

GAMLE HAJER

af Thomas Blume

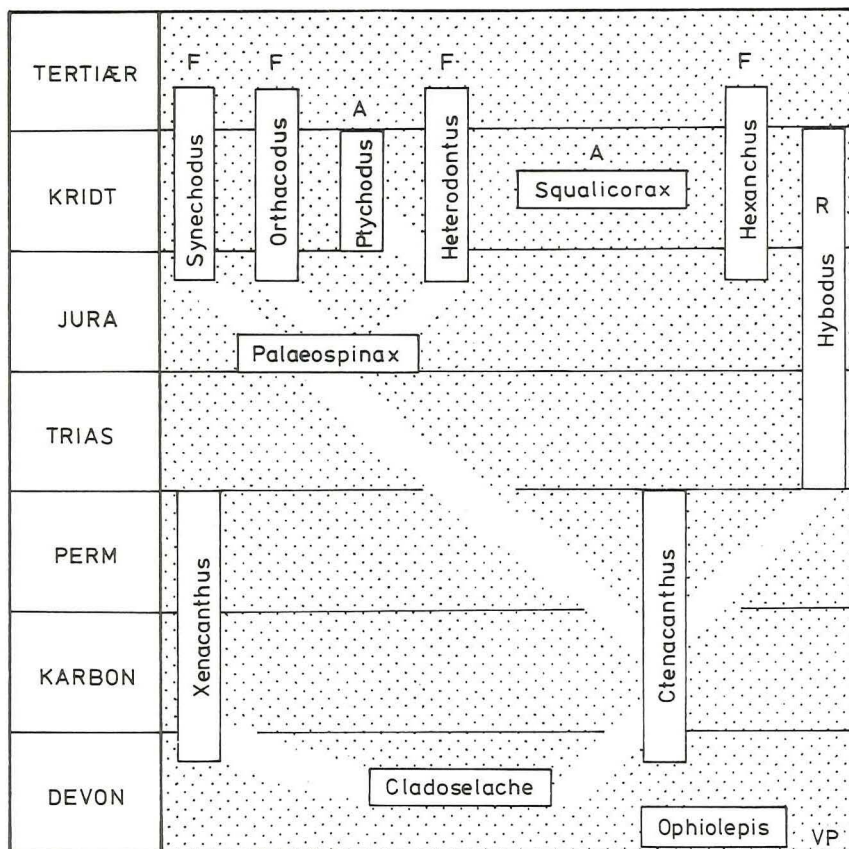
Inden for dyreverdenen er der flere dyregrupper, der udmærker sig ved at have eksisteret i næsten uændret form over ganske betydelige tidsrum. Eksemplerne er talrige. Man kan for eksempel nævne trilobiterne, der levede fra Nedre Kambrium til Øvre Perm, eller de kvastfannede fisk, der kendes fra Devon og som i dag er repræsenteret af "den blå fisk" (Latimeria) ved Madagaskar. Endelig nautil-blæksprutterne, hvor former nært beslægtet med den nulevende Nautilus, kendes tilbage til Devon. De tre nævnte grupper har således eksisteret i omkring 400 millioner år.

Hajerne er, som vi senere skal se, et udmærket eksempel på en sådan "konservativ" dyregruppe. Her ser vi nærmere på deres udviklingshistorie, blandt andet illustreret ved nogle meget gamle hajer, som dog ikke kendes fra Danmark, og ved nye spændende fund fra Øvre Jura og Nedre Kridt-aflejringer på Bornholm samt fra Danienkalk fra Fakse. Nogle af slægterne findes den dag i dag.

De ældst kendte spor af hajer stammer fra Nedre Devon i form af meget små skællignende hudtænder, som alle hajer, såvel fossile som nulevende har indbygget i huden, og de har fået navnet Ohiolepis. Hajernes udviklingshistorie kan således følges mere end 400 millioner år tilbage i tiden. Fra Mellem Devon kendes "rigtige" kæbetænder, såkaldte "Cladodonte" tænder, hvilket vil sige tænder, som mangler emalje, og som ofte har en stor, central tandspids omgivet af et varierende antal mindre spidser. Andre hajer med typiske "Cladodonte" tænder kendes også fra Karbon, Perm og Trias.

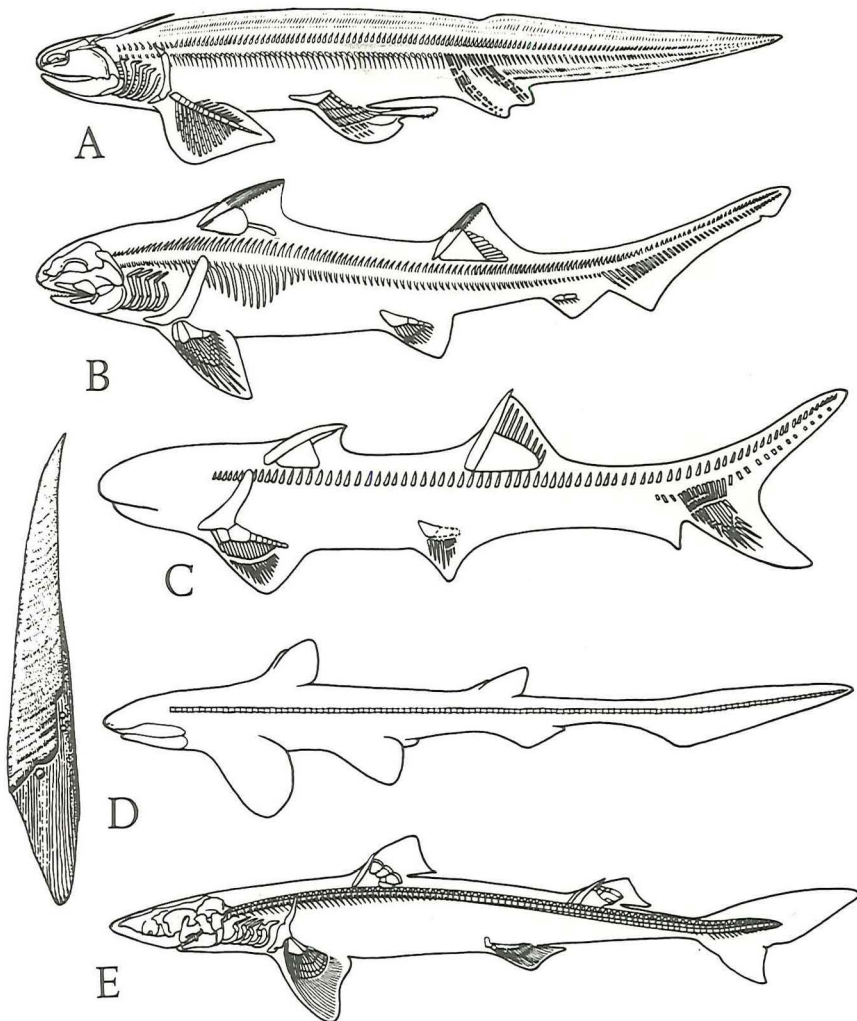
En tidlig sidegren på hajernes stamtræ er Xenacanthus-gruppen, som kendes fra Øvre Devon til Trias. Udover fund af tænder kendes også rester af skelet. Kroppen var langstrakt og rygfinnen, der udgør en lang bræmme, går direkte over i halefinnen, hvilket giver denne haj et næsten åleagtigt udseende. Xenacanthus-gruppen udmærker sig også ved at have to gatfinner, hvilket ikke kendes hos andre hajer. Bryst- og bugfinner er store og bladformede - gode styre-redskaber. Øverst bagtil på kraniet er der en lang, nåleformet pig, der muligvis var bevægelig. Tænderne der er af den "Cladodonte" type, har en lille central spids omgivet af to store tandspidser. Ydermere er der en lille "pukkel" nederst ved roden, der låser tandrækkens enkelte tænder sammen. Som hos de nulevende hajer groede tænderne i rækker på indersiden af kæberne. Denne form for tandskift medfører, at kun de yderste, helt færdigdannede tænder er i brug. Efterhånden som tænderne slides eller ødelægges, udskiftes de med de næste tænder i rækken. Hos nulevende hajer producerer "tandsamlebåndet" en færdig tand fra hvert 6 - 24 døgn.

Hele Xenacanthus-gruppen er udelukkende ferskvandsfisk, i modsætning til de fleste andre hajgrupper. Den åleformede krop hos de op til 75 cm lange Xenacanthus-hajer tyder måske på, at de ikke har været udholdende og hurtige svømmere, men snarere har fanget deres bytte ved pludselige bagholdsangreb.



Figur 1. Skema visende den tidsmæssige udbredelse af nogle af hajerne omtalt i teksten. De antydende linier viser et formodet slægtskab, men bør ikke betragtes som egentlige nedstammingslinier. Danske fund: R = Robbedale. A = Arnager. F = Fakse.

En anden af de bedre kendte tidlige hajer er den 0,5 - 2 m lange Cladoselache, som blandt andet er fundet i kongretoner fra Øvre Devon skifer i Ohio. Bevaringstilstanden er i nogle tilfælde helt ekseptionelt god. Således kendes både aftryk af hud og kropsomrids, spor af bløddele som for eksempel muskelfibre samt forkalket bruskskelet og tænder. Cladoselache ligner meget de nulevende hajformer - kroppen er næsten torpedoformet, brystfinnerne er store og brede, og halefinnen er stor og kraftig. Brystfinnerne er ofte blevet beskrevet

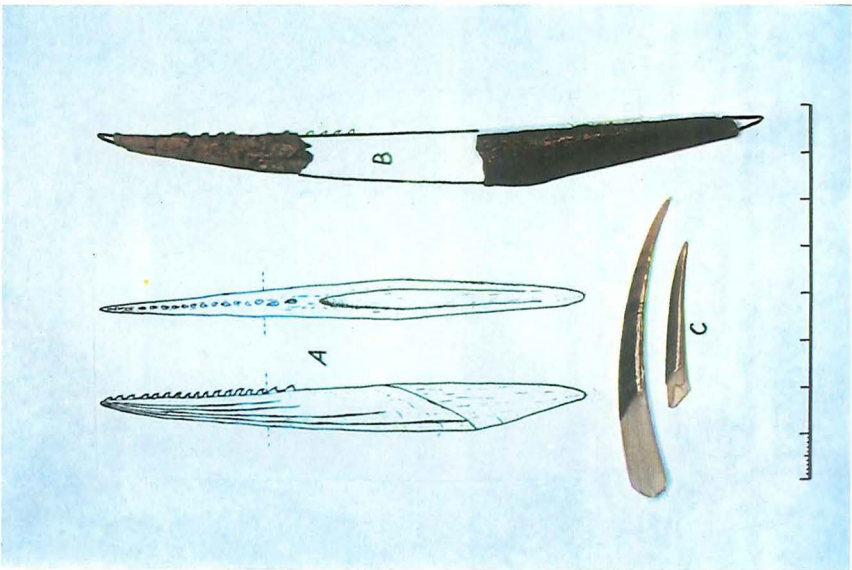


Figur 2. Rekonstruktioner af fossile hajer og nogle nulevende. A = *Xenacanthus sessilis*. B = *Hybodus hauffianus*. C = *Ctenacanthus costellatus*. D = *Palaeospinax* sp. og pig af samme. Bemærk ligheden med *Squalus* piggene. E = *Squalus* sp. nulevende pighaj.

(Figurer fra Schaeffer og Williams 1977, Maisey 1975).

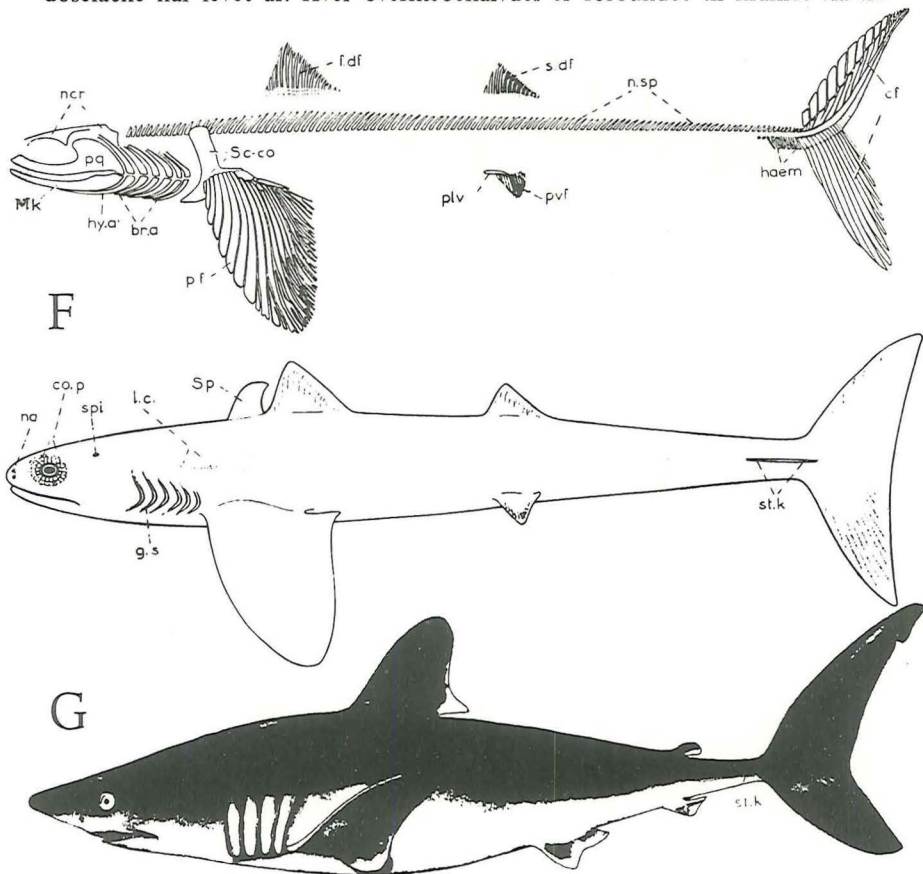


Figur 3. Hybodus-tand fra Neomiodon-bænken.



Figur 4. Hybodus pigge og to Squalus pigge (pighaj).

vet som "trekantede hudlapper" med en meget primitiv indre struktur. Imidlertid har nye undersøgelser (udført af S.E. Bendix-Almgreen på Geologisk Museum) vist, at den indre finnestruktur har mange lighedspunkter med den hos visse moderne hajer. Ved roden af den udvendigt symmetriske halefinne, er der to små, horisontale "køle", der sandsynligvis har virket stabiliserende ved hurtigsvømning. Samme form for halefinne findes idag hos store, hurtigsvømmende hajer og benfisk fra de åbne vandmasser, for eksempel sildehajer, tunfisk og sværdfisk. Cladoselache havde en stor, forholdsvis stump pig foran den forreste rygfinne og muligvis en lignende mindre pig foran den bageste rygfinne. Øjet var omgivet af en ring af specialiserede, skællignende hudtænder. Ringen har måske virket som beskyttelse mod de ofte skællede og piggede fisk, som Cladoselache har levet af. Hver overkæbehalvdel er forbundet til kraniet via tre



Figur 5. Rekonstruktioner af F = *Cladoselache fyleyi* (indre skelet og kropsomrids) og G = *Isurus punctatus* (nulevende, hurtigsvømmende rovhaj. Bemærk kølen ved haleroden). S.E. Bendix-Almgreen 1975.

punkter, således at kæber og kranie danner et sammenhængende hele. Nogle nulevende hajer har det samme kæbeophæng, men langt de fleste moderne hajer har et kæbesystem, hvor under- og overkæbe er løst forbundet til kraniet via nogle bruskelementer der ligger lige bagved kæberne. Et sådant arrangement bevirker, at kæben kan skydes fremad og nedefter, hvilket giver et meget effektivt bid. Cladoselache's tænder, der også er af den "Cladodonte" type, har fire mindre sidespidser - to på hver side af en stor, central midterspids.

Brystfinne- og halefinnestrukturen støtter den antagelse, at Cladoselache sandsynligvis har levet i de frie vandmasser som en hurtig og udholdende jæger.

En tredje, men noget dårligere kendt tidlig haj er Ctenacanthus, som kendes fra Øvre Devon til Øvre Perm (er således samtidig med Xenacanthus og Cladoselache). Ctenacanthus havde to pigge, en foran hver rygfinne. Begge er lange og spidse, dybt forankret i kroppen. Foruden tænder og pigge er der også fundet nogle nogenlunde velbevarede skeletrester og kropspartier, således at en rekonstruktion er mulig.

Hybodus-slægten repræsenterer formodentlig en sidegren på hajernes stamtræ. Slægten kendes fra Nedre Trias til op mod slutningen af Kridt. Ligheden med nulevende hajer er også her meget slående. Halefinnen er asymmetrisk og brystfinnerne er store og brede. Ligesom Ctenacanthus har Hybodus to pigge, en foran hver rygfinne. Piggene har muligvis stået i forbindelse med nogle giftkirtler til forsvar. Den typiske Hybodustand har en stor central spids omgivet af flere mindre spidser på hver side, og tænderne har emalje. Tænderne er ofte kraftigt furede og til tider udviklet som knusetænder. Nogle af formerne har endog haft spidse tænder i den forreste del af kæben og knusetænder i den bageste. I slutningen af Jura uddøde hele den marine del af Hybodus-slægten. Fra Mellem og Øvre Jura kendes en række andre marine hajslægter, som stadig eksisterer i nutidige have. Blandt de nye slægter kan nævnes: Seks/syv-gællede hajer (Notorhynchus, Hexanchus), Port Jacksonhajer (Heterodontus), Pighajer (Squalus), Skæghajer (Orectolobus), rokkeligende hajer (Squatina) og endelig tidlige rokker (Rhinobatider). Imidlertid fortsatte en gren af Hybodus-slægten i ferskvand. Ingen af de nye hajslægter fandtes på dette tidspunkt i ferskvand, og samtidigt var de Øvre Jurassiske floder og søer fyldt med fisk og mollusker (muslinger og snegle) samt krebsdyr. Hybodus-hajerne var derfor næsten enerådende som top på fødekædepyramiden i ferskvandet. Alt dette indebar, at der igen opstod nye Hybodus-slægter, specielt tilpassede til livet i floderne og søerne i Øvre Jura og Kridt.

Fra Nedre Jura kendes nogle få velbevarede fossiler af Palaeospinax. Denne form er en af de tidligste repræsentanter for de moderne hajer, der blev almindelige mod slutningen af Jura. Palaeospinax har ligesom Hybodus en pig foran hver rygfinne. Palaeospinax er blevet sammenlignet både med Hybodus og Ctenacanthus og noget kunne tyde på at de moderne hajer faktisk nedstammer fra Ctenacanthus-gruppen. Især grundige analyser af tænder og pigge afslører store ligheder mellem Palaeospinax og Ctenacanthus. Men det er et spørgsmål, hvorvidt indbyrdes slægtskab kan bevises alene på grundlag af pigge og tænder.



Figur 6. Tand fra Squalicorax.



Figur 7. En flad knusetand fra Ptychodus.



Figur 8. Tand fra Hexanchus (også kaldet Notidanus).



Figur 9. Tænder fra Heterodontus (yderst til højre og venstre) og 2 Synechodus-tænder (i midten).

Morfologiske sammenligninger af fossile hajer hæmmes meget af eksemplarenes generelt dårlige bevaringstilstand. Komplette, velbevarede fossiler er desværre uhyre sjældne. Mange slægter kendes derfor kun fra fund af isolerede tænder eller pigge. Fremtidige fund og undersøgelser vil måske vise, at de moderne hajer nedstammer fra forskellige stamformer - måske samtidige og nært beslægtede med *Ctenacanthus*.

Til slut lidt om de nye fund fra Bornholm og Fakse. I Carl Niensens grusgrav, der ligger cirka 4,5 km øst for Rønne, er der for nyligt gjort nogle fund af pigge og tænder stammende fra *Hybodus*-hajer. Den nederste del af grusgraven udgøres af fint kvartssand med krebsdyr-gravegange, en rodhorisont og enkelte fossile træstammer. Dette overlejres af grovere kvartssand, der er rustfarvet ved gennemsvivning af grundvand. Disse sandlag hører til Robbedaleformationen, der regnes for det yngste Jura. I den sydvestlige del af graven ses, øverst over det grovere kvartssand en cirka 25 cm tyk bænk af lerjærnsten. Lerjærnstenen indeholder en mængde aftryk af ferskvandsmuslingen *Neomiodon* (tidligere kaldet *Cyrena*). Desuden forekommer aftryk af enkelte snegle og plantefragmenter samt en del store skæl af en ganoid-fisk (*Lepidotes*). Derover ses gruslag vekslede med to andre lerjærnstenslag, der er fyldt med aftryk og stenkerner af en lille ferskvandssnegl kaldet *Viviparus*. Disse lag indeholder også plantefossiler og skæl. Figur 3 viser en lille *Hybodus*-tand fra *Neomiodon*-bænken. Figur 4 viser to fragmenter af *Hybodus*-pigge fra sandet umiddelbart under *Viviparus*-lagene. Der er fundet både tænder og pigge i alle lerjærnstensbænkene. Derudover kan nævnes at der er fundet en skjoldplade fra en skildpadde i sandet under *Viviparus*-lagene. Formodentlig drejer det sig om en ferskvandsskildpadde, der har lignet den nulevende flodskildpadde (*Trionyx*). *Hybodus*-hajerne fra Bornholm befandt sig således i en slags "ungdom" nr. 2 da de levede i kystnære ferskvandsområder på overgangen mellem Jura og Kridt. Men slægten havde da, som tidligere nævnt, allerede eksisteret i mere end 85 millioner år. Denne og lignende ferskvands-hajfaunaer, som kendes fra mange andre steder blandt andet England, er meget karakteristiske for Jura/Kridt-grænsen.

Lidt vest for Arnager by på Bornholm findes en klint med Arnager Kalk fra Øvre Kridttid. Arnager Kalken overlejrer det ældre Arnager Grønsand, og overgangen markeres af et konglomerat. Gamle undersøgelser nævner faktisk kun et enkelt fossil fra laget, men nye undersøgelser har vist, at konglomeratet i virkeligheden indeholder en del fossiler blandt andet brachiopoder, søpindsvin, belemniter (vættelys) og muslinger samt nogle gravegange.

Der er endvidere fundet nogle få hjæntænder. Figur 6 viser en tand af *Squalicorax* - en slægt som ikke tidligere er kendt fra Danmark. Denne slægt står måske nær de seks/syv-gællede hajer, og kendes tilbage fra Nedre Kridt, men uddøde i Øvre Kridt. Figur 7 viser en flad knusetand tilhørende slægten *Ptychodus*, også fra bundkonglomeratet (det før omtalte "eneste" fossil var ligeledes en *Ptychodus*-tand). Knusetænderne viser, at disse hajer har sat pris på muslinger og snegle, som de har kunnet "male" mellem kæberne. *Ptychodus* er

muligvis beslægtet med *Heterodontus*, et fælles slægtskab som måske kan føres tilbage til *Palaeospinax*. Det er desværre meget vanskeligt at sige noget om *Squalicorax* og *Ptychodus* mulige slægtninge, idet de kun kendes fra fund af tænder (en enkelt kæbe med tænder stammende fra *Ptychodus* kendes dog). Udover de særprægede tænder, er der fundet nogle få tænder som sandsynligvis stammer fra nære slægtninge af nutidens sandhajer (*Odontaspis*).

Til sidst nogle eksempler fra Fakse kalkbrud. Flere elementer i Fakeses hajfauna repræsenterer nogle meget gamle slægter. Figur 8 viser en tand af *Hexanchus* (også kaldet *Notidanus*), og figur 9 yderst til højre og til venstre, viser nogle tænder af *Heterodontus*. Begge slægter kendes, som nævnt ovenfor, allerede i Jura, og havde således allerede omkring 80 millioner år bag sig, da de levede i Fakse. Figur 9 i midten viser to *Synechodus*-tænder og forsidebilledet viser fire store *Orthacodus*-tænder. Begge disse slægter kendes også fra Jura og er sandsynligvis også nært beslægtet med *Palaeospinax*. Forekomsten af *Orthacodus* i Fakse er ovenikøbet meget mærkelig, da slægten iøvrigt ikke kendes fra lag stammende fra perioden mellem Øvre Jura og Nedre Tertiær. Derimod kendes *Synechodus*-slægten fra Kridt helt op til og med Eocæn.

Vi har således fået et eksempel på et lille selskab af "gamle" repræsentanter blandt Fakse-faunaens mere moderne elementer (sandhajer, skæghajer og andre). *Palaeospinax* og måske lignende men endnu ikke kendte slægter fra Nedre Jura, har således givet ophav til nogle særdeles vellykkede slægter, der har opnået en imponerende grad af perfekt tilpasning i de økologiske nicher, de optager og nogle lever stædigt videre i bedste velgående den dag i dag.

EKSKURSION TIL SKÅNE

I tilknytning til Folkeuniversitetets orienteringskursus i geologi afholdes en ekskursion til Skåne i september måned. Nærmere oplysninger om orienteringskurset og det efterfølgende grundkursus i geologi foreligger i programmet for efterårssemestret 1979, der kan fås ved henvendelse til Folkeuniversitetet, Købmagergade 52, 1150 København K, tlf. (01) 14 48 27.