

TRILO- BITERNA I NÄRKE

Anders Anderberg Jan Johansson



TRILOBITERNA I NÄRKE

TRILOBITERNA I NÄRKE

Anders Anderberg
Jan Johansson

KAMBRIA - ÖREBRO

© Anders Anderberg, Kambria, Örebro

Foto:

Anders Anderberg, Kalle Anderberg och Jan Johansson

Tryck:

Ludvig Larsson Tryckeri AB - Örebro 1981

ISBN 91-7260-541-3

INNEHÅLL

Förord	11
I Bergens uppkomst	15
II Bergens ålder	27
III Landskapets utformning	31
IV Allmän historisk geologi i mellan-Sverige	37
V Kontinentaldriften	47
VI Allmän paleontologi. Trilobiternas systematiska position och deras anatomi	53
VII Trilobiterna i Närke, trilobitlista och utvalda exempel på några intressanta arter	76
VIII Exempel på tillämpad historisk geologi rörande trilobiterna i Närke	128
a. Något om de gamla välbevarade lerskifferlagren i Kvarntorpsområdet	129
b. Om den historiskt geologiska bakgrunden till Närkes uranskiffer	136
c. Skalömsningen hos den överkambriska trilobiten <i>Olenus truncatus</i>	154
d. Expansuskalken vid Yxhult	156
e. Om ett samband mellan "utvecklingen" av Megistaspidellas huvudsköld och cephalopodernas tillväxt i undre ordovicium	160
IX Teknik och preparering	168
X Rapportlista (Jan Johansson)	171

FÖRORD

Att skriva en bok om "Trilobiterna i Närke" kan för den oin-vigde te sig något märkligt. Man kan fråga sig varför just trilo-biter och varför just Närke. Trilobiter förekommer förstenade över hela världen och i Sverige på flera andra platser än i Närke. Med lätt överdrift kan man dock säga att Närke har några av världens bästa fyndplatser för trilobiter.

Det har faktiskt skrivits oerhört mycket om trilobiter, men populärvetenskapliga skrifter är tunnsådda. Vi är båda fascine-rade av fossil och vill gärna dela med oss av den glädje och sti-mulans som vi erfarit i vår kontakt med Närkes trilobitfauna.

Sverige har stora orörda naturområden och vi omges ännu en tid av naturparker som vi inte alltid förstår att värdesätta och vårda. Trilobiterna i Närkes sedimentära berggrund är en fasci-nerande djurpark av utdöda djur. Kalkstenarna berättar om fau-nan i havet för mer än 500 miljoner år sedan. Kontinenternas lägeförhållande var helt annorlunda vid denna tid, de klimato-logiska och atmosfäriska förutsättningarna var också annorlunda.

Vår orörda natur är en ovärderlig, underskattad tillgång för nutidsmänniskan, en tillflyktsort för rekreation och stimulans. Det kan vara upp till var och en om man vill vistas i naturen som fotograf, bärplockare, ornitolog eller flanör. En och annan kanske vill studera stenarna för att se om de kan lämna några informationer.

Under arbetets gång har vi tillfrågats hur man kan intressera sig för något så dött som sten när det finns så mycket underbart levande i naturen som exempelvis växter och fåglar. Förklaringen varför en del intresserar sig för växter och djur och andra för frimärken eller stenar är en fråga som den psykologiskt intres-serade får försöka lämna svar på. Vi erkänner att vi är fasci-nerade av fossil i allmänhet och kanske särskilt av trilobiter. Lyckan för paleontologen kan vara när stenen efter ett välrik-tat hammarslag klyver sig och en fullständig välbevarad trilobit i stor skönhet avtecknar sig i stenen. Tidsavståndet till det en

gång levande djuret är svårgestaltat, nästan oändligt men för också tanken till tidens mycket snabba flykt.

Vår bok består i princip av två delar. Första delen behandlar de geologiska förutsättningarna och redogör för hur man försöker få information ur bergarterna. Den andra delen behandlar trilobiterna, deras anatomi, systematik och position i det zoologiska systemet. En del av Närkes trilobiter förekommer avfotograferade och diskuteras mer ingående.

Här är också platsen att rikta ett tack till Ytongbolaget för välvilligt samarbete. Ett särskilt tack också till Sven Janheden som bidragit med värdefulla synpunkter. Viola Israelssons hjälpsamhet med bl a renskrivningen har varit ovärderlig.

Den ene av oss (Jan Johansson) är den i ämnet mest initierade, merparten av de fakta som meddelas, utgör hans bidrag.

Örebro den 20.7.1980

Anders Anderberg

Allmän historisk geologi

Den historiska geologien har till uppgift att från bergarter som bildats för miljontals år sedan söka utläsa vad där står skrivet med naturens eget alfabet. För detta måste man känna till hur de olika bergarterna bildas för att lättare kunna förstå de förhållanden som givit upphov till dem. Vidare måste man kunna bestämma åldern på de bergarter man arbetar med.

I. BERGENS UPPKOMST

Berg bildas på två olika sätt. Antingen uppkommer de genom att material från jordens innandöme tränger upp på eller i jord-skorpan eller genom att sediment som har avsatts på havs- eller sjöbotten torkat och hårdnat. Det är framför allt de senare bergarterna som är viktiga för den historiska geologien. Det är från dessa man kan få fram uppgifter hur haven har legat, om kontinenternas förskjutningar, hur växter och djur har sett ut vid de många och långa tidsperioder som funnits.

I schemat sid. 26 visas hur de olika bergarterna uppkommer och även hur de kan omvandlas och därmed förstöra den information som de burit med sig. För den historiska geologien är därför omvandlade bergarter av mindre värde, medan de för mineralsamlare kan vara av stort intresse genom att många nya mineraler kan ha bildats.

1. De sedimentära bergarterna

Till de sedimentära bergarterna (se sid. 26) räknas sandsten, skiffer och kalksten. Sandsten bildas av sand som i sin tur uppkommer genom att större eller mindre block från berggrunden nöter mot varandra i strandzonen eller genom nedbrytning av redan befintliga sandstenar. Sandsten förekommer i olika former och färger.

Sandsten består huvudsakligen av korn från de båda mineralerna kvarts och fältspat och genom att studera kornens inbördes förhållande och utseende kan man skapa sig en ungefärlig uppfattning om sandstenens bildningssätt. Fältspaten vittrar nämligen relativt fort ned till lera medan kvartsen bevaras i millimeterstora korn. En sandsten med stora kantiga fältspatbitar kallas en arkos. Fynd av sådana bergarter anger att bergsbranter funnits i närheten av havet eller sjön där sandstenen bildats. En ren kvartssandsten däremot med väl nötta och rundade kvarts-korn anger ett flackt område där vågorna haft god tid att bryta ned vittringsprodukterna.

I den 800 miljoner år gamla Visingsöformationen vars sediment förutom sandsten också innehåller skiffrar och kalkstenar finns många olika former av arkoser. Sedimenten har bevarats utan någon som helst omvandling och påträffas längs Vättersänkan och på några fyndorter vid sjöarna Skagern och Möckeln norr om Vättern.

Mycket ren kvartssandsten representeras av den 560 miljoner år gamla välbevarade underkambriska lingulidsandstenen som p g a sin renhet bryts vid Kvarntorp i Närke för tillverkning av fasadtegel. S.k. siltsten är en annan mer kalkhaltig sandstensvariant. Dessa siltstenar är väl lämpade att avgjuta havsbottnarna. Kalk-sandblandningen verkar som betong och kan på några dagar stelna och på så sätt bevara vackra avtryck av även mjuka organismer eller spår av djur som funnits på botten.

I de allra äldsta kambriska lagren i mellan-Sverige har denna fossiliseringsmetod avgjutit många mjuka organismer ur den s.k. primordialfaunan.

En sandstensliknande bergart bildas också när morän stelnar. Morän är en blandning av olika stora kantiga bergarter som bildats när inlandsisar nött mot berggrunden. När blandningen hårdnar får man bergarten tillit. I Skandinavien har vi tillit från den eokambriska istiden för 600 miljoner år sedan, då vår kontinent låg nära sydpolen. Vi själva tillsammans med våra tegelstenar och andra hårda produkter kommer en gång att ligga i ett

sådant berglager när havet tränger in över Skandinavien och avsätter nya lager.

En mängd andra sandstensvarianter förekommer och Närke är väl gynnat med många märkliga sandstenar från den underkambrika perioden. Ett exempel är en bl a i Hallsbergstrakten förekommande sandsten som är lättvittrad till ett löst, brunt snusliknande pulver. Sandstenen innehåller maganoxid som också idag bildas på havsbottnarna.

Sandstenens förmåga att fossilisera växter och djur varierar mycket beroende dels på sandstenens kalk- och lerhalt, dels på genomsläppligheten för vatten som löser upp skal och liknande. Att sandstenar kan bevara fossil visar vackra växtfossil i den s.k. Hörsandstenen i Skåne.

Böljeslagsmärken i sandstenar har bildats genom att två vågrörelser med motsatta eller i alla fall nära motsatta riktningar uppkommit varvid en stående våg skapats som fördelat sanden i mönster. Invid stränder där man alltid har två vågrörelser mot varandra bildas därför dessa mönster allmänt. Även på djupare vatten kan böljeslagsmärken bildas, men de får där en större våglängd.

Vid Vintrosa i Närke och vid Kinnekulle finns böljeslagsmärken i sandsten med nära en meter mellan kammarna. Vanligast är dock böljeslag av decimetervåglängd. Förutom vågmärken som bildats av vattenströmmarna under vattnet finns också vågmärken som bildats av vindarna på landytorna intill stränderna. Dessa strukturer kan likna böljeslagsmärken men oftast har de ett mer "knottrigt" utseende. De kallas eoliska vågmärken och påträffas framför allt i de snabbstelnande siltstenarna på flera nivåer i de under- och mellankambrika lagren i mellan-Sverige.

En tredje vanlig bildning är de s.k. torksprickorna som bildats när leriga sandstenar utgjort landytor intill stränder och exponerats för atmosfären. Ett karakteristiskt spricksystem med femkantiga polygoner bildas där solstrålningen torkar ut lagren på samma sätt som idag kan observeras på leriga fält. Spricksystemen fylls senare ut med annat material.

Regndroppsmärken förekommer också, är vanliga i yngre la-

ger exempelvis i Skåne. Dessa märken har inte konstaterats i de kambriska lagren. En mängd andra strukturer har också iakttagits, många med okänd uppkomstmekanism.

Sandstenarnas färg ger också information. Röda sandstenar bildas idag i torra ökenområden där järnet i sandstenen oxiderats till hämatit, som ger den röda färgen.

Den 1200 miljoner år gamla jotniska sandstenen har troligen bildats vid detta klimat. Sandstenar avsätts mycket fort jämfört med skiffer och kalkstenar. Avsättningshastigheten beror på graden av strömmar och sandtillgången. Ofta bildas stora bankar som kan vara allt ifrån 10 meter till en kilometer i diameter. En 10 meter mäktig sandsten utan andra sediment representerar således geologiskt en mycket kort tid och kan nästan ses som en momentan händelse jämfört med avsättningen av en kalklagersekvens av samma mäktighet.

Skiffer

Den andra gruppen av vanliga sedimentära bergarter är de s.k. skiffrarna som bildas när leror av olika slag torkar och hårdnar under tryck. Lera består av ett mycket finkornigt material som transporterats till hav och sjöar från olika tillflöden. Det finkorniga materialet utgöres framför allt av silikater, företrädesvis glimmermineral. Det finkorniga materialet svävar längre i vattnet än det grovkorniga och förs på så sätt längre ut till sänkor eller liknande. Detta är en allmän regel men undantag finns. Lera lägger sig också ofta intill stränderna i grunda havsbassänger.

Beroende på halten av kalk och sand skiljer man mellan kalkiga och sandiga skiffrar. Alla mellanformer från den sandigaste skiffern via ren skiffer till mycket kalkig skiffer finns. Även angående förhårdningsgraden (litifieringen) finns olika former från lera som ännu inte hårdnat till den allra tätaste nästan flintliknande skiffern.

Historiskt geologiskt är skiffrarna liksom kalk- och sandstenarna mycket viktiga då dessa lager extremt väl kunnat bevara

djur och växter. Mjukdelar av djur kan exempelvis bevaras som en kol- eller pyritinna i skiffrar trots att 500 miljoner år förflutit sedan leran avsattes.

Bäst bevaras fossilen i rena finkorniga leror då dessa blir helt vattentäta, men även kalkiga leror har mycket goda fossiliserings-egenskaper.

En skiffer som trots hög ålder inte hårdnat speciellt mycket är den s.k. ölandicusskiffern som finns väl framme i Närke. De blågröna leror som gav upphov till denna skiffer avsattes för 540 miljoner år sedan. På några nivåer finns lager som ännu inte hårdnat. Dessa lager som är centimetertjocka utgöres av en plastisk massa ungefär som modellera. Som jämförelse kan nämnas att den 10.000 år gamla ishavsleran från Yoldiahavet som också avsattes i mellan-Sverige, på vissa ställen är lika hård som ölandicusskiffern. Fossilen i ölandicusskiffern är välbevarade. Man har i denna lera funnit flera av världens äldsta kända djur.

En mera normalt hård skiffer är den s.k. alunskiffern, aktuell p g a sin uran- och oljehalt. Denna skiffer har avsatts i ett dåligt syresatt hav, varför djur och växters mjukdelar inte oxiderats utan under dessa "sura" förhållanden omvandlats till olja (eller kerogen som den motsvarande fasta produkten kallas).

Fossilen har i alunskiffern oftast förstörts av de organiska humussyrorna. I mikroskopet ser man hur det svarta organiska materialet sammankittar lerkornen och ger alunskiffern dess svarta färg.

Sandiga lerskiffrar förekommer talrikt. Ett exempel är de 400 miljoner år gamla siluriska skiffrarna vid Kinnekulle. Dessa skiffrar bevarar dock inte fossilen lika väl som rena skiffrar. Torksprickor och böljeslag kan iakttas.

Ett annat exempel är de övre tretaspisskiffrarna vid södra Billingen som avsattes på uppskattningsvis 100 meters djup. Trilobiter har här bevarats i den position som de dött i. Hela trilobiter är vanliga i dessa lager. Ytterskalen har däremot inte bevarats speciellt väl p g a skifferns sandhalt.

Även kalkiga skiffrar förekommer relativt allmänt, s.k. märengellager med nivåer av ren kalk eller kalknoder. Dalmanitina-

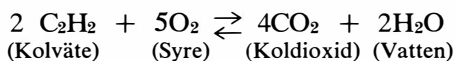
lagren i understa silur i Öster- och Västergötland är exempel på sådana märellager.

I de siluriska lagren på Gotland finns märellager mellan kalkreven. Dessa lager har avsatts på relativt grunt vatten intill kalkrika strandområden, exempelvis runt "korallrev" eller andra kalkrika områden. Här har fossilen bevarats mycket väl.

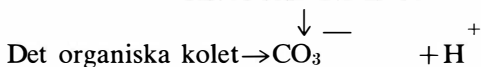
Sedimentationshastigheten för leror varierar mycket och beror på mängden material från landområdet. Långsammast avsätts rena leror eller kalkiga sådana i grunda flacka havsbassänger. I extremfall kan en meter sediment här motsvara en tid av en miljon år. Snabbast bildas sandiga skiffrar som avsätts i djupgravar eller sänkor speciellt intill bergsområden. Där kan en miljon år ge upphov till över 100 meter skiffer.

Kalkstenar

Den tredje huvudgruppen av sedimentära bergarter är kalkstenarna som också förekommer i en mängd former. Kalksten är kemiskt kalciumkarbonat (CaCO_3) och kan bildas direkt då organismernas kalkskal sedimenterar. Vanligast är dock att mjukdelarna (kolhydraterna) av växter och djur oxideras av syret i havet till karbonat vilket sedan fälls med kalcium, någon gång med magnesium. En kalksten består därför mikroskopiskt av skal och liknande från djur sammankittade av den finkornigt fällda kalciumkarbonaten.



dissocierar delvis till



Carbonatjon

↓
Fälls sedan med Ca^+ (från lermineral eller kalkhaltiga organismer) till CaCO_3 som är en i vatten olöslig produkt, fälls därför som sediment.

I mycket gamla kalkstenar där djur med kalkskal eller kalkskelett ännu inte finns består stenen helt av finkornig fälld kalk. Karbonaten (kolsyran) har kommit från alger och bakterier. Ett undantag är dock de s.k. stromatoliterna, som var alger som kunde avsöndra kalkstrukturer.

Även hos kalkstenar finns olika former från mycket leriga eller sandiga sådana till kemiskt nära ren kalksten. Hårdhetsgraden varierar också beroende på hur förhårdnandet har gått till. Då kalkstensbildningen fordrar syre, bildas som regel kalksten i grunda hav eller längs stranden av djupa hav. I enstaka fall kan kalksten bildas på djup mer än 100 meter vilket dock är mindre vanligt. Syrehalten har i dessa fall av olika anledningar (ex. strömmar) ändå varit tillräcklig. Dessutom fordras att vattnet inte är för kallt då kalciumkarbonat fälls lättare i varmt vatten. (Motsatsen till de vanliga kemiska fällningsreglerna). Kalksedi-
menten bildas därför huvudsakligen i de varmare havsområdena på Jorden.

När det gäller den skandinaviska plattan som drivit från trakten kring sydpolen mot nordpolen (se avsnitten om kontinentaldrift) så avsattes den helt dominerande kalkmängden när denna kontinent var i nivå med ekvatorn under ordovicium — silur. Kalkbildningen i underkambrium och i nutid har varit mycket obetydlig. En vertikal profil genom ett havsbäcken som avsatts på dessa latituder har därför skiffer inom de djupare områdena där kolet från organismerna ännu inte oxiderats och kalk i de grundare delarna, se fig. sid. 22.

Kalkens fossiliseringsförmåga är välkänd. En enorm mängd fossil finns ofta i kalklagren. Sedimentationsförloppet är helt annorlunda jämfört med lera och sand. Kalksten avsätts således mycket långsamt och kan aldrig som lera snabbt täcka botten och på så vis bevara mindre stabila växter och djur. Den dominerande fossila faunan i kalkstenar utgöres därför av organismer som haft ett kraftigt skal eller andra hårda delar. Har sådana djurdelar dock en gång kommit ned i kalkslammet kan de bevaras förunderligt väl. Ett karakteristiskt exempel på detta är de trilobiter som levde under expansustiden för 480 miljoner år sedan

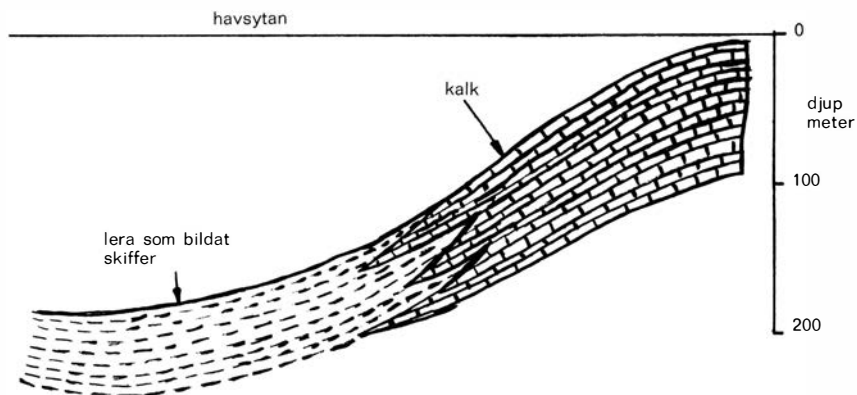


Bild visande normal fördelning av kalk och skiffer i en havsbassäng

och som påträffats mycket välbevarade i såväl Östergötland som Närke. Trilobiterna grävde ned sig i det mjuka kalkslammet och har påträffats i denna position. På deras bruna glänsande kitinskal kan man iakttaga mycket fina strukturer, fasettögonen kan studeras och även fästena för ögonhåren kan iakttagas.

Kalksten avsätts mycket långsamt, normalt c:a 0,5—2 meter per miljon år, men denna hastighet kan öka när s.k. kalkrev bildas. Flera exempel på fossila sådana finns i Skandinavien. Dessa rev bildas i varma trakter (kring ekvatorn $\pm$ c:a 200 mil) och kräver för sin uppkomst god samverkan (symbios) mellan alger och djur. Syreproducerande alger växer direkt på eller i de kalkavsöndrande djuren varvid en snabb omsättning av organismer erhålles. Vid sådana tillfällen kan kalkfällningen gå snabbare än normalt. Dalarnas ordoviciska revkalkstenar har avsatts med hastigheter upp till c:a 4—5 meter per miljon år. Dessa kalkområden bildar därför med tiden upphöjningar jämfört med kringliggande områden.

Storleken av sådana rev kan variera mycket. Dalarnas överordoviciska rev, till antalet ett 20-tal, är c:a 100—1000 meter i diameter och 10—100 meter höga. Kalken i reven skiljer sig

mycket från den normalt fällda kalken. Reven uppbyggs av mäktiga kalklager som avsattes av många olika typer av alger och delvis även av djur. Laminerade kalkalgs-lager, som avsattes mycket rytmiskt, växellager med andra alglager som avsondrat kalk som formlösa klumpar eller som greniga tjocka trådar. Djur såsom stromatoporoideer, koraller och crinoideer har bidragit till kalkbildningen, dock ej i samma utsträckning som kalkalgerna. Detaljerna kring det hela är fortfarande inte klarlagda och mycket forskning återstår innan man kan förklara hur dessa rev uppkommit.

Som exempel på mer normal kalksten kan nämnas den underordoviciska limbatakalkstenen som bryts på många platser i mellansverige. Den är uppbyggd av 5—10 cm tjocka kalkbankar som växellagrar med tunna lerlager, en följd av att havsdjupet varierat, (kalk bildas i grundare hav och lera lägger sig längre ut). Oftast växellagrar kalkbakarna rytmiskt med de tunna lerlagren vilket beror på att havet oscillerat fram och tillbaka periodiskt.

Kalkstenarnas olika färg beror mestadels på närvaron av järnföreningar. I den röda kalkstenen har järnet oxiderats till hämatit.

Som exempel på en dåligt förhårdnad kalksten kan nämnas den kretaceiska skalgruskalken i Kristianstadstrakten som närmast ramlar sönder när man tar i den.

Exempel på kalkstenar är många och de finns från alla tider. De äldsta i mellan-Sverige är nära två miljarder år gamla men kan trots detta vara mycket välbevarade. De yngsta kalkstenarna avsätts idag som kalktuff i bäckar i kalkrika områden.

Andra sedimentära bergarter

Förutom de nu genomgångna tre huvudtyperna av sediment finns flera andra mer underordnade grupper vilka dock kan lämna viktiga informationer.

a. Konglomerater.

Dessa bildas när havet tränger in över ett område och vågorna

bryter upp underlaget och rullar stenstyckena runda i strandzonen för att sedan baka in dem i de sediment som avsätts.

Beroende på underlaget och vilken typ av sediment det nya havet avsätter får man olika konglomerater. Massan som binder samman de välrullade bollarna kallas matris. Rikliga exempel förekommer i mellan-Sverige där hav ofta växlat med landperioder. Vackra konglomerater har vi i de understa kambriska sandstenslagren där bollar från urberget bakats in i sandstensmatrisen. Bollarna består huvudsakligen av kvarts från pegmatiter och liknande, det enda mineral som motstått den långa landperiodtiden före det kambriska havets transgression (transgression = havets inträngande över ett landområde).

Konglomerater finns också i mellan- och överkambrium där kalk från underlaget brutits upp och bakats in i nya kalksedimenter ofta tillsammans med skal av djur som fragmenterats av vågorna. I stort sett kan man säga att konglomerater nästan alltid bildats när man haft en landperiod. Undantag finns dock. Ett märkligt exempel på detta är den ringa konglomeratbildningen som förekommit vid framträngandet av det ordoviciska havet efter landperioden mellan de kambriska och ordoviciska tidsperioderna.

b. Breccior.

Denna bergart bildas när sprickor, glidningar eller andra kraftiga störningar i lagren uppstår, exempelvis förkastningssprickor. Från de topografiskt högre liggande lagren ramlar kantiga bitar ned och fyller ut sprickor och andra bildade ojämnheter vilka sedan bakas in i nya sedimenter. Breccior är vanliga i mellan-Sverige.

Ett annat exempel på en breccia är de s.k. agglomeraterna vilka bildas intill vulkanområden där jordstötarna skakat sönder bergen varvid kraftiga sprickbildningar kors och tvärs bildats. Läkningen sker i detta fall med lavor eller askor. Agglomerater finns således rikligt i de allra äldsta mellansvenska bergen vilka bildades under en vulkanisk period för två miljarder år sedan.

c) En tredje typ av sediment är olika former av mineralrika lager. De flesta järmalmslagren i mellan-Sverige vilka en gång av-sattes som järnhydroxid på havsbottenarna är exempel på sådana lager.

I de understa mellankambriska lagren i Närke finns fosfat-lager där mineralen fosforit och glaukonit bildar metertjocka la-ger över mycket stora områden. Även svavelkis kan i enstaka fall bilda lager. Vanligast förekommer detta mineral i små klum-par eller bollar i de normala lagren.

Andra exempel som inte är representerade i Sverige är de salt-lager som bildas när s.k. havsarmar indunstar efter det att de avsnörts. Kollager som bildas när sumpskogar och mossor över-täcks med sand och lera är ett liknande exempel. Ytterligare exempel är de kiselrika lager som fälls ut genom kiselalger och ger upphov till flinta. I de översta kambriska lagren i Väster-götland och Närke har kiselalger bildat kalcedon och flinta i strandzonen vid havets regression.

2. De eruptiva bergarterna

Dessa bergarter är mindre värdefulla för den historiskt geolo-giska forskningen. Endast i undantagsfall kan de berätta om an-nat än vulkanisk verksamhet. Lavar och aska från vulkaner kan dock täcka organiskt material och på så vis fossilisera dem. Ett nutida exempel är det asklager från vulkanen Vesuvius som be-gravde staden Pompeji vid Vesuvius utbrott år 79 e.Kr.

Vanliga vulkaniska bergarter är diabas, basalt och porfyr. De är samtliga ytbergarter som stelnat relativt fort vilket till en del förklarar deras finkornighet. Exempel på en vulkanisk ytbergart har vi i de s.k. hälleflintorna i Bergslagen. De påminner om nu-tida vulkaniskt glas.

Diabas finns ovan de sedimentära lagren i Västergötland och i Oslo-området täcks lagren av porfyr. Diabasen i Västergötland har dock utgjutits i de siluriska skifferlagren, några spår av fossi-liserade trädstammar har inte påträffats. I Bergslagen i trakten av Hällefors finns lava med gasblåsor.

Till de på djupet stelnade eruptiva bergarterna hör granit och gabbro vilka praktiskt taget inte alls lämnar någon historisk geologisk information. Graniten är en sur bergart rik på kvarts (bildat av kisel syra) och gabbro är basisk.

3. Omvandlingen av bergarterna

Till nackdel för den historiska geologien men till fördel för den mineralsamlade geologen är den omvandling som de primärt bildade bergslagen utsätts för. Exempel på sådana förändringar är sandstenarnas omvandling till kvartsit och skiffernas övergång till glimmerskiffer. Kalkstenarnas metamorfos till dolomit är också ett exempel på detta.

Dessa omvandlingar kommer till stånd när lagren kommer för långt ned varvid trycket och temperaturen ökar. Kemiska utbytesprocesser och omkristalliseringar uppstår. Slutprodukten är den s.k. gnejsen i vilken praktiskt taget inget återstår av de primära strukturerna.

Även bergveckning i ytan p g a tryck i horisontell led kan omvandla bergarterna. Exempel på detta har vi i vår fjällkedja där stora delar av de kambrosiluriska lagren omvandlats. Följden har blivit att sedimenten är betydligt omvandlade och ej lika välbevarade som motsvarande lager i mellan-Sverige.

Schema visande hur de vanligaste bergarterna uppkommer

Eruptiva eller magmatiska bergarter

Diabas, basalt och porfyr är ex. på finkorniga lavabergarter som stelnat på eller nära jordytan. Ju mer kisel syra (kvartshalt) desto mer trögflytande.

Granit och gabbro är grovkorniga magmabergarter som stelnat en bit ned i bergslagen.

Sedimentära bergarter

av sand bildas sandsten

av lera bildas skiffer

av växter och djur bildas kalksten

kvartsit

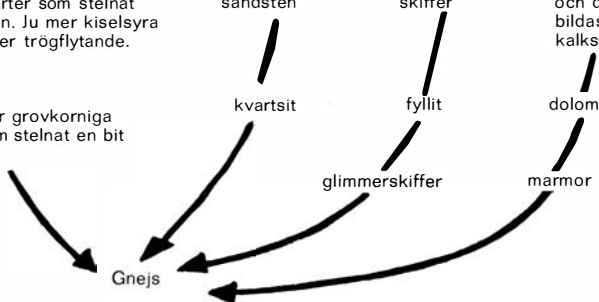
fyllit

dolomit

glimmerskiffer

marmor

Gnejs



II. BERGENS ÅLDER

Stratigrafi är ett viktigt begrepp inom den historiska geologien. William Smith (1769—1839) var den förste som tillämpade det faktum att fossilen i de sedimentära lagren tycks komma i en viss ordningsföljd. Detta är i själva verket grunden för stratigrafien och med hjälp av denna grundprincip (ledfossilprincipen) kan vi idag bestämma åldern på vilket lager som helst på jorden med en felmarginal på endast c:a en miljon år för de lager som ligger i intervallet 20—600 miljoner år. För de yngre lagren är precisionen ännu bättre medan vi för lager äldre än 600 miljoner år (prekambrium) har c:a 25—100 miljoner års felmarginaler. Svårigheterna att exakt datera de prekambriska lagren beror bl a på bristen av makrofossil. Sedan man övergått till att studera mikrofossiler (encelliga organismer av olika slag) har möjligheten att bygga upp en stratigrafi med bra upplösning ökat betydligt.

Hur kan då siffror som 600 miljoner år eller liknande överhuvudtaget övervägas då stratigrafien endast anger den relativa åldern på olika berglager?

Genom sönderfallsmätningar av radioaktiva mineraler har man erhållit dessa värden. Noggrannheten är dock bara c:a 10 %. De absolutvärden som erhålles genom sönderfallsmätningar av radioaktiva mineraler är något flytande medan det noggrannare stratigrafiska schemat kan sägas gunga med. Man har exempelvis bestämt åldern på överkambrium med hjälp av det uranhaltiga ämnet kolm och med Uran-Bly metoden och Uran-Helium metoden kommit fram till storleksordningen 525 ± 50 miljoner år.

Andra metoder som inte behöver så stora koncentrationer aktivt material har också utvecklats. Numera kan man bestämma åldern med hjälp av den långlivade isotopen Kalium 40 som finns i liten mängd i alla kaliumförande bergarter, bl a i lermineral. Den senare metoden kräver stor noggrannhet och tillgång till masspektrometer. Det är lättare att bestämma åldern på exempelvis mellan-Sveriges uranförande kolmineral i överkambrium. Man behöver bara kemiskt bestämma uran- och blyhalten. Allt

bly kommer i detta fall från uranet och med hjälp av sönderfallsformlerna kan tiden beräknas. Tidigare gjordes många försök att bestämma åldern på hela lagerserien genom att uppskatta mäktigheten av en normal lagerserie från exempelvis kambrium till nutid och sedan dividera med dagens kända medelsedimentationshastighet. Undersökningen blev dock mycket osäker. Medelsedimentationshastigheten är mycket svår att bestämma för en kort tidsrymd. Sedimenter förflyttas med strömmar och liknande och ger upphov till ökad avlagring i vissa områden och minskad i andra. Att från dessa mätningar fastställa den långsamma netto-sedimentationsökningen är svårt. På Jorden finns inte heller någon komplett lagerserie från kambrium till nutid beroende på att haven har flyttats fram och tillbaka (transgression och regression). Grand Canyon har en nära komplett lagerserie men även där saknas flera tidsperioder.

De värden man erhöll i slutet av 1800-talet var c:a en tiondel av de värden som man idag får med hjälp av de radioaktiva ämnena. Det största felet torde ha varit svårigheten att uppskatta sedimentationshastigheten. Sedimentationshastigheten var säkerligen också mycket lägre vid dessa tider beroende på att atmosfären var mindre aggressiv och gav upphov till mindre mängder vittringsprodukter.

En annan metod grundar sig på att Jorden-Månen utgör ett roterande system med en viss friktion. Såväl Månens rotation kring Jorden som Jordens egen rotation sker allt långsammare. De absoluta åldervärdena kan erhållas genom räkning av tillväxtlinjer på fossiler från organismer som växer proportionellt mot ljuset (koraller, kalkalger m fl), Antalet månader eller dagar per år när organismen levde kan beräknas. Med kännedom om friktionen i systemet kan en absolut bestämning av fossilets ålder göras.

De värden som erhålles med dessa metoder överensstämmer väsentligt med de värden som de radioaktiva metoderna ger. Den senare metoden är ganska ny och beräkningarna av friktionen kan vara vanskliga. Man har uppskattat årets längd under den kambriska epoken till c:a 420 dagar med c:a 16 månader.

Även om olika metoder ger något olika absolutvärden är dock det relativa schemat det viktigaste då det gäller att få ett noggrant historiskt förlopp för utvecklingen och händelserna på Jorden.

För att allt noggrannare kunna bestämma det relativa förloppet har en mängd olika stratigrafiska scheman utvecklats. Ett internationellt sådant föreligger för tidsperioderna från kambrium till nutid. För tider före kambrium finns ännu inget exakt schema. Förutom det internationella schemat finns olika lokala tids-scheman där den allra största upplösningen finns. På nästföljande sida finns det internationellt antagna stratigrafiska systemet avbildat och i kapitel VIII (a och d) finns scheman för Skandina-
viens kambriska och ordoviciska tidsperioder. Schemat på nästa sida har en subzonering som är anpassad till Europa. Vidare har medtagits ett schema där några händelser av intresse för Skandinavien inlagts.

Stratigrafiskt schema från kambrium till nutid

ERA	PERIOD	ETAGE, SERIE	miljoner år sedan
Kaenozoikum	Kvartär		3
	Tertiär ö u	pliocen miocen oligocen eocen paleocen	
Mesozoikum	Krita ö u	dan maastricht campan santon coniac turon cenoman alb neocom	60
	Jura ö m u	malm dogger lias	135
	Trias ö m u	keuper muschelkalk buntsandstein	200
Yngre Paleozoikum	Perm ö u	zechstein rotliegendes	225
	Karbon ö u	stephanien westfalen mamurien dinantien	280
	Devon ö m u	famennien frasnien givetien couvinien koblenzien gedinnien	345
Äldre Paleozoikum	Silur ö m u	ludlow wenlock landovery	400
	Ordovicium ö m u	ashgill caradoc llandeilo llarnvirn arenig tremadoc	440
	Kambrium ö m u	olenus paradoxides olenellus eokambrium	500
Prekambrium			600

III. LANDSKAPETS UTFORMNING

Nybildade bergarter utsätts för nedbrytande processer av olika slag. Denna nedbrytning går relativt snabbt och den helt dominerande delen av på jordytan bildade bergarter har också förstörts. Under särskilda betingelser kan de dock bevaras under lång tid. I mellan-Sverige finns rester av de kambro-siluriska lagren bevarade bakom och framför förkastningar i Närke och Östergötland och fläckvis under hårda lavalager i Västergötland. Dessa kambro-siluriska lager har en gång täckt hela mellan-Sverige som ett 300 meter mäktigt täcke. När man står på toppen av Kinnekulle kan man få en god förståelse av detta.

De nedbrytande faktorerna sammanfattas under benämningen erosion. Klimatologiska förhållanden (temperaturväxlingar, nederbörd, vindar m.m.) bryter sakta ned bergen och p g a gravitationen förs materialet från högre till lägre liggande områden. Följden blir en allmän utplaning och får erosionen verka under lång tid (100 miljoner år eller mer) kvarstår till slut ett i det närmaste plant landskap, ett s.k. peneplan. Närke, Västgöta- och Östgötaslätten är exempel på peneplan i mellan-Sverige.

Tiden före det kambriska havets inträngande över mellan-Sverige innebar en landperiod av uppskattningsvis 100 miljoner års längd. Under denna tid borteroderades nästan hela den s.k. Visingsöformationen, en c:a 500 meter mäktig formation som täckte hela mellan-Sverige. Den bevarades i Vättersprickan, en enorm förkastning som uppstod vid den här tidsperioden. Visingsöformationen finns idag huvudsakligen bevarad endast bakom den s.k. Vättersprickan.

Dessa s.k. peneplan är stora områden med enstaka kanske högst 20—30 meter höga hårda bergkullar. Peneplan är viktiga från historisk geologisk synpunkt. Teoretiskt kan man förbinda peneplan på olika topografiska nivåer och därigenom erhålla bättre förståelse för uppkommen bergveckning och landhöjning inom områdena. Exempel på sådana resonemang har vi i de peneplan som finns på båda sidor om Närke-slätten, se fig. sid. 32.

Allteftersom en sedimentär formation eroderas bort framträ-

der ett s.k. canyon-landskap som det finns vackra exempel på i Nord-Amerika (Grand Canyon med Coloradofloden i Montana). Floder har ätit sig ned i lagren och fört bort eroderat material. Efter långvarig erosion återstår endast öar av de tidigare mäktiga lagren. I områden där berget varit hårdare eller skyddats av hårda lager kan de kvarstå, exempelvis de av diabas i Västergötland skyddade kambro-siluriska bergen.

Hela mellan-Sverige har en gång sett ut som Colorado, men idag återstår inte mycket av det en gång fascinerande landskapet. De omfattande sista istiderna hyvlade bort de sedimentära lagren och täckte över kvarvarande rester med morän. Istäcket var tidvis kilometermäktigt och man kan förstå att mjuka sedimentära formationer inte hade stora möjligheter att klara sig undan denna massa som likt en stor plastisk lera bredde ut sig från centralområdet. Några canyondalar om än kraftigt utsuddade finns dock kvar, exempelvis dalarna mellan Halle- och Hunneberg och på Billingen. Garphyttedalen mellan Kilsbergen och Latorpsplatån är ett annat exempel. En prekvartär flod har en gång här haft sitt lopp.



När långa sprickor uppstår i berggrunden, vars uppkomst beror på geologiska processer långt ned i jordskorpan, uppkommer s.k. förkastningar som är vanliga företeelser i mellan-Sverige. De bildas när berglagren på ena sidan av en spricka sjunker ned eller höjs upp. Exempel på förkastningar är norra Bråviken, Vättern, Kilsbergen mot Närkesslätten, Hallsbergen, sprickan vid Tjällmo m.fl.

Dessa förkastningar utvecklades långsamt, dock kunde kraftiga jordstötter och vulkanisk verksamhet uppkomma när blocken glider mot varandra och när släppor uppstår. Nutida förkastningar i Kina har visat att stora block vid sådana processer kan förflyttas momentant flera meter. Direkta spår av förkastningar är glidrepor och rivningsbreccior.

Den vanligaste landskapsformningen sker dock genom veckning av lagren. När det horisontella trycket på en lagerserie blir för stor börjar lagren veckas vinkelrätt mot trycket. Dessa horisontella tryck uppstår p g a att kontinenterna spricker upp, driver isär och kolliderar med varandra. Just i kollisionssområdena kommer därför lagren att veckas kraftigt varvid höga bergskedjor bildas. Alla de stora bergskedjorna på Jorden har bildats på detta sätt. Om bergveckningen ägde rum för länge sedan har erosionen hunnit bryta ned de höga partierna varvid så småningom landskapet åter blir ett peneplan. Lagerserien kommer på en sådan yta att framträda periodiskt om man vandrar i tryckriktningen. Således blir de hårdare partierna i lagerserien långsträckta, parallella, låga bergryggar medan de mjukare delarna av lagren kommer att bilda dalar eller sjöområden.

Avståndet mellan upp- och neddykningen av lagren ger en uppfattning om hur höga bergen en gång varit. Exempel på detta är Närkesslätten där de svecofenniska lagren en gång för c:a 1500 miljoner år sedan bildade kilometerhöga berg med veckaxeln i riktning öster-väster. Trycket har i detta fall alltså kommit från söder eller norr.

På geologiska kartor blir sådana här områden mer eller mindre "randiga" beroende på att många olika typer av bergarter bygger upp lagren. Andra exempel på kraftigt veckade bergarter har

vi i fjällkedjan där de kambro-siluriska lagren veckades kraftigt för c:a 400 miljoner år sedan. Även i Oslofältet har de kambro-siluriska lagren veckats kraftigt. Här skedde detta vid den permiska perioden.

För den historiska geologien är veckningen oftast till nackdel då den förstör och omvandlar lagren. Från samma synpunkt kan man dock säga att sänkorna eller antiklinalerna bevarar lagren genom att de förvaras i en nedtryckt position. I mellan-Sverige har de 2 miljarder år gamla svecofenniska lagren bevarats genom denna veckning. En annan effekt av veckningen är att mjuka lager kan utplasticeras i veckan. Följden blir att ställvis kan delar av lagren saknas i veckade bergsområden. Överhuvudtaget är det svårt att bedriva historisk geologisk forskning i veckade lager. De plana välbevarade kambrosiluriska lagren i mellan-Sverige är därför från forskningssynpunkt värdefulla.

Överskjutning är ett annat aktuellt begrepp i samband med veckning av lager. Detta fenomen uppstår när kontinenter kolliderar med varandra varvid stora krafter kommer i rörelse och ger upphov till att stora delar av sedimentära bergarter rycks loss och skjuts iväg över berggrunden så att äldre sediment som avsatts på havsbottenarna mellan kontinenterna kan skjutas upp ovanpå yngre lager. Exempel på detta har vi i vår fjällkedja där eokambriska sandstensskållor har skjutits tiotal mil över ordoviciska lager. Istiderna ger upphov till en mycket kraftig landskapsutformning vilket man kan förstå då 1000-tals meter mäktiga isar får verka mot berggrunden. Grönland utgör ett exempel på en kontinent som för närvarande är täckt av en mäktig isbildning.

Kontinenterna är hela tiden i rörelse och driver sakta. I närheten av polerna utsätts kontinenterna för nedisning. Sahara som nu är ett ökenområde har ex. vid den ordoviciska tidsperioden varit nedisat, skandinavien låg då i närheten av ekvatorn. Istiden har lämnat talrika spår i de skandinaviska landområdena. Moränbildningar, isräfflade och avrundade hällar, rikedom på sjöar är de dominerande spåren. Rullstensåsar, strandvallar och liknande formationer förstörs vid transgressionen av de efter-

följande haven. Under vissa betingelser kan dock den ishavslera som avsattes i havet när isen smälte bevaras. I Skandinavien är det den s.k. Yoldialeran (med fynd av valkotor m.m.), som således ev. kan bevaras för framtida geologer.

Förstenad morän kallas tillit och består av en blandning från olika områden kommande kantiga bergarter som bildats vid isens friktion och som sammankittats med ett finkornigt sandigt material. Stora block kan finnas i tilliterna ungefär som man idag finner dem i morän. Tilliter från den eokambriska istiden har vi i fjällkdejan och vid Mjösa i Norge. På öarna Fjuk och Jungfrun i Motalabukten påträffas en märklig bergart som möjligen är en förstenad morän.

Meteoritnedslag inträffar inte så sällan. Månen och andra himlakroppar kännetecknas bl a av sina många kratrar, vilka är rester efter meteoritträffar. På Jorden har säkerligen många nedslag ägt rum. Erosionen har dock på Jorden i de allra flesta fall suddat ut kratrarna till oigenkännlighet. En mängd formationer torde dock ha åstadkommits av meteoritnedslag. Satellitbilder kan i det avseendet ge intressanta informationer. Den s.k. Siljansringen norr om Siljan har av allt att döma uppkommit genom ett enormt meteoritnedslag. De kambrosiluriska lagren ligger i en ring med 35 kilometers diameter runt en urbergskupol. Lagren är kraftigt omkastade utan någon som helst ordning. Inte ens den kraftigaste förkastning skulle ha kunnat åstadkomma något liknande. Vid meteoritnedslag uppstår en kraftig chockvåg som sprider sig ut från centrum varvid små förkastningar uppstår i lagren. Dessa förkastningar kan genomskära fossiler varvid s.k. chockade fossil bildas. Även orstenar kan chockas. Stenen bryts i detta fall mitt itu och bitarna förskjuts ifrån varandra. Sådana chockade fossil uppfattas som bevis på meteoritstötar.

Andra strukturer är de s.k. slagkoner som bildas inuti kratern i urberget när meteoritens materia förgasas och tränger in i berget. Inom Siljansringen har dessutom de för hela nord- och även delvis för mellan-Sverige karakteristiska nordvästliga-sydostliga

strukturerna utsuddats. Detta kan ganska väl iakttagas på fotografier tagna från satelliter.

Ofta bildas inuti kratern en kupol som i själva verket är jord-skorpans rekyleffekt. Det kan antingen vara en kupol innanför randen eller också bara en topp i mitten. En titt på en bra månbild visar samma typ av bildning.

IV. ALLMÄN HISTORISK GEOLOGI I MELLAN-SVERIGE

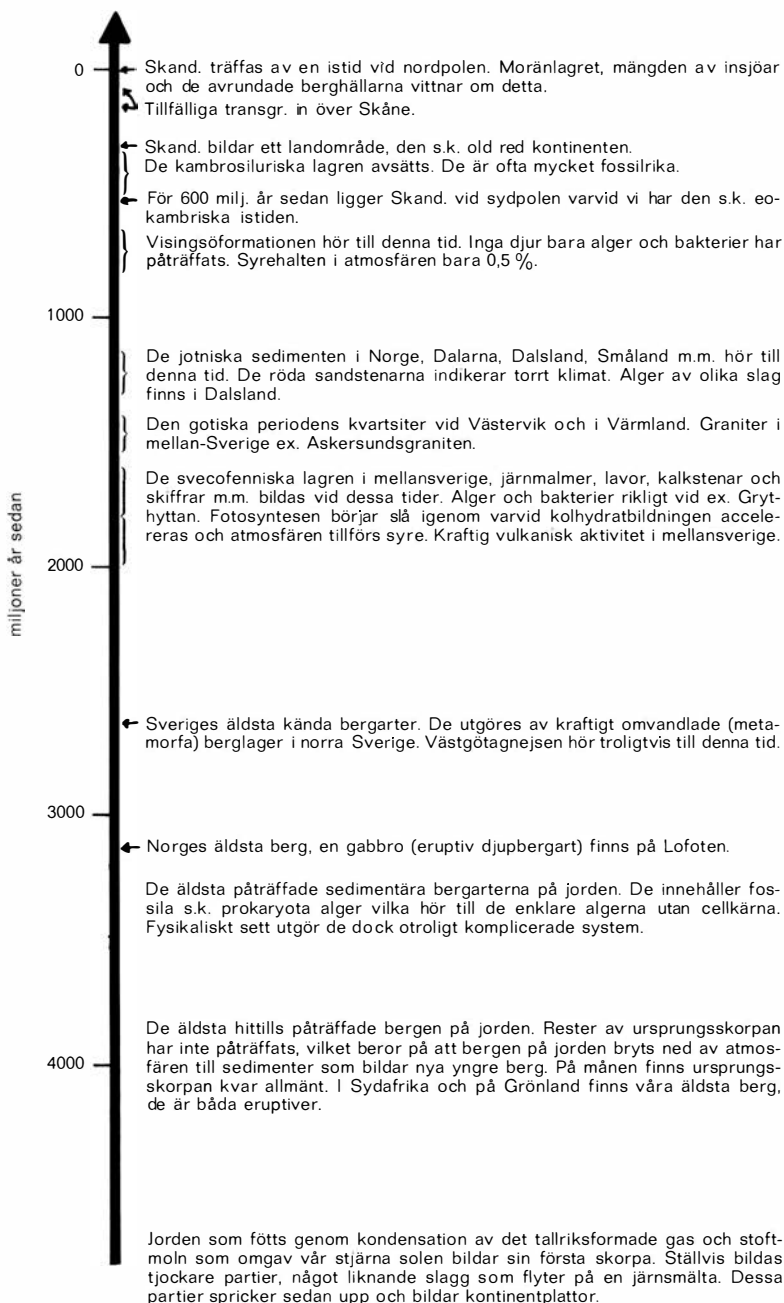
I detta kapitel lämnas en kort redogörelse för tidsperioder som inte direkt berör bokrubrikerna men som ändå är av intresse i sammanhanget. I kap. VII kommer vi närmare att redogöra för det lokala händelseförloppet som mer direkt berör de kambriska och ordoviciska perioderna i Närke.

På nästa sida visas ett schema som täcker intervallet från Jordens bildning till nutiden. De lokala tidsperioderna som berör mellan-Sverige har inlagts. I det följande diskuteras epokerna i kronologisk följd.

Man ser av schemat att mellan-Sveriges äldsta välbevarade berglager, den sveco-fenniska berglagerserien ligger i intervallet 1600—2000 miljoner år. Underlaget till denna bergartsserie har ännu inte säkert identifierats trots att lagren är kraftigt veckade. De svecofenniska lagren är relativt välbevarade i Grythyttetrakten och har studerats och beskrivits av Nils Sundius 1922.

Serien uppbyggs underst av mäktiga lager av hälleflintor, kalkstenar och järnmalmslager. Hälleflinta är en eruptiv ytbergart och den påminner i välbevarat skick om vulkaniskt glas. I trakten väster om sjön Sängen i Hällefors är bergarten välbevarad. Mer omvandlad hälleflinta kallas leptit. Positionen av vulkanerna har inte fastställts men de torde ha varit verksamma inom flera lokaler i Bergslagen. Lagren är kraftigt veckade och täckta av morän. Kalkstenarna och järnmalmslagren växellagrar mycket vackert med hälleflinta. Hälleflintan har ofta lagts som sediment i de havsvikar som funnits i vulkanområdet. Ett landskap liknande Island idag är tänkbart.

Järnkisel bildar mörkröda centimetertjocka skikt vilka kan ha bildats av vulkanisk kiselsyra. Järnet har troligen fällts av järnbakterier. Primärt torde järnet ha kommit från vulkanerna. Å andra sidan förekommer sediment av denna typ över hela Jordan. Den s.k. banded-iron formationen i Nord-Amerika uppvisar nästan exakt samma typ av lager som bildades i Bergslagen vid samma tid.



Kalkstenarna som fällts när alger och bakterier oxiderats kan uppträda antingen som tunna lager växellagrade med mäktiga komplex av hälleflinta, järnlager och järnkisel eller som mäktiga (50—100 meter) rena kalkbanksserier. Stromatoliter som är ett slags laminerade strukturer bildade av kalkutfällande alger finns framme exempelvis på Björkskogsåsuddens söder om Grythyttan där även en del andra primära strukturer finns välbevarade. Ovanför dessa lager följer välbevarade s.k. gråvackor, vilket är en typ av fältspatrik snabbt avsatt sandsten som i sin tur täcks av mäktiga lager av svart och grå skiffer. Kvartsiter finns också ställvis utbildade i detta intervall.

Skiffrarnas svarta färg antyder förekomst av alger och bakterier. Några större undersökningar med avseende på förekomst av mikrofossiler eller organiska föreningar har inte gjorts. Den för det organiska livet så betydelsefulla s.k. fotosyntesen uppkommer vid denna tid.

På några nivåer i de undre svarta skiffrarna finns små flint-noduler i lagren som har bevarat alger och bakterier. I Nord-Amerika finns motsvarande flintlager av samma ålder, de s.k. Gunflintlagren. Där har alger och bakterier påträffats. I de svenska lagren finns också svavelkis som spridda korn vilket också indikerar rester av organisk aktivitet. I de övre grå lagren finns här och var rugbybollliknande orstenar som för närvarande är föremål för undersökning.

Överst i lagerserien följer ett pressat konglomerat som ligger i vinkel (diskordant) mot de underliggande lagren vilket torde tyda på att veckningen av dessa lager tog sin början redan vid denna tid.

Flera tecken talande för tidigare vulkanism kan iakttagas. I trakten av skjutbanan vid Hällefors finns således lava från gråvackennivån med gasbubblor, dessa är dock ställvis fyllda med mineral av senare ursprung. Vittringen har dock till en del återställt ursprungsförhållandet.

Agglomerater (se sid. 9) är andra effekter som de kraftiga jordstötarna vid vulkanismperioden givit upphov till.

Nästa period av större intresse för den historiska geologen är

den jotniska för c:a 1200 miljoner år sedan. Från denna tid finns välbevarade sandstenar i Dalarna och i Gävle-trakten. På några platser i Mälaren och vid Almesåkra i Småland har också dessa sandstenar påträffats. En fyndighet finns vid den för mineral-samlare kända lokalen Ärtan i södra Dalarna.

Dessa sandstenar visar ofta vackra böljeslag och torksprickor. Däremot har inga spår av organisk aktivitet påträffats. Under sandstenarna finns i Dalarna ett s.k. agatkonglomerat som visar att vulkanisk aktivitet ägt rum före avsättningen av dessa sandstenar .

I Dalsland utgöres de jotniska lagren förutom av sandstenar som här omvandlats till kvartsiter också av mäktiga skifferlager som inrymmer sandstenar och tunna kalklager. Lagren i Dalsland är för det mesta kraftigt omvandlade men ex. norr om sjön Erven kan lagren vara relativt välbevarade. I kalklagren finns vackra stromatoliter och onkoliter, de senare är en typ av icke fastsittande kalkavsöndrande alger. Böljeslag, torksprickor och strandgrus finns nära associerade med dessa bildningar talande för att den organiska aktiviteten förelegat i närheten av stranden. Den ultraviolettera strålningen är vid denna tid dock fortfarande stark då fotosyntesen ännu inte har producerat tillräckligt med syre. Stromatoliter direkt associerade med torksprickor kan därför inte iakttagas.

I skiffrarna har hittills inga säkra makrofossil (fossil över 1 mm) påträffats.

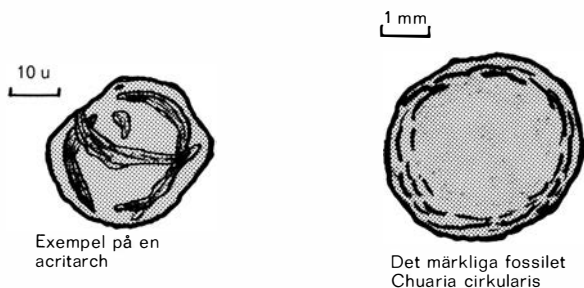
Nästa tidsperiod av intresse för den historiskt geologiska utvecklingen i mellan-Sverige ligger mellan 700 och 900 miljoner år tillbaka. Då avsätts den mycket välbevarade s.k. Visingsö-formationen. Denna formation är bevarad huvudsakligen i trakten av Vättern, men fyndigheter vid Skagern och Möckeln visar att den liksom de jotniska lagren säkerligen en gång täckt hela mellan-Sverige. Visingsöformationen består underst av mäktiga sandstenlager med mycket fältspat (arkoser) vilket talar för att lagren avsatts snabbt. I de undre lagren har ett mäktigt skikt med stora kantiga urbergsbitar av olika slag påträffats. Stycken upp till 5 meter finns i detta lager som är framme i dagen på

öarna Fjuk och Jungfrun i Motalabukten. Troligen har blocken fallit ned från i trakten högt belägna bergsområden, men lagren kan också representera en förstenad morän från en istid.

Sandstenarna är av många typer och finns på många olika lokaler (Lemunda, Omberg, Gränna, Skagern och Möckeln). De mäktigaste lagren utgöres av en steril gul sandsten med på sina ställen märkligt vindlande skiktning som av en del forskare tolkas som vinddyner bildade intill de dåtida stränderna. Spår av djur (maskgångar eller liknande) har inte påträffats, men strukturer som liknar de s.k. scolitusrören som finns i de kambriska lagren har rapporterats. Vidare har organiska mikrostrukturer i bitumenkorn påträffats.

Ovan sandstenarna följer sandiga lerskiffrar som växellagrar med sandstensbankar. Ett intervall med röda lerskiffrar finns också. Torksprickor och böljeslag är mycket vanliga i dessa lager, exempelvis vid Lemunda, på Rökneöarna vid Omberg och längs Vättern norr och söder om Gränna.

Släpspår efter alger (eophyton) iakttages på några nivåer. Inga spår av flercelliga djur har påträffats. Sådana fynd skulle vara direkt sensationella då allt tyder på att de flesta djuren bildats först 100 miljoner år senare. De rapporter om maskgångar som influiterat har vid undersökning visat sig utgöras av torksprickor eller vittrade skikt som liknar gångar. Säkra fossil är däremot de små 0,1—0,01 mm stora acritarcherna, se fig. Dessa förekommer rikligt på flera nivåer i lagren. Med utgångspunkt från dessa



Fossiliserade encelliga organismer i Visingsöformationen

försöker man grunda en prekambrisk stratigrafi. Man vet inte vad dessa fossil representerar för typ av organismer. Möjligen utgör de skal eller stommar till någon protozoo. Tidigare uppfattades bildningarna som sporer (frön av kryptogamer). Teorier om att några av dem kan vara fossil av djurens blastula- och gastrula-stadier har också framförts.

Överst i Visingsöformationen uppträder skifferlager och rikligt med kalkstenslager. Bildningarna är vackert framme vid Mullskräerna på västra sidan av Omberg. Vittrade kalkstenar visar en gul yta rik på vackra och stora stromatoliter. Andra strukturer som troligen också bildats av alger har iakttagits. Torksprickor och strandgrus finns i direkt samband med stromatoliterna (kalk-alger) och säkert har vi här vackra exempel på algväxt i tidvattenzonen. Nutida stromatoliter, som bara finns på några enstaka lokaler på Jorden, växer i tidvattenzonerna.

I lerskiffrarna finns en del lager som är mer grafitrika och i dessa kan man påträffa det märkliga makroskopiska fossilet Chuaria, se fig. sid. 41, som trots sin storlek ändå torde utgöras av en abnormt stor encellig alg. Större tunna svarta hinner har påträffats vilka sannolikt är rester av alger.

I fosfatbollar som finns på en del nivåer i skiffern kan man också i tunnslipat material se en del märkliga mikrostrukturer av organisk natur. Visingsöformationen diskuteras inte vidare här men mycket återstår att utforska i dessa lager. En rogivande och spännande sysselsättning är att vandra längs lokaler där Visingsöformationen är framme och försöka finna spår av organisk natur, sensationellt vore att finna spår av flercelliga organismer. Visingsöformationens yngsta lager avsattes för c:a 700 miljoner år sedan. Därefter drog sig havet så småningom tillbaka från mellan-Sverige men kvarstod i ett område mellan Norge och Grönland. Först i början av den kambriska perioden för c:a 600 miljoner år sedan trängde havet åter in över mellan-Sverige från både söder och väster. Den geologiska termen är att en ny transgression ägde rum. Den kambriska tiden som nu börjar är av största intresse för den historiska geologien. Det är nu som djur-

fossilen uppträder. Djurfossil från denna tid synes ha uppkommit plötsligt över hela Jorden och de flesta marina huvudgrupper synes vara representerade. Skandinavien ligger vid denna tid nära sydpolen (se kap. om kontinentaldriften). Ett synklinalområde börjar bildas i väster utanför nuvarande Norges kust. Hela Skandinavien har däremot sedan 50—100 miljoner år varit ett landområde vilket har medfört en långtgående utplaning av landskapet och gett upphov till ett peneplan.

Detta plana landskap finns idag kvar i Närke och i slättlandskapen i Öster- och Västergötland. I Norge är exempelvis Hardangervidda ett plan från denna tid. Synklinalbildningarna längs Norges kust utbildas alltmer och ger upphov till bildning av långa sprickdalar vinkelrätt mot synklinalen (en vanlig företeelse längs sprickor). Dessa sprickdalar tränger dock inte in i det mellansvenska området utan slutar inom det norska landområdet, delvis har de dock nått fram till Jämtland och Dalarna. Till sprickdalarna har mycket material från kringliggande landområden förts. Resultatet blev upptill 1000 meter mäktiga lager av sandigt grusigt material som vi idag kan studera vid Mjösa och i Trysiltrakten. Även kalkstenar bildade av alger och bakterier avsattes i dessa havsbukter och sprickdalar. Man finner också förstenade moräner (tilliter) vilka vittnar om istider. Istider vid dessa tider har sannolikt varit ansvariga för den kraftiga tillförseln av material till sprickdalarna.

I mellan-Sverige har vi som nämnts ett mycket plant landområde, möjligen med insjöar, något som brukar vara associerat med områden kring isar. (Ungefär som dagens förhållanden i Skandinavien). I Västergötland har påträffats järnkarbonatbollar i de allra understa konglomeraterna vilka bildades när det underkambriska havet trängde in över mellan-Sverige. Dessa järnkarbonatbollar härrör troligen från järnsediment som bildats i insjöar. Direkt ovanför tilliterna finns lerskifferlager, som bildats av varvig ishavslera som avsätts i ishaven efter istiderna. (Jämför Yoldia-leran i mellan-Sverige).

Efter leran kommer sandstensbildningar i Norge och det är också nu som havet tränger in över mellan-Sverige. I dessa se-

nare lager hittar man rikligt med spår av fossil av de äldsta djuren på Jorden. Havets transgression gav upphov till konglomeratbildning i strandzonen och sådana lager påträffas i de allra understa underkambriska lagren på gränsen mellan det prekambrika peneplanet och de första kambriska sedimenten.

Vanligaste bollmaterialet i konglomeratet är kvartsbitar och på sina ställen också leptit- och hälleflintbitar. Dessa mineral är nämligen de enda som lyckats motstå vittringen under den långa landperioden. Fältspaten har däremot vittrat ned till kaolinlera. Kvartsbitarna är ofta försedda med fasetter och har en blästrad yta. Sådana fasetterade kvartsbitar uppkommer idag i tundraområden utsatta för sandiga vindar. Fasetterade kvartsbitar (även kallade dreikanter) tolkas som spår efter den tundratid som rådde efter den sista eokambriska istiden.

Efter detta konglomerat följer sedan de klassiska kambriska och ordoviciska lagren i mellan-Sverige. På sidan 131 och 157 visas ett tidschema över de kambriska och ordoviciska tidsperioderna. Ända sedan William Smith sökte systematisera de motsvarande lagren i England har Skandinavien lager varit ett klassiskt område för utforskandet av dessa s.k. kambrosiluriska bildningar. Lagren är lätt åtkomliga i mellan-Sverige, välbevarade och ofta fossilrika. Många av de äldsta forskarna på området är svenskar eller norrmän. Dalman och Angelin är två klassiska trilobitforskare.

De flesta undersökningarna gjordes för c:a 150 år sedan, men därefter har den historiskt geologiska vetenskapen gått starkt framåt. Idag har vi möjligheter till stratigrafisk upplösning under en miljon år för dessa lager.

En mängd olika hav med olika utbredning och fauna har förekommit i Skandinavien. Mest komplett är lagerserien i väster nära synkinalen av naturliga skäl då havet där var djupt. Från detta område har sedan en mängd transgressioner förekommit in över kontinenten. Enstaka gånger har dock transgressioner också kommit från öster.

I inlandet är lagren mycket välbevarade och de påträffas i Västergötland, Östergötland och i Närke. I Östergötland och

Närke har de bevarats till nutiden genom att de nedsänkts och skyddats bakom förkastningslinjer. I Västergötland har ett tjockt hårt diabastäcke (lava) skyddat de mjuka lagren.

I fjällkedjan är lagren inte lika välbevarade p g a oroligheterna vid den kaledoniska veckningen. Lagren är här kraftigt omvandlade. I Skåne och i det s.k. Oslo-området som ligger närmare synklinalen är lagren också relativt välbevarade. I dessa områden föreligger ofta kompletta lagerserier.

I mellan-Sverige, längre bort från synklinalen, finns det stora luckor i lagerserien men istället finns här de fossilrika strandlagren. Kambro-siluriska lager finns också bevarade i Östersjön och Bottenhavet. I Bottenhavet finns av kambrium dock bara de underkambriska lagren. I Dalarna finns ordoviciska och siluriska lager medan den kambriska epoken ej är representerad.

Underkambrium består i mellan-Sverige huvudsakligen av sandstenar med spår av den s.k. primodialfaunan, d v s spår efter de äldsta djuren på Jorden.

Mellankambrium består av skiffrar med kalkstenar eller kalkbollar och på sina ställen är den fossila faunan riklig. Ett intressant mellankambriskt lager är den gröna lerskiffern i Närke där en mängd olika trilobitarter bevarats som fossil. I följande kapitel redogörs närmare för den gröna lerskiffern i Närke. Många av de beskrivna trilobiterna har påträffats i detta lager.

Överkambrium utgöres av skiffrar och kalkstenar. Skiffern, ofta kallad alunskiffer då man förr i tiden utvann alun som användes inom garverinäringen och för växtfärgning, är ofta olje- och kerogenrik. Kerogenet är en organisk produkt som bildats av mjukdelar från djur och växter. Vid Kvarntorp utvanns under kriget och åren därefter olja och bensen ur denna skiffer. Skiffern är som bekant nu aktuell för sin uranrikedom. Flera av trilobiterna i denna bok har påträffats i dessa alunskifferlager.

Vid slutet av den överkambriska epoken drog sig havet tillbaka från mellan-Sverige mot synklinalen i väster och frilägger därmed åter landområdet. Först i början av den underordoviciska perioden kommer havet åter in över mellan-Sverige. Nu avsätts inga skiffrar utan de dominerande sedimentära lagren utgöres av

kalkstenar. Organismernas kolhydrater har alltså vid denna tid oxiderats då syrehalten i detta hav i mellan-Sverige varit hög. I de övre delarna av ordovicium övergår dock lagren i stor del till skiffrar. Dessa delar av ordovicium saknas i Närke då inlandsisen skrapade bort upp till 100 meter av lagren. I landskapen runt omkring finns de övre ordoviciska lagren bevarade. I Västergötland, Östergötland och i Dalarna finns alltså mellan- och överordovicium kvar.

Trilobiterna är vanligt förekommande i ordovicium. I Närke finns ett lager bevarat där hela trilobiter förekommer rikligt. Det förekommer visserligen lager med enstaka hela trilobiter på olika nivåer i Närke, men det är framför allt de 2—4 meter mäktiga expansuslagren i övre ordovicium som är av stort intresse när det gäller förekomsten av trilobiter. Flera av trilobiterna i denna bok kommer från detta relativt tunna expansuslager. I följande kapitel diskuteras denna tidsperiod lite närmare.

Efter de från början c:a 150 meter mäktiga ordoviciska lagren i mellan-Sverige kommer de siluriska lagren. Av dessa finns inga rester i Närke, däremot i Östergötland, Västergötland och i Dalarna. Gotland är det klassiska området för silurtiden.

Mot slutet av silurtiden drar sig havet tillbaka från mellan-Sverige och denna gång för en avsevärd tid. Således finns inga som helst spår i mellan-Sverige av devon, karbon, perm, trias, jura, krita eller tertiär. Först i kvartärtiden i samband med nedisningen har havet ånyo kommit in över mellan-Sverige. Den långa landperioden efter silur har säkert samband med den kaledoniska veckningen. Vid slutet av silur och i början av devon bildas vår fjällkedja som en följd av kollision med Grönlands-kontinenten vilket leder till att landet häver sig.

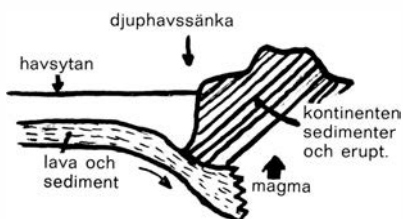
Den som vill studera lagren från devon-, karbon-, perm-, trias-, jura-, krita- och tertiärtiderna rekommenderas besöka kontinenten där särskilt Väst-Tyskland har många intressanta lokaler. Riklig litteratur berättar också om dessa epoker och någon närmare redogörelse för dessa lager och tidsperioder göres inte här.

V. KONTINENTALDRIFTEN

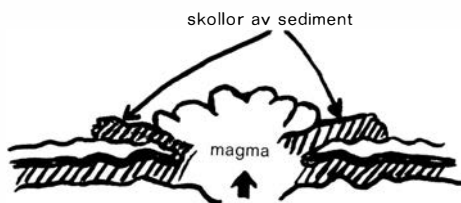
När jordens yta stelnade för första gången bildades ställvis tjocka "slaggplattor". Det är dessa plattor, som sedan de spruckit upp och delats ett flertal gånger bildat kontinenterna. De 3—4 mil tjocka plattorna ligger inte stilla, utan driver sakta ovanpå den flytande magman. Magma strömmar nämligen upp längs de långa sprickorna, och på så vis skjuts plattorna isär kring sprickan. Denna magma bildar aldrig nya kontinenter utan den bildar ett tunt 4—5 km tjockt lavalager på havsbotten mellan kontinenterna. På så vis ökar avståndet mellan plattorna kring sprickan med mellan 2—15 cm per år beroende på hur mycket material som väller upp i sprickan. På 100 miljoner år blir detta 500 mil, om rörelsen gått med i medeltal 5 cm/år. Det är detta, som gör att det en gång t.ex. har varit tropiskt klimat på Spetsbergen (vid Karbontiden för 300 miljoner år sedan) och korallrev på Gotland (vid Silurtiden för 420 miljoner år sedan) samt istid i Sahara (vid den Ordoviciska tiden för 470 miljoner år sedan). När magmorerna från sprickan skjutit isär plattorna så mycket att de börjar närma sig varandra med "utsidorna", bromsas rörelsen och bergveckning uppstår dels i kollisionsområdet och dels på "insidorna", eftersom magman där tvingas under de lättare kontinentplattorna. I de senare områdena bildas djuphavsgrovar framför veckbergen, medan i de kolliderande områdena kommer de sediment som avsatts runt plattorna att veckas och skjutas upp över plattornas berg, vilka också kommer att veckas.

Fig. nedan visar dessa båda bergsbildningar.

Havsbottenspridning under kontinenten



Kontinentkollision



Det resulterande utseendet på jordytan blir således att de ursprungliga drygt 4 miljarder år gamla slaggplattorna (urbergssköldarna), som endast växer till långsamt i kanterna av sedimenter (vilka är yngst i periferin och allt äldre mot centrum av skölden), kommer att vara separerade av tunna magmor som bara är 0—150 miljoner år gamla. De yngsta magmorna ligger i sprickzonen och de äldsta är de som försvinner ned under kontinenten. Island och Färöarna är exempel på dessa mycket unga områden. Island yngst (0—20 miljoner år) då det ligger kring den Atlantiska sprickan. Ursprungsdelarna av sköldarna är dock troligtvis aldrig bevarade (forskning pågår) då de ju alltsedan tidig prekambrisk tid blivit överlagrade av sediment vid en väldig massa olika havstransgressioner. På månen som är lika gammal som Jorden finns däremot ursprungsskorpan kvar över stora områden, detta beror på att ingen omsättning av bergarterna där sker, då ingen nämnvärd erosion förekommer. Den Fennoskaniska urbergssköldens äldsta hittills kända berg är således 2,7 miljarder år (västgötagnejsen och berg i Lappland). Sediment och eruptiver finns sedan av en mängd åldrar från dessa tider till idag runt och på skölden. Kollisioner mellan sköldarna kommer således att uppstå i intervaller mellan 50—300 miljoner år beroende på drifhastighet och inbördes avstånd. På kartorna på sidan 50 kan man se hur man tänkt sig kontinentpositionerna från tertiär till Ordovicium för 500 miljoner år sedan. Längre tillbaka har man ännu inte riktigt klart för sig säkert hur det sett ut. Detaljerna på kartorna är gjorda så att man ska kunna känna igen sig. Kontinenternas konturer är ritade så som de ser ut idag. I verkligheten har ju en anseelig mängd transgressioner också skett in över kontinenterna liksom det också funnits landområden som nu ligger under havsytan. Man ser att det är ganska svårt att känna igen sig på kartan för 500 miljoner år sedan (undre Ordovicium). På kartan längst till höger ser man dock att den europeiska plattan med Skandinavien ligger något söder om ekvatorn. En djuphavssänka (synklinal) går genom Norge. Den långsmala ön väster om synklinalen består av en kedja vulkanöar. Grönland och Nordamerika som bildar en kontinent (på

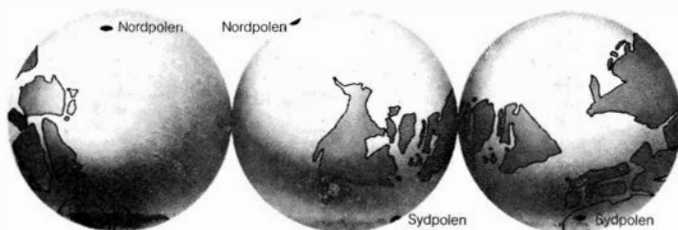
kartan dock ritade som idag) ligger nära, varför Atlanten är liten. Vi har tropiskt klimat medan norra Afrika ligger vid Sydpolen, varför istid råder där (tillit och isräfflor finns där i ordoviciska lager).

För 600 miljoner år sedan, (kartillustration saknas) låg Skandinavien närmare Sydpolen och det är då som vi här har den eokambriska istiden (förekomst av tilliter och isräfflor vid Mjösa, och på Kolahalvön istidslager som uppskattas till 650 miljoner år). På 400-miljonerårskartan börjar Grönlandsplattan (och den Nordamerikanska) stöta emot den skandinaviska (europeiska), varvid vår fjällkedja bildas, vilken en gång varit mycket mer imponerande i storlek än i dag. Den kaledonska orogensen pågår, Appalacherna i östra Nordamerika är den direkta fortsättningen på vår fjällkedja (Kaledonierna) söder om Skottland. Mellan Grönland, Nordamerika, Skottland och Skandinavien bildas stora insjöar, där tusentals meter mäktig röd sandsten avsätts (bl.a. i Norge). Området som sanden kommit ifrån kallas för old red, d.v.s. de nybildade höga kaledonska bergsområdena. Erosionen av den prekambrika sandstenen har alltså gått fort, något liknande sandstensbildningen i undre delen av Visingsöformationen, som också avsatts i närheten av höga bergsområden. Fjällen har bildats genom att stora prekambrika sedimentskollar skjuts upp ovanpå de kambro-ordoviciska sedimenten, vilka därvid kraftigt veckas. Bilden på sidan 47 visar detta.

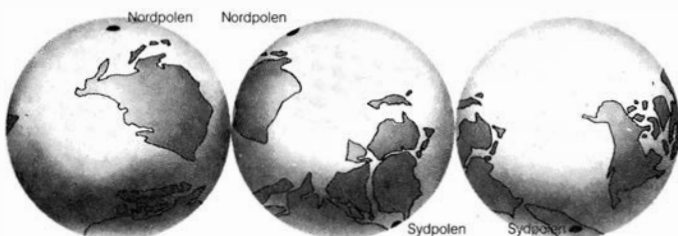
Det är fortfarande tropiskt klimat i Europa och Nordamerika, ökenområden finns i nordöstra USA och Sibirien. I söder har många plattor ansamlats, vilka utgör det s.k. Gondwanaland. Detta består av Afrika, Sydamerika, Indien, Antarktis och Australien (Sydamerikas koppling till Afrika syns dock lite dåligt på kartan). Asien öster om Uralbergen bildar den s.k. Angaraplattan, som syns på den vänstra bilden (Kamtjatka i nordväst), där Nordafrika ligger vid Sydpolen och i kanten i väster syns en liten bit av vår platta.

På nästa karta för 320 miljoner år sedan ser man att vi har kommit ovanför den afrikanska plattan (Gondwanaland) och att

För 500 miljoner år sen



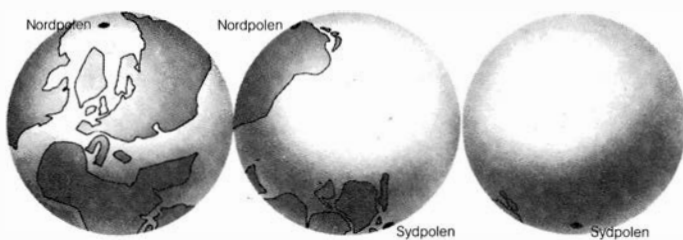
För 400 miljoner år sen



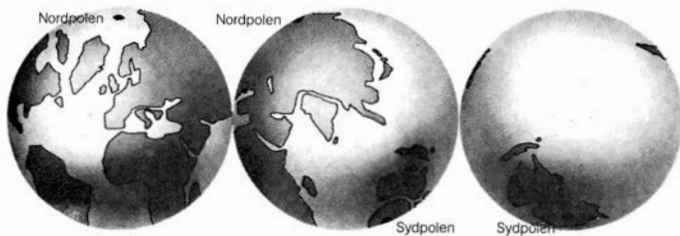
För 320 miljoner år sen



För 150 miljoner år sen



För 50 miljoner år sen



vi börjar närma oss den asiatiska (Angara) plattan. Atlanten börjar vidgas och vi driver sakta mot norr. Havsområdet mellan Afrika och Europa kallas Thetyshavet och är en föregångare till det nuvarande Medelhavet. Den europeiska plattans kollision med Gondwanaland gav upphov till den variskiska bergveckningen, vars bergskedja går från Karpaterna via Sudeterna (på gränsen mellan Tjeckoslovakien och Polen), Rhenska skifferbergen, franska berglandet och ut i Bretagne till södra delen av Irland. Den är dock kraftigt nedbruten idag. Insjöar och sumpskogar i dessa områden gav upphov till kolrika sediment av stor mäktighet.

Vid Permtiden (Perm en stad vid Uralbergen) för 250 miljoner år sedan kolliderar vi med den angariska (asiatiska) plattan och Uralbergen bildas. Vid denna tid och 50 miljoner år framåt ligger alla plattorna nära intill varandra och man kallar hela sammanslutningen för superkontinenten Pangea (illustration saknas). Vid denna tid fanns ökenområden (röda sandstenar m.m.) i Europa, Nordamerika och Asien. Många djurgrupper dör också ut i Perm. Denna superkontinent börjar dock spricka upp för cirka 180 miljoner år sedan längs huvudsakligen gamla sprickor. På 150-miljonerårskartan har ett nytt område bildats på den europeiska kontinenten där Spanien och Portugal ligger idag. Se sidan 176. Man ser också att vi nu ligger en bit norr om ekvatorn. Havet mellan Gondwana och Europa är stort.

Under den efterföljande Krittiden (60—135 miljoner år) spricker Gondwanakontinenten definitivt isär, varvid nuvarande Sydamerika driver mot väster från Afrika och den indiska plattan börjar sin vandring mot Asien. Australien och Antarktis driver österut i relation till afrikaplattan, vilken senare sakta driver mot norr. I samband med dessa tilltagande kontinentrörelser, vars orsak man inte säkert vet bildas bergveckning på flera ställen. Aterna med dess djupgrav mot Stilla Havet börjar resas när magmor där tränger ner under den sydamerikanska kontinenten. Bergområden fanns dock tidigare då mindre rörelser skett av Gondwana. Alperna, Klippiga Bergen m.m. är exempel på andra bergskedjor som bildas vid de här tiderna. Alperna då den

afrikanska plattan närmar sig den europeiska, vilket dock går periodiskt, då ju båda går mot nordost. Så har exempelvis Corsica och Sardinien ryckts loss från Europa, när Afrika tillfälligtvis släppt kontakten med Europa. Alperna är därför en kollisionsbergskedja, där sedimentära bergarter avsatta i området mellan kontinenterna skjuts upp. Exempelvis kan man finna fisködlor högt uppe i de alpiska bergen.

Klippiga Bergen bildas på samma sätt som Anderna. Efter Krittidens slut för 65 miljoner år sedan börjar kontinenterna närma sig dagens position förutom att Indien inte ännu har kolliderat med Asien. Detta sker i den efterföljande tertiärtiden varvid den idag höga Himalayabergskedjan bildas, vilken alltså är hög p.g.a. sin ungdom. Antarktis glider mot Sydpolen med åtföljande istid.

VI. ALLMÄN PALEONTOLOGI

Paleontologi (läran om fossilen) utgör tillsammans med den jämförande anatomin och embryologin grunden för vår kännedom om den organiska världens uppkomst och utveckling.

Encelliga alger och bakterier fanns på Jorden redan för 3,2 miljarder år sedan. Dessa enkla organismer utgjorde ändock kemiskt mycket komplicerade system och delade meningar råder om de uppkommit syntetiskt eller "transporterats" hit från andra planetsystem. I det senare fallet måste man förlägga livets uppkomst till långt tidigare än för 5 miljarder år sedan.

Dessa tidiga organismer som levde under syrefattiga förhållanden utnyttjade flera olika processer för sin metabolism. (Jämför järn- och svavelbakterier). Vissa grupper av alger utvecklade så småningom (för c:a 2—2,5 miljarder år sedan) förmågan att utnyttja solljuset för att producera kolhydrater (den s.k. fotosyntesen) och därmed började en forcerad utveckling av organismerna. Den vid fotosyntesen bildade fria syrgasen verkade genom sin oxidation som ett starkt gift för de allra flesta bakterierna och algerna. Så småningom etablerades en samverkan (symbios) mellan de syreproducerande blågröna algerna och enstaka bakterier vilka krävde fritt syre för sin existens. Övriga bakterier och alger av anaerob typ dog till stor del ut men många kunde kvarleva i syrefattiga miljöer (under anaeroba förhållanden). Symbiosen mellan algcellerna och bakterierna kom att äga rum innanför ett gemensamt större cellmembran. Algcellerna, som i dessa större celler kallas kloroplaster, har förmågan att producera kolhydrater med hjälp av vatten, koloxid och solljus och samtidigt avge syrgas. De på syre och kolhydrater levande bakterierna bibehåller jämvikten genom att ta upp syret samtidigt som bakterierna avger den för algen nödvändiga koldioxiden. En parallell är förhållandet inom de flesta celler där mitokondrierna övertagit bakteriens primitiva ursprungliga funktion och tar upp syre och kolhydrater.

En del av dessa i symbios levande alger och bakterier bildade kolonier och avsöndrade kalk vid sin metabolism. Stromatoliter

som förekommer i de prekambriskas lagren bildades på detta sätt. De finns för övrigt kvar än idag på enstaka lokaler. Stromatoliterna bildade upp till meterstora tuvor vilka påträffas på många lokaler i mellan-Sverige. De äldsta stromatolierna har påvisats i de sveco-fenniska lagren och de yngsta i de kambriska och ordoviciska lagren. I den 700—900 miljoner år gamla Vingsöformationen finns välbevarade och vackra stromatoliter. Torsprickor och strandgrus indikerar att stromatoliterna här har växt direkt i tidvattenzonen. Troligen har Jorden vid denna tid haft en skyddande ozonbarriär som stoppat den för det organiska livet skadliga ultraviolettera strålningen som tidigare torde ha omöjliggjort allt liv på land och i strandzoner. Med tiden blev dessa i symbios levande alg-bakteriesystem alltmer komplicerade. Så småningom uppkom en ljuskänslig kropp som tillsammans med tidigare uppkomna gissel* möjliggjorde cellens förflyttning till ljusrikare miljöer vilket var en förutsättning för att kloroplasterna skulle kunna överleva då de behövde ljus för fotosyntesen. Dessa mer komplicerade celler som nu kallas eukaryoter uppstod för c:a 1—1,5 miljarder år sedan. Eukaryoterna som är komplicerade i sin uppbyggnad kunde så småningom ge upphov till alltmer komplext fungerande flercell-system.

Flagellater är ett sammanfattande namn på dessa eukaryoter som idag finnes rikligt i gölar och som man också har påträffat som fossil. Forskning pågår för närvarande världen över för att få fram så mycket material som möjligt av dessa strukturer och de tidiga "aggregat" som så småningom måste ha bildats och utgjort de första flercelliga organismerna. Den välbevarade Vingsöformationen torde innehålla strukturer som kan ge svar på dessa frågor.

Genom att studera tunnslip av kalk, fosforitbollar och bitumenkorn har många märkliga encelliga och flercelliga system påvisats. En mängd olika flagellater med växt- eller djurkaraktär synes ha uppstått. Jämvikten torde efter hand ha uppehållits genom att "djurflagellaterna" åt upp "växtflagellaterna".

* Gissel = Svansliknande rörelseorgan.

Från dessa djurflagellater uppstod flagellataggregat som skulle komma att leda till djurens uppkomst för c:a 600—800 miljoner år sedan.

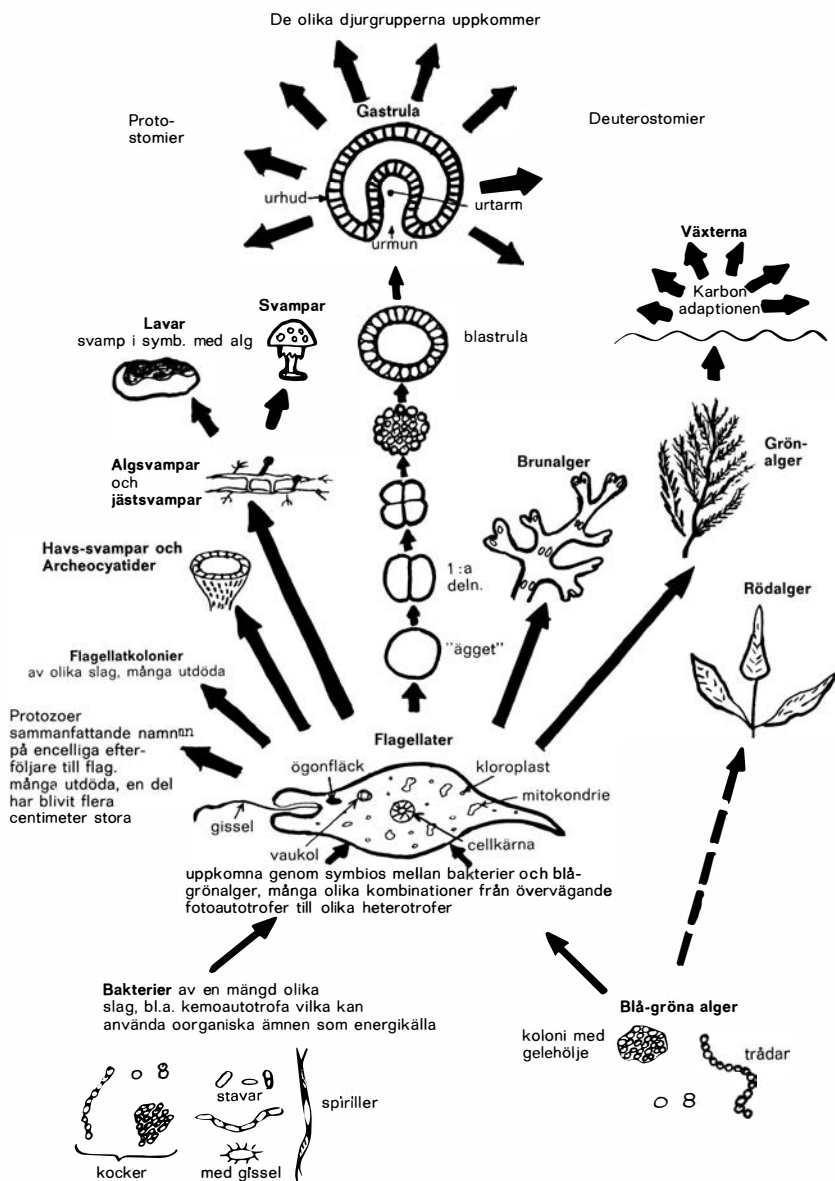
Man kan spåra denna utveckling idag vid äggets delning till två, fyra och åtta celler o s v. På liknande sätt bildades de flercelliga algerna av växtflagellater. I dessa fall bildade inte kolonierna system med så avancerade egenskaper som djurflagellaterna kom att utveckla. Växtflagellaterna var genomgående enklare i sin uppbyggnad.

De flagellater som gav upphov till svamparna och möjligen även till havssvamparna och de utdöda s.k. archeocyatiderna var också av enklare slag än djurflagellaterna. De utgjorde dock inga särpräglade växtflagellater då ju svamparna lever av andra organismer eller rester efter andra organismer. Intressant beträffande flagellaterna är också att fortplantningen genom delning så småningom blev alltför komplicerad vilket kom att leda fram till den könliga fortplantningen som ju innebär att en del av organismen avsnörs med halva sin kromosomuppsättning. Denna halva kan bilda en ny organism vid sammansmältningen med motsvarande halva från en annan individ. Korsningar blev nu möjliga och ledde till uppkomsten av en stor kontinuerlig variation jämfört med den tidigare endast genom mutationer uppkomna variationen. En del forskare tror att detta kan ha bidragit till den märkliga snabba utvecklingen av djurgrupperna före kambrium. Bilden på nästa sida visar en enkel skiss hur djur, svampar och växter antas ha uppkommit.

Man ser hur delningarna först ger upphov till en ihållig boll en s.k. blastula, vilken påminner om den idag levande flagellatkolonien Volvox. Blastulan får sedan en inbuktning (gastrula) varvid urtarmen anläggs. Det är från denna form som de olika djurgrupperna avskiljs.

De djur som inte har någon kroppshåla utan endast består av två cellager (hydroider, nässeldjur och kam-maneter) har bildats mer eller mindre direkt från gastrulan och är genom detta radiärsymmetriska.

Djur med kroppshåla kan indelas i tre grupper: Protostomier,



Figur visande uppkomsten av flagellaterna och de flercelliga djuren, algerna, växterna och svamparna

deuterostomier och en grupp som utgör ett mellanting mellan dessa två former.

Hos deuterostomierna anläggs kroppshålan närmast genom en sorts avsnörning av tarmen vilket sker på två diametralt motsatta sidor om tarmen och en övergång till bilateralsymmetri uppkommer (kan vara svårt för nybörjaren att se hos vissa echinodermer).

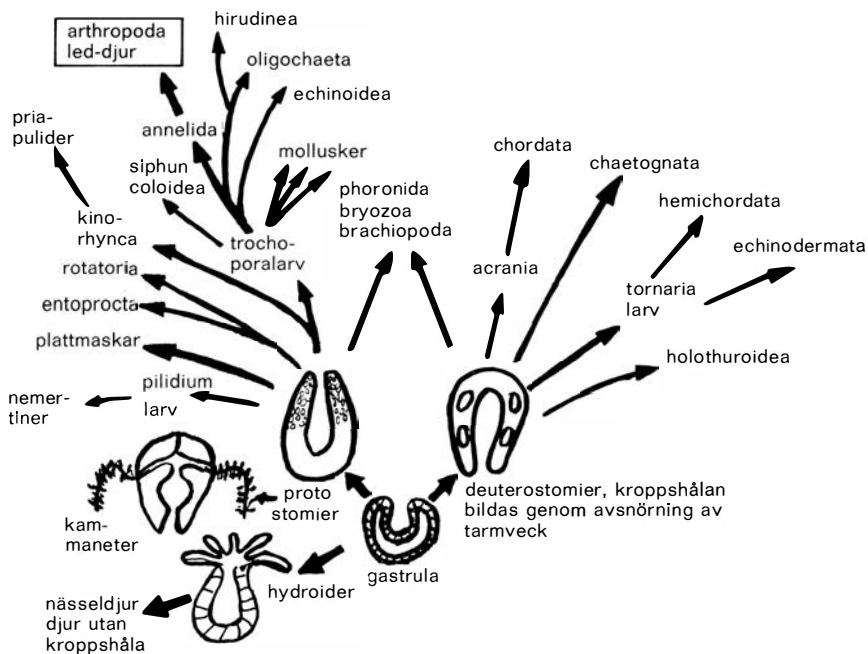
Protstomierna anlägger sin kroppshåla genom att celler vandrar in mellan urhud och tarm och bildar ett s.k. mesodermskikt som också kommer att ligga i två diametralt motsatta positioner vilket gör att protstomierna blir bilateralsymmetriska.

Den mellanliggande gruppen, som utgöres av brachiopoder, bryozoer och phoronider, anlägger sin kroppshåla på lite växlande sätt, dock inom ramen för de principer som skildrats ovan. Hos plattmaskar, nemertiner och de s.k. entoprocterna anläggs ingen kroppshåla och dessa organismer får därför sägas ligga på en lägre organisationsnivå.

Denna huvuduppdelning av de tidigare djurorganismerna bör ha skett för c:a 800—900 miljoner år sedan.

Utvecklingen närmast före kambrium för c:a 600—500 miljoner år sedan innebär en närmast explosionsartad manifestation av alla dessa djurgrupper, samtliga väl organiserade och representerade. Frågorna hopar sig hur detta varit möjligt och forskningen världen över är intensivt verksam för att söka klarlägga hur denna snabba uppkomst av djurgrupperna kunnat ske. Djurgrupperna tycks till en början ha varit många fler än de som idag finns representerade. Mer adekvat än att konstruera ett stamträd som förgrenar sig mer och mer är att tänka sig en stamtavla där alla grupper synes ha "uppkommit på en gång". Många djurgrupper överlevde endast kortare tid medan andra bättre anpassade organismer klarade sig i flera hundra miljoner år. De grupper som var bäst anpassade till omgivningen av de överlevande utvecklade däremot normalt greniga stamträd, i varje fall så länge de befann sig i en fördelaktig position för detta. Exempel på detta är brachiopoderna i ordovicium-karbon och chordaterna i devon-nutid.

Figur visande hur den jämförande anatomin antar att djurgrupperna kan vara besläktade



Kännetecknande för utvecklingen efter (som det förefaller) den explosiva uppkomsten av djurgrupperna vid tiden före kambrium var dock specialiseringen; grupperna blev alltmer förfinade, särskilt utvecklades nervsystemen. Skeendet var dock långsamt men palentologen märker förändringarna, hur fossilen varierar med tiden. Hastigheten var inte högre än att en ny art behövde c:a 1—5 miljoner år för sin utveckling. Förändringarna gick snabbast där omständigheterna var som svårast, en följd av det naturliga urvalet. Det är denna utveckling som benämnes evolution. Kapitel VII beskriver några illustrationer till detta.

Namnförklaring

Annelida	= ledmaskar
Hirudinea	= iglar
Oligochaeta	= landlevande annelider ex. daggmaskar
Echinoidea	= morots- eller päronformade maskar med s.k. probocis.
Holothuroideer	= sjögurkor
Echinodermata	= tagghudingar (sjöstjärnor, sjöborrar, sjöiljor och många utdöda grupper).
Hemichordata	= ollonmaskar och s.k. pterobranchiater (till vilka senare möjligen graptoliterna hör).
Chaetognata	= pilmaskar
Chordata	= ryggrängsdjur till vilka vi själva hör.
{ Brachiopoda	= armfotingar
{ Bryozoa	= mossdjur
{ Phoronida	= rörbyggande maskar
	dess tre grupper kännetecknas av sin födoinsamlade tentakelkrans (lobophor) kring munnen.
Mollusca	= blötdjur (musslor, sniglar, bläckfiskar och flera utdöda grupper)
Priapulida	= maskar med en yttre fin segmentering, vilken dock inte motsvaras av någon inre delning.
Kinorhyncha	= små en millimeter långa maskar
Siphunculoidea	= stjärnmaksar
Rotatoria	= hjuldjuren (millimetersmå former)
Entoprocta	= flera olika grupper av ofta små fastsittande former ibland parasitiska
Nemertina	= slem- eller snörmaskarna
Plattmaskar	= kallas också platyhelminthes och kan indelas i många grupper
Nässeldjuren	= kallas också coelenterater, innefattar maneter, koraller och flera utdöda grupper.

2. Leddjuren och trilobiterna

Leddjuren karakteriseras av att kroppen är innesluten i ett ledat omhölje. Leddjuren måste ha uppkommit från ledmaskarna (anneliderna) vilka i sin tur kan ha uppkommit från enklare former, möjligen genom "missad fortplantning" som kan ha skapat en kedja eller segmentering där varje segment haft en egen uppsättning organ. (Kanske liknande binnikemaskens proglottider). Vissa av dessa organ såsom tarmkanal och nervsystem har med tiden sammankopplats varvid den typiska annelidformen uppkommit.

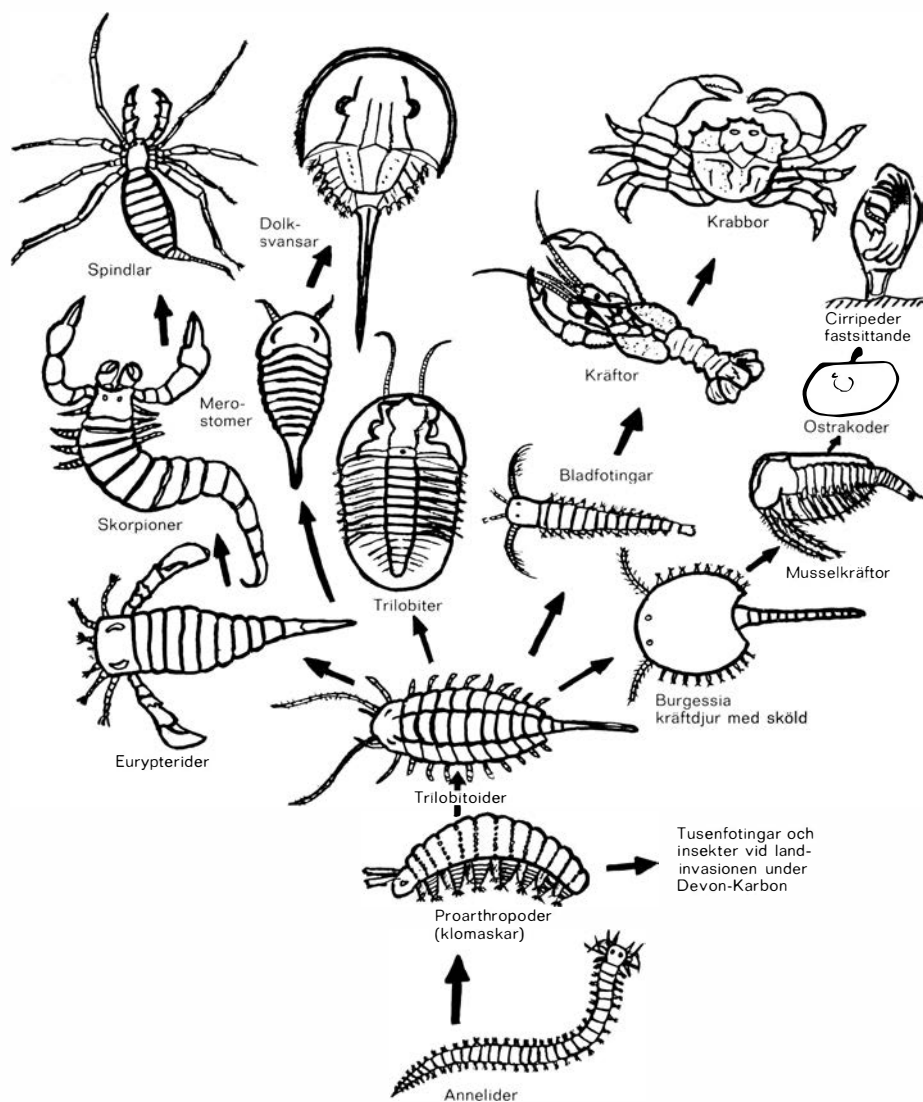
I Närkes ölandicus-skiffer har enstaka annelider påträffats där pyritisering bevarat de punktornerade segmenten. Övergång från en liten "förform" till annelid kan spåras vid dessa maskars ontogenetiska utveckling (utveckling från larv till vuxenstadium). Larven utgöres av den s.k. trochoporalarven, vilken för övrigt går att koppla mer eller mindre direkt till protostomie-stadiet som vid tillväxten avsnör segment efter segment (hänvisar till lärobok om evertebrater.)

Annelidens segment utbildade för förflyttningen parapodier vilka bör ha utvecklats från de cilier som trochoporalarven var utrustad med. Genom det sammankopplade nervsystemet kan anneliden med en kedjereaktion genom segmenten utlösa kontraktioner eller undulationer som möjliggör förflyttningen.

Denna biologiskt sett mycket avancerade utveckling bör ha skett för högst c:a 800 miljoner år sedan. Några säkra fossila maskspår i äldre lager har ej påträffats.

Under tidsintervallet 700—800 miljoner år sedan har anneliderna ytterligare utvecklats och via klomaskarna gett upphov till leddjuren. (Se figurerna på sidorna 61 och 72). Denna utveckling som är en del av den kambriska djurexplosionen gav alltså upphov till en mängd varianter av olika leddjur.

I den kanadensiska mellankambriska Burges-skiffern finns många av dessa former bevarade (se Scientific American, juli -79) liksom i Närkes ölandicusskiffer. Vissa leddjursgrupper var välanpassade och finns kvar idag. Dolksvansarna kvarlever i arten



Mycket förenklat och ofullständigt fylogenetiskt schema för led-djuren (arthropoder)

Limulus som kan bli upp till 60 cm lång. Världens äldsta dolksvans (Palemoreus) har påträffats som fossil avgjutning i Västergötland, i den underkambriska mickwitzia-sandstenen. Motsvarande lager i Närke är för närvarande ej tillgängliga för undersökning. Vid framtida exponering, exempelvis vid anläggningsarbeten eller liknande kan dessa lager komma i dagen och exponera en mängd avgjutningar av stort intresse.

Skorpioner, spindlar, tusenfotingar, bladfotingar, kräftor, ostrakoder och cirripeder är nu levande grupper av leddjur som väsentligen kan spåras hela vägen ned till kambrium. Ostrakoderna (musselkräftor) finns som fossil bl a i Närkes kambriska och underordoviciska lager. Skorpioner har påträffats som fossil ned till ordovicium och vissa krypsår i Närkes och Västergötlands mickwitzia-sandsten antyder att de förekom ända ned till underkambrium. Spåren efter djurens aktivitet på botten fossiliserar nämligen ofta lättare än själva djuret beroende på att sediment bestående av lämplig blandning sand och kalk (liksom betong) kan strömma in över ett område och på några dagar avgjuta botten. På dessa sedimentlager (siltstenslager) får man avgjutningar av botten på undersidan. Den rätta bilden kan man återfå genom att trycka siltstenavgjutningen mot modeller.

Spår efter trilobiter har på så sätt bevarats i riklig mängd och man kan av spåren studera djurens aktivitet. Det finns ex. s.k. trilobitgrävspår och dessa s.k. cruzianor anses vara grävspår efter föda där maskar torde ha stått på matsedeln.

Havsspindlarna finns som reella fossil först i undre devon där de sedan ger upphov till spindeldjuren i samband med invasionen av landområdena. Men vissa spår i underkambrium ("punkt-rader" i vissa system) kan dock vara gjorda av havsspindlar. Insekterna utvecklades under devon, primärt möjligen från någon tusenfoting eller liknande. Denna utveckling torde också ha varit explosionsartad.

Tusenfotingar, bladfotingar (stor grupp små leddjur, ex. vattenloppor) och kräftdjur (kräftor, räkor, märlor m.m.) har påträffats som enstaka fossil i de äldre lagren. Burgess-faunan visar således att de måste kopplas ihop först under mellankambrium.

I Sverige utförs forskning inom detta område av paleontologen Jan Bergström i Lund.

Krabborna (inte utritade i figuren) är kräftor där bakkroppen reducerats och vikts in under framkroppen. Cirripederna, ex. de på västkusten talrikt förekommande havstulpanerna, är kräftdjur som lever ett fastsittande liv bakom skyddande "plattor". De har påträffats som fossil i understa ordovicium bl a vid Yxhult men har sannolikt existerat även i underkambrium. Sannolikt var det vissa musselkräftor som övergick till det fastsittande stadiet vilket för övrigt ontogenetiska studier av cirripederna synes visa. Övergången till detta levnadssätt gav upphov till stora morfologiska omställningar för dessa kräftdjur.

Förutom dessa nu levande grupper av leddjur existerade flera andra som dött ut under årmiljonernas gång. Den mest välbekanta gruppen är trilobiterna, men där fanns också många andra och många återstår att finna. Intressanta grupper som inte diskuteras här är merostomer, marellider, eurypterider, aglaspider, trilobitoider och släkten som *Opabina* och *Burgessia*.

Trilobiterna var otvivelaktigt den största av de utdöda leddjursgrupperna, närmast att jämföra med insekterna idag. Ett 10-tal fyla (biol. enhet) varav flera med många undergrupper existerade. Undergrupperna hade i sin tur varierande antal trilobitsläkten (genus).

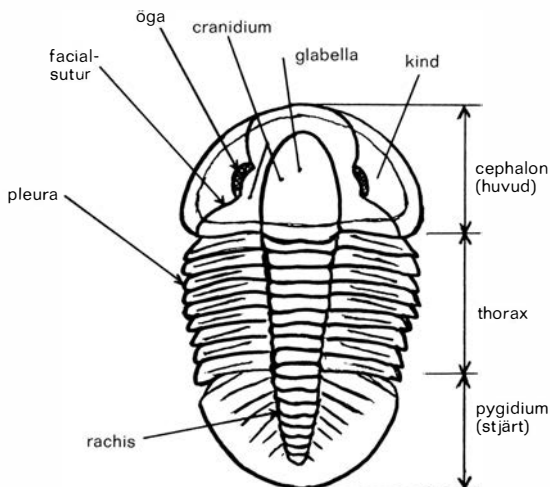
Figurerna sidan 73 och följande visar hur 8 trilobitfyla, agnostider, eodiscider, redlichider, corynexochider, ptychoparider, phacopider, lichider och odontopleurider har fördelat sig under de kambriska, ordoviciska, siluriska och devoniska tidsepokerna. De släkten som avbildats i figurerna är till en del av intresse för vår del, men några finns på andra kontinenter.

En av de stora uppgifterna inom trilobitforskningen är att systematisera de olika släktena och försöka återföra dem till ett gemensamt ursprung. Detta har dock visat sig vara komplicerat, enskilda släkten kan inte alltid förbindas med andra utan får följas ned i det prekambriskä okända kontinuumet. Vissa släkten förefaller dock tydligt besläktade medan andra verkar ha uppkommit plötsligt (även under kambrium och ordovicium). För-

klaringen till detta fenomen kan vara att utvecklingen av ett släkte har skett lokalt och avskilt i någon havsvik eller liknande vilken sedan åter kommit i faunakontakt med de omgivande haven.

3. Trilobiternas anatomi

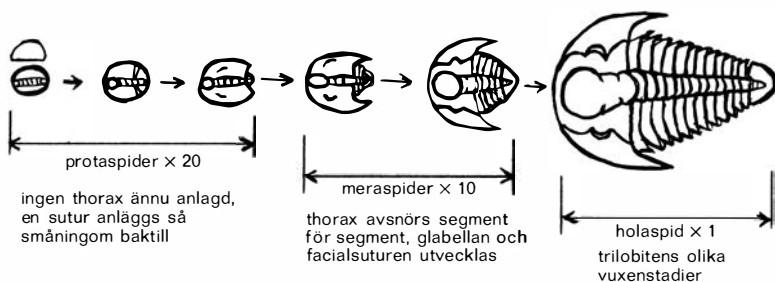
Namnet trilobit syftar på den indelning i tre lobar som kan observeras på ett snitt vinkelrätt mot trilobitens median-axel. Andra namn har dock tidigare existerat, Linné kallade dem entomostraciter. Figuren nedan visar vad de olika detaljerna på ett trilobitskal kallas.



Figur visande några av de vanligare namnen på trilobitskal

Andra trilobitformer än den figuren visar finns dock. Antalet thoraxleder, pygidiets storlek, kindernas utseende, facialsuturens gång m.m. kan variera inom vida gränser.

Trilobiterna ömsade skal precis som alla andra leddjur och speciellt ofta vid tillväxten. Den mjuka trilobiten kröp då ur sitt gamla skal antingen genom suturen mellan huvud och thorax eller också bröts någon thoraxsuturen upp. (Se kap. VII c). Skal av olika storlek illustrerar trilobitens ontogenetiska utveckling från larv till fullvuxet stadium. Fynd av sådana trilobitskalsserier är inte direkt ovanliga.



Trilobiternas ontogenetiska utveckling som den kan rekonstrueras från fossilstudier

Från små halvklotformiga kulor (i storlek 0,1—0,3 mm) sker en utveckling som påminner om trochoporalarvens utveckling till annelid. De olika trilobitarterna varierar mycket i storlek från halvcentimeterstora till trilobiter som är halvmeterstora. I Närke har hela trilobiter i denna storleksordning ej påträffats men väl delar till detta jätteformat. Storleken kan bero på god näringstillgång och adekvat anpassning. Stora arter fanns ex. av släktet *Paradoxides* vilka förekom i mellankambrium. *Paradoxides* trilobiterna begagnade möjligen sina stora kindutskott som "vingar" för att simmande ta sig fram i vattnet. Kinderna visar också ett vackert strömlinjesnitt som för tanken till flygplansvingar.

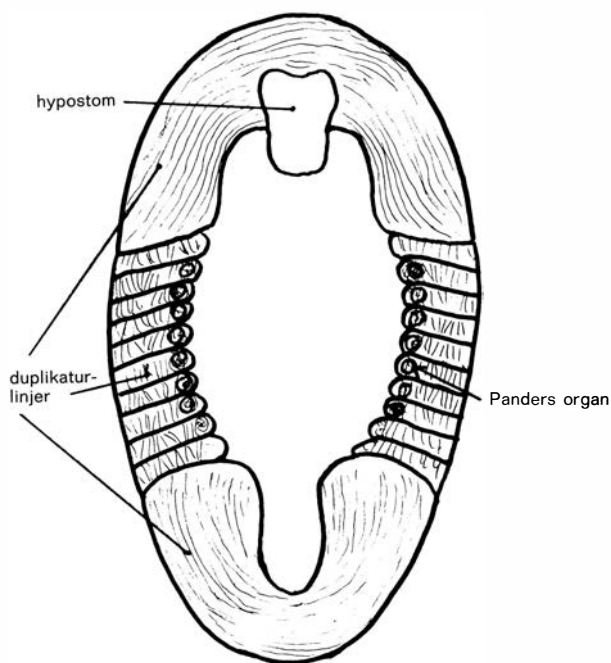
De små trilobiterna var sannolikt bottenkravlare. De minimala blindade agnostiderna kan ha haft ett planktoniskt levnadssätt. En del former grävde ned sig i bottenlammet, lurpassande på bytet med endast ögonen ovan bottenlammet. Exempel på detta levnadssätt är *Cybele* med sina stjälkögon (se sid. 84). Andra torde ha grävt aktivt i lerbotten efter föda såsom exempelvis *Asaphus expanus*. Ofta synes trilobiterna ha dött i denna position varför man idag kan hitta hela trilobiter just i lerlagren där de grävde. De har inte förstörts av asätare och strömmar har inte brutit sönder skalerna. Dessa trilobiter var ofta försedda med tjockt skal vilket för övrigt hos alla trilobiter utgöres av det organiska ämnet kitin. Kitinskalen påträffas ofta synnerligen välbevarade och i Närke finns på flera nivåer trilobiter med bruna glänsande kitinskal med häpnadsväckande väl bevarade mikrostrukturer. Huruvida den bruna färgen utgör originalfärg lämnas här osagt, men helt osannolikt är det inte. De märkliga små blindade agnostiderna som förekommer extremt rikligt i mellan- och överkambrium torde liksom eodisciderna vara dvärgtrilobiter som stannat i den tidiga meraspidperioden (meraspidsteg 2 för agnostiderna och i meraspidsteg 2 eller 3 för eodisciderna). De har i så fall trots denna brist i tillväxten kunnat fortplanta sig.

Taggar och utskott av olika slag kan ha uppkommit som försvarsmedel mot olika angripare. Förmågan att rulla ihop kroppen och därmed skydda den mjuka bukbe-teckningen är en egen-skap hos de flesta trilobiterna. Genom att böja thorax och placera pygidiet under huvudet intog kroppen en rundad skyddad position där endast kindtaggar eller thoraxtaggar stack fram. Positionen torde ha inneburit ett effektivt skydd särskilt av den oskyddade mjuka ventralsidan. Det s.k. hypostomat, se sid. 67, skyddade visserligen munnen och en del av mjukdelarna under huvudet och vidare gjorde ryggpansaret ofta en omvikning en bit in på ventralsidan, den s.k. duplikaturen som också kom att utgöra ett visst skydd.

Den inre anatomi är föga känd men under senare år har man med hjälp av bl a röntgenundersökningar kunnat rekonstruera inälvornas ungefärliga läge. Munöppningen låg säkerligen under

hypostomat och födan inmatades med hjälp av de främre extremiteterna. Bakom eller ovan munnen kom sedan magsäck, lever och bukspottkörtel. Längre bak längs mitten av thorax löpte en välutvecklad tarm som mynnade i en anus under pygidiet. Från magen genom levern fördes näringen ut via ett icke slutet kärlsystem.

På vissa trilobiter, exempelvis hos den välbevarade trilobiten *Olenus truncatus* från Asker i Närke, kan man se s.k. ögonlister



Undersida av den vanligt förekommande trilobiten *Ptychopyge angustifrons* visande duplikatur och Panders organ

från glabellan mot ögonen som sedan grenar sig i allt finare system mot trilobitens periferi. Strukturen representerar möjligen en del av kärlsystemet från levern. Ett hjärta med icke slutna artär- och vensystem torde ha funnits även om fossila spår av sådana strukturer inte har påträffats. Hjärtat låg troligen dorsalt baktill under glabellan och därifrån torde fina artärer ha utgått (två snett framåt och två bakåt, en dorsalt och en ventralt). Vissa strukturer, de s.k. duplikatur och terrasslinjerna, som finns på trilobitskalen kan motsvara blodkärl eller ingå i matsmältningssystemet. De kan också utgöras av s.k. Bertilonlinjer, d v s strukturer utan direkt betydelse ungefär som fingeravtryck hos människan.

Andningen fungerade med hjälp av gälar som satt fästade på en av de båda extremiteterna som varje "ben" utgjordes av (se fig.). Den gälförsedda extremiteten kan också ha fungerat som förflyttningsorgan vid simning eller ägt förmågan att fånga upp födopartiklar.

Nervsystemet var högt utvecklat och många olika sinnesorgan fanns. Syn, smak, lukt, hörsel, jämvikt och känsel bör ha varit välutvecklade vilket det mesta tyder på. Ögonen var s.k. fasettögon vilket väl kan studeras på fossilt material. De flesta trilobiterna hade sammansatta ögon, d v s en mängd små linser var packade samman (holochoral typ). En annan typ av ögonstruktur innebar att antalet linser var färre och varje lins större med egen hornhinna (corena).

Varje lins var också skild från den närliggande med en hård mellansubstans. De s.k. phacopiderna hade ögon med ett fåtal men stora "fasettlinser". I Närke har vi möjligen i *Gyrometopus lineatus* världens äldsta phacopid. Under fasettögonytan hos trilobiten *Asaphus expansus* kan man iakttaga fina hål som kan ha varit platsen för ögonhår med uppgift att rensa ögonen efter grävningar i leran. Extraögon kan också ha funnits hos en del arter, hos nämnda trilobit finns en tuberkel baktill på glabellan som möjligen kan vara rest av ett sådant extraöga. Man har också funnit en del tuberkler på hypostomat som också kan vara rester efter något sinnesorgan. Antennerna som sällan bevarats

var säkerligen utrustade med välutvecklade känselceller. Hjärnan torde ha legat under främre delen av glabellans och en buk-gangliedja kopplade ihop nerverna inom de olika segmenten. Extremiteterna, som likaledes sällan bevarats som fossil, styrdes exempelvis via muskler innerverade av denna buk-gangliedja. Ofta kan man se muskelfästen av olika slag på insidan av skalen.

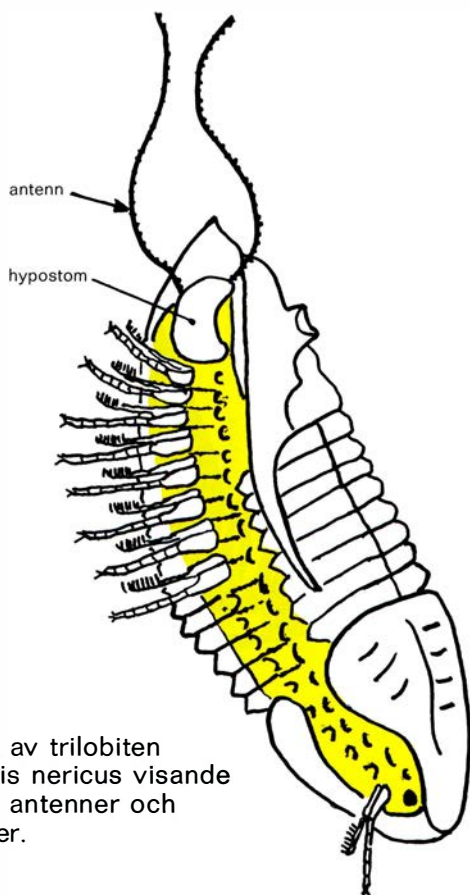
De s.k. Panders organ, små knölbildningar på pleurorna, kan ha varit exkretionsorgan, särskilda sensoriska organ eller kanske helt enkelt en sorts låsanordning i samband med att trilobiten rullade ihop sig. Fig. sid. 67 visar duplikaturlinjerna och Panders organ på undersidan av trilobiten *Ptychopyge angustifrons*.

Vi återvänder till det hårda ryggpansaret som har bevarats p g a motståndskraften hos ryggplåten. Mikroskopiskt kan man särskilja tre skikt som är uppbyggda av kalciumkarbonat, kitin och kalciumfosfat. Ryggplåten med undersida har diverse små-strukturer och i förstoringen ser man små knölar, taggar, porer och s.k. terrasslinjer vilka särskilt iakttages på huvudet och på pygidiet. Terrasslinjerna är också särskilt markerade på omvikningen mot buksidan, den s.k. duplikaturen. På huvudet iakt-tages den centrala ofta utbuktande delen som kallas glabellans. På båda sidor om glabellans återfinns ögonstrukturerna. Av stort intresse är den s.k. facialstrukturen som ofta avskiljer den cen-trala delen av huvudet med glabellans från de lateralt belägna kindutskotten. Vid skalömsningen torde det inte ha varit tillräckligt att suturen gått isär mellan huvudet och thorax utan även facialsuturen måste ha brutit upp. Det är annars svårt att tänka sig hur de långa kindutskotten skulle ha befriats från det gamla skalet. Större delen av de fossila fynden av trilobiter utgöres i själva verket av skalrester efter skalömsningen (s.k. exuvier). Man får också tänka sig att djuret den första tiden efter skal-ömsningen var lika sårbart som exempelvis nutida kräftdjur är efter sin skalömsning. Förutsättningen för att ryggpansaret har bevarats är att det innehåller kitin som är ett ytterst motstånds-kraftigt ämne, olösligt i vatten, ej påverkbart av svaga syror eller alkalier. Fig. (sid. 71) visar också en rekonstruktion av buksidan sedd snett underifrån. Det gulfärgade området skall motsvara

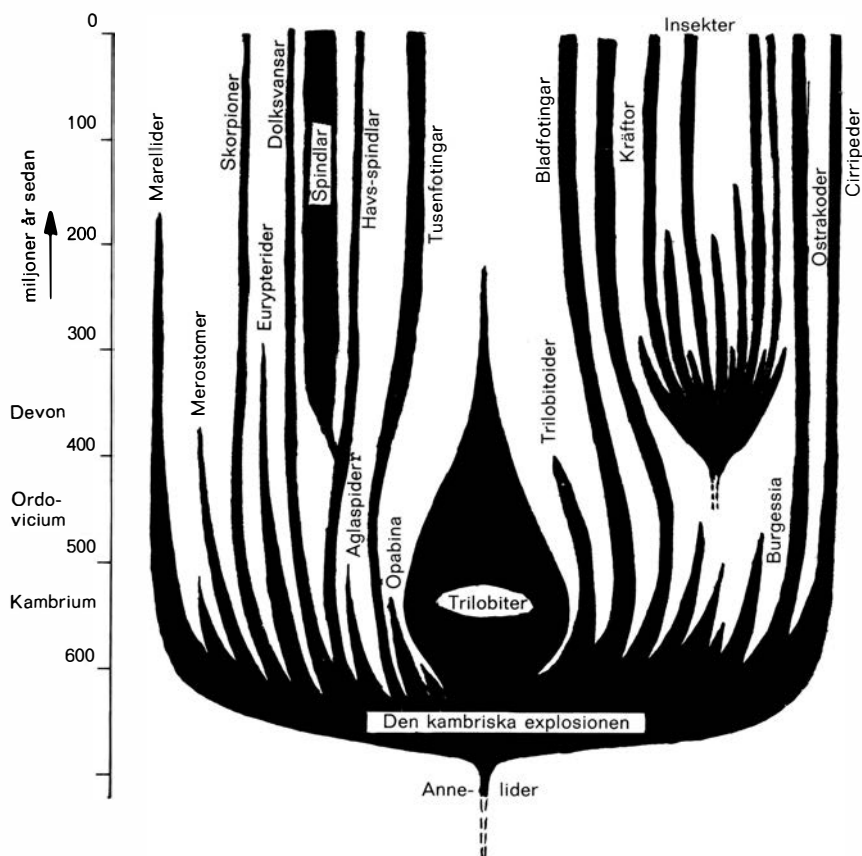
den tunna bukbezeichnung vilken alltså ytterst sällan återfinnes. Säkra spår av bukbezeichnung, extremiteter eller antenner har inte påträffats i Närke. På teckningen är extremiteterna utritade och dessa förekom hela vägen från huvudet ned till pygidiet. Extremiteterna började i anslutning till det s.k. hypostomat vilket närmast kan beskrivas som en stor kitinhaltig sköld eller läpp som hängde ned över munnen. Av extremiteterna har på teckningen endast ena sidans ben delvis utmärkts. Två typer av extremiteter har identifierats. Närmast kroppen låg de s.k. pre-epipodierna som synes lämpade för simning och vars yttre fjäderformade del kan ha haft gälfunktion. Den fjäderliknande bildningen kan också ha använts för att fånga in små näringspartiklar. Ordentliga tuggorgan har inte påträffats hos trilobiterna (undantag phacopiderna). Möjligen utgjordes födan av beståndsdelar som inte behövde tuggas sönder. Längre från kroppen men på pre-epipodierna satt ett kraftigare ben lämpligt att gräva med och som också torde ha möjliggjort transport på fast underlag.

Fortplantningen var troligen som hos kräftdjuren idag av komplicerad natur. Könlig fortplantning kan ha förekommit men även s.k. partenogenetisk utveckling. Man finner trilobiter av samma art med varianter som kan vara uttryck för en könsdimorfi (hanar och honor).

Trilobiterna var marina leddjur och uppehöll sig nära botten. De flesta torde ha varit bottenlevande. Vissa arter verkar ha grävt ned sig och lurpassat på bytet (Nileus och Illaenus) medan andra arter med en mer simmande transportförmåga kan ha använt de fjäderformade strukturerna på benen till att sila igenom det förbipasserande vattnet och fånga upp näringspartiklar. De blinda agnostiderna kan i något avseende ha varit parasitära. Den stora trilobiten *Megistaspidella acuticauda* har naturligtvis haft ett annat födointag än de små agnostiderna. Den stora *Megistaspidella* påträffas i en mycket hård kalksten mellan limbata- och expansuslagret. Uppenbarligen har detta sediment bildats nära stranden då man påträffar eroderade ytor som bör ha varit utsatta för luft och direkt solbestrålning.

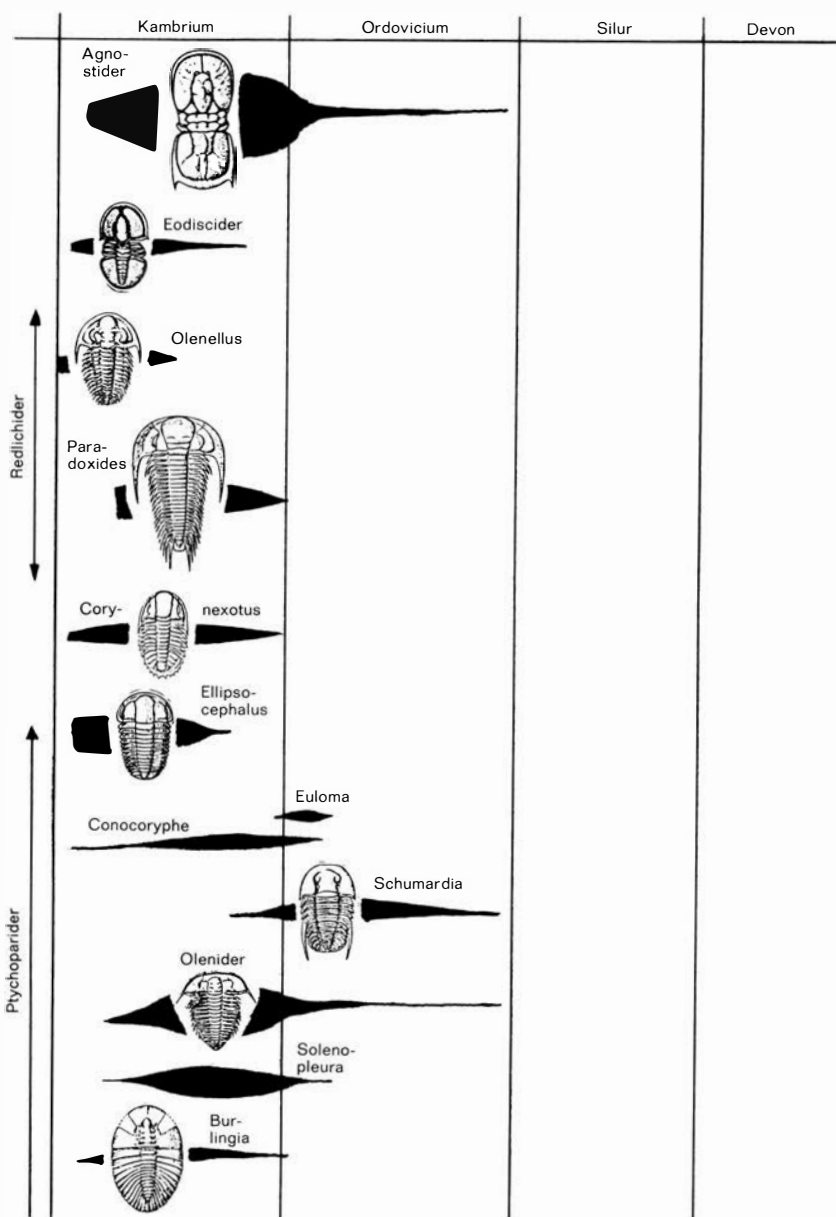


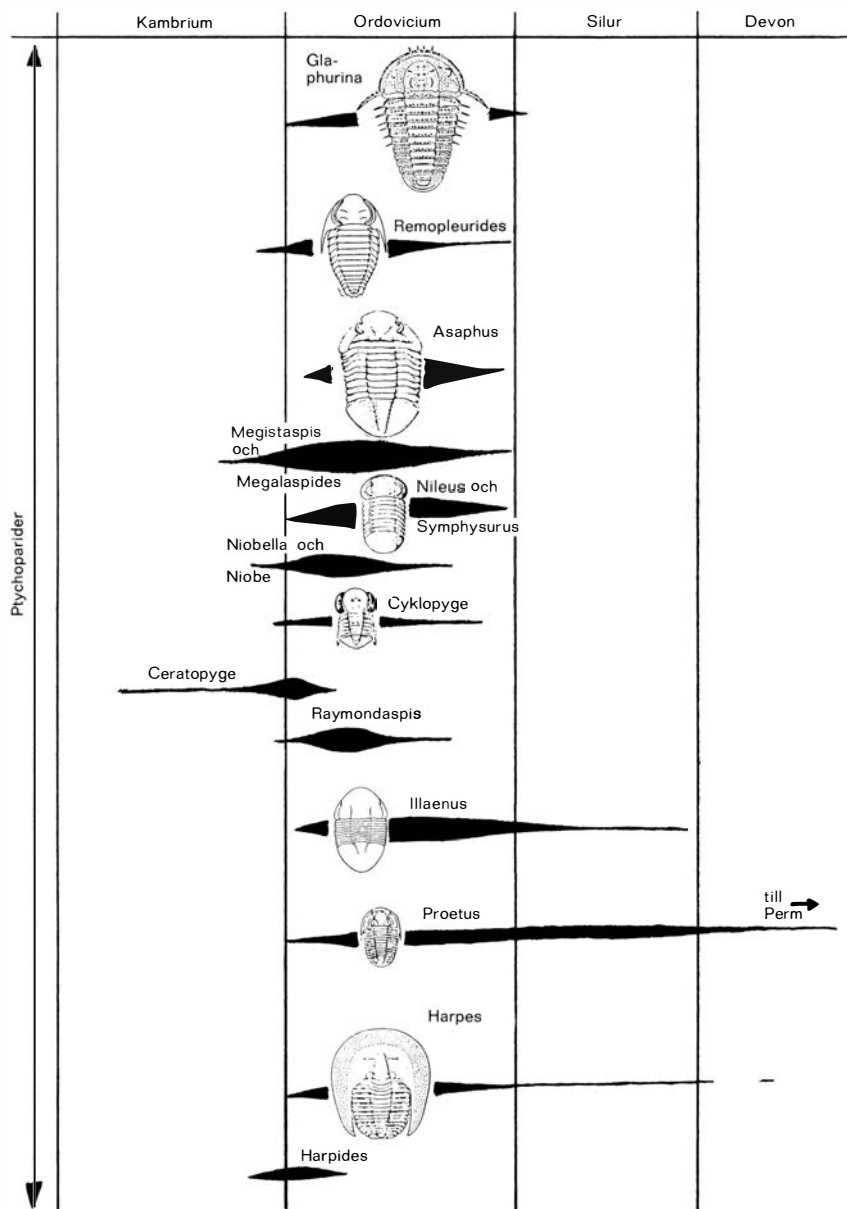
Undersida av trilobiten
Megistaspis nericus visande
hypostom, antenner och
extremiteter.

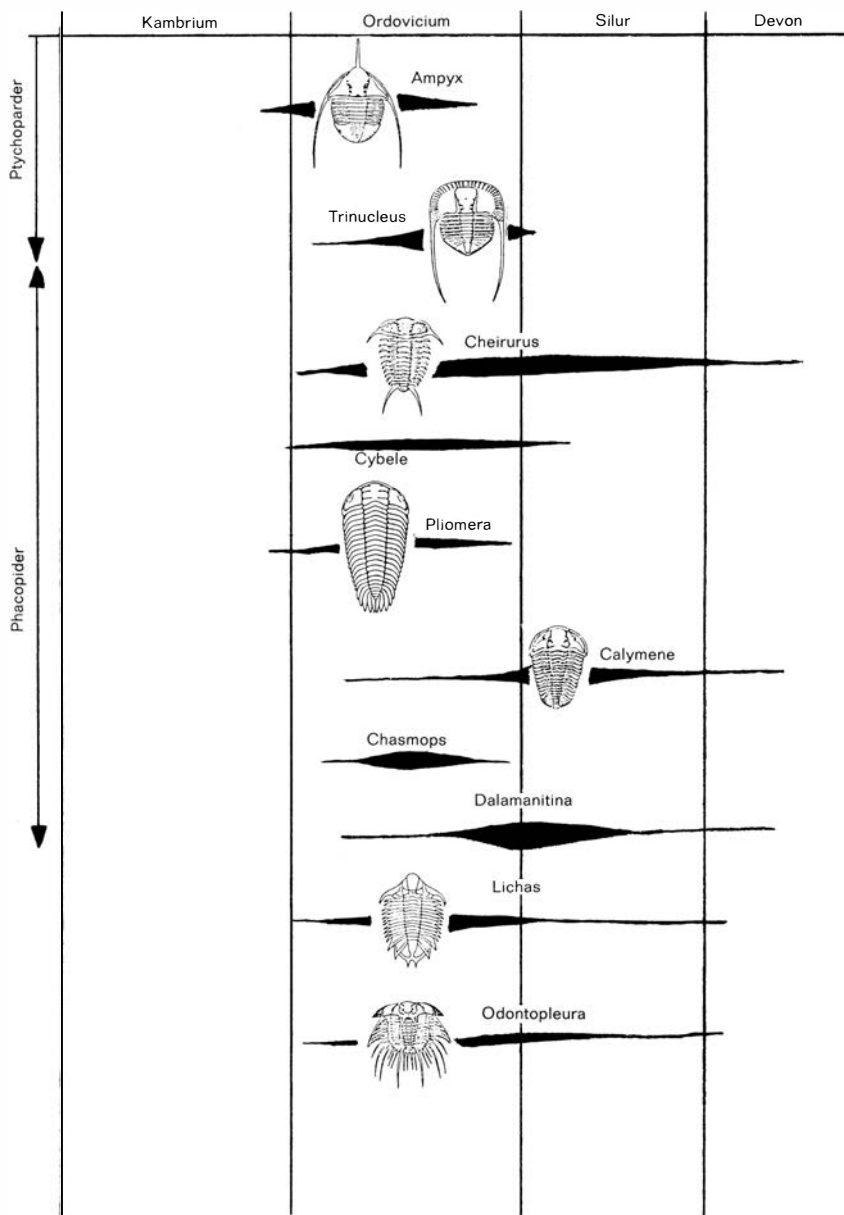


Leddjurens utveckling har inte ägt rum genom att några grundformer givit upphov till ett alltmer förgrenat stamträd. Istället torde huvudgrupperna (plus en del nu utdöda former) ha uppkommit under en 50—100 miljoner lång period vid övergången till den kambriska perioden för 600 miljoner år sedan. De synes ha utvecklats från de annelida maskarna av vilka man funnit grävspår ned till c:a 700 milj. år. I bergarter äldre än 700 milj. år (ex. Visingsöformationen) har de ej säkert påvisats.

Det som hänt efter denna explosiva uppkomst är att det naturliga urvalet har slagit ut en hel del grupper och modifierat andra allt efter hur omgivningen varierat. Framför allt har de yttre formerna varierat en hel del, men många grupper har bevarat sina ursprungliga drag förvånansvärt väl.







VII. TRILOBITERNA I NÄRKE

Så är vi framme vid bokens titel. På de följande sidorna namnges de hittills påträffade arterna i Närke. En del trilobiter har fotograferats. Under bilderna har diverse karakteristika för arten ifråga noterats.

Listan över trilobiterna upptar arterna i kronologisk följd. Förkryssade trilobiter har påträffats i hela exemplar, de med två kryss förekommer avfotograferade eller skissade på efterföljande sidor.

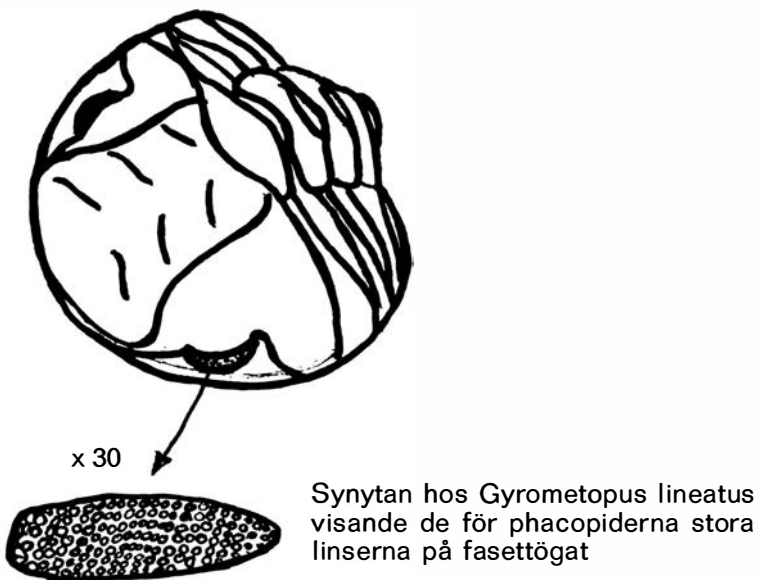
Underkambrium	Ingen trilobit påträffad ännu.
Mellankambrium	xx Paradoxides bidentatus
	xx Paradoxides torelli
	xx Paradoxides pinus
	Paradoxides quadrimucronatus
	x Paradoxides nya arter (2—3 stycken)
xx Ellipsocephalus	polytomus
x Solenopleura	nercius
x Calodiscus	oelandicus
x Ptychagnostus	praecurrens
x Peronopsis	fallax
x Paradoxides	paradoxissimus
Paradoxides	sp. (nya arter)
xx Ellipsocephalus	lejostracus
xx Parasolenopleura	aculeata
x Ptychagnostus	gibbus
Peronopsis	sp.
xx Lejopyge	laevigata
x Lejopyge	laevigata (var. armata)
x Lejopyge	laevigata (var. Perrugata)
x Lejopyge	laevigata (var. rugifera)
x Agnostus	pisiformis var.
x Agnostus	pisiformis (2—3 underarter)
x Agnostus	subsulcatus
x Agnostus	pater
Cotalagnostus	confusus
x Phalacroma	glandiformi
Oidagnostus	trispinifer
Diplagnostus	planicauda
Clavagnostus	repandus
Goniagnostus	nathorsti
x Agnostus	ny spec.
Aulacodiscus	bilobatus
xx Nericia	quinquedentata
x Ullaspis	conifrons
Conokephalina	suecica
Paradoxides	forshammeri
Solenopleura	brachymetopa
Solenopleura	ny sp. 1
Solenopleura	ny sp. 2
Toxotis	pusilla
Anomocare	spec.
xx Andrarina	costata
Schmalensei	amphionura

Överkambrium	Protolenus	spec.
	Proceratopyge	spec.
	Acrocephalites	stenometopus
xx	Agnostus	pisiformis
x	Agnostus	pisiformis granulerad sp.
	Ny trilobit	(ännu inte identifierad)
xx	Olenus	truncatus
	Olenus	transversus
x	Olenus	gibossus
	Olenus	whalenbergi
	Olenus	scanicus
x	Homagnostus	obesus
	Agnostus	spec.
	Goniagnostus	reticulatus
x	Parabolina	spinulosa
	Parabolina	brevispina
x	Protopeltura	aciculata
	Leptoplastus	raphidophorus
	Leptoplastus	crassicorne
	Leptoplastus	intermedius
x	Leptoplastus	ovatus
	Eurycare	latum
	Eurycare	brevicauda
	Leptoplastus	neglectus
	Ctenopyge	flagellifera
	Ctenopyge	angusta
	Ctenopyge	affinis
	Ctenopyge	spectabilis
	Ctenopyge	bisulcata
	Ctenopyge	pecten
	Sphaerophthalmus	humilis
	Protopeltura	praecursor
	Protopeltura	bidentata
	Peltura	acutidens
	Peltura	minor
xx	Peltura	scaraboedis
	Sphaerophthalmus	alatus
	Nericiaspis	robusta

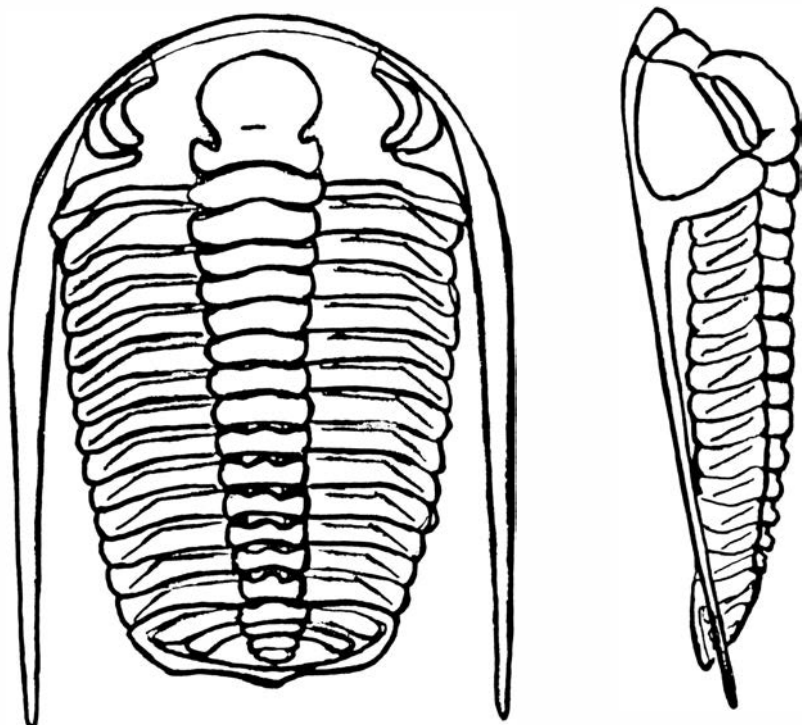
Underordovicium	Megistaspis	armata
	Megistaspis	sp. 1 och 2
	Megalaspides	sp.
	Varvia	falensis
	Niobella	sp.
	Apatokephalus	sp.
	Pliomerops	sp.
	Niobe	sp.
	Boroghotus	sp.
	Ceratopyge	sp.
xx	Megistaspis	planilimbata
	Megistaspis	nya arter (4—5 st)
	Megalaspides	nericiensis
	Megalaspides	sp.
	Boroghotus	stenorhachis
	Niobella	bohlini
	Niobella	sp.
	Niobe	emarginula
	Lapidaria	rugosa
	Varvia	breviceps
	Symphysurus	angustatus
x	Nileus	orbiculatus
	Raymondaspis	brevicauda
	Raymondaspis	sp.
	Cyklopyge	gallica
	Ampyx	sp.
x	Pliomerops	actinura
x	Cyrtometopus	sp.
xx	Gyrometopus	lineatus
	Glaphurina (el. Celmus)	insolita
	Apatokephalus	sp.
	Euloma	sp.
xx	Schumardia	nericiensis
	Orometopus	sp.
	Geragnostus	crassus
x	Trinodus	sp.
x	Leiagnostus	peltatus
xx	Megalaspides	dalecarlicus
	Megalaspides	paliformis
	Megistaspis	norvegica
	Megistaspis	scutata
	Megistaspis	nya arter (4—5 st)
x	Ampyx	pater
xx	Agerina	erractia

	Niobella	sp.
	Cyrtometopus	priscus
x	Nileus	exarmatus
xx	Megistaspis	estonica
	Pliomerops	sp.
	Lichas	sp.
	Cybele	sp.
x	Ampyx	pater
x	Ampyx	obtus
	Harpes	excavatus
	Harpides	sp.
	Raymondaspis	infundibularis
	Raymondaspis	sp.
	Celmus	sp.
	Agnostider	(4—5 arter)
	Panderia?	sp.
	Asaphus eller Megalaspides?	
	Nya trilobiter?	(2 st)
xx	Euloma	laeve
	Menoparia	nericiensis
	Remopleurides	sp.
xx	Megistaspis	lata
	Megistaspis	nya arter (4—5 st)
	Protoptychopyge	sp.
	Raymondaspis	nya arter (2—3 st)
xx	Nileus	armadillo
x	Nileus	nya arter (4—5 st)
xx	Megistaspis	limbata
	Megistaspis	hyorrina
	Megistaspis	triangulata
	Megistaspis	protoacuticauda
	Megistaspis	nya arter (4—5 st)
x	Asaphus	lepidurus
x	Dysplanus	acutigenia
x	Ptychopyge	sp.
	Cyrtometopus	clavifrons
	Symphysurus	sp.
	Niobella	lindströmi
	Niobella	sp.
	Illæus	sp.
	Harpes	sp.
xx	Megistaspidella	acuticauda
xx	Asaphus	expansus

xx Megistaspis	nericus
x Nileus	lannacus
x Nileus	sp.
xx Megistaspidella	extenuata
xx Ptychopyge	cincta
xx Ptychopyge	angustifrons
xx Niobella	laeviceps
x Niobe	sp.
xx Cybele	bellatula
xx Cheirurus	nya art
Lichas	coelorrhinn
xx Illaneus	sarsi
xx Dysplanus	centrotus
x Symphysurus	palpebrosus
xx Ampyx	nasutus
Odontopleura	sp.
xx Pterygometopus	sclerops
xx Pliomera	ficheri
x Celmus	granulatus
Asaphus	raniceps
Megistaspidella	heroica
Megistaspidella	heros
Megistaspidella	sp. (3—4 arter)
Megistaspidella	nericiaobtusicauda
Asaphus	sp.
Ptychopyge	globifrons

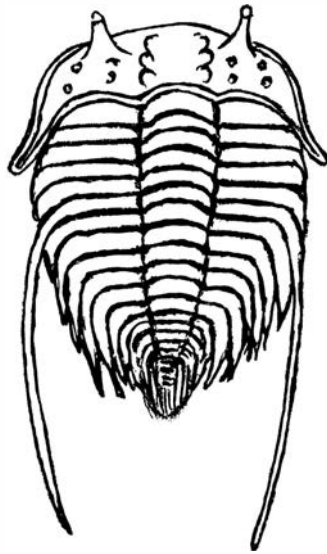


Bilden visar ett ihoprullat exemplar i fyra gångers förstoring av den i många avseenden märkliga trilobiten *Gyrometopus lineatus* (tidigare *Diaphanometopus lineatus*) från Närkes planilimbata-kalk. Man ser de stora linserna på fasettögat vilket är typiskt för de i yngre lager så vanligt förekommande phacopiderna.



Euloma laeve x 3

Det enda i Sverige hela exemplaret av trilobiten *Euloma* har hittats i estonica-block vid Kvarntorp. *Euloma* är en mycket karakteristisk trilobit, som hör till ptychopariiderna, och man hittar den i underordovicium.

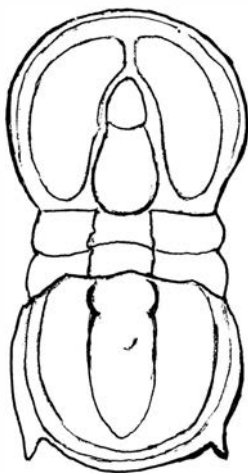


Cybele bellatula

Denna mycket märkliga trilobit är inte direkt ovanlig i Yxhults expansuslager. Den är mycket svår att preparera fram och ögonen måste klistras fast efter att de frigjorts och fripreparerats. Den 6:e thoraxleden framifrån räknat är kraftigt förlängd. Ihoprullad har trilobiten ett mycket intressant utseende och påminner om en boll med taggar. Några ex. har hittats i denna position (som de troligen levde i, strax under bottenlammet med bara ögonen uppstickande).



Cybele bellatula
Ca 1,5 ggr förstoring



Agnostus pisiformis

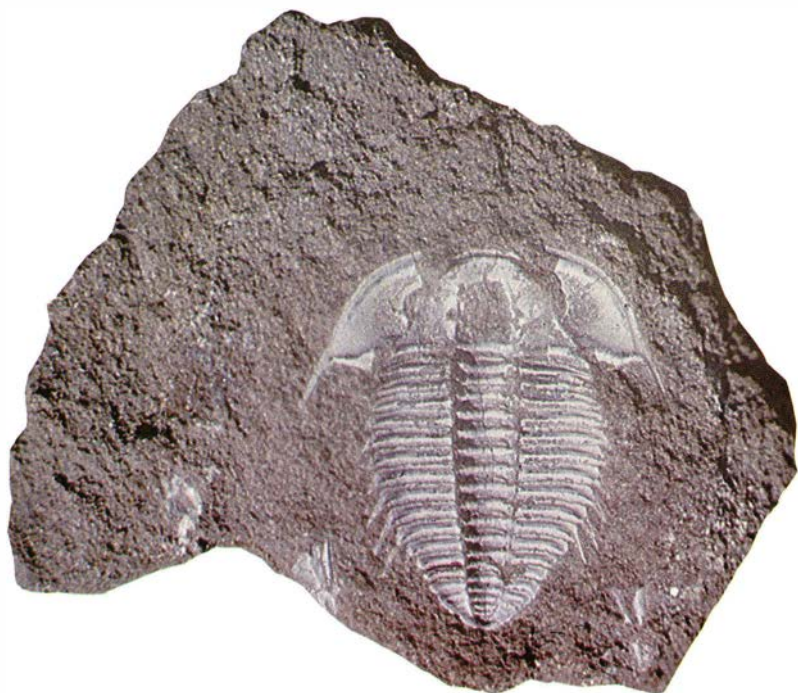
Vanligt förekommande trilobit som påträffas i orsten. Ej sällan påträffar man en utsädd av trilobiter otroligt väl bibehållna och där förstoring visar ett flertal strukturer. Förekommer i undre överkambrium. Trilobiten var blind.

Storlek 0,5—1 cm.



Leiopyge levigata

Zonfossil i övre mellankambrium, typisk för Närke, känd också i Australien. Leiopygezonen är i Asker-Sköllersta-trakten mycket intressant då en mängd märkliga trilobiter påträffats i dessa lager. Storlek < 1 cm.



Olenus truncatus

Zonfossil i övre kambrium, vanligt förekommande, mer sällan med bevarade kindutskott. På "lugna" lokaler där denna trilobit ömsat skal hittar man ofta uppsättningar av mer eller mindre hela skal, visande hur skalömsningen gått till. Se sid. 154.

Storlek 1—2 cm.



Nericia quinquedentata

Övre mellankambrium. Namnet syftar på förekomsten av 5 taggar i pygidiet. Trilobiten är vanlig i vissa delar av Närke men har ej påträffats utanför Närke.

Något förminskad



Ellipsocephalus polytomus

Vanlig i hela oelandicuslagret, ofta finns flera hela exemplar intill varandra. Två varianter föreligger som kan vara honor och hanar (könsdimorfi).

Något förminskad



Ellipsocephalus leiostracus

Dessa trilobiter förekommer i paradoxissimus-zonen (tiden efter ölandicus-epoken) och är ofta ovanligt stora för att vara ellipsocephalider i Närke.

Något förminskad



Paradoxides pinus

Påträffas liksom *Paradoxides torelli* i den näst understa zonen av mellankambrium (c:a 545 milj. år). Är vanlig och karakteristisk för zonen. Det avbildade exemplaret är c:a 13 cm.



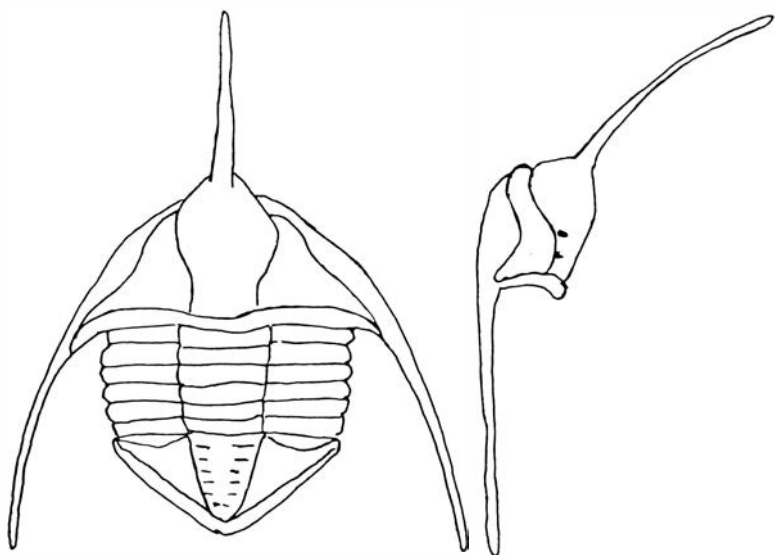
Paradoxides torelli

Det avbildade exemplaret är c:a 8 cm långt. Trilobiten är relativt vanlig i undre mellankambriska lager i den gröna lerskiffern. Preparaten måste i likhet med andra fynd från detta lager snabbt sprayas och läggas i gips. Typiskt för paradoxidestrilobiterna är det lilla pygidiet.

Anm. Trilobiten är uppkallad efter Otto Torell 1828—1900, som gjorde banbryande insatser som glacialgeolog och polarforskare. Var även framstående zoolog och paleontolog.



Ampyx nasutus
Förstorad c:a 2 ggr.



Ampyx nasutus

Trilobiten är liten och hela exemplar är sällsynta. Hade spetsformationer åt de flesta håll, vilket kan ha varit lämpligt i kampen för tillvaron.



Andrarina costata

Påträffas i övre mellankambrium i samma lager som *Leiopyge levigata*. Det avbildade hela exemplaret är lika väl bibehållet som det är sällsynt.



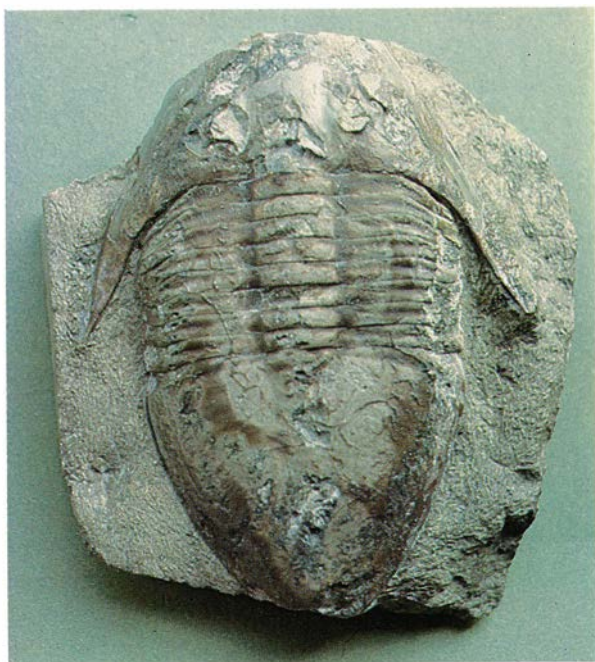
Peltura scarabaeoides

Trilobiten är intressant då den finns i de uranhaltiga lagren. Oleniderna, som denna trilobit tillhör, var en grupp trilobiter som tack vare sitt förstorade gälsystem kunde leva i syrefattiga hav. I den syrefattiga uranviken dominerar oleniderna helt.



Megistaspidella extenuata

Trilobiten är relativt sällsynt. Anmärkningsvärt med det spetsformade huvudet. Man har föreslagit att tillkomsten av spetsformationen hade samband med konkurrens från de allt större ortoceratiternas sida. Det spetsformade huvudet innebar möjligen ett försvar mot ortoceratiterna. Se kap. VIII e.



Megistaspidella acuticauda

Stor trilobit som ytterst sällan påträffas i komplett skick. Naturhistoriska Riksmuséet har ett exemplar som tillvaratogs av arbetarna vid Lanna kalkbrott på 1950-talet. Trilobiten har spetsformation såväl vid stjärten som framtill vid huvudet. Den främre delen av huvudet var utdraget till en lång spets och den totala längden kom med spetsen inräknad att överstiga 4 dm. Trilobiten var möjligen sin tids största djur, f.u. orthoceratiterna. Den påträffas i det s.k. fosforitkalklagret som uppenbarligen avsatts på relativt grunt vatten och som är synnerligen hårt och svårklivet. Man påträffar relativt rikligt med de handflatestora stjärtarna. På bilden ser man att kindutskotten är bevarade medan däremot ögonstrukturerna är skadade. Spetsen från huvudet är defekt.

Förminskad c:a 2 ggr.



Paradoxides paradoxissimus

Något förminskad



Paradoxides bidentatus

Trilobiten påträffas i understa mellankambrium i den s.k. ölandicus-skiffern. Hela exemplar är egentligen ej ovanliga men ytterst svåra att få fram intakta, till en del p g a materialets dåliga hållfasthet. Trilobiten är vanligt förekommande i Närke. Namnet syftar på förekomsten av två utskott på det lilla pygidiet. Trilobiten kunde bli nära en halv meter stor och var förmodligen sin tids största djur.

Något förminskad



Glyptagnostus (*Agnostus reticulatus* Ang.)

Undre överkambrium. Förstorad c:a 3 ggr.

På preparatet endast enstaka lösa stjärter och eller huvuden.



Parasolenopleura aculeata

Stiligt preparat som tillhör institutionen i Uppsala. Kommer från Norrtorpsbrottet, tillvaratogs av arbetarna vid sandstensbrytning 1969. Tillhör samma zon som *Paradoxides paradoxissimus*. Något förminskad



Megalaspides dalecarlicus

Zonfossil i lägre ordovicium. Fotografiet visar det negativa avtrycket. Trilobiten var troligen föregångare till asaphusgruppen. En promegalaspides har även påträffats i övre kambrium i Västergötland. Det positiva avtrycket har skänkts till naturmuséet i Rättvik.



Pygidium av *Niobella imparilimbata*
Från de lägre ordoviciska lagren. Naturlig storlek.



Pliomera fischeri

Påträffas i expansus-zonen, är relativt sällsynt. Det avbildade preparatet är synnerligen vackert och tillhör Naturhistoriska Riksmuséet; tillvaratogs av paleontologen Hugo Hamilton som en tid var bosatt på Latorps säteri. Hela exemplar av en annan *Pliomera* finns också i estonica-zonen.

Förminskad c:a 2 ggr.



Pterygometopus sclerops

Relativt vanlig i expansuskalk, särskilt i Lannaområdet. Påträffas ofta ihoprullade. Typen av trilobit synes föregå de s.k. Phacopiderna som förekom talrika under silur.

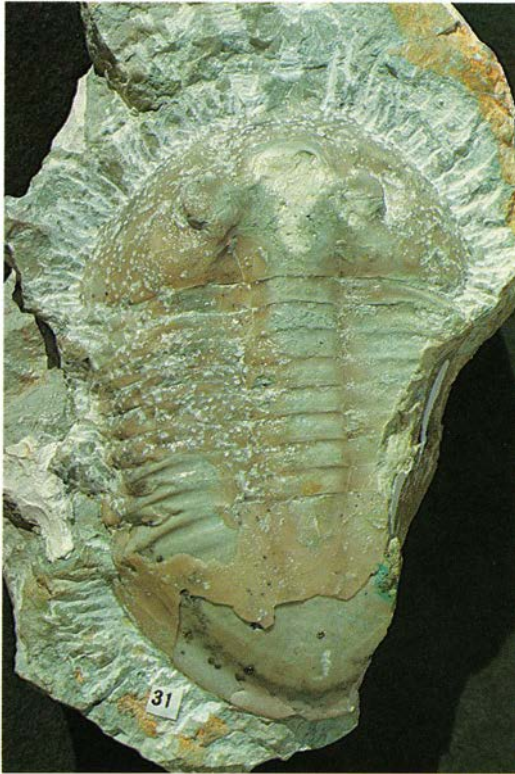
Anm. Beskrevs av Dalman 1827 och kallades då *Calymene sclerops*.



Plesiomegalaspis lata

Vanligen finner man pygidierna och delar av craniet. Trilobiten är zonfossil i understa limbatakalken; i Närke motsvarar det ungefär lagren 3—5 m ovanför gränsen mellan kambrium-ordovicium.

Naturlig storlek



Plesiomegalaspis estonica

Det avbildade exemplaret är c:a 13 cm. Prepareringen var svår och ett flertal punktformiga ärr berättar om tillvägagångssättet. Man ser smärre svavelkiskristaller, särskilt kring pygidiet. Hela exemplar av denna trilobit är ytterst sällsynta. Stjärtarna är vanligt förekommande i de lägre ordoviciska lagren och är mycket dekorativa.



Niobella laeviceps

Det avbildade vackra exemplaret är c:a 5,5 cm långt. Trilobiten är relativt vanlig i expansuskalk. Mer sällan finner man vackra exemplar som det avbildade.



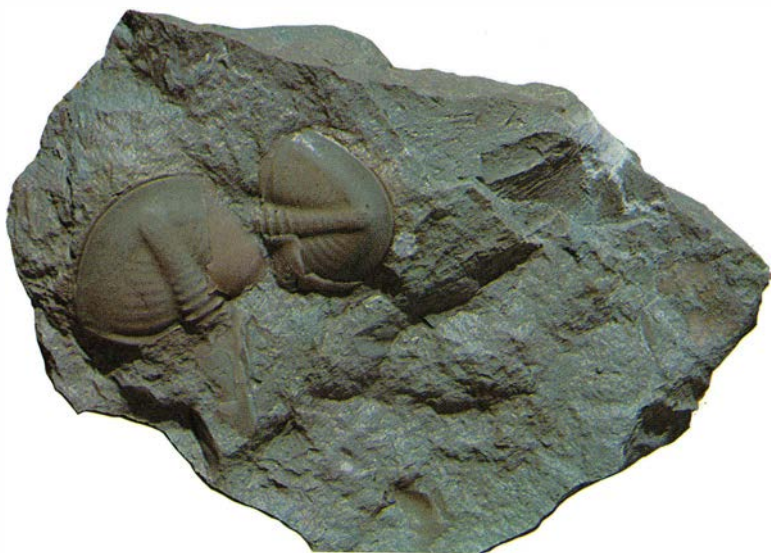
Ptychopyge angustifrons

Relativt vanlig i expansuskalk. Exemplar nära 11 cm har påträffats. Namnet *angustifrons* syftar på de tätsittande ögonen med en smal glabella. Facialsuturen avskiljer kinder och glabella med en elegant, ofta välbevarad linje.



Megalaspis limbata

Stjærtarna förekommer talrika i limbatakalken som föregår fosforitkalken och expansuskalken. Trilobiten övergår i expansuskalken i den tidigare beskrivna *Megistaspis nericus*. Hela ex. påträffas ytterst sällan. Stjærtarna är ofta dekorativa, särskilt med bevarat ytterskal.



Plesiomegalaspis planilimbata

Påträffas i de lägre ordoviciska lagren. Ungefär på samma nivå men högre upp påträffas i tur och ordning *Megalaspides dalecarlicus*, *Plesiomegalaspis estonica* och *Plesiomegalaspis lata*. För det otränade ögat ser dessa trilobitstjärter lika ut, men vid närmare studium ser man skillnader. Tillsammans med stjärtarna förekommer delar av craniet och kindutskotten. Hela trilobiter påträffas ytterst sällan.

Naturlig storlek



Megistaspis nericus

Ganska stor, praktfull trilobit, vanlig i expansuslagret. Det kraftiga ytterskalet har påfallande ofta bevarats och man finner exemplar med intakta ögonstrukturer och hela kindutskott. Det avbildade exemplaret är något stukat och formförändrat och främre delen av huvudet saknas.

Naturlig storlek

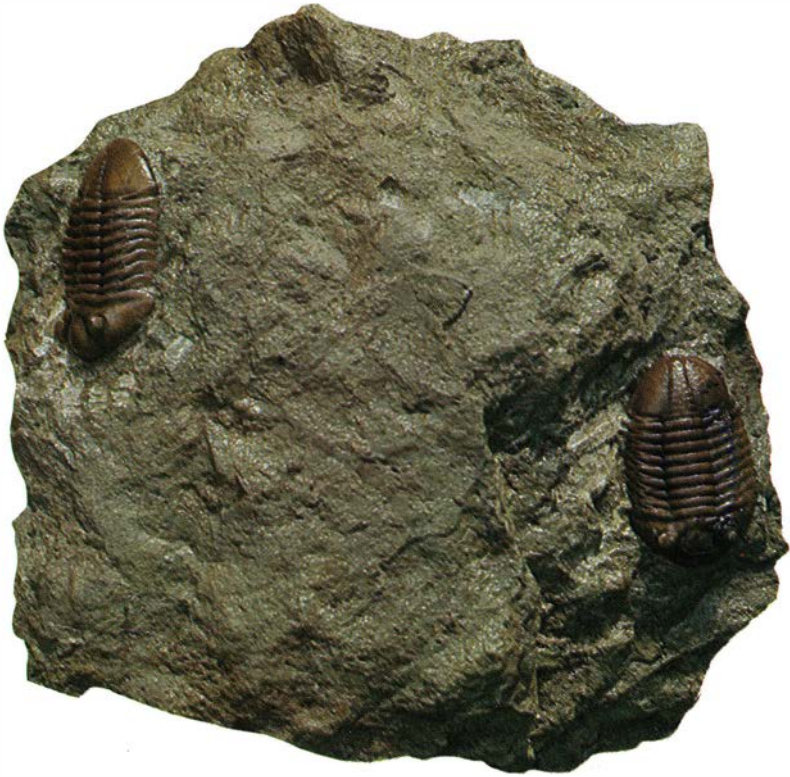
Anm. En närstående art med något längre och något smalare pygidium påträffas relativt sällsynt. Liknar *Megistaspis elongata* (Schmidt).



Illlaenus sarsi

Trilobiten är vanligt förekommande i vissa expansuslager. Ytterskalet är tunt i förhållande till storleken och det är sällan man får helt felfria exemplar, ofta saknas en del av ytterskalet. Stjärten är föga strukturerad. Huvudet är påtagligt stort, det är bredare än thorax och pygidiet och dessutom är höjdmåttet påfallande. Ögonen är förhållandevis små, ligger långt lateralt men samtidigt högt.

Något förminskad



Asaphus expansus
Bilden förminskad c:a 2 ggr.



Asaphus expansus

Phylum: Articulata
Klass: Trilobita
Ordning: Ptychopariida
Släkte: Asaphus
Art: Asaphus expansus

Relativt vanlig fossil i det s.k. expansuslagret. Namnet expansus syftar på den framåtbuktande glabellan ("pannan"). Trilobiten saknar kindtaggar. Hör till de trilobiter som ofta påträffas ihop-rullade. Hela, fullständiga exemplar är inte alltför svåra att fin-na. Ögonfasetterna och märken efter ögonhårshålen ofta välbe-varade.



Nileus armadillo

I Yxhult förekommer denna trilobit relativt ymnigt i storlek från hasselnöt upp till spelkula. I Lanna kan man däremot hitta betydligt större exemplar, möjligen tillhörande en annan art. Där kan trilobiten vara upp till 4 cm bred. Troligen har näringsförhållandena varit gynnsammare i Lannaområdet. Trilobiten har grävt ner sig, vilket kan vara en förklaring till att den så ofta påträffas i fullständiga exemplar. Karakteristiskt är de stora ögonen som i förstoringen visar de sammansatta facettögonen. Mitt på glabellan finns en liten upphöjning av oklar betydelse. Trilobiten är vanlig i expansuslagren och limatabalken.

Naturlig storlek



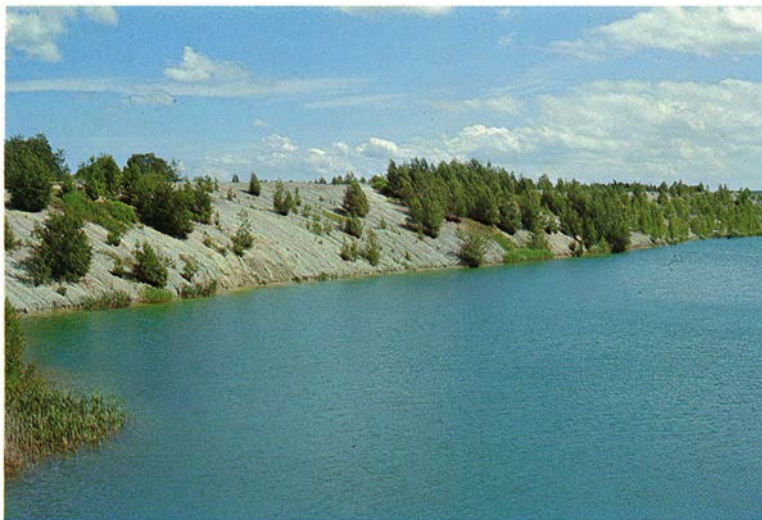
Ptycopyge cincta

En av de vanligaste trilobiterna i expansuslagret. Relativt lätt finner man hela exemplar där de nålvassa kindutskotten är bevarade.

Ung. naturlig storlek



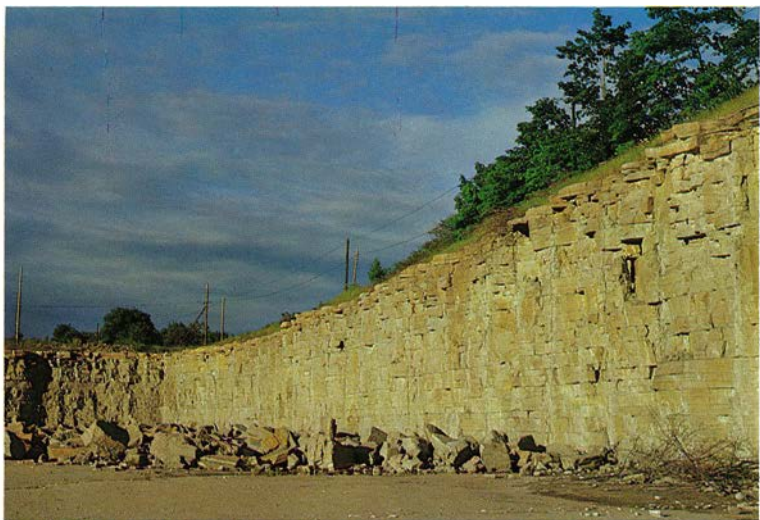
Kalkbrott vid Hällabrottet.



Söndervittrade "högar" av bl.a. mellankambrisk lerskiffer.



Kalkbrott i närheten av Hällabrottet. Man ser tydligt övergången mellan de mörka kambriska lagren och de ljusa underordoviciska lagren.



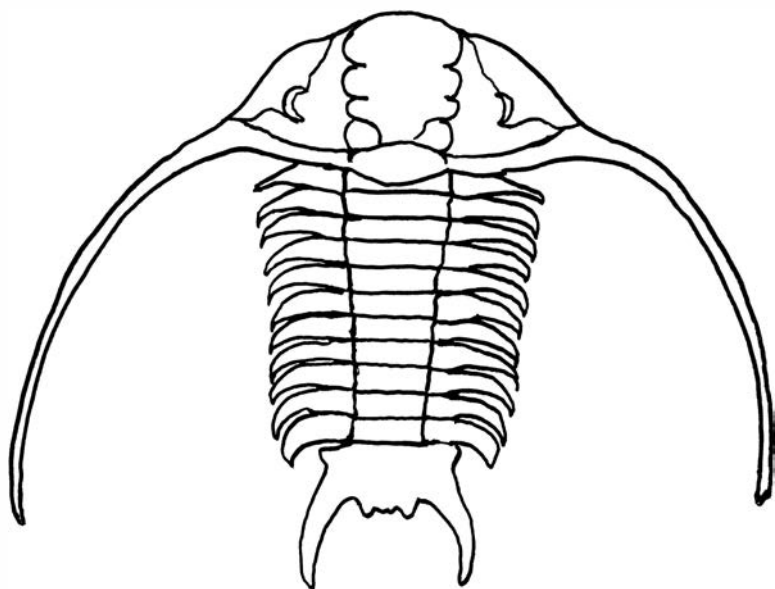
Kalkbrott vid Hällabrottet. Överst återfinns expansuslagren.



Frampreparerade trilobiter av arten *Asaphus expansus*.

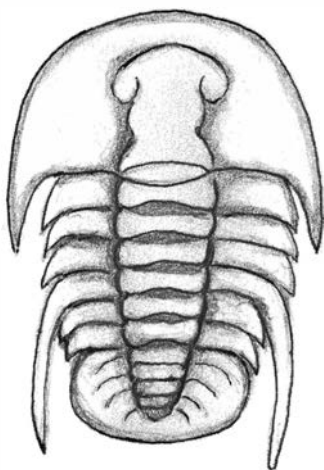


Anders Johansson, Kalle Anderberg och Lotta Johansson sittande på jättestor orsten.



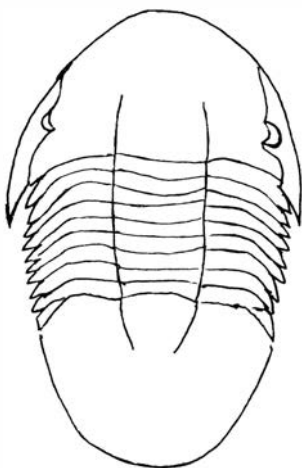
Cheirurus

Enstaka exemplar har påträffats i expansuslagren. Trilobiten är sällan komplett. Ett nästan helt ex. har dock påträffats.



Shumardia nericiensis x 20

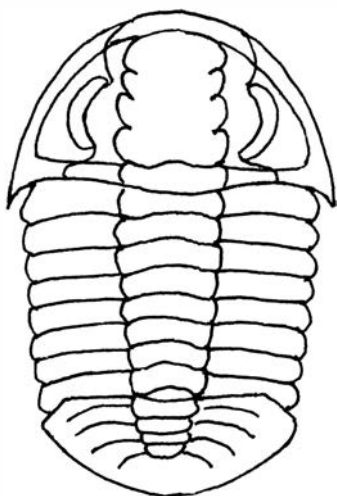
Denna intressanta trilobit tillsammans med flera andra insamlades av Johan Gunnar Andersson från Knista i Närke år 1895 från det decimetertjocka lerlagret i undre planilimbatakalken vid Lanna. Den beskrevs senare av Carl Wiman i skriften "Ein Shumardiaschiefer bei Lanna in Nerike" i Arkiv för zoologi band 2 nr 11. Det är en blind liten art, som agnostiderna, och Shumarida-släktet antas ha uppkommit genom att någon larv av en trilobit stannat i tillväxten och trots detta kunnat fortplanta sig.



Dysplanus centrotus

Påminner om *Iliaenus sarsi* men har breda korta kindutskott.
Relativt vanlig i Närke's expansuskalk.

Naturlig storlek



Agerina erratica x 10

Agerina erratica är en liten trilobit som liksom de i silurlagren så vanliga proetiderna tillhör släktet bathyurider. *Agerina erratica* hör till de äldsta kända bathyuriderna och påträffas i Närkes estonica-lager, första gången i block i närheten av sjukhuset Västra Mark. Ihoprullade exemplar har påträffats i Yxhult.

VIII. EXEMPEL PÅ TILLÄMPAD HISTORISK GEOLOGI RÖRANDE TRILOBITERNA I NÄRKE

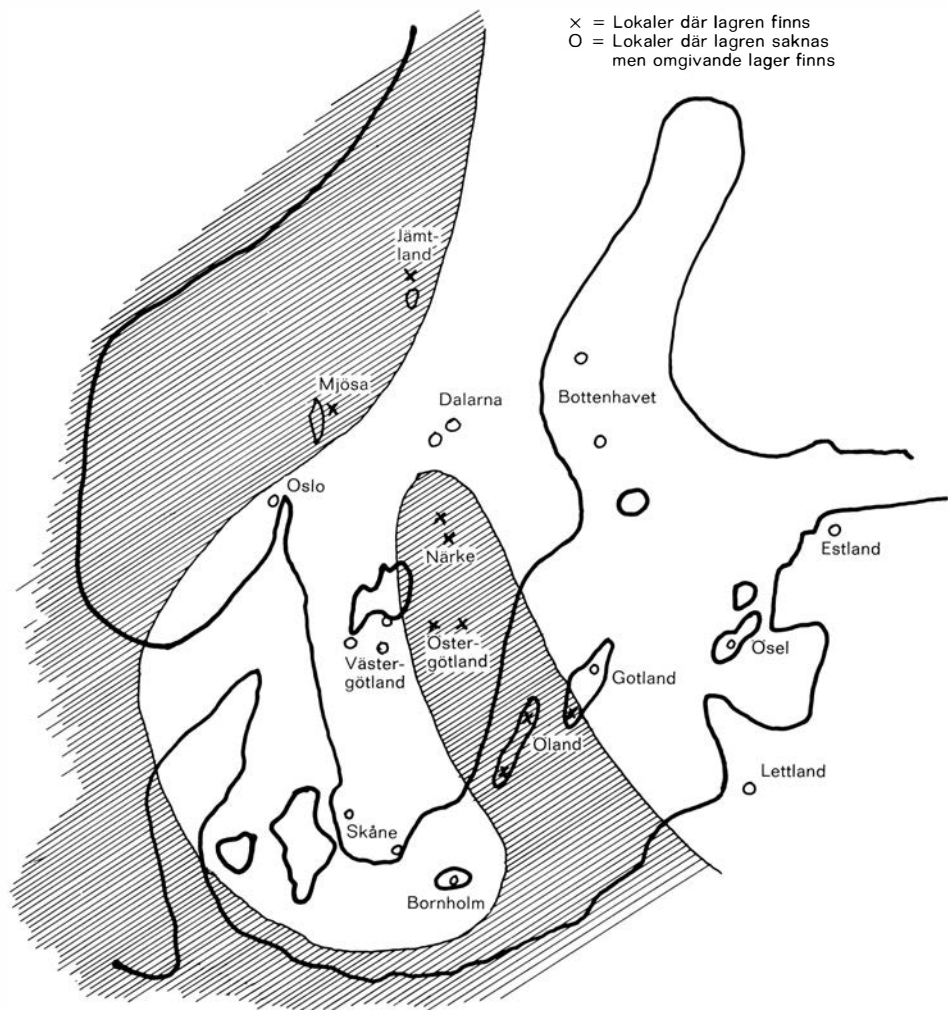
Enstaka exempel på tillämpad historisk geologi tas upp i detta kapitel. Intresserade hänvisas också till rapportlistan i slutet av boken, rapporter kan erhållas efter kontakt med Jan Johansson. Vidare hänvisas till de meddelanden som utarbetats av geologer och paleontologer vid Sveriges geol. undersökning, Uppsala och Lunds universitet, Riksmuséet m.fl. institutioner. Efter 1940-talet minskades resurserna för den historiska geologiska forskningen i Sverige. Enstaka intressanta rapporter finns dock av senare datum. De arbeten som utvalts till detta kapitel är enkla och populärvetenskapliga med undantag för en del namn på fossil som kan vara svåra att placera; mängden av märkliga namn får tas med en nypa salt. Fördelarna med historisk geologi är att ämnet är logiskt och lättförståeligt, vilket inte är fallet med t.ex. kärnfysiken där den enklaste sak kan bli obegriplig utan att en massa namn införs.

a. Något om de gamla välbevarade lerskifferlagren i Kvarntorpsområdet

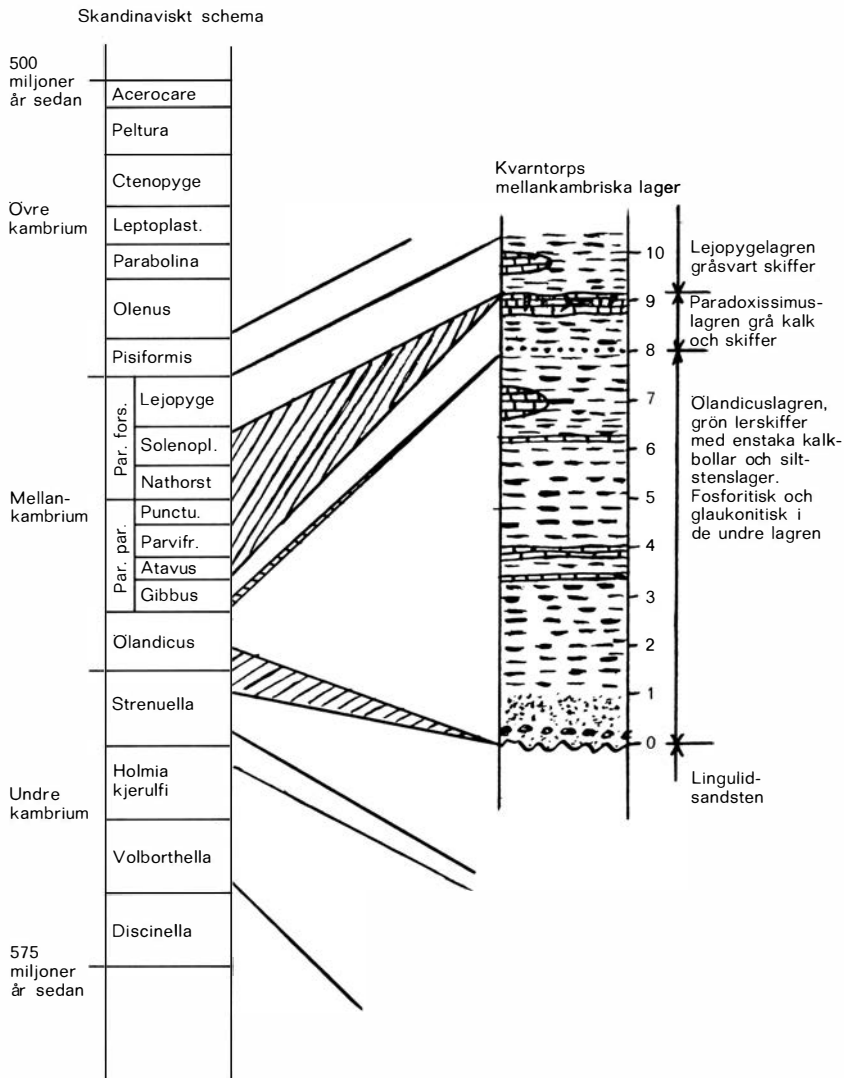
Med början i mellankambrium för cirka 540 miljoner år sedan trängde havet åter in över Närke och avsatte de fossilrika gröna lerskifferlagren. Lagren som börjar med någon meter fosforit-haltig glaukonitsandsten är i Kvarntorpsområdet ca 9 meter. Havet täckte Närke (med undantag för några korta tidsperioder), från den s.k. ölandicustiden till början av paradoxissimus-tiden, en tidsperiod som varade ca 6 miljoner år. Lerskifferlagren avsattes således med en "medelhastighet" av ca 2 mm per 1000 år. Som jämförelse kan nämnas att lersedimentationen på Östersjöns botten idag har uppskattats till 10—20 mm per 1000 år. Den påskyndade sedimentationshastigheten idag beror på en betydligt högre syrekonzentration i atmosfären, som tillsammans med den stora biomassan ger upphov till en snabbare erosion och vittring av bergen. Under kambrium var bara någon procent av atmosfären syre, vilket medförde att solens ultraviolettera strålning trängde ned till jordytan och omöjliggjorde allt liv på land för både växter och djur. Först under silurtiden, 120 miljoner år senare, hade syretätheten stigit tillräckligt för att tillåta de första gröna algerna att vandra upp på land. Kartan på nästa sida visar havets utbredning under ölandicustiden, vars sediment dominerar skifferleran vid Kvarntorp (ca 8 m ölandicus-skiffer och 1 m paradoxissimus-skiffer). De fyllda ringarna visar lokaler där ölandicuslager avsatts, och de ofyllda ringarna utmärker områden där dessa lager saknas i lagerföljden.

Genom Norge går vid denna tid en djuphavssänka (Grönland har ännu inte kolliderat med Norge) och där avsattes gråsvarta skifferar. På Öland och delvis på Gotland består lagren liksom i Närke och Östergötland av grönblå lerskiffer. I Närke var landområden inte avlägsna, vilket förekomsten av glaukonit och fosforit speciellt i de undre lagren visar. Västergötland, Oslo-området, Dalarna, Bottenhavet, Estland, Lettland, Bornholm och Skåne var alla landområden under denna tid. Bilden på sid. 131 visar det mellankambriska lagrets position i ett skandinaviskt stratigrafiskt

Havets utbredning under yngre delen av ölandicustiden för 545 miljoner år sedan



schema. Efter en lång landperiod varvid den underkambriska lingulidsanden hårdnade och även eroderades trängde havet in över Närke från sydost. De understa lagren som bildades är rika på glaukonit och fosforit, det senare i form av bollar och ooider.



Fosforiten torde ursprungligen härröra från brachiopodskal (Acrothele), som i talrika fragment förekommer i den överliggande glaukonitskiffern. Djurlivet var således rikligt även vid avsättandet av glaukonitleran, skalrester bevarades dock först när den gröna leran avsattes. Den understa delen av lerskiffern är glaukonistisk, ofta i form av cm-breda gångar. Längre upp försvinner glaukoniten och den fossilrika gröna lerskiffern börjar. Den är ca 6 m mäktig och har på några nivåer decimetertjocka siltstenslager i vilka ofta släppår, böljeslagsmärken och vindrippels (bildades vid landperioder) finns bevarade Anmärkningsvärt är att på några nivåer leran ännu inte torkat till skiffer. Dessutom finns lager, som är rika på svavelkis i form av kilo-stora svavelkisbollar. Övergången till paradoxissimus-lagren sker via ett tunt kvartskorn-konglomerat, indikerande ett kortare sedimentsavbrott. Paradoxissimus-lagren som är ca 1 m mäktiga (mot 10 m i Östansjö) avslutas med en av torksprickor genomtvärad kalkbank. Efter ett långt avbrott, där stora delar av mellankambrium saknas, avsätts ovanpå kalkbanken lite svart lejopyge-skiffer, som börjar med det s.k. exporrecta-konglomeratet. Övergången till överkambrium (alunskiffern) sker vid Kvarntorp via en lucka, då de övre lejopygelagren saknas.

Makrofaunan i ölandicuslagren

Faunan domineras, som sig bör i kambrium, av trilobiter, brachiopoder och hyoliter, men sparsamt påträffas också andra djurgrupper, som här har några av sina äldsta representanter. Exempel av olika musselkräftor, gastropoder, spongier och graptoliter samt flera olika intressanta problematica har tillvaratagits. På sidorna 133—134 har en del av dessa fossil avbildats. Flera av dem är sällsynt förekommande.

Vid fortsatta undersökningar torde ytterligare fossil påträffas. Av och till kommer dessa lager i dagern även på andra ställen än i vid Kvarntorp med ökade möjligheter att göra nya fynd.

Brachiopoder



Acrothele



Acrotreta
× 4



Lingulella



Micromitra



Obolus

Mollusker

lock



Hyolithes



snitt



Ortotheca × 2



Pelagiella × 5



Olandia
pauciplicata



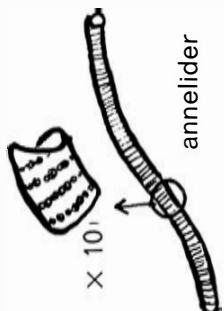
Hymenocaris



Canadaspis



Yohoidae



annelider

Arthropoder

Spongiar



"maskrör"



Torellella



Graptoliter

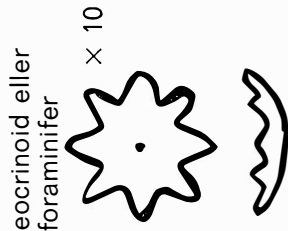


Tarna-graptus

Proto-graptus



brach. skal



eocrinoid eller foraminifer

$\times 10$

Alger



Margaretia



Problematica

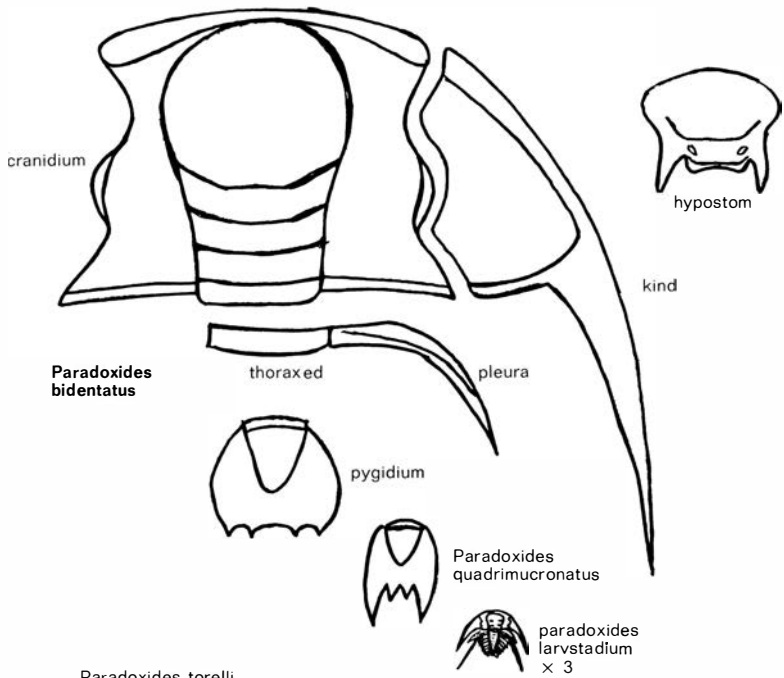


Dinomischus



Några av fossilen i Närkes ölandicusslager

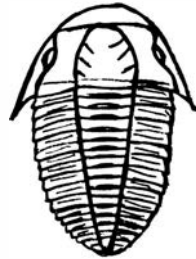
Olika spårfossil



Ellipsocephalus polytomus



Solenopleura nericus



Peronopsis fallax
× 5

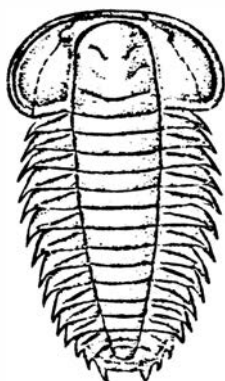
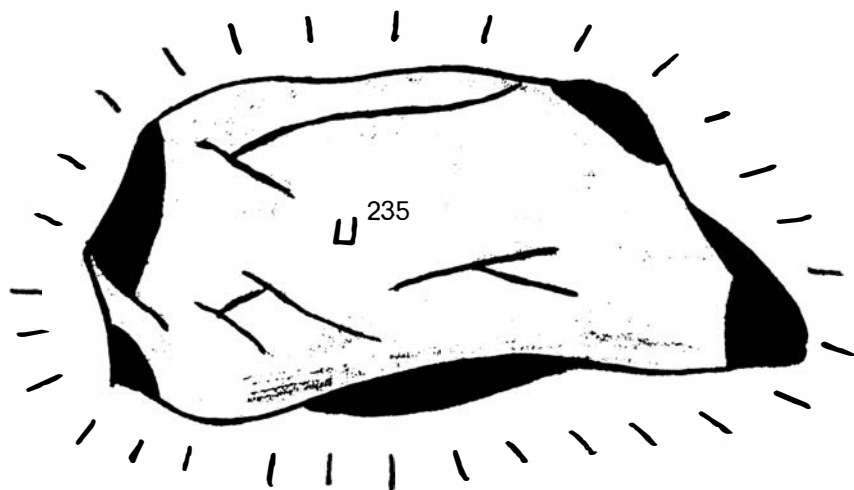


Calodiscus ölandicus
× 5



De vanligaste trilobiterna

b. Om den historiskt geologiska bakgrunden till Närkes uranskiffer



Peltura

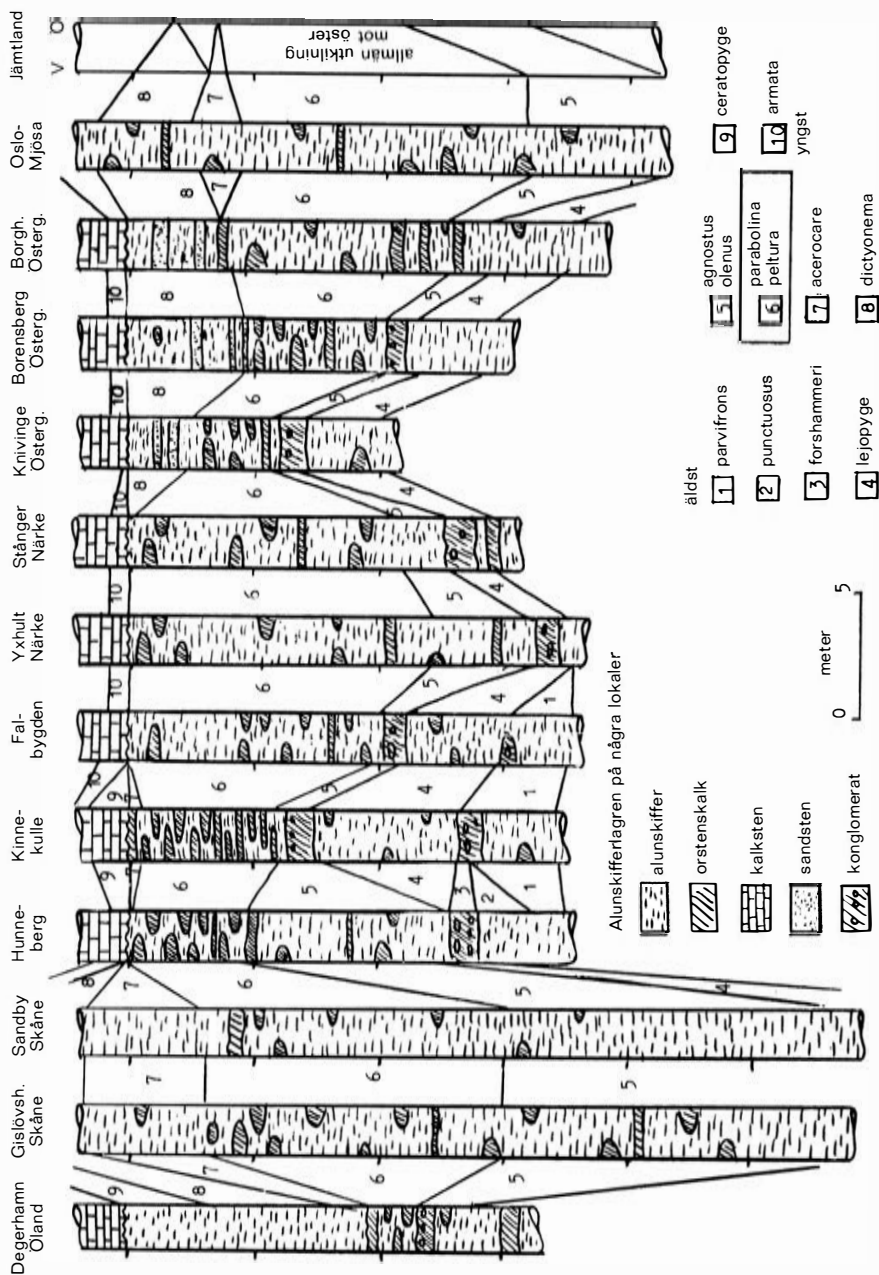
Paleo-geografi

Våra lagrade bergarter är bara rester av det täcke som dessa lager en gång bildade över Sveriges urberg. Lagren avsattes i forna tiders hav, som täckte olika områden och var av mycket varierande natur. Genom att studera lagerföljderna på spridda platser, där lagren ännu finns bevarade, kan man till en del rekonstruera havens utbredning och få en viss uppfattning om floran och faunan.

Uranskiffern avsätts under den överkambriska epoken för 500 miljoner år sedan (namnet kambrium kommer från ett distrikt i Wales, där dessa lager visade sig vara de äldsta kända fossilförande lagren). På kartan nedan har bevarade lager från dessa tider utmärkts och på nästa sida visas profiler genom alunskifferlagren vid tretton lokaler.



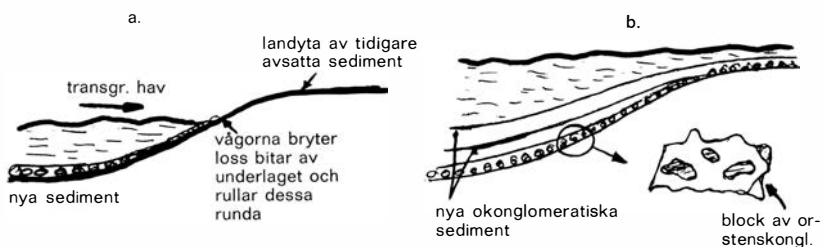
Fig. 1. Fyndigheter av överkambriska lager



Kartan visar hur lagren på olika lokaler kan tidskorreleras med varandra med hjälp av fossilerna. (Jmf. ledfossil, stratigrafi). De havsutbredningskartor man får genom att studera hur mäktigheten och typen av sediment varierar kallar man paleografiska kartor. De visar relativt säkert havens läge och djupförhållandena. Variationerna i havens utbredning beror på långsamma rörelser (iso-statiska vertikala rörelser) i jordskorpan som i sin tur beror på olika faktorer i jordens inre. Vidare kan uppkomna förkastningar (långa sprickor i jordskorpan) radikalt förändra havsutbredningen.

Av lera bildas skiffer och av sand sandsten och vid oxidation av djur- och växtvärldens kol bildas kalksten.

Kalkstenar bildas därför i grundare delar av havet, där syre finns, och lerslammet lägger sig i de djupare sänkorna eller längre ut, där vattnets syrekonzentration är lägre. Sand bildas genom friktionen mellan urbergsblock i strandzonen, och närvaron av sandsten är därför en indikator på existerande urbergsområden (t.ex. beroende på uppkomna förkastningar) i området. Genom att studera kvartsfältspatsförhållandet i sandstenen kan man avgöra hur lång tid sandkällan bearbetats, (fältspat bryts relativt snabbt ned till kaolin, medan kvartsen stannar vid millimeterstora korn). I strandzonen bildas vidare s.k. konglomerater. De har uppkommit genom att vågorna brutit loss bitar av tidigare avsatta lager och rullat dessa runda innan de bakats in i de nya avsatta sedimenten, se fig.



Konglomeratbildning efter en landperiod när havet kommer tillbaka.

En mängd ytterligare information kan erhållas, "blekningen" av lagren under landtytor kan ge en uppfattning om sammansättning av atmosfären, och vidare kan sammansättningen av den fossila faunan berätta om förekomst av rev m.m. och även antyda vilka allmänna förhållanden (temperatur, salthalt m.m.) som existerat på platsen. På sidan 141 visas hur man, med hjälp av ovan nämnda observationer, har kunnat rekonstruera havens utbredning vid tiderna närmast före, under och direkt efter det att uranlagren avsatts. Man ser, att haven oftast täckt hela Norge. Fjällkedjan har ännu inte bildats, det sker först 100 miljoner år senare, då Grönlandsplattan kommer att skjuta upp de prekambriskas lagren i stora skollor (fjällen) ovan de kambriska lagren. (De prekambriskas lagren bildades i haven mellan Grönland och Skandinavien.) Österut har ett stort landmassiv funnits under hela de mellan- och överkambriska epokena. Först i underordovicisk tid (*Dictyonema*) tränger havet in över Estland. Även i Danmarksområdet tycks ett landmassiv ha funnits, som i forshammeritid troligen varit sammanbundet med det östliga landmassivet.

Över dessa landmassiv har sedan tillfälliga havsvikar utbildats (transgressioner). Den mest markanta är den s.k. uranviken, som växte in i landet från djuphavet (synklinalen) i Skåne-Oslo området. Genom en ökad precision vid studiet av fossilen kan man upplösa tidsförloppet ned till ca 0,5 milj. år och klarlägga utvecklandet av havsviken och därmed bedöma var värdefulla mineralfyndigheter kan påträffas. På de följande sidorna har vi försökt framställa havsvikarnas utbildning under Parabolina-Peltura tiden (olja-urantiden). Man ser hur havsvikens djupaste del förflyttas från Östergötland mot norr och hur uranhalten ökar från 90 g/ton i de äldre parabolinlagren till 300—400 g/ton i de yngre lagren, som bildats i de djupare delarna av Peltura och scaraboedis-viken.

530—535 milj. år sedan
Forshammeri



525—530 milj. år sedan
Lejopyge



Fig. 4

Havens utbredning
före, under och
efter det att
uranskiffen
(Pelturalagren)
avsatts.

517—525 milj. år sedan
Agnostus-Olenus



507—517 milj. år sedan
Parabolina-Peltura



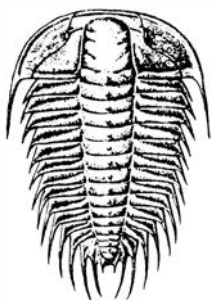
"Uranviken"

500—507 milj. år sedan
Acerocare



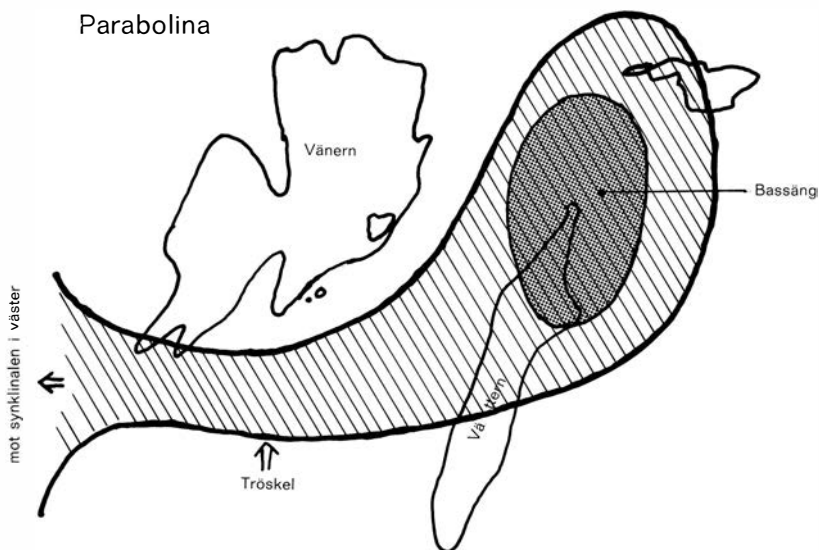
495—525 milj. år sedan
Dictyonema





Parabolina

1. Parabolina
515—517 milj. år sedan



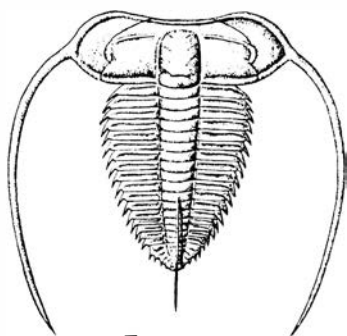
Grunt hav, syrekrävande brachiopoder (Orusia) i de grundare delarna. Skiffer endast avsatt i de djupare partierna Motala-Östansjö, annars kalksten.

Låg oljehalt p.g.a. omfattande oxidation.

Låg* uranhalt 90 g/ton.

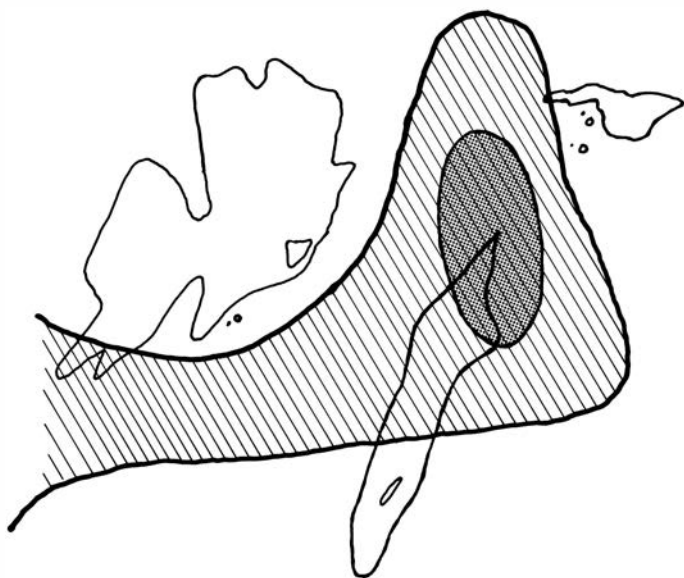
Kerogenhalt 12 %.

* Hög relativt de tidigare skifferepokerna. T.ex. är uranhalten bara 10 g/ton i lejopygeskiffern.

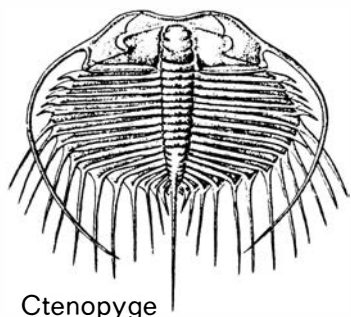


Eurycare

2. Eurycare, Leptoplastus
513—515 milj. år sedan

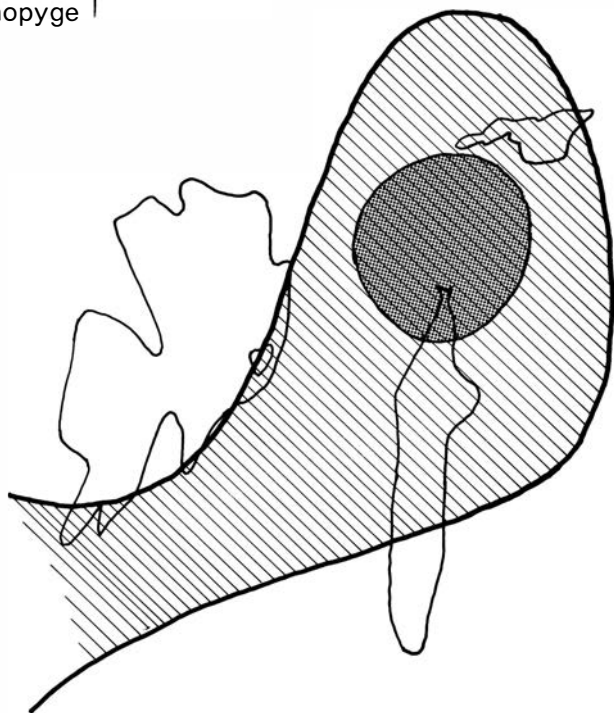


Oljehalten i skiffern börjar öka i Närke.
Kerogenhalten 18 %.
Uranhalten 120 g/ton.



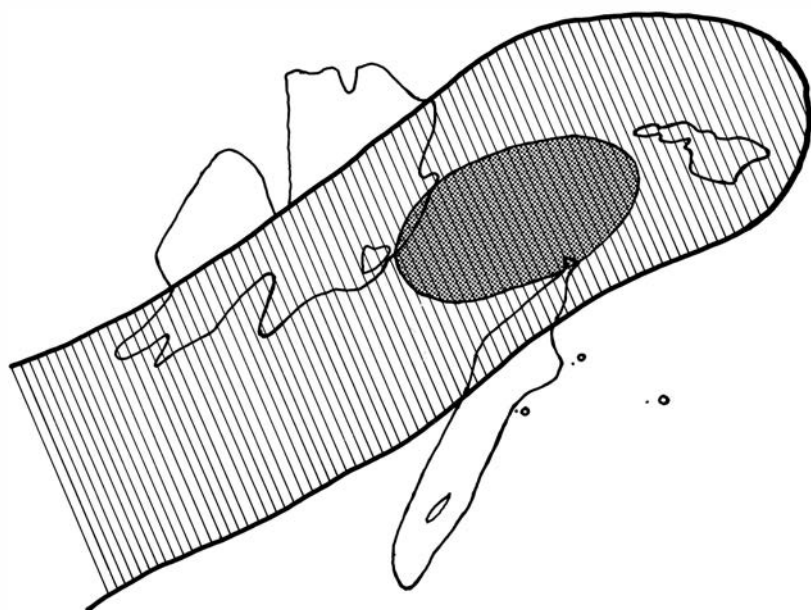
Ctenopyge

3. Ctenopyge
511—513 milj. år sedan



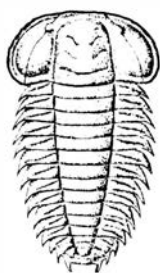
Bassängen rör sig sakta norrut. 7 % olja i skiffern i Närke. I Västergötland har en stor del av kerogenet och oljan destillerats bort av de senare framträngande diabaserna.

4. *Peltura acutidens* och
Peltura minor 509—511 milj. år sedan



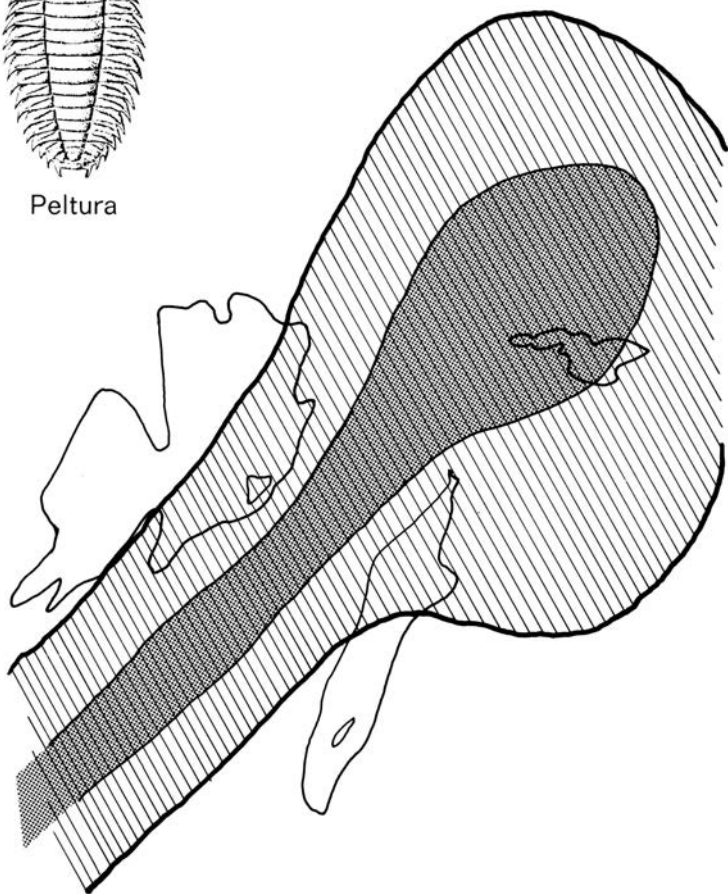
Något mindre oljehalt, men uranhaltens ligger nu vid 150 g/ton i Närke.

Enstaka kolmlinser har i denna zon endast påträffats i Närke. Kerogenhalten 20 %.



Peltura

5. *Peltura scaraboedis*
507—509 milj. år sedan



Maximal urananrikning i mitten av zonen, kolmlinser bildas i de djupare delarna.

300 g uran per ton i de rikare lagren (ev. något rikare uranhalt i Västergötland).

Kerogenhalt fortfarande 20 %.

Oljehalten 4—5 %.

Om förhållandena vid uranskifferlagrens avsättning i Närke

Som tidigare nämnts kan man genom att studera lagrens utbildning skapa sig en uppfattning om de förhållanden som förelåg vid avsättningen av alunskiffer-leran. Således innehåller alunskiffern ca 20 % organiska föreningar, det s.k. kerogenet*, vilket har sitt ursprung från bottenlevande växter och djur. (Kerogenet binder samman lermineralkornen)**. Svavelkishalten (FeS_2) är mycket hög, ca 5—10 %, vilket tyder på att bottenförhållandena vid avsättningen av alunskiffern varit av reducerande (syrefattig) natur. Vid dessa förhållanden oxideras inte de organiska föreningarna till karbonater. Bakterier omvandlar sulfater till svavelväte, som med järn bildar svavelkis vid reducerande förhållanden. Svavelkis bildas visserligen också vid oxiderande förhållanden men inte i så stor omfattning som i reducerande miljö. Intill stränderna har syrehalten varit tillräckligt hög för att bilda kalksten (de s.k. orstenarna), och det är också här man finner rikligt med fossil. Den fossila faunan är dock mycket monoton i de inre delarna av viken. De olenida trilobiterna dominerar till 99,9 % och endast i undantagsfall kan man i de inre delarna finna andra trilobiter eller representanter för andra djurgrupper. Närmare västerhavet vid Hunneberg och västerhavs-sänkan (synkinalen) mellan Osloområdet och Skåne är det betydligt lättare att finna även andra fossil.

Hur fort avsattes då uranskifferlagren i mellansverige? Svaret på denna fråga är: extremt långsamt. Överkambrium motsvarar en tid av ca 25 miljoner år och vi vet (med fossilens hjälp) att uranskifferlagren representerar hälften av denna tid. Då lagren är ca 10—15 meter mäktiga i Närke, kan man räkna ut, att medelsedimentationshastigheten varit någon tusendels millimeter per år. Som jämförelse kan nämnas, att medelsedimentationshastigheten i Östersjön idag är 10 gånger större. I Hjälmaren kan

* Från kerogenet kan man framställa olja (bitumen) och fasta produkter: Kerogen A (alifater), Kerogen B (aromater) och s.k. skiffersyror.

** Muskovit dominerar.

den vara upp till 0,1—1 mm per år beroende på djupet (1 mm per år i Rynningeviken i form av gytta från alger och växter och sand och lera från Svartån).

Vilka faktorer orsakade den långsamma avsättningen? Några omständigheter torde varit särskilt betydelsefulla; syrekonzentrationen i atmosfären var vid denna tid endast några procent, vilket medförde extremt långsam vittring och erosion. Vidare har man antagit, att vattenhalten i atmosfären var mycket låg. (Några större spår efter vattenerosion såsom flodfårar eller liknande har ej konstaterats).* Växt- och djurlivets omfattning (biomassan) kan inte jämföras med dagens. Den låga syrekonzentrationen i atmosfären medförde att solens starka UV-strålning nådde jordytan och omöjliggjorde allt liv på land och i strandzonen. Landskapet var mycket flackt, vilket medförde att den gravitativa erosionen inte var speciellt omfattande. Som jämförelse kan nämnas, att de överkambriska lagren i Wales är betydligt mäktigare (ställvis över 300 meter), de är dock inte alls olje- eller uranhaltiga utan består av sandiga lerskiffrar.

Uranets bildning

Varifrån kommer uranet, och hur och varför har det anrikats i den överkambriska alunskiffern? Dessa frågor har länge studerats av geologer och kemister. Någon säker förklaring har man ännu inte. Man vet inte om uranet sögs in från västerhavet eller om det kan betraktas som en vittringsprodukt från någon närliggande tillfälligt exponerad prekambrisk urankonzentration.** Uranhalten i dagens hav är mycket låg, 1 mg/m³, vilket dock inte utesluter, att det under den kambriska perioden rörde sig om en absorption av havets uran, då det rörde sig om mycket långa

* På månen där atmosfär av betydelse saknas sker erosionen avsevärt mycket långsammare än på jorden.

** Ett känt faktum är, att uran ofta anrikas i mossor och dylikt i närheten av uranfyndigheter.

tidsperioder. Man vet att uran har en viss tendens att vara associerat med olje-(bitumen)-rika skiffrar. Chattanooga-skiffern i Kentucky, Dictyonemaskiffern i Ryssland och Karbonskiffern i Nordfrankrike är uranhaltiga. De är dock långt ifrån så rika som mellansveriges Pelturaskiffrar. Denna association av uranet till oljerika skiffrar är inte någon generell företeelse utan "uran-tomma" oljeskiffrar förekommer också. I Sverige och Norge pågår för närvarande undersökningar av alunskiffrarnas uranhalter vilka möjligen kommer att kunna ge svar på frågan om det handlar om en tillfällig urananrikning i mellansveriges Pelturaskiffer eller om anrikningen är en allmän företeelse även i de nord-svenska och norska alunskiffrarna. I Skåne och på Öland är uranhalten låg i skiffrarna, vilket också torde vara fallet med skiffrarna i Norge och nordsverige. I Jämtland förefaller Pelturaskiffern i vissa områden vara nästan lika uranrik (200 g/ton) som i Västergötland och Närke. Detta kan tyda på att uranet har sugits in från havet och där liksom i uranviken anrikats i grunda bäcken. Hypotesen har dock inte slutgiltigt bekräftats. Förutom uran innehåller skiffrarna en del tunga metaller: vanadin, molybden och nickel. Förekomsterna antyder närvaron av i närheten liggande tungmetallsfyndigheter, metallerna kan också ha kommit från havet.

Hur förekommer då uranet i alunskiffern? Man har studerat detta mycket noga och kommit till slutsatsen, att uranet ingår i flera olika föreningar. Största delen verkar förekomma i s.k. urano-organiska föreningar men även uranoxid UO_2 föreligger. Ca 20—30 % av uranet är hårt bundet till lerkomplex (silikater m.m.). Denna variation i förekomstsätt beror sannolikt på de mineralomvandlingar (diagenes) som lagren genomgått alltsedan de bildades. I de s.k. kolmlinserna, som utgöres av en kolliknande substans, är uranhalten särskilt hög, ca 0,5—1 %. Dessa kolmlinser utgöres nästan uteslutande av organiska material, och man antar att de utgör rester av alger m.m. De förekommer som tunna (1—5 cm) linser på några distinkta nivåer i Pelturaskiffern. Dessa kolmlinser bildades som tidigare nämnts i de uranrika skiffrarna, som avsattes i de djupare delarna av uranviken.

I kalkstenarna som avsattes i de grundare delarna av viken vid samma tid är uranhalten låg och ligger vid ca 30 g/ton. Intressant är vidare, att kalksten oftast förekommer som bollar eller konkretioner i skiffern (de s.k. orstenarna) och sällan som kalklager. Uppkomsten av dessa bollar (ellipsoider) är ännu inte helt klarlagd, men det hela har att göra med kalkutfällningar vid tillfällig syretillförsel i den på organiska rester rika alunskifferleran och dessutom på senare uppkommen omkristallisation.

Var i Närke finns de överkambriska lagren bevarade?

Som nämndes i inledningen återstår idag endast rester av de en gång mäktiga alunskifferlagren. I Närke finns de huvudsakligen bevarade framför och bakom de stora förkastningslinjerna, som Kilsbergen och Hallsbergen bildar mot Närkesslätten. De kvartära inlandsisarna kan inte komma åt att bryta upp lagren och mala sönder dem till sand och lera, utan isarna har tvingats över lagren. Liknande är förhållandet i Östergötland medan lagren i Västergötland bevarats tack vare att de här överst har ett mäktigt hårt lavatäcke (diabas). På en del platser i Närke finns lagren kvar även på slättbygderna men de utgör där mindre områden och är ofta kraftigt veckade och söndermalda. Kartan på nästa sida visar i stora drag de kambriska och ordoviciska lagren i Närke. Alunskiffern markeras med snedstreckade ytor. Man ser de stora områdena vid Lanna-Latorp och Fjugesta i öster och Yxhult-Sköllersta-Asker-Lännäs-Stenkulla samt Östansjöområdet i söder och vidare de mindre förekomsterna vid Viby, Julsta, Vrana och Stånger. På Tisarens och Sotterns bottnar förekommer under-kambriska lager, vilket dock inte utritas på kartan.

Fossilien

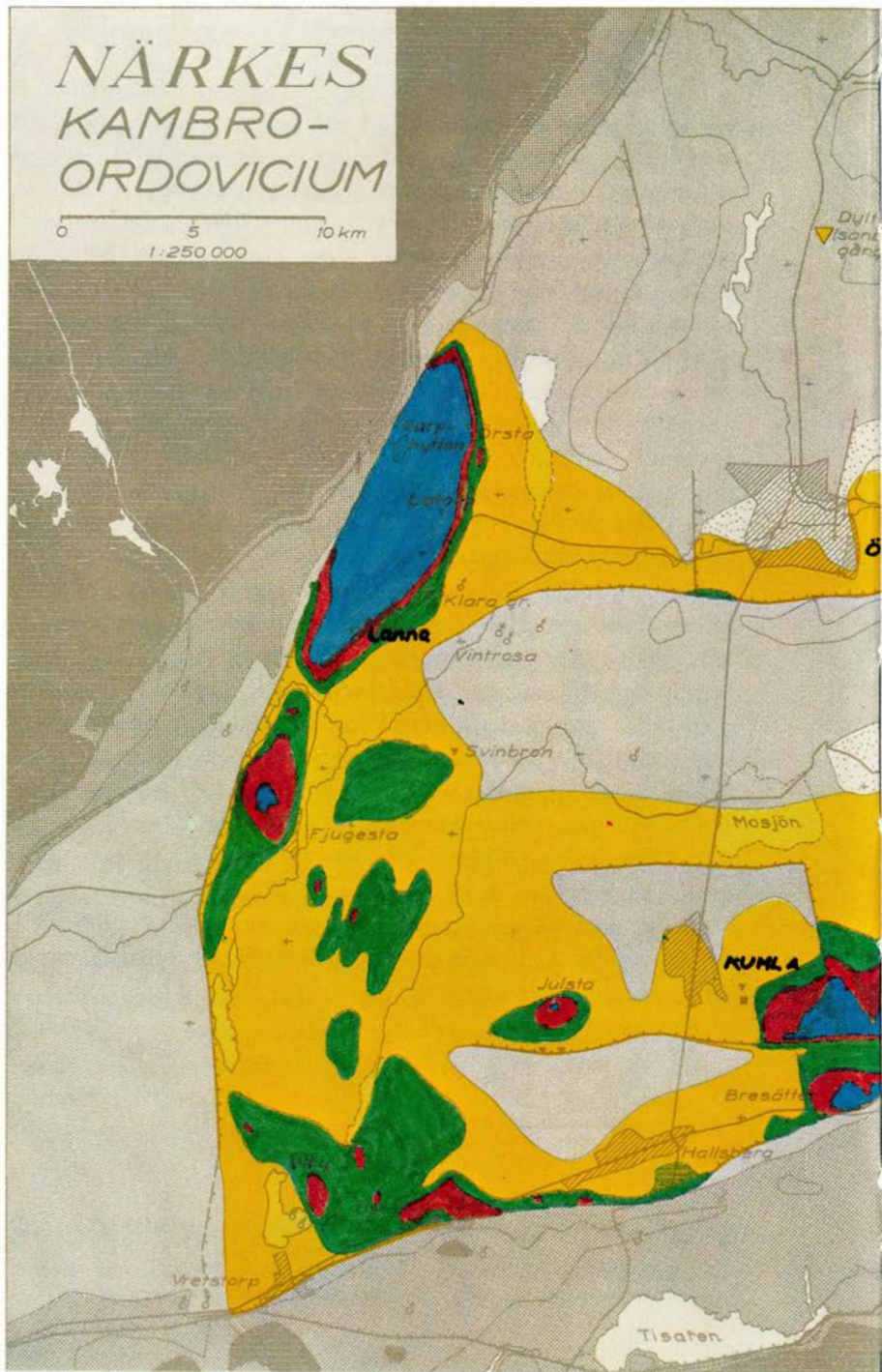
Som tidigare nämnts kan de i lagren förekommande fossilien användas till att dela in lagren i zoner, som representerar olika tider, metoden kallas **stratigrafi** och är mycket viktig för att kun-

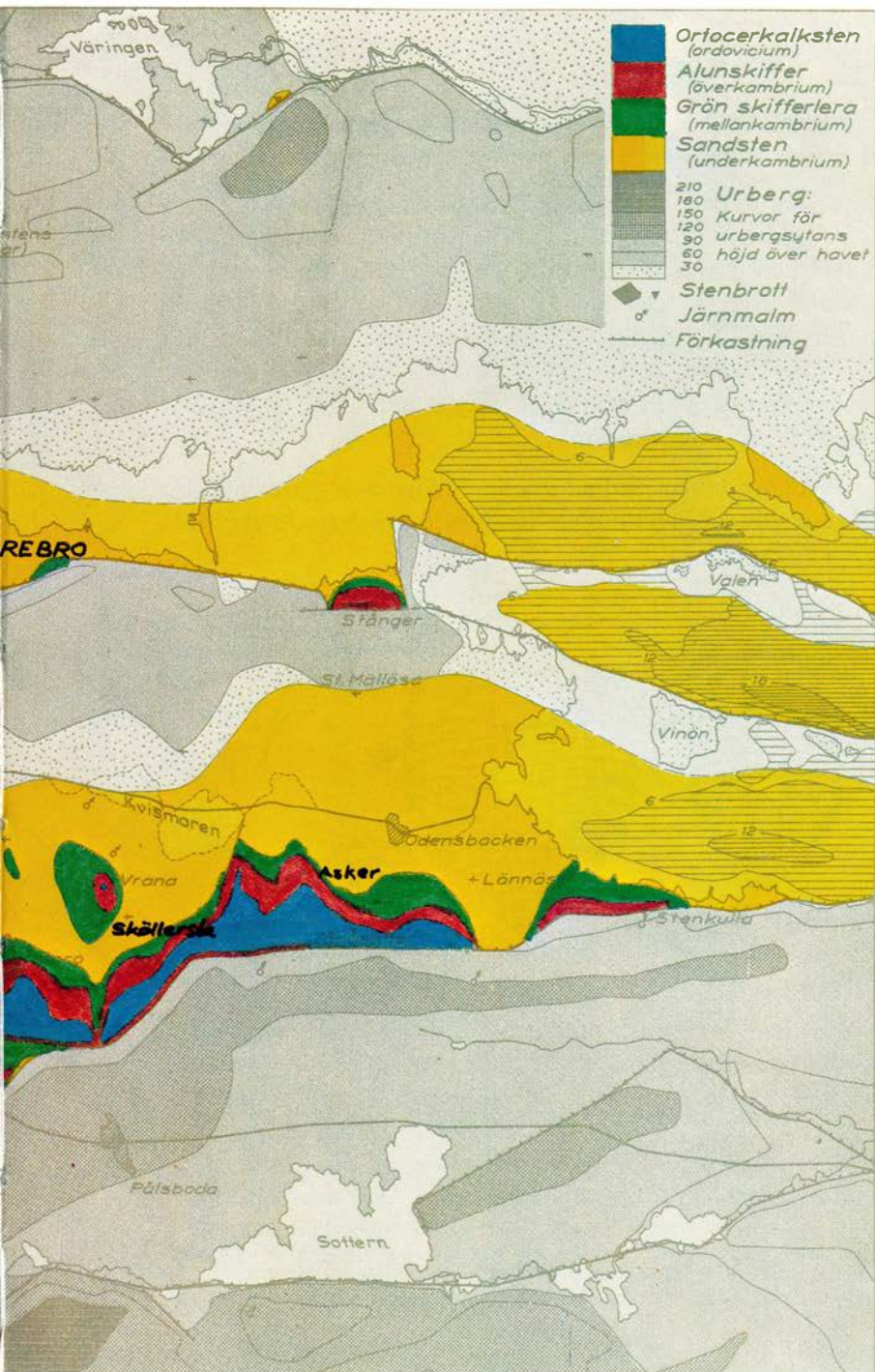
na korrelera lagren på olika platser. Även områden på stora avstånd från varandra kan med hjälp av fossilen korreleras med varandra. Man vet t.ex., att den nordeuropeiska plattan vid den kambriska tidsperioden låg långt ned på södra halvklotet och med grönlandsplattan i släptåg drev mot nordost. Ekvatorn passerades vid Silur-Devontiden för 350 miljoner år sedan, då grönlandsplattan kommer nära och skjuter upp fjällen (som ju består av stora skolor av sedimentära bergarter, som bildats på havsbotten mellan Skandinavien och Grönland). Kraftig vulkanisk verksamhet förekom, vilket de mäktiga silurlavorna i i Trondheimstrakten vittnar om. Driften mot nordost fortsatte dock och vid Permtiden för 200 miljoner år sedan slår den nordeuropeiska plattan ihop med den sibiriska vilket ger upphov till Uralbergen. Driftriktningen är idag fortfarande mot öster.

Vidare berättar fossilen om livets utveckling (evolution)* på jorden. I de överkambriska lagren i mellansverige dominerar således som tidigare nämnts de olenida trilobiterna, oftast fragmentariska. Genom att samla in trilobiter lager för lager kan man få en bild av deras utveckling. De överkambriska lagren i mellansverige är lämpliga för evolutionsstudier, då en olenidrik lättåtkomlig 15-miljonerårs sekvens ("1 miljon år per meter") här föreligger. Intresserade hänvisas till arbetena: The trilobite family Olenidae av G. Henningsmoen, Oslo universitet och Sveriges olenidskiffer av A. H. Westergård S.G.U.

För de som vill studera Närkes kambrium hänvisas till Kumla-bygden 1, där J. Eklund, S.G.U. och Skifferoljebolaget, skrivit 200 sidor om detta ämne.

* Orsaken till evolutionen är än idag omstridd; det mest sannolika är att den är naturlig och beror på det naturliga urvalet, som verkar på den variabilitet, som finns hos org.-kem. substanser och organismer och som uppkommer p.g.a. tillfälliga förändringar i arvsmassan (mutationer).





c. **Skalömsningen hos den överkambriska trilobiten**
Olenus truncatus

I sydöstra Närke olenus-lager finns på en nivå (ev. två) i truncatus-subzonen skalfragment i position efter skalömsningen. Detta kan konstateras på flera sätt. Det viktigaste tecknet är förekomsten av, med den tunna* rostralplattan sammanhängande kinder, samt den rikliga förekomsten av mer eller mindre hela exemplar. Genom att studera förekomstfrekvens samt den "inbördes positionen" av trilobitens olika skaldelar har ett skalömsningsförlopp rekonstruerats:

1. Trilobiten börjar med att dra av sig kinderna genom att sätta kindtaggarna i botten och sedan med benen trycka sig bakåt, se fig. 1 nedan.

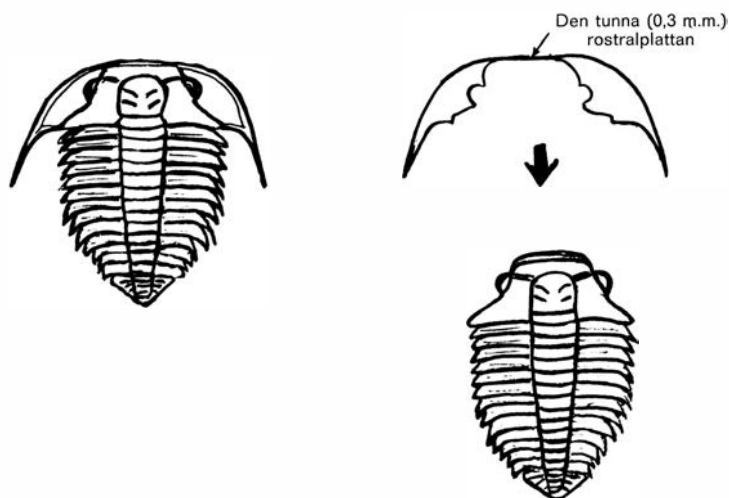


Fig. 1. Första steget vid skalömsningen har varit att dra loss kinderna.

* En relik från tidigare perioder, ex. har släktet *Paradoxides* i de äldre mellankambriska lagren en bred rostralplatta, denna växer sedan för detta släkte ihop med hypostomet.

På en skalömsningsyta på ca 8 dm² yta fanns 19 förenade kinder och en mängd hela och halvhela exemplar. Alla dessa 19 hade samma yta (utsidan) uppåt, ett starkt bevis att det verkligen rör sig om skaldelar i position. Enstaka exemplar synes visa att trilobiten inte förmått genomföra proceduren utan dött och kvarlämnat hela exemplar med kinderna nära på plats. På dessa hela exemplar återfinns alltid (med några enstaka undantag) kinderna med en "springa" mot cranidiet. Möjligen har kinderna suttit för hårt fast i "suturmassan".



Fig. 2

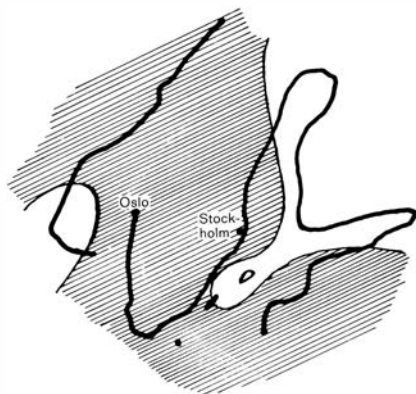
2. Nästa steg har varit att öppna suturen mellan cranidiet och thorax (se fig. 2 ovan), varefter den mjuka trilobiten kunnat lämna skalet. På några ex. har öppningen gjorts på annat ställe i främre delen av thorax.

Det andra och avgörande steget i skalömsningen har uppenbarligen varit svårt, vilket det stora antalet ex. där ingen uppbyggnad har skett synes visa. Dessa djur representerar individer som dött, då de inte förmått att öppna någon av suturerna; någon utväg på ventralsidan torde inte ha förelagts.

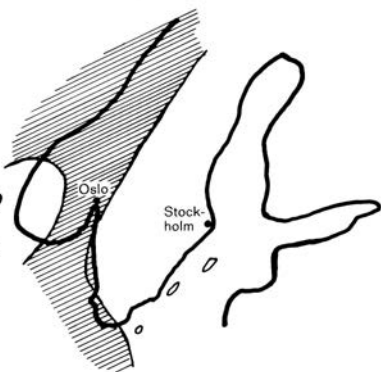
d. Expansuskalken vid Yxhult

Inom ett litet område vid Yxhult finns några meter av den allra översta s.k. expansuskalken bevarad med relativ riklig förekomst av hela trilobiter. Expansusperioden utgör en tid av ca 3 miljoner år. Det stratigrafiska schemat på nästa sida visar sedimentens tidsposition i mitten av undre ordovicium. Havet täckte då bl.a. Närke och Östergötland med den s.k. expansusviken, se kartorna nedan. Där avsattes grågröna leriga kalkstenar, vars mär-

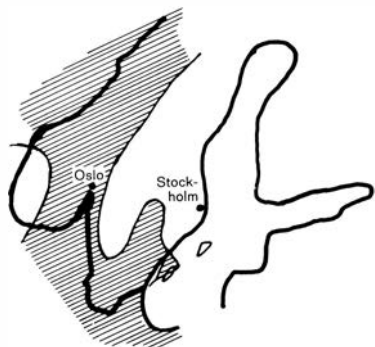
Ovre limbatid för
483 milj. år sedan



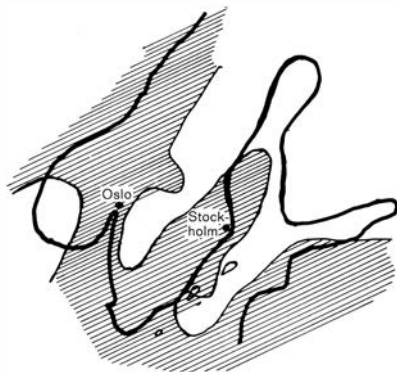
Maximal regression mellan
limbata och acuticaudatid
för 481 milj. år sedan



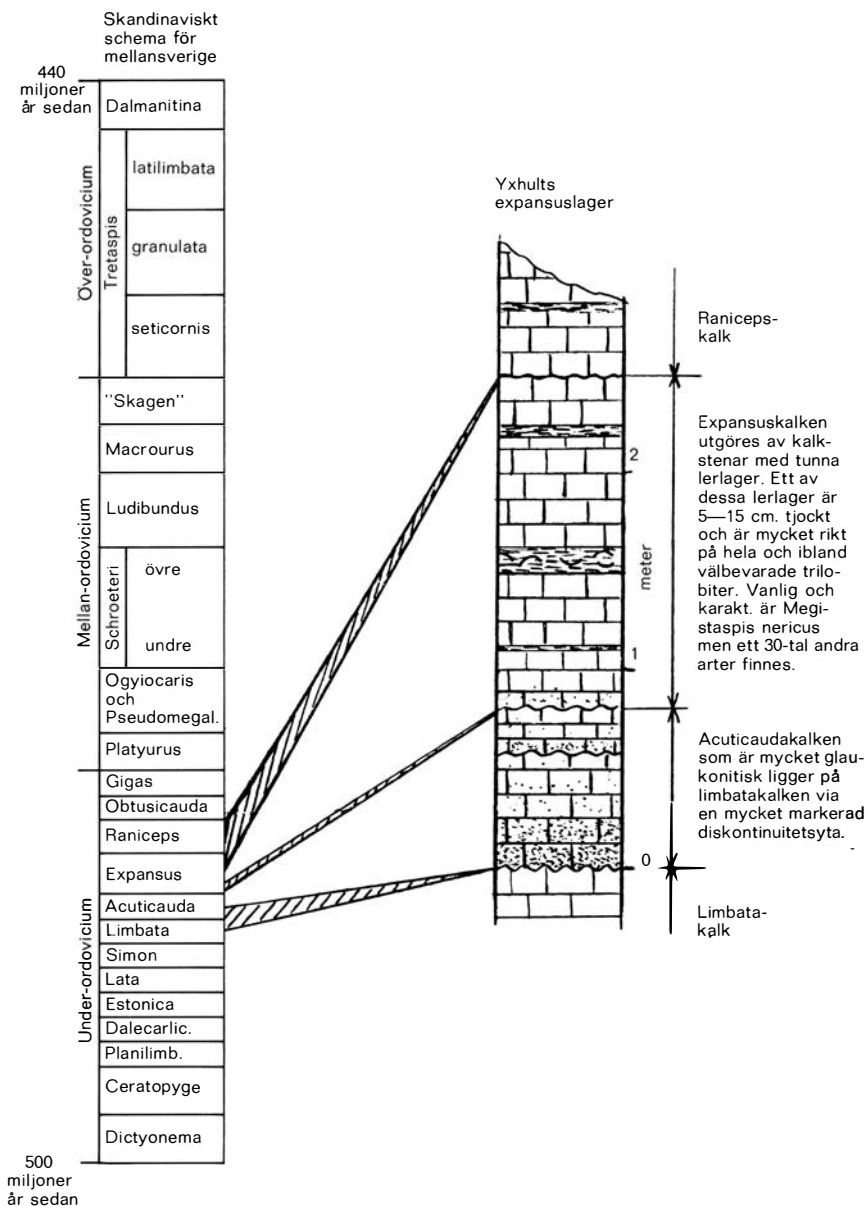
Transgression i acuticaudatid
från söder in över mellansverige
för 480 milj. år sedan



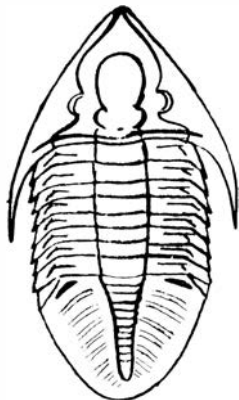
Yngre delen av expansusepoken
för 478 milj. år sedan



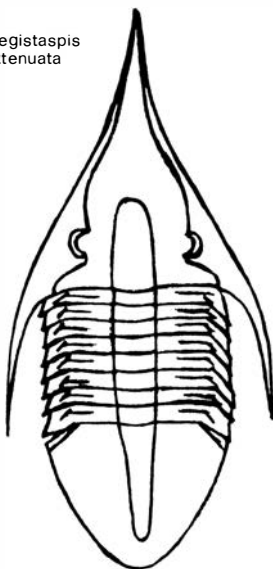
Paleogeografi vid övergången mellan limbata och
expansustid för 480 miljoner år sedan.



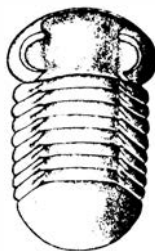
Megistaspis nericus



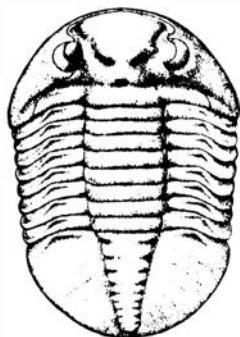
Megistaspis extenuata



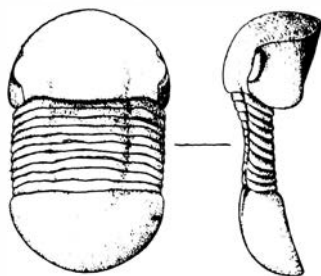
Nileus armadillo



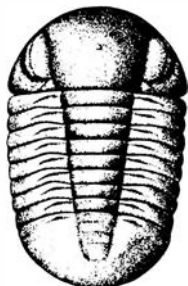
Asaphus expansus



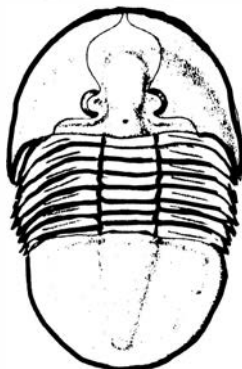
Illaenus sarsi



Symphysurus palpebrosus



Ptycopyge angustifrons



Symphysurus

tighet i Östergötland är ca 6 m. och i Närke 2 m. Den fossila makrofaunan utgöres av ca 250 arter, varav i Närke ett 50-tal påträffats. Av leddjuren fanns trilobiter och ostrakoder. Tagghudingarna (echinodermerna) utgjordes av sjöiljor (crinoideer), cystoideer och sparsamt ormstjärnor. Molluskerna domineras av cephalopoder (bläckfiskar) av olika slag samt gastropoder (sniglar), men sparsamt påträffas också musslor (pelycypoder). Brachiopoder (armfotingar) är bland de vanligaste fossilen. Relativt sällsynt finner man också representanter för bryozooer (mossdjur), graptoliter, coelenterater (manetdjur) och spongier (havs-svampar). Spår av annelider (ledmaskar) iakttages ofta. Mikro-fossil, varav de flesta varit planktoniska, utgör en stor del av kalkstenens massa. Av växterna fanns alger av olika slag. På sidan 158 har några skisser av de vanligaste trilobiterna gjorts.

e. **Om ett samband mellan "utvecklingen" av Megistaspidellas huvudsköld och cephalopodernas tillväxt i undre ordovicium**

Varför blev Megistaspis huvud med tiden allt längre i undre ordovicium och hur gick det till? Denna fråga studeras och hypotesen, att det berodde på en utveckling genom naturligt urval i kampen mot Endo- och Orthoceratiter framlägges.

Fig. 1 nästa sida visar något förenklat Megistaspis och Megistaspidellas stratigrafiska fördelning i övre delen av undre ordovicium, samt hur storlekstillväxten* av Endo- och Ortoceratiter sker. Vidare har uppträdandet av Estonioceras och deras föregångare Protoestonioceras inritas. En tidsskala finns till vänster om schemat. Fig. 2 på sidan 162 visar hur några av de här aktuella Megistaspis och Megistaspidellaarterna ser ut.

Man kan fastställa följande:

1. Ökningen av cephalopodernas storlek i lata-mellanlimb.-tid är samtidig med uppträdandet av acuticaudagruppens föregångare (protoacuticauda). Inga acuticaudaformer finns i estonica-lata tid, då cephalopoderna fortfarande är under 20 centimeter. (Trilobiter med spetsiga **pygidier** finns visserligen i planilimbata och armata-lager, men denna spets på pygidiet har säkerligen inget samband med närvaron av cephalopoder, då dessa vid denna tid var både små och sällsynta. Även i andra lager kan man märka hur pygidiets spetsighet varierar ex. i extenuatagruppen och i konvexagruppen. Pygidiets spetsighet har nog mera samband med trilobiternas inbördes förhållanden. Trilobiten protoacuticauda se fig. 2 har ett huvud, som ligger **emellan** limbata och acuticauda. Trilobiten är också något större, samt har en liten spets på pygidiet.

* I detta fall har längden valts; hade man studerat volymstorleken hade kurvan fått ett något annorlunda förlopp.

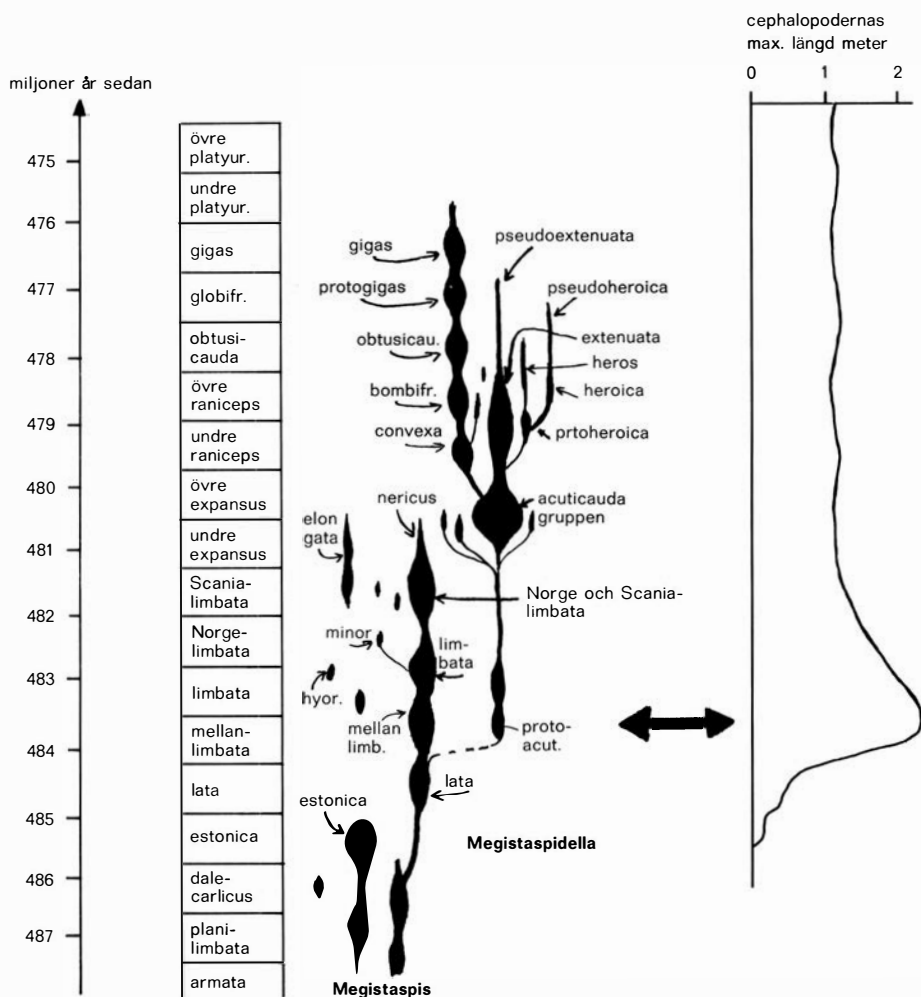
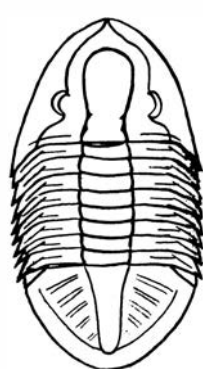
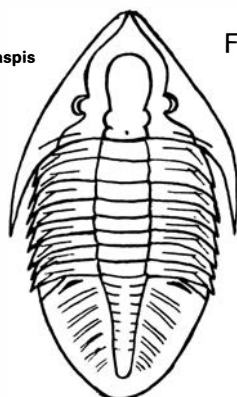


Fig. 1. Förenklad skiss som visar Megistaspis och Megistaspidellas stratigrafiska uppträdande, samt cephalopodernas storlek (längd)



limbata

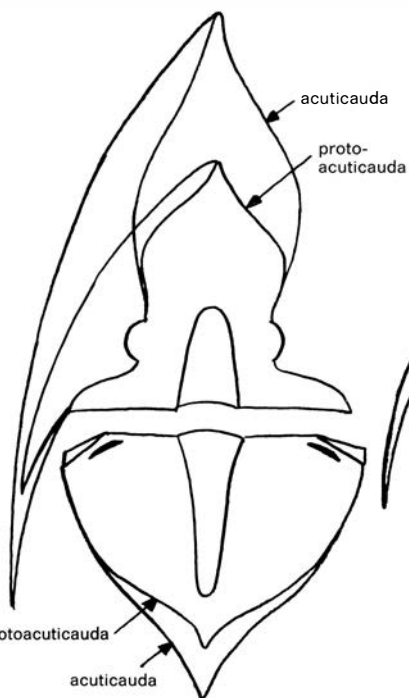
Megistaspis



nericus

Fig. 2. Några för detta arbete aktuella Megistaspis och Megistaspidella

Megistaspidella

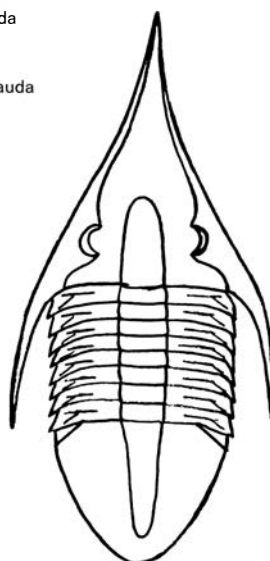


acuticauda

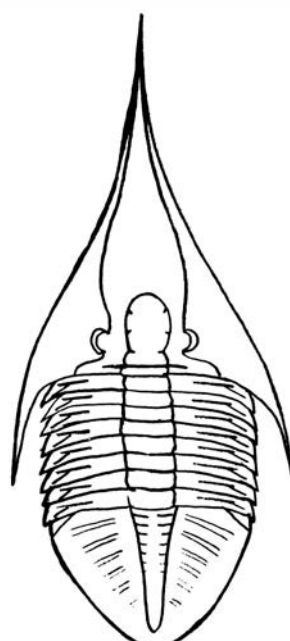
proto-acuticauda

protoacuticauda

acuticauda



extenuata



pseudoextenuata

2. Släktet *Megistaspis*, som inte kunde utveckla tillräckligt långt huvud, "försvinner" i undre expansustid. *Megistaspis nericus* och *elongata* är de sista representanterna för detta släkte.*

3. Vid försvinnandet av *Megistaspis*-gruppen blomstrar *Megistaspidella*-gruppen snabbt upp i en mängd *acuticauda*-former. Ett samband mellan dessa båda trilobiter ev. betingat av födo-förekomsten synes föreligga.

4. En någorlunda stabil jämvikt mellan *Megistaspidella*s huvudformer i *raniceps-gigas* tid och cephalopoderna kan konstateras.

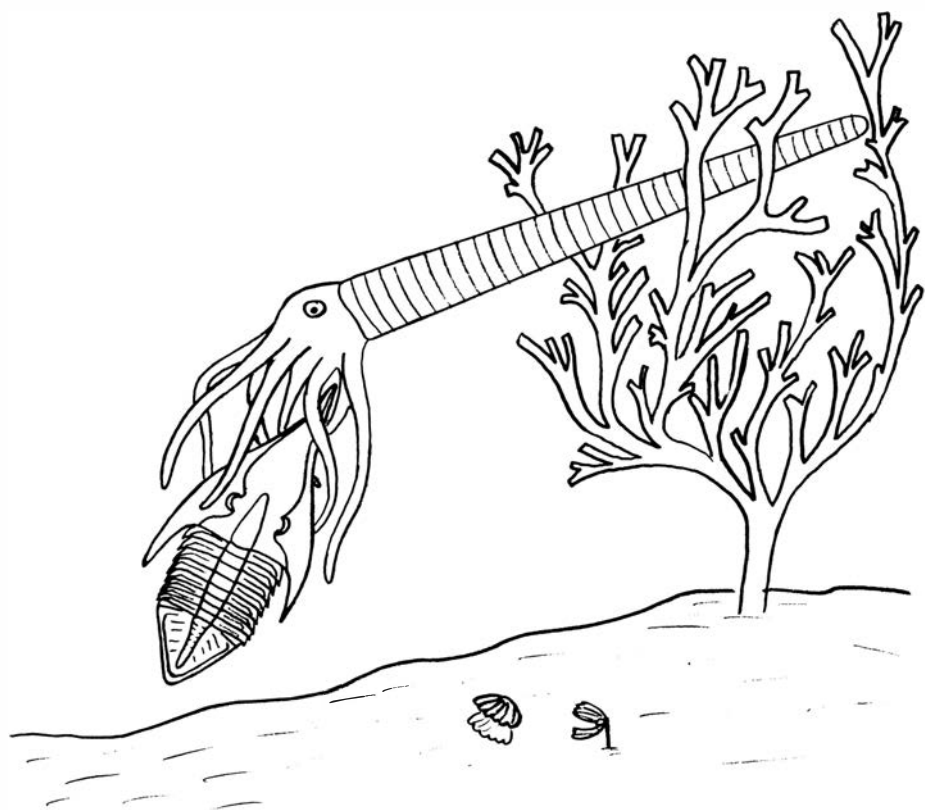
5. I *raniceps-globifrons* tid utvecklar relikterna från *extenuata* och *heroica* ett mycket långt och spetsigt huvud se fig. 2 där *pseudoextenuata* har avskissats. (*Pseudoheroica* har ett liknande extremt långt huvud). Dessa *Megistaspidella* arter förekommer bara sällsynt och är mindre än de samtida vanliga konvexa, *bombifrons*, *obtusicauda* och *protogigas*.

6. Vid slutet av undre ordovicium försvinner även *Megistaspidella gigas*, så att i *platyurus*-tid troligen ingen *Megistaspidella* finns.

7. Av eventuellt intresse (men troligen inte) är uppträdandet av cephalopoden *Estonioceras*. De första repr. för denna cephalopod-grupp börjar komma i mellanlimbata tid, då en grupp *orthocerer* "får" ett böjt "skal". Se fig.



* I undre mellanordovicium finns en tril. som heter *Pseudomegalaspis patagiata*, vilken har antagits vara en *Megistaspis*-relikt. Men detta är dock ingalunda säkert, då dess huvud mycket påminner om *Ptychopyges*. (Dess pyg. liknar dock Meg. en hel del).



Vidare har observerats att i expansustid patologiskt missformade extenuata-huvuden inte är direkt ovanliga (ca 10 % av extenuata-fossilerna har missformat cran). Se fig. nedan.



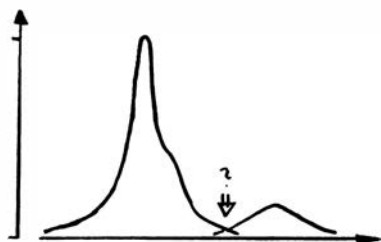
Ett ganska säkert samband kan fastställas mellan storlekstillväxten av cephalopoderna och bildandet av en spetsig huvudsköld hos trilobitgruppen Megistaspis. Denna "sekundära" utveckling av "spetsar" m.m. på de yttre formerna hos trilobiter kan man ofta spåra vid ontogenetiska studier, där dessa bildningar alltid tillkommer i de sista holaspidstegen.* Spetsigheten av huvudskölden har troligen uppkommit genom att i en variabel** population de med något längre cran. har haft lättare att undkomma angrepp från åtminstone mindre orthocerer. Orthocererna har haft svårare att nå fram och få fäste med sina armar om dessa. Denna utveckling har pågått ända till de extrema Megistaspidella-formerna i övre undre ordovicium. Troligen har dessa senare långa cran. varit relativt effektiva mot angrepp av Endo- och orthoceratiter. Kanske har spetsen förutom att hålla cephalopoden på avstånd tjänat som vapen (petningar i bläckfiskens öga m.m.). Möjligen var denna abnorma utveckling

* I de sista fullväxta stegen.

** Variabiliteten är mycket olika för olika trilobiter.

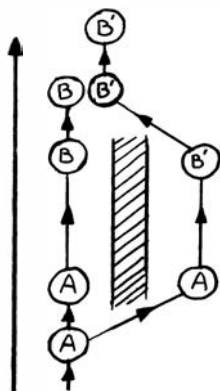
av cranidiet också orsaken till släktets utdöende genom att en alltför hög grad av försvarsutveckling blev till för stor nackdel för trilobitens övriga "liv".

Hur stämmer då den fossila bilden in på ovanstående resonemang? Det mest iögonfallande, om teorin nu är riktig, är varför inte övergångarna mellan trilobiter med allt längre cran. är kontinuerlig. Observationerna tyder dock inte på detta, förf. har ex. inte påträffat någon kontinuerlig övergång från *Megistaspis* till *acaticauda*gruppen, förutom enstaka karakt. mellanformer. Möjligen kan detta bero på att dessa former är mycket sällsynta, se fig.



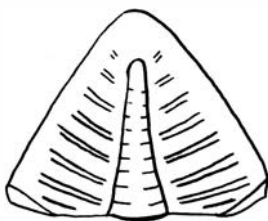
Sannolikt beror dessa skenbara språng (kvantutv.) på att olika populationer av från början samma art har blivit åtskilda geografiskt* och olika snabb "ändring" av arten förekommit på de båda platserna. Vid den senare återblandningen har den för de nya förhållandena bäst anpassade arten bestått, se fig. nästa sida.

* Ex. genom att isolera havs-vikar m.m. bildas genom de olika rörelserna i jordskorpan.



Tillägg

Efter detta arbete påträffades vid genomgång av äldre limbata-fossil-samlingar en art från undre delen av limbata-zonen (den övre i "limb.-kalken"), som hade ett mycket triangulärt pygidium, se fig.



Detta pygidium hör troligen till en art som ingår i limbata-acuticauda serien. Det kan ev. vara en övergångsform mellan limbata och acuticauda, varvid protoacuticauda kan vara en annan blind linje från limbata. I Ölands allra översta limb.lager (direkt under acuticauda-lager) finns också en triangulata; detta indikerar troligen att Ölands limb.lager slutar längre ned än i Närke då triangulata trol. är karakt. för undre delen av limb.-zonen.

IX. TEKNIK OCH PREPARERING

Närkes sedimentära bergarter ligger tillgängliga för amatörpaleontologen, som kanske i första hand söker vackra exemplar som i hemmamiljö kan finprepareras med diverse verktyg. Den mera specifikt inriktade vetenskapmannen kan nöja sig med fragment av någon sällsynt art eller med strukturer som kan mikroskopiskt studeras eller röntgenundersökas i syfte att kartlägga mer invecklade anatomiska drag hos fossilen. Vi kommer här att nämna synpunkter som är av intresse för amatörpaleontologen.

På fältet bör man vara utrustad med kraftiga gummiskor (ev. stövlar) som möjliggör smidig och säker passage i oländig terräng. En kraftig hammare som känns behaglig att arbeta med behövs. Hammaren måste användas flitigt och energiskt om man i långa loppet skall finna några vackra fossil. Å andra sidan bör man vara ordentligt orienterad i lagerföljden och ganska exakt veta vilken typ av fossil man söker. Man bör också innan hammaren användes noga ha studerat lokalen och stenarna. Tillvägagångssättet med hammaren är annorlunda om man söker fossil i den mjuka mellankambriska lerskiffern mot tekniken i exempelvis expansuslagren. Den mellankambriska lerskiffern är ofta mycket mjuk, genomfuktad och snabbt sönderfallande. I den mån den skall bearbetas med hammare bör man ha ett smidigt verktyg som avskiljer tunna lager. Fossil som påträffats i denna mjuka lerskiffer måste relativt skyndsamt läggas i gips och sprayas med något skyddande lack. Materialet spricker annars snabbt sönder.

När det gäller expansuslagren är det riktigaste tillvägagångssättet att med kofot, mejsel och hammare lösgöra större block som man sedan noga granskar. Med hammaren försöker man sedan få loss delar som innehåller fossil. Ser man inga fossil klyver man försiktigt blocket till mindre stycken.

I samband med att man söker avskilja större block bör man ha ögonskydd av plast. Kraftiga handskar är nödvändiga, då man mycket lätt skaver sönder huden mot det hårda materialet.

Mellan limbatakalken och expansuskalken ligger den ytterligt

hårda kalkstenen där man återfinner rester (mest pygidier) av trilobiten *Megistaspidella acuticauda*. Enstaka hela exemplar har påträffats, bl a har Riksmuséet ett väsentligen fullständigt exemplar som tillvaratagits vid Lanna cementkalkbrott. Denna kalksten är mycket svårbearbetad och en stor hammare som närmar sig släggstorlek fordras.

De mellankambriska lerskiffrarna som oftast är mjuka och lätt faller sönder när de torkar finns på några lokaler i Kvarntorpsområdet. Dessa lerskifferhögar är vid regnigt väder leriga varför gummistövlar rekommenderas. Med spade kan man gräva fram stora block som kan vara synnerligen fossilrika. Har man tur finner man stora trilobiter av släktet *Paradoxides*. I övre kambrium blir stenarna hårdare. Orstenar från dessa lager är ofta fossilrika. Olenider och agnostider av ett 30-tal arter har påträffats i dessa.

När det gäller prepareringen hemma är en mindre hammare och olika mejslar att föredraga. Man bör under arbetets gång ha möjlighet att spola bort losstagna bitar för att få bättre översyn. Fukten gör det också lättare att få bort kalkstenen. Med förstoringsglas kan man se hur arbetet fortskrider. De sista bitarna bör man ta bort med mycket fina spetsiga verktyg, gärna synålar fastsatta på ex. träskåft. Känner man till trilobitens anatomi är risken att man skadar preparatet mindre. Det bästa är en tandläkarborr eller liknande där man kan använda allt mindre borrarverktyg allteftersom fossilet framträder.

Framprepareringen är i princip enkel och fordrar ingen särskild händighet eller teknisk skicklighet. Det gäller att vara koncentrerad och noggrann, så småningom förstår man tillvägagångssättet. Framförallt får man inte förivra sig. När man preparerat färdigt och är nöjd med resultatet bör det hela sprayas med en genomskinlig lack för att skydda preparatet, hindra att flisor spricker fram och lossnar, men också för att förtydliga och försköna preparatet. Rent vetenskapligt rekommenderar man inte sprayning då den vetenskapliga bedömningen kan försvåras. Å andra sidan kan man lätt ta bort lacket med exempelvis aceton.

Fyndplatsen bör antecknas. En fossilsamling som inte uppger

var fossilen är funnen är vetenskapligt mindre värd. I det sammanhanget kan nämnas att ovanliga, sällsynta fossil bör visas för kunnig paleontolog då de kan ha forskningsintresse.

Amatörpaleontologen har en del ”guldgrävarinstinkter”. Man drömmer om att finna ett praktfullt fossil, vackert infattat i stenen. Det är sällan man gör så, men hoppet är som bekant det sista som sviker oss människor. En del fossil är lätta att finna i någorlunda hyggligt skick, men det stora flertalet hittar man endast i fragment och även om en sten skulle råka innehålla en fullständig, perfekt trilobit så är risken mycket stor att man under arbetets gång slår sönder den. Man kan inte i förväg veta hur trilobiten ligger i stenen.

Rapportförteckning J. Johansson

1975

1. Undersökningar av zonen med <i>Lejopyge laevigata</i> i Närke	29
2. Om en blottning av silurlager vid Motala	6
3. Stratigrafi och makrofauna i expanzusonen	254

1976

1. Om en blottning av stupande och breccierade limbatalager vid Vadstena	8
2. Om förekomsten av små cephalopoder på en diskontinuitetsyta i estonica-kalken vid Yxhult i Närke	3
3. En underkambrisk ostrakod från Västergötland	4
4. Om lejopygelagren i Västergötland	19
5. Om ett fossilrikt ludibunduslager i Gullhögens kalkbrott	23
6. Den ontogenetiska utvecklingen av cranidiet hos <i>Parasolenopleura westgothica</i>	4
7. Gigaskalken i Västergötland	30
8. Om zonen med <i>Olenus scanicus</i> och <i>Polyphyma angelini</i> i Närke	14
9. Ceratopygekalken vid Kinnekulle	13
10. Om ceratopygekalken vid Hunneberg och dess korrelation till Oslo-området	15
11. Ett samband mellan utvecklingen av <i>Megistaspidellas</i> huvudsköld och cephalopodernas tillväxt i undre ordovicium	8
12. Bidrag till kännedom om makrofaunan vid Fjäcka-profilen i Dalarna (övre mellanord. — undre överord.)	25
13. En förekomst där Westergårds problematiska "ullsaxfossil" m.fl. andra probl. fossil finns allmänt	5
14. Om en graptolit med flythinna bevarad i undre didymograptus-skiffern vid Hunneberg	1
15. Var ska Heramb-faunan placeras i det underordoviciska schemat?	17
16. Ett fossilrikt planilimbata heroides lager vid Hunneberg	12
17. Om den överkambriska denudationsytan i Närke och slutsatser, efter studier av denna, om den tidens atmosfär m.m.	7
18. Om utjämnandet av den något ojämna överkambriska landytan under armata- och planilimbata-tid i Närke	5
19. Lite om faunan i armata-kalken i Närke	6
20. Om planilimbata-kalken i Närke	20
21. Om ett ovanligt stort planilimbata-cranidium	1
22. En intressant dalecarlicuskalk och skiffer vid Yxhult	5
23. Om <i>Megistaspis</i> och <i>Megalaspides</i> arterna i dalecarlicus-zonen i Närke	14

24. Om förekomsten av små bio-hermer i estonicalagren vid Hällabrottet i Närke	15
25. Den fossila faunan i ett lerlager i estonicakalken vid Yxhult i Närke	10
26. Om faunan i de undre lata-lagren i Närke	9
27. Lite om limbatakalken i Närke och dess korrelation till närliggande områden	25
28. Om en ovanligt lång och smal orthocer från Yxhult i Närke	3
29. Ett spetsigt gigaspygidium från Östergötland	2
30. En historisk geologisk resa till Rhenlandet, Eifelbergen m.m.	10

1977

1. Om en blottning av de undre Mickwitzialagren vid Hällekis (Kinnekulle) och en genomgång av Allan Karlssons material från motsvarande lager vid Hjälmsäter	83
2. Om en rikt brachiopodförande lingulidsandsten vid St. Stolan	5
3. En Volborthella från Närke	2
4. "Börljelinjemärken" på en yta i ling. sandsten i Närke	1
5. Om en stor Paradoxides från Öland	3
6. Om ölandicuslagren vid Kvarntorp i Närke	52
7. Om ett fynd av en annelid med bevarad ytstruktur, som fossiliserats genom pyritisation i den mellankambriska gröna ölandcusskiffern i Närke	2
8. Lite om paradoxissimus-kalken (eller Tessini-kalken) i Närke	15
9. Land- och havsfördelning vid de mellankambr. tidsepokerna i Central-Sverige	92
10. Om fynd av troligen cystoide-calyxer i övre och mellan-kambrium	4
11. Om ett märkligt kanske till hyolitherna hörande fossil i konglomeratmassan vid lejopyge-pisiformisövergången vid Kvarntorp	4
12. En Olenus från pisiformislagren vid Kvarntorp	3
13. Om skalömsningen hos den överkambriska trilobiten Olenus truncatus	3
14. Bidrag till kännedom om det kambriska "konodontdjuret" Westergaardodina (Müller)	8
15. En intressant liten Orthotheca eller protocephalopod från pisiformislagren vid Mjösa	1
16. Några icke-olenider från överkambrium	1
17. Ett märkligt pseudofossil? från Pelturalagren vid Uddagården i Västergötland	1
18. Ytterligare lite om expansuskalken i norra Östergötland	9
19. Om en märklig likhet mellan hypostomet hos en Lichas-art i expansuskalken och Paradoxides cranidium	1

20. Ett underordoviciskt kalkblock med kantiga urbergsfragmenter från Nässja i Östergötland	3
21. Lite om de yngsta hittills påträffade lagren i Närke	7
22. Om ett Ogygiocarisförande grått kalklager mellan Gigas och Platyurus-kalken vid Gullhögen i Västergötland	6
23. En "chockad?" orthocer från Ullnäs	1
24. Lite om en Macrouruskalkblottning vid Motala	12
25. Om förmodade regndroppsmärken i "Bestorpkalken" vid Gullhögen	3
26. Ett Tentaculitesliknande fossil från Östergötlands ord. lager	1

1978

1. En ny graptolittyp från Kinnekulles undre didymograptusskiffer	3
2. Brecciaförekomster i sandstensgruvan vid Kvarntorp	6
3. Om ett kort besök till Mjösa i Norge för att studera underkambrium där	9
4. Några nya block från Kinnekulles understa mickwitziasandsten	3
5. Om ett besök till den intressanta underkambriska fyndigheten på skäggenäsudden i Kalmarsund	6
6. Ytterligare utökning av expansusfaunan i Östergötland	10
7. Lite om ceratopygeskiffern i det s.k. explosionsröret vid Brattefors	2
8. Om en upptäckt av fosfatproblematica i troligen Acerocareskiffer vid Gislövshammar i Skåne	2
9. Några notiser om Visingsöformationen	7
10. Bitumenkorn med mikrofossiler i Möckelns Vis.-form	2
11. Ännu en silurblottning vid Motala	3
12. Ytterligare lite om ölandicuslagren vid Kvarntorp	4
13. Intressanta troligen svampdjur i Kinnekulles understa mickw.-sandsten	5
14. Om framvittrade troligen algstruktur på kalkytor	2
15. Om ett märkligt fossil från Dalarnas överordovicium	1
16. Ett märkligt problematiskt fossil från Närkes estonica-kalksten	1
17. Växtformade alger i Närkes ölandicuslager	1
18. Fossil i Hallebergs underkambriska sandsten	2
19. Greniga alger från de understa silurskifferlagren på S. Billingen	2
20. Ett ormstjärneliknande fossil från Yxhults expansuskalksten	1
21. Ett kort besök för att studera Biluddens sandsten	3
22. Om en förekomst av stromatoliter och oncoliter i Dalformationen	5
23. En Lapworthella i Skånes strenuellakalk	2
24. Ytterligare ett probl. fossil från Hunneberg	1

1979

1. Graptoliter i Närke's ölandicus-skiffer	5
2. Märkliga troligen av alger avsöndrade strukturer i ludibundus-kalken i Gullhögenbrottet	2
3. Kalkalgen Mastopora i Kinekulles understa mickwitzia-lager	3
4. En rekonstruktion av Mobergella-djuret	3
5. Mineralet götit i orthocerer och andra hålrum i Skarpåsens obtusicauda-kalk i Östergötland	2
6. Lite om faunan i svampgroparna vid Trolmens hamn	8
7. Ett lager rikt på hela Peltura vid Varnhem	1
8. Greniga alger i Dalarnas silur	1
9. Ett besök till den mycket intressanta överordoviciska lokalen vid Skultorp som "upptäcktes" av Jan Bergstöm	12
10. Ett besök till "klöverdjurs-lokalen" vid Sörsjön i Jämtland	5
11. Lite om sjöstjärnan i tretaspis-lagret vid Skultorp	1
12. En portugisisk örlogsmän som strandade vid Lugnås för 580 miljoner år sedan	3
13. Ytterligare en ny graptolitart från Närke's undre mellankambr.	1
14. Om ett fynd av en hel trilobit i en orthocer	3
15. Lite om övergången mellan limbata-kalken och ranicepskalken vid Kinnekulle	16
16. Pseudofossilerna Rivalurites från Lugnås	1
17. Ett mycket intressant block från Lugnås	2
18. En nära säker stromatoporiid från expansuskalken (Larnvirn)	1
19. Mer om expansusfaunan i Östergötland	4
20. En ny paradoxidesart från de övre ölandicuslagren vid Kvarntorp	1

1980

1. En sannolik förekomst av jotium i Örebro län	6
2. Carpodéer i närkes ölandicuslager	2
3. Ännu ett nytt problematicum från Kinnekulles understa mickwitzia-lager påträffat av Allan Karlsson	1
4. Ett Opabina-liknande fossil i Närke's ölandicuslager	2
5. Hur har de av ceratopygelager utfyllda sänkor vid Brattefors alunskifferbrott på Kinnekulle bildats	3
6. En revbyggande bryozo i Bodakalken vid Osmundsberget	2
7. Orstenar m.m. i Grythyttans 16—1700 miljoner år gamla skiffrar	6
8. En havsspindel påträffas vid dykningar på Västkusten	1
9. Varför är Visingsö-formationen alltid bäst bevarad "bakom" västra sidan av några NNO-SSV strykande förkastningslinjer i mellan-Sverige	7
10. Ett hålrum med stora kalkspatkristaller i unkarshedens kalbrott i Dalarna	2

Populärskrifter inom omr. historisk geologi och paleontologi

1. Kontinentaldriften	5
2. Historiskt geologiska aspekter på Bergslagens två miljarder år gamla svecofenniska lager	15
3. Lite om uppkomsten av de s.k. orstenarna	2
4. Visingsöformationen och vad den kan ge för den historiska geologen	10
5. En enkel överslagsberäkning av sambandet mellan uranenergin i Närkes alunskiffer och gruvområdets areal	1
6. Lite om agnostiderna	12
7. Övergången ordovicium-silur	20
8. Lite om alger och växter för den historiska geologen	15
9. Lite om stratigrafi och paleogeografi under de kambriska epokerna i Skandinavien	7
10. Lite om maskar för den historiska geologen	40
11. Om den historiskt geologiska bakgrunden till Närkes uranskiffrar	10

Kvartär 0—3 milj. år sedan		Istid vid nordpolen, i samband därmed transgr. in över Sverige.	
Tertiär 3—60		Skand. hävs och älvar skär sig ned i det permiska peneplanet. Danmarks berggrund domineras av lager från denna tid.	
Krita 60—135		Måktiga avlagringar i Nordsjön, Danmark och Skåne. Deltan i NÖ Skåne med stora sequoia-träd, växellagrar med marina sediment.	
Jura 135—200		Måktiga sediment avsätts i Nordsjön.	
Trias 200—225		Varmt klimat i Skandinavien. Dinosauriespår i skånes triassedimenter.	
Perm 225—280		Vulkanism i Oslo-området ger upphov till förkastningar i mellansverige. Skandinavien utplanat igen.	
Karbon 280—345		Fjällen börjar brytas ned. Sumpskogar i nordsjöområdet kring insjöar där.	
Devon 345—400		Havsbottnen mellan Norge och Grönland pressas ihop och stora sediment-skollor skjuts upp och bildar fjällen. Skandinavien ett landomr. (old red).	
Silur 400—440		Ökad vulkanism, landhöjning börjar varför havet drar sig tillbaka. Kvar mot slutet av perioden blir stora insjöar i ex. osloområdet.	
Ordovicium 440—500		Vulkanism i djuphavsområdet mellan Grönland och Norge. Rev med en rik fauna i Dalarna och Östersjön.	
Kambrium 500—570		Skandinavien mycket plant, Västgöta-, Östgöta- och Närke-slätterna är rester av detta plan. Havet tränger in över dessa områden.	
Eokambrium 570—610		Skandinavien ligger vid Sydpolen. istider från Ryssland, utplaning av berggrunden i mellansverige.	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Jan Johansson, Anders Anderberg och Sven Janheden

Författarna till boken *Trilobiterna i Närke* är båda bosatta i Närke, Jan Johansson är ingenjör och Anders Anderberg läkare.

Författarna har själva svarat för foto och tecknat bilderna.