

# En mellanjurassisk flora från Bagå-formationen, Bornholm

***Kristina Mehlqvist***

Examensarbeten i Geologi vid  
Lunds universitet - Berggrundsgeologi, nr. 227  
(15 hskp/ECTS)



Geologiska institutionen  
Centrum för GeoBiosfärsvetenskap  
Lunds universitet  
2008

# En mellanjurassisk flora från Bagå- formationen, Bornholm



*Ginkgoites*.sp.

Kandidatexamensarbete  
Kristina Mehlqvist

Geologiska Institutionen  
Lunds universitet  
2008

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Tidigare arbeten</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Geologi</b>	<b>6</b>
3.1	Bornholm	6
3.2	Bagå	6
<b>4</b>	<b>Material och metod</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>7</b>
5.1	Klimat och vegetation under jura	7
5.2	Allmän beskrivning av vanligt förekommande växtgrupper under jura	9
5.3	Stomatadensitet och index	11
<b>6</b>	<b>Resultat</b>	<b>11</b>
6.1	Växtfossil från Bagå	12
6.2	Stomatadensitet och tolkning av koldioxidhalt	14
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>14</b>
7.1	Jämförelser med andra florer	14
7.2	Paleomiljötolkning	15
7.3	Stomatadensitet och index	15
<b>8</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>Tack</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>Referenser</b>	<b>16</b>
<b>Appendix</b>		<b>18</b>
	Tavla 1	18
	Tavla 2	19
	Tavla 3	20
	Tavla 4	21

# En mellanjurassisk flora från Bagå-formationen, Bornholm

KRISTINA MEHLQVIST

Mehlqvist, K., 2008: En mellanjurassisk flora från Bagå-formationen, Bornholm. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 227, 21 sid. 15 poäng.

**Sammanfattning:** En samling växtfossil från Bagå-formationen, Bornholm, Danmark, har undersökts för att identifiera sammansättningen av floran samt tolka klimatet. Sedimenten som utgör Bagå-formationen deponerades under mellanjura mellan den danska bassängen och det polska tråget och består av lersten med mellanlagrande kolskikt. Depositionsmiljön har tolkats som ett meandrande flodsystem med stora torvbildande träskmarker i anslutning till flodområdet.

Sedimenten innehåller mycket välbevarade avtryck och kompressioner av växter och materialet som ingår i denna studie insamlades av bl.a. Möller (1902) och materialet finns registrerat i samlingarna vid Geologiska institutionen vid Lunds universitet. Fossilerna delades in i sju släkter varav bara två exemplar till artnivå. Den fossila floran domineras av ormbunkar men innehåller även Ginkgoales, barrträd, bennettiter och fräken. Jämförelser med likåldriga florer visar att sammansättningen i Bagåsamlingen liknar den jurassiska Eriksdalsfloran från Skåne.

Juratiden var en varm och fuktig period och fem biomer har identifierats globalt. Floran i denna studie tolkas som förekommande i ett varmt tempererat biomer (i ett varmt och fuktigt klimat).

Prover av kutikula (det yttersta vaxartade lagret hos blad) härrörande från fossila barrträd av arten *Bilsdalea angustifolia* från Bagå-formationen studerades med avseende på stomatadensitet för att utvärdera olika beräkningsätt och metoder för tolkning av temperatur och paleo-CO<sub>2</sub> halter. Resultaten blev olika beroende på vilken del av bladet som räknades och i allmänhet gav resultaten låga koldioxidhalter. Mer omfattande studier krävs för att förbättra tekniken för användning av smalbladiga pre-angiosperma florer.

Handledare: Vivi Vajda och Kent Larsson

Examensarbete 15 högskolepoäng (15 ECTS-poäng) i Geologi, Vt 2008. (*Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet – Berggrundsgeologi, nr. 227*)

Avdelningen för Berggrundsgeologi, Geologiska institutionen, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Lunds universitet.

**Nyckelord:** Bagå, jura, flora, klimat, CO<sub>2</sub>, stomata.

*Kristina Mehlqvist, Geologiska Institutionen, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Lunds Universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: krisme84@gmail.com*

# A middle Jurassic flora from the Bagå Formation, Bornholm

KRISTINA MEHLQVIST

Mehlqvist, K., 2008: A middle Jurassic flora from the Bagå Formation, Bornholm. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 227, 21 pp. 15 poäng.

**Abstract:** A collection of plant fossils from the Bagå Formation, Bornholm, Denmark, has been investigated to identify the composition of the flora and interpret the climate. The sediments of the Bagå Formation were deposited during the Middle Jurassic between the Danish basin and the Polish through and consist of mudstone interbedded with coal seams. The depositional environment has been interpreted as a meandering fluvial system hosting extensive peatforming marshes in flood-basin areas.

The sediments contain well-preserved plant impressions and compressions and the material investigated in this study was collected, among others, by Möller in 1902 and is registered in the collections at the Geological Department, Lund University. The fossils were assigned to seven plant genera but only two specimens were identified to species level. The fossil flora is dominated by ferns but also contains Ginkgoales, conifers, Bennettitales and Equisetales. Comparisons with coeval plant assemblages show that the flora from the Bagå Formation closely resembles that of Eriksdal, Skåne.

The Jurassic was a warm and humid period and five biomes have been recognized across the globe. The flora studied herein is interpreted to have grown in the warm temperate biome (in i.e. a warm and humid climate).

Additionally, samples of cuticle (the outer waxy coating of the leaf) derived from the conifer taxon *Bilsdalea angustifolia* from the Bagå Formation were studied to evaluate different methods for counting stomata used in the interpretation of palaeotemperature and the palaeo-CO<sub>2</sub> levels. The results were different depending on which part of the leaf was analyzed and low palaeo-CO<sub>2</sub> levels were generally documented using previous methods. More, extensive studies are required to refine this technique for use with predominantly narrow-leafed pre-angiosperm floras.

Advisor: Vivi Vajda and Kent Larsson

Degree project, 15 ECTS credits, in Geology – Lithosphere and Biosphere Sciences, Spring 2008. (*Examensarbeten i Geologi vid Lunds Universitet – Berggrundsgnologi, no. 227*).

GeoBiosphere Science Centre, Department of Geology, Lithosphere and Paleobiosphere Sciences, Lund University.

**Keywords:** Bagå, Jurassic, flora, climate, CO<sub>2</sub>, stomata.

*Kristina Mehlqvist, Department of Geology, GeoBiosphere Science Centre, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: krisme84@gmail.com*

# 1. Introduktion

Den danska ön Bornholm (Fig.1) består av pre-kambriska bergarter överlagrade av paleozoiska och mesozoiska sediment. En av dessa mesozoiska avlagringar är Bagå Formationen som bildades under mellanjura och består av lersten med mellanlagrande kolskikt (Koppelhus & Nielsen 1994). Dessa sediment är rika på växtmakrofossil från mellanjura (Möller 1902). Klimatet under jura var mycket varmt och fuktigt över hela jorden och det skedde en omfattande kolbildning, särskilt under mellanjura, som vittnar om fuktigheten under den här perioden (Vakhrameev 1991). Vegetationen bestod främst av barrväxter, kottpalmer, ginkgoväxter, bennettiter, lummrar, ormbunkar och fräkenväxter. Fem olika vegetationsbiom har identifierats från juraperioden med hjälp av växtfossil (Willis & McElwain 2002).

Den mellanjurassiska floran från Bagå Formationen på Bornholm är dåligt undersökt och beskriven. Vid det gamla lertaget vid Hasle Klinkerfabrik har flera välbevarade växtfossil återfunnits och en samling av ett 50-tal av dessa finns tillgängliga vid Geologiska institutionen vid Lunds universitet. Dessa fossil har

delvis artbestämts och beskrivits av Möller (1902). En klimattolkning baserad på de bornholmska växtfossilerna har dock inte gjorts. Detta arbete har som mål att identifiera växtfossilerna i Lundasamlingen och jämföra dessa med andra, likåldriga, växtassociationer i och utanför Skandinavien. Tolkningar av bildningsmiljö och paleo-klimat kommer att göras. Vidare kommer olika stomataberäkningar (antal klyvöppningar/ ytenhet) utföras på blad där kutikulan är bevarad. Olika beräkningssätt och metoder för tolkning av temperatur och paleo-koldioxidhalter kommer att utvärderas.

# 2. Tidigare arbeten

Forchhammer (1837) var den förste att beskriva Bagå Formationen och han lade en särskild fokus på kolskiktet. Han kallade sedimenten för Bagå System och beskrev den norra och den södra begränsningen som han namngav Levka- och Sorthat Systemen som förkastningar. Denna indelning av de kolbärande lagren används än idag. Bagå Formationen har även beskrivits av Gravesen et al. (1984) och Gry (1977). Gry (1977) bestämde åldern på Bagå Formationen baserat på megasporer till mellanjura medan Koppelhus &

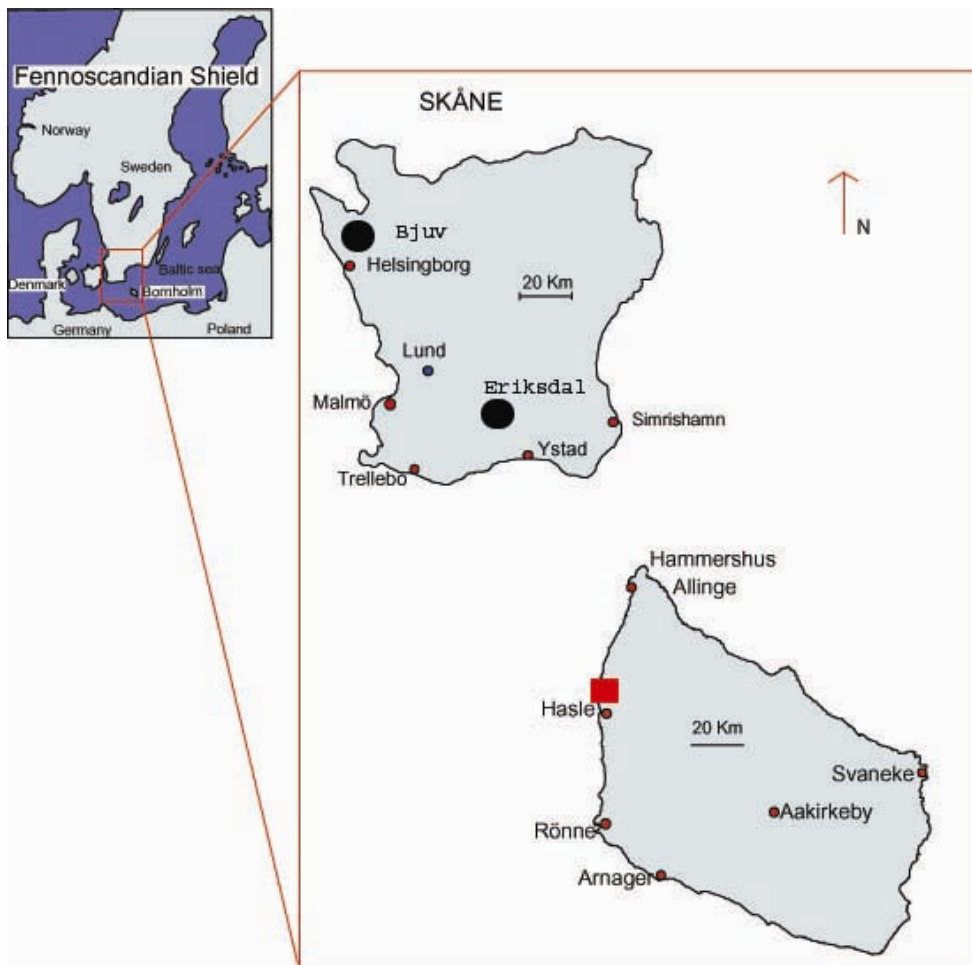


Fig. 1. Karta över Bornholm och Skåne. Kvadrat indikerar provlokal.

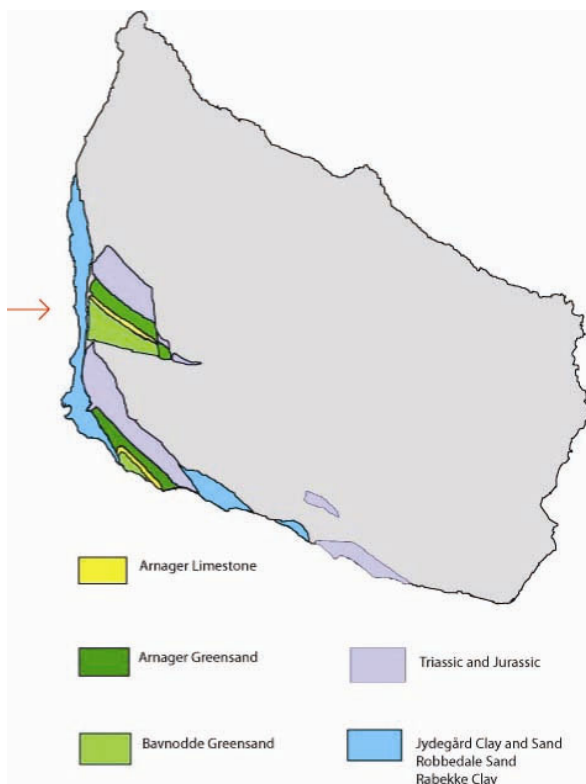


Fig. 2. De mesozoiska sedimentens utbredning på Bornholm. Pil indikerar provlokal.

Nielsen (1994) beskrev palynostratigrafi och paleomiljöer för Bagå Formationen. En petrografisk faciesanalys av kolskikten i Bagå Formationen beskrivs av Petersen (1993). Växtmakrofossilen i Bagå Formationen har beskrivits av Bartholin (1892, 1894), Hjort (1899), Möller (1902, 1903) och Florin (1958). Hoelstad (1985) gjorde palynologiska analyser på Bagå Formationen och delade in den i tre biozoner. Åldern på gränslagren mellan biozon 1 och zon 2 korrelerades och bestämdes till toarce/aalen. Palynofloran i de två övre zonerna (2 och 3) är korrelerbara med skånska palynofloror av mellanjurassisk ålder.

### 3. Geologi

#### 3.1 Bornholm

Bornholm består av en komplex förkastningsbunden horst belägen i Tornquist zonen. Bornholm är belägen mellan den danska bassängen och det polska tråget (Koppelhus & Nielsen 1994). Den nordöstra delen av Bornholm består av kristallina, prekambrika bergarter medan det längs den sydvästra och västra kusten av ön förkommer icke-kompleta paleozoiska och mesozoiska successioner bevarade i förkastade

block (Fig.2) (Gravesen et al. 1984; Gry 1977). På västkusten konvergerar två förkastningszoner vid Rønne graven. Rønne graven och flera av de mindre tektoniska enheterna på ön bildades troligen under sen karbon- tidig perm. Mesoziska sediment ackumulerades gradvis i Rønne graven. Under- till mellanjurassiska sediment på Bornholm är bundna av inkonformiteter. Sediment från undre jura överlagras bergarter av tidigpaleozoisk eller sentriassisk ålder, och mellanjura är överlagrad av kvartära sediment (Koppelhus & Nielsen 1994). Under tidig hettange skedde en utvidgning av bassängen vilket medförde bildandet av lakustrina miljöer och deposition av karbonathaltiga leror innehållande växtfossil tillhörande *Thamatopteris* florran (Munkerup Member). I sen hettange bildades ett lägre deltaplan/kustplan där det deponerades karbonatlagrar, sand, sandig lera och lera (Sose Bugt Member). Under sinemur skedde en transgression över kustplanet och sandiga och leriga tidvattenplan med flodkanaler bildades (Galgeløkke Member). Marina miljöer dominerade under tidig pliensbach men depositionen av kolbärande strata (Bagå Formationen) fortsatte under sen pliensbach pga. en regression (Petersen 1993). Under Bagå Formationen ligger den marina Hasle Formationen som är 80-140 m mäktig och består av inre shelf och shoreface sand- och siltstenar (Koppelhus & Nielsen 1994).

		BORNHOLM	SE SKÅNE
		Formation	Formation
CRETACEOUS	Late	BAVNODDE GREENSAND	
		ARNAGER LIMESTONE	
		ARNAGER GREENSAND	
	Early	JYDEGÅRD Fm	Vitabäck Clay
		ROBBEDALE Fm	Nytorp Sand
		RABEKKE Fm.	ANNERO Fm
JURASSIC	Late		Fyledalen Clay
			Fortuna Marl
	Middle	BAGÅ Fm	Glass Sand
			MARIEDAL Fm
			Fuglunda Mbr
Early	HASLE Fm		
	RÖNNE Fm		
TRIASSIC	Late		
		KÅGERÖD Fm	KÅGERÖD Fm
	Middle		

Fig. 3. Bornholms mesozoiska stratigrafi och jämförelser med sydöstra Skåne.

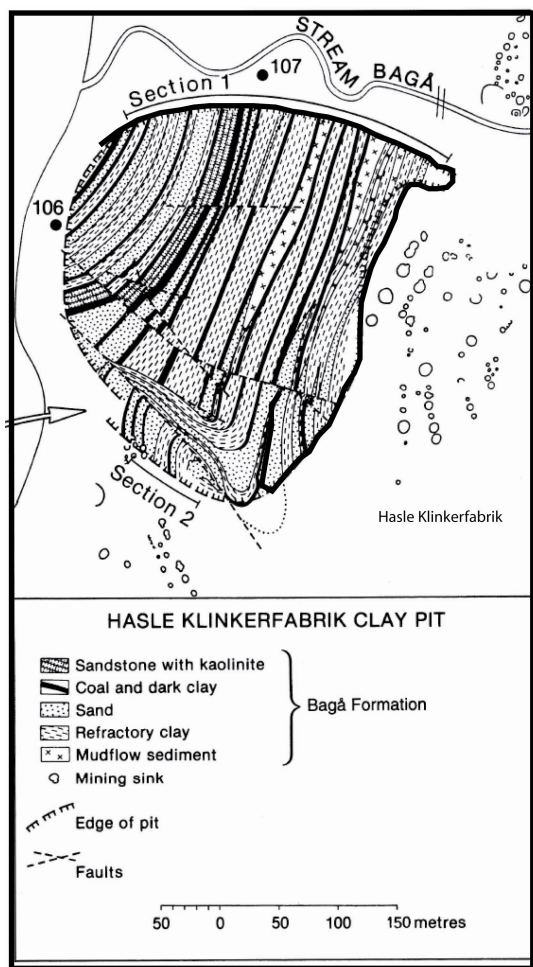


Fig. 4. Hasle Klinkerfabrik lertag (Koppelhus & Nielsen 1994).

### 3.2 Bagå

Bagå Formationen representerar de yngsta jurassiska sedimenten på Bornholm (Fig. 3.) (Petersen 1993) och bildades i undre- och mellanjura (plienbach - bathon) och är representerad längs Bornholms västkust. Bagå Formationen förekommer i Rønne-Hasle blocket och främst är blottad i Hasle Klinkerfabrik, lertag (Fig 4.) och klippkustsektionen vid Korsøde. Bagå Formationen består av kolbärande leror och sand samt grus och block. Depositionsmiljön i området har tolkats som ett meandrande flodsystem med mellanliggande träskmarker där sedimenten deponerades på deltaplan i flodkanaler, flodplan och i sjöar (Koppelhus & Nielsen 1994). Bagå Formationen består av fining-upwards sekvenser innehållande kolskikt och är upp till 19 m mäktiga. Förekomster av växtmakrofossil är vanliga och återfinns i dels en vit, gulaktig eller rödbrun lera och dels i en gulaktig, något rödbrun lerjärnsten. Leran är mycket finkornig och eldfast vilket medfört att växtdelarna även är mycket välbevarade och tydliga. Den förkolnade, organiska substansen ligger oftast kvar som en svart film som dock lätt lossnar. Även lerjärnstenen är mycket finkor-

nig och innehåller också mycket välbevarade växtdelar (Möller 1902).

## 4. Material och metod

En samling växtfossil (benämns Lundasamlingen i arbetet) från Bagå Formationen på Bornholm undersöktes i syfte att beskriva den fossila växtassociationen, men även klimatet och miljön den bildades i. Växtfossilerna studerades för eventuell artbestämning både med blotta ögat och under stereomikroskop. Artbestämningen skedde med hjälp av tidigare dokumentationer från floran i Bagå Formationen (blå Möller 1902) och paleobotanisk litteratur. Delar av kutikulan från utvalda fossil lossades med pincett under mikroskop för att läggas i väteperoxid för preparering av stomatan. Delar av växtfossilerna lades även i flourvätesyra för att lösa upp det minerogena materialet och lämna de organiska resterna för att kunna studera eventuella stomata. Ett besök på Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm gjordes också för att söka litteratur i det paleobotaniska biblioteket och studera samlingar av växtfossil från Bornholm. Prover med kutikula fotograferades under mikroskop för stomatadensitetsanalys. Dessa prover härrör från barrväxten *Bilsdalea angustifolia* från Bagå Formationen. Utifrån dessa foton räknades stomataindex och densitet ut. Klassificering av växtfossilerna utfördes enligt Meyen (1987) och korrigerades enligt Smith et al. (2006).

## 5. Bakgrund

### 5.1 Klimat och vegetation under jura

Uppbrytandet av Pangea (Fig 5.) började i sen trias och fortsatte långsamt under tidig jura. Uppbrytningen av de stora kontinentala områdena och separation av havsbassänger skedde dock förmodligen inte förrän mellan- eller tidig senjura. Innan dessa barriärer bildades uppvisade de jurassiska ekosystemen flera kosmopolitiska element (Behrensmeyer et al. 1992), dvs. fauna- och florasammansättningen var mer enhetlig globalt. Höglatituda florer från Sibirien indikerar ett fortsatt varmt klimat under jura. Även bevis på marina sediment och avsaknaden av glaciala sediment på höga latituder indikerar att ett varmt klimat rådde. Evaporiter indikerar ariditet och även säsongariditet var utbrett under tidig- och mellanjura i låg till mellan latituder, särskilt i västra Pangea (Vakhrameev 1991). Stora latitudbundna variationer i klimat, särskilt i mängden nederbörd, karakteriserar största delen av jura. Vegetationen under jura bestod av en blandning av ett flertal gymnospermer och stora örtformiga kryptogamer. Barrträd fortsatte att utgöra de mest diversifierade storväxta floran, i form av träd. Ginkgo var fortsättningsvis ett viktigt inslag i många florer särskilt i mellan- till höglatituder på norra halvklotet. Bennettititer utgjorde un-



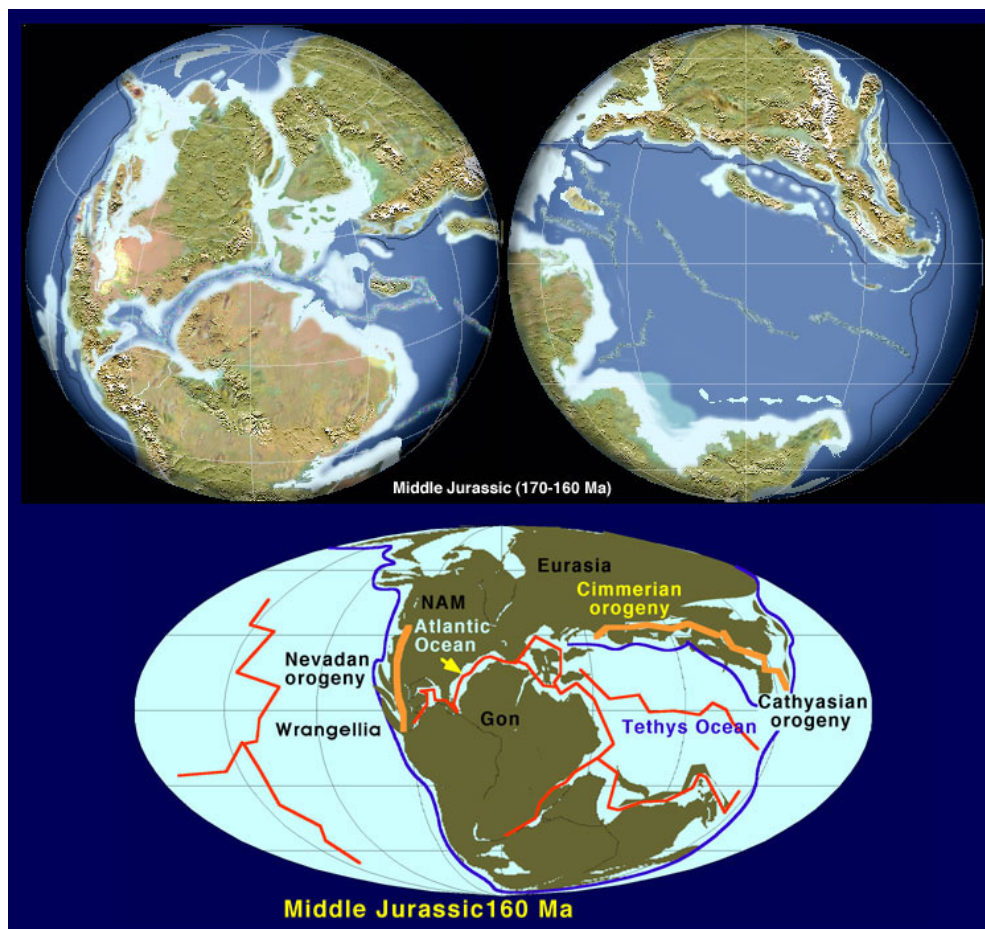


Fig. 5. Kontinenternas placering under mellanjura. (<http://jan.ucc.nau.edu/>)

der jura den viktigaste gruppen av små träd och buskar medan fröorbunkar och ormbunkar av släktet *Marattia* minskade i abundans och diversitet. Ormbunkar tillhörande familjen *Dicksoniaceae* samt fröorbunkar (*Caytonia*) var antagligen en relativt framgångsrik grupp av små träd. Lummer hade en mindre viktig roll bland örtformiga växter och *Neocalmites* ersattes av *Equisetum* under jura. Ormbunkar tillhörande familjerna *Osmundaceae* (familjen safsaväxter), *Matoniaceae* och *Dipteridaceae* var förmodligen de dominerande örterna i många floran (Behrensmeier et al. 1992). Maximal växtproduktivitet och maxdiversitet under jura var koncentrerat till mellanlatituder där skogar dominerades av en blandning av ormbunkar, kottepalmer, fräkenväxter, fröorbunkar och barrträd.

Vegetationen var vid låga latituder anpassad till torra förhållanden och markerna var endast delvis skogstäckta. Skogarna var representerade av småbladiga former av barrträd och kottepalmer. Polarvegetationen var dominerad av storbladiga barrträd och ginkgo-fyter som var skogsbildande. Tropisk (everwet) vegetation var, om ens förekommande, mycket begränsad. Fem biotyper har kunnat identifieras under jura. Gränserna för de här biotyperna höll sig nästan konstanta vid sina

bestämda paleolatituder medan kontinenterna färdades igenom dem (Huber et al. 2000).

**Kalltempererat biotyper:** på höga latituder (över 60°) på båda halvkloten, har ett kallt tempererat biotyper identifierats. Den fossila floran som definierar detta biotyper är karakteriserad av relativt låg artdiversitet med en hög andel av skogsformiga arter. Dominansen bestod av ginkgo och storbladiga barrträd tillsammans med ormbunkar och fräkenväxter.

**Varmtempererat biotyper:** vid latituder lägre än 60° (med centrum vid 40°) övergår kalltempererat biotyper till varmt tempererat. Den fossila floran i det varmt tempererade biotyper hade en särskilt hög diversitet, bestående av ormbunkar, fräkenväxter, storbladiga kottepalmer och barrträd och med mindre förekomst även ginkgo. Storbladiga kottepalmer och bennettiter var rikligt förekommande. Under tidig jura var de varmt tempererade biotyper belägna vid mellan latituder de mest produktiva miljöerna.

**Vinterfuktigt biotyper:** De vinterfuktiga biotyper uppvisade ett klimat liknande det som finns vid medelhavet idag och ockuperade ett smalt band i Nordamerika på norra halvklotet, västra Australien, Indien och den sydligaste delen av Sydamerika på det södra halvklo-

tet. Detta biom dominerades av småbladiga kottepalmer, bennettiter och barrträd med inslag av ormbunkar och fräkenväxter.

**Subtropiskt ökenbiom:** Det subtropiska ökenbiomet förekom i västra och södra Nordamerika, samt i södra Afrika och Sydamerika på den södra hemisfären. Förekomsten och utbredningen av detta biom stöds av avsaknaden av fossila florer tillsammans med förekomsten av evaporiter och eoliska sediment.

**Sommarfuktigt (tropiskt) biom:** Detta biom förekom i ett brett ekvatoriskt bälte från södra Mexico till Cuba, Colombia, norra Brasilien, norra Afrika och Israel. Vegetationen dominerades av småbladiga bennettiter, ett flertal ormbunkar och småbladiga barrträd. Kottepalmer var sällsynta och grupper som ginkgo och barrträdsfamiljer som *Pinaceae* saknades helt (Willis & McElwain 2002).

Kolbildningen tyder på ett fuktigt klimat där nederbörden överstiger evaporationen. Bevaring av organiskt material kräver antingen snabb övertäckning eller anoxiska förhållanden. Dessa förhållanden förekommer ofta vid zoner som permanent ligger under grundvattenytan. Höga grundvattennivåer är nödvändiga för torvbildning och brukar förekomma i klimat där nederbörden är jämnt fördelad över året utan perioder av torka (Price et al. 1995). Släkten som utgör bra klimatindikatorer är *Dictyozamites*, *Otozamites*, *Sphenozamites*, *Zamites* och *Zamiophyllum*, eftersom de endast förekommer inom det ekvatoriella bältet och de subtropiska områdena på båda hemisfärerna (Vakhrameev 1991).

Under jura bildades två typer av vegetationsassociationer i den regionen som innefattar Europa (Euro-Sinian). 1. Den första typen av vegetation växte på fuktiga, sumpiga litorala eller intra-montana låglandsområden och dominerades av fuktälskande växter så som ormbunkar, fräken och Caytoniales. Den här typen av växtfossil är generellt sett associerade med kolbärande avlagringar.

2. Den andra typen av vegetation förekom i ett torrare mikroklimat på slätterna, främst i anslutning till marina bassänger. Vegetationen där dominerades av *Chleirolepidiaceae*, *Araucariaceae*, bennettiter och kottepalmer. Denna typ av vegetation är ofta relaterad till littoral eller kontinental sediment som inte innehåller kol (Vakhrameev 1991).

Klimatet under tidig- och mellanjura var fluktuerande. Från och med började temperaturen sakta sjunka för att nå ett relativt minimum under pliensbach och är i Sibirien associerad med omfattande kolbildning och maximal utveckling av sphagnum mossor. Sediment avsatta under pliensbach innehåller det största antalet *Sterisporites*-sporer och även ormbunks- och lummerrester. Årsmedeltemperaturen under den här tiden låg runt knappt 20°C. Under början av toarce började en uppvärmning vilken är indikerad av det ökade antalet *Classopollis* pollen som produceras av termofila barrväxter tillhörande familjen *Chleirolepidiaceae*. Dessa pollen förekom tillsammans med sporer, ormbunkar och löv från bennettiter (*Ptilophyllum*).

En kortvarig period av kolbildning är ihopkopplad med en fas under denna uppvärmning. Kolbildningen berodde på en uttorkning av torvkärren. Årsmedeltemperaturen i den arktiska bassängen under den första halvan av toarce var runt 21° till 23°C (Vakhrameev 1991). Det ledde till att det måttligt-varma klimatet tillfälligt ersattes med det tempererade subtropiska klimatet. Från andra halvan av toarce började en nedkylning av klimatet. Årsmedeltemperaturen sjönk sedan under bajoce ner till 10-12°C. Under denna period skedde troligtvis den maximala nedkylningen och fuktigheten ökade. Än en gång skedde kolbildning. *Classopollis* pollen försvinner praktiskt taget från sporpollen komplexen under denna period (Jansson et al. 2008) men en drastisk ökning av antalet sphagnumsporer förekommer. Örtformiga ormbunkar blir vanligt förekommande tillsammans med Czekanowskiales, Ginkgoales och primitiva *Pinaceae* och utgör en kärna av den jurassiska floran i Sibirien. I början av sen jura startade en lång uppvärmningsperiod som spänner över hela senjura med maximum under oxford. Detta skedde samtidigt med förflyttning av den norra gränsen av det subtropiska bältet till runt 10-15°. Årsmedeltemperaturen steg till 17-22°C i norra delen av Europa och till 22-26°C i mellersta Asien. Samtidigt med uppvärmningen skedde en aridisering av klimatet. I floran i Euro-Sinian regionen blev bennettiter med tunna löv vanligt förekommande. Czekanowskiales försvann praktiskt taget medan diversiteten av ormbunkar, Ginkgoales och kottepalmer som *Nilssonia* drastiskt minskar. *Classopollis* pollen ökar dock under den här perioden då växten som producerar dessa pollen tålde torka väl (Vakhrameev 1991).

## 5.2 Allmän beskrivning av vanligt förekommande växtgrupper under jura

### KÄRLKRYPTOGAMER

#### Fräkenväxter

Fräkenväxter (Fig 6.) består av *Equisetum* arter som tillhör stammen Sphenophyta. *Equisetum* är idag det enda släktet tillhörande Sphenophyta och representeras av 15 arter. Fräken förekommer i fuktiga miljöer, som vid vattenflöden eller längs skogskanter (Raven et al. 2003) och är väl utbredda i tempererade och tropiska regioner runtom i världen (Willis & McElwain 2002). Fräkenväxter känns igen på sin ledade stam och grova textur samt på bladen som är väldigt små och växer ut från noderna (Raven et al. 2003). Under mesozoikum var fräkenväxter generellt sett större än idag och kunde även vara trädformiga och de var en viktig del av floran, särskilt i kärrområden (van Konijnenburg-van Cittert & Morgans 1999).

#### Ormbunkar

Ormbunkar (Fig. 7) har förekommit relativt rikligt i det fossila arkivet från karbon fram tills idag. Idag



Fig. 6. Exempel på en typisk färkenväxt. (<http://www.naturephoto-cz.com/>)



Fig. 7. En nutida ormbunke. (<http://upload.wikimedia.org/>)



Fig. 8. En barrväxt. (<http://www.bbc.co.uk/>)

finns ca 11 000 arter av ormbunkar och de är den största gruppen av växter förutom blomväxter och är mest diversa i både form och habitat (Raven et al. 2003). Än idag finns det trädformiga ormbunkar (Andrews 1965). Diversiteten av ormbunkar är som störst i tropikerna (Raven et al. 2003). Ormbunkar trivs generellt sett i skuggiga, fuktiga skogar och en hög abundans och diversitet av ormbunkar som kräver fukt för reproduktionen är en god indikator på fuktiga förhållanden (Hallam 1984). Ormbunkar kan dock leva i en mängd andra habitat, t.ex. på grenar och på blad tillhörande större växter, i klippskrevor och en del är till och med akvatiska eller semiakvatiska (Andrews 1965).

## **GYMNOSPERMER (nakenfröiga)**

### Barrväxter

Coniferophyta (barrträden) är den mest frekventa, väl-spridda och ekologiskt viktigaste nulevande stammen av gymnospermerna. Den innehåller ca 50 släkten representerade av ca 550 arter. Barrväxter (Fig. 8) har funnits sedan sen karbon, ca 300 miljoner år sedan. Bladen hos barrväxter har egenskaper som gör dem resistenta mot torka vilket kan vara relaterat till diversifieringen av stammen under den relativt torra och kalla perioden perm (290-245 miljoner år sedan). Ökande ariditet under den perioden kan ha gynnat strukturella anpassningar så som barrväxternas blad (Raven et al. 2003). Barrväxterna genomgick en stor radiation under trias (245-208 Ma) och då uppkom och radierade även åtta barrväxtfamiljer som har en stor utbredning idag. Dessa familjer är *Podocarpaceae*, *Taxaceae*, *Araucariaceae*, *Cupressaceae*, *Taxodiaceae*, *Cephalotaxaceae* och *Pinaceae*. Denna radiation skedde samtidigt som klimatet blev varmare och hade fuktiga/torra säsongförhållanden med ökande koldioxidhalt (Willis & McElwain 2002). Under jura fanns både bredbladiga och smalbladiga barrväxter spridda

över jorden. Idag finns bredbladiga barrväxter endast på sydkontinenterna (McLoughlin & Vajda 2005).

### Kottepalmer

Kottepalmer eller cycadéer i stammen cycadophyta tillhör gymnospermerna, dvs. de nakenfröiga växterna (precis som barrväxterna) tillskillnad från palmerna som är blomväxter (Stewart & Rothwell 1993). Cycadophyta är palmlika växter (Fig. 9.) som främst förekommer i tropiska och subtropiska regioner. Dessa växter uppstod för ca 250 miljoner år sedan under perm och var mycket vanliga under mesozoikum. Nulevande kottepalmer representeras av 11 släkten innehållande ca 140 arter. De flesta kottepalmer är mycket stora växter och kan bli 18 meter eller högre. Många har en distinkt stam som är täckt av blad vid basen. De funktionella bladen förekommer oftast i ett kluster vid toppen av stammen. Kottepalmer är dock oftast mycket toxiska och innehåller både neurotoxiner och cancerogena ämnen. De innehåller även cyanobakterier och bidrar med fixerat kväve till de områden där de förekommer (Raven et al. 2003).

### Ginkgoväxter

Idag finns endast en levande art kvar av ginkgophyta: *Ginkgo biloba*. *Ginkgo biloba* (Fig. 10) kallas ofta ett "levande fossil" för att den var vanlig över hela jorden under mesozoikum (Taylor 1981) och har anmärkningsvärda morfologiska likheter med utdöda ginkgoarter. Den globala utbredningen av fossila ginkgo visar att minst 16 släkten utgjorde en signifikant del av vegetationen i världen. Ginkgoväxter var begränsade till områden med ett mer tempererat klimat under mesozoikum. Ginkgolöv känns igen på sina distinkta former (Willis & McElwain 2002) och det existerade en stor variation av lövmorfologier mellan olika ginkgoarter. Under jura och krita var Ginkgophyta cirkumpolär och förekom i Alaska, Grönland, Skandinavien, Franz Jo-



Fig. 9. En nulevande kottepalm. (<http://www.greenfacts.org/>)



Fig. 10. Det typiska Ginkgobladet från *Ginkgo biloba*. (<http://www.schwabe.de/>)

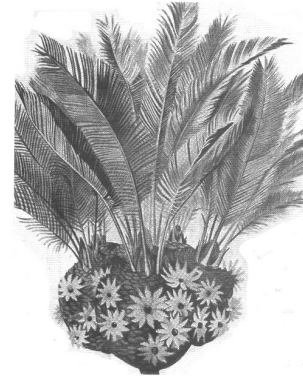


Fig. 11. Rekonstruktion av en jurassisk bennettit. (<http://lesbeauxjardins.com/>)

soph Land, Sibirien och Mongoliet (Stewart & Rothwell 1993). Under mellanjura nådde Ginkgoales sitt maxantal av arter och sin största spridning Ginkgoales och Czekanowskiales är dock tillsammans en indikator på mer kalla klimat (van Konijnenburg-van Cittert & Morgans 1999).

#### Bennettiter

Bennettiterna (Fig. 11) hade en global utbredning och en mycket hög diversitet från tidig trias till sen krita, då de dog ut. Bennettiterna har många likheter med både nulevande och utdöda kottepalmer och var tidigare inräknade i stammen cycadophyta men nu räknas de som en egen taxonomisk grupp (Willis & McElwain 2002). Bennettiter skiljs från kottepalmer genom sin kutikulakaraktär och sitt venmönster (van Konijnenburg-van Cittert & Morgans 1999). Två familjer ingår i bennettiterna; *Cycadeoidea* och *Williamsoniaceae* (Taylor 1981).

### 5.3 Stomatadensitet och index

Fluktuationer i koncentrationen av CO<sub>2</sub> i atmosfären kan påverka klimat och terrestriska ekosystem. En av metoderna att mäta koldioxidhalten tillbaka i tiden är att räkna antalet stomata (klyvöppningar) på växters blad. Genom stomata sker växtens respiration och stomatan är belägen på kutikulan dvs. det vaxartade, yttre lagret på växters blad (Jones & Rowe 1999). Stomata uppkom för 400 miljoner år sedan och har sen dess förändrats markant i storlek och densitet på växttytor. Det finns två morfologiska typer av stomata, den hantelformade stomatan som är typiskt för gräs och den njurformade som alla andra arter har (Hetherington & Woodward 2003). Antalet stomata står i relation till koldioxidhalten i atmosfären och ju högre koldioxidhalt desto färre stomata behöver växten och omvänt; ju lägre koldioxidhalt desto fler stomata behövs för respirationen. Det finns två sätt att räkna stomata, genom

stomatadensitet och stomataindex. Stomatadensitet (SD) är det totala antalet stomata per enhet ytområde.  $SD = \text{Total antal stomata} / \text{enhet ytområde}$   
Stomataindex (SI) är antalet stomata uttryckt som procent av det totala antalet celler per enhets område:  $SI = (\text{totalt antal stomata} / (\text{totalt antal stomata} + \text{totalt antal av epidermal celler})) * 100$

För att kompensera för effekterna av expansion av bladet, vilket är en källa till variation, är stomataindex att föredra framför stomatadensitet (Jones & Rowe 1999). Det föreligger en stor skillnad mellan stomatabildning och bladutveckling hos barrväxter och bredbladiga blomväxter. Hos blomväxter initieras stomata och epidermalceller på multipla punkter på den växande bladytan, vilket resulterar i en slumpartad spridning av stomata över hela bladytan. Hos barrväxter initieras epidermalceller och stomata vid basen av barret och utvecklas därefter longitudinellt under barrtillväxten. Barrväxter har även en mindre markant minskning i antal stomata än blomväxter som respons på långsiktig höjning av CO<sub>2</sub> exponering (Kouwenberg et al. 2003). I ett arbete av Haworth et al. 2005 har paleokoldioxidhalter räknats fram från stomata från det numera utdöda barrträdet *Pseudofrenelopsis*. En paleodioxidkurva från det arbetet kan ses i Figur 12.

### 6. Resultat

Av alla de fossil som tillhörde Lundasamlingen kunde enbart sju släkten identifierats varav två exemplar till artnivå. Tre växttyper har inte kunnat klassificeras mer än till stam. Växtassociationen domineras av ormbunkar, främst släktet *Dicksonia*. Endast ett släkte representerar barrväxter. De andra stammarna som förekommer är bennettiter, fräken och ginkgo. På de växtfossil som haft hela blad bevarade har bladens längd och bredd mätts och längd/bredd förhållande räknats ut. Hela längden på skottet anges endast där hela skottet bevarats. Alla växtfossil från Lundasam-

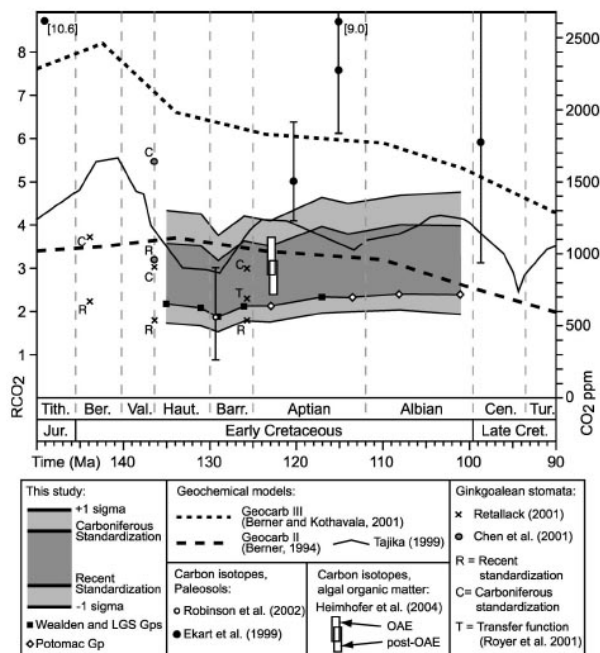


Fig. 12. Paleokoldioxidkurva för senjura till senkrita. (Haworth et al. 2005)

lingen tillhörande Bagå Formationen kunde inte bestämmas då några var för dåligt bevarade eller för sönderdelade för att kunna identifieras.

## 6.1 Växtfossil från Bagå Formationen

De växtfossil som kunde identifieras från Bagå Formationen beskrivs nedan. Jämförelser sker med Möllers arbeten om florán på Bornholm (1902-1903) och Naturhistoriska Riksmuseets samlingar av växtfossil från Bagå Formationen.

Rike PLANTAE  
 Stam PTERIDOPHYTA  
 Klass PTERIDOPSIDA  
 Ordning CYATHEALES  
 Familj DICKSONIACEAE

### *Dicksonia*

*Dicksonia* är en ormbunke tillhörande stammen pteridophyta (kärlkryptogamer) och familjen Dicksoniaceae. Flera typer *Dicksonia* identifierades bland växtfossilerna från Bagå Formationen. Exemplar av *Dicksonia lobifolia* kunde identifieras men artbestämning på de andra *Dicksonia* växterna kunde inte göras. *Dicksonia* är den vanligaste förekommande växtfossilet i Bagå Formationen och *Dicksonia lobifolia* är den mest variabla av alla arter (Möller 1902).

### *Dicksonia* sp.

**Beskrivning:** *Dicksonia* exemplaren från Bagå Formationen har mycket små blad (Tavla 1 Fig. B). Inga hela exemplar har återfunnits. Ett stort antal av denna, ej artbestämda, *Dicksonia*-typ återfanns i samlingen och är en av de vanligaste både inom ormbunkarna och övriga stammar. Denna typ av ormbunke förekommer i den röda leran. Bladen är mycket små och har en avlång form och sitter på grenar som utgår från rachis i ca 45 graders vinkel.

Bladlängd: 3 mm (3.5 mm) 5 mm, beräknat på 10 exemplar.

Bladbredd: 2 mm (2 mm) 2 mm, beräknat på 10 exemplar.

L/B förhållande 1.85

**Jämförelser/kommentarer/anmärkningar:** Just denna typ av *Dicksonia* har inte återfunnits i Möllers arbete eller samling. En liknande *Dicksonia*-art, bestämd till *Cladophlebis (Eboracia) lobifolia* (Tavla 3 Fig. C) fanns dock. Om denna är densamma kan dock inte avgöras i brist på material.

### *Dicksonia lobifolia* (Raciborski 1894)

**Holotyp:** Raciborski, Flor. Krak. p. 177, pl. xi. Figs. 1-7; pl. xi. Figs. 1-6.

**Diagnos:** Se Raciborski 1894.

**Beskrivning:** Exemplaren av *Dicksonia lobifolia* varierar något i storlek. Bladen är välbevarade och sitter fast vid rachis. Bladnerverna kan urskiljas på de flesta exemplaren.

Bladlängd: 10 mm (11 mm) 13 mm, beräknat på 10 exemplar.

Bladbredd: 4 mm (4.5 mm) 5 mm, beräknat på 10 exemplar.

L/B förhållande 2.41

**Jämförelser/kommentarer/anmärkningar:** De exemplar som förekommer i Lundasamlingen (Tavla 1 Fig. C och Tavla 2 Fig. A) är mycket lika de som förekommer i samlingen på Naturhistoriska Riksmuseet (Tavla 3 Fig. B och D). Enligt Möller (1902) utgör *Dicksonia lobifolia* ett stort individantal bland ormbunkarna. Ett flertal exemplar hittades i samlingen i denna studie och *Dicksonia lobifolia* är även här en av de vanligast förekommande ormbunkarna.

Rike PLANTAE  
 Stam PTERIDOPHYTA  
 Klass POLYPODIPSIDA  
 Ordning GLEICHENIALES  
 Familj DICTYOPTERIDEAE

### *Hausmannia forchhammeri* Bartholin 1892

**Holotyp:** Tab. VII, Fig 4 i Bartholin (1892), exemplaret är onummerat (väljs här).

**Diagnos:** Se Bartholin 1892.

**Beskrivning:** *Hausmannia forchhammeri* tillhör familjen Dictyopterideae inom stammen Pteridophyta. Delar av blad från *Hausmannia* (Tavla 2 Fig. C) återfanns i samlingen. Bladformen kunde urskiljas samt texturen och bladnerverna. Bladnerverna sitter mycket tätt och ger bladet ett prickigt utseende. Formen på bladen är

konformad/njurformad. Inga hela blad fanns dock bevarade.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: I samlingen på Naturhistoriska Riksmuseet förkom *Hausmannia forchhammeri* rikligt (Tavla 3 Fig. A och E). Exemplaren var mycket välbevarade och hela blad var bevarade. Jämförelser mellan denna samling och den på Naturhistoriska Riksmuseet konstaterar att det rör sig om samma art.

Rike PLANTAE  
Stam PTERIDOPHYTA  
Klass POLYPODIOPSIDA  
Ordning GLEICHENIALES  
Familj MATONIACEAE

#### ***Laccopteris* sp.**

Beskrivning: Rachis med rakt åt sidorna utstickande blad. Bladnerven är tydlig, dock är endast ett blad bevarat i sin helhet. Detta blad har en längd på 35 mm och en bredd på 15 mm (Tavla 1 Fig. A). Hela skottet är inte bevarat.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: I samlingen på Naturhistoriska Riksmuseet fanns flera exemplar av *Laccopteris elegans* (Tavla 3 Fig. H). Denna art är mycket lik det exemplar som finns i Lundasamlingen men *Laccopteris elegans* är betydligt mindre än den typ som förekom i denna studie. Flera *Laccopteris*arter omnämns dock i Möllers (1902) arbete. Dessa andra arter kunde dock inte återfinnas i Riksmuseets samling som delvis består av Möllers material därav var en jämförelse ej möjlig.

Rike PLANTAE  
Stam PTERIDOPHYTA  
Klass INCERTAE SEDIS  
Ordning INCERTAE SEDIS  
Familj INCERTAE SEDIS

#### ***Sphenopteris* sp.**

Beskrivning: *Sphenopteris* är en typ av ormbunke som tillhör stammen pteridophyta (kärlkryptogamer) och är känd sedan mellersta devon (Meyen 1987). *Sphenopteris* är en ganska liten växt och har mycket små blad. Det exemplar som återfinns i Bagå Formationen är runt 40-50 mm stort (Tavla 2 Fig. E). Bladen är för otydliga och för små för att kunna mätas. En närmare artbestämning kunde inte göras.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: *Sphenopteris* beskrivs av Meyen (1987) som ett "satellit" släkte och han menar att den förmodligen tillhör en annan familj, ordning eller till och med stam än vad den idag är indelad i. Flera välbevarade exemplar av *Sphenopteris* artbestämd till *Sphenopteris hymenophylloides* (Tavla 3 Fig. J) återfanns i Naturhistoriska Riksmuseets samling. De exemplar som förekommer i denna samling är för dåligt bevarade för att vidare kunna jämföras och eventuellt artbestämmas utefter Riksmuseets exemplar.

Rike PLANTAE

Stam PTERIDOPHYTA  
Klass POLYPODIOPSIDA  
Ordning OSMUNDALES  
Familj OSMUNDACEAE

#### ***Cladophlebis* sp.**

Beskrivning: *Cladophlebis* är en ormbunke tillhörande familjen *Osmundaceae* eller safsaväxter. Safsaväxterna skiljer sig från övriga ormbunksliknande kärlkryptogamer genom att övre delen av bladskivan är omvandlad till sporangiesamling och genom själva sporangiernas öppningsmekanism. Hos safsaväxterna öppnas sporangierna med en liten grupp celler i toppen av sporangiet, medan de hos de egentliga ormbunksväxterna öppnas med en ring av tjockväggiga celler kring sporangiet (Stewart & Rothwell 1993). I denna studie återfanns endast ett exemplar (Tavla 2 Fig. D) av ett skott, dock var inte hela skottet bevarat. Däremot är bladen välbevarade och bladnerverna kan urskiljas. Bladen är sågtandade och har en oval form.

Bladlängd: 11 mm (14 mm) 17 mm beräknat på 10 exemplar.

Bladbredd: 3 mm (4.5 mm) 5 mm, beräknat på 10 exemplar.

L/B förhållande 3.17

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: Enligt Möller (1902) är *Cladophlebis* en av de vanligaste förekommande ormbunkarna i Bagå Formationen. Flera olika *Cladophlebis*arter förekommer i Möllers arbete. Ingen liknande *Cladophlebis*art återfanns dock i Naturhistoriska Riksmuseets samlingar.

Rike PLANTAE  
Stam PTERIDOPHYTA  
Klass POLYPODIOPSIDA  
Ordning GLEICHENIALES  
Familj MATONIACEAE

#### ***Spiropteris* sp.**

Beskrivning: Ett ihoprullat skott från en ormbunke identifierades också fossiliserad (Tavla 2 Fig. B). Detta skott kan dock inte artbestämmas utan benämns med det forntaxonomiska namnet *Spiropteris*. Endast ett exemplar av *Spiropteris* ingick i samlingen och den är ca 10 mm i diameter.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: I Möllers samling fanns ett flertal *Spiropteris* av varierande storlek. Dessa fossil kunde även studeras i samlingarna på Naturhistoriska Riksmuseet.

Rike PLANTAE  
Stam SPHENOPHYTA  
Klass SPENHOPSIDA  
Ordning CALAMITES  
Familj INCERTAE SEDIS

#### ***Neocalmites* sp.**

Beskrivning: Fräkenväxter, tillhörande stammen Sphenophyta, representeras av två exemplar i samlingarna tillhörande denna studie från Bagå Formationen

(Tavla 1 Fig. E). Dessa fossil kan antingen tillhöra *Schizoneura* eller *Equisetum* men eftersom bladen ej bevarats kunde inte växterna skiljas åt och bestämdes därför till formtaxa *Neocalmites*. Endast en bit av den ledade stammen har bevarats, och texturen på stammen syns tydligt och även noderna är bevarade. De tre stambitar som återfanns i denna studie, är ca 80 mm långa och bredden vid noderna är ca 10 mm. *Neocalmites* återfinns i den vita leran.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: I Möllers samling finns ett antal fräkenstammar som klassificerats som *Equisetum* sp. (Tavla 3 Fig. G). Dessa exemplar var mycket välbevarade men även de saknade blad.

Rike PLANTAE  
Stam CONIFEROPHYTA  
Klass CONIFEROPSIDA  
Ordning CONIFERALES/PINALES  
Familj CHEIROLEPIDACEAE

#### ***Pagiophyllum* sp.**

Beskrivning: Bland växtfossilerna kunde flera *Pagiophyllum* identifieras till släktesnivå (Tavla 2 Fig. F). *Pagiophyllum* är en barrväxt och tillhör stammen Coniferophyta. *Pagiophyllum* har breda, bladlika barr av typen som endast existerar hos barrträd på södra halvklotet recent. Exemplaren kan artbestämmas till antingen *Pagiophyllum johnstrupi* eller *Pagiophyllum steenstrupi* men eftersom dessa arter är väldigt lika, samt att fossilerna inte är tillräckligt välbevarade, kan en särskiljning mellan dessa inte göras. Fossilerna består av rachis med mer eller mindre bevarade barr/blad utstickande åt sidorna.

Bladlängd: 5 mm (8 mm) 10 mm, beräknat på 10 exemplar.

Bladbredd: 1 mm (2 mm) 3 mm, beräknat på 10 exemplar.

L/B förhållande 3.85

Längd hela skott 4 cm.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: I Möllers samling förkommer ett flertal *Pagiophyllum* arter särskilt *Pagiophyllum johnstrupi* och *Pagiophyllum steenstrupi*. Dessa arter beskrivs av Möller (1902) som mycket rikt förekommande i Bagå Formationen. På Naturhistoriska Riksmuseet finns ett flertal exemplar av olika *Pagiophyllum*arter varav *Pagiophyllum steenstrupi* kan ses på Tavla 3, Figur I.

Rike PLANTAE  
Stam CYCADEOIDOPHYTA  
Klass BENNETTITOPSIDA  
Ordning BENNETTITALES  
Familj WILLIAMSONIACEAE

#### ***Otozamites* sp.**

Beskrivning: Ett exemplar av *Otozamites* som tillhör bennettiterna kunde identifieras (Tavla 2 Fig. G). Pinnae hos *Otozamites* har en asymmetrisk bas och sitter fast med den övre ytan av rachis (Taylor 1981). På

exemplaret i denna studie har endast bladen på ena sidan rachis bevarats. Den asymmetriska basen hos pinnae kunde identifieras, dock var inte själva rachis bevarad och en närmare artbestämning kunde därför inte göras. Exemplaret förekom i den röda leran

Bladlängd: 5 mm (7.5 mm) 9 mm, beräknat på 9 exemplar.

Bladbredd: 3 mm (3 mm) 5 mm, beräknat på 9 exemplar.

L/B förhållande 1.95

Längd hela skott 50 mm.

Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: I Möllers samling fanns ett flertal exemplar av olika *Otozamites*arter välbevarade. Rachis fanns inte bevarat men den karaktäristiska, asymmetriska basen hos pinnae kunde urskiljas. På Tavla 3, Figur F finns ett exemplar av *Otozamites* från Naturhistoriska Riksmuseet. Detta är dock inte samma art som förekom i Lundasamlingen.

Rike PLANTAE  
Stam GINKGOPHYTA  
Klass GINKGOOPSIDA  
Ordning GINKGOALES  
Familj GINKGOACEAE

#### ***Ginkgoites* sp.**

Beskrivning: Flera exemplar av ginkgobladd (Tavla 1 Fig. D) kunde identifieras bland växtfossilerna. Dock kunde en närmare artbeskrivning ej göras. Exemplar återfanns i den rödaktiga leran och bestod av ett kluster av ginkgobladd i konform. Enstaka blad återfanns också i den vita leran. Bladen var dock inte fullständiga. Venerna på bladen kunde urskiljas mycket tydligt. Jämförelser/kommentarer/anmärkningar: Ett flertal ginkgoarter förekommer i Möllers arbete men är inte illustrerade, vilket omöjliggör en närmare jämförelse.

## 6.2 Stomataindex och tolkning av koldioxidhalt

Stomataindex (SI) och stomatadensitet (SD) räknades på två blad från *Bilsdalea angustifolia*, tillhörande familjen *Cheirolepidiaceae*. Räkningarna utfördes på mitten av bladet från kant till bladven på en yta av 1 mm<sup>2</sup>. Även räkningar av SI på en slumpvald yta av bladet utfördes. Värdena på SI som räknades fram låg runt 20-30%. SD-värdena låg på över 40 stomata/mm<sup>2</sup>. På Tavla 4 Figur A-F kan några av stomatafotografierna som användes vid stomataräkningen ses. Dessa värden har sedan jämförts med Haworth et al. 2005.

## 7. Diskussion

### 7.1 Jämförelser med andra florer

I Bartholin (1892, 94) beskrivs växtfossilerna från Bagå Formationen och parallellt dras till andra samtida florer. Åtta släkten är gemensamma mellan Bartholins studie och denna studie omfattande Lundamateria-

let. Enligt Bartholin (1892, 1894) tillhör 25 växtfossil från Bornholm den rätiska zonen eller liasformationens nedre avdelning, medan 15 växter är gemensamma med oolithformationens nedre avdelning (oolith). Möller (1902) presenterar i sitt arbete om floran vid Bagå Formationen totalt 68 arter. Möller och Halle beskrev 1913 den fossila floran i kolbärande lager i sydöstra Skåne och det framgår att floran i Kurremölla innehåller fyra släkten gemensamma med denna studie. Möller (1902) jämför sitt resultat med Skånes fossila flora och konstaterar att 19 arter är gemensamma. Enligt Möller (1902), är Bjuv den lokal i Skåne som innehar den floran som mest liknar växtassociationen i Bagå floran. I Möller (1902) jämförs även Bagå floran med andra florer och i jämförelse med utomskandinaviska associationer menar Möller att Bagå floran bäst överensstämmer med Frankens rätiska flora med 19 gemensamma arter. Vidare hävdar Möller (1902) att Polens rät-liasbildningar är en fortsättning på de Bornholmska. Dock kan dessa korrelationer från Möllers tidiga arbeten ifrågasättas. Under den här tiden var kunskapen inom detta område inte lika stor som idag. De fossila flora-associationerna har senare visat sig stämma bättre överens med den fossila floran i Eriksdal, vilket verkar stämma bättre då sedimenten i Eriksdal är daterade till mellan-nedre senjura. (Tralau 1966). Tre släkten är gemensamma med Eriksdals makroflora.

Samlingarna på Naturhistoriska Riksmuseet utgörs av kärllkryptogamer, kottepalmer och barrträd där nästan hälften av artantalet utgörs av kärllkryptogamer. Ormbunkarna utgörs till stor del av *Dicksonia* och *Cladophlebis*. Kottepalmerna består av 24 arter fördelade på sex släkten. Särskilt utmärkande är *Otozamites* för sin artrikedom och utgörs av 11 arter (*Otozamites* räknas dock inte längre till kottepalmerna utan numera till bennettiterna). Bland barrträden är *Pagiophyllum* det artrikaste släktet och består av sex arter och består även av störst individantal. *Pagiophyllum steenstrupi* och *Pagiophyllum johnstrupi* är de vanligaste förekommande arterna i de Bornholmska florna (Möller 1902).

Alla de släkten som identifierades i Lundasamlingen återfinns även i Möllers samling från Bagå Formationen. Möller har dock en mycket större diversitet och fler arter i sin samling och uppenbarligen en större samling generellt. Samlingen som fanns på Naturhistoriska Riksmuseet och delvis innehöll Möllers material innehöll mycket välbevarade fossil varav några, som även förekom i Lundamaterialet kan ses på Tavla 3.

Inga representanter av kottepalmer identifierades i Lundasamlingen. I Möllers arbete (1902) beskrivs dock kottepalmer och de övriga identifierade stammar från Bagå Formationen. Avsaknaden av kottepalmer i den här studien beror förmodligen på att de är relativt ovanliga och förekommer således inte i det begränsade Lundamaterialet. Storleken på samlingen är inte helt representativ för den diversa flora som förekom på Bornholm under jura men stödjer Möllers arbete och utgör tillsammans en god grund för klimattolkning.

## 7.2 Paleomiljötolkning

Lundamaterialet består till största del av ormbunkar främst tillhörande släktet *Dicksonia*. Andra förekommande växtfossil är Ginkgoites, barrväxter, bennettiter och fräken. Ormbunkar indikerar ett fuktigt klimat då de är beroende av vatten för sin reproduktion (Hallam 1984).

Denna växtassociation indikerar ett varmt, tempererat klimat. I varmt tempererat klimat återfinns en hög diversitet. De varmt tempererade biomen går från kalltempererade biom vid paleolatituder under 60° och är centrerade vid 40° (Willis & McElwain 2002). Under den här tiden befann sig Bornholm 35 grader N (Scotese 2003) vilket visar att Bornholm, under jura, befann sig på en paleolatitud tillhörande det varmt tempererade biomet. I tidigare arbeten har miljön i området beskrivit som ett meandrande flodsystem med mellanliggande träskmarker där växterna förekommit (Petersen 1993). Kolbildningen i området indikerar också ett fuktigt klimat (Vakhrameev 1991). Ormbunkarna och fräkenväxterna som trivs i fuktiga miljöer växte förmodligen i träskmarkernas undervegetation tillsammans med barrträd som *Pagiophyllum*, vilka antagligen växte på mer väl-dränerade bankar. Enligt Behrensmeier et al. (1992) var ormbunkar tillhörande familjerna *Osmundaceae*-, *Matoniaceae* och *Dipteridaceae* förmodligen de dominerande örterna i många florer under den här perioden. Det inkluderar *Cladophlebis* och *Laccopteris*. Miljön vid Bagå Formationens bildning stämmer väl överens med tolkningen i Vakhrameevs (1991) vegetations-samhälle, typ 1. dvs. den typen som växte på sumpiga litorala eller intramontana låglandsområden och dominerades av fuktälskande växter så som ormbunkar och fräken. Dessa växtfossil är även associerade med kolbärande avlagringar.

Vid jämförelse mellan resultaten från denna studie med Möllers arbete (1902, 1903) stämmer art- och släktesindelningen bra överens. Jämförelser med arbeten från skånska florer visar att Lundamaterialet har mycket gemensamt med det likåldriga skånska materialet och innehåller en del gemensamma släkten.

## 7.3 Stomatadensitet och index

Tanken med stomatadensitetsanalysen var att jämföra resultaten med ett tidigare arbete om paleokoldioxidhalt av McElwain (1999) där stomatadensitet och index räknats på samtida ginkgoblada från Skåne. Problematik uppstod då ginkgoproverna inte uppvisade några stomata pga. dålig bevaring. Ginkgo valdes för att det är en bra växt att räkna stomatadensitet och index på. Istället användes prover från Naturhistoriska Riksmuseet av barrträdet *Bilsdalea angustifolia*. Barrträd är dock sämre när det gäller att tolka paleokoldioxidhalt. Resultaten gav alldeles för höga SI-värden än vad som var förväntat. I ett arbete av Haworth et al. (2005) där paleokoldioxidhalter räknats ut från ett barrträd av släktet *Cheirolepidiaceae*, alltså samma



släkte som *Bilsdalea angustifolia* i denna studie tillhör, så ligger stomataindex runt 2-5%. Detta motsvarar koldioxidhalter i spannet på 500-1500 ppm. Studien är gjord på material av åldern senjura till senkrita. Under krita var koldioxidhalten lägre än under jura. Värdena på stomataindex i denna studie ligger runt 20-30% vilket alltså indikerar lägre koldioxidhalter än vad värdena i Haworths arbete från krita visade. Höga SI-värden tyder på hög andel stomata alltså låg kolxioxidhalt. Jämförelser i Haworths arbete med andra studier visar inte högre värden än 8%. Anledningen till att SI-värdena blivit så höga i den här studien kan bero på att barrväxterns stomata utbredning skiljer sig från andra växter som man vanligen använder i sådana undersökningar och att de inte är lämpliga att tolka koldioxidhalt med. Det visade sig att stomatadensiteten varierar beroende om man mäter på toppen eller vid basen av barret samt ifall man inkluderar området fram till bladvenen eller inte. Specifika metodbeskrivningar gick inte att tillgå i Haworth et al. (2005) och därför är det svårt med en jämförelse. En ny metod för att räkna ut paleokoldioxidhalter hos barrträd som tar hänsyn till stomataväxten och utbredningen hos blad eller barr skulle vara att föredra eftersom detta skiljer sig från de hos blomväxter som vanligtvis används för dessa beräkningar.

## 8. Slutsatser

- Den mellan-jurassiska fossila floran från Bagå Formationen, Bornholm, finns tillgänglig vid Geologiska institutionen, Lunds universitet och har i detta arbete undersökts. Den fossila floran domineras främst av ormbunkar men även barrväxter, bennettiter, fräkenväxter och ginkgo förekommer.
- Sju släkten kunde identifieras, varav två exemplar kunde bestämmas till artnivå.
- Floran tolkas som förekommande i ett varmt tempererat biom i ett varmt och fuktigt klimat.
- Lundasamlingens art- och släktesindelning stämmer bra överens med Möllers samling (1902,1903) från Bagå Formationen
- Floran uppvisar likheter med en samtida flora från Skåne, Eriksdal.
- Värden från stomatastudien visade SI-värden runt 20-30%, vilket är för höga värden för den här perioden.
- Metoder för att räkna ut paleokoldioxidhalter hos barrväxter skulle behöva förbättras eftersom stomatautbredningen och fördelningen skiljer sig i jämförelse med andra växter som normalt används för dessa beräkningar.

## 9. Tack

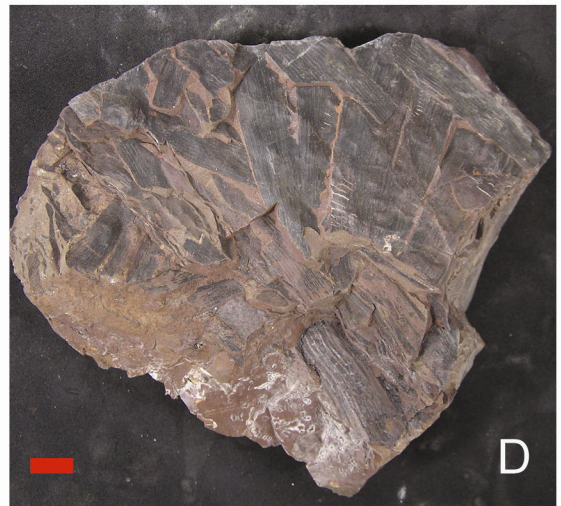
Jag vill främst tacka min huvudhandledare Vivi Vajda för all hjälp och för ett roligt examensarbete. Jag vill även tacka min andre handledare Kent Larsson

för all hjälp. Tack till Steve McLoughlin för all hjälp jag fått. Jag vill även tacka Else Marie Friis för att jag fick komma till Naturhistoriska Riksmuseet. Till sist vill jag tacka Johan Lindgren som hjälpt mig med fotografier av växtfossilerna.

## 10. Referenser

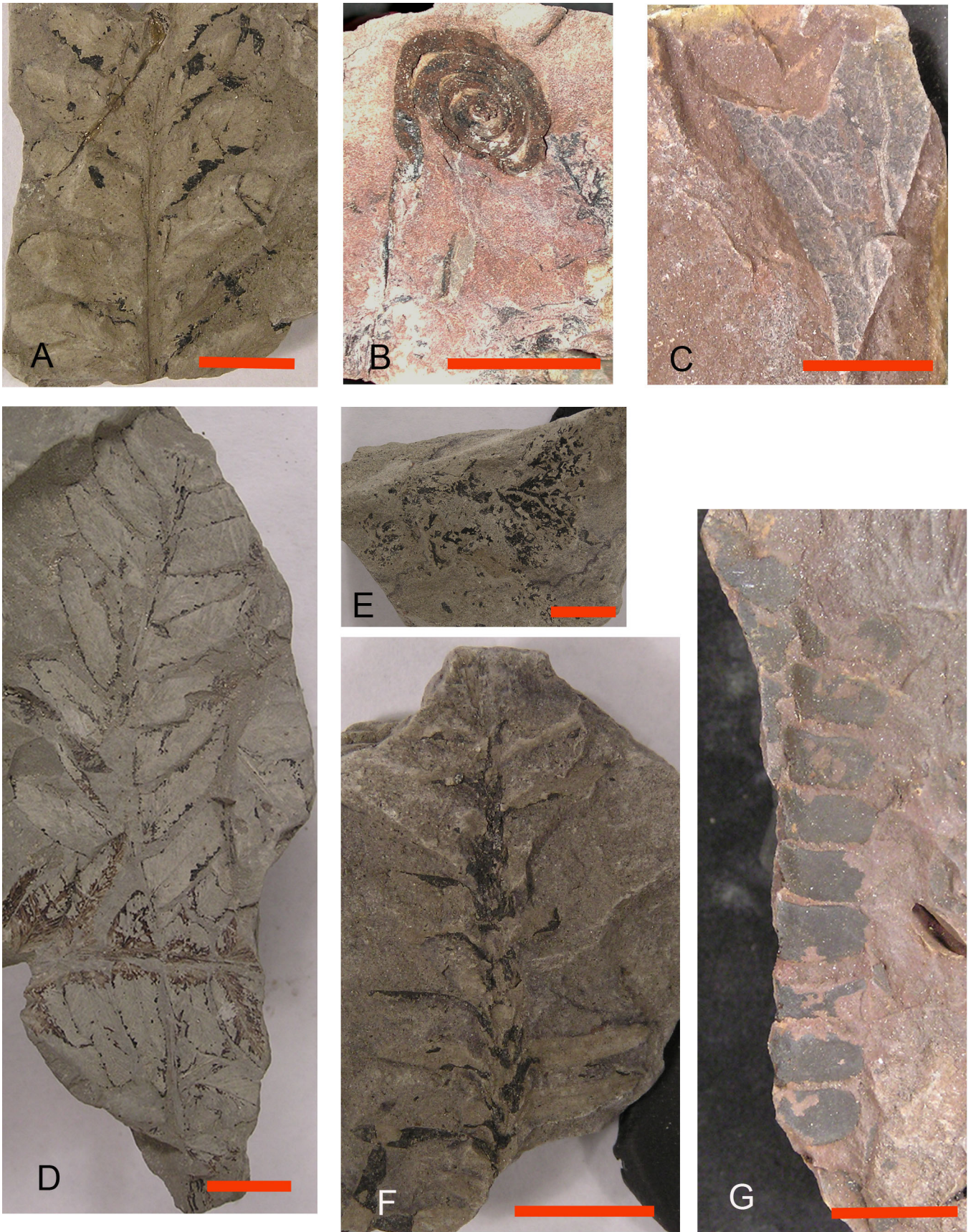
- Andrews, H.N. 1965: *Ancient Plants and the world they lived in*. Cornell University Press. 279 pp.
- Bartholin, C.T. 1892-94: *Nogle i den Bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger*. Særtryk af botanisk tidskrift. 18.B. 1.H. & 19.B. 1.H.
- Behrensmeyer, A.K. & Damuth, J.D. & DiMichele, W.A. & Potts, R. & Sues, H.D. & Wing, S.L. 1992: *Terrestrial ecosystem through time, evolutionary palaeology of terrestrial plants and animals*. The University of Chicago Press. 568 pp.
- Florin, R. 1958: *On Jurassic taxads and conifers from north-western Europe and eastern Greenland*. Acta Horti Bergiani, 17:402 pp.
- Forschhammer, G. 1837: *Om de Bornholmske Kulformationer*. Vidensk. Selsk. Naturvidensk. Math. Afh., 7. 64 pp.
- Gravesen, P., Rolle, F. & Surlyk, F. 1984: Lithostratigraphy and sedimentary evolution of the Triassic, Jurassic and Lower Cretaceous of Bornholm, Denmark. *Danm. Geol. Unders.* Ser B, 7. pp. 51.
- Gry, H., Flemming R. 1977: Geologi på Bornholm VARV ekskursionsföreläsning nr. 1. 55-84.
- Hallam, A., 1984: Continental humid and arid zones during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 47, 195-223.
- Haworth, M. & Hesselbo, S.P. & McElwain, J.C. & Robinson, S.A. & Brunt, J.W. 2005: Mid-Cretaceous pCO<sub>2</sub> based on stomata of the extinct conifer *Pseudofrenelopsis* (Chleirolepidiaceae): *Geology* v. 33 no. 9. 749-752.
- Hjort, A. 1899: Om Vellensbyleret of dets Flora. *Danm.Geol. Unders.*, 2 rk. 10: 61-86.
- Hetherington, A.M. & Woodward, F.I. 2003: The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature* 424, 901-908.
- Hoelstad, T, 1985: Palynology of the uppermost Lower to Middle Jurassic strata on Bornholm, Denmark. *Bulletin, Geological Society Denmark* 34, 111-132.
- Huber, B.T. & MacLeod, K.G. & Wing, S.L. 2000: *Warm climates in earth history*. Cambridge University Press. 462 pp.
- Jansson I-M., McLoughlin S., Vajda V., Pole M (2008): An Early Jurassic flora from the Clarence-Moreton Basin, Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*. In press
- Jones, T.P. & Rowe, N.P. 1999: *Fossil plants and spores: modern techniques*. The geological Society London. 396 pp.
- Koppelhus B., E. & Nielsen L.H., 1994: Palynostrati-

- graphy and palaeoenvironments of the Lower to Middle Jurassic Bagå Formation of Bornholm, Denmark. *Palynology* 18, 139-194.
- Kouwenberg, L.L.R. & McElwain, J.C. & Kürshner, W.M. & Wagner, F. & Beerling, D.J. & Mayle, F.E. & Visscher, H., 2003: Stomatal frequency adjustment of four conifer species to historical changes in atmospheric CO<sub>2</sub>. *American Journal of Botany* 90, 610-619.
- McLoughlin, S. & Vajda, V. (2005): Ancient wollemi pines resurgent. *American Scientist*, 93: 540-547.
- Meyen, S.V. 1987: *Fundamentals of Palaeobotany*. Chapman and Hall. 432 pp.
- Möller, H., 1902: *Bidrag till Bornholms fossila flora. Pteridofyter*. Ph.D. thesis, Lunds University, Lund, Sweden. 63 pp.
- Möller, H., 1903: *Bidrag till Bornholms fossila flora. Gymnospermer*. Kongl. Svenska vetenskapsakademiens handlingar, 6. Stockholm Kungl. Boktryckeriet. P.a. Norstedt & Söner.
- Möller, H. & Halle, T.G. 1913: The fossil flora of the coal-bearing deposits of south-eastern Scania. *Arkiv för botanik*. K. Svenska vetenskapsakademien i Stockholm, band 13, nr 7.
- Petersen, H.I., 1993: Petrographic facies analysis of Lower and Middle Jurassic coal seams on the island of Bornholm, Denmark. *International Journal of Coal Geology* 22, 189-216.
- Price, G.D. & Sellwood, B.W. & Valdes, P.J., 1995: Sedimentological evaluation of general circulation model simulations for the "greenhouse" Earth: Cretaceous and Jurassic case studies. *Sedimentary Geology* 100, 159-180.
- Raven, P.H. & Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2003: *Biology of Plants*. W.H. Freeman and Company Worth Publishers. 944 pp.
- Raciborski, M. 1894: Flora kopalna ogniotrwalych gliniek Krakowskich. Czesc. I. Rodniowce. (Archaeogoniatae). *Pam. mat.–przyr. Akad. Um. Krakow*. Vol. 18.
- Scotese, C. R. 2003. PALEOMAP project. <http://www.scotese.com>.
- Smith, A.R. & Pryer, K.M. & Schuettpelz, E. & Korrall, P. & Schneider, H. & Wolf, P.G. 2006: A classification for extant fern. *Taxon* 55, 705-731.
- Stewart, W.N. & Rothwell, G.W. 1993: *Paleobotany and the Evolution of Plants*. Cambridge University Press. 521 pp.
- Taylor, T.N. 1981: *Paleobotany, An introduction to Fossil Plant Biology*. McGraw-Hill Book Company. 589 pp.
- Tralau, H. 1966: Botanical investigations in the fossil flora of Eriksdal in Fyledalen, Scania. *Svergies Geologiska Undersökning årsbok* 60, 6. 1-36.
- Vakhrameev, V.A. 1991: *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth*. Cambridge University Press. 318 pp.
- Van Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. & Morgans, H.S. 1999: *The Jurassic Flora of Yorkshire*. The palaeontological association, London. 134 pp.
- Willis, K.J. & McElwain, J.C. 2002: *The Evolution of Plants*. Oxford University Press. 378 pp.



Tavla 1. Figur A, *Laccopteris* sp. B, *Dicksonia* sp. C, *Dicksonia lobifolia*. D, *Ginkgoites* sp. E, *Neocalmites* sp.

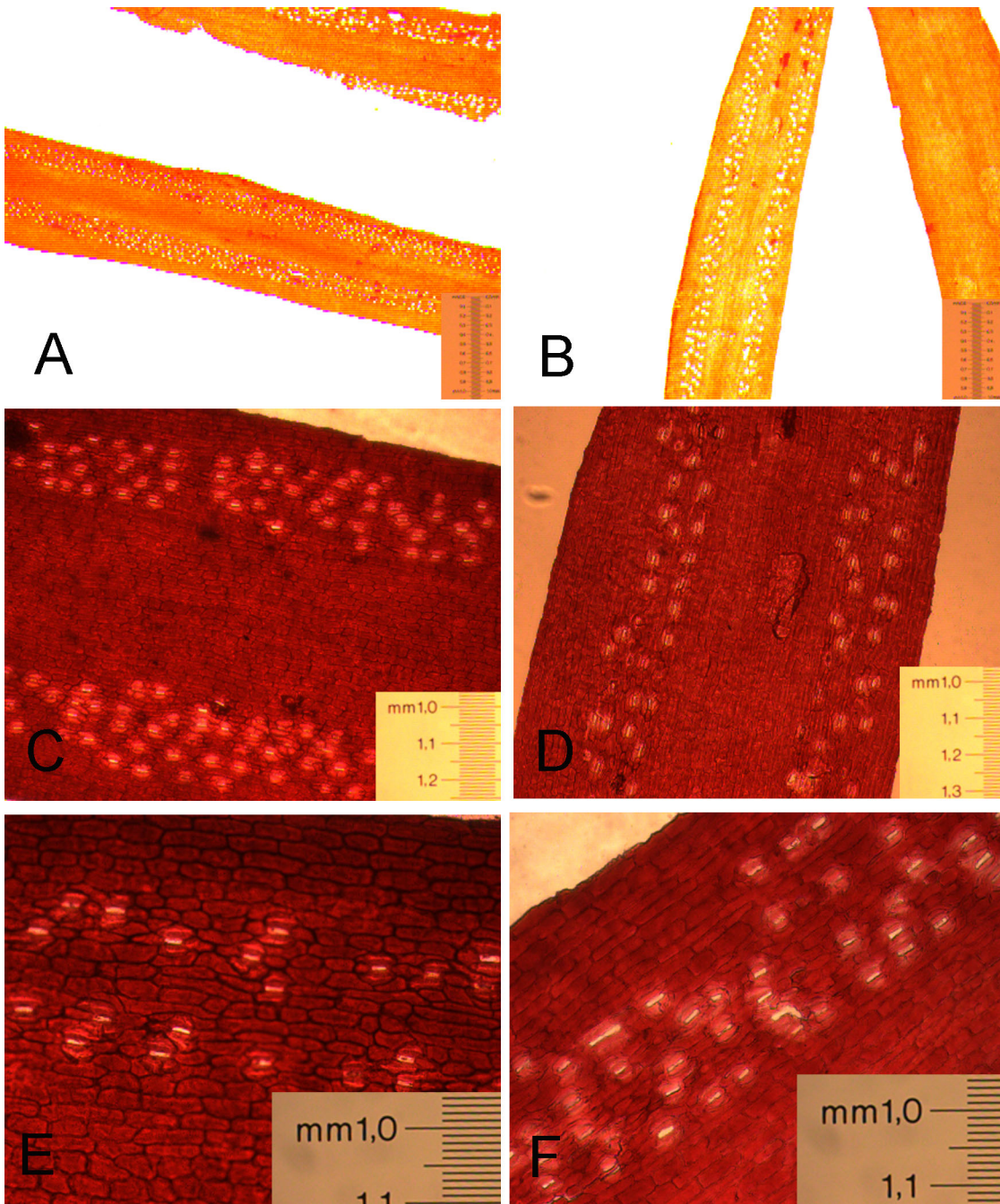
— Rött skalstreck motsvarar 10 mm.



Tavla 2. Figur A, *Dicksonia lobifolia*. B, *Spiropteris* sp. C, *Hausmannia forchhammeri*. D, *Cladophlebis* sp. E, *Sphenopteris* sp. F, *Pagiophyllum* sp. G, *Otozamites* sp. — Rött skalstreck motsvarar 10 mm



Tavla 3. Figur A, *Hausmannia forchhammeri* (S156079). B, *Dicksonia lobifolia* (S156083). C, *Cladophlebis (Eboracia) lobifolia* (S156077). D, *Dicksonia lobifolia* (S156075). E, *Hausmannia forchhammeri* (S156074). F, *Otozamites* sp. (S156082). G, *Equisetum* sp. (S156076). H, *Laccopteris elegans* (S156078). I, *Pagiophyllum steenstrupi* (S156080). J, *Sphenopteris hymenophylloides* (S156081). (Skalan anges i cm).



Tavla 4. Ljuskopffotografier av stomata hos *Bilisdalea angustifolia*. Figur A-B, x2,5 förstoring. C-D, x10 förstoring. E-F, x20 förstoring. (Skalan anges i mm).

**Tidigare skrifter i serien  
"Examensarbeten i Geologi vid Lunds  
Universitet":**

179. Wall, Torbjörn, 2004: Magnetic grain-size analyses of Holocene sediments in the North Atlantic and Norwegian Sea – palaeoceanographic applications.
180. Mellgren, Johanna, S., 2005: A model of reconstruction for the oral apparatus of the Ordovician conodont genus *Protospanderodus* Lindström, 1971.
181. Jansson, Cecilia, 2005: Krossbergskvalitet och petrografi i den kambriska Hardebergasandstenen i Skåne.
182. Öst, Jan-Olof, 2005: En övergripande beskrivning av malmbildande processer med detaljstudier av en bandad järnmalm från södra Dalarna, Bergslagen.
183. Bragé, Petra, 2005: A palaeoecological study of Holocene lake sediments above the highest shoreline in the province of Västerbotten, northeast Sweden.
184. Larsson, Peter, 2005: Palynofacies och mineralogi över krita-paleogengränsen vid Stevns Klint och Kjølby Gaard, Danmark.
185. Åberg, Lina, 2005: Metamorphic study of metasediment from the Kangilinaaq Peninsula, West Greenland.
186. Sidgren, Ann-Sofie, 2005:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -geokronologi i det Rinkiska bältet, västra Grönland.
187. Gustavsson, Lena, 2005: The Late Silurian Lau Event and brachiopods from Gotland, Sweden.
188. Nilsson, Eva K., 2005: Extinctions and faunal turnovers of early vertebrates during the Late Silurian Lau Event, Gotland, Sweden.
189. Czarniecka, Ursula, 2005: Investigations of infiltration basins at the Vomb Water Plant – a study of possible causes of reduced infiltration capacity.
190. Gowacka, Małgorzata, 2005: Soil and groundwater contamination with gasoline and diesel oil. Assessment of subsurface hydrocarbon contamination resulting from a fuel release from an underground storage tank in Vanstad, Skåne, Sweden.
191. Wennerberg, Hans, 2005: A study of early Holocene climate changes in Småland, Sweden, with focus on the '8.2 kyr event'.
192. Nolvi, Maria & Thorelli, Gunilla, 2006: Extraterrestrisk och terrestrisk kromrik spinell i fanerozoiska kondenserade sediment.
193. Nilsson, Andreas, 2006: Palaeomagnetic secular variations in the varved sediments of Lake Gołczyń, Poland: testing the stability of the natural remanent magnetization and validity of relative palaeointensity estimates.
194. Nilsson, Anders, 2006: Limnological responses to late Holocene permafrost dynamics at the Stordalen mire, Abisko, northern Sweden.
195. Nilsson, Susanne, 2006: Sedimentary facies and fauna of the Late Silurian Bjärsjölagård Limestone Member (Klinta Formation), Skåne, Sweden.
196. Sköld, Eva, 2006: Kulturlandskapets förändringar inom röjningsröseområdet Yttra Berg, Halland - en pollenanalytisk undersökning av de senaste 5000 åren.
197. Göransson, Ammy, 2006: Lokala miljöförändringar i samband med en plötslig havsyteförändring ca 8200 år före nutid vid Kalvöviken i centrala Blekinge.
198. Brunzell, Anna, 2006: Geofysiska mätningar och visualisering för bedömning av heterogeniteters utbredning i en isälvsavlagring med betydelse för grundvattenflöde.
199. Erlfeldt, Åsa, 2006: Brachiopod faunal dynamics during the Silurian Ireviken Event, Gotland, Sweden.
200. Vollert, Victoria, 2006: Petrografisk och geokemisk karaktärisering av metabasiter i Herrestadsområdet, Småland.
201. Rasmussen, Karin, 2006: En provenansstudie av Kågerödformationen i NV Skåne – tungmineral och petrografi.
202. Karlsson, Jonnina, P., 2006: An investigation of the Felsic Ramiane Pluton, in the Monapo Structure, Northern Mozambique.
203. Jansson, Ida-Maria, 2006: An Early Jurassic conifer-dominated assemblage of the Clarence-Moreton Basin, eastern Australia.
204. Striberger, Johan, 2006: En lito- och biostratigrafisk studie av senglaciala sediment från Skuremåla, Blekinge.
205. Bergelin, Ingemar, 2006:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of basalts in Scania, S Sweden: evidence for two pulses at 191-178 Ma

- and 110 Ma, and their relation to the break-up of Pangea.
206. Edvarsson, Johannes, 2006: Dendrokronologisk undersökning av tallbestånds etablering, tillväxtdynamik och degenerering orsakat av klimatrelaterade hydrologiska variationer på Viss mosse och Åbuamossen, Skåne, södra Sverige, 7300-3200 cal. BP.
  207. Stenfeldt, Fredrik, 2006: Litostratigrafiska studier av en plåtformad sand- och grusavlagring i Skuremåla, Blekinge.
  208. Dahlenborg, Lars, 2007: A Rock Magnetic Study of the Åkerberg Gold Deposit, Northern Sweden.
  209. Olsson, Johan, 2007: Två svekofenniska graniter i Bottniska bassängen; utbredning, U-Pb zirkondatering och test av olika abrasionstekniker.
  210. Erlandsson, Maria, 2007: Den geologiska utvecklingen av västra Hamrängesyklinalens suprakrustalbergarter, centrala Sverige.
  211. Nilsson, Pernilla, 2007: Kvidingedeltat – bildningsprocesser och arkitektonisk uppbyggnadsmodell av ett glacifluvialt Gilbertdelta.
  212. Ellingsgaard, Óluva, 2007: Evaluation of wireline well logs from the borehole Kyrkheddinge-4 by comparison to measured core data.
  213. Åkerman, Jonas, 2007. Borrkärnekartering av en Zn-Ag-Pb-mineralisering vid Stenbrånet, Västerbotten.
  214. Kurlovich, Dzmitry, 2007: The Polotsk-Kurzeme and the Småland-Blekinge Deformation Zones of the East European Craton: geomorphology, architecture of the sedimentary cover and the crystalline basement.
  215. Mikkelsen, Angelica, 2007: Relationer mellan grundvattenmagasin och geologiska strukturer i samband med tunnelborring genom Hallandsås, Skåne.
  216. Trondman, Anna-Kari, 2007: Stratigraphic studies of a Holocene sequence from Taniente Palet bog, Isla de los Estados, South America.
  217. Månsson, Carl-Henrik & Siikanen, Jonas, 2007: Measuring techniques of Induced Polarization regarding data quality with an application on a test-site in Aarhus, Denmark and the tunnel construction at the Hallandsås Horst, Sweden.
  218. Ohlsson, Erika, 2007: Classification of stony meteorites from north-west Africa and the Dhofar desert region in Oman.
  219. Åkesson, Maria, 2008: Mud volcanoes - a review. (15 hskp)
  220. Randsalu, Linda, 2008: Holocene relative sea-level changes in the Tasiusaq area, southern Greenland, with focus on the Ta1 and Ta3 basins. (30 hskp)
  221. Fredh, Daniel, 2008: Holocene relative sea-level changes in the Tasiusaq area, southern Greenland, with focus on the Ta4 basin. (30 hskp)
  222. Anjar, Johanna, 2008: A sedimentological and stratigraphical study of Weichselian sediments in the Tvärkroken gravel pit, Idre, west-central Sweden. (30 hskp)
  223. Stefanowicz, Sissa, 2008: Palynostratigraphy and palaeoclimatic analysis of the Lower - Middle Jurassic (Pliensbachian - Bathonian) of the Inner Hebrides, NW Scotland. (15 hskp)
  224. Holm, Sanna, 2008: Variations in impactor flux to the Moon and Earth after 3.85 Ga. (15 hskp)
  225. Bjärnberg, Karolina, 2008: Internal structures in detrital zircons from Hamråde: a study of cathodoluminescence and back-scattered electron images. (15 hskp)
  226. Noresten, Barbro, 2008: En rekonstruktion av subglaciala processer baserad på erosionsformer på Ramsviklandet, mellersta Bohuslän. (30 hskp)
  227. Mehlqvist, Kristina, 2008: En mellanjurassisk flora från Bagå-formationen, Bornholm. (15 hskp)



## LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen  
 Centrum för GeoBiosfärsvetenskap  
 Sölvegatan 12, 223 62 Lund