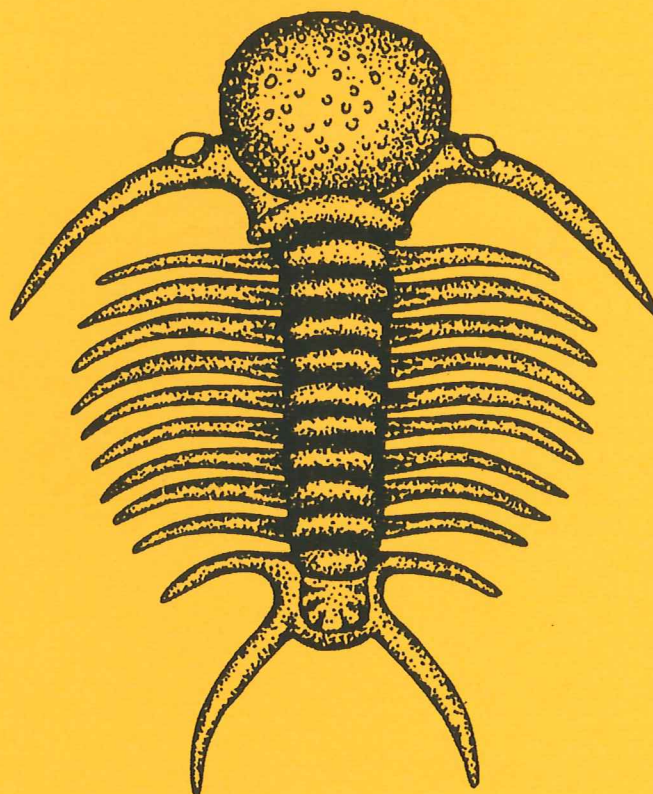


EXAMENSARBETE I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET
PERIODICA

Historisk geologi och Paleontologi



Utvärdering av den underkambriska litostratigrafin
på Österlen, södra Sverige

Johan Kleman

per

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

600955222

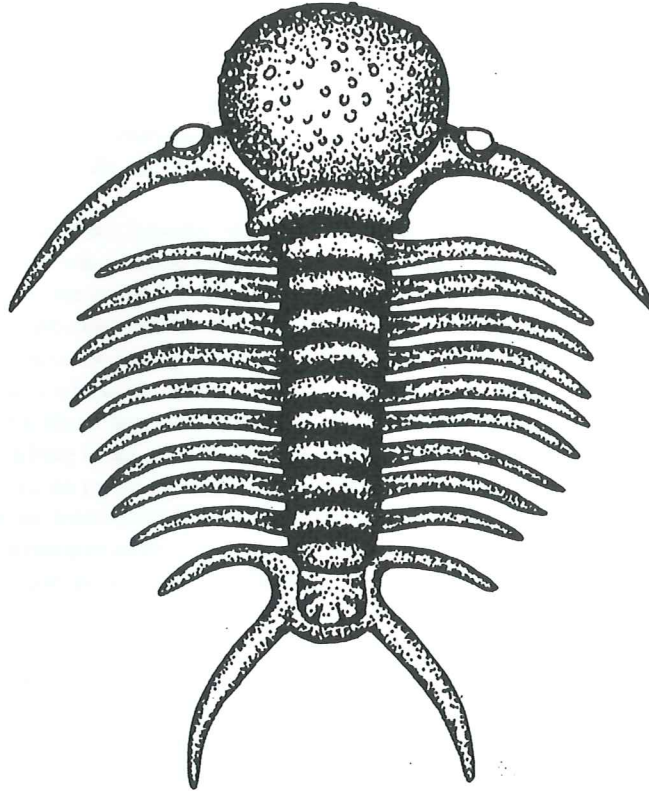
Examensarbete, 20 p
Institutionen, Lunds Universitet

Nr 129

EXAMENSARBETE I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET
PERIODICA

Historisk geologi och Paleontologi



Utvärdering av den underkambriska litostratigrafin
på Österlen, södra Sverige

Johan Kleman

Utvärdering av den underkambriska litostratigrafin på Österlen, södra Sverige

JOHAN KLEMAN

Kleman, J., 2000: Utvärdering av den underkambriska litostratigrafin på Österlen, södra Sverige. *Examensarbete i geologi vid Lunds Universitet, Historisk geologi och paleontologi Nr 129, pp. 1-23*

Den underkambriska lagerföljden i Skandinavien domineras av ljusa, marint avsatta sandstenar och når i Skåne en mäktighet av 120 m. Dess omfattande blottningsgrad har gjort den intressant för olika geologiska undersökningar. På Österlen i sydöstra Skåne är underkambrium blottad vid kusten och i nedlagda stenbrott utanför Simrishamn. Försöken att stratigrafiskt dela in den underkambriska lagerföljden har varit många och varierande vilket lett till osäkerhet. Berggrundsavsnitt med olika stratigrafiska lägen har t.ex. benämnts med samma namn av olika författare. Syftet med detta arbete är att göra en utvärdering av tidigare stratigrafiska indelningar och ge förslag till en ny reviderad litostratigrafi vilken följer de rekommendationer som föreslagits av International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC). Förutom litteraturstudier har också nya sedimentologiska och petrografiska undersökningar genomförts på Österlen. Resultaten visar att den litostratigrafiska indelning som föreslagits av bl.a. Ahlberg 1984 och som innebär att underkambrium delas in i fyra formationer är den mest korrekta. För att litostratigrafin skall följa ISSCs förslag bättre föreslås dock flera komplement samt en ändring till korrekta, formella formationsnamn. De fyra formationerna, från äldsta till yngsta, skulle därvid namnges "Hardeberga Formation", "Norretorp Formation", "Rispebjerg Formation" och "Gislöv Formation". Däremot bör den indelning i led av "Hardeberga Formation" som gjorts av Hamberg 1990 betraktas som informell och enheterna ej benämnas led.

Nyckelord: □ Litostratigrafi, petrografi, sandsten, underkambrium, Österlen, Skåne, Sverige

J. Kleman, Geologiska Institutionen, Avdelningen för Historisk geologi och paleontologi, Lunds Universitet, Sölvegatan 13, SE-223 62 Lund, Sverige. E-post: klitz@hotmail.com

Den underkambriska, sedimentära berggrunden på Österlen har i drygt 100 år varit ett objekt för geologiska studier. Den uppvisar en mångfald sedimentologiska strukturer och spårfossil, som tillsammans med lagerföljdens tillgänglighet och omfattande blottningsgrad i området har gjort den attraktiv för olika undersökningar. Försöken att stratigrafiskt dela in lagerföljden har varit många och resulterat i en mängd olika förslag. Undersökningarna har givit oss goda och detaljerade kunskaper rörande berggrundens sammansättning och uppbyggnad, men har också lett till förvirring och osäkerhet vad gäller dess litostratigrafiska indelning. Bland annat har varierande nomenklatur använts för de ingående enheterna, och berggrundsavsnitt med helt olika stratigrafiska lägen har benämnts med samma namn av olika författare. Eftersom berggrunden på Österlen aktualiserats under senare tid, då olika prospekteringsföretag diskuterar huruvida det förekommer stratiforma malmkroppar i området, borde alla frågetecken kring den stratigrafiska indelningen redas ut.

Syftet med detta arbete är främst att föreslå en så korrekt stratigrafisk indelning av den underkambriska berggrunden på Österlen som möjligt. Den föreslagna indelningen följer de rekommendationer som givits av the International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC) och som idag följs av geologer världen över (Salvador 1994). Tidigare författares indelningar har vidare jämförts med ISSCs rekommendationer. En fråga som också diskuteras är vilken del av lagerföljden som finns representerad på de olika lokalerna. Detta gäller framför allt lokaler som inte undersökts tidigare. Arbetet är i hög grad en litteraturstudie, men är även baserat på egna observationer i fält samt petrografiska studier av provmaterial från fältarbete. För att inte förvärra den osäkerhet som råder kring de olika enheternas namn, så används konsekvent de termer som respektive författare tidigare själv föreslagit, oavsett språk.

Geologisk bakgrund

Den kambriska lagerföljden i Skandinavien delas in i tre serier: underkambrium, mellankambrium och överkambrium. Dessa benämns även Holmia-, Paradoxides- respektive Olenusserien, namn som syftar på karaktäristiska trilobiter. Mellan- och överkambrium domineras av grå och svarta alunskiffrar med linser eller lateralt utålliga lager av kalksten, s.k. orsten. Underkambrium domineras av ljusa sandstenar avsatta i en kustnära miljö. I sydöstra Skåne når underkambrium en total mäktighet

av ca 120 m (Lindström & Staude 1971). Denna sekvens brukar idag indelas i fyra formationer, som utgörs av "Hardeberga Sandstone", "Norretorp Formation", "Rispebjerg Sandstone" och "Gislöv Formation" (Bergström & Ahlberg 1981; Ahlberg 1984).

Den Baltiska skölden var under denna tidsperiod en isolerad mikrokontinent belägen på södra hemisfären på ungefär 30-60° sydlig bredd (Torsvik 1998). Under slutet av prekambrium och början på kambrium inleddes en transgression över det proterozoiska peneplanet. Transgressionen var ett resultat av ökad plattetektonisk aktivitet relaterad till bl.a. öppnandet av Iapetushavet (Matthews & Cowie 1979; Bergström & Gee 1985; Piper 1985). De marina, mörka skiffrar som avsatts under mellersta och yngre kambrium markerar det stadium då transgressionen nådde sitt maximum (Surlyk 1980; Bergström *et al.* 1982).

Sedimentologiska studier av "Hardeberga Sandstone", sensu Ahlberg (1984) visar att denna huvudsakligen är avsatt i deltaisk, tidvattendominerad och inre shelf-miljö (Hamborg 1990). Enligt Lindström (1972) förekommer sedimentära strukturer som visar tecken på att sedimenten avsatts i ett kallt klimat och att sedimenten under långa tider varit frusna. Lineationer i sedimenten tycks nämligen tyda på att is tryckts upp mot land över de frusna sedimenten (Lindström 1972). Hamborg (1990) menar emellertid att lineationerna bildats genom vittring av foresets.

Historik

För att bättre kunna diskutera de problem som den omfattande och skiftande stratigrafiska indelningen av berggrunden på Österlen medfört beskrivs här tidigare författares litostratigrafiska indelning av underkambrium i södra Skåne. De olika författarnas enhetsnamn är inte översatta till svenska (figur 1).

Hadding (1929) beskrev detaljerat berggrundens sammansättning, petrografiska karaktärer och fossilinnehåll, medan de stratigrafiska aspekterna endast behandlades kortfattat. Han delade dock in den underkambriska berggrunden på Österlen i åtta stratigrafiska zoner. Dessa är från äldsta till yngsta "The arkose zone", "The quartzite zone" ("Hardeberga sandstone"), "The Scolithus linearis zone?", "The Diplocraterion zone", "The graywacke zone" ("The lower glauconite zone"), "The Psammichnites zone", "The Torelli zone" ("The upper glauconite zone") och "The Kjerulfi zone". Namnen inom parentes är synonymer som Hadding använde för respektive zon.

	Angelin 1877	Hadding 1929 & 1958	Regnéll 1960	Bergström 1970	Lindström/Staude 1971	Ahlberg 1984	Hamberg 1989	
Underkambrium		1.3 m sandsten & kalksten		(obestämd formation)		Gislöv Fm		
	Hardeberga Sandstone	Rispebjerg Sandstone	Grovkornig kvarts-sandsten ("Rispebjerg Sandstone")	Rispebjerg Sandstone	Rispebjerg Sandstein	Rispebjerg Sandstone		
		Mellersta och översta delen av den underkambrika sandstenen	Kalkhaltig fosfatrik och glaukonitrik sandsten	Norretorp Sandstone	Norretorp Glaukonit Sandstein	Norretorp Fm	Norretorp Fm	
		(innehåller fossil)	Sandsten med Diplocraterion, Skolithos etc.	Hardeberga Quartzite	Hardeberga Sandstein	Hardeberga Sandstone	Hardeberga Formation	Tobisvik Mb
		▲ Syringomorpha sandstone			Brantevik Glaukonit Sandstein			Brantevik Mb
		Hardeberga Sandstone (saknar fossil)	Hardeberga Sandstone		Vik Sandstein			Vik Mb
					Lunkaberg Sandstein			Lunkaberg Mb

Figur 1: Tidigare författares stratigrafiska indelning av den underkambrika lagerföljden i Skåne. Tidsaxeln är inte skalenlig. Modifierad från Bergström (1970).

Även en indelning med lägre upplösning gjordes av Hadding (1929) (figur 1).

Regnélls (1960) indelning påminner om Haddings (1929) och baseras huvudsakligen på närvaron av fossil. De två yngsta enheterna karakteriseras däremot av sitt litologiska innehåll. Regnélls "Hardeberga Sandstone" motsvarar alltså Haddings enhet med samma namn, medan indelningen av ovanliggande berggrund skiljer sig något från den som Hadding föreslagit.

Bergström (1970) tog upp diskussionen kring den bristfälliga stratigrafien och valde att göra en ny, mer litologisk baserad, stratigrafisk indelning av berggrunden. Han bortsåg från fossilinnehållet och satte istället en gräns där den vita sandstenen distinkt övergår uppåt i en grågrön, mer omogen sandsten. Den undre formationen benämns "Hardeberga Quartzite" medan den övre benämns "Norretorp Sandstone". Den senare överlagras enligt Bergström av en mindre enhet som han, i likhet med tidigare författare, kallar för "Rispebjerg Sandstone".

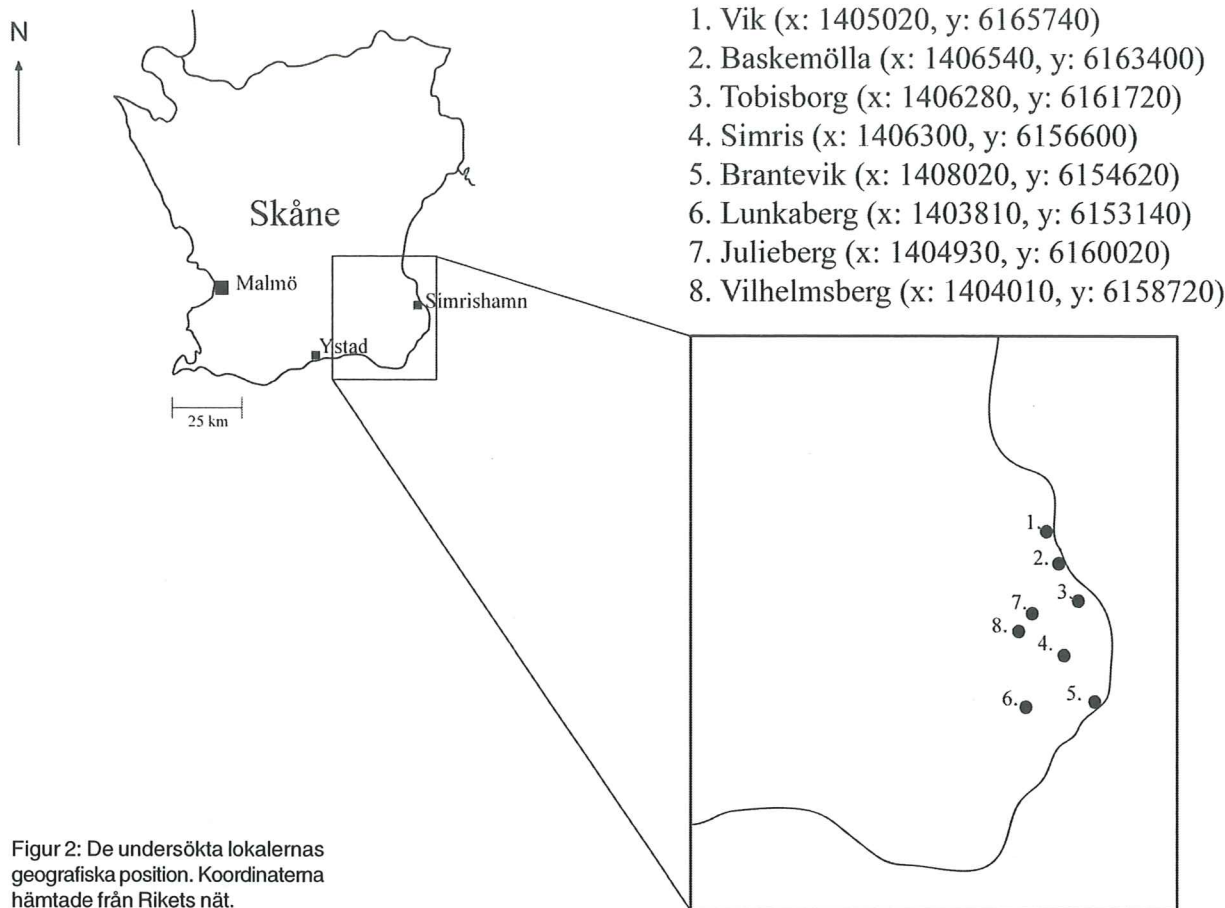
Lindström & Staude (1971) väljer att dela in den underkambrika lagerföljden i sex formationer. Dessa är från äldsta till yngsta "Lunkaberg-Sandstein", "Vik-Sandstein", "Brantevik Glaukonit-Sandstein", "Hardeberga-Sandstein", "Norretorp Glaukonit-Sandstein" och "Rispebjerg-Sandstein". De tre äldsta formationerna har namngivits efter sina typsektioner på Österlen och motsvarar tillsammans med formationen "Hardeberga-Sandstein" Bergströms (1970) "Hardeberga Quartzite". Lindström & Staude (1971) delar alltså in lagerföljden finare och tillför nya formationsnamn. Som synonymer till "Brantevik Glaukonit-Sandstein" och "Norretorp Glau-

konit-Sandstein" använder de termerna "Brantevik-Formation" respektive "Norretorp-Formation".

År 1981 introducerades termen "Gislöv Formation" (Bergström & Ahlberg 1981) för den enhet som överlagrar "Rispebjerg Sandstone" och ansågs utgöra den yngsta delen av underkambrium i södra Sverige. Bergström & Ahlberg (1981) och Ahlberg (1984) delar in lagerföljden i fyra formationer: "Hardeberga Sandstone", "Norretorp Formation", "Rispebjerg Sandstone" och "Gislöv Formation".

Hamberg (1990) ger lagerföljden mellan urberget och "Norretorp Formationen" namnet "Hardeberga Formationen" och gör sedan en indelning av denna i fyra olika led: "Lunkaberg Mb.", "Vik Mb.", "Brantevik Mb." och "Tobisvik Mb.". "Tobisvik Mb." är namngiven efter en lokal på Skånes östkust (Hamberg 1990). Hambergs studier omfattar inte övre delen av underkambrium, varför dessa inte finns med i figur 1.

Ahlberg (1998) delar liksom tidigare in lagerföljden i fyra formationer, men använder nu två olika namn för den äldsta formationen; "Hardeberga Formation" och "Hardeberga Sandstone Formation". En figur hämtad från Bergström *et al.* (1982) visar de olika stratigrafiska enheterna och här benämns den äldsta delen av den underkambrika lagerföljden "Hardeberga Sandstone". Att de tre formationsnamnen representerar samma stratigrafiska enhet ter sig i texten självklart, men med tanke på den mängd olika begrepp och termer som använts vid tidigare stratigrafiska indelningar, så borde ett konsekvent användande av de stratigrafiska enheternas namn vara att sträva efter. Sedan tidigare har begreppet "Simrishamn



Figur 2: De undersökta lokalernas geografiska position. Koordinaterna hämtade från Rikets nät.

Sandstone" använts som synonym till "Hardeberga Formation" med avseende på den del av lagerföljden som är äldre än "Norretorp Formation" (Shaikh & Skoglund 1974).

I de följande avsnitten har nomenklaturen i Bergström & Ahlberg (1981) och Ahlberg (1984) använts om inte annat anges.

Material och metoder

Totalt har åtta olika lokaler på Österlen undersökts och provtagits för petrografiska studier. Samtliga lokaler har vertikala skärningar av varierande mäktighet varför de lämpar sig för en undersökning av detta slag. Lokalerna är: Baskemölla, Brantevik, Julieberg, Lunkaberg, Simris, Tobisborg, Vik och Vilhelmsberg (figur 2). På grund av lokalernas skiftande karaktär så har representativ provtagning, för petrografiska undersökningar, gjorts på samtliga förekommande litofacies. Förutom provtagning har även litofaciesbeskrivningar gjorts och loggar framställt. I fält noterades också kornstorlek, fossilinnehåll samt lagrens strykning och stupning. Preliminär makroskopisk bergartsklassificering av de litologiska enheterna gjordes enligt Pettijohn *et al.* (1987). Tunnslip från samtliga prov studerades. Slipen namngavs JK 1-JK 21 och har fotograferats och punkträknats (300 punkter). Därefter gjordes en mikroskopisk bergartsklassificering med hjälp av polarisationsmikroskop. Även sorter-

ingsgrad och kornstorlekssammansättning bestämdes i polarisationsmikroskop. Sorteringsgraden bestämdes enligt Harrel (1984). Samtliga tunnslip belades med kol för att sedan kunna studeras med s.k. backscatter electron mikroskopi (BSE). I BSE-mikroskop kan man med stor noggrannhet få en bild av provens mineralinnehåll och porositet. Mikroskopet ger, enkelt förklarar, en densitetkarta över provet där de lättaste beståndsdelarna (porutrymmen) visas i svart medan tungmineral blir vita. Till skillnad från polarisationsmikroskopering, så får vi här en tydlig bild av bergarternas porositet. Dessutom kan man här enkelt särskilja mellan kvarts och fältspater.

Fältobservationer

Vik

Allmän lokalbeskrivning: På stranden söder om den lilla byn Vik, norr om Simrishamn, är underkambrisk sandsten blottad. Lagerföljden kan studeras i flera 1-3 m höga vertikala skärningar. Här finns också postdepositionella, ringformade strukturer s.k. trattsänkor. Den största och mest kända kallas för "Prästens badkar". Hur dessa strukturer har bildats beskriver bland annat Hamberg (1994). Lagrens strykning/stupning: 036°/ 2° NV, 020°/ 3° NV, 030°/ 2° NV och 039°/ 2° NV.

Litofacies: Berggrunden består här av två alternerande litofacies: 1) Mellan- till grovkornig kvartsarenit som



Figur 3: Skämning från Vik som visar trågorsskiktning. Det bipolära riktningsmönstret ger tydliga herringbone-strukturer.

visar tydlig trågorsskiktning med 10-15 cm mäktiga bedset. Figur 3 visar hur bipolära strömriktningar bildat herringbone-strukturer. 2) Kraftigt bioturberad, lerig sandsten (kvartsvacka). Denna är väldigt rik på spårfossil som domineras av *Diplocraterion*. Även spårfossil i form av *Monocraterion* och *Skolithos* förekommer (figur 4) (Ahlberg 1998).

På lokalen undersöktes ett antal mindre skärningar som samtliga visade upp liknande litofaciesassociation. Enligt Hamberg (1991) har den trågorsskiktade kvart-sareniten bildats i aktiva inter- till subtidala tidvat-

tenkanaler, medan lersedimentation och bioturbation ägt rum i övergivna kanaler i ett s.k. beach barrier-system. Han menar också att dessa två litofacies bildats under vinterhalvårets högenergiförhållanden respektive under sommarens mer lugna förhållanden (Hamberg 1991, 1994). Spårfossil finns även i kvart-sareniten och främst i dess översta delar, dvs. nära övergången till kvartsvack-an. Detta visar att den biologiska aktiviteten kommit igång i ett väldigt tidigt skede efter sedimentationen av den trågorsskiktade kvart-sareniten. Spårfossil som påträffades i de översta delarna av kvart-sareniten består av 5-10 cm långa vertikala grävspår. På många ställen är kvart-sarenitens ovansida väldigt knölig, något som givit den namnet "kråksten". Denna innehåller också rikligt med spårfossil, framför allt *Diplocraterion*, och det är kemisk vittring av dessa spårfossil som skapat "kråkstenens" karaktäristiska utseende. En logg från en av lokalens skärningar visar hur de två litofacies avlöser varandra, och var prov JK 2 och JK 5 är tagna (figur 5). Proverna JK 3 och JK 4 är tagna från en liknande skärning i norra delen av lokalen. JK 3 togs ur en trågorsskiktad, grovkornig sandsten, medan JK 4 togs ur en kraftigt bioturberad, finkornigare kvartsvacka.

Baskemölla

Allmän lokalbeskrivning: På stranden vid Baskemölla, ca 100 m söder om hamnen, finns en drygt 3 m hög vertikal skärning. Denna är tyvärr missfärgad och täckt med alger, och det finns ingen lämplig yta för strykings- och stupningsmätning.

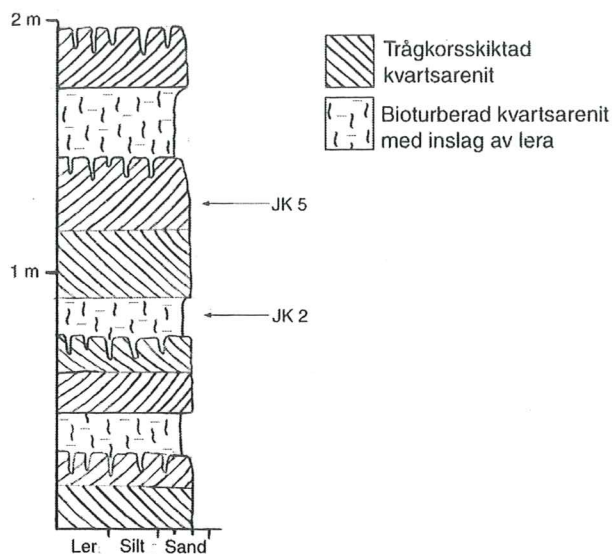
Litofacies: De översta 30 cm består av en trågorsskiktad arkosisk sandsten (prov JK 17). Kornstorleksfraktionen är mellansand. I skärningen i övrigt går det ej att se några sedimentära strukturer.

Tobisborg

Allmän lokalbeskrivning: Strax norr om Simrishamn finns ett nedlagt stenbrott intill östra delen av naturreservatet Bäckhalladalen. Merparten av brottets skärningar är missfärgade och det var därför svårt att upprätta



Figur 4: Kraftigt bioturberade lager blottade i Vik. Spårfossil utgörs främst av *Diplocraterion*, men även *Monocraterion* och *Skolithos* (Ahlberg 1998). Bergarten är en kvartsvacka.



Figur 5: Sektion från Vik som visar de två dominerande litofacies, och var prov JK 2 och JK 5 är tagna.

en användbar logg på lokalen. Vid brottets nordöstra hörn finns ett fält av storskaliga oscillationsrippar blottade. Även 200 m sydväst om stenbrottet finns ett imponerande fält av oscillationsrippar (Lindström 1972). Dessa är dock något mindre än de som syns i själva stenbrottet. Lagrens strykning/stupning: $028^\circ/8^\circ$ SÖ, $042^\circ/10^\circ$ SÖ, $020^\circ/10^\circ$ SÖ.

Litofacies: Trågkorsskiktning kan studeras i en 50 cm hög skärning (prov JK 21) vid brottets nordöstra hörn. Kornstorleksfraktionen grovsand dominerar. Skärningen utgör de yngsta lagren på lokalen. Mellan denna skärning och brottet finns ett fält med oscillationsrippar. De stryker mellan $285-300^\circ$. Ripplarna divergerar och konvergerar och deras våglängd varierar mellan 50 till 100 cm. Deras höjd är 10-15 cm (figur 6). Bergarten klassificeras som en kvartsarenit. Halvvägs ner i brottet visar en färsk yta tydliga herringbone-strukturer. Bergartsklassificeringen blir även här grovkornig kvartsarenit (prov JK 20). Många av brottets skärningar är missfärgade, men på den norra väggen kan man dock urskilja trågkorsskiktade

bedset som bygger upp herringbone-strukturer. Varje bedset har en tjocklek som varierar mellan 10 och 20 cm och foresets är här, jämfört med tidigare observationer på lokalen, mer lågvinkliga. Kornstorleksfraktionen från mellan- till grovsand dominerar (prov JK 18). Spårfossil saknas. Provtagning av brottets västra vägg har också utförts (prov JK 19).

Simris

Allmän lokalbeskrivning: Även denna lokal utgörs av ett nedlagt stenbrott som idag används som privat skrotupplag. Sydväst om huvudbrottet finns en mängd mindre skärningar. Samtliga visar väldigt tydliga sedimentära strukturer och spårfossil. Skärningen i huvudbrottet är 2,5 cm hög. Lagrens strykning/stupning: $036^\circ/6^\circ$ N, $034^\circ/7^\circ$ N.

Litofacies: Lokalen domineras av trågkorsskiktad kvartsarenit med herringbone-strukturer, ställvis med vertikala spårfossil, främst i form av *Diplocraterion*. De tydligaste skärningarna är de som ligger sydväst om brottet. Dessa har en mäktighet som varierar mellan 0,5 och 1 m, och samtliga uppvisar samma litofacies. Prov JK 15 och JK 16 är tagna från två av de mindre skärningarna sydväst om huvudbrottet.

Brantevik

Allmän lokalbeskrivning: Utefter stranden söder om sydhamnen i Brantevik är de övre delarna av den underkambriska berggrunden blottad. På grund av berggrundens strykning och stupning blottas allt yngre lager ju längre söderut mot Gislövshammar man kommer. Ca 600 meter från sydhamnen skär en vertikalförkastning lagerföljden, och bortom denna förkastning är såväl "Norretorp Formation", "Rispebjerg Sandstone" som "Gislöv Formation" blottade. Dessa tre formationer har tillsammans en mäktighet av bara några meter. Kontakten mellan "Norretorp Formation" och "Rispebjerg Sandstone" är tydlig. Dessutom är gränsen mellan "Rispebjerg Sandstone" och "Gislöv Formation" också blottad på lokalen, men endast vid lågt vattenstånd (Bergström & Ahlberg 1981). Ett block med väl bevarade spårfossil (*Psammich-*



Figur 6: Oscillationsrippar från stenbrottet i Tobisborg. Tumstocken är 100 cm lång.



Figur 7: En 150 cm mäktig skärning från stranden söder om Brantevik. De nedersta 30 cm består av finsandiga, planlaminerade lager rika på spårffossil och överlagras av plankorsskiktad kvartsarenit. Hammaren är ca 25 cm lång.

nites gigas) finns att beskåda vid den södra hamnbassängen. Strandklipporna söder om Brantevik är skyddade och utgör ett omtyckt rekreationsområde, varför endast ett prov (JK 1) togs i fält. Lagrens strykning/stupning: 020°/ 9° SÖ, 020°/ 10° SÖ, 030°/ 15°SÖ.

Litofacies: Denna lokal visar upp en mängd olika sedimentära strukturer och litofacies. Ca 10 meter söder om fiskebodarna i sydhamnen finns en 1 m hög skärning med trågorsskiktad sandsten (mellan- till grovsand). Ovanytan är nederoderad och spårffossil syns ej. 50 meter vidare söderut finns ett fält med oscillationsrippar med strykning 290-298°, våglängd 100 cm och en höjd av 10 cm. Ytterligare ett tiotal meter söderut finns en ca 1,5 m hög skärning (figur 7). De nedersta 30 cm består av planlaminerade lager av finsand (prov JK 1). Det är svårt att i fält bestämma bergarten, men studier i mikroskop visar att det rör sig om en subarkos. Denna del är rik på 3-4 mm breda, slingrande, horisontella spårffossil, troligen *Planolites*. Den planlaminerade enheten överlagras av grovsandiga lager med inslag av fingrus. Dessa lager visar upp plankorsskiktning uppbyggd nästan uteslutande av kvartskorn.

Några meter längre söderut finns en ca 2 m hög skärning. Denna visar upp "hummocky cross stratification"

(HCS) (figur 8). Kornstorleksfraktionen är grovsand. Vid skärningen finns väl bevarade oscillationsrippar, som stryker 306-310°. Våglängden är 80-85 cm och höjden 15-20 cm. Drygt 100 meter söder om skärningen med HCS-struktur stryker en 50-100 cm bred sprickzon 090°. Ytterligare 40 meter söderut blottas ett område med oscillationsrippar. Samtliga ripplar stryker 106°, och det finns två dominerande våglängder: 30 cm och 85 cm.

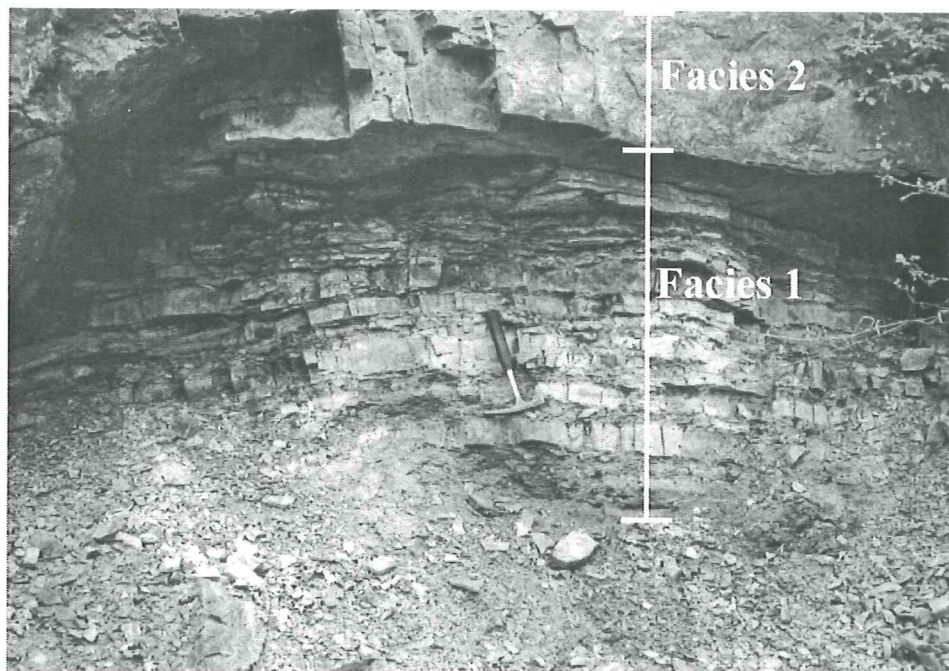
100 meter längre söderut visar en 1,55 m hög skärning upp två litofacies. De nedersta 23 cm utgörs av planlaminerade lager av fin- till mellansand. Bergarten klassificeras i fält till kvartsarenit. Dessa lager överlagras av mellan- till grovkornig, trågorsskiktad kvartsarenit. I skärningen finns också horisontella spårffossil, troligen *Planolites*.

Ca 600 meter söder om sydhamnen skär, som tidigare nämnts, en vertikalförkastning lagerföljden. Söder om förkastningen blottas de övre delarna av den underkambriska berggrunden. Bl.a. visar en 1,15 m hög skärning gränsen mellan den grönaktiga, glaukonitförande "Norretorp Formation" och den grovsandiga "Rispebjerg Sandstone". De översta 12 cm av "Norretorp Formation" är mycket finkorniga och skiffriga, och gränsen till "Rispebjerg Sandstone" är tydlig.



Figur 8: Lokal Brantevik. Skärningen visar en sedimentär struktur som kallas hummockycross stratification (HCS). Hammaren är ca 25 cm lång.

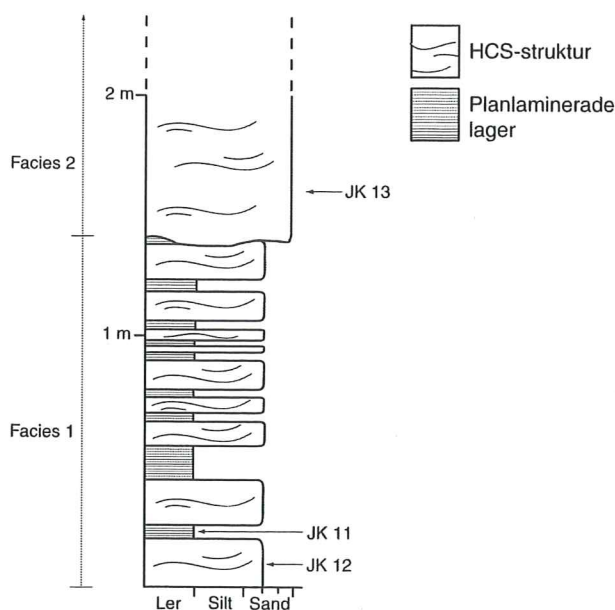
Figur 9: Lokal Lunkaberg. Skärning från stenbrottets sydöstra hörn som visar gränsen mellan de på lokalen befintliga faciesenheterna. De nedersta 138 cm består av en växelföljd (facies 1) med alternerande leriga, planlaminerade lager och finsandiga enheter med HCS-struktur. Växelföljden överlagras diskonformt av en medelkornig arkos med HCS-struktur (facies 2). Hammaren är ca 25 cm lång.



Lunkaberg

Allmän lokalbeskrivning: Lokalen består av ett antal nedlagda stenbrott sydväst om Gislöv. Enligt tidigare undersökningar av Lindström & Staude (1971) har totalt ca 60 m av den underkambriska lagerföljden varit blottad i stenbrotten. Idag är endast det sydligaste brottet tillgängligt medan övriga är vattenfyllda eller igenväxta. Lagrens strykning/stupning: 040-042°/ 8° SÖ.

Litofacies: Bergväggen i det tillgängliga brottets sydöstra hörn är ca 6 m hög och uppvisar två tydligt avgränsade litofacies. De nedersta 138 cm visar upp en växelföljd av två litologier, där finsandiga lager med HCS-strukturer alternerar med leriga, horisontellt laminerade lager (figur 9). Denna växellagring (facies 1) överlagras av en



Figur 10: Sektion från Lunkabergsbrottets sydöstra vägg. Två faciestyper är representerade på lokalen. Figuren visar också var prov JK 11- JK 13 är tagna.

medelkornig arkos (facies 2) (figur 10). Missfärgningar försvårar studier av sedimentära strukturer, men sprickornas vågformade mönster pekar på HCS, vilket också stämmer överens med de observationer som Hamberg (1990) gjort. På den södra väggen kilar ytterligare en facies 1-enhet ut österut. Prov JK 9 är taget från en av de leriga horisonter som delvis bygger upp denna faciestyp. Kilen över- och underlagras av facies 2-sandsten som innehåller spårffossil i form av *Diplocraterion* och *Planolites*. Prov JK 8 är taget ca 50 cm under den utkilande facies 1-enheten.

På östra väggen finns också en tydlig gräns mellan facies 1 och 2. Facies 1-enheten här (prov JK 14) är avklippt och lagren intill har deformerats kraftigt, förmodligen som ett resultat av tektoniska rörelser. Ovanför, i facies 2-enheten, hittades horisontella spårffossil. Prov JK 10 är taget från denna enhet. Att bergartsklassificera de olika faciestyperna i fält är svårt, men studier i BSE-mikroskop avslöjar att det rör sig om subarkosiska till arkosiska sandstenar och vackor. Figur 10 visar var proven JK 11-JK 13 är tagna. Sydväst om brottet finns en håll med stora mängder spårffossil, främst i form av *Diplocraterion*.

Julieberg, Gladsax

Allmän lokalbeskrivning: Öster om byn Gladsax finns en ca 20 meter hög öst-västlig förkastningsbrant (figur 11). Skärningen vetter mot söder och är täckt av sprickfyllnader, främst i form av kalcit, flusspat (fluorit) och kvarts, och därför syns inga sedimentära strukturer. Liksom i den nedlagda gruvan i Onslunda har lokalen nyttjats för brytning av flusspat. Detta skedde åren 1942-48 (Carserud 1992). Även blyglans kan påträffas.

Litofacies: På lösa block kan man, till skillnad från i skärningen, se sedimentära strukturer. Dessa visar trågorsskiktad kvartsarenit med herringbone-strukturer, där bedset har en mäktighet av ca 10-15 cm.



Figur 11: Den ca 20 meter hög skärningen i Julieberg, strax öster om byn Gladsax. Väggen täcks av mineraliseringar, främst i form av kalcit, flusspat och kvarts, varför inga sedimentära strukturer kan ses.

Vilhemsberg, Gladsax

Allmän lokalbeskrivning: Strax söder om byn Gladsax finns ett nedlagt, vattenfyllt stenbrott. Nordost om stenbrottet finns en mängd mindre skärningar som undersökts eftersom skärningarna i brottet inte gick att nå. Lagrens strykning/stupning: 034°/ 7° SÖ.

Litofacies: Samtliga av de små skärningarna nordost om brottet innehåller sedimentära strukturer i form av trågorsskiktning med herringbone-strukturer. Kornfraktionen är grovsand och bergarten klassificeras till kvartsarenit. Spårfossil har ej noterats.

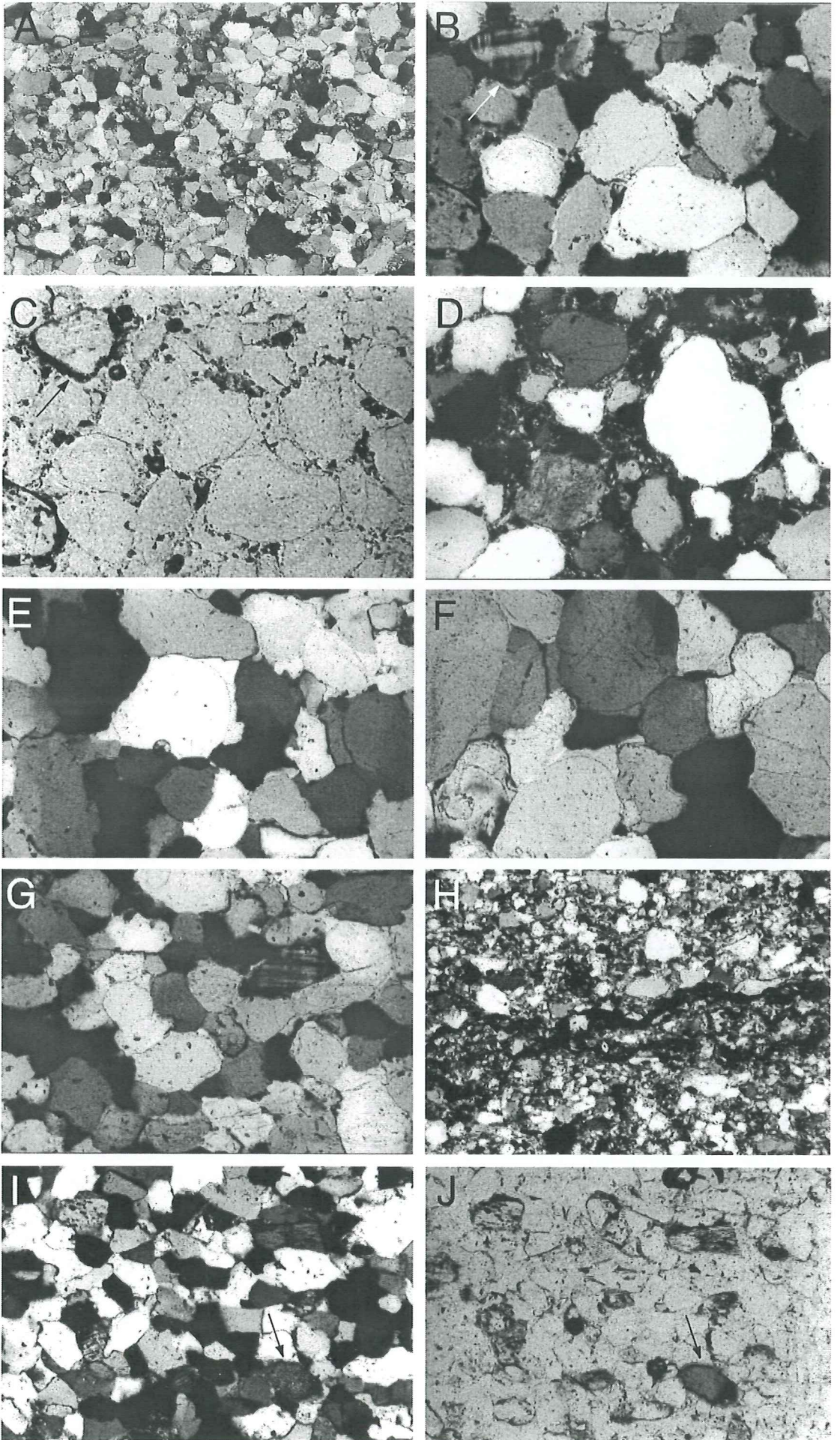
Mikroskopiska observationer

Polarisationsmikroskopering

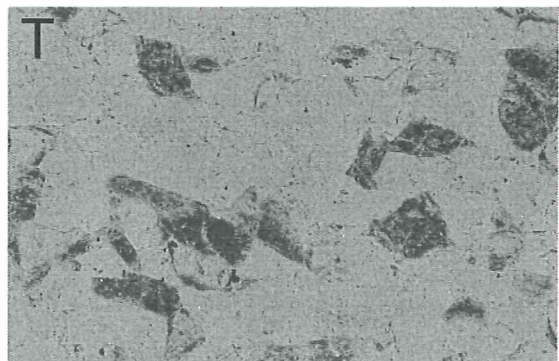
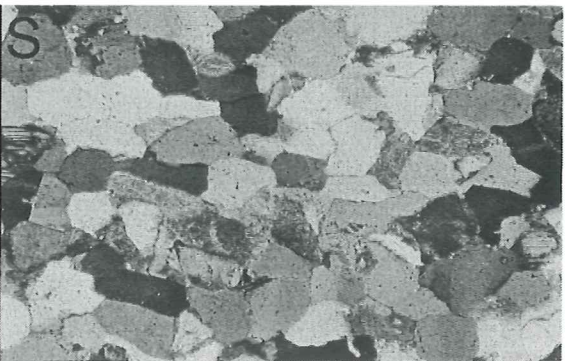
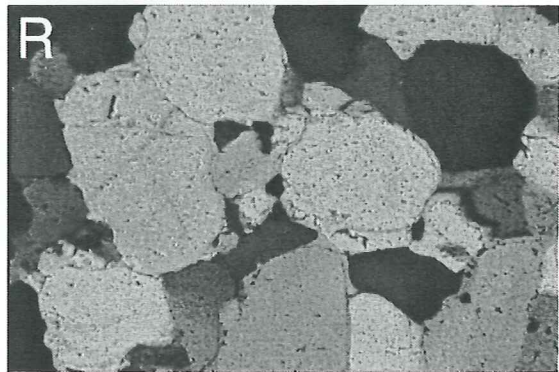
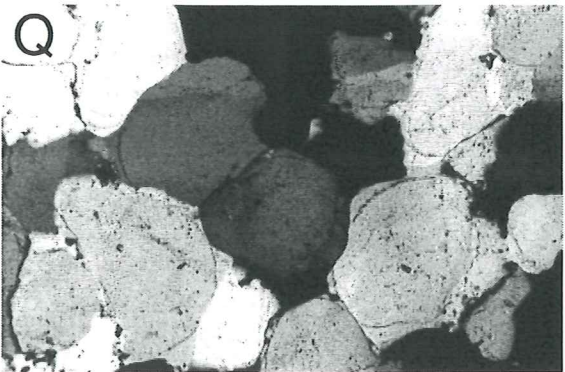
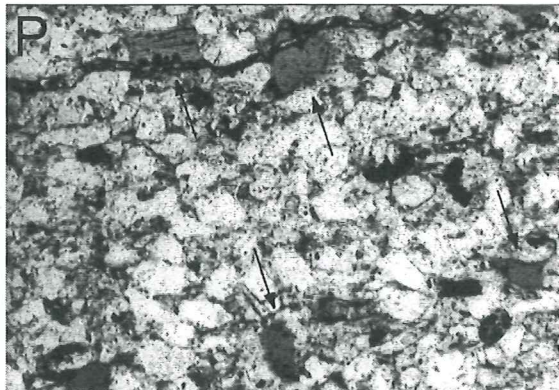
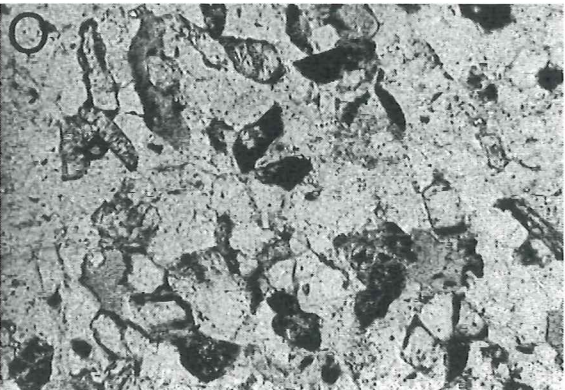
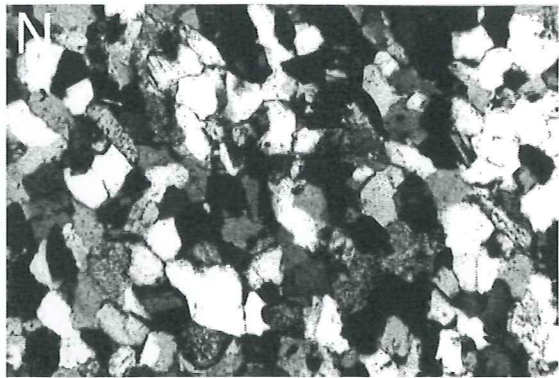
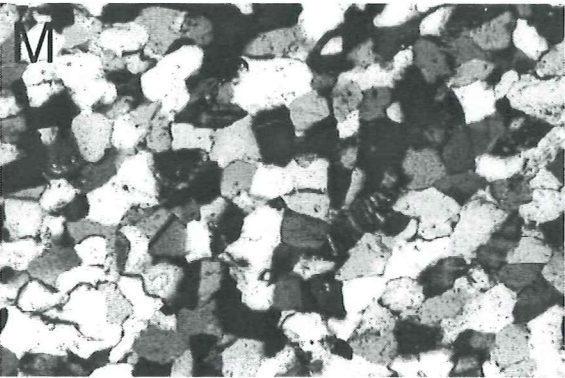
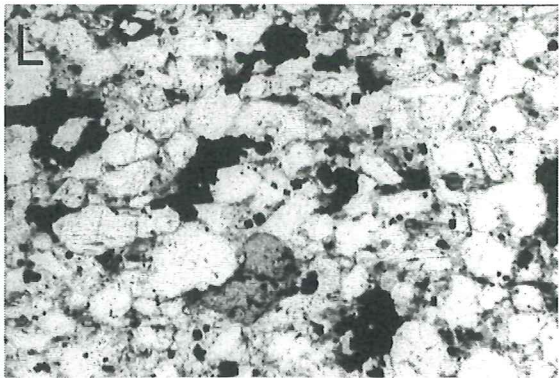
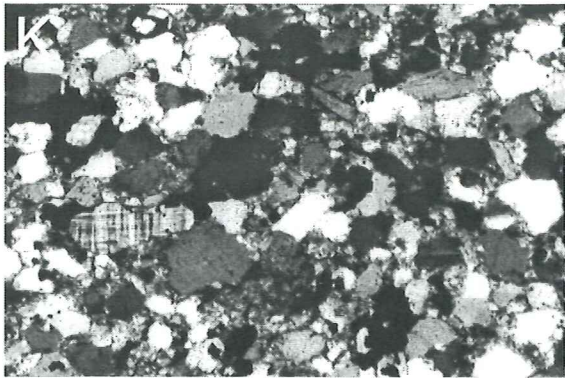
Tunnslip av samtliga prov har studerats och fotograferats i polarisationsmikroskop (figur 12). Här bestämdes kornstorleksammansättning, sedimentärt innehåll och sorteringsgrad (tabell 1). Vidare utfördes en punkträkningsanalys i polarisationsmikroskop. 300 punkter räknades i varje prov, för att ge underlag till en andra bergartsklassificering. Punkträkningssteglängden justerades efter provens kornstorlek. Resultatet redovisas i tabell 2.

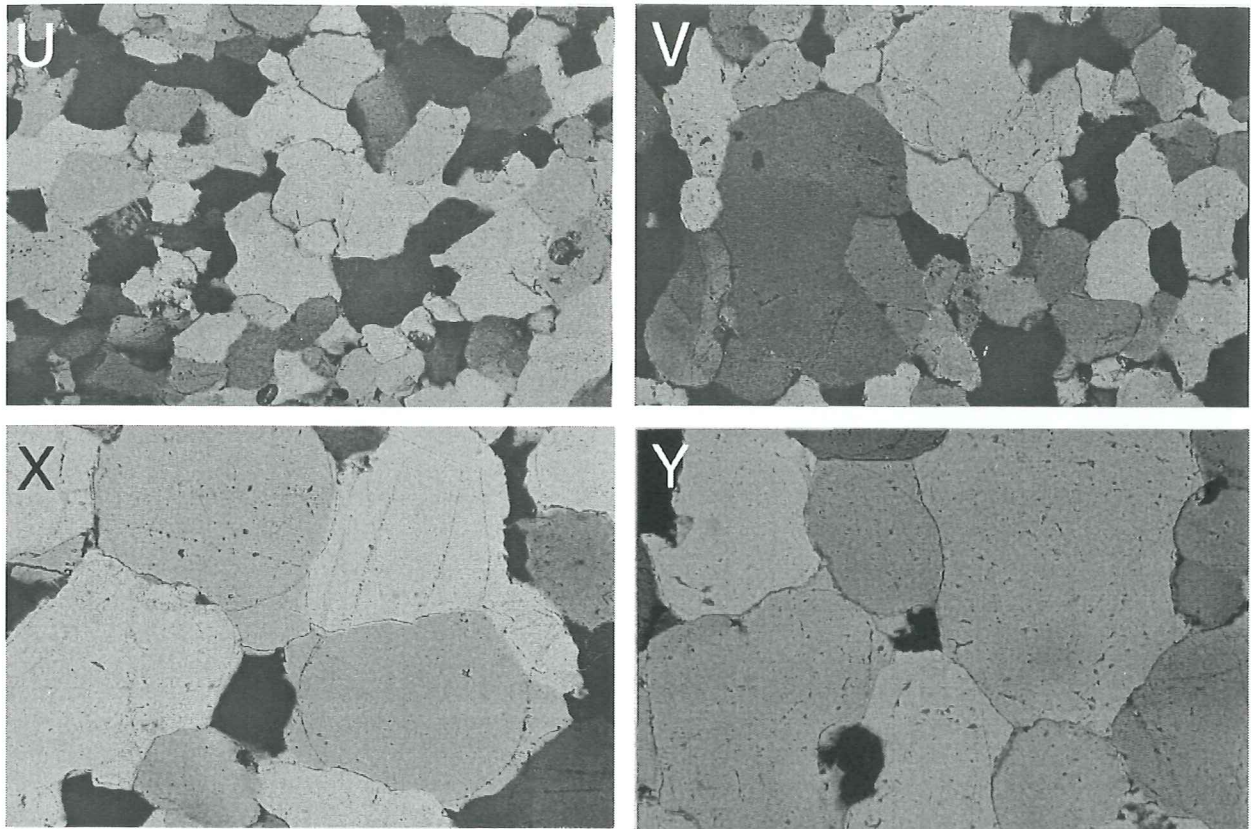
Tabell 1: Resultat från polarisationsmikroskopstudier av samtliga insamlade prov.

Prov-ID	Lokal	Diagenetiska komponenter	Kornstorleksammansättning	Sorteringsgrad
JK 1	Brantevik		finsand	välsorterad
JK 2	Vik	glaukonit	mellansand	mycket välsorterad
JK 3	Vik		grovsand	välsorterad
JK 4	Vik		mellan- grovsand	välsorterad
JK 5	Vik		mellan- grovsand	mycket välsorterad
JK 6	Vilhemsberg		grovsand	mycket välsorterad
JK 7	Vilhemsberg		grovsand	mycket välsorterad
JK 8	Lunkaberg		mellansand	mycket välsorterad
JK 9	Lunkaberg	glaukonit	finsand i matrix	osorterad
JK 10	Lunkaberg		mellansand	mycket välsorterad
JK 11	Lunkaberg		finsand i matrix	osorterad
JK 12	Lunkaberg		finsand i matrix	mycket välsorterad
JK 13	Lunkaberg	glaukonit	mellansand	mycket välsorterad
JK 14	Lunkaberg	glaukonit	finsand i matrix	osorterad
JK 15	Simris		grovsand	mycket välsorterad
JK 16	Simris		grovsand	välsorterad
JK 17	Baskemölla		mellansand	mycket välsorterad
JK 18	Tobisborg		mellan- grovsand	mycket välsorterad
JK 19	Tobisborg		grovsand	ganska sorterad, bimodal fördeln.
JK 20	Tobisborg		grovsand	välsorterad
JK 21	Tobisborg		grovsand	mycket välsorterad



Figur 12: Bild-
text sid 15.





Figur 12: Polarisationsmikroskopbilder som visar komstorleksammansättning, textur, cementering mm. Bildbredden hos samtliga bilder är ca 2 mm. A. Brantevik, JK 1. Finkornig, välsorterad subarkos. B. Vik, JK 2. Medelkornig, mycket välsorterad kvartsarenit. Visar tydliga kvartsöväväxter. Pil visar ett relativt opåverkat mikroklinkorn. C. Vik, JK 2 i planpolariserat ljus (PPL). Visar hur mikroklinkornen börjar vittra sönder medan kvartskornen är helt opåverkade. D. Vik, JK 4. Kvartsvacka bestående av mellan- grovsand och mycket matrix. E. Vik, JK 5. Medel- grovkornig kvartsarenit med tydliga kvartsöväväxter. F. Vilhelmsberg, JK 6. Mycket välsorterad grovkornig kvartsarenit. Väldigt få mikroklinkorn i tät kvartsmassa med tydlig cementering. G. Lunkaberg, JK 8. Medelkornig, mycket välsorterad subarkos. H. Lunkaberg, JK 9. Arkosisk vacka. I. Lunkaberg, JK 10. Medelkornig, mycket välsorterad arkos. Pil visar glaukonitkorn. J. Samma som föregående bild fast i PPL. K. Lunkaberg, JK 12. Arkosisk vacka bestående av fin- mellansand och matrix. L. Samma som föregående bild fast i PPL. M. Lunkaberg, JK 13. Medelkornig, mycket välsorterad arkos. N. Lunkaberg, JK 13. Medelkornig, mycket välsorterad arkos. O. Samma som föregående bild fast i PPL. De mörka kornen är sericitiserade mikroklinkorn. P. Lunkaberg, JK14. Kvartsvacka bestående av fin- mellansand och matrix. Q. Simris, JK 15. Grovkornig kvartsarenit med tydliga kvartsöväväxter. R. Simris, JK 16. Grovkornig, välsorterad kvartsarenit med tydliga kvartsöväväxter. S. Baskemölla, JK17. Medelkornig, mycket välsorterad arkos. T. Samma som föregående bild fast i PPL. Mörka kom är sericitiserade mikroklinkorn. U. Tobisborg, JK 18. Medelkornig, mycket välsorterad kvartsarenit. V. Tobisborg, JK 19. Medel-grovkornig kvartsarenit med bimodal kornstorleksfördelning. X. Tobisborg, JK 20. Grovkornig, välsorterad kvartsarenit med tydliga kvartsöväväxter. Y. Tobisborg, JK 21. Grovkornig, mycket välsorterad kvartsarenit med tydliga kvartsöväväxter.

BSE-mikroskopering

BSE-mikroskoperingen resulterar i en säkrare bergartsklassificering, vilket i fält och i polarisationsmikroskop inte alltid är enkelt. Generellt kan sägas att andelen fältspater i proven med BSE-mikroskopi visade sig vara klart högre än den som framkom i punkträkningsanalysen (se figur 13). Felkällorna till denna missvisning är främst att oavtradede fältspater kan vara svåra att särskilja från kvarts i polarisationsmikroskop. Speciellt i mycket finkorniga bergarter, som t.ex. leriga vackor, är det svårt att särskilja de två mineralen. Den mänskliga faktorns påverkan av resultatet från punkträkningsanalys beskrivs närmre av Cooper *et al.* (2000).

Diskussion

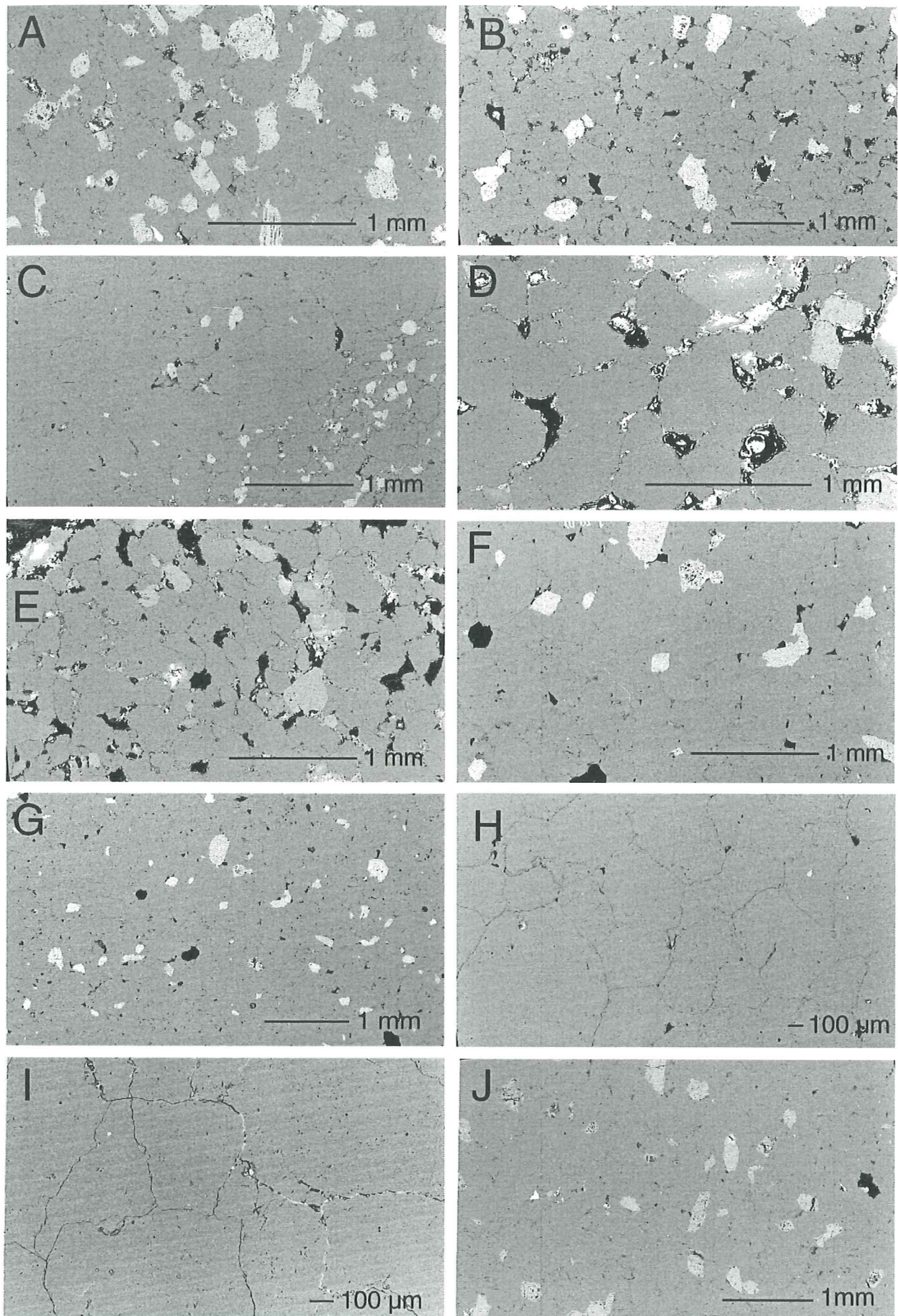
Inom litostratigrafin använder man fyra olika enheter, som står i ett strängt hierarkiskt förhållande till varandra. Dessa är grupp, formation, led och lager. Den en-

gelska översättningen av termerna är "Group", "Formation", "Member" respektive "Bed". Notera att på engelska skrivs formella enhetsbegrepp ut med stor bokstav. Begreppen anger enhetens rang, vilket innebär att de visar var i den litostratigrafiska hierarkin enheten tillhör. Den primära enheten är formationen. Detta är den enda formella, litostratigrafiska enhet i vilken samtliga lagerföljder fullständigt skall vara uppdelade. En grupp består av två eller flera formationer, medan en formation ytterligare kan delas in i led och/eller lager. En formation behöver inte delas in i led om detta inte tjänar ett speciellt syfte. Lager är den minsta litostratigrafiska enheten och kan utgöra en del av såväl en formation som ett led (Salvador 1994).

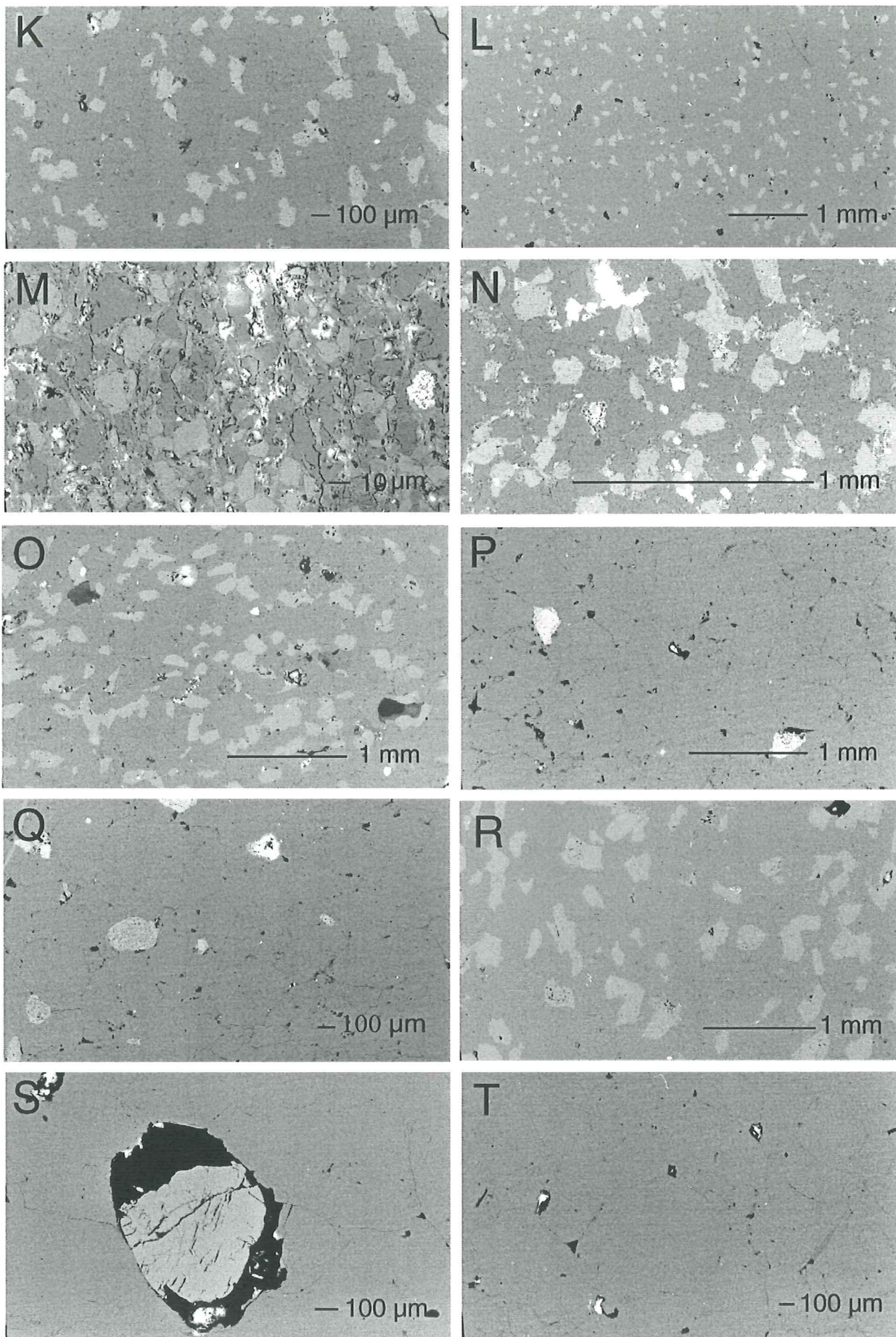
Vid upprättandet av stratigrafiska enheter har ISSC satt upp rekommendationer som, om dessa följs, skall underlätta det stratigrafiska arbetet. Inom den stratigrafiska terminologin talar man om formella och informella enheter. Vid upprättandet av en ny formell stratigrafisk

Tabell 2: Resultat från punkträkningsanalys av samliga insamlade prov. 300 punkter räknades på varje slip. Steglängden justerades efter kornstorlek.

Prov-ID	Lokal	Monokvarts %	Polykvarts %	Kvartsöverväxt %	Kvarts totalt	K-fältspat %	Bergartsfragment %	Glimmer	Glaukonit	Matrix %	Bergart
JK 1	Brantevik				72,0	17,0				11,0	Subarkos
JK 2	Vik	84,0		4,0	88,0	5,6	0,3			6,0	Kvartsarenit
JK 3	Vik	88,6	4,0	6,0	98,6	0,3				1,0	Kvartsarenit
JK 4	Vik	73,0			73,0	2,6				24,3	Kvartsvacka
JK 5	Vik	84,3	0,6	5,6	90,5	2,9				6,0	Kvartsarenit
JK 6	Vilhelmsberg	87,0	2,0	10,3	99,3			0,3		0,3	Kvartsarenit
JK 7	Vilhelmsberg	91,3	0,3	8,0	99,6			0,3			Kvartsarenit
JK 8	Lunkaberg	93,0	0,3	4,0	97,3	2,3				0,3	Kvartsarenit
JK 9	Lunkaberg				36,6	1,0				62,3	Kvartsvacka
JK 10	Lunkaberg	95,0		1,3	96,3	0,6		0,3		2,3	Kvartsarenit
JK 11	Lunkaberg	24,3			24,3	0,6		2,3		72,6	Kvartsvacka
JK 12	Lunkaberg	65,3			65,3	5,3		0,3		28,9	Kvartsvacka
JK 13	Lunkaberg	86,3		1,3	87,6	10,0				2,3	Subarkos
JK 14	Lunkaberg	57,0			57,0	2,3		1,3		39,3	Kvartsvacka
JK 15	Simris	86,0	1,0	11,6	98,6	0,3	0,3			0,3	Kvartsarenit
JK 16	Simris	90,6	1,6	4,6	96,8	1,6		0,3		1	Kvartsarenit
JK 17	Baskernölla	79,0		1,6	80,6	18,6				0,6	Subarkos
JK 18	Tobisborg	94,0	0,6	3,0	97,6	1,2	1,0				Kvartsarenit
JK 19	Tobisborg	95,0	0,3	1,6	96,9	1,0	0,3			1,3	Kvartsarenit
JK 20	Tobisborg	89,6	0,6	6,0	96,2	1,8		0,3		1,6	Kvartsarenit
JK 21	Tobisborg	93,3	0,3	5,9	99,5			0,3		0,3	Kvartsarenit



Figur 13: BSE-mikroskopibilder som visar mineralsammansättning, porositet mm. Svart är porositet, mörkgrått är kvarts och ljusgrått representerar fältspater. De vita prickarna är tungmineral. A. Brantevik, JK 1. B. Vik, JK 2. C. Vik, JK 3. D. Vik, JK 4. E. Vik, JK 4. F. Vik, JK 5. G. Vik, JK 5. H. Vilhelmsberg, JK 6. I. Vilhelmsberg, JK 7. J. Lunkaberg, JK 8.



Figur 13: BSE-mikroskopibilder som visar mineralsammansättning, porositet mm. Svart är porositet, mörkgrått är kvarts och ljusgrått representerar fältspater. De vita prickarna är tungmineral. K. Lunkaberg, JK 10. L. Lunkaberg, JK 10. M. Lunkaberg, JK 11. N. Lunkaberg, JK 12. O. Lunkaberg, JK 13. P. Simris, JK 15. Q. Simris, JK 16. R. Baskemölla, JK 17. S. Tobisborg, JK 21. T. Tobisborg, JK 21.

enhet krävs att denna är tydligt definierad samt att dess karaktäristiska egenskaper är detaljerat beskrivna. Enhetens typ, namn, och rang måste också anges. Vidare måste den stratotyp eller typlokal anges, på vilken enhetens definition och beskrivning är baserad. Vid studier av sedimentära bergarter används begreppet stratotyp (typsektion), medan man anger typlokal för magmatiska och metamorfa enheter. För att den nyskapade stratigrafiska enheten skall vara giltig måste den först publiceras i ett känt, vetenskapligt medium (Salvador 1994).

I formella enhetsnamn inleds varje ord med versaler, som i t.ex. "Hardeberga Sandstone". Informella namn kan användas för t.ex. akvifärer, olje- och gasreservoarer och behöver inte uppfylla de krav som ställs på namngivning av en ny formell enhet. Dessa namn inleds alltid med liten bokstav. ISSC avråder starkt från att i informella namn använda sig av formella stratigrafiska enhetsbegrepp (formation, led etc.). Detta kan medföra att ett informellt namn, vid t.ex. en muntlig presentation, kommer att uppfattas som ett formellt och så småningom betraktas som ett sådant (Salvador 1994).

Stratigrafiska enhetsnamn är nästan alltid sammansatta. Namnet på litostratigrafiska enheter skall enligt ISSC bestå av ett lämpligt geografiskt namn tillsammans med enhetens rang eller en, för enheten, karaktäristisk, litologisk term. ISSC avråder från att använda både rang och litologisk term i samma enhetsnamn, som i t.ex. Ahlbergs (1998) "Hardeberga Sandstone Formation", och ISSC menar också att enhetens rang är att föredra framför en litologisk term vid namngivning av en ny enhet. Detta beror på att den litologiska termen inte visar vilken position enheten har i den stratigrafiska hierarkin. Dessutom kan en sådan namngivning medföra problem där enhetens litologiska karaktär förändras lateralt av olika anledningar och inte längre har samma egenskaper som dess namn anger (Salvador 1994). Denna rekommendation går stick i stäv med hittillsvarande litostratigrafisk indelning i Skåne. Ett annat problem med sådan namngivning är då grupper skall namnges. Dessa kan bestå av flera formationer med varierande litologisk karaktär, varför en litologisk term i namnet skulle vara missvisande (Salvador 1994).

ISSC påpekar problemet med att använda samma geografiska namn för två eller flera enheter. Vad avser den underkambriska stratigrafiska indelningen i Skåne, så är det främst just missbruket av termen "Hardeberga" som orsakat den osäkerhet som idag råder. Såväl Hadding (1929), Bergström (1970) som Lindström & Staude (1971) har använt namnet Hardeberga på enheter med olika stratigrafiska placering och mäktighet. Läggs därtill att även andra författare använt termen "Hardeberga" tillsammans med varierande litologiska begrepp i enhetsnamn. Angelin namngav dessutom redan år 1877 i stort sett hela den underkambriska lagerföljden som "Hardeberga Sandstone" (figur 1).

Vid ändring av olika enheters rang gäller samma rekommendationer som vid upprättandet av en helt ny stratigrafisk enhet. När Hamberg (1990) gjorde sin stratigrafiska indelning medförde denna ganska stora förändringar vad avser de ingående enheternas rang. Något

förenklat kan man säga att Hamberg (1990) tog Lindström & Staude (1971) fyra äldsta formationer och benämnde dessa för led. Sedan menade Hamberg (1990) att dessa tillsammans utgör "Hardeberga Formation". Han valde även att ge den yngsta av de fyra leden namnet "Tobisvik Mb." (figur 1), ett namnval som inte motiverades eller diskuterades i någon publicerad artikel. Hamberg (1990) tillade att hans stratigrafiska indelning är informell. Vad han menar med detta är osäkert, men troligtvis var han medveten om att hans indelning inte motsvarar de rekommendationer som finns och som bör följas vid upprättandet av nya formella enheter. Hamberg (1990) använde sig, trots att han förklarat sin indelning som informell, av formella enhetsnamn. Hambergs (1990, 1991) stratigrafiska arbeten skiljer sig också från tidigare författares på många punkter. Han nämner mycket lite om berggrundens litologiska karaktärer. Ej heller visar han på några petrografiska resultat. Istället bidrar Hamberg (1990, 1991) med detaljerade faciesbeskrivningar och resonemang kring faciesassociationer. De ingående enheternas stratigrafiska gränser är huvudsakligen placerade vid nivåer där Hamberg (1991) anser sig urskilja en förändring i facies som pekar på förändrade depositionsförhållanden, t.ex. vid erosionsytor orsakade av transgression. Dessa erosionsytor kännetecknas av ett tunt konglomerat.

ISSC har även satt upp rekommendationer för upprättandet av stratotyper. En stratotyp för en viss enhet får endast ändras om den visar sig vara felaktigt grundad. Annars får den ursprungliga stratotypen (holostratotypen) inte ersättas med en ny. Orsaker som försämrade åtkomlighet, strukturellt komplicerad sektion eller minskad blottningsgrad är inte tillräckliga för att den skall ersättas. Däremot är det ibland lämpligt att upprätta en eller flera referenssektioner (hypostratotyper) som komplement till holostratotypen (Salvador 1994). Enligt Lindström & Staude (1971) så skall ca 60 meter av den underkambriska lagerföljden ha varit blottad i de olika stenbrotten vid Lunkaberg. Lokalen fungerar som stratotyp för "Lunkaberg Sandstein" (Lindström & Staude 1971). Idag finns endast ca 10 meter av de yngsta lagerna blottade eftersom stenbrotten schaktats igen eller vattenfyllets. Det är vid sådana här situationer som det är lämpligt att upprätta en hypostratotyp, som komplement till holostratotypen. Vad gäller hypostratotyp för berggrunden som blottas i Lunkabergs stenbrott, så finns det idag ingen lämplig lokal för detta ändamål.

Bergström (1970) var den förste som diskuterade stratotyper för de underkambriska litostratigrafiska enheterna i Skåne. Hardeberga stenbrott angavs som stratotyp för Regnélls "Hardeberga Sandstone", men vid upprättandet av enheten "Norretorp Sandstone", angavs ingen stratotyp. Inte heller beskrevs den nya enhetens geologiska och stratigrafiska egenskaper, och valet av termen "Norretorp" lämnades utan förklaring (Bergström 1970). En illustration från Bergström *et al.* (1982) visar dock att Norretorp är en lokal strax väster om Hardeberga stenbrott. Bergström (1970) är långt ifrån ensam om att utelämnat stratotyper för nyskapade stratigrafiska enheter. Givetvis kan detta ha sin förklaring i att rekommenda-

tioner, som de från ISSC, framför allt kommit till under senare år (ISSC gav ut första upplagan av International Stratigraphic Guide år 1976), medan upprättandet av litostratigrafiska enheter i Skånes underkambrium till stor del skett långt tidigare. Hamberg (1990) borde däremot vid upprättandet av "Tobisvik Mb." ha angett en stratotyp för enheten, och en detaljerad beskrivning av enheten och dess stratotyp borde ha publicerats.

Vad gäller användandet av borrhämnor som stratotyp, så strider detta inte mot de rekommendationer som ISSC satt upp. Dock ställs samma krav på denna form av stratotyp som på stratotyper vid blottningar ovan mark. Under senare år har ett antal borrhämnor tagits upp i området mellan Södra Sandby och Dalby öster om Lund. Dessa borrhämnor överlappar varandra stratigrafiskt och ger tillsammans en komplett sektion från det kristallina underlaget upp till nedre delen av "Norretorp Formation". När en utförlig analys och beskrivning av dessa borrhämnor utförts, kan de utgöra en viktig byggsten vid en framtida mer komplett stratigrafisk kartläggning av den underkambriska berggrunden i Skåne. Förslag på hur detta skall gå till tas upp längre fram i detta arbete.

Alla stratigrafiska enheter skall ha klart definierade gränser. Dessa skall, hos litostratigrafiska enheter, placeras där lagerföljden byter litologisk karaktär. Detta kan innebära såväl tydliga, abrupta förändringar som gradvisa övergångar från en litologi till en annan (Salvador 1994). En viktig faktor, som är avgörande för det rumsliga begränsandet av en litostratigrafisk enhet, är att de litologiska egenskaperna skall vara karterbara i fält och inte bara kunna noteras genom geofysiska analyser eller med mikroskopi (Salvador 1994). Vid en gradvis övergång mellan två olika litologier bör enhetsgränsen placeras vid den undre litologins sista uppträdande eller vid den övre litologins första uppträdande.

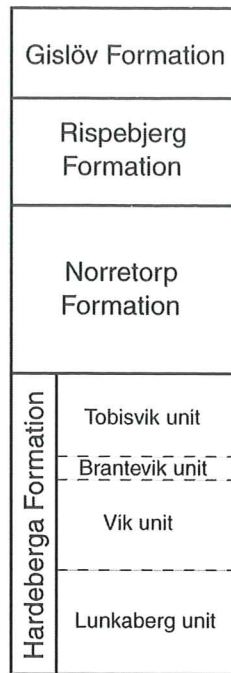
Vad avser den underkambriska lagerföljden i Skåne, så är ett av de stora problemen bristen på blottade enhetsgränser. De enda av Ahlbergs (1984) formationsgränser som idag är blottade på Österlen är undre och övre gränsen av "Rispebjerg Sandstone". Båda finns blottade på stranden mellan Brantevik och Gislövshammar och är mycket tydliga. Den övre gränsen mot "Gislöv Formation" syns dock i regel bara vid lågt vattenstånd (Bergström & Ahlberg 1981). Såväl "Norretorp Formation" som "Rispebjerg Sandstone" och "Gislöv Formation" skiljer sig markant från varandra litologiskt och är också tydligt avgränsade. Detta har gjort dem enkla att hantera stratigrafiskt. Däremot finns det en mängd frågetecken kring den del av lagerföljden som är äldre än "Norretorp Formation". Ända sedan Bergströms (1970) stratigrafiska indelning av den aktuella lagerföljden har gränsen mellan "Norretorp Formation" och den underliggande lagerföljden stått fast och konsekvent använts av andra författare. Dock har den äldre delen av lagerföljden döpts om eller ytterligare delats in i mindre stratigrafiska enheter (figur 1).

Den senast uppförda stratigrafiska indelningen är den av Hamberg (1990, 1991) och den skiljer sig, som tidigare nämnts, på flera sätt från tidigare författares. När man studerar Hambergs (1990, 1991) material får man

en känsla av att hans diskussion är mer av sekvensstratigrafisk karaktär. Vad avser de facies och faciesassociationer som beskrivs, så följer Hambergs (1990, 1991) antagande ett logiskt mönster och det finns inte något som talar mot att de resultat som presenteras skulle vara inkorrekta. Däremot är Hambergs (1990, 1991) litostratigrafiska indelning av lagerföljden svårtolkad, då den baseras på sekvensstratigrafiska modeller och inte på egenskaper som används vid litostratigrafisk klassifikation.

Mot bakgrund av andra författares stratigrafiska indelningar och vad som tidigare diskuterats kring dessa, samt de resultat som tagits fram i fält och i olika mikroskoperingsstudier, finns det en mängd saker att åtgärda för att den litostratigrafiska indelningen av underkambrium i Skåne skall följa rekommendationerna från ISSC. Först och främst bör en formell litostratigrafisk indelning och namngivning av de ingående enheterna göras. Jag anser att den indelning som föreslagits av Bergström (1970) och senare också av Bergström & Ahlberg (1981) och Ahlberg (1984), fast då med andra enhetsnamn, är en lämplig indelning av lagerföljden (figur 1). De ingående enheterna bör även i fortsättningen betecknas som formationer. Däremot borde en ändring av enhetsnamnen "Rispebjerg Sandstone" och "Hardeberga Sandstone" till "Rispebjerg Formation" respektive "Hardeberga Formation" göras, så att enheternas rang inte skall kunna misstolkas. De nya namnen har också andra fördelar vilka diskuterats tidigare i arbetet. Figur 14 visar förslag till ny stratigrafisk indelning. De nya föreslagna formationsnamnen används nedan om inte annat anges. De fyra formationer som ingår i Bergströms (1970), Bergström & Ahlbergs (1981) och Ahlbergs (1984) indelning, och som nu ligger till grund för det nya förslag som här presenteras, är alla lätta att identifiera och särskilja från varandra. Några tveksamheter kring formationsgränsernas placering föreligger inte heller. Den yngsta formationen "Gislöv Formation" är av Bergström & Ahlberg (1981) väl dokumenterad, och det finns inte något att tillägga vad gäller denna. "Rispebjerg Formation" är även den väl beskriven av bl.a. Hadding (1929) och Lindström & Staude (1971). Namnet Rispebjerg härrör från en lokal vid Øleaa på sydöstra Bornholm (Hansen 1937), vilken också kan utgöra stratotyp för enheten. Lokalen har ej undersökts för detta arbete, varför frågor rörande dess lämplighet som holostatotyp ej kan besvaras. Däremot föreslås att en hypostratotyp i Skåne upprättas för "Rispebjerg Formation". Någon av blottningarna av formationen på stranden mellan Brantevik och Gislövshammar föreslås för detta ändamål. Här är formationens gräns mot den underliggande "Norretorp Formation" synlig och lokalerna är sedan tidigare beskrivna av Hadding (1929, 1932), Hansen (1937), Lindström & Staude (1971) samt Ahlberg (1984, 1998). En av dessa lokaler kan i framtiden också, om lokalen på Bornholm visar sig vara mindre lämplig, utgöra lämplig holostatotyp för "Rispebjerg Formation".

"Norretorp Formation" upprättades av Bergström (1970). Någon stratotyp för formationen utsågs aldrig, men formationen finns blottad såväl på stranden mellan



Figur 14: Förslag på framtida formell litostratigrafisk indelning av underkambrium i Skåne. Notera att enheter med streckade gränser är informella. Tidsaxeln är inte skalenlig.

Brantevik och Gislövshammar som i Hardeberga stenbrott öster om Lund. Det finns även andra lokaler på Österlen där "Norretorp Formation" är blottad. Dessa skärningar är inte fullt så informativa och har inte beskrivits i detalj. Lokalen söder om Brantevik uppfyller de krav som ställs på en stratotyp. Framför allt så är den väl dokumenterad (Hadding 1929, 1932; Hansen 1937; Regnéll 1960; Lindström & Staude 1971; Ahlberg 1998) och lättillgänglig. Lagerföljden i Hardeberga stenbrott är också noggrant dokumenterad (Bergström *et al.* 1982; Hamberg 1991; Ahlberg 1998). Däremot är tillgängligheten ett frågetecken i Hardeberga stenbrott. Det är nämligen svårt att detaljstudera "Norretorp Formation" eftersom skärningarna är mycket höga och svåra att nå. Därför talar det mesta för att stratotypen för "Norretorp Formation" bör ligga mellan Brantevik och Gislöv. Däremot föreslås att Hardeberga stenbrott i framtiden skall fungera som hypostratotyp för formationen.

Eftersom de tre yngsta formationerna är så väl beskrivna samt lätta att identifiera och särskilja, så har tyngdpunkten av detta arbete lagts på att utvärdera stratigrafin hos lagerföljden under "Norretorp Formation". Denna sekvens har litostratigrafiskt finindelats av Lindström & Staude (1971) och Hamberg (1990, 1991) (figur 1). Lindström & Staudes (1971) indelning i formationer och Hambergs (1990, 1991) indelning av sekvensstratigrafisk karaktär har båda en sak gemensamt. De ingående enheternas gränser är nämligen inte alls, eller mycket dåligt, litologiskt definierade. För att kunna utvärdera dessa författares stratigrafiska indelning gjordes ett fältarbete där bl.a. samtliga av Lindström & Staudes (1971) typsektioner undersöktes. Eftersom Hambergs (1990, 1991) indelning är den senast föreslagna och, sett till rang och

enhetsnamn, mer korrekt än Lindström & Staudes (1971), så utgick fältstudierna från Hambergs indelning. Resultatet kan sammanfattas med att det inte uppstod några svårigheter att i fält konstatera vilka av Hambergs (1990, 1991) led som fanns representerade på de olika lokalerna. Det var endast i Baskemölla som identifikationen av enheter inte kunde göras. Resultatet bygger på identifikation av sedimentära strukturer som Hamberg (1990, 1991) dokumenterat. "Lunkaberg Mb." var identifierbar i stenbrottet i Lunkaberg vid Gislöv och "Vik Mb." i Vik. "Tobisvik Mb." är det led som har störst blottningsgrad på Österlen och enheten påträffades i Brantevik, Tobisborg, Simris, Vilhelmsberg samt Julieberg. Värt att nämna är också att inga gränser observerades samt att ingen lokal visar upp mer än ett av Hambergs (1990, 1991) led. Hans indelning i led bygger alltså helt på facies och faciesassociationer och de ingående enheterna är identifierbara i fält om man utgår från detta. En litostratigrafisk indelning bör däremot grunda sig på tydliga litologiska egenskaper och gränserna skall vara, i fält karterbara, litologiska förändringar. Eftersom detta krav inte uppfylls i Hambergs (1990, 1991) indelning kan denna inte betraktas som formell.

Problemen med att litostratigrafiskt indela underkambrium på Österlen beror främst på bristen på goda vertikala skärningar. Sådana finns det däremot i stenbrottet i Hardeberga där nästan hela lagerföljden under "Norretorp Formation" finns blottad med undantag för den basala delen. Fältarbetet på Österlen visar att det inte går att upprätta en formell indelning av "Hardeberga Formation" i led baserad på det material som idag finns blottat här. De led som upprättats av Hamberg (1990, 1991) kan dock användas för en informell indelning av lagerföljden, och eftersom enheterna är informella bör de ej benämnas led. Därför föreslås att de fyra aktuella leden får nya informella namn (figur 14). Syftet med detta är att indelningen skall vara användbar vid framtida kartering av berggrunden på Österlen. Häri presenterade petrografiska data visar nämligen att de olika enheterna har egenskaper som skiljer dem åt. Gemensamt för alla Hambergs (1990, 1991) led är att kvarts är det helt dominerande detritala mineralet. Egenskaper som däremot skiljer de olika enheterna åt är innehållet av fältspat och, till viss del, porositeten. Mikroklin är det absolut vanligaste fältspatmineralet, men även några enstaka plagioklaskorn har observerats. Hambergs (1990, 1991) "Lunkaberg Mb." är mycket enkel att särskilja från de övriga leden tack vare sin höga mikroklinhalt. Resultat från punkträkning (tabell 2) i tunnslip visar att "Lunkaberg Mb." har en något högre fältspathalt än de övriga. Studier i BSE-mikroskop påvisar också skillnader, men visar att fältspathalten är betydligt högre än den som redovisas i punkträkningsresultaten. Bilder tagna i BSE-mikroskop visas i figur 13.

Hambergs (1990, 1991) "Vik Mb." visar sig i mikroskop innehålla en betydligt lägre halt fältspatkorn än den underliggande "Lunkaberg Mb.". Dessutom har "Vik Mb." en högre porositet än övriga led i Hambergs (1990, 1991) "Hardeberga Formation". Att använda porositet som en faktor vid litostratigrafisk indelning känns

dock osäkert. Porositeten behöver inte vara primär utan har ett diagenetiskt ursprung och kan alltså variera lateralt. Observationen kan däremot ha en mer praktisk betydelse, och t.ex. vara av intresse sett ur ett hydrogeologiskt och byggnadstekniskt perspektiv.

Den ovanliggande "Brantevik Mb." har varken provtagits eller observerats i fält. Enheten var enligt Lindström & Staude (1971) blottad norr om sydhamnen i Brantevik, men var inte blottad under mitt fältarbete. Hadding (1929) identifierade delar av enheten och benämnde den "The lower glauconite zone". Lindström & Staude (1971) beskrev den i Brantevik blottade sekvensen som mörkgrå till grågrön siltsten och finkornig sandsten. Den skall enligt både Hadding (1929) och Lindström & Staude (1971) vara rik på glaukonit, varför den borde vara lätt att särskilja från över- och underliggande enheter.

Den yngsta av Hambergs (1990, 1991) led, "Tobisvik Mb.", är även den petrografiskt lätt att särskilja från de andra. Enheten är den mest grovkorniga av de fyra leden. Dessutom är den mycket välcementerad och man kan tydligt se hur kvartscement omger de välrundade kornen. Ett annat kännetecken är den närmast totala avsaknaden av fältspater. Prov från Vilhelmsberg saknar nästan helt fältspatkorn och prov från lokalerna Tobisborg och Simris har en mycket låg halt av fältspatkorn (figur 13).

Sammanfattning

Detta arbete visar att det går att göra en formell litostratigrafisk indelning av den underkambriska berggrunden på Österlen i enlighet med de rekommendationer som ISSC föreslagit. Indelningen bör utgöras av fyra formationer baserade på den stratigrafi som tagits fram av Bergström (1970), Bergström & Ahlberg (1981) och Ahlberg (1984). Dock bör en namnändring ske hos två av formationerna, så att missförstånd avseende formationernas rang och stratigrafiska läge kan undvikas i framtiden (figur 14). Även holostatotyp och i något fall även hypostratotyp har föreslagits för att göra den litostratigrafiska indelningen mer fullständig och även bidra till att de ingående enheterna lättare kan studeras i fält. Vidare har en informell indelning av "Hardeberga Formation" gjorts mot bakgrund av de studier som utförts av Hamberg (1990, 1991). Denna informella indelning baseras på förändringar i facies och faciesassocierationer inom formationen.

Även de olika enheternas petrografiska egenskaper har studerats och visar på skillnader i framförallt mineralammansättning, men också i porositet. Dessa egenskaper visar att det kanske kan finnas en framtida möjlighet att göra en formell indelning i led av "Hardeberga Formation". För att detta skall kunna bli verklighet måste tillgång till vertikala skärningar, med större mäktighet än de som finns blottade på Österlen, finnas till hands. I Hardeberga stenbrott, Sydsten AB, öster om Lund finns det möjlighet att studera den underkambriska lagerföljden, vilket också många av de tidigare författarna gjort. Tyvärr finns den basala delen av underkambrium

inte blottad här och dessutom råder det tveksamhet vad gäller tillgängligheten för detaljstudier av de i brottet blottade enheterna. De borrhämnor som tagits upp i Skryllebrottet, Ballast Syd AB, mellan Södra Sandby och Dalby kan i framtiden komma till användning. Borrhämnorna visar tillsammans upp en komplett lagerföljd från urberget upp till markytan. Kanske kan dessa i framtiden ge oss en möjlighet att upprätta en mer detaljerad litostratigrafi av underkambrium och även bidra till ökad kunskap rörande lagerföljdens avsättningsförhållande och petrografiska egenskaper.

Tack

Jag vill framför allt tacka mina handledare Dr. Anders Ahlberg och Dr. Per Ahlberg för all hjälp med litteratur och frågor. Dessutom vill jag tacka Niklas Axheimer och Andreas Nilsson för deras hjälp med datorrelaterade problem, Dr. Sven Stridsberg för hjälp med layout samt professor Kent Larsson för konstruktiva kommentarer. Ett speciellt tack till Dr. Mikael Erlström på Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) för rådgivning inför fältarbetet och hjälp med litteratur.

Referenslista

- Ahlberg, P., 1984: The Lower Cambrian sequence in Skåne, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 106, 380-381.
- Ahlberg, P., (ed.) 1998: Guide to excursions in Scania and Västergötland, southern Sweden. IV Field Conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group. International Subcommission on Cambrian Stratigraphy. Sweden, 24-31 August 1998. *Lund Publications in Geology* 141, 1-47.
- Angelin, N. P., 1877: Geologisk öfversigts-karta öfver Skåne med åtföljande text, på uppdrag af Malmöhus och Christianstads läns Kongl. Hushållnings Sällskap utarbetad. Lund: Fr. Berlings Boktryckeri och Stilgjuteri. 83 sidor.
- Bergström, J., 1970: *Rusophycus* as an indication of early Cambrian age. *Geological Journal, Special Issue* 3, 35-42.
- Bergström, J. & Ahlberg, P., 1981: Uppermost Lower Cambrian biostratigraphy in Scania, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 103, 193-214.
- Bergström, J. & Gee, D. G., 1985: The Cambrian in Scandinavia. Publicerat i: *The Caledonide Orogen - Scandinavia and related Areas*, 247-271. Redaktör: D. G. Gee & B. A. Sturt, John Wiley & Sons, New York.
- Bergström, J., Holland, B., Larsson, K., Norling, E. & Sivhed, U., 1982: Guide to excursions In Scania. *Sveriges Geologiska Undersökning Ca* 54, 1-95.
- Carserud, L., 1992: *Geologiska sevärdheter i Skåne*, Lund. 77 sidor.
- Cooper, M. R., Evans, J., Flint, S. S., Hogg, A. J. C. & Hunter, R. H., 2000: Quantification of detrital, anti-

- genic and porosity components of the Fontainebleau Sandstone: a comparison of conventional optical and combined scanning electron microscope-based methods of modal analyses. Publicerat i: *Quartz Cementations in Sandstones*, 89-101. Redaktör: Worden, R. H. & Morad, S., Blackwell Science, Oxford.
- Hadding, A., 1929: The pre-Quaternary sedimentary rocks of Sweden. III: The Paleozoic and Mesozoic sandstones of Sweden. *Lunds Universitets Årsskrift, N. F.*, 2, 25 (3), 1-287.
- Hadding, A., 1932: The pre-Quaternary sedimentary rocks of Sweden. IV: Glauconite and glauconitic rocks. *Lunds Universitets Årsskrift, N. F.*, 2, 28 (2), 1-175.
- Hamberg, L., 1990: Tidevands- og stormdominerede aflejringsmiljøer i den Nedre Kambriske Hardeberga Formation i Skåne og på Bornholm. *Årsskrift For Dansk Geologisk Forening*, 1987-89, 15-20.
- Hamberg, L., 1991: Tidal and seasonal cycles in a Lower Cambrian shallow marine sandstone (Hardeberga Fm.) Scania, Southern Sweden. Publicerat i: *Clastic Tidal Sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 16*, 255-274. Redaktör: D. G. Smith, G. E. Reinson, B. A. Zaitlin & R. A. Rahmani.
- Hamberg, L., 1994: Praestens Badekar i Skåne- en jordskælvsbetinget indsynkningsstruktur. *VARV 1994* (2), 35-42.
- Hansen, K., 1937: Sammenlignende studier over kambriet i Skåne og paa Bornholm. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 9, 151-182. [English summary.]
- Harrel, J., 1984: A visual comparator for degree of sorting in thin and plane section. *Journal of sedimentary Petrology* 54, 646-650.
- Lindström, M., 1972: Cold age sediments in Lower Cambrian of south Sweden. *Geologica et Palaeontologica* 6, 9-23.
- Lindström, M. & Staude, H., 1971: Beitrag zur Stratigraphie der unterkambrischen Sandsteine des südlichsten Skandnaviens. *Geologica et Palaeontologica* 5, 1-7.
- Matthews, S. C. & Cowie, J. W., 1979: Early Cambrian transgressions. *Journal of the Geological Society of London*, v. 136, p. 133-135.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. & Siever, R., 1987: *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag, New York, 553 sidor.
- Piper, J. D. A., 1985: Continental movements and breakup in Late Precambrian-Cambrian times: prelude to Caledonian orogenesis. Publicerat i: *The Caledonide Orogen - Scandinavia and related Areas*, 19-34. Redaktör: D. G. Gee & B. A. Sturt, John Wiley & Sons, New York.
- Regnéll, G., 1960: The Lower Palaeozoic of Scania. Publicerat i: *The Lower Palaeozoic of Scania, the Silurian of Gotland*, 3-43. Redaktör: G. Regnéll & J. E. Hede. International Geological Congress, 21st Session, Norden 1960, Guidebook Sweden d.
- Salvador, A., (ed.) 1994: *International Stratigraphic Guide- A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. Andra upplagan. The Geological Society of America, Boulder, Colorado. 214 sidor.
- Shaikh, N. A. & Skoglund, R., 1974: The sandstone sequence at Listarum - A contribution to the stratigraphy of the Lower Cambrian in Skåne, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 96, 429-433.
- Surlyk, F., 1980: Denmark. In: *Geology of the European Countries, Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden*. 26th Inter. Geol. Congr. p. 1-50.
- Torsvik, T. H., 1998: Palaeozoic palaeogeography: A North Atlantic viewpoint. *GFF* 120, 109-118.

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

62. Sandström, Olof, 1994: Petrology and depositional history of the Campanian strata at Maltesholm, Scania, southern Sweden.
63. Pålsson, Christian, 1995: Middle-Upper Ordovician trilobites and stratigraphy along the Kyrkbäcken rivulet in the Röstånga area, southern Sweden.
64. Gustafson, Lars, 1995: Senkvartär stratigrafi och utveckling i Örseryd, mellersta Blekinge.
65. Gichina, Boniface M., 1995: Early Holocene water level changes as recorded on the island of Senoren, eastern Blekinge, southeastern Sweden.
66. Nilson, Tomas, 1996: Process- och miljötolkning av sedimentationen i en subglacial läsideskavitet, Järnavik, S. Blekinge.
67. Andersson, Jenny, 1996: Sveconorwegian influence on the ca. 1.36 Ga old Tjärnesjö granite, and associated pyroxene bearing quartz-monzonites in southwestern Sweden.
68. Olsson, Ingela, 1996: Sedimentology of the Bajocian Fuglunda Member at Eriksdal, Scania, southern Sweden.
69. Calner, Hanna, 1996: Trace fossils from the Paleocene-Middle Eocene Monte Sporno flysch complex, Northern Apennines, Italy.
70. Calner, Mikael, 1996: Sedimentary structures and facies of fine grained deep-water carbonate turbidites in a Paleocene-Middle Eocene flysch complex, Monte Sporno, Northern Apennines, Italy.
71. Hesbøl, Ros-Mari, 1996: Retrograded eclogites of the Richarddalen Complex, NW Svalbard - Petrology and P/T-conditions.
72. Eriksson, Mats, 1996: Lower Silurian polychaetaspid and ramphoprionid polychaetes from Gotland: aspects on taxonomy and palaeoecology.
73. Larsson, Daniel, 1996: Proterozoic hydrothermal alteration and mineralization along the Protogine Zone in southern Sweden.
74. Rees, Jan, 1996: A new hybodont shark fauna from the Upper Jurassic Vitabäck Clays at Eriksdal, Scania, southern Sweden.
75. Bengtsson, Fredrik, 1996: Paleomagnetisk undersökning av senpaleozoiska gångbergarter i Skåne; Kongadiabas, melafyr och kullait.
76. Björngreen, Maria, 1996: Kontrollprogram vid avfallsupplag - en utvärdering.
77. Hansson, Anders, 1996: Adaptations and evolution in terrestrial carnivores.
78. Book, Jenny, 1996: A Light Microscopy and Scanning Electron Microscopy study of coccoliths from two bore holes along the City Tunnel Line in Malmö, Sweden.
79. Broström, Anna, 1996: The openness of the present-day landscape reflected in pollen assemblages from surface sediments in lakes - a first step towards a quantitative approach for the reconstruction of ancient cultural landscapes in south Sweden.
80. Paulsson, Oskar, 1996: Sevekomplexets utbredning i norra Kebnekaise, Skandinaviska Kaledoniderna.
81. Sandelin, Stefan, 1997: Tektonostratigrafi och protoliter i Mårma-Vistasområdet, Kebnekaise, Skandinaviska Kaledoniderna.
82. Meyerson, Jacob, 1997: Uppermost Lower Cambrian - Middle Cambrian stratigraphy and sedimentary petrography of the Almbacken drill-core, Scania, southern Sweden.
83. Åkesson, Mats, 1997: Moränsedimentologisk undersökning och bestämning av postglacialt bildade järn- och manganminerall i en drumlinformad rygg.
84. Ahlgren, Charlotte, 1997: Late Ordovician communities from North America.
85. Strömberg, Caroline, 1997: The conodont genus *Ctenognathodus* in the Silurian of Gotland, Sweden.
86. Borgenlöv, Camilla, 1997: Vätskeinklusioner som ledtrådar till bildningsmiljön för Bölets manganmalm, Västergötland, södra Sverige.
87. Mårtensson, Thomas, 1997: En petrografisk och geokemisk undersökning av inneslutningar i Nordingrågraniten.
88. Gunnemyr, Lisa, 1997: Spårämnesförsök i konstgjort infiltrerat vatten - en geologisk och hydrogeologisk studie av Strömsholmsåsen, Hallstahammar, Västmanland.
89. Antonsson, Christina, 1997: Inventering, hydrologisk klassificering samt bedömning av hydrogeologisk påverkan av våtmarksområden i samband med järnvägstunnelbyggnation genom Hallandsåsen, NV Skåne.
90. Nordborg, Fredrik, 1997: Granens markpåverkan - en studie av markkemi, jordmänsbildning och lermineralogi i gran- och lövskogsbestånd i södra Småland.
91. Dobos, Felicia, 1997: Pollen-stratigraphic position of the last Baltic Ice Lake drainage.
92. Nilsson, Johan, 1997: The Brennvinnsfjorden Group of southern Botniahalvøya, Nordaustlandet, Svalbard - structure, stratigraphy and depositional environment.
93. Tagesson, Esbjörn, 1998: Hydrogeologisk studie av grundvattnets kloridhalter på östra Listerlandet, Blekinge.
94. Eriksson, Saskia, 1998: Morängenetiska undersökningar i klintar vid Greifswalder Boddens södra kust, NÖ Tyskland.
95. Lindgren, Johan, 1998: Early Campanian mosasaurs (Reptilia; Mosasauridae) from the Kristianstad Basin, southern Sweden.

96. Ahnesjö, Jonas, B., 1998: Lower Ordovician conodonts from Köpings klint, central Öland, and the feeding apparatuses of *Oistodus lanceolatus* Pander and *Acodus deltatus* Lindström.
97. Rehnström, Emma, 1998: Tectonic stratigraphy and structural geology of the Ålkatj-Tielma massif, northern Swedish Caledonides.
98. Modin, Anna-Karin, 1998: Distributionen av kadmium i moränmark kring St. Olof, SÖ Skåne.
99. Stockfors, Martin, 1998: High-resolution methods for study of carbonate rock: a tool for correlating the sedimentary record.
100. Zillén, Lovisa, 1998: Late Holocene dune activity at Sandhammaren, southern Sweden-chronology and the role of climate, vegetation, and human impact.
101. Bernhard, Maria, 1998: En paleoekologisk-paleohydrologisk undersökning av våtmarkskomplexet Rolands hav, Blekinge.
102. Carlemalm, Gunnar, 1999: En glacialgeologisk studie av morän och moränfyllda sprickor i underliggande sandersediment, Örsjö, Skåne.
103. Blomstrand, Malou, 1999: 1992-1998 Seismicity and Deformation at Mt. Eyjafjallajökull volcano, South Iceland.
104. Dahlqvist, Peter, 1999: A Lower Silurian (Llandoveryan) halysitid fauna from the Berge Limestone Formation, Norderön, Jämtland, central Sweden.
105. Svensson, Magnus A., 1999: Phosphatized echinoderm remains from upper Lower Ordovician strata of northern Öland, Sweden - preservation, taxonomy and evolution.
106. Bengtsson, Anders, 1999: Trilobites and bradoriid arthropods from the Middle and Upper Cambrian at Gudhem in Västergötland, Sweden.
107. Persson, Christian, 1999: Silurian graptolites from Bohemia, Czech Republic.
108. Jacobson, Mattias, 1999: Five new cephalopod species from the Silurian of Gotland.
109. Augustsson, Carita, 1999: Lapillituff som bevis för underjurassisk vulkanism av strombolikaraktär i Skåne.
110. Jensen, Sigfinn J., 1999: En silurisk transgressiv karbonatlagertföljd vid S:t Olofsholms stenbrott, Gotland.
111. Lund, Mats G., 1999: En strukturgeologisk modell för berggrunden i Sarvesvage-Luotlakko-området, Sareks Nationalpark, Lappland.
112. Magnusson, Jakob, 1999: Exploration of submarine fans along the Coffee Soil Fault in the Danish Central Graben.
113. Wickström, Jenny, 1999: Conodont biostratigraphy in Volkhovian sediments from the Mäekalda section, north-central Estonia.
114. Sjögren, Per, 1999: Utmarkens vegetationsutveckling vid Ire i Blekinge, från forntid till nutid - en pollenanalytisk studie.
115. Sälgeback, Jenny, 1999: Trace fossils from the Permian of western Dronning Maud Land, Antarctica.
116. Söderlund, Pia, 1999: Från gabbro till granatamfibolit. En studie av metamorfos i Åkermetabasiten väster om Protoginzonen, Småland.
117. Jönsson, Karl-Magnus, 2000: Sedimentologiska och litostratigrafiska undersökningar i södra Malmös kvartära avlagringar, södra Sverige.
118. Romberg, Ewa, 2000: En sediment- och biostratigrafisk undersökning av den tidigare Littorina-lagunen vid Barsebäck, SV Skåne, med beskrivning av en Preboreal klimatoscillation.
119. Bergman, Jonas, 2000: Skogshistoria i Söderåsens nationalpark. En pollenanalytisk studie i Söderåsens nationalpark, Skåne.
120. Lindahl, Anna, 2000: En paleoekologisk och paleohydrologisk studie av fuktängar i Bräkneåns dalgång, Bräkne-Hoby, Blekinge.
121. Eneroth, Erik, 2000: En paleomagnetisk detaljstudie av Sarekgångsvärmen.
122. Terfelt, Fredrik, 2000: Upper Cambrian trilobite faunas and biostratigraphy at Kakeled on Kinnekulle, Västergötland, Sweden.
123. Sundberg, Sven Birger, 2000: Vattenrening genom komplexbildning mellan järn och humusämnen - en litteraturstudie med försök
124. Sundberg, Sven Birger, 2000: Sedimentationsprocesser och avlagringsmiljö för en kantrygg kring platåleran vid Rydsgårds gods i backlandskapet söder om Romeleåsen, Skåne
125. Kjollerström, Anders, 2000: En geokemisk studie av bergartsvariationen på Bullberget i västra Dalarna.
126. Cinthio, Kajsa, 2000: Senglacial och tidigholocen etablering och expansion av lövträd på en lokal i nordvästra Rumänien.
127. Lamme, Sara, 2000: Klimat- och miljöförändringar under holocen i Sylarnaområdet, södra svenska Skanderna, baserat på analys av makrofossil och klyvöppningar.
128. Jönsson, Charlotte, 2000: Geologisk och hydrogeologisk modellering av området mellan Bjuv och Söderåsen, nordvästra Skåne.
129. Kleman, Johan, 2001: Utvärdering av den underkambriska litostratigrafin på Österlen, södra Sverige.
130. Sundler, Malin, 2001: En jämförande studie mellan uppmätt och MACRO-simulerad pesticidutlakning på ett odlingsfält i Skåne.