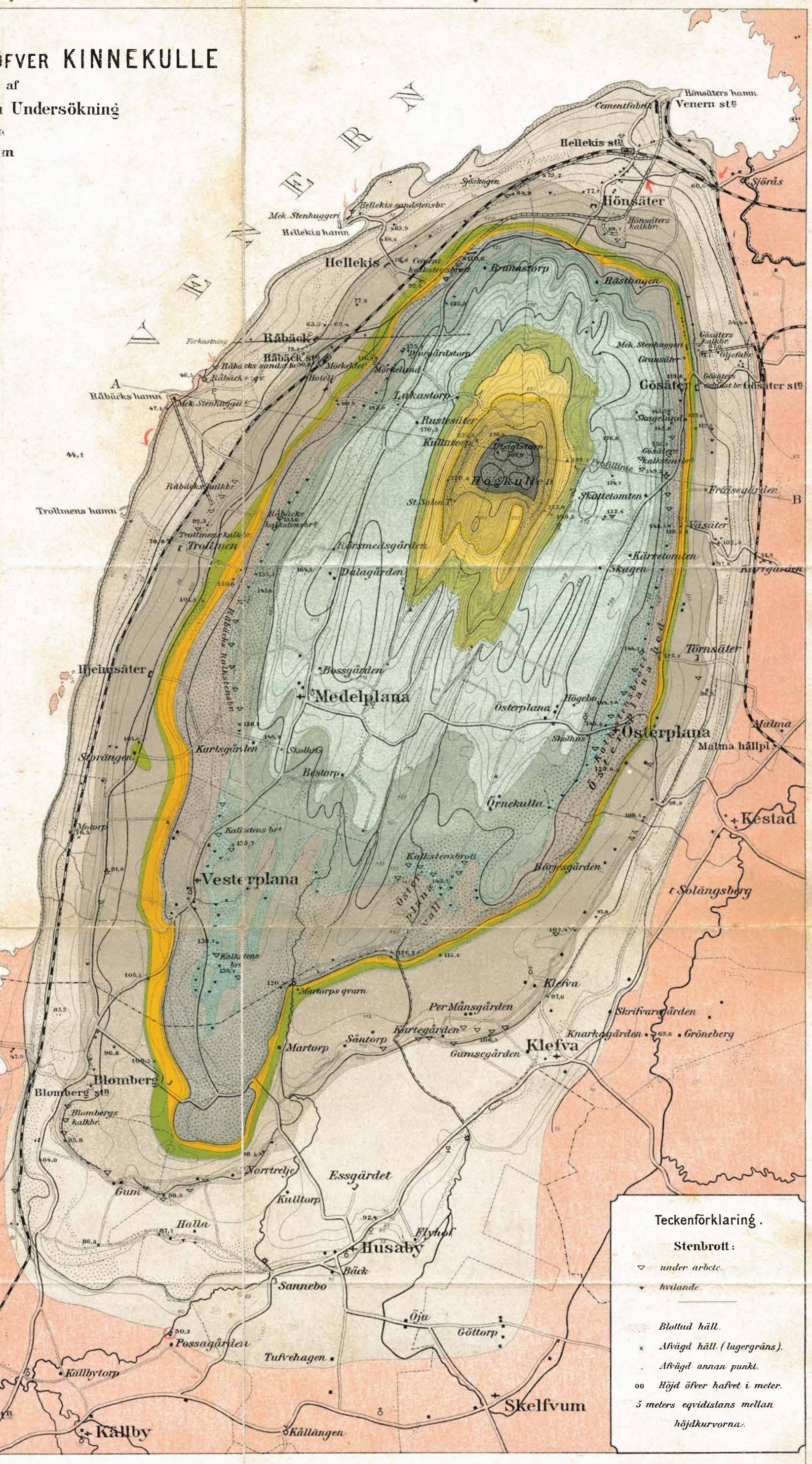
Sveriges Geologiska Undersökning

genom

G. Holm

1896




VENERN
N.
S.
A
B
Hönsäters hamn
Venern stn
Cementfabr.
Hellekis stn
Sjöås
Hönsäter
Hönsäters kalkbr.
Söskogen
Hellekis sandstensbr.
Mek. Stenhuggeri
Hellekis hamn
Hellekis
Brunastorp
Hästhagen
Förkastning
Råbäck
Råbäck stn
Råbäcks sandst. br.
Mörkedal
Mörkelund
Hotell
Råbäcks hamn
Mek. Stenhuggeri
Mek. Stenhuggeri
Gransäter
Gösäters kalkbr.
Oljefabr.
Gösäters sandst. br.
Gösäter
Gösäter stn
Skogslund
Lukastorp
Rustesäter
Kullstorp
Högkullen
Gösäters kalkstensbr.
Frälsegården
Skattetomten
St. Solen
Råbäcks kalkbr.
Trollmens hamn
Trollmens kalkbr.
Trollmen
Råbäcks kalkstensbr.
Försmedsgården
Dalagården
Väsäter
Kärretomten
Skagen
Kvarngården
Tornsäter
Ijelmsäter
Bossgården
Medelplana
Östergötlands-Dalsland
Östra Kattarp-Medelplana Järnv.
Östra Kattarp-Medelplana Järnv.
Östra Kattarp-Medelplana Järnv.

Kvartärgeologisk karta (jordartskarta)

öfver

KINNEKULLE

upprättad af

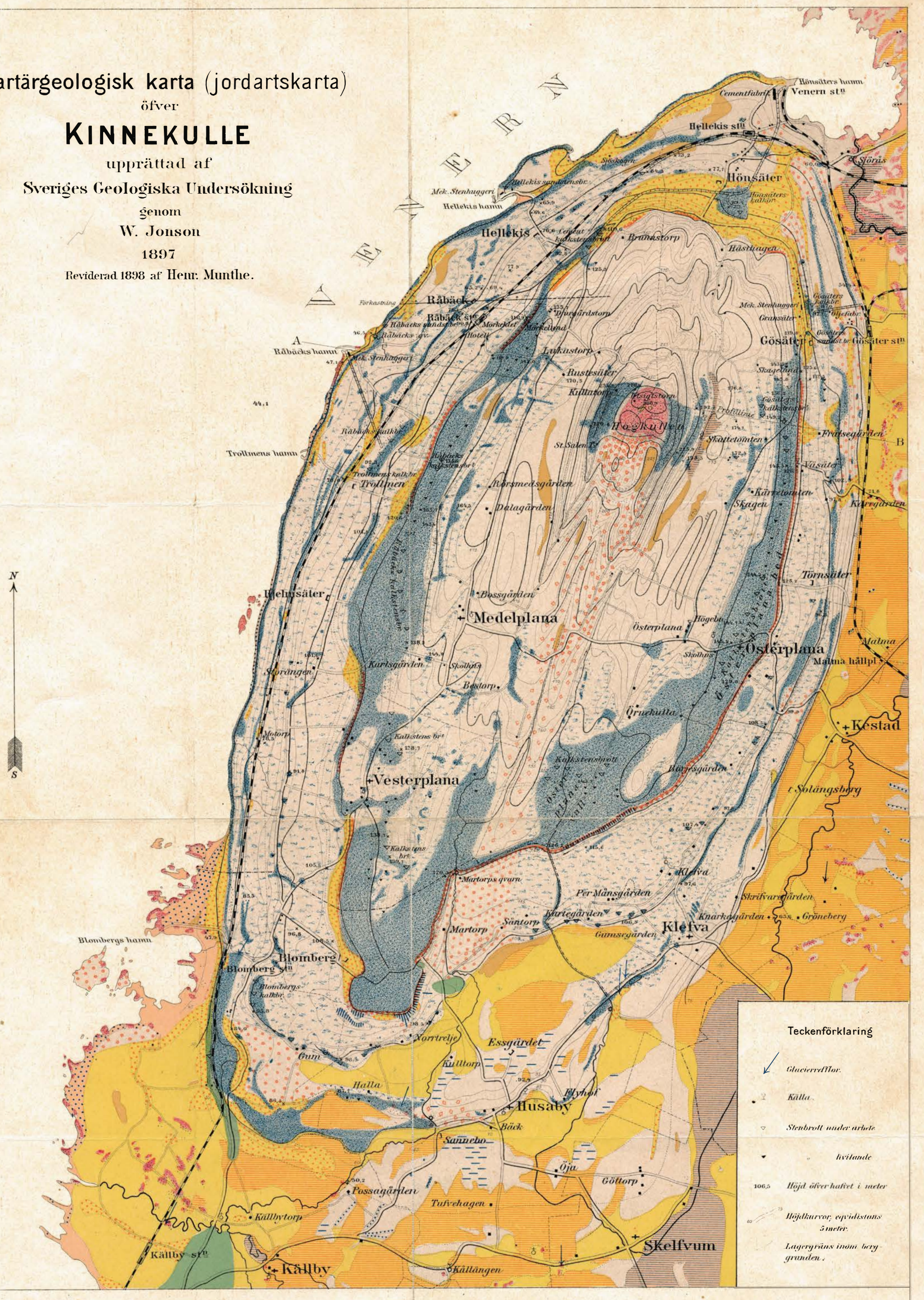
Sveriges Geologiska Undersökning

genom

W. Jonson

1897

Reviderad 1898 af Henr. Munthe.


Hönsäters hamn
Venern st.n
Cementfabrik
Hellekis st.n
Störås
Hönsäter
Hellekis
Brunastorp
Råbäck
Råbäck st.n
Gösäter
Gösäter st.n
Lukustorp
Rustesäter
Kullatorp
Högkullen
Trollmens hamn
Trollmen
Rörsmedsgården
Dalagården
Medelplana
Östergötlands läns gränsen
Östergötlands gränsen
Östergötlands gränsen
Östergötlands