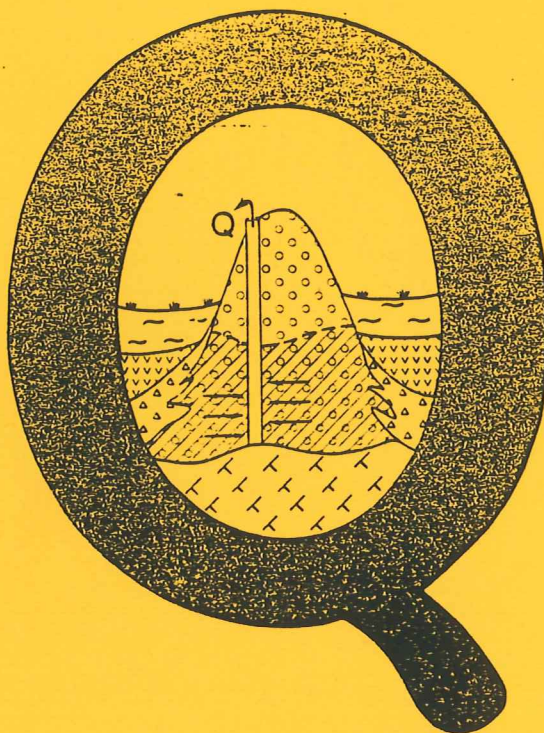


# EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Kvartärgeologi

---



## MORÄNSTRATIGRAFISK UNDERSÖKNING I KUSTKLINTAR, NV POLEN

Per Johansson

---

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

600954132

NR 41

INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

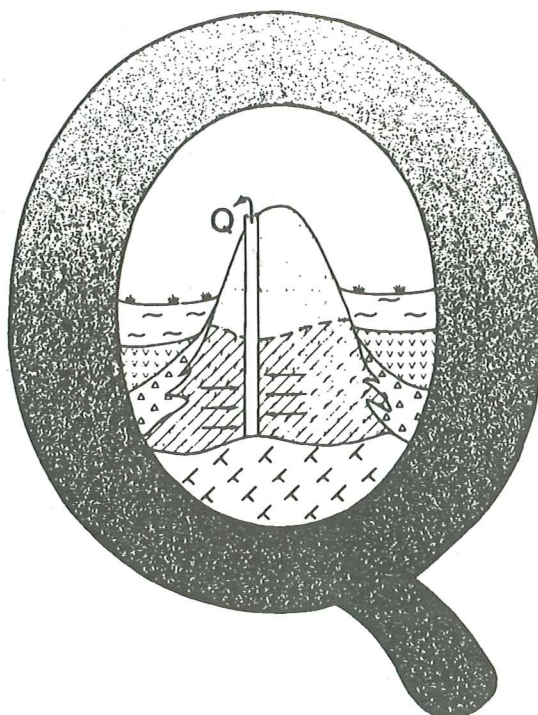
CODEN: SE-LUNBDS/NB60-92/5041+23S

LUNDS UNIVERSITET  
GEOBIBLIOTEKET  
PERIODICA

# EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

## Kvartärgeologi

---



## MORÄNSTRATIGRAFISK UNDERSÖKNING I KUSTKLINTAR, NV POLEN

Per Johansson

---

LUND 1992

NR 41

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

## Förord

Detta examensarbete utfördes på Geovetarlinjens fjärde år vid Kvärtärgeologiska avdelningen, Lunds universitet.

Fältarbetet utfördes under strapatsrika förhållanden i Polen under september 1991, och laboratorie- och sammanställningsarbetet under följande höst. Jag vill rikta ett stort tack till mina tappra handledare, dr Kärstin Malmberg Persson och docent Erik Lagerlund, dels för att jag från början fick möjlighet att följa med till Polen, dels för att de på ett mycket inspirerande sätt handlett mig. Båda har välvilligt ställt sitt kunnande till förfogande, både den tid de var med under fältarbetet och senare hemma i Lund. De har dessutom tålmodigt besvarat mina ständiga frågor. Jag vill också tacka laboratorieassistent Lena Barnekow för all hjälp i laboratoriet och Eva Åkesson som rättade min primitiva engelska i sammanfattningen. Ett speciellt tack

riktar jag också till mgr Marcin Kurzawa vid Polska Statens Geologiska Institut i Szczecin för hans intresse inför mitt arbete och hans ovärderliga hjälp med det polska språket.

Lund april 1992

Per Johansson  
Tornavägen 3:648  
223 63 Lund  
Tel. 046-14 34 09



# Innehåll

|   |    |
|---|----|
| Summary.....  | 1  |
| 1 Inledning.....                                      | 2  |
| 2 Undersökningsområdets geologiska historia.....      | 3  |
| 2.1 Prekvartär.....                                   | 3  |
| 2.2 Kvartär.....                                      | 3  |
| 3 Metodik.....  | 6  |
| 3.1 Fältarbete.....                                   | 6  |
| 3.2 Laboratiemetodik och behandling av mätvärden..... | 6  |
| 4 Lokalbeskrivning.....                               | 8  |
| 4.1 Sliwin.....                                       | 8  |
| 4.2 Lukecin.....                                      | 11 |
| 5 Resultat.....                                       | 16 |
| 5.1 Sliwin.....                                       | 16 |
| 5.2 Lukecin.....                                      | 19 |
| 6 Tolkning och diskussion.....                        | 21 |
| 6.1 Olika moräntyper och deras genes.....             | 21 |
| 6.2 Jordmånsprocesser .....                           | 21 |
| 6.3 Sliwin.....                                       | 21 |
| 6.4 Lukecin.....                                      | 22 |
| 6.5 Jämförelse mellan lokalerna.....                  | 22 |
| 7 Referenslista.....                                  | 23 |



## Summary

This study is a part of the project "Lithostratigraphy and glacial dynamics during the Pomerian Phase". The objective is to solve the problems concerning the deglaciation of the south Baltic area during the last glaciation.

The Polish Baltic coast is under heavy erosion from the seawaves. Steep morainic cliffs, often more than 10 meters high, offer excellent sections.

A clear difference in colour can be seen almost everywhere in the cliffs, a brown boulder clay on the top, 3-4 meters thick, and a grey boulder clay below. They have formerly been mapped as two different tills. The locality in Sliwin was studied in the early sixties. It was then proposed that the whole sequence consisted of one till and that the brown colour was a result of weathering (Karczewski 1961). This study was carried out through sampling with fixed intervals. The rock composition was investigated and four groups were identified: precambrian rock, quartz, carbonate rocks and other sedimentary rocktypes.

The purpose of the present study was to investigate the profile in detail. A subdivision of rock types should also be more diversified.

The locality is situated in Sliwin about 50 km east of Swinoujscie. The section is 10 meters high and clear from vegetation and scree. It consists of a matrix supported diamicton. The lower part is grey and homogenous, with a sandy silty grain-size distribution. 4-6 meters below the ground surface the diamicton changes colour to brown och rusty-brown lenses appears. There is no significant change in grain-size. Fabric analyses have been carried out in ten spots at nine levels. The orientation is generally from NE/NW, but the strength is usually low. On the top there is a 20 centimeters thick layer of eolian sand which has not been investigated in this work.

In Lukecin, about 40 km east of Swinoujscie a smaller section was also investigated. This section is 6 meters high. The material here is a grey diamicton with high clay content. The grain-size distribution is uniform throughout the section, but the content of clay and silt is much higher than in Sliwin. The diamicton in Lukecin is heterogeneous and has a lot of sand and silt lenses. One lens is much bigger than the others, about 4 X 1 meters

and shows signs of tectonic influence. The whole lens dips in the SE direction, but the internal structure is more complicated.

Both sections have been sampled for analysis of rock composition. The samples were taken at the same levels as the fabric analyses were carried out. Determination was made under microscope and fractions bigger than 2.8 mm were used. Between 480 and 750 particles were counted and determined in each sample. Ten different rock-types were found in rates over 2%. In Sliwin the difference between the samples is very small, except that the carbonate rocks disappear in the uppermost meters. No change is recorded at the level of colour change a few meters below. There is no big difference between the two sections, crystalline rocks and Paleozoic limestone dominate. In Lukecin there is a slightly higher rate of limestone than in Sliwin, and that corresponds with the higher carbonate content. Other important rocks are Jotnian and Cambrian sandstones. All these are transported a long way and have their outcrops in the area of the islands of Öland and Gotland. Material from the south Baltic is more rare. Cretaceous glaukonite sands and chalk were found, but in small amounts. Dolomite derived from the eastern part of the Baltic depression has also been found in small quantities.

There is nothing in Sliwin that indicates that the section should consist of more than one massive diamicton unit. All investigations, fabric analyses, rock composition and detailed investigation of the profile centimeter by centimeter, shows no discordance or any differences between top and bottom that can not be explained by weathering. If the diamicton was deposited as a melt out till or flow till sorted laminae or flow structures would be expected, but they have not been found. The most likely interpretation of this thick, massive diamicton bed is that it is a lodgement till.

The section in Lukecin has sand and silt lenses and laminae. They could be formed by melt out from stagnant ice. The disturbances could then be explained by compaction and flow. Another possible explanation is tectonics caused by an overriding active ice. To get the complete picture of the stratigraphy and the paleoenvironmental development larger regional investigation is required.



# 1 Inledning

Undersökningarna i detta arbete ingår i projektet "Litostratigrafi i NV Polen och glacialdynamik under det Pommerska stadiet". Projektets syfte är att tillsammans med polska kolleger lösa problemställningarna kring deglaciationsskedet vid slutet av den senaste nedisningen.

Vid den Polska Östersjökusten är havets eroderande verkan mycket stor, och kustlinjen retirerar mycket snabbt. Ett bra exempel på detta kan man se i byn Trzesacs (Bild 1), där en kyrka byggdes på 1200-talet. Byn låg då nästan två kilometer från havet. 1874 rasade kyrkans norra gavel eftersom marken blivit helt underminerad. Nu står bara södra gaveln kvar och balanserar uppe på en 15 meter hög klint. (Berättelsen återgiven av en gammal dam, född i grannbyn.)

Denna erosion har skapat flera utmärkta skärningar. Ofta kan man följa 10-20 meter höga vegetationsfria klintar kilometer efter kilometer. Man har därför bra översikt och möjlighet att göra noggranna stratigrafiska undersökningar som hade varit omöjliga med andra metoder, till exempel borrhning.

En tydlig färggräns (brunt/grått) kan iaktas i klintarna. Vid den geologiska kartläggningen urskiljdes preliminärt 2 moränenheter ofta åtskiljda av

sandskikt sammanfallande med färggränsen (Dobracka & Dobracki, pers. komm.).

Den ena lokalen, Sliwin, har tidigare undersökts (Karczewski 1961). Då undersöktes en sträcka av ca 6 km mellan Trzesacz och Niechorze (Fig 2). Prover togs med jämna intervall, men inga sedimentologiska detaljstudier gjordes. På proverna gjordes förutom siktning en analys av bergartssammansättningen. Fyra grupper identifierades: urberg, ren kvarts (OBS ej kvartsit), kalksten och övriga sedimentära bergarter. Kalksten saknades i de övre proverna och Karczewski drog då slutsatsen att denna vittrat bort och att hela sekvensen utgjordes av en enda moränenhet. Om den andra lokalen, Lukecin, har inget hittills publicerats.

Syftet med min undersökning var att koncentrera undersökningarna till två lokaler och noggrant gå igenom sekvensen "centimeter för centimeter". Bergartssammansättningen skulle också undersökas med en mer detaljerad indelning. Målsättningen var att avgöra om en, två (eller flera) moränenheter finns representerade samt att studera sedimentens genes. En viktig frågeställning har också varit att avgöra om ingående bergarter är av lokalt eller långtransporterat ursprung.

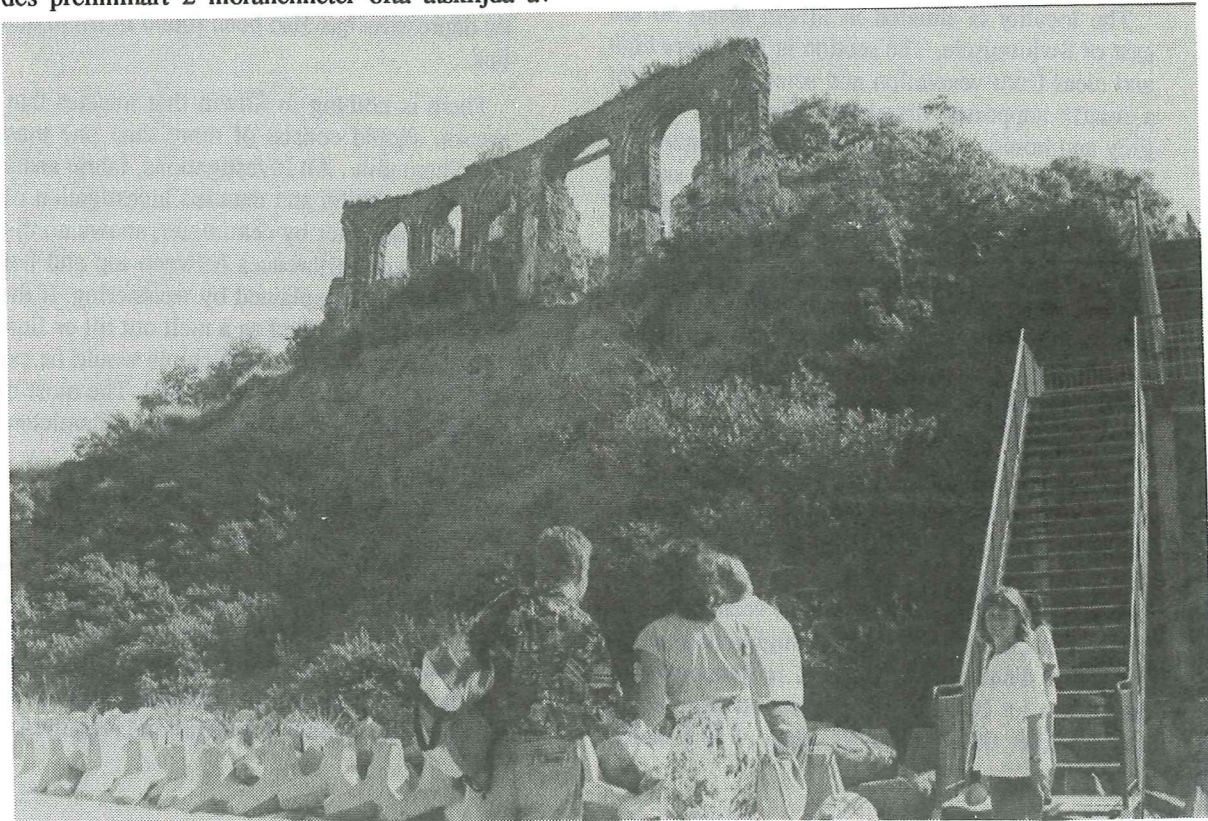


Bild 1. Kyrkoruinen i Trzesacs.



## 2 Undersökningsområdets geologiska historia

### 2.1 Prekvartär

Materialet till detta stycke har hämtats från Znosko (1968). Områdets prekvartära historia är enbart känd från mycket djupa borrhningar. De äldsta lager som påträffats vid dessa härstammar från devonperioden. Dessa ligger på ca 5000 meters djup och utgörs av både kalksten och klastiska sediment. Med få undantag är dessa epikontinentala d.v.s. avsatta på relativt grunt vatten. Äldre enheter finns säkerligen längre ner, men dessa är inte med säkerhet daterade. Havsytan sjönk under karbon och de karbonska sedimenten är bildade i träskmiljö. Dessa består huvudsakligen av lera och sandsten med kol. Under perm bildades väldiga bassänger där det avsattes mäktiga lager av evaporiter som anhydrit, gips och salt. Dessa kom senare på vissa ställen att stiga upp genom yngre lager och bilda saltdomer som i extrema fall når tusentals meter upp till det prekvartära underlaget. I dessa bryts nu salt i gruvor. Under trias avsattes i ett grundhav både kalk och klastiska sediment med lokala inslag av evaporiter. Den epikontinentala sedimentationen fortsatte in i jura med lerskiffer som dominerande inslag vid sidan av sand och siltsten. Kretaceiska lager finns bara i vissa delar av området. Den utgörs då av kalksten, mörkel och glaukonitsand, avsatt på grunt vatten. Jura och kritaerioderna utgör tillsammans det prekvartära underlaget i undersökningsområdet. Tertiär saknas inom området men påträffas i form av klastiska sediment strax söder och öster därom. Dessa är avsatta i deltan och träsk och innehåller stora mängder brunkol som är en mycket viktig energikälla i Polen.

### 2.2 Kvartär

Uppgifterna i detta stycke har där inget annat anges hämtats ur Rzechowski (1986). Många av dateringarna har gjorts med termoluminiscensmetoden (TL), en metod med både anhängare och tvivlare. Dock är de de enda dateringar som står till buds så jag har valt att ta med dem ändå. Mäktigheten på de kvartära lagren varierar mycket i hela Polen. De saknas helt på vissa ställen i södra delen av landet och är över 200 meter mäktiga i östra delen av landet. I undersökningsområdet är de kvartära lagren ca 50 meter tjocka (Znosko 1968).

I Polen har konstaterats minst fem eller sex nedisningsperioder. Dessa delas i sin tur upp av interglacialer och interstadialer och man har sammanlagt konstaterat tio olika moränbäddar. Den tidigaste glaciationen benämns Narew, tidigare kallad Podlasian. Man har vid borrhningar på ett flertal

platser i Polen påträffat den i form av moränbäddar med flera tiotal meters mäktighet överlagrade av tjocka lager med fluvial sand. Den sydligaste lokalen ligger i Serniki, några mil norr om Lublin. Tidigare korrelerades Narew med Cromer (Rdzycki 1962), men detta har ifrågasatts på senare år. Med TL-datering har moränens ålder bestämts till 787 ka BP.

Den följande interglacialen benämns Den Podlasiska interglacialen. Den representeras av lager med fluvial sand som överlagrar Narew. Några enstaka lakustrina avlagringar har också påträffats. Trots att inga organogena lager påträffats, har man påträffat pollen av skogsbildande arter som *Betula* och *Pinus*, och även tertiära relikter som *Tsuga* och *Nyssa*. (Rdzycki 1962). Åldern har TL-daterats till 682-754 ka BP.

Den Sydpolska Glaciationen representeras av mäktiga moränlager som är avbrutna av en interglacial och en interstadial, Luszawa och Deblin. Isen nådde som längst till Karpaterna (Sibrava 1986) och är den skandinaviska is som veterligen nått längst söderut i Polen. Med TL-datering har åldern bestämts till 678 ka BP i botten och 565 ka i toppen.

Efter Sydpolska glaciationen följer en kort interglacial, Ferdynandow som representeras av både lakustrina och fluviala sediment. Dessa har med TL-metoden daterats till 543 ka BP i botten och 532 ka BP i toppen.

Ferdynandow överlagras av glaciala sediment (ingen morän hittad), som har tolkats som en mindre glacial. Denna mindre glaciation kallas Wilga och nådde troligen centrala Polen.

Efter denna följer den Mazoviska Interglacialen, som traditionellt korreleras till Holstein. Interglacialen är känd från ett flertal lokaler och representeras av de flesta typer av interglaciala sediment. Pollendiagram uppvisar ett klimatoptimum något kallare än Ferdynandow. I södra Polen kan man i sjöbassänger följa hela det interglaciala förloppet med uppvärmning och avkylning (Rdzycki 1962). Ett flertal TL-dateringar har gjorts, 429 ka BP i botten och 320 ka BP på toppen.

Den Mellanpolska Glaciationen delas in i tre till fyra stadialer åtskiljda av två kända interstadialer. Odra, den mellersta stadialen, hade den största utbredningen och nådde mellersta Polen. Man har påträffat fyra moränhorisonter, av vilka de två yngsta korreleras till sista stadialen, Warta. Det bör dock påpekas att korrelationerna stadialerna emellan är osäker på många platser i Polen.

Fluviala, marina och lakustrina sediment som korreleras till Eem har påträffats på flera lokaler i



Polen. I södra delen av landet påträffas paleosoler i löss som överlagrar morän från Mellanpolska glaciationen. Pollenanalys visar en för Mellaneuropa typisk Eemflora. Kring floden Wislas mynning återfinns en undre marin enhet överlagrad av fluviala lager och därpå nya marina sediment, alla tre visande en karaktäristisk Eemfauna. Sekvensen tolkas som en regression följt av en transgression där den övre marina enheten korreleras till klimatoptimum (Mojski 1988). I västra Polen, kring Poznan, påträffas organogena terrestriska sediment från Eem på ett antal platser. Man har här på paleobotanisk väg rekonstruerat en succession genom hela interglacialen (Kozarski 1980).

Från den senaste nedisningen i Polen, benämnd Vistula efter Wislas latinska namn, har tre stadier konstaterats. Övergången Eem-Vistula återfinns i

limniska sediment på ett flertal platser i mellersta Polen. Den mest kompletta sekvensen glaciogena sediment från Vistula finns i Wislas nedre dalgång (Mojski 1988).

Den understa enheten, Kaszuby, representeras av en välutvecklad morän som TL-daterats till mellan 105 ka BP och 90 ka BP. Under den följande interstadialen lämnade isen norra Polen och pollendiagram påvisar barrskog. <sup>14</sup>C-dateringar har gett en ålder på minst 52 ka BP (Mojski 1988).

Nästa stadial, Pre-Grudziadz, har med TL-metoden daterats till 58.4 ka BP till 51.9 ka BP. Klimatförhållandena torde ha liknat de under Kaszuby men isen nådde troligen lite längre söderut (Mojski 1988).

Den följande interstadialen, Grudziadz, saknas i Wisladalen men är talrikt representerad på andra

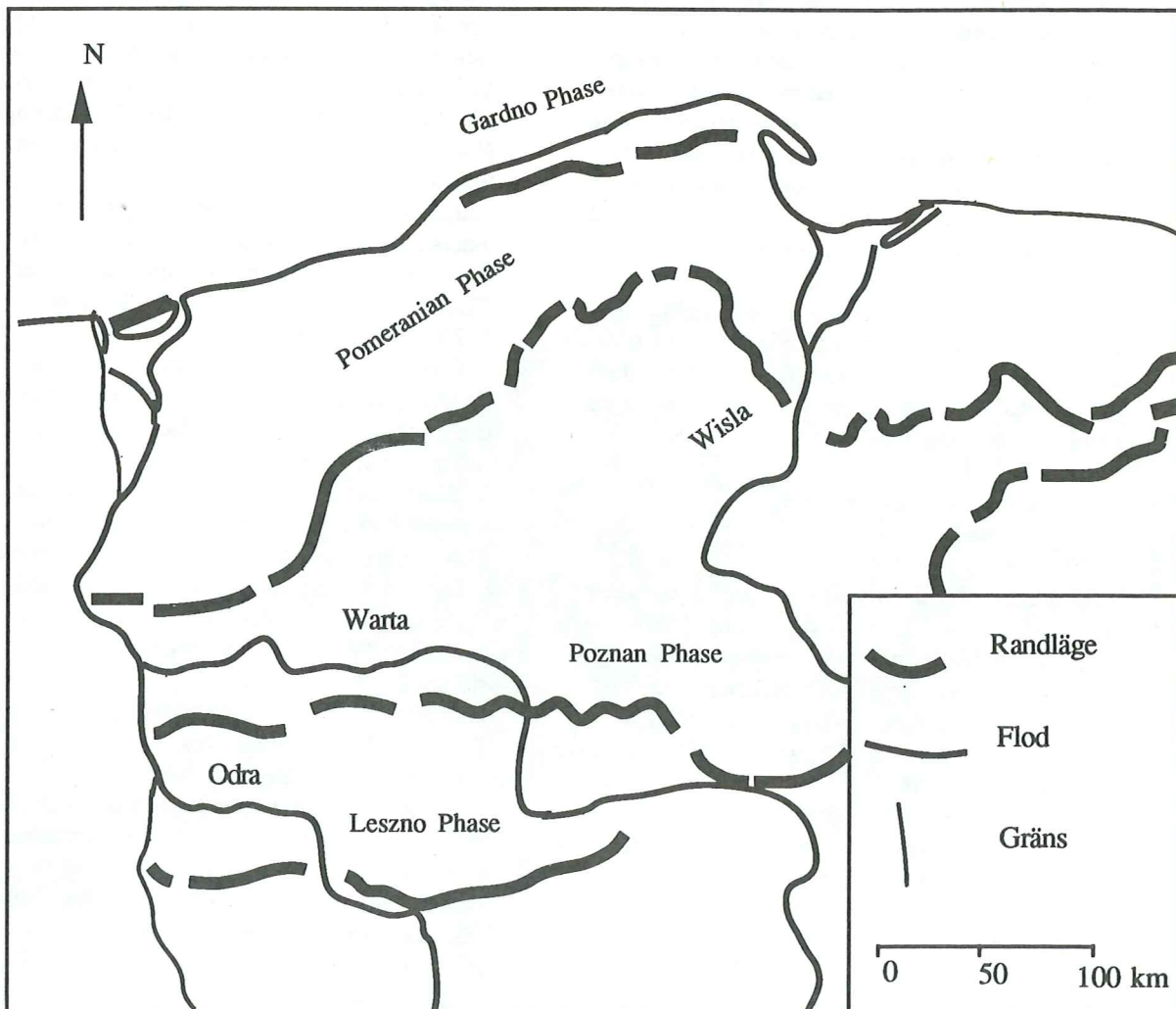


Fig 1 Karta visande de olika randlägena under Vistulas slutskede. Fritt efter Kasprzak & Kozarski (1988).

platser. Ett flertal  $^{14}\text{C}$ -dateringar har visat en klimatutveckling från 45 ka BP till 20 ka BP med barrskogar, parkundra, barrskogar och slutligen tundra (Mojski 1988).

Isen ryckte fram på nytt och nådde sin maximala utbredning ca 20 ka BP.

I västra Polen har däremot bara en glaciation under Vistula påvisats och ifrån denna inga avlagringar äldre än Brørup. Man kan där istället följa ett flertal växlingar i klimatet. Med paleobotaniska studier och  $^{14}\text{C}$ -dateringar har man här konstruerat en temperaturkurva som stämmer bra med de Väst-europeiska interstadialerna. Området nedisades  $22230 \pm 480$   $^{14}\text{C}$ -år BP. Isens maximala utbredning, Leszno Phase, korreleras till Brandenburg i Tyskland som daterats till mellan  $21160 \pm 800$  och  $20270 \pm 1000$   $^{14}\text{C}$ -år BP (Kozarski 1980).

Förutom Leszno bildades vid isens tillbakadragande tre större randlägen (Fig 1). Det första av dessa, Poznan, korrelerat till Frankfurterstadiet (Kozarski 1991) dateras till ungefär 18400  $^{14}\text{C}$ -år BP, och nästa, det Pommerska Randläget till ca 15200  $^{14}\text{C}$ -år BP. Ytterligare ett randläge ligger precis vid Östersjökusten och benämns Gardno. Detta randläge dateras till 13200  $^{14}\text{C}$ -år BP och bildades precis innan isen lämnade Polen (Kozarski 1991; Kasprzak & Kozarski 1988).



## 3 Metodik

### 3.1 Fältarbete

Under de första dagarna av fältarbetet förevisade våra polska kolleger ett antal olika skärningar efter kusten. Vi fick då tillfälle att diskutera olika frågeställningar och tidigare gjorda undersökningar. Till slut valdes två lokaler ut för mitt arbete. Huvuduppgiften blev en ca 10 m hög skärning i Sliwin, dessutom en mindre skärning i Lukecin. Båda behandlades på ungefär samma sätt.

#### 3.1.1 Skärningsdokumentation

Vid rensningen visade sig att diamiktonen var mycket hård kompakt och torr. Före uppritningen monterades papperslappar med en meters lucka i hela den rensade skärningen och dessas läge mättes in i förhållande till havsytan och krönet på klinten. Till detta användes tumstock måttband och klinometer. Eftersom jag gjorde hela fältarbetet på egen hand kunde jag inte använda mig av avvägningsinstrument, men det inverkar inte på resultatet eftersom det hela tiden rör sig om små avstånd både vertikalt och horisontellt. Därefter dokumenterades profilen genom avritning och fotografering av såväl hela skärningen som intressanta detaljer. Vidare gjordes en noggrann skriftlig beskrivning. Denna kom efter hand att kompletteras och revideras under den följande fabricanalysen, då nya små och otydliga strukturer upptäcktes.

#### 3.1.2 Riktninganalys (fabric)

Fabric gjordes i Sliwin genom hela profilen med en meters vertikalt avstånd. I Lukecin gjordes av tidskäl bara tre fabricanalyser på väl valda ställen. Analysen gjordes enligt gängse praxis med 25 partiklar. A-axeln var minst 15 mm och minst 1.5 gånger längre än b-axeln. Partiklarna fick inte heller ligga i kontakt med varandra. Målsättningen var att en analys skulle göras inom ett område på 0.5 X 0.3 X 0.3 meter. Detta lyckades inte riktigt alltid på grund av att lämpliga partiklar saknades, men jag utökade då sökområdet i horisontell led istället för i vertikal. I Lukecin gjordes provområdet med en lutning som följde den övriga strukturen. Orienteringen av partiklarnas a-axel mättes med hjälp av kompass med klinometernål. Förutom partiklarnas orientering antecknades också deras mått och bergart.

#### 3.1.3 Provtagning

I alla fabricpunkter i båda skärningarna togs prov ut med hacka. Stor vikt lades vid att provet togs på samma nivå som riktninganalysen gjorts på, detta för att resultaten skulle bli jämförbara. Dessutom togs en

stor volym av varje prov, särskilt i Lukecin, eftersom jag ville vara säker på att ha tillräckligt med grovt material till grusräkning. Förutom dessa uttogs några extra prover i Lukecin på ställen som redovisas i fig 4 och 5.

#### 3.1.4 Tektonik

Strykning och stupning hos den stora sandlinsen i Lukecin mättes in på ett antal punkter, som är utsatta på fig 6. Detta gjordes genom att planet som skulle mätas frilades försiktigt och sedan mättes in med kompass.

## 3.2 Laboratoriemetodik och behandling av mätvärden

### 3.2.1 Skärningsdokumentation

De skisser som ritats i fält matades in i en dator med hjälp av digitaliseringsbord. Skisserna behandlades sedan vidare i datorn där olika mönster lades på och i de fall en profil dokumenterats med flera skisser kunde dessa läggas samman. Att ha bilderna digitaliserade gör det mycket enkelt att göra ändringar både av bildernas innehåll och storlek. Sedan ritades fin-skisserna ut helt färdiga med laserskrivare. Detta förfaringssätt sparade mycket tid, dessutom slapp jag att "kladda" med klister, tejp och raster.

### 3.2.2 Riktninganalys

Värdena plottades i storcirkeldiagram med hjälp av programmet Stereonet för Macintosh. Dessa lades sedan in direkt i skisserna. En statistisk behandling gjordes enligt egenvärdesmetoden (Mark 1973, 1974). Tre vektorer beräknas, V1, V2 och V3. V1 sammanfaller med den maximala ansamlingen och visar medelaxeln. V2 är vinkelrät mot denna och mot V3 som visar den minsta ansamlingen. Vidare beräknades signifikansvärdena S1, S2 och S3. S1 varierar mellan 1.0- 0.33 och anger styrkan på ansamlingen kring medelaxeln. S3 varierar mellan 0.0-0.33 och är omvänt proportionell mot styrkan på ansamlingen kring det bästa planet.

### 3.2.3 Kornstorlek

I laboratoriet i Lund gjordes kornstorleksanalys på samtliga prover. Fraktionerna mellan -4.5 och 4 phi (20-0.063 mm) torrsiktades i skakapparat. De mindre fraktionerna analyserades med hydrometermetoden. Dessa metoder finns beskrivna i Talme & Almén 1975. För att behandla mätvärdena från kornstor-



leksanalyserna användes dataprogrammet m-korn. Siktcurvorna ritades sedan ut med plotter. En nackdel med programmet är att hela lerfraktionen redovisas som en grupp. Någon uppritning för hand har inte gjorts.

### 3.2.4 Kalkhalt

Halten kalciumkarbonat bestämdes med Passons apparat. Fraktionerna mindre än 0.063 mm utsätts för saltsyra och den volym koldioxid som bildas uppmäts. Ur de uppmätta gasvolymerna beräknades kalkhalten med hjälp av formeln:



Reaktionsformeln visar att 1 mol karbonat ger en mol koldioxid vilket motsvarar ca 22.8 kubikdecimeter. Med dessa värden ritades sedan diagram med dator. Även denna metod finns beskriven i Talme & Almén 1975.

### 3.2.5 Bergartssammansättning

För att bestämma bergartssammansättningen användes fraktionerna över 2.8 mm. För att underlätta delades proverna upp i fraktionerna -3, -2.5, -2, och -1.5. Mellan 750 och 480 partiklar räknades i varje prov. Bergarterna bestämdes sedan under mikroskop med 6 till 40 gångers förstoring. Utspädd saltsyra (10%) användes för att utskilja kalksten. Först gjordes en grov sortering efter bergart, kalksten för sig, sandsten för sig o.s.v. Därefter gick jag igenom alla prover igen och skiljde dels ut bergarterna noggrannare, dels indelade jag dessa vidare efter färg, ålder etc. Denna lite omständligare procedur användes för att inte proverna skulle bli annorlunda behandlade allteftersom jag lärde mig. Följande bergarter identifierades:

**Surt urberg.** Denna grupp består av prekambrika graniter och gnejser, dessa är mycket vanliga i det glaciade området, även på Östersjöns botten. Närmaste fasta klyft ligger dock långt ifrån polska kusten, men eftersom denna grupp tål lång transport och flera omlagringar och dessutom är mycket resistent mot kemisk vittring kan man förvänta sig att hitta den långt från ursprungsområdet.

**Basiskt urberg.** Till denna grupp räknas alla vulkaniska bergarter utan kvarts och med högt innehåll av mörka mineral. De förekommer i samma områden som surt urberg, dessutom förekommer diabas och basalt (ytterst sällsynta i mina prover) i Skåne. Följer man dock isrörelseriktningen från mina lokaler är det långt till fast klyft.

**Paleozoisk kalksten.** I denna stora grupp ingår allt från mycket ren kalksten till övergångsformer mot siltsten. Den övervägande andelen är grå till färgen men några procent är röda. Deras ursprungsområde är Öland och Gotland och havsbotten däromkring.

**Röd/violett sandsten.** Denna bergart härstammar från Jotium och förekommer på botten av Östersjön norr om Gotland i södra Bottenhavet och i Dalarna.

**Övrig sandsten.** Till denna grupp räknas dels de partiklar som bara kunde identifieras som just sandstenar och dels som kunde bestämmas noggrannare men som förekom alltför sparsamt för att bilda en egen grupp. Ibland de senare kan nämnas kambrisk sandsten.

**Skiffer.** Denna heterogena grupp hittar man både långt ifrån lokalerna i form av kambrosilur kring Öland och Gotland och relativt nära i form av triassiska sediment öster om Bornholm. Gruppen har inga distinkta övergångar mot andra grupper och är därför svår att konsekvent skilja ut. Dock förekommer de ganska sparsamt, så de fel som begåtts har mindre statistisk betydelse.

**Siltsten.** Denna grupp utgörs av stenar med varierande ursprung som dock har ett högt innehåll av silt gemensamt. Ibland fräser de för saltsyra och det kan vara svårt att dra en enhetlig gräns mot kalksten.

**Glaukonitsandsten.** Denna kretaceiska bergart utgör det prekvartära underlaget i området (Znosko 1968). Den har en vit sockerliknande textur med tydligt inslag av glaukonitkorn.

**Krita.** Detta är en bergart som förekommer relativt nära polska kusten. Den är dock ganska mjuk och tål inte för lång transport eller för många omlagringar. Nära markytan löses den dessutom fort upp. Det gör dock inte flinta som krita förekommer tillsammans med. En relativt hög andel flinta gentemot krita kan därför tyda på att materialet är omlagrat.

**Dolomit.** Denna bergart utgörs av omkristalliserad kalksten, där magnesium har ersatt kalcium. Fast klyft förekommer i området kring Baltikum och bergarten är därför viktig eftersom den påvisar materialtransport ifrån nordöst. Den är dock mycket svår att skilja från kalksten eftersom de är lika till utseendet och dolomit kan reagera svagt på saltsyra (personlig erfarenhet från polska referensprov översända av Dariusz Krzyszkowski). Dolomit innehåller dock inte några fossil, och en kraftig reaktion på syra är typiskt för kalksten.

Bergarternas procentuella fördelning ritades upp i diagram. Erforderliga beräkningar gjordes i dator med programmet Statview och diagrammen ritades i Macdraw. Bara de bergarter som hade en andel på minst 2 procent togs med, detta för att göra diagrammen tydligare. Ett extra diagram där kalkstenen räknats bort ritades upp. Detta för att man lättare skulle kunna observera skillnaderna för övriga bergarter genom hela profilen. Kalksten fattades nämligen helt i de översta proverna.



## 4 Lokalbeskrivning

De två undersökta lokalerna är belägna vid byarna Sliwin och Lukecin vid Östersjökusten (Fig 2). Avståndet mellan dem är ca 10 km.

### 4.1 Sliwin

Lokalen är belägen ca 50 km öster om Swinoujscie vid polska Östersjökusten och består av en helt vegetationsfri skärning, ca 10 meter hög. Eftersom strandremsan här är mycket smal spolats allt rasmaterial omedelbart bort och skärningen kan studeras ända ner till havsytan. Lokalen visas i fig 3 och bild 2. Av praktiska skäl rensades inte en enda vertikal profil utan två områden på några meters avstånd och med någon meters överlappning frilades. Hela sekvensen består av matrix-stött diamikt material. Längst ner är denna grå, hård och homogen och ger ett närmast cementliknande intryck. Vid närmare undersökning kan man dock se tunna sliror av silt, sand och lera på 8-7 meters djup. Kornstorlekssammansättningen är lerig, stenar är ovanliga och block saknas helt. Klasterna domineras av kristallint berg och grå massiv kalksten. Kolpartiklar förekommer också. Vid näst understa fabricpunkten påträffades en träflisa av okänt träslag, stor som en tändsticka. Enstaka

vertikala sprickor förekommer, det är dock omöjligt att se om någon rörelse skett efter dessa. Troligen rör det sig om sekundära avlastningssprickor. På 6-4 meters djup byter diamiktonen successivt färg uppåt till gråbrun och rostlinser börjar uppträda. Färgen blir mörkare brun högre upp och rostlinserna tilltar både i antal och storlek. De översta meterna uppvisar också en antydning till fissility. Kornstorleken förändras inte. Den petrografiska sammansättningen ändras så tillvida att i de två översta meterna försvinner kalksten helt.

De översta 5 dm utgörs av flygsand (Dobracki & Racinowski 1989). Denna saknar helt synliga strukturer men innehåller mycket rötter och humus. Den har inte undersökts närmare.

På 5 meters djup påträffades vad som först tolkades som ett lager med sorterad sand med inslag av silt och ler, ca 20 cm tjockt (Bild 3). Det tilldrog sig först stort intresse eftersom det skulle kunna vara en diskontinuitet. Strukturerna är dock helt ostörda och en närmare undersökning visade att sandlinsen inte var bredare än ca 3 cm. Det följde dessutom en spricka. På grund av detta kan sanden bara förklaras som en recent fyllnad skapad av rinnande vatten i en av de många sprickorna.

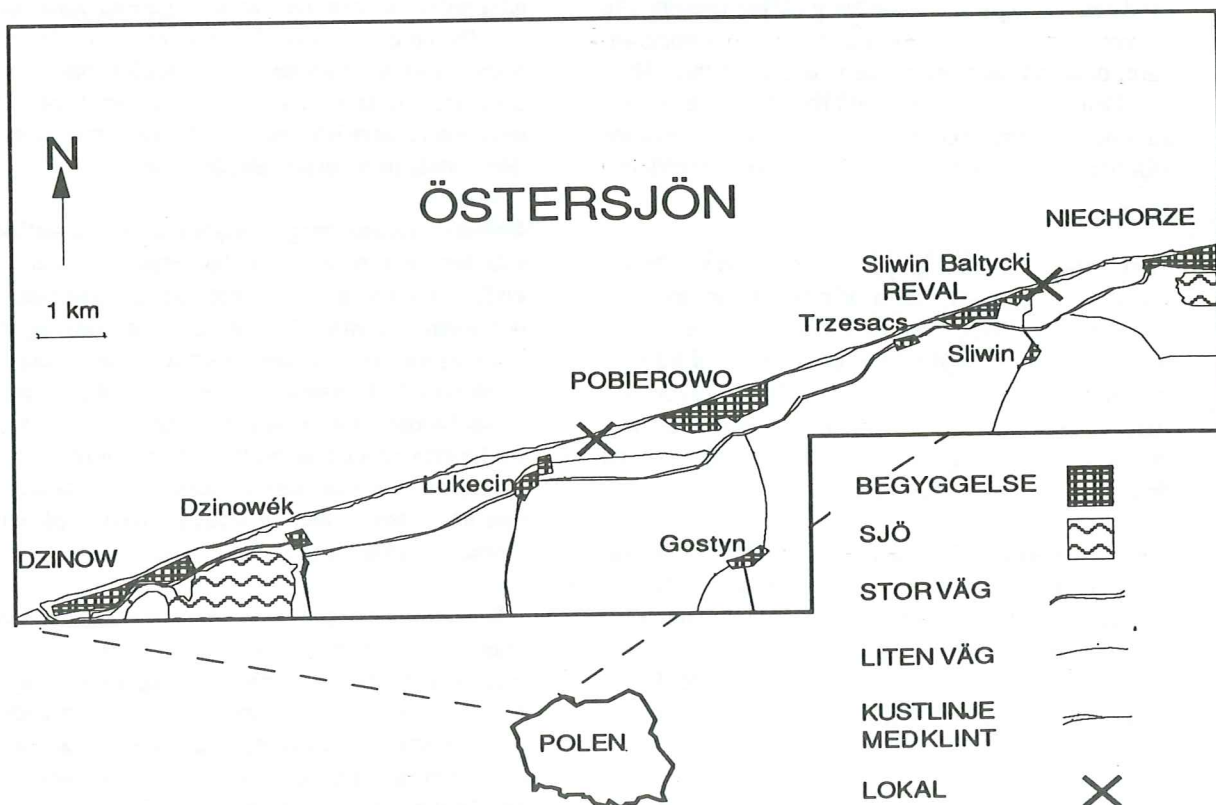


Fig 2. Karta över området kring de undersökta lokalerna. Efter polska "Geokart".

Djup(meter)

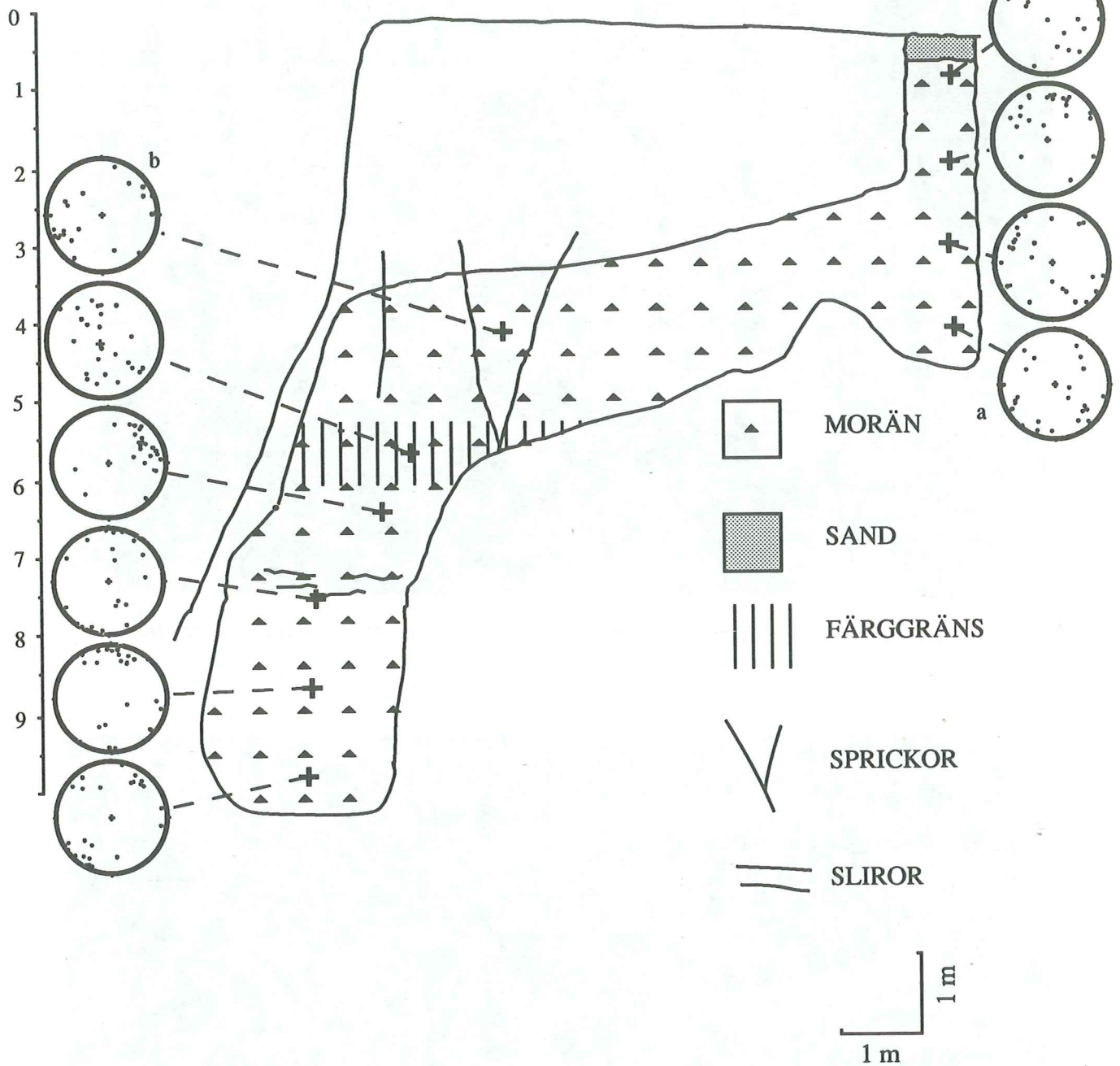


Fig 3. Skärningen i Sliwin. Fabricanalyserna har genomgående en dåligt prefererad orientering. Dock är orienteringen bättre i några analyser. Generellt sett är riktningen på huvudvektorn nordlig med variationer NV-NO.





*Bild 2. Skärningen i Sliwin. De vita rutorna är  $1 \text{ dm}^3$  stora och sitter med en meters inbördes avstånd.*



*Bild 3. Sandskiktet som påträffades i färgomslagszonen men som visade sig vara sprickfylld.*



## 4.2 Lukecin

Lokalen är belägen ca 40 km öster om Swinoujscie. Stranden är här ganska bred, ca 30 m, så vågorna når i normala fall inte ända fram till branten. Detta medför att rasmaterial ansamlas och bara de översta 5-6 meterna kan undersökas utan alltför omfattande grävningsarbeten. Två profiler, A och B rensades. Grundmaterialet i båda utgörs av lerig grå diamikton med siltiga och sandiga linser. Dessa ligger i band som kan följas flera meter och som i de flesta fall stupar åt sydöst. Överst i båda profilerna ligger ett 2 dm tjockt lager flygsand. En stor sand och siltlins vid sidan av A rensades också.

### 4.2.1 Profil A:

En detaljerad skiss finns i fig 4. I botten är diamiktonen mörkgrå och homogen matrix stödd med en antydning till fissility. Linserna och körtlarna består av välsorterad silt-finsand och innehåller i de flesta fall primärstrukturer. Dessa består av planlaminerad sand/silt men är alltid störda. På ett ställe mättes strykning och stupning på en sandlins. Resultatet redovisas i figuren. Högre upp i profilen minskar antalet linser. Ungefär samtidigt sker ett successivt färgomslag till ljusbrun samtidigt som diamiktonen blir grövre. Tärningsstorleken ökar vid en skarp gräns ca en meter under överytan och minskar sedan drastiskt vid en likaså skarp gräns en ca 0,5 meter högre upp. Hela profilen innehåller endast ett fåtal partiklar grövre än 1 cm.

### 4.2.2 Profil B:

En detaljerad skiss finns i fig 5. Grundmassan i botten utgörs precis som i profil A utav homogen matrix stödd diamikton med låg halt av grus och enstaka stenar. Färgen är i botten mörkgrå men övergår successivt i brunt mellan 4 och 5 meters djup. Linser och körtlar liknande de i A-profilen förekommer men bara på 5-2 meters djup. Över denna nivå skiftar de karaktär till sliror och blir helt horisontella. Vid 2 meters djup påträffades skärningens enda block (Bild 4), en grov röd sandsten. Trots noggrann undersökning hittades inga isräfflor. Blocket var draperat av ett lerskikt, ca 5 mm tjockt ovanpå och på sidorna, men obetydligt på undersidan. I övrigt fanns inga strukturer som kunde associeras till blocket.

Tärningsstorleken tilltar successivt genom hela bruna zonen upp till 1.5 meters djup där den med en skarp gräns minskar från centimetestorlek till millimeterstorlek. Mängden gruspartiklar tenderar också att tillta.

### 4.2.3 Sand och siltlins:

Denna lins är skiljer sig från de övriga främst genom sin storlek, men också genom att den innehåller betydligt fler strukturer (Fig 6). Linsen domineras av sand med laminae av silt. Tektonik har påverkat olika i olika delar av linsen. På vissa ställen, huvudsakligen längs kanterna, är lagren ostörda medan de på andra ställen är helt kaotiska. Strykning och stupning mättes in på ett antal ställen och dessa redovisas i fig 6. Linsen stupar tydligt åt SE, dvs in i klinten. Förutom en mängd mindre förkastningar påträffades två större som skar rakt över linsen. I ett relativt ostört parti påträffades en träpinne av björk (Olafur Eggertson, Tomas Batholin, muntl. medd.) (Bild 5). Dess ålder eller ursprung i övrigt har inte bestämts i detta arbete.

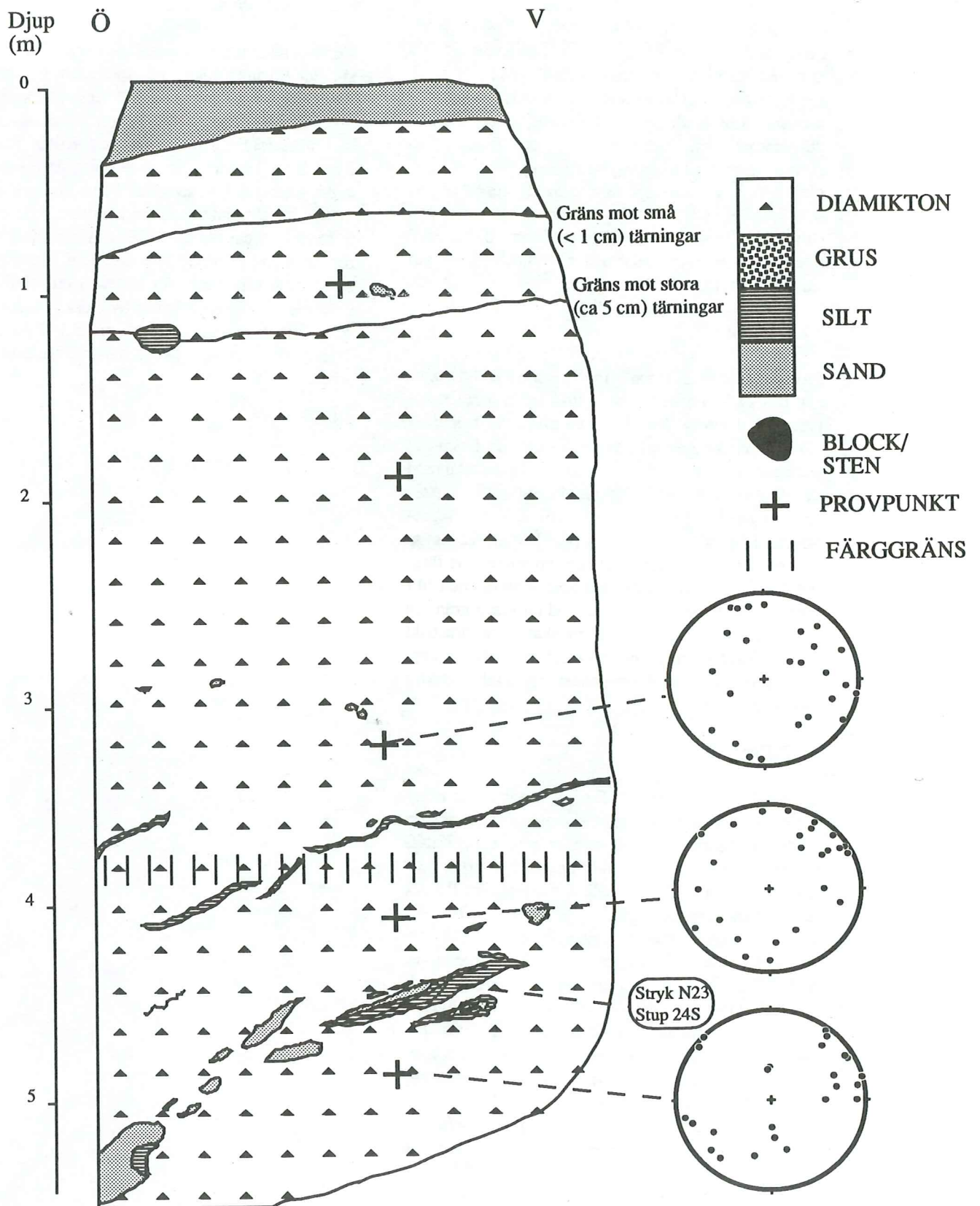


Fig 4. Profil A i Lukecin



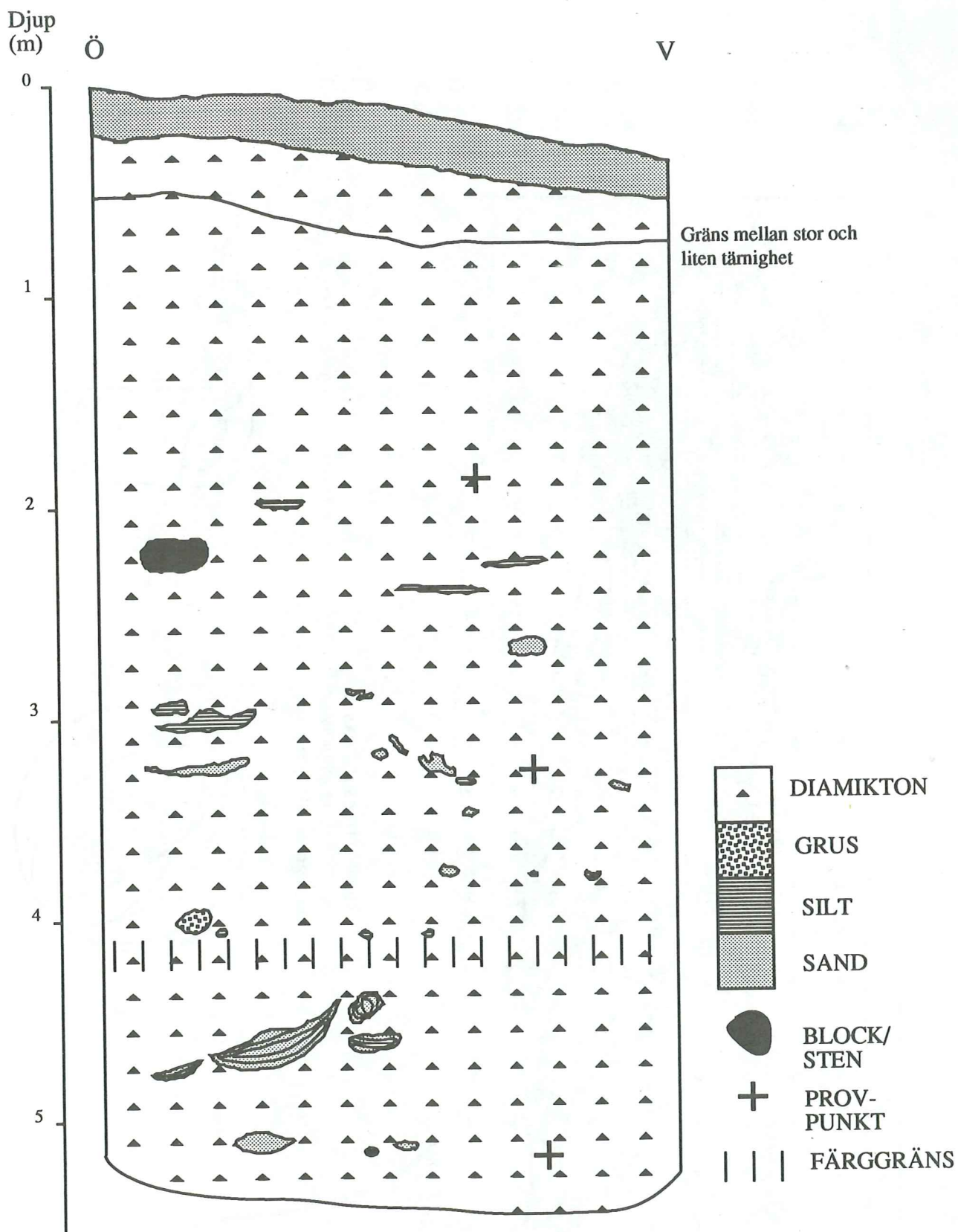
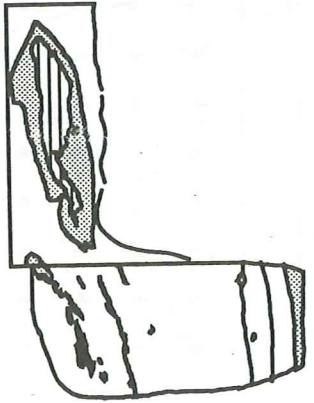
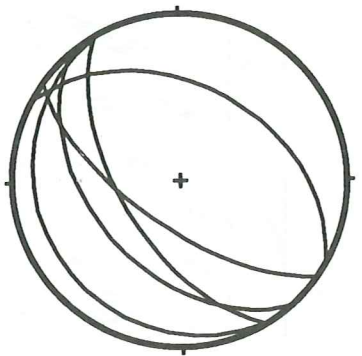








Fig 5. Profil B i Lukecin.



Sandlinsens placering i förhållande till profil A (Fig 4)



Storckeldiagram över de stykningar och stupningar som uppmätts.

- Diarnikton 
- Sand 
- Silt 
- Lera 
- Förkastning 
- Mätpunkt för stykning och stupning 

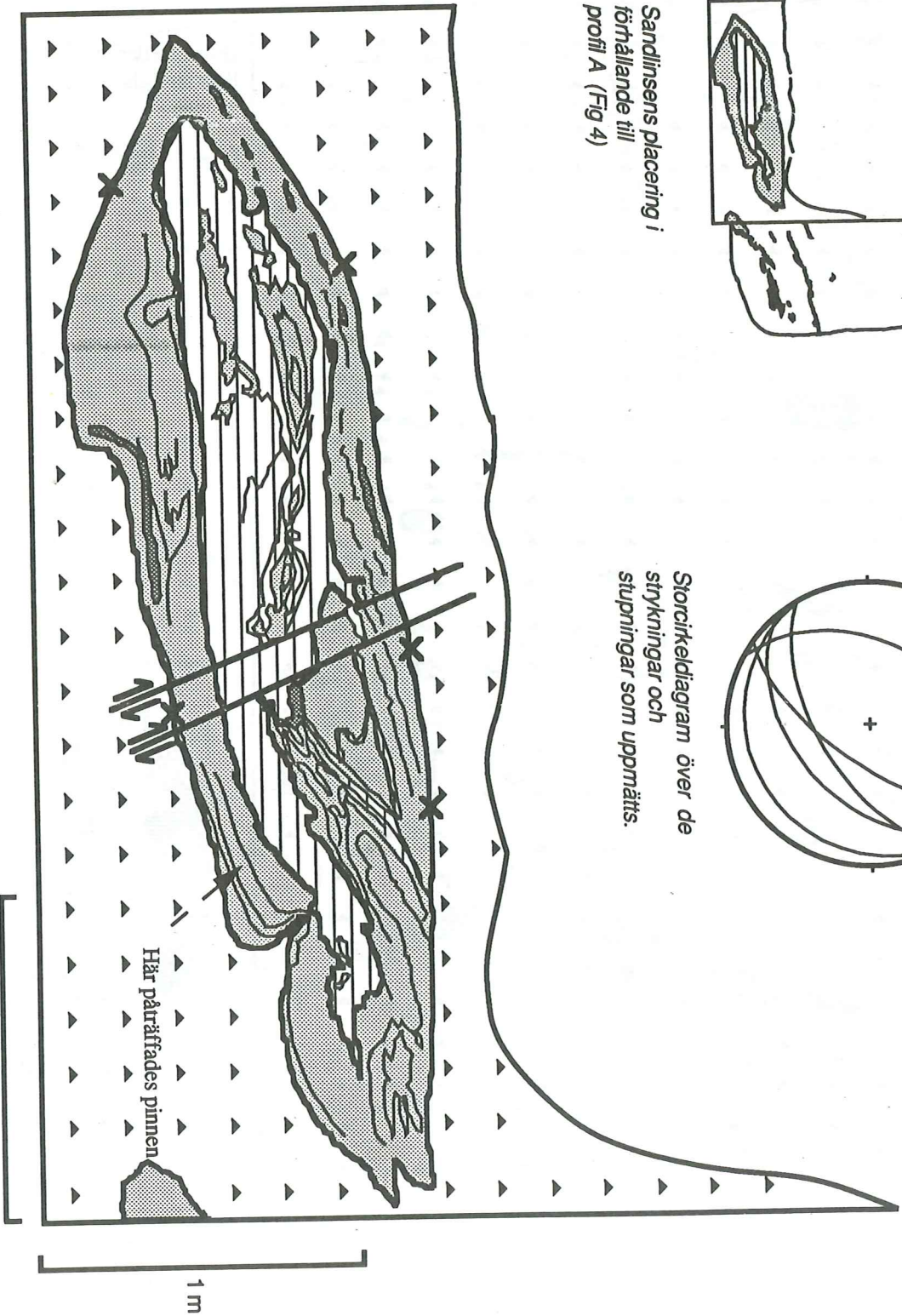
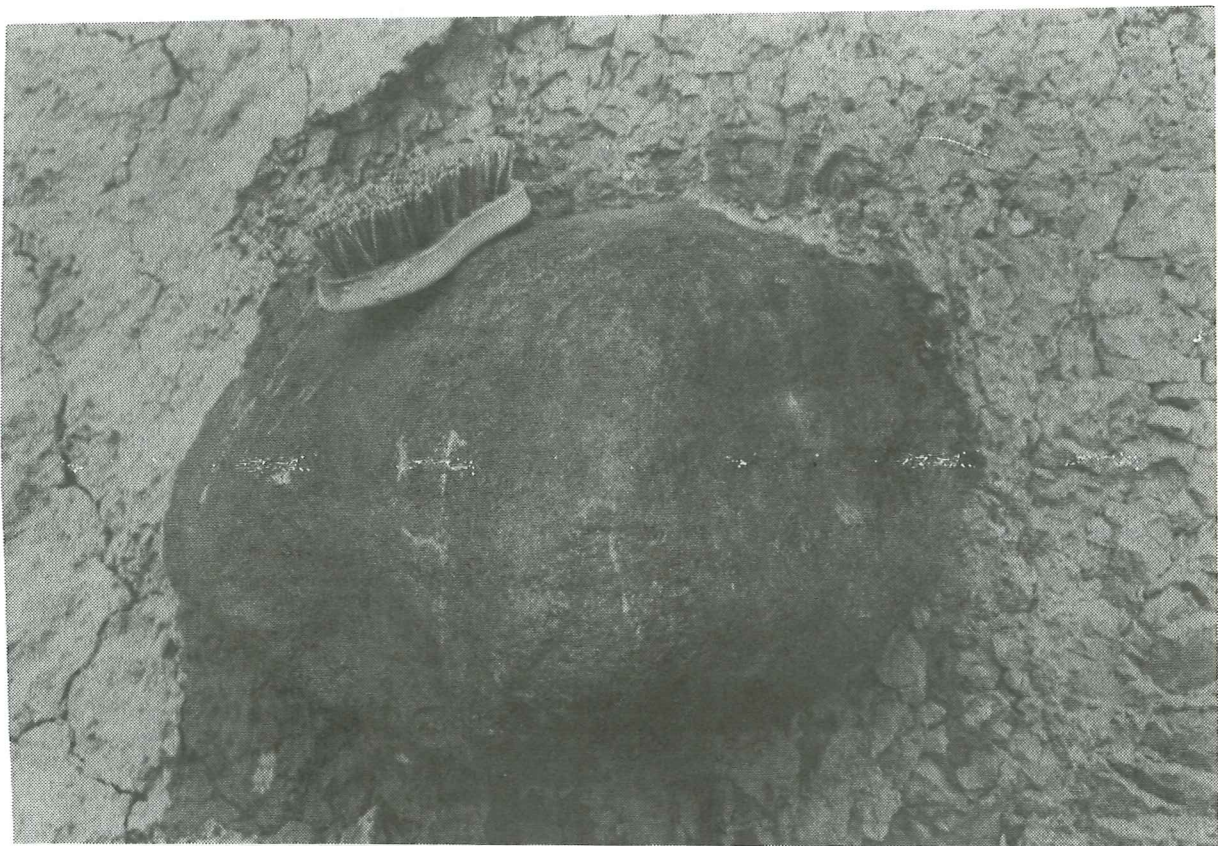


Fig 6. Sandlinsen i Lukecin





*Bild 4. Blocket i profil B i Lukecin.*



*Bild 5. Björkpinnen som påträffades i sand och siltlinsen i Lukecin.*



## 5 Resultat

### 5.1 Sliwin

#### 5.1.1 Kornstorleksanalys

Resultatet av kornstorleksanalysen redovisas i fig 7. Som synes är det inga större skillnader på sikt-kurvorna. De enda avvikelserna är två prov med tydligt högre halt av silt. Dessa är de två understa i profilen. Förutom denna lilla avvikelse är kornstorleksfördelningen tämligen likartad i alla prover i hela profilen. Materialet utgörs i samtliga fall av en lerig diamikton som innehåller mycket lite grus och nästan helt saknar stenar.

#### 5.1.2 Kalkhalt

Kalkhaltskurvan redovisas i fig 8. Upp till 5-metersnivån ligger halten mellan 10-12 procent, sedan sjunker den drastiskt till hälften vid 3 meters djup och kalken försvinner helt vid 2 meters djup höjd.

#### 5.1.3 Bergartsanalys

Diagram över bergartssammansättningen visas i fig 9. I de understa 7 meterna dominerar surt urberg och paleozoisk kalksten helt. I övrigt finns mindre inslag av basiskt urberg, olika sandstenar, dolomit, skiffrar och kretaceiska kalkstenar. Glaukonitsandsten, som utgör det prekvartära underlaget (Znosko 1968), förekommer endast sparsamt och saknas i många prover. Av bergarterna är urberg och paleozoisk kalksten långtransporterat material, vilket måste anses vara helt dominerande. Sammansättningen varierar mycket lite i de olika proverna. I de översta 2 meterna försvinner alla sorters kalksten utan att några tendenser till detta kan märkas i proverna närmast under. Detta stämmer väl överens med kalkhaltskurvan, som visar kraftigt minskad kalkhalt just i dessa nivåer. Ett diagram som inte tar med kalksten i något prov visas i fig 10. Man kan här se tydligare variationer i sammansättningen, men man måste tänka på att resultatet grundar sig på ett betydligt mindre antal partiklar.

#### 5.1.4 Riktingsanalys

De plottade värdena från fabricanalysen finns inlagda i fig 3, och signifikansvärdena i tabell 1. Generellt pendlar riktningen mellan NV och NO, ofta med drastiska skillnader mellan närliggande prov. Signifikansen varierar, men tycks vara sämre i de övre proverna.

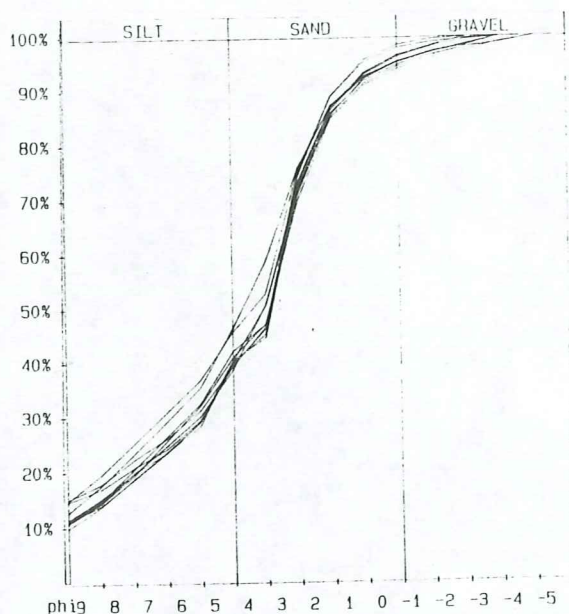


Fig 7. Kornstorleksfördelningen på proverna från Sliwin. Två prover avviker något, dessa är de två understa proverna.

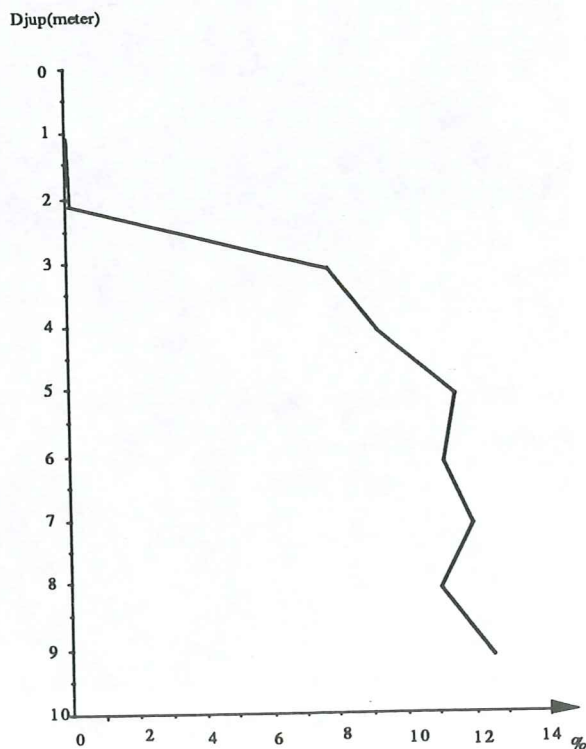


Fig 8. Kalkhalten i proverna från Sliwin.



Tabell 1. Egenvektorer och signifikansvärden för proverna i Sliwin.

| DJUP (m): | V1 str/st | V2 str/st | V3 str/st | S1   | S2   | S3   |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|
| 1         | 345/14    | 81/23     | 226/62    | 0.52 | 0.31 | 0.17 |
| 2         | 6/23      | 268/14    | 151/60    | 0.59 | 0.30 | 0.11 |
| 3         | 306/9     | 211/24    | 56/63     | 0.54 | 0.30 | 0.17 |
| 4a        | 77/1      | 168/18    | 342/71    | 0.45 | 0.36 | 0.18 |
| 4b        | 254/8     | 345/8     | 120/78    | 0.70 | 0.18 | 0.12 |
| 5         | 159/12    | 331/77    | 68/1      | 0.49 | 0.36 | 0.15 |
| 6         | 63/24     | 333/1     | 240/65    | 0.77 | 0.15 | 0.08 |
| 7         | 19/1      | 110/24    | 285/65    | 0.64 | 0.24 | 0.12 |
| 8         | 4/8       | 98/23     | 255/65    | 0.68 | 0.21 | 0.11 |
| 9         | 35/2      | 304/16    | 133/73    | 0.68 | 0.22 | 0.11 |

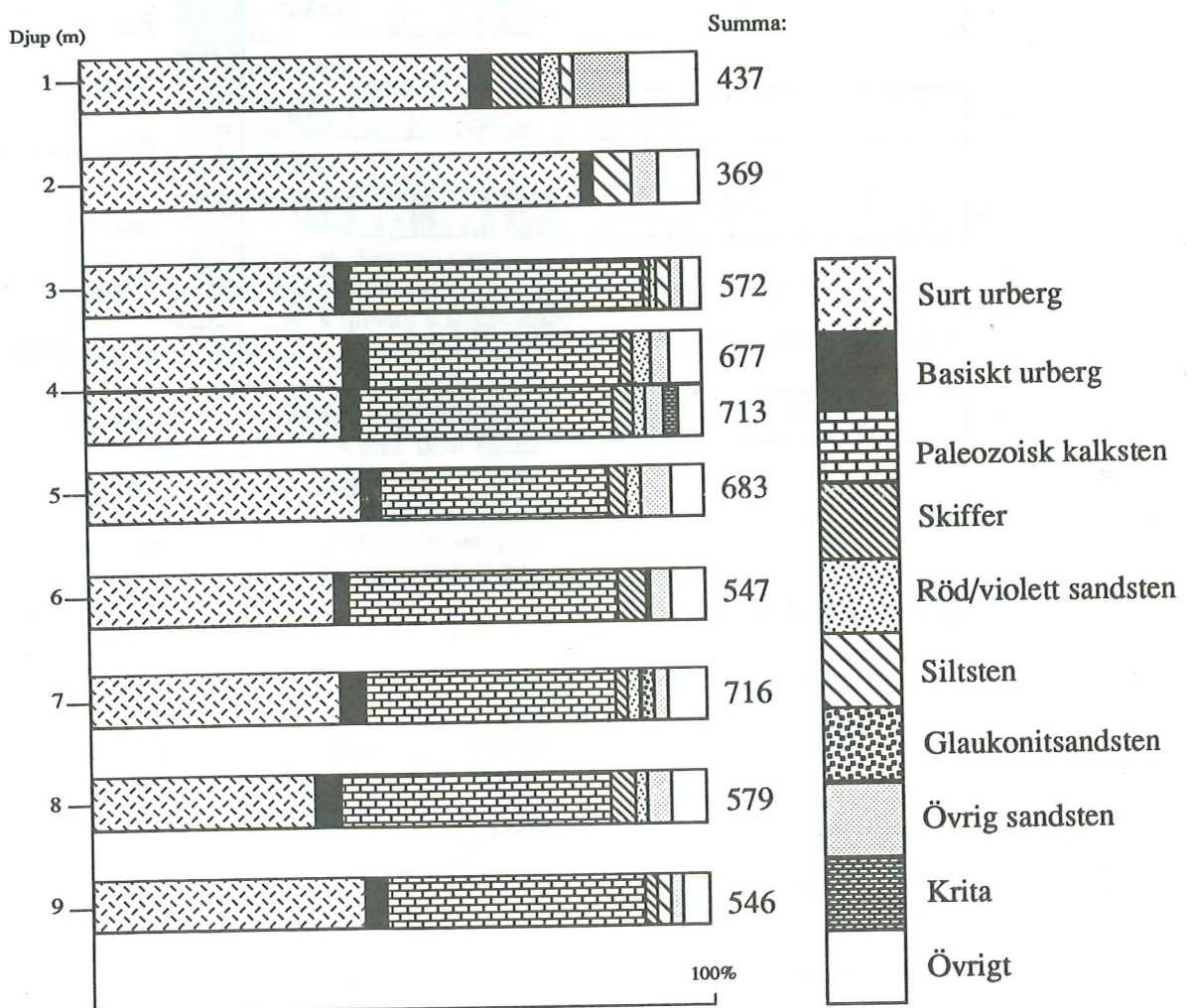


Fig 9. Bergartssammansättningen i Sliwin.

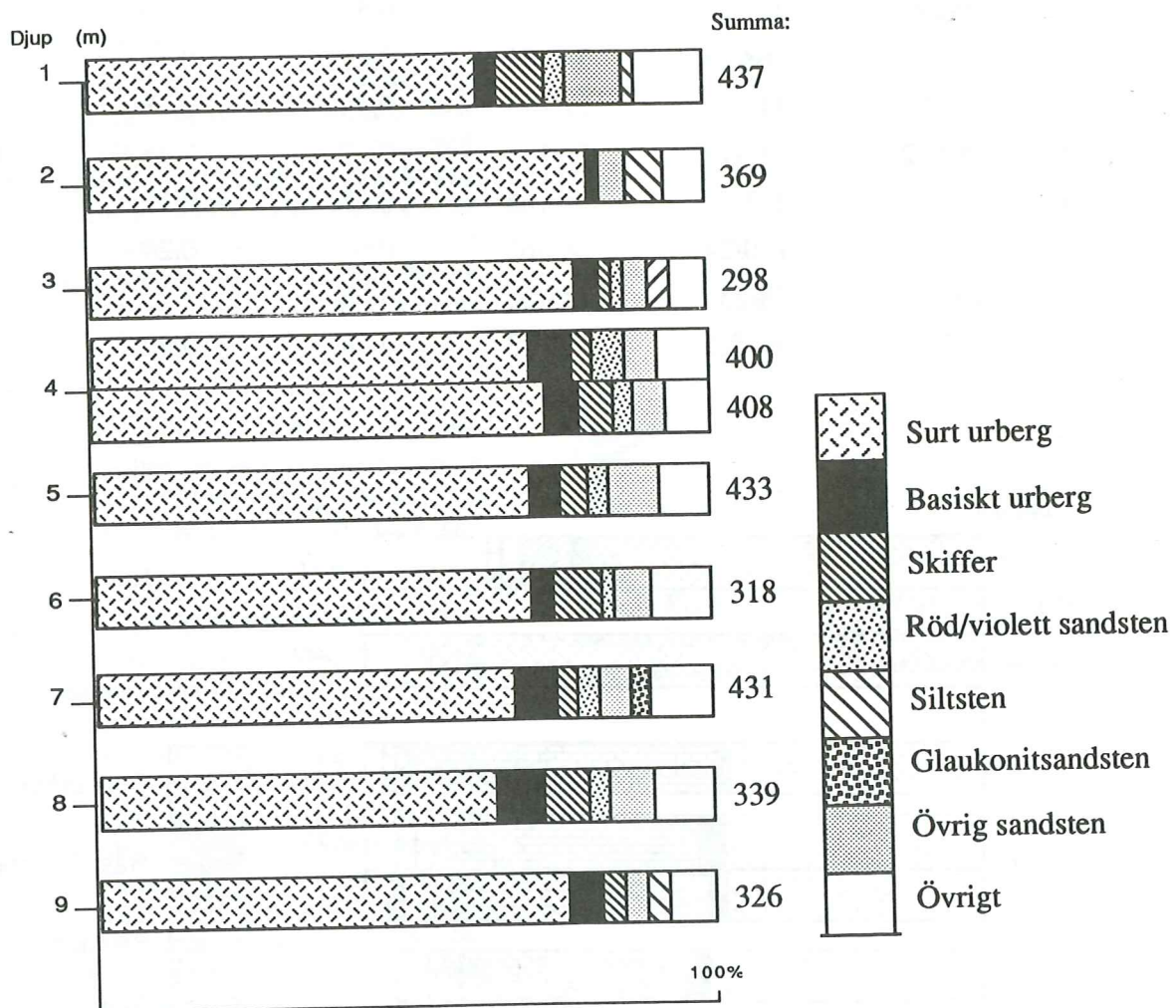


Fig 10. Bergartssammansättningen i Sliwin med kalkstenarna borträknade i samtliga prov.

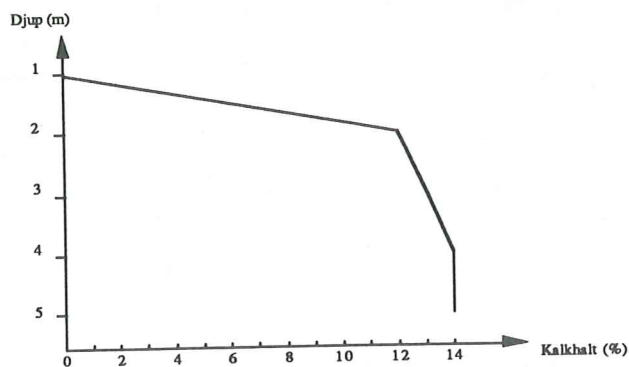


Fig 14. Kalkhalten i proverna från profil A i Lukecin.



## 5.2 Lukecin

### 5.2.1 Kornstorleksanalys

Sikt kurvorna för profil A visas i Fig 11 och för profil B i Fig 12. Det är ingen större inbördes skillnad mellan de olika proverna, utom näst översta provet som har väsentligt lägre lerhalt. Detta är svårförklarligt, särskilt som översta provet inte avviker på samma sätt. Som helhet är diamiktonen betydligt finkornigare och med betydligt högre lerhalt än diamiktonen i Sliwin.

### 5.2.2 Bergartsanalys

I fig 13 visas ett diagram som beskriver bergartsammansättningen i profil A. De två understa nivåerna är tämligen lika sinsemellan. Värt att notera är att halten av paleozoisk kalksten är högre än i Sliwin. Provet i nivån över dessa har en märkbart större andel urberg, medan provet över detta i sin tur liknar de understa i sammansättning. Det översta provet saknar kalksten, precis som i Sliwin. I samtliga prover är inslaget av långtransporterat material dominerande, den glaukonitsandsten som fanns, om än i små mängder, i Sliwin, saknas här helt. Krita är ovanlig i samtliga prover, flinta saknas helt. Detta kan betyda att kritan inte är omlagrad utan eroderad och avsatt av samma is. Antalet partiklar är dock för litet för att man skall kunna säga något säkert. I profil B räknades bara ett prov och resultatet är inlagt i fig 13. Detta prov har en fördelning kalksten/urberg som påminner om provet på 3-metersnivån i profil A, men avviker inte på annat sätt.

### 5.2.3 Riktninganalys

De plottade värdena finns inlagda i fig 4. Det är svårt att se någon orientering i någon av nivåerna, och signifikansen är mycket låg för samtliga, se tabell 2.

### 5.2.4 Kalkhalt

Kalkhalten redovisas i fig 14. I de undre proverna ligger halten stadigt på 14 %, vilket är något högre än i Sliwin. Sedan sjunker kalkhalten och försvinner helt i det översta provet. Detta stämmer bra överens med resultatet av grusräkningen, där kalkstenen försvinner i detta prov.

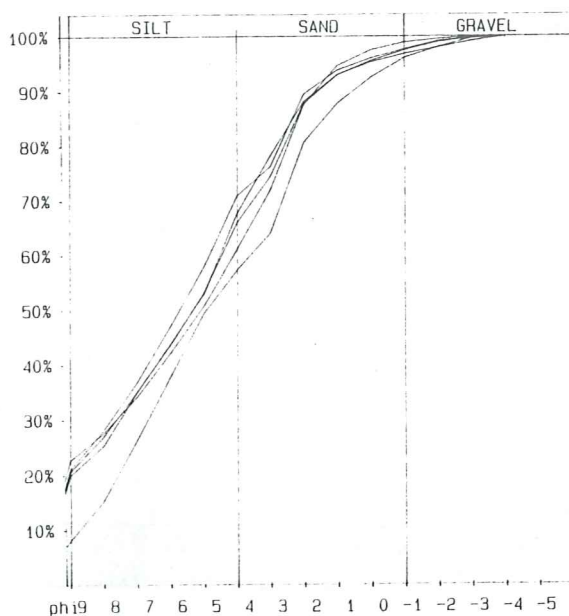


Fig 11. Kornstorleksfördelningen i profil A

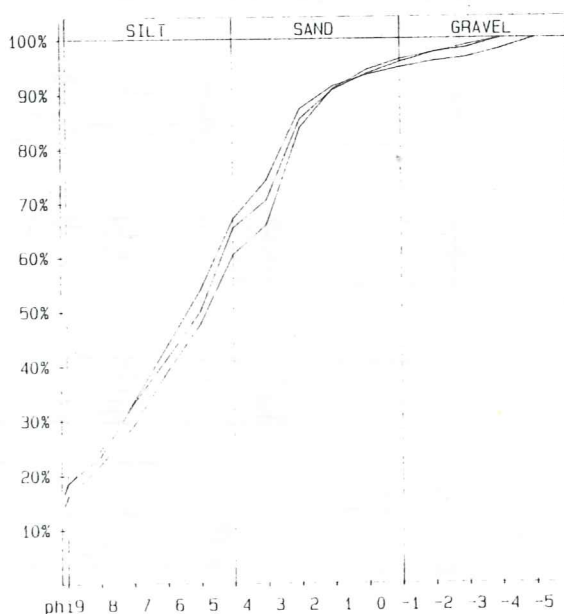


Fig 12. Kornstorleksfördelningen i profil B

Tabell 2. Egenvektorer och signifikansvärden för proverna i Lukecin A.

| DJUP (m) | V1 str/st | V2 str/st | V3 str/st | S1   | S2   | S3   |
|----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|
| 3        | 17/20     | 11/16     | 239/63    | 0.43 | 0.38 | 0.20 |
| 4        | 40/5      | 131/11    | 287/77    | 0.58 | 0.28 | 0.14 |
| 5        | 64/4      | 160/52    | 331/37    | 0.59 | 0.25 | 0.15 |

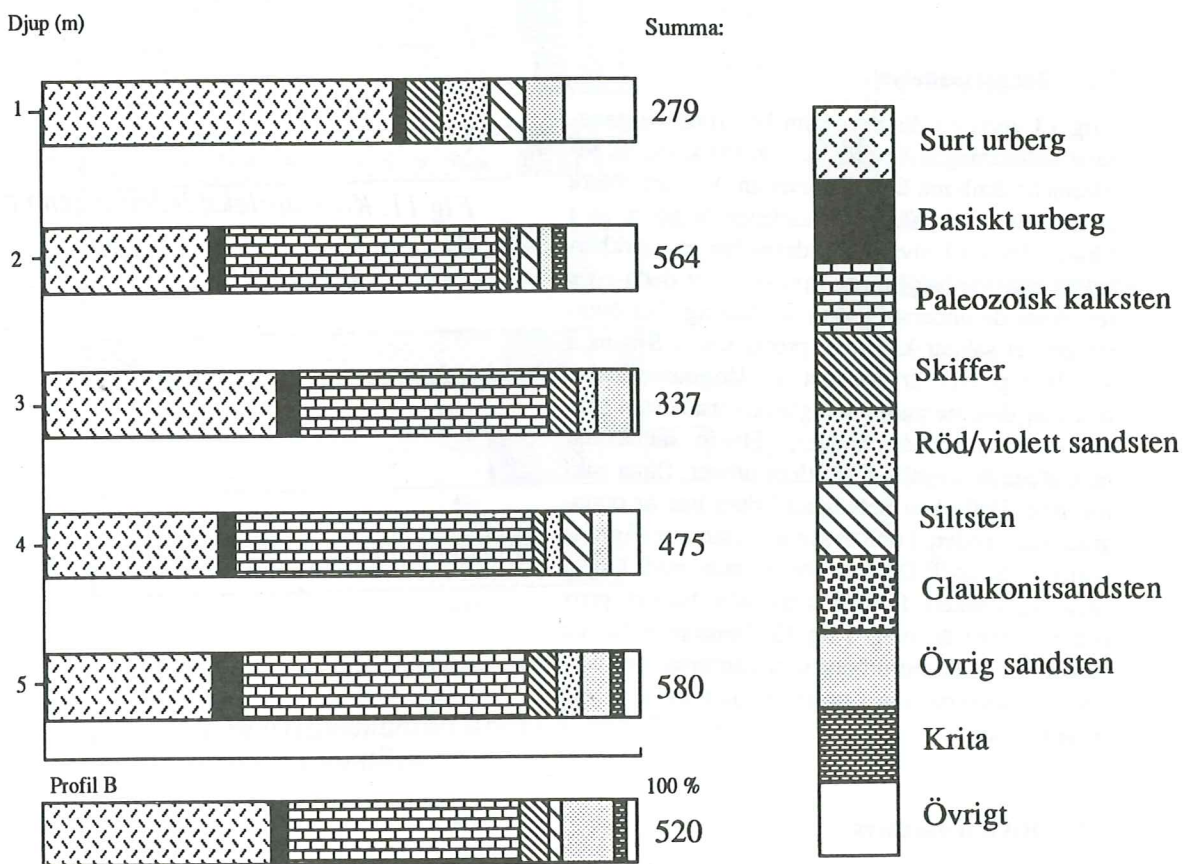


Fig 13 Bergartssammansättningen i profil A i Lukecin med ett prov från profil B.



## 6 Tolkning och diskussion

### 6.1 Olika moräntyper och deras genes

Dreimanis (1988) diskuterar olika fysiska egenskaper och synliga kännetecken för moräner av olika genes.

#### 6.1.1 Logdement till

En lodgement till är oftast homogen men kan innehålla strukturer som visar att isen tektoniserat moränen samtidigt som eller strax efter att den avsatts. Inblandning av äldre sediment kan förekomma. Den bör ha en konsekvent orientering både vad gäller partiklarnas orientering och isräfflorna på dessa. Partiklarna skall också ha en tydlig dip mot isrörelseriktningen. Förekommer tektoniska strukturer skall dessa påvisa samma riktning. En lodgement till är oftast mycket hårt packad och har en skarp erosiv kontakt med underlaget. Lokalt material skall ha högre koncentration i de basala delarna.

#### 6.1.2 Melt out till

Strukturer från debrisband i isen bevaras ofta även om utsmältningsprocessen kan förstöra dem. Andra strukturer med sorterat material bildas av rinnande vatten under utsmältningen. Allteftersom isens volym minskar draperas dessa strukturer runt block och stora stenar. Partiklarna behåller i de flesta fall den orientering de erhållit under istransporten. Axeln pekar oftast i isrörelseriktningen, men kan även vara vinkelrät mot denna om isen haft kompressivt flöde.

#### 6.1.3 Flow till

När en flow till avsätts kan sortering ske utefter glydytan, och skikt av sorterat material bildas. En sekvens avsatt av flera på varandra följande flows kan därför se stratifierad ut. Enstaka flows är oftast bara några decimeter tjocka. Partiklarnas orientering bestäms helt av stressförhållanden i skredet och återspeglar därför inte någon isrörelse. Kornstorleken ändras i förhållande till ursprungsmaterialet antingen genom att finmaterial tas upp när skredet eroderar underlaget, eller att finmaterial tvättas ut.

#### 6.1.4 Deformation till

Elson (1988) definierar deformation till som okonsoliderade sediment vilka överskridits av en aktiv is som mer eller mindre stört de primära strukturerna och blandat in en liten mängd främmande material. Graden av deformation och inblandning tilltar uppåt i sekvensen och en övergång till lodgement till kan

förekomma. Kornstorleken är helt beroende på ursprungsmaterialet, men en deformation till är oftast finkornigare än övriga moränsorter. Av denna anledning kan det vara svårt att bestämma partikelorienteringen. I de fall där sådana analyser har gjorts har man erhållit mycket svagt prefererad riktning.

Deformationen sker oftast under högt porvattentryck vilket medför att materialet får en lägre konsolidering än t ex en lodgement till.

### 6.2 Jordmånsprocesser

FitzPartick (1974) beskriver utseende och utveckling hos olika jordmåner.

Ett flertal kemiska processer pågår under bildandet av en markprofil. De är främst två processer som medverkar till urlakning av kalk. Den ena är upplösning i vatten eller kolsyra och den andra och troligen viktigaste processen är hydrolys där kalciumjoner byts ut mot vätejoner.

Den jordmånstyp som normalt utvecklas i näringsrika jordar med träd som faller sina löv är brunjord. I en väl utvecklad brunjordsprofil kan i bästa fall fyra horisonter urskiljas; översta lagret med förna, dvs onedbrutna växtdelar, ett gråbrunt lager med en blandning av organiskt och minerogent material med en granulär textur, ett brunt lager med grövre, tårningsliknande textur och underst det opåverkade materialet.

Utseendet stämmer väl överrens med de undersökta lokalernas. Detta stärker slutsatserna nedan att den bruna färgen helt härrör från markprocesser.

### 6.3 Sliwin

Ingenstans i hela sekvensen uppträder några synliga tecken på luckor eller diskordanser. De skillnader som förekommer, färgskiftningar och antydning till fissility i de översta meterna, kan enklast förklaras som ett resultat av markprocesser och vittring. Detta stöds av kalkhaltsbestämningen som visar att kalkhalten sjunker drastiskt och helt försvinner högst upp, kalken skulle i så fall ha lakats ut. Samma resultat gav den petrografiska analysen som visade att kalksten helt försvunnit på dessa nivåer, medan övriga bergarter inte uppvisar någon skillnad av samma storlek.

Även Karczewski (1961) drog slutsatsen att färgskillnaden i moränen berodde på vittring.

Moränen innehåller mycket få strukturer, typ sliror och linser med sorterat material vilket ofta associeras till utsmältningsmoräner och flow tills. De strukturer som finns är koncentrerade till ett snävt



område som inte visar någon skarp gräns uppåt eller nedåt och inte heller avviker i fabric eller bergartsammansättning. I en lodgement till bör dock finnas gott om partiklar med isräfflor (Dreimanis 1988). Emellertid är det ytterst ont om partiklar tillräckligt stora för att det ska vara möjligt att se om några sådana förekommer.

Variationerna i fabric beror troligen på successiva ändringar i isrörelseriktning under konstant avsättning av lodgement till. Partierna med dålig fabric kan tyda på viss omorientering i samband med en omläggning av isrörelsen, medan skarp fabric i olika riktningar i så fall representerar faser med stabil isrörelseriktning. I en melt out till däremot borde en och samma orientering ha "frysats" när isen stagnerade (Malmberg-Persson & Lagerlund in prep.).

En rimlig tolkning är därför att hela sekvensen är en enda moränenhet avsatt som lodgement till. Något som också framgår tydligt är den totala dominansen av långtransporterat material.

## 6.4 Lukecin

Precis som i Sliwin finns ett tydligt färgomslag och förändringar i fissilitet, även om fissilitet förekommer i hela profilen. Även här kan dessa korreleras till minskande kalkhalt. Här förekommer inte heller några andra skillnader i bergartssammansättningen än att kalkstenen försvinner i de övre proverna. Samtliga dessa fenomen kan dock enklast tolkas som vittringsprocesser. Stratigrafin är emellertid inte lika enkel som i Sliwin. Det är gott om strukturer i form av linser med sorterat material av alla fraktioner. En förklaring är att strukturerna bildades under utsmältning av stagnant is. Störningarna kan då förklaras av sättningar och skred. Tektonik orsakad av aktiv is skulle också kunna ge detta resultat. Strukturer orsakade av tektonik är regelbundna medan strukturer bildade av utsmältning är mer kaotiska (Hart & Boulton 1991). Som visas i Fig 4 och 5 är strukturerna i Lukecin tydligt ordnade i horisonter, särskilt i profil A där dessa lutar något (exakt strykning och stupning är inmätt på den stora sandlinsen, se Fig 6) åt öster medan de i profil B är diffusa och i förekommande fall mer horisontella. Emellertid har bara ett mindre parti detaljstudierats

och det går därför inte att säga om deformationerna tyder på en konstant tryckökning över ett större område. Ett argument mot utsmältning är att i de fall den primära lamineringen finns bevarad inne i linserna är denna alltid störd, vilket visar att all påverkan skett efter att sedimenten ursprungligen avsatts.

Den is som tektoniserat sedimenten skulle då förväntas avsätta en egen ostörd morän överst. Denna skulle i så fall kunna korreleras till enheten i Sliwin. Någon sådan har dock inte påträffats trots att hela profilen blivit noggrant undersökt. Att en sådan morän skulle ha avsatts och sedan blivit bortroderad är mycket osannolikt, eftersom lokalen till helt nyligen har legat långt in i land och markytan omkring är flack. Kontakten med flygsanden är inte heller erosiv. För att ge en slutgiltig förklaring krävs fortsatta undersökningar.

## 6.5 Jämförelse mellan lokalerna

I båda lokalerna dominerar långtransporterat material men sammansättningen skiljer sig något, främst genom att andelen paleozoisk kalksten är större i Lukecin. Detta stämmer väl överens med att kalkhalten också är högre där.

Kornstorlekssammansättningen varierar mycket lite inom de båda lokalerna samtidigt som skillnaden lokalerna emellan är påtaglig, med en väsentligt finkornigare diamikton i Lukecin.

De strukturer som finns mer eller mindre i hela sekvensen i Lukecin saknar motsvarighet i Sliwin där diamiktonen är mer homogen. De få sliror som påträffades där är mycket små och finns bara i en nivå.

Något gemensamt för båda lokalerna är att färgomslaget grått/brunt inte kan tolkas som en diskordans. I Sliwin är stratigrafin enklare, hela sekvensen utgörs av en enhet utan tecken på senare störning eller påverkan och i Lukecin är stratigrafin sannolikt mer komplicerad. Vad dessa skillnader beror på måste utredas vidare i en större regional undersökning. En sådan är också nödvändig för att kunna knyta de undersökta lokalerna till något eller några av de i Fig 1 angivna stadierna av Vistulaglaciationen



## Referenslista

- Drobacki, R. & Racinowski, R. 1989: Czwartorzędowe Powierzchnie Morfogenetyczne Wysoczyzny Rejno Rewala. *Studia i materialny oceanologiczne* 56. 151-161.
- Dreimanis, A. 1988: Tills: Their genetic terminology and classification. I Goldhwait, R.P. & Matsch, C.L. 1988: *Genetic Classification of Glacigenic Deposits*. 17-84 A.A.Balkema Publishers, Rotterdam.
- Elson, J.A. 1988: Comment of glacioteconit, deformation till, and comminution till. I Goldhwait, R.P. & Matsch, C.L. 1988: *Genetic Classification of Glacigenic Deposits*. 85-89 A.A.Balkema Publishers, Rotterdam.
- FitzPatrick, E.A. 1974: An introduction to Soil Science. Oliver & Boyd, Edinburgh. 176 s.
- Hart, J.K. & Boulton, G.S. 1991: The Interrelation of Glaciotectonic and Glaciodepositional processes within the Glacial environment. *Quaternary Science Reviews Vol 10* . 335-350.
- Karczewski, A. 1961: *Morfologia i struktura moreny dennej okolic Rewala*. 1961 Badina Fitzjograficzne nad Polska zachodnia Tom VII. 129-145.
- Kasprzak, L. & Kozarski, S. 1988: Ice-lobe contact sedimentary scarps in marginal zones of then major Vistulian ice-sheet positions, West-central Poland. 1989 *Quaestiones Geographicae, Special issue 2*. 69-81.
- Kozarski, S. 1980: An outline of Vistulian Stratigraphy and chronology of the Great Poland Lowland. 1980 *Quaternary Studies in Poland Vol 2*. 21-35.
- Kozarski, S. 1991: *Vistulian Deposits and Landforms of West Pomerania and Great Poland Lowland*. Department of Geomorphology, Quaternary Research Institute, Adam Mickiewicz University, Poznan. 28 s
- Mark, D.M. 1973: Analysis of axial orientation data, including till fabrics. *Geol. Soc. Am. Bull.* 84, 1367-1374.
- Mark, D.M. 1974: On the interpretation of till fabrics. *Geology* 2, 101-104.
- Mojski, J.E. 1988: The main Vistulian glacial events in Northern Poland. I Frenzel, B. (ed.) 1991: *Klimatgeschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre*, 353-361. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Rózycki, S.Z. 1962: From the Baltic to the Tatras, part 2 Vol. 1. I Dylik, J. (Ed.) 1962 Vith *INQUA Congress Publications*. 37-97.
- Rzechowski, J. 1986: Pleistocene Till Stratigraphy In Poland. I Sibrava, V., Bowen, D.Q and Richmond, G.M. (Eds.) 1986: *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere. Quaternary Science Reviews, Vol. 5*. 365-372.
- Sibrava, V. 1986: Scandinavian Glaciations in the Bohemian massif and Carpatian fore-deep and their relationship to the extraglacial areas. I Sibrava, V., Bowen, D.Q and Richmond, G.M. (Eds.) 1986: *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere. Quaternary Science Reviews, Vol. 5*. 381-386.
- Talme, O. & Almèn, K. 1975: *Jordartsanalys, Laboratorieanvisningar Del 1*. Kvartärgeologiska institutionen, Stockholm universitet. 133 s.
- Znosko, J. 1968: *Geological Atlas of Poland*. Geological Institute, Warszawa.

24 JULI 1992



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

5. Sandström, K.: Kartläggning av grundvattenförhållandena i ett delområde av provinsen Nord Kordofan, Sudan. 1984.
6. Gustafsson, B.-O., Ralfsson, S.: Undersökning av högsta kustlinjen på Rydsbjär vid Margreteberg i södra Halland. 1985.
7. Helldén, J., Nilsson, A.-G.: Undersökning av den baltiska moränleran vid Svalöv, NV-Skåne. 1985.
8. Persson, K.: Kobolt i pyrit från Kiruna Järnmalmgruva. 1985.
9. Ekström, J.: Stratigrafisk och faunistisk undersökning av Vitabäckslerorna i Skåne. 1985.
10. Säll, E.: *Neobeyrichia* from the Silurian of Bjärsjölagård. 1986.
11. Markholm, C.-O.: Svagt naturgrus och bergkrossmaterial till bärlager. En laboratoriestudie. 1986.
12. Hellström, C.: Klassifikation av leptiter i malmstråket mellan O. Silvberg och Vallberget, Dalarna. 1986.
13. Öhman, E.: En petrografisk och mineralogisk studie av en komplex gång bestående av metadiabas och kvartskeratofyr i Kiirunavaara-gruvan. 1986.
14. Holmberg, G., Johansson, L.: Sedimentologisk undersökning av de övre glacifluviala avlagringarna i Vombsänkan, södra Skåne. 1986.
15. Thuning, B., Linderson, H.: Stratigrafi och överplöjning i Bussjöområdet, Ystad. 1986.
16. Bergstedt, E., Lööf, A.I.: Naturvärme- och teknik och geologi med en översiktlig kartläggning av tillgångarna i Kalmar län och Västerviks kommun. 1986.
17. Elg, A.: Investigation of a wollastonite occurrence in central Sweden. 1987.
18. Andrésdóttir, A.: Glacial geomorphology and raised shorelines in the Skardsströnd-Saurbauer Area, west Iceland. 1987.
19. Eken, K.: Geohydrologisk undersökning vid Filborna avfallsupplag i Helsingborg. 1987.
20. Kockum, K.: Alkalisering vid konstgjord infiltration : En vattenkemisk studie i tre vattentäkter i sydöstra Småland. 1987.
21. Wedding, B.: Granitförande pegmatiter i SV Värmland. En mineralogisk och kemisk studie. 1987.
22. Utgår.
23. Hammarlund, D.: Sedimentstratigrafiska och paleohydrologiska



undersökningar av Fönesjön och Kalvs Mosse inom Vombslätten, centrala Skåne. 1988.

24. Jansson, C.: Basiska bergarter, gångbergarter, sedimentbergarter och breccior i vaggerydssyenit. En undersökning i protoginzonen vid Vaggeryd. 1988.
25. Jerre, F.: Silurian conulariids from the Lower Visby Beds on Gotland. 1988.
26. Svensson, E.: Upper Triassic depositional environments at Lunom, northwest Scania. 1989.
27. Vajda, V.: Biostratigrafisk indelning av den Mesozoiska lagerföljden i Köpingsbergsborrningen 3, Skåne. 1988.
28. Persson, A.: En biostratigrafisk undersökning av conodontfaunan i Limbatakalkstenen på lokalen "Stenbrottet" i Västergötland. 1988.
29. Regnell, M.: Stenåldersmänniskans vegetationspåverkan på Kullaberg, nordvästra Skåne. En paleoekologisk studie. 1988.
30. Siverson, M.: Palaeospinacid selachians from the Late Cretaceous of the Kristianstad Basin, Skåne, Sweden. 1989.
31. Mathiasson, L.: REE i svekofenniska migmatitneosomer och sensvekofenniska graniter från Nyköpingsområdet. 1989.
32. Månsson, A.: Kinematic analysis of the basement-cover contact of the western margin of the Grong-Olden Culmination, Central Norwegian Caledonides. 1990.
33. Lagerås, P.: Kontinuitet i utnyttjandet av Baldringes utmarker. En pollenanalytisk studie i Skogshejdan, Skåne. 1991.
34. Rundgren, M.: Litostratigrafi och paleomiljöutveckling i Langelandselv-området, Jameson Land, östra Grönland. 1991.
35. Björkman, L.: Vegetationshistorisk undersökning av en förhistorisk jordmånsprofil begravd under en stensträng i Rösered, Västergötland. 1991.
36. Holmström, P., Möller, P., Svensson, M.: Water supply study at Manama, southern Zimbabwe. 1991.
37. Barnekow, L.: Jämförelse mellan hydrometerpipett- och sedigrafimetoderna för kornstorleksanalyser. 1991.
38. Ask, R.: Rocks of the anorthosite-mangerite-charnockite-granite suite along the Protogine Zone, southern Sweden. 1992.
39. Leander, P., Persson, C.: En geologisk och geohydrologisk undersökning av Siesjöområdet norr om Sölvesborg. 1992.
40. Mannerstrand, M.: Röntgenkaraktärisering och optisk undersökning av kalifältspater från Varbergscharnockiten och Hinnerydsgraniten, sydvästra Sverige. 1992.