

# **EXAMENSARBETE I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET**

**Historisk geologi och Paleontologi**

---



**En silurisk transgressiv karbonatlagarföljd vid  
S:t Olofsholms stenbrott, Gotland**

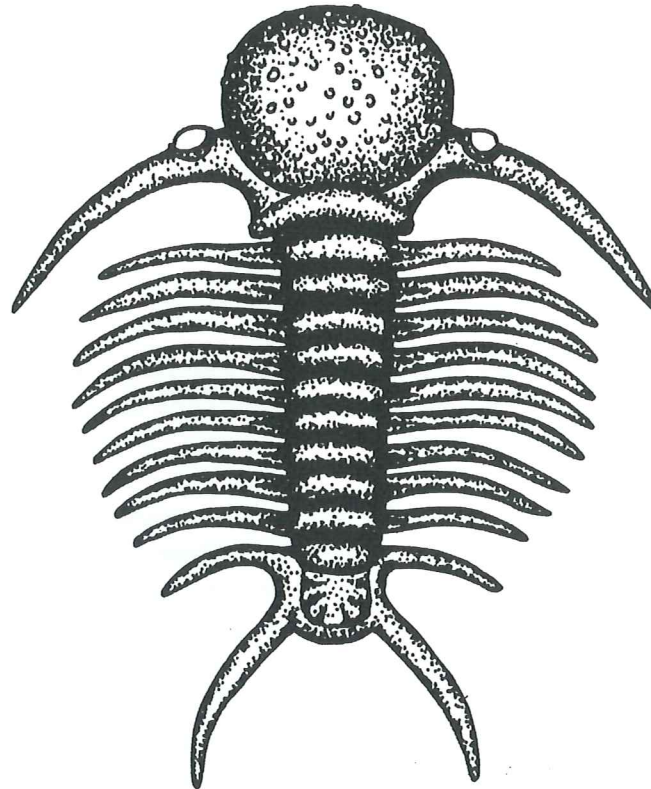
**Sigfinn J. Jensen**

---

# EXAMENSARBETE I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Historisk geologi och Paleontologi

---



En silurisk transgressiv karbonatlagarföljd vid  
S:t Olofsholms stenbrott, Gotland

Sigfinn J. Jensen

# A Silurian transgressive carbonate succession at S:t Olofsholm Quarry, Gotland

SIGFINN JEFF JENSEN

Jensen, S.J., 1999: En silurisk transgressiv karbonatlagarföljd vid S:t Olofsholms stenbrott, Gotland. *Examensarbete i geologi vid Lunds Universitet, Historisk geologi och paleontologi, 20 poäng, Nr 110, 13 sidor.*

**Abstract:** An investigation of carbonate sediments from the upper part of the Slite Beds on Gotland shows that the deposition has occurred in a shallow oxidated sea. The sediments in S:t Olofsholm Quarry consist of six different lithologies: 1) Coarse-grained crinoid rudstone, 2) Fine-grained crinoid rudstone, 3) Coarse-grained crinoid grainstone, 4) Fine-grained crinoid grainstone, 5) Floatstone and 6) Boundstone. The sediments consist at the deposition for the most part of crinoid fragments of sand to gravel size and were deposited during high energy conditions close to a reef. A high frequency of detrital, overturned stromatoporoids indicate that storms were important. High energy environments are reflected by erosional surfaces, low-angle cross-bedding, shell lags and large-scale wave ripples. The lithologies and sedimentary structures indicate shoreface deposition. The upwards fining grain size and the decreasing frequency of redeposited stromatoporoids point towards a gradually decreasing energy, which can be related to a known relative sea-level rise. The sandy and silty sediments with small solitarian biostroms (floatstone and boundstone) at the top of the succession can be interpreted as deposited few metres below sea level, where nutrient and energy conditions were suitable for the formation of patch reefs. Fine sediments (floatstone) only occur caught in biostrome cavities.

**Keywords:** Carbonate sediment, crinoid limestone, biostrome, stromatoporoids, tabulate corals, transgression, Slite Beds, Silurian, Wenlockian, Gotland.

*Sigfinn Jeff Jensen, Avd. för Historisk Geologi och Paleontologi, Sölvegatan 13, SE- 223 62 Lund, Sverige. E-mail Sigfinn\_Jensen@hotmail.com*



## Inledning

Syftet med denna undersökning har varit att analysera den sedimentära berggrunden i S:t Olofsholms stenbrott (Slitelager, Gotland, se Fig. 1) med avseende på de depositionsmiljöer i vilka sedimenten bildades och vilka processer som verkade i dessa miljöer. Dessa frågeställningar diskuteras utifrån studier av den vertikala och horisontella faciesfördelningen.

Den blottade gotländska lagerföljden deponerades under sen Llandovery till sen Ludlow (Silur) och omfattar cirka 500 meter av grundmarina avlagringar (Hede 1960). Dessa har avsatts på en svagt lutande karbonatramp (Sundquist 1982; Frykman 1989; Jacobsson 1997) belägen i den epikontinentala Baltiska Bassängen, på den Baltiska Skölden (Riding 1981). Under avsättningstiden befann sig Baltiska Skölden på tropiska breddgrader, cirka 20° S, där klimatet var varmt och torrt (Torsvik et al. 1992) och där orkanaktiviteten var intensiv (Jacobsson 1997). Baltiska Bassängen var belägen på den sydvästligaste delen av den östeuropeiska plattformen.

Hede (1921) indelade den gotländska lagerföljden i 13 topostratigrafiska enheter (Fig. 2). Dessa är baserade på både biostratigrafiska och litostratigrafiska data (cf. Bates & Jackson 1987). En fortsatt indelning i underenheter sammanfattades av Hede (1960), Laufeld (1974), Larsson (1979), Jeppsson (1983) och Jeppsson et al. (1994).

Petrografiska och sedimentologiska undersökningar på Gotland är bland annat gjorda av Hadding (1941, 1959). Han beskrev olika typer av kalkorganismer i stratifierade bergarter. Mantén (1971) och Riding (1981) beskrev Slitelagren och dess rev, och gjorde även en sammanställning av den gotländska geologin. Sundquist (1982) beskrev karbonatpetrografen vid Haganäs i den nordligaste delen av Slitelagren. Jacobsson (1997) har utifrån studier av borrkärnor beskrivit stormavlagringar (tempestiter) genom större delen av Slitelagren. Sedimentologiska studier av Slitebrottet har även genomförts i underenheten Slite "g" av Kano (1991) (Fig. 2).

Lagerföljden i S:t Olofsholms stenbrott tillhör Slitelagren (Fig. 2). Under Wenlock avlagrades Slitelagren på ett underlag som stupade cirka 0.25° mot sydost (Bergman 1979) och de utgör idag cirka

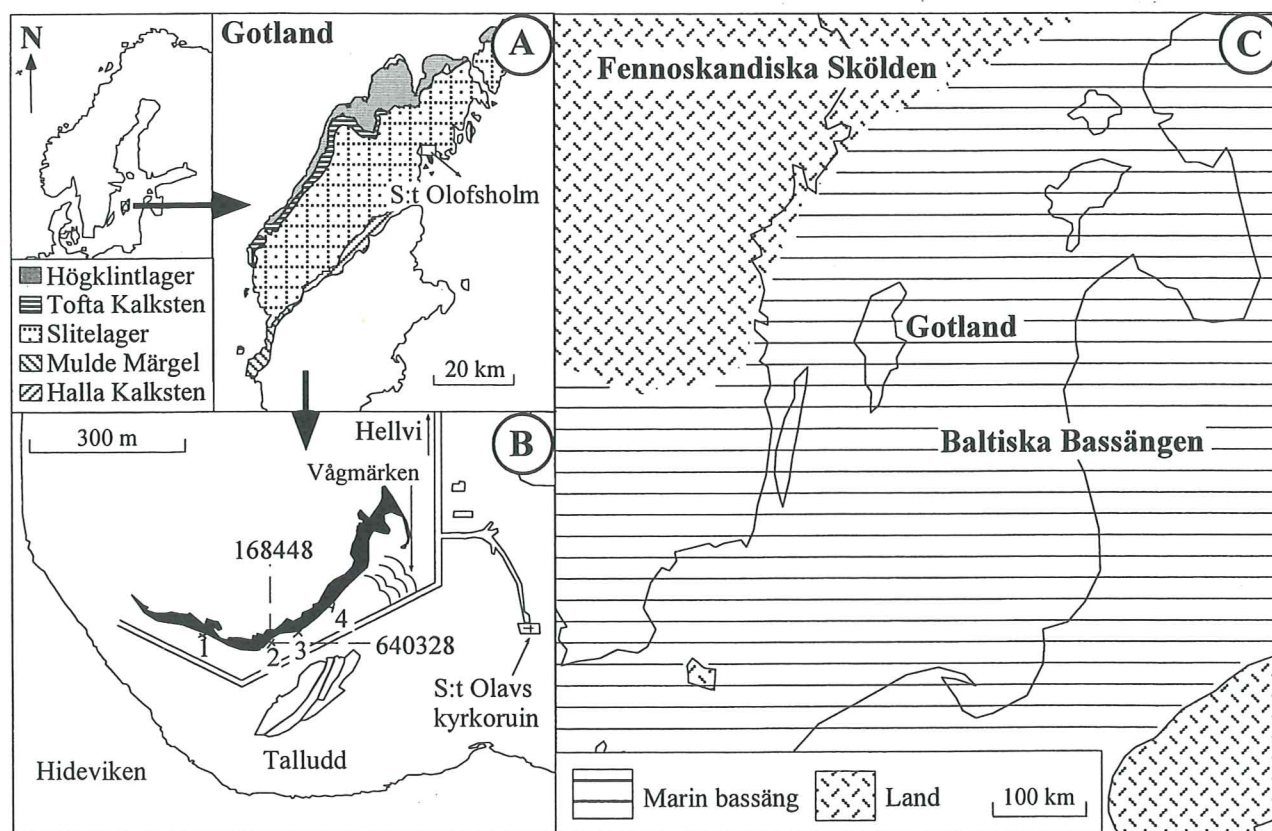


Fig. 1. A.- Gotlands geografiska placering samt utbredningskarta över Slitelagren med omgivande avlagringar. Modifierad efter Hede (1921). B.- S:t Olofsholms stenbrotts geografiska placering med sektionerna 1-4 och läget av fossila vågmärken på botten av brottet. Vägsträckningen söder om det undersökta området går genom den utbrutna revkroppen. Koordinaterna anges i Rikets nät, och anger läget för sektion 2. C.- Paleogeografin under Silur - Devon (modifierad efter Ziegler 1985).



<b>S I L U R</b>	Wenlock	Yngre Homerian	Klinteberg	
			Halla	Mulde
		Äldre Homerian	Slite siltsten	
			"g"	
		Sheinwoodian	Slite	g
				f
				e
				d
				c
				b
				a
Tofta				
Högklint				
Övre Visby				
Lland.	Telychian	Undre Visby		

Figur 2. De stratigrafiska enheterna av sen Llandovery till Wenlockålder på Gotland (modifierad efter Jeppsson et al. 1994)

100 m av den gotländska lagerföljden (Hede 1928). Slitelagren underlagras i nordväst av Toftakalkstenen samt av Högklintlager i nordost. I sydväst överlagras Slitelagren av Mulde Märgel och i sydost av Hallalagren (Fig. 1A) (Sundquist 1982). Tidigare arbeten vid S:t Olofsholmsområdet är endast utförda av Hede (1928), som beskrev stenbrottets bergarter.

S:t Olofsholms stenbrott ligger vid Hideviken i den nordöstliga delen av Slitelagrens utbredningsområde (geologiska kartbladet Aa 169 Slite). Stenbrottet är beläget cirka 350 m väster om S:t Olof kyrkoruin. Mäktigheten på den exponerade lagerföljden omfattar cirka 8 meter och kan följas cirka 500 m lateralt (Fig. 1 och Appendix). Lagren tillhör enheten Slite "g" (Laufeld 1974; Jeppsson et al. 1994).

## Material och metoder

Fyra sektioner (1-4) uppmättes i den sydligaste delen av S:t Olofsholms stenbrott (Fig. 1A, 1B, 3, 4, 5, 6). Sektion 1 återfinns 110 meter väster om referenspunkten, som utgör den sydligaste delen av den blottade brottsväggen. De tre övriga sektionerna (2-4) återfinns 20 meter (sektion 2), 100 meter

Tabell 1. Bergartsklassifikation och medelkornstorlekar.

Bergart	Medelkornstorlek (mm)
Boundstone	Sedentärt material
Floatstone	> 10% korn Korn > 2
Finkornig krinoidégrainstone	0.8
Grovkornig krinoidégrainstone	1.5
Finkornig krinoidérudstone	2.0
Grovkornig krinoidérudstone	3.0

(sektion 3) och 180 meter (sektion 4) nordost om referenspunkten (Fig. 1B). De olika litologierna är beskrivna med avseende på petrografiskt innehåll och textur. Litologierna har undersökts i skärning, stuf och genom punkträkning i tunnslip (19 slip, 300 punkter per tunnslip). För att se ursprunglig textur användes katodluminescens (CL). Angivelser av kornstorlek i tunnslip i detta arbete avser medelkornstorleken, enligt  $X = \sum x_i / n = (\text{största} + \text{minsta fragment} / 2)$ ,  $x_i = \text{observationer}$ ,  $n = \text{antalet observationer}$  (Kock & Link 1980). Bergartsklassifikation har utförts enligt Dunham (1962) och Embry & Klovan (1971), se även Tab. 1.

## Sedimentbeskrivning

Den sedimentära berggrunden i S:t Olofsholms stenbrott består av sex olika sedimentära facies (se nedan). De i lagerföljden dominerande litologierna utgörs av krinoidérudstone och krinoidégrainstone, som vid depositionen huvudsakligen utgjordes av krinoidéfragment i fraktionerna grovsand till grus. Finkornigare sediment representeras av lateralt begränsade förekomster av floatstone och boundstone. Den understa delen av skärningen består ställvis av grovkornig krinoidérudstone. Denna åtskiljs från ovanliggande krinoidérudstone av en erosionsyta med avskurna stromatoporoidéer i livsposition (Fig. 3, 5). Ovanpå denna krinoidérudstone följer en grovkornig krinoidégrainstone (alla sektionerna avslutas uppåt med en krinoidégrainstone). Denna grainstone-enhet innehåller irreguljära, men lateralt utsträckta boundstonekroppar, dvs biostromer (Fig. 4). Storskaliga böljeslagsmärken har påträffats cirka 1 m ovanför stenbrottets lägsta nivå och deras ryggar stryker 290°/110° (Fig. 1B, 7).



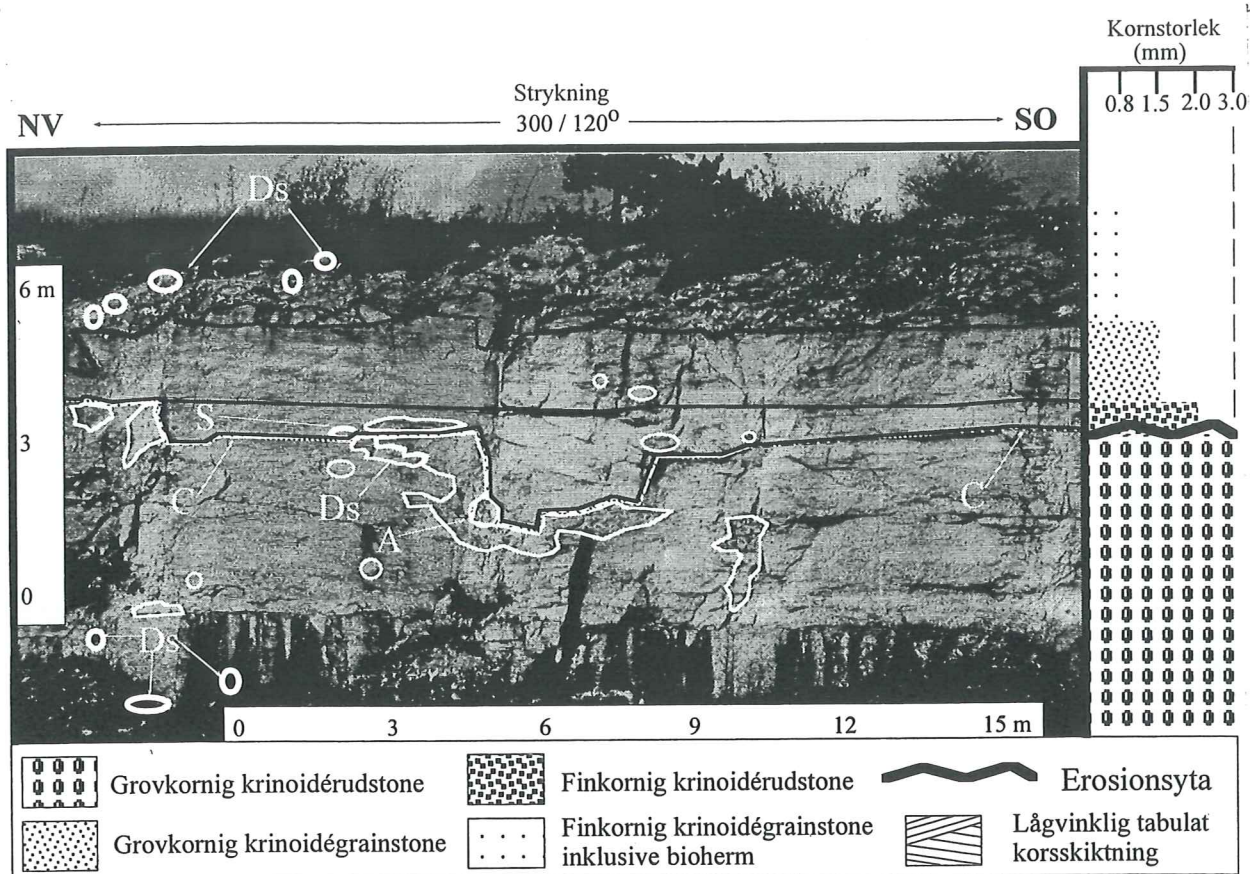


Fig. 3. Sektion 1. De tunna svarta horisontella linjerna anger gränser mellan olika sedimentära facies, vita cirklar anger inlagrade floatstone lerfickor, "C" anger erosionsyta, "A" anger trungerade *in situ* stromatoporoidéer, "S" anger *in situ* 15-20 cm stora stromatoporoidéer och "D" anger detritala 15-20 cm stora stromatoporoidéer.

### 1. Grovkornig krinoidéruddstone

Denna kalkstenstyp har en medelkornstorlek på 3.0 mm, är väl sorterad och består till största delen av välrundade fragment av krinoidéer, tabulata koraller och bryzoer (Fig. 8). Bergarten är väl litifierad. Floatstone (litologi 5 i denna beskrivning) förekommer som lateralt begränsade linser (se nedan). Övergången till ovanliggande finkornig krinoidéruddstone utgörs av en erosionsyta, vilken är markerad av avskurna *in situ* 15-20 cm stora stromatoporoidéer (Fig. 3, 5).

### 2. Finkornig krinoidéruddstone

Sedimentet i denna kalkstenstyp består i huvudsak av väl sorterade, välrundade fragment av krinoidéer, tabulata koraller och bryzoer. Dessa fragment har en medelkornstorlek på 2.0 mm. Bergartstypen saknas i sektion 3 och har en begränsad förekomst i sektion 1 (Fig. 3, 5). Den är väl litifierad, ljusgrå och innehåller enstaka små inlagringar av karbonatslam med enstaka 15-20 cm stora stromatoporoidéer som är *in situ* (Fig. 3, 4). Kalkstenens största andel av 5-6 cm stora stromatoporoidéer återfinns i sydvästligaste delen av brottet (sektion 1), där de utgör cirka 25% av sedimentet (Tab. 2). Detta kan

jämföras med de nordostliga delarna där de endast utgör 5% av sedimentet. Gränsen mot ovanliggande grovkorniga krinoidégrainstone är konform.

### 3. Grovkornig krinoidégrainstone

Kalkstenen har en medelkornstorlek på 1,5 mm och består av måttligt sorterat material, framför allt av fragment av krinoidéer, tabulata koraller och bryzoer samt enstaka fältspatkorn. Avrundningsgraden hos de största fragmenten (trilobit och brachiopodfragment) är låg, medan den är hög hos de minsta fragmenten. Kalkstenen, som är väl litifierad, ljus i färgen, kilar ut mot öster och återfinns ej i sektion 4 (Fig. 6). Av den totala andelen sediment utgör de 5-6 cm stora stromatoporoidéerna cirka 5% (Tab. 2). I denna litologi förekommer ett konglomerat inlagrat, som är 0,25 m mäktigt i sektion 3 (Fig. 5) och som innehåller 1-2 cm stora bioklaster av krinoidéstjälkdelar samt också av brachiopod- och stromatoporoidéfragment (Fig. 9). I sydostligaste delen av brottet karakteriseras litologin av låginklig tabulär korsskiktning (Fig. 5, 9).



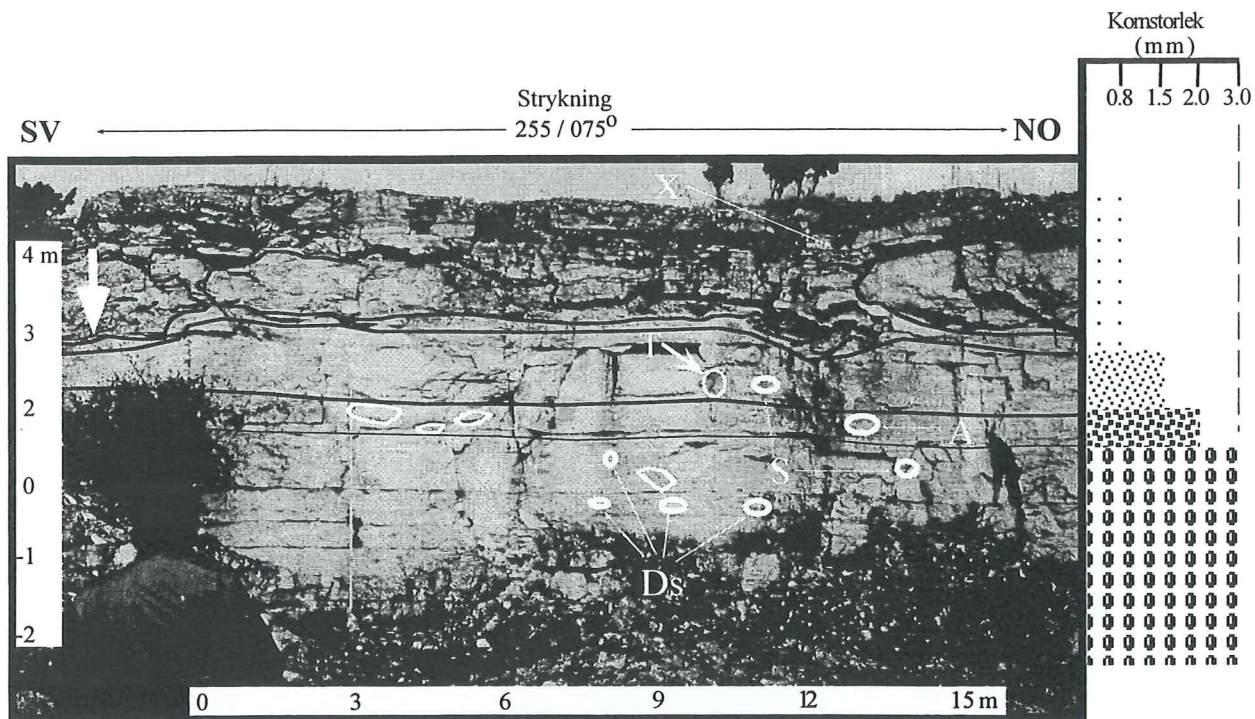


Fig. 4. Sektion 2. "X" anger lager som följer stromatoporoidé biostromens relief och "T" anger *in situ* tabulata koraller.

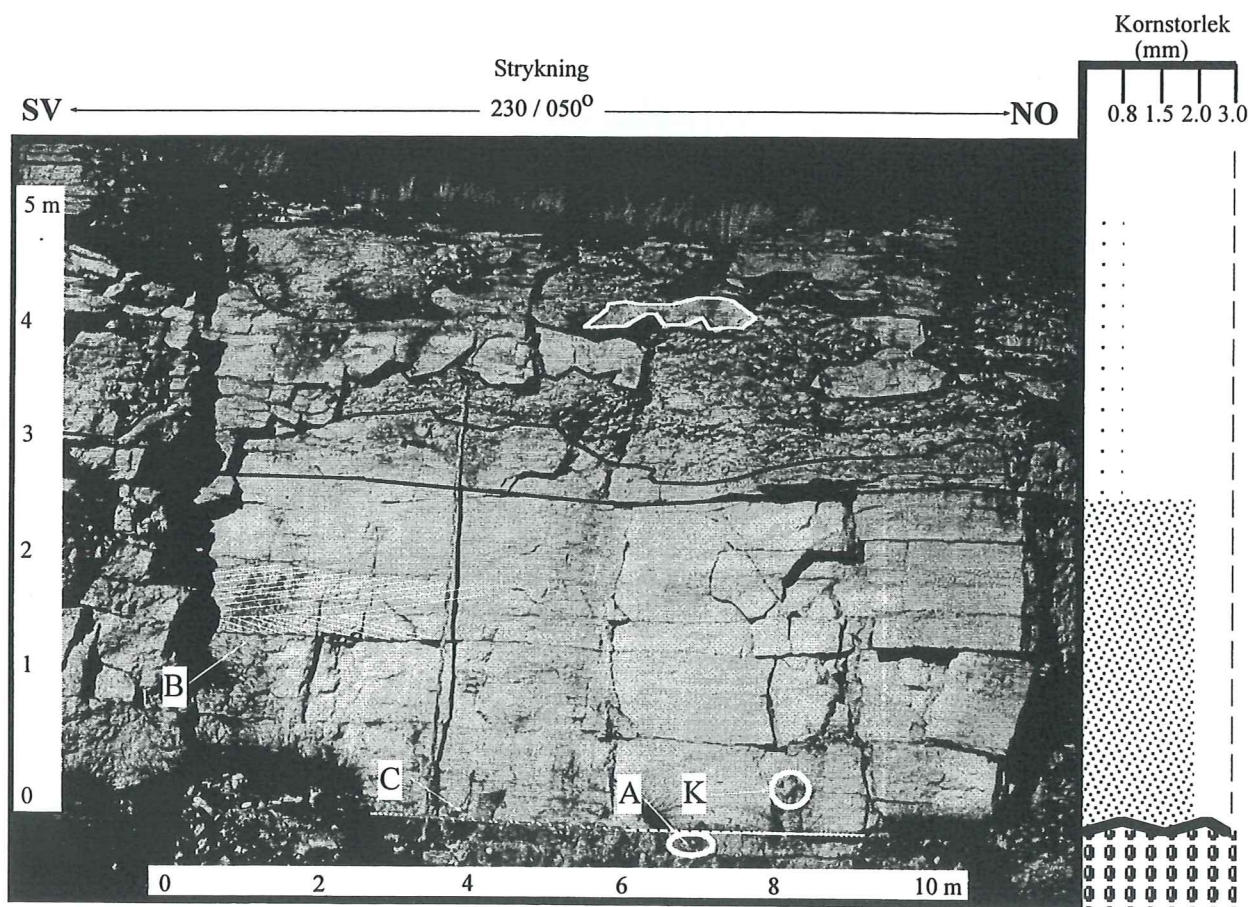


Fig. 5. Sektion 3. "A" anger trunckerade *in situ* stromatoporoidéer, "K" anger konglomerat, "B" anger lågvinklig tabulata kors-skiktning och "C" anger erosionsyta.



Tabell 2. Petrografiska och texturella skillnader mellan stenbrottets olika facies.

	Grovkornig krinoidé-rudstone	Finkornig krinoidé-rudstone	Grovkornig krinoidé-grainstone	Finkornig krinoidé-grainstone	Floatstone	Boundstone
Utbredning	Alla sektioner	Sektion 1-2, 4	Sektion 1-3	Alla sektioner	Sektion 1-2, 4	Alla sektioner
Karbonatslam	Floatstone	-----	-----	Boundstone		
Konglomerat			1			
Omlagrade stromatoporoidéer (5-6 cm)	50%	25%	>5%	>5%	>5%	?
Ingående fragment:						
Krinoidé	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tabulat korall	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Bryozo	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Echinoderm	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Trilobit	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Brachipod	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Avrundningsgrad	Hög	Hög	Låg & hög	Hög & låg	Hög & låg	Låg
Sortering	Hög	Hög	Måttlig	Måttlig	Låg	Låg
Mikritisering	Ingen	Ingen	Ingen	Enstaka Fragment	I flesta fall	I flesta fall
Korsskiktningar			Lågvinkliga tabulata			

#### 4. Finkornig krinoidégrainstone

Denna sedimenttyp är måttligt sorterad och utgörs av fragment av brachiopoder, echinodermer, bryozoer, krinoidéer, trilobiter och tabulata koraller. Mikritiseringar förekommer sparsamt hos dessa fragment, vars medelkornstorlek är 0,8 mm. Avrundningsgraden är låg hos de största fragmenten och hög hos de minsta fragmenten. Finkornig krinoidégrainstone bygger upp den stratigrafiskt yngsta enheten i stenbrottet. Den omger biostromer och innehåller en blygsam andel av 5-6 cm stora stromatoporoidéer (Tab. 2). Under biostromerna är bergarten röd till grå, och ovan biostromerna mörkgrå till rödgrå i färgen. Där denna litologi förekommer ovan och mellan biostromerna följer den biostromernas topografi (Fig. 4). Överst i lagerföljden förekommer även "shell lags" av 1-2 cm stora brachiopodskal. Dessa skal är vanligen

deponerade "convex-up" och utgörs bland annat av *Chonetes* sp. (Fig. 10).

#### 5. Floatstone

Denna sedimenttyp utgörs av mikrit innehållande fragment av krinoidéer, tabulata koraller, bryozoer, echinodermer, trilobiter och brachiopoder samt också enstaka små fältspatkorn. Avrundningsgraden är låg och mikritisering förekommer framförallt hos små fossilfragment. Bergartstypen, som utgörs av lateralt begränsade linser av floatstone, förekommer inkorporerad i de tre understa enheterna (grovkornig krinoidé-rudstone, krinoidé-rudstone och grovkornig krinoidégrainstone). Litologin består huvudsakligen av homogent, slamrikt karbonatsediment med enstaka 5-6 cm stora stromatoporoidéer, krinoidéstjälkar och tabulata koraller (Fig. 3, 4). *In situ* tabulata koraller återfinns i det 0,25 m mäktiga



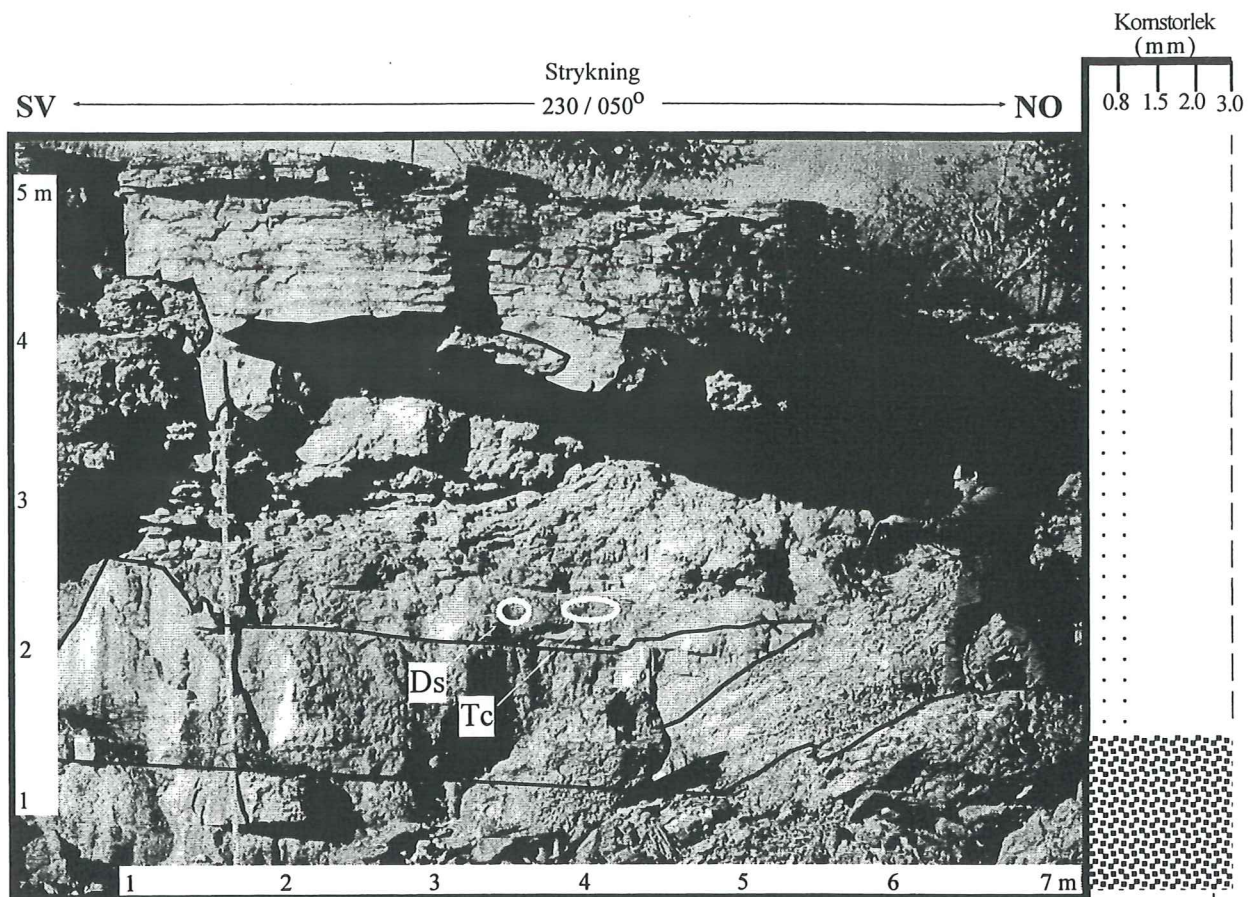


Fig. 6. Sektion 4. "Tc" anger omlagrade tabulata koraller och "Ds" anger omlagrade 15-20 cm stora stromatoporoidéer.

karbonatslammet i sektion 2 (Fig. 4). Floatstone-linserna innehåller 5-6 cm stora klaster av stromatoporoidéer och varierar i mäktighet från 0,2 m till 0,3 m. De sträcker sig vanligen ett par decimeter till en meter lateralt (Fig. 1B, 3, 4). De 5-6 cm stora stromatoporoidéerna återfinns framförallt i sydligaste delen av brottet (sektion 1 och 2), där de utgör cirka 50% av sedimentet (Tab. 2), medan andelen är cirka 10% i de nordliga sektionerna (sektion 3, 4, se även Fig. 8). Omlagrade, 15-20 cm stora stromatoporoidéer har sin största förekomst i sektion 1 och 2, där även enstaka stromatoporoidéer återfinns *in situ* (Fig. 3, 4).

#### 6. Boundstone

Boundstone facies förekommer på en nivå högt upp i lagerföljden som isolerade biostromer. En biostrom är en organisk horisont som är uppbyggd och sammansatt av sedentära organismer (cf. Bates & Jackson 1987; cf. Kershaw 1994). Biostromerna i S:t Olofsholm är här klassificerade som allobiostromer, på grund av sitt stora innehåll av korttransporterat material (cf. Kershaw 1994).

Matrix består av fragment av krinoidéer, tabulata koraller, bryzoer, echinodermer, trilobiter och brachiopoder med floatstone-textur. Avrundningsgrad och sorteringsgrad är låg. Mikritisering förekommer i de flesta fall endast på mindre skalfragment.

Biostromerna återfinns inlagrade i den finkorniga krinoidégrainstone-enheten i alla sektioner. De innehåller 5-6 cm och 15-20 cm stora stromatoporoidéer samt en underordnad andel tabulata koraller. Korallerna förekommer för det mesta i livsposition men kan också vara omkullvräkt. Andelen av detritala 5-6 cm stora stromatoporoidéer avtar i nordostlig riktning.

#### Tolkning av lagerföljden

De stratifierade sedimenten i S:t Olofsholms stenbrott domineras av högenergifacies (grovkornig krinoidégrudstone, finkornig krinoidégrudstone, grovkornig krinoidégrainstone och finkornig krinoidégrainstone). Grova kornstorleksfraktioner av revassocierad detritus (stromatoporoidéer,



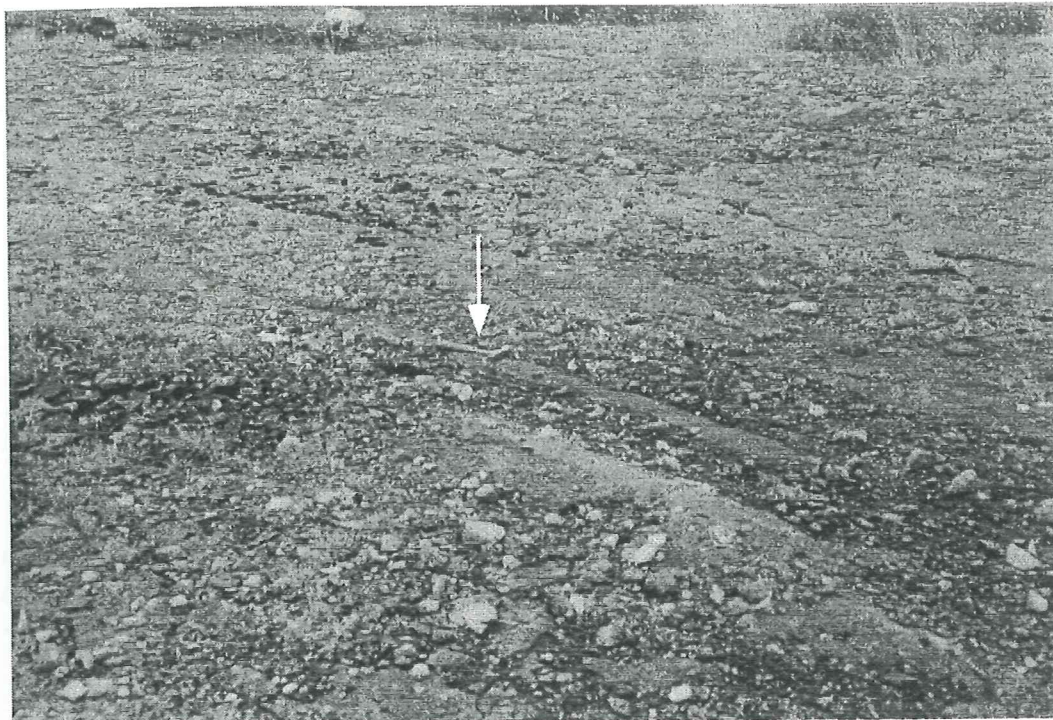


Fig. 7. Vågmärken på botten av stenbrottet med strykningen  $290^{\circ}/110^{\circ}$ . Hammarens skaft (28 cm) ligger längs vågmärkenas strykning.

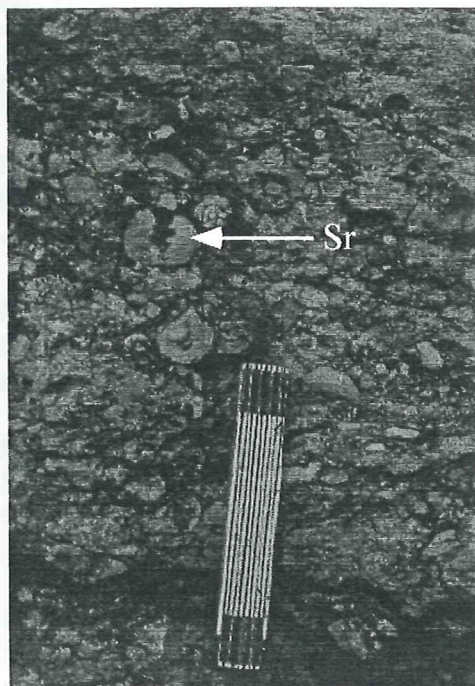


Fig. 8. - Grovkornig krinoidérudstone i stenbrottets nordligaste del utanför de undersökta sektionerna. "Sr" anger 5-6 cm stora stromatoporoidéer.

koraller och krinoidéer), kort transport av 15-20 cm stora stromatoporoidéer samt låg mikritiseringsgrad indikerar att största delen av lagerföljden avsatts i högenergimiljö, i anslutning till ett revområde (cf. Wright 1986). Den horisontellt stratifierade och lågvinkligt tabulärt korsskiktade krinoidékalkstenen antyder strandnära deposition, högt upp på shoreface (Fig. 11A, B) (cf. Elliott, 1991), och man kan även förmoda att det horisontellt stratifierade krinoidégruset som förekommer i anslutning till

krinoidésanden har haft liknande avsättningsförhållanden. Slammigare sediment har fångats i fickor i patch reefs och rudimentära biostromer, i den översta, något djupare avsatta delen av lagerföljden.

Samtliga undersökta sektioner antyder uppåt avtagande avsättningsenergi, uttryckt som avtagande kornstorlek, och avslutas med biostromassocierade sediment. Detta är troligen resultatet av att sedimenten i S:t Olofsholm avsatts under en relativ havsnivåhöjning (M. Calner, pers. komm.; M. Jacobsson, pers. komm.; cf. Johnson 1996). Sedimentackumuleringen på shoreface har sålunda kunnat hålla havsnivåhöjningen jämna steg till att börja med (aggradation), varefter sedimentationssystemet tvingats retrogradera på grund av sedimentbrist.

### Jämförelse med närliggande likåldriga lokaler

Med hjälp av kornstorlekar och sedimentära strukturer är en jämförelse gjord mellan S:t Olofsholms stenbrott och Spillings 3, Slite brottet (Kano 1991) samt Filehajdar sekvensen (Jacobsson 1997). Både kalkstenen i Spillings 3 och i Filehajdar sekvensen innehåller en på mellersta rampen avsatt krinoidé- och stromatoporoidé-dominerad fauna. Lagerföljden i Spillings 3 avlagrades på ringa vattendjup och innehåller stora mängder revdetritus,



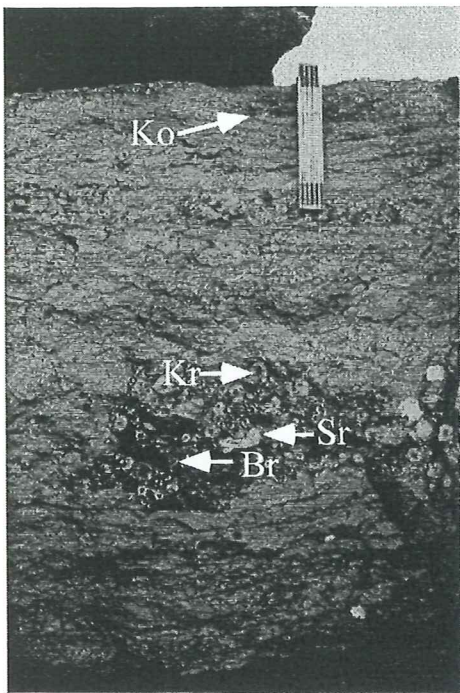


Fig. 9.- Grövkornig krinoidégrainstone med korskiktning (Ko) och konglomerat innehållande klaster från krinoidéstammar (Kr), brachiopoder (Br) och stromatoporoidéer.

men till skillnad från S:t Olofsholms stenbrott så ökar andelen av omlagrade stromatoporoidéer uppåt genom Spillings 3 brottet. Filehjdarsekvansens mellanramp-facies (Fig. 11A) avlagrades mellan stormvågbasen och normalvågbasen under en regressiv fas (Jacobsson 1997). Det välsorterade materialet vaskades av vågor, i närheten av

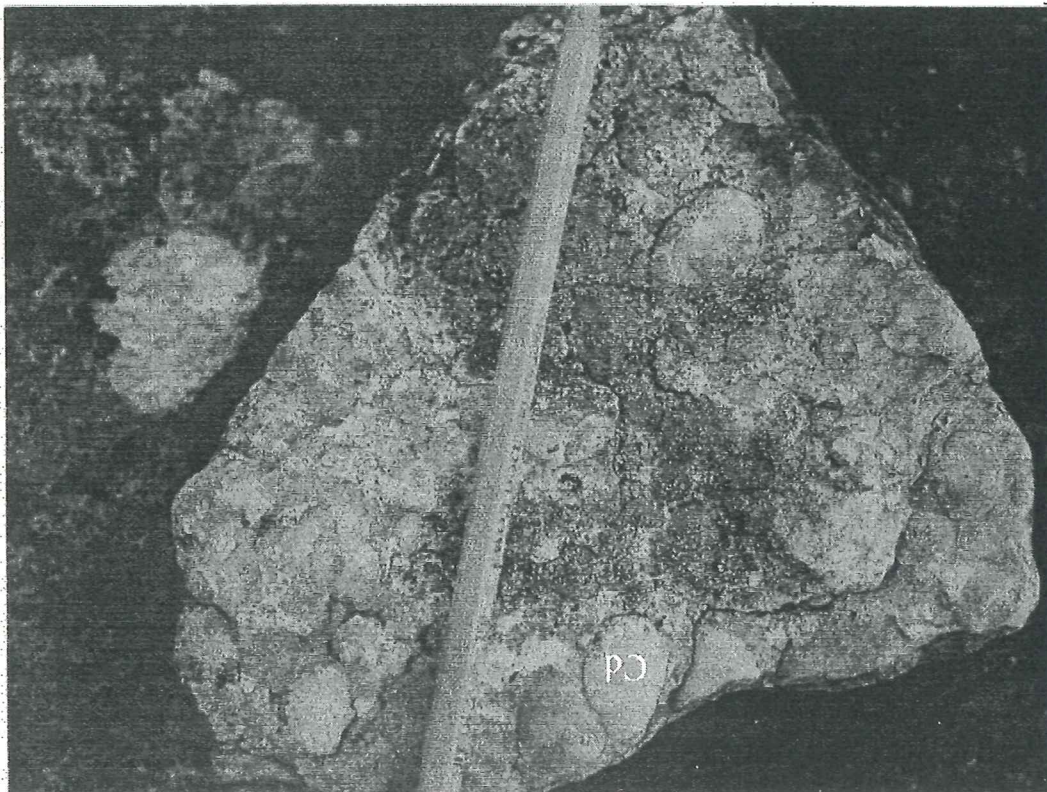


Fig. 10.- Ansamlingar av brachiopodskal med bland andra *Chonetes* sp. (Cd) i finkornig krinoidégrainstone.

normalvågbasen, som revlar. Materialets uppåt avtagande kornstorlekar i S:t Olofsholms stenbrott berodde på en period med ökning av den relativa havsyttnivån, alltså ett avbrott i den i övrigt regressiva tendensen (M. Jacobsson, pers. komm.; M. Calner, pers. komm.).

## Sammanfattning

Undersökningen av karbonatsedimenten vid S:t Olofsholms stenbrott visar att:

A: Sedimenten utgjordes vid depositionen framförallt av krinoidéfragment i sand- och grusfraktion och deponerades under högenergi-förhållanden i revnära områden.

B: De förekommande litologierna och sedimentära strukturerna indikerar avsättning på shoreface nära stranden.

C: Materialet i floatstone- och boundstonefacies kan tolkas som avsatta på några meters djup, där närings- och energiförhållanden var lämpliga för bildning av patch reef. Materialet i floatstone förekommer enbart fångade i biostromernas revfickor.

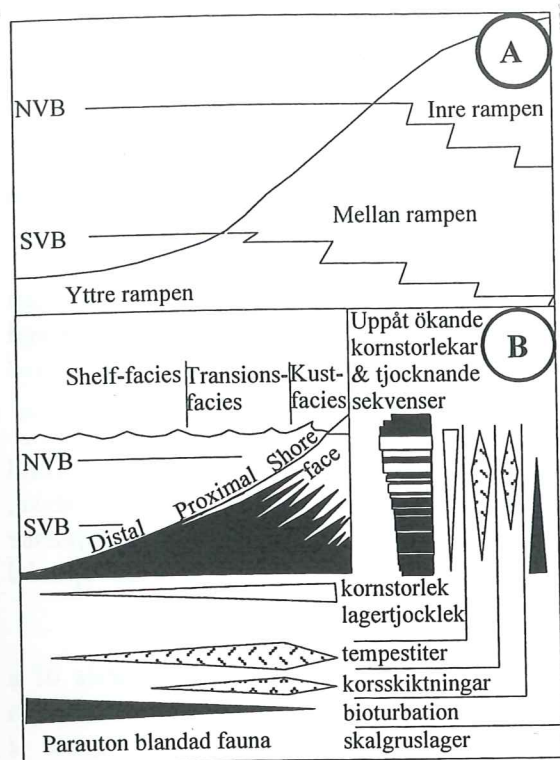


Fig. 11. A.- Den siluriska karbonatrampen. "NVB" anger normalvågbas och "SVB" anger stormvågbas. Modifierad efter Jacobsson (1997). B.- Proximala trender samt fördelning av kornstorlekar och sedimentära strukturer. Modifierad efter Aigner (1985).

D: Hög frekvens av detritala, omkullvräta stromatoporoidéer indikerar att stormar har varit viktiga för sedimentationsprocessen.

E: Högenenergimiljön återspeglas av erosionsytor, lågvinklig tabulat korsskiktning, shell lags och storskaliga böljeslagsmärken.

F: Uppåt avtagande kornstorlek och avtagande frekvens av omlagrade stromatoporoidéer pekar mot successivt avtagande energiförhållanden sannolikt orsakat av en relativ havsnivåhöjning.

G: Sedimenten i S:t Olofsholms stenbrott har jämfört med Spillings 3 och Filehajdar sekvensen blivit avlagrad på ringa vattendjup. Skillnaden visar enligt avtagande kornstorlekar att sedimenten i S:t Olofsholms stenbrott har blivit avlagrade under en transgressiv period i den i övrigt regressiva tendensen.

## Tack

Jag tackar min handledare Anders Ahlberg för nyttiga tips och vägledning under fältarbetet samt användbara kommentarer till detta manuskript. Särskilt tackar jag Olof Sandström, Mikael Calner och Mikael Jacobsson för deras deras konstruktiva kommentarer. Slutligen vill jag tacka min son Daniel N. Norgren-Jensen för hans lugnande närvaro under arbetet och som har varit orsaken till genomförandet och avslutandet av detta arbete.

## Appendix

S:t Olofsholm 1, Ekonomiska kartbladet Gotlands Län, 07916 7J Og S:t Olofsholm 640328 168448, cirka 350 m väster om S:t Olavs kyrkoruin (sektion 2). Topografiska kartbladet 66D Slite (latitud: 57° 45' 04" N, longitud: 18° 54' 59" Ö). Geologiska kartbladet Aa 169 Slite. Sektionen är 500 m lång.

*Referenspunkt:* 20 m nordöst om stenbrottets sydligaste hörn.

*Referensnivån:* Genomgående skikttyta 1,5 m över brottets bottenivå, 20 m nordöst om stenbrottets sydligaste hörn.

*Slitelagren*, enhet "g" (Jeppsson et al. 1994).

*Referenser:* Hede (1928).



## Referenser

- Aigner, T., 1985: *Storm Depositional Systems; Dynamic Stratigraphy in Modern and ancient Shallow-Marine Sequences*. 174 pp. Springer-Verlag.
- Bates, R.L. & Jackson, J.A., 1987: *Glossary of Geology*. American Geological Institute, Alexandria, Virginia, pp. 749.
- Bergman, C.F., 1979: Ripple marks in the Silurian of Gotland, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 101, 217-222.
- Dunham, R.J., 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In W.E. Ham (ed.): *Classification of carbonate rocks*, 108-121. *Memoir of American Association of Petrology and Geology* 1.
- Elliott, T., 1991: Siliciclastic Shorelines. In H.G. Reading (ed.): *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications, 155-188.
- Embry, A.F. & Klovan, J.E., 1971: A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. *Bulletin of Canadian Petrology and Geology* 19, 730-781.
- Frykman, P., 1989: Carbonate ramp facies of the Klinteberg Formation, Wenlock-Ludlow transition on Gotland, Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning C* 820, 1-79.
- Hadding, A., 1941: The Pre-Quaternary sedimentary rocks of Sweden. *Kungliga Fysiografiska Sällskapet Handlingar* 52, 7-137.
- Hadding, A., 1959: Silurian algal limestone of Gotland. *Lunds Universitet Årsskrift* 56, nr. 7, 1-26.
- Hede, J.E., 1921: Gotlands silurstratigrafi. *Sveriges Geologiska Undersökning C* 305, 1-100 pp.
- Hede, J.E., 1928: Berggrunden (Silursystemet). In H. Munthe, J.E. Hede & G. Lundquist: *Beskrivning till kartbladet Slite*, 13-65. *Sveriges Geologiska Undersökning Aa* 169.
- Hede, J.E., 1960: The Silurian of Gotland. In Regnéll, G. & Hede, J.E. (eds.): *International Geological Congress XXI' session, Norden. Guide to excursions*. 49-66. *The Geological Survey of Sweden A22 & C17*, Stockholm.
- Jacobsson, M., 1997: Storm deposition on a Silurian prograding carbonate ramp, Slite Beds, Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 119, 199-206.
- Jeppsson, L., 1983: Silurian conodont faunas from Gotland. *Fossils and Strata* 15, 121-144.
- Jeppsson, L., Viira, V. & Männik, P., 1994: Silurian conodont-based correlations between Gotland (Sweden) and Saaremaa (Estonia). *Geological Magazine* 131, 201-218.
- Johnson, M.E., 1996: Stable cratonic sequences and a standard for the Silurian eustasy. In Witzke, Ludvigson and Day (ed.): *Paleozoic sequence stratigraphy. Geological society of America Special Paper* 306.
- Kano, A., 1991: Deposition and diagenesis of a reef-like limestone of the Wenlockian Slite Beds on Gotland, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 113, 207-217.
- Kershaw, S., 1994: Classification and geological significance of biostromes. *Facies* 31, 81-92.
- Kock, Jr.G.S. & Link, R.F., 1980: *Statistical analysis of Geological Data*. Dover Publications Incorporation, New York, 49 pp.
- Larsson, K., 1979: Silurian tentaculitids from Gotland and Scania. *Fossils and Strata* 11, 180 pp.
- Laufeld, S., 1974: Reference localities for palaeontology and geology in the Silurian of Gotland. *Sveriges Geologiska Undersökning C* 705, 1-172.
- Manten, A.A., 1971: *Silurian reefs of Gotland*. Elsevier, Amsterdam, 360 pp.
- Riding, R., 1981: Composition, structure and environmental setting of Gotland bioherms and biostromes in northern Europe. In D.F. Toomey (ed.): *European fossil reef models*, 41-83. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* 30, New York.
- Sundquist, B., 1982: Carbonate petrography of the Wenlockian Slite Beds at Haganäs, Gotland. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie C* 796, 1-79.
- Torsvik, T.H., Smedhurst, M.A., Van der Voo, R., Trench, A., Abrahamsen, N. & Halvorsen, E., 1992:

Baltica. A synopsis of Vendian-Permian palaeomagnetic data and their palaeotectonic implications. *Earth-Science Reviews* 33, 133-155.

Wright, V.P., 1986: Facies sequences on a carbonate ramp; the Carboniferous limestone of South Wales. *Sedimentology* 33, 221-241.

Ziegler, P.A., 1985: Late Caledonian framework of western and central Europe. In D.G. Gee & B.A. Sturt (eds.): *The Caledonide Orogen-Scandinavia and Related Areas*, 3-18. John Wiley & Sons, New York.



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

41. Johansson, Per, 1992: Moränstratigrafisk undersökning i kustklingtar, NV Polen.
42. Hagin, Lena, 1992: Övergången mellan koronadiabas och eklogit i Seveskollan på Grapsvare, Norrbotten, svenska Kaledoniderna.
43. Nilsson, Patrik, 1992: Caledonian Geology of the Laddjuvaggi Valley, Kebnekaise-area, northern Swedish Caledonides.
44. Nilsson, Pia, 1992: Lateritisering - en process som kan ha orsakat kontinental Fe-anrikning i Skåne under rät-lias.
45. Jacobsson, Mikael, 1993: Depositional and petrographic response of climatic changes in the Triassic of Höllviken-II, southern Sweden.
46. Christodoulou, Gina, 1993: Agglutinated foraminifera from the Campanian of the Kristianstad basin, southern Sweden.
47. Söderlund, Ulf, 1993: Structural and U-Pb isotopic age constraints on the tectonothermal evolution at Glassvik, Halland.
48. Remelin, Mika, 1993: En revision av Hedströms *Phragmoceras*-arter från Gotlands Silur.
49. Gedda, Björn, 1993: Trace fossils and Palaeoenvironments in the Middle Cambrian at Äleklinta, Öland, Sweden.
50. Månsson, Kristina, 1993: Trilobites and stratigraphy of the Middle Ordovician Killeröd Formation, Scania.
51. Carlsson, Patric, 1993: A Petrographic and Geochemical Study of the Early Proterozoic, Bangenhuk Granitoid Rocks of Ny Friesland, Svalbard.
52. Holmqvist, Björn.H., 1993: Stratigrafiska undersökningar i sjön Vuolep Njakajaure, Abisko.
53. Zander, Mia, 1993: Sedimentologisk undersökning av en kvartär deltaavlagring vid övre Jyllandselv, Jameson Land, Östgrönland.
54. Albrecht, Joachim, 1993: Sedimentological and lithostratigraphical investigations in the gravel pit "Hinterste Mühle" at Neubrandenburg, northeastern Germany.
55. Magnusson, Martin, 1994: Sedimentologisk och morfologisk undersökning av Gyllebo-Baskemöllafältet, östra Skåne.
56. Holmqvist, Johan, 1994: Vittring i en moränjord vid Farabol, NV Blekinge.
57. Andersson, Torbjörn, 1994: A sedimentological study of glacial deposits in the upper Sjøllandselv area, Jameson Land, East Greenland.
58. Hellman, Fredrik, 1994: Basement - cover relationships in the Harkerbreen Group of the northern Ny Friesland Caledonides, Svalbard.
59. Friberg, Magnus, 1994: Structures and PT determination of the Caledonian metamorphism of the lower part of the Planettjella Group in the area around Mosseldalen, northern Ny Friesland, Svalbard.
60. Remelin, Mika, 1994: Palaeogeographic and sedimentation models for the Whitehill-Irati sea during the Permian of South America and southern Africa.
61. Hagman, Mats, 1994: Bevattning med avloppsvatten - en hydrogeologisk studie.
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 ramphoproniid 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 manganmineral 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, jordmånsbildning 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 Brennvinfjorden 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 Bodden 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 kadmiem 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 sandursediment, 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, Nordön, 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 karbonatlagerföljd vid S:t Olofsholms stenbrott, Gotland