

Beskrivning till jordartskartan Gotland

Sven-I. Svantesson



Beskrivning till jordartskartan

Gotland

Sven-I. Svantesson

DESCRIPTION TO THE QUATERNARY MAP
GOTLAND

ISSN 1652-8336

ISBN 978-91-7158-850-0

Omslagsbild: Längs alla körbara vägar genomfördes jordartsbestämningar som facit för flygbildstolkningen. Vägen går här fram på flacka moräntor och ytor med tunna jordlager på berg i Silte (51 8 i).

Foto Esko Daniel.

*The field work was mainly done by car along all roads fit for driving.
Here the road runs over flat areas of till.*

© Sveriges geologiska undersökning

Layout: Jeanette Bergman Weihed, SGU

Tryck: Lenanders Grafiska AB, 2008

INNEHÅLL

Karteringsmetod	5
Kartans noggrannhet	5
Den geologiska utvecklingen	6
Landskapets utveckling	6
Istider och jordarternas bildning	6
Tiden efter den senaste istiden	9
Kortfattad beskrivning av Gotlands geologi, främst jordartsgeologin	9
Gotlands geologiska ursprung	9
Det geologiska tidsperspektivet	10
Kvartära bildningar	10
Berggrund	11
Den sedimentära berggrundens ursprung	11
Berggrundens ytformer	12
Tunt eller osammanhängande jordtäcke	13
Isräfflor och isrörelser	14
Morän	17
Isälvsediment	20
Glacifluviala erosionsformer	25
Komplexa avlagringar	26
Finkorniga havs- och sjösediment	26
Svallsediment	28
Erosionsformer av havets svallning	34
Älv- och svämsediment	37
Vindsediment (eoliska sediment)	37
Torv	39
Kalktuff	42
Vittringsjord	42
Talus, frostmark m.m.	43
Fyllning	44
Grundvatten och källor	44
Refererad litteratur	45

KARTERINGSMETOD

Den regionala kartläggningen är översiktlig och ger en förenklad bild av jordarternas utbredning i eller nära markytan. Jordlager med en genomsnittlig mäktighet som understiger en halv till en meter redovisas i vissa fall som tunna eller osammanhängande bildningar. Kartan visar även ett urval av ytformer och andra företeelser som har betydelse för förståelsen av bland annat jordarternas uppbyggnad och den geologiska utvecklingen.

Informationen i de regionala jordartskartorna är huvudsakligen framtagen genom flygbildstolkning samt jordartsbestämningar längs körbara vägar. Vid det inledande fältarbetet klassificeras jordarterna med hänsyn till kornstorlek (tabell 1) och bildningssätt eller bildningsmiljö (t.ex. morän, isälvsediment, svallsediment). Befintliga skärningar dokumenteras och berghällar längs vägarna undersöks med avseende på isräfflor. Efter fältarbetet utförs, med stöd av fältobservationerna och annan relevant information, en flygbildstolkning där bl.a. jordartsområden och ytformer avgränsas och klassas. Vid flygbildstolkningen användes IR-färgbilder i skala 1:30 000 (flyghöjden 4 600 m).

Den tolkade kartbilden och en stor del av den övriga informationen som samlas in under fältarbetet lagras i databaser. Karteringsmetoden finns beskriven i SGUs kvalitetssystem under benämningen ”jordartskartering, metod C”. På grund av Gotlands i flera avseenden specifika geologi jämfört med övriga landet har karteringsmetoden i vissa fall modifierats för den regionala kartan Gotland. Modifieringarna framgår av texten till föreliggande beskrivning. Av storleksskäl är kartan tryckt i två delar, Jordartskartan Gotland, norra delen (SGU serie K 4:1) respektive södra delen (SGU serie K 4:2).

Det är SGUs ambition att ständigt förbättra och uppdatera de geologiska databaserna som föreliggande jordartskarta är baserad på. SGU tar därför tacksamt emot uppgifter om såväl felaktigheter i kartbilden som ny eller kompletterande information. För ytterligare information om geologiska kartor och databaser, produktionsmetoder, kvalitetsfrågor m.m. hänvisas till SGUs kundtjänst.

KARTANS NOGGRANNHET

Eftersom kartbilden huvudsakligen bygger på flygbildstolkning, finns det en betydande osäkerhet i klassningar och ytavgränsningar. Vissa geologiska objekt, som exempelvis mindre bergblottningar eller förekomster av en del sorterade sediment, är ofta svåra eller omöjliga att

Tabell 1. SGFs korngruppsskala. De sorterade jordarternas benämning med hänsyn till dominerande kornstorlek. Morän, som är en i huvudsak osorterad jordart, kan benämnas grusig, sandig eller sandig-siltig beroende på sammansättning. Morän med en lerhalt överstigande 15 % benämns moränlera. Moränens sammansättning finns vanligen ej i databaserna.

Kornstorlek	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	600	mm
	Fin-silt	Mellan-silt	Grov-silt		Fin-sand	Mellan-sand	Grov-sand	Fin-grus	Mellan-grus	Grov-grus		
Ler	Silt			Sand			Grus			Sten		Block

identifiera med hjälp av flygbilder. Kartans tillförlitlighet är störst i vägtäta områden, där de flesta fältkontrollerna gjorts.

Vad gäller specifikt kartan över Gotland bygger gränsdragningarna, förutom på flygbildstolkning, även i stor utsträckning på de äldre geologiska kartornas gränser i fall då inga fältobservationer hunnits med vid den i huvudsak bilburna karteringen. Det äldre kartmaterialet är insamlat på gamla generalstabskartor med dålig geografisk precision. Man använde sig också av en karteringsmetodik där ner till 1 dm tunna jordlager redovisas som huvudjordart på kartan. En hel del rena felaktigheter har även påträffats. Mycket har blivit tillrättalagt, men med den översiktlighet som gällt vid fältarbetet är det ändå givet att en hel del felaktigheter kvarstår även i den nu föreliggande kartbilden.

I samband med kartläggningen görs generaliseringar av den geologiska verkligheten för att underlätta kartans läsbarhet. En allmän regel för generaliseringen är att kartbilden i möjligaste mån skall återge ett områdes allmänna karaktär. Det innebär t.ex. att vissa små ytor kan uteslutas, förstoras eller slås samman till en större yta. En flikig jordartsgräns kan jämnas ut. Inom områden med växlande jordarter redovisas som regel den jordart som dominerar. Ytor som är för små för att kunna redovisas ytriktigt, redovisas i en del fall som punkt- eller linjeobjekt, t.ex. små bergblottningar och kalktuff.

Geologiska gränser är ofta diffusa och utgörs av övergångszoner i terrängen. Kartans gränser kan därför ge intryck av en noggrannhet som varken har täckning i karteringsmetodens noggrannhet eller den geologiska gränsens verkliga karaktär. Lägesfelen i avgränsningarna kan uppgå till något hundratal meter. Det är därför viktigt att påpeka kartbildens översiktliga karaktär. Kartdatabasens noggrannhet lämpar sig ej för skalor större än 1:100 000. För många användningsområden, t.ex. vid planläggning av anläggningsarbeten, och vid olika riskbedömningar krävs därför en mera detaljerad information.

DEN GEOLOGISKA UTVECKLINGEN

Landskapets utveckling

Dagens landskap är resultatet av geologiska processer som verkat under olika geologiska perioder. Under trias, jura, krita och delar av tertiär var klimatet varmt och fuktigt, med intensiv djupvittring av berggrunden och erosion som följd. Under tertiärperioden (65 till ca 2,6 miljoner år före nutid) höjdes delar av den skandinaviska halvön stegvis på grund av plattetektoniska rörelser, och erosionen intensifierades. Slättlandskap med restberg tog form, och stora delar av dagens system av älvdalar anlades. Den vittrade berggrund som idag påträffas på en del platser har bevarats från denna tid.

Istider och jordarternas bildning

Jordlagren i Sverige har bildats under den yngsta perioden i jordens utvecklingshistoria, kvartär-tiden, som inleddes för 2,6 miljoner år sedan och som kännetecknas av ett periodvis kallt klimat. Delar av bl.a. norra Europa har periodvis varit täckta av inlandsisar under kvartärtiden. Mellan istiderna rådde isfria perioder, interglacialer, med klimat som var likartat med eller varmare än

dagens. Redan för 15–10 miljoner år sedan, under tertiärtiden, skedde en markant klimatförsämring och temperaturen sjönk samtidigt som svängningarna mellan kallare och varmare perioder blev allt mer markanta. Detta mönster blev sedan mer uttalat under kvartärtiden. Den senaste istiden, Weichselistiden, inleddes för ca 115 000 år sedan. Jordarterna i Sverige har med några undantag avsatts under Weichselistiden eller under den efterföljande, postglaciala tiden.

När inlandsisen över norra Europa var som störst, vilket inträffade för ca 20 000 år sedan (fig. 1), täcktes Skandinavien av is. Isen var då 2–2,5 km mäktig. Kortare isfria perioder, interstadialer, har förekommit under Weichselistiden. För 17 000–18 000 år sedan hade isen börjat smälta över södra Sverige. Fördelningen mellan land, vatten och is förändrades hela tiden genom samspelet mellan inlandsisens avsmältning, landhöjningen och havsytans förändring. För ca 11 500 år sedan var södra och mellersta Sverige isfritt och till ganska stora delar täckt av havet (fig. 2). Omkring 3 000 år senare var hela Sverige i stort sett isfritt.

Den högsta nivån till vilken havet nått, benämns högsta kustlinjen (HK). Högsta kustlinjen finns inte utbildad på Gotland eftersom ön var helt täckt av dåvarande Baltiska issjöns vatten när inlandsisen avsmälte från ön. Den nuvarande relativa landhöjningen på Gotland är mellan 1 och 2 mm per år (fig. 3).

Det är Weichselisen och dess smältvattnen som givit upphov till flertalet av de jordarter som nu till stora delar täcker berggrunden i vårt land. På Gotland har dock även havets svallning en ovanligt stor del i jordartsbildningen. En inlandsis är plastisk och rör sig radiellt ut från sina högsta delar. Under sin rörelse plockar den upp bergfragment och tidigare avsatta jordlager. Detta material transporteras av isen och deponeras som morän. En is kan genom uttunning eller på grund av att den innehåller mycket moränmaterial förlora sin rörelse och övergå till en s.k. dödis.

När en inlandsis smälter frigörs stora mängder smältvatten. Detta samlas i och under isen till isälvar i tunnlar, sprickor och kanaler. Vattnet i dessa isälvar transporterar jordmaterial som varit infruset i isen, sorterar och avsätter det som isälvssediment eller som finkorniga glaciala

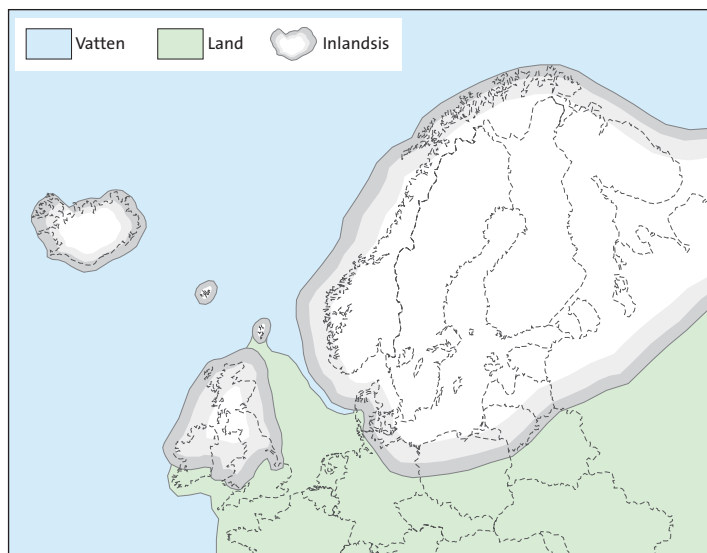


Fig. 1. Inlandsisens utbredning för ca 20 000 år sedan.
The extension of the ice sheet c. 20 000 years ago.

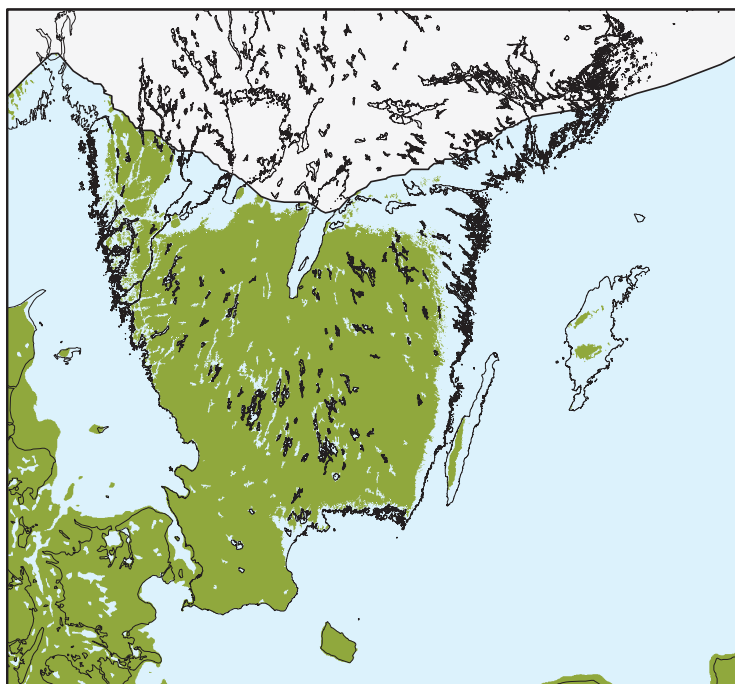


Fig. 2. Inlandsisens och Baltiska issjöns utbredning över nuvarande land i samband med Baltiska issjöns dränering vid Billingen för ca 11 500 år sedan.

The margin of the ice sheet and present land, covered by the Baltic Ice Lake approximately 11 500 years ago.

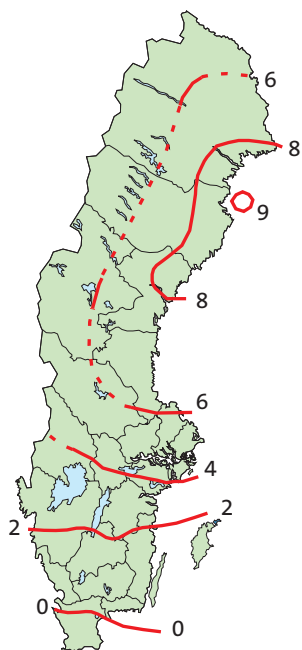


Fig. 3. Den nuvarande relativa landhöjningen i Sverige i mm/år. (Från Ekman 1996).

The present shore elevation in Sweden in mm/year.

sediment (issjösediment) i issjöar eller ishav. Smältvattnet kan även bilda erosionsformer, s.k. isälvsrännor.

Tiden efter den senaste istiden

Vid den senaste istidens slut blev klimatet snabbt varmare, och inlandsisen avsmälte. Den av isen nedtryckta jordskorpan höjde sig snabbt vid avsmältningen, och nya landområden tillkom där vegetationen kunde etablera sig. När landet steg ur havet påverkades jordlagren av vågornas svallning och vattendragens erosion. Svall-, älv- och svämsedimenten avsattes. Efter hand blev landhöjningen allt långsammare. Under vissa tidsperioder steg vattenytan i Västerhavet och södra delen av Östersjösänkan och översvämmande tidigare torrlagda områden. Under dessa s.k. transgressioner bearbetades jordarterna av vågorna på en viss nivå under förhållandevis lång tid med kraftigare omlagring som följd. På grund av landhöjningen påträffas jordarter som ursprungligen avsatts i vatten (t.ex. svallgrus, silt och lera) högt över dagens havsytta.

Genom bl.a. vittring, vind- och vattenerosion, sluttnings- och frostmarsprocesser, torvtillväxt samt mänsklig påverkan fortsätter en omformning av landskapet och nybildning av jordarter. Sand och lera avsätts utmed vattendrag, lera och gyttja avsätts i sjöar. Torvmarker tillväxer eller försvinner genom utdikning. Grus och sand avsätts av vågor och strömmar längs stränder, och vinden förflyttar sandpartiklar och bygger upp dyner.

KORTFATTAD BESKRIVNING AV GOTLANDS GEOLOGI, FRÄMST JORDARTSGEOLOGIN

Den geologiska kartläggningen i fält genomfördes åren 2000 och 2001 av 1:e statsgeologerna Esko Daniel, Anders G. Lindén och Sven-I. Svantesson samt statsgeologerna Magnus Persson och Tor Söderlund. Vissa revideringsinsatser i fält gjordes 2002. Bildtolkning och sammanställning av kartmanus har utförts av samma personer medan beskrivningen till jordartskartan har sammanställts av Sven-I. Svantesson. Som kartunderlag vid fältarbetet och för kartmanus användes Fastighetskartan i skala 1:20 000. Projektledare har varit Sven-I. Svantesson.

För att omnämnda lokaler i nedanstående beskrivning lätt skall återfinnas i kartbilden åtföljs lokalangivelserna i regel av siffror och bokstäver inom parentes. Dessa lokalangivelser refererar till Terrängkartans gamla indelning på Gotland (5I, 5J, 6I, 6J, 7J och 7K) samt vilken fastighetskarta (t.ex. 4 a) på dessa som lokalen i fråga är belägen. Terrängkartans och fastighetskartans indelning återfinns i jordartskartornas yttre ram. Sockennamnen anges också i regel i lägesangivelserna, eftersom de i olika planeringssammanhang är väl inarbetade på Gotland.

Gotlands geologiska ursprung

För att hitta det geologiska ursprunget till Gotland får vi förflytta oss mer än 400 miljoner år tillbaka i tiden till en plats som, hur osannolikt det än kan låta, låg någonstans i höjd med ekvatorn i ett hav som låg där Indiska Oceanen nu är belägen. Där bildades en gång den gotländska berggrunden av sediment och organismer som avsattes på botten av ett varmt och grunt hav. Korallrev växte till i detta hav. Det skedde under den period i jordens geologiska utveckling som

kallas för silurperioden, 440 till 400 miljoner år före nutid. Utvecklingen av djur- och växtlivet på jorden hade då nått så långt att de första primitiva landväxterna, liksom de första ryggradsdjuren i form av hajartade fiskar, börjat uppträda.

Slammet som avsattes i det siluriska havet kom genom inverkan av trycket från ovanpåliggande sediment och kemiska processer att under årmiljonerna förstenas (petrifieras) och ombildas till sedimentär berggrund. Kontinentaldriften medförde att de förstenade sedimenten förflyttades till den nordliga latitud där Gotland nu ligger. Under den siluriska berggrunden finns mäktiga lager av sedimentär berggrund från de ännu äldre ordoviciska och kambriska perioderna. Dessa bergarter vilar i sin tur på urberget. På Gotland går endast berggrund av silurisk ålder i dagen.

Det geologiska tidsperspektivet

Geologi är läran om jorden, om bergarters och jordarters ursprung, bildning, sammansättning, egenskaper och historiska utveckling. Geologin innefattar skeenden alltifrån ”the Big Bang” vid universums uppkomst för ca 15 miljarder år sedan till de geologiska processer som just nu sker på jorden. Gotlands geologi är naturligtvis, inpassat i detta geologiska totalperspektiv, en försvinnande liten del.

Det geologiska tidsperspektivet kan vara svårt att ta till sig. Den gotländska sedimentära berggrunden är ung i det geologiska tidsperspektivet i det att den bildades under silurperioden för endast ca 400 miljoner år sedan. Det är ändå en ogripbart lång tid sedan. Tiden från silurperiodens början till nu kan kopplas till mer fattbara tidsrymder genom att jämföra denna tid med ett kalenderår. I perspektivet kalenderår bildades berggrunden de första dagarna i januari. Vid midsommar hade Gotland kommit ungefär halvvägs på sin långa färd från ekvatorn till nuvarande breddgrad. Slutmålet nåddes mellan jul och nyår. De allra första människorna på jorden (4 miljoner år sedan) uppträdde vid midnatt natten till nyårsafton. Den senaste inlandsisen avsmälte från Gotland klockan 23.45 på nyårsaftonen. Jesus föddes när det var något mer än två minuter kvar till midnatt och Gotlands 1200- och 1300-talskyrkor byggdes när det var 50 sekunder kvar av året.

Kvartära bildningar

De senaste 2–3 miljoner åren, under kvartärperioden, kom Östersjösänkan att under minst fyra kallperioder täckas av kilometertjock landis. Isen rörde sig över underlaget som en jättelik slipmaskin, eroderade och jämnade till berggrunden. Spår av detta kan ses i höjddartier som har rundslipade berggrundsformer som bildats av inlandsisen.

Under den senaste istiden täcktes Nordeuropa av kilometermäktig is, så som den antarktiska kontinenten och Grönland är täckta av idag. Isens rand stod ännu vid sin yttersta gräns i Tyskland för ca 20 000 år sedan (fig. 1). Samtidigt stod världshavets yta mer än 100 m lägre än i nutid på grund av att så mycket vatten var bundet i inlandsisarna. Klimatet förbättrades, inlandsisen började smälta och iskanten försköts norrut. Omkring 15 000 år före nutid nådde iskanten södra Gotland. Isen rörde sig som en plastisk massa över underlaget, bröt loss, krossade, slipade och förde med sig material från berggrunden och äldre jordlager. Morän och isälvsavlagringar bildades. Ön låg då nedpressad under dåvarande Östersjöns (Baltiska issjöns) yta (jfr. fig. 2). Snart kom emellertid de högsta partierna på Gotland att höja sig över Baltiska issjöns yta, och därefter

genomgå ett förlopp med upprepade vattenytesänkningar, då ön höjde sig ur havet, och vattenytehöjningar, då delar av Gotland ånyo sjönk i havet, slutligen följt av en vattenytesänkning ner till den nuvarande havsnivån. Förloppet beskrivs närmare under avsnittet ”Svallsediment”, s. 28. Vid vattenytesänkningarna och -höjningarna kom delar av underlaget att genomgå en genomgripande omlagring genom havets svallning och svallsediment avsattes, bl.a. i serier av strandvallar på olika nivåer, vilket i hög grad sätter sin prägel på vissa delar av det gotländska landskapet. Efter det att landet höjde sig ur havet inträdde andra jordartsbildande processer. Som exempel avsattes svämsediment längs vattendrag, finkorniga sjösediment avsattes i träskan (sjöarna) och torvavlagringar växte till i de gotländska myrmarkerna.

I det nedanstående beskrivs jordarterna och övriga kvartära bildningar kortfattat med avseende på bl.a. bildningssätt, utbredning, ytformer, sammansättning och mäktighet. För övriga geologiska företeelser som exempelvis berggrundens sammansättning, grundvattenförhållanden eller geokemiska anomalier hänvisas till SGUs kundtjänst.

Berggrund

Beteckningen sedimentär berggrund innebär att blottat berg dominerar inom ytan. Det förekommer dock i viss utsträckning tunna eller osammanhängande jordtäcken inom dessa ytor, främst då en del vittringsjord.

Inom kartområdet finns blottat berg företrädesvis inom öns kalkstensområden, där såväl små som utbredda hållmarksområden är vanliga. För att lyfta fram några av de större hållmarkerna kan nämnas Alvret i Sundre (5I 2j), Alvret i Fide (5J 5a), delar av Lojsta hed (6J 2a), Grogarnsberget (6J 4h), delar av Tofta skjutfält (6I 5–6i), Hejnum hällar (6J 9e), Filehajdar (7J 0e), Utskogen sydväst om Irevik (7J 2–3c), delar av Hall-Hangvars naturreservat (7J 3d), Forsvidar (7J 1e) och området mellan Fleringe och Bunge (7J 3h).

Enligt kartdatabasen består 10,3 % av Gotlands yta av sedimentär berggrund i dagen. Ytor med berg i dagen finns dock även i viss utsträckning inom ytorna med tunt eller osammanhängande jordtäckte. Tillsammans utgör berg i dagen och berg med tunt eller osammanhängande jordtäckte inte mindre än 28,4 % av öns yta, dvs. mer än en fjärdedel.

Den sedimentära berggrundens ursprung

Den sedimentära berggrundens ursprung och bildningssätt har tidigare beskrivits i ett inledande avsnitt (se s. 10). ”Packen” med silurisk berggrund på Gotland indelades av paleontologen J. Ernhold Hede i 13 enheter med ledning av fossilinnehåll och sammansättning (bio- och litostratigrafi). För den som vill fördjupa sina kunskaper om berggrunden hänvisas till Hedes sammanställning (1921) eller till beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921a, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940), liksom Laufelds (1974) sammanställning över siluriska referenslokaler. För den som vill lära sig mer om fossil rekommenderas Broods (1982) och Eliasons (1999) böcker om gotländska fossil.

Mer allmänt kan berggrunden på Gotland beskrivas som uppbyggd av omväxlande märgelsten och kalksten som i ytan fördelar sig så som sidofiguren på de två kartorna visar. Längst i söder

finns dessutom ett område där sandsten går i dagen. Kalkstenen består i huvudsak av tydligt lagrad kalksten, men innehåller partier med olagrad revkalksten. Revkalkstenen förekommer i tydliga zoner som övertvårar Gotland huvudsakligen i västsydväst–ostnordöstlig riktning. Zonerna följer kalkstenslagrens huvudsakliga strykningsriktning. Revkalkstenen är lämningar efter ett tropiskt korallrev, den är hård och motståndskraftig mot erosion och finns i regel i upphöjningarna i landskapet (jfr. fig. 6). Ibland bildar revkalken utpräglade småkuperade områden. Vackra och bra exempel på detta finns i området i anslutning till träskan i Lojsta–Etelhemområdet. Exempel finns också på hur revkalksten slipats av inlandsisen till utpräglade bergdrumlinor. Den lagrade kalkstenen och främst mörkelstenen är lösare. Kalkstenen är ofta också genomsett av tunna mörkliga skikt och är genomgående mer lättroderad än revkalkstenen. Lagrad kalksten och mörkelsten finns därför mest i relativt sett lågt liggande områden.

Berggrunden är oerhört rik på fossil. Revkalkstenen är uppbyggd av revbyggande organismer såsom koraller, mossdjur, maskar och alger. Korallerna är naturligtvis mest sevärda p.g.a. sina fantasieggande former och mönster. Rugosa koraller med sina strutlika skelett hör till de vanligaste och mest karaktäristiska silurfossilerna. Tabulaterna är en annan utdöd korallgrupp som bildar kedjelika och bikakelika korallskelett. En av de viktigaste revbyggande organismerna på Gotland är emellertid de nu helt utdöda stromatoporidaerna, som kallas för *aitlar* eller *kattsallar* på Gotland. I revkalkstenen finns ofta s.k. *druser*, en gyttring av utstickande kalkspatkristaller i hålrum i kalkstenen. Hålrummen är lämningar efter de större organismernas mjukdelar.

Närmast reven består fossilerna i den lagrade kalkstenen av djur som koloniserade på och levde nära revens flanker. Det är bl.a. sjölimpor, armfotingar, snäckor, musslor och mossdjur. Även längre bort från reven, i t.ex. mörkelstenen som avsattes på större djup i det tropiska havet, är fossilrikedomerna stora med samma arter som vid reven. Där påträffas även en del arter som levde fritt rörliga i havet, t.ex. ostracoder (musselkräftor) och den utdöda gruppen trilobiter, som anses vara släkt med nutida spindeldjur.

Berggrundens ytformer

Vid övergången mellan silur- och devonperioden höjde sig gotlandsområdet över havsytan och har med mindre avbrott förblivit land under resten av jordens historia. Berggrunden har allt sedan dess varit utsatt för olika typer av nedbrytande processer. Floderosion och vittring skapade de stora dragen i berggrundens nuvarande ytformer. Den siluriska klinten kallas den klint som på land och under vatten stryker längs med Gotlands nordvästkust och vidare förbi Fårö mot Estland. Den anses vara den ena sidan av en djupt nederoderad, mycket stor floddal. Rester av det gamla floddalslandskapet går även igen i t.ex. Fårösundet och Kapellshamnsviken och återspeglas även i en del låga klintpartier inne på Gotland, liksom i övrigt i kuststräckans oregelbundenhet längs stora delar av Gotland, med talrika uddar och vikar.

Lodröta klintpartier (fig. 4), såväl längs stränderna som uppe på land, finns på många ställen, och finns inlagda som linjeobjekt klint på jordartskartan. Så går t.ex. relativt hårda kalkstenar och revkalkstenar ut till kusten utefter hela nordvästkusten av Gotland, och detta har befrämjat klintbildningen. Även längst i söder når kalkstenar ut till kusterna, och kustklintar förekommer. I kalkstensområdet på mellersta Gotland har det också bildats klintar, som t.ex. vid Lindeberget (6J 0a), Östergarn (6J 4h) och Gothemshammar (6J 8f). Berggrundens lager stupar i allmänhet

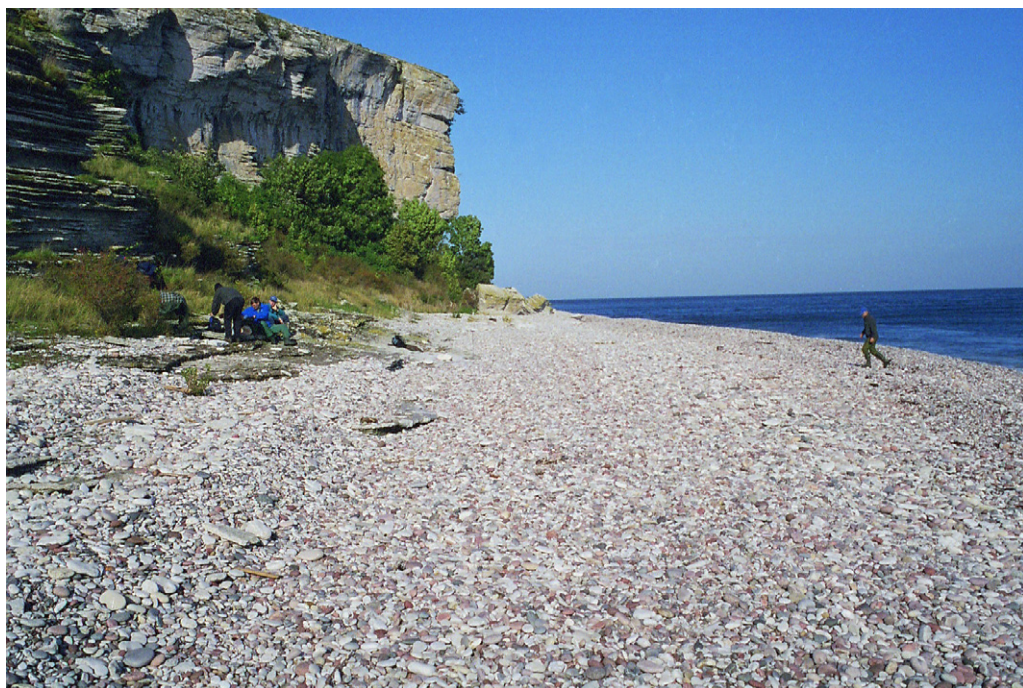


Fig. 4. Klintparti på St. Karlsö (61 0 g). Foto Sven-I. Svantesson.

Part of the "Silurian cliff" at St. Karlsö.

svagt åt söder och sydost med vissa lokala avvikelser. I anslutning till revbildningarna stupar alltid kalkstenslagren skålformigt in under respektive upp över reven.

Tunt eller osammanhängande jordtäck

Tunt eller osammanhängande jordtäck markeras där berggrundsytans småskaliga relief präglar markytan, men jordtäck är för utbrett för att berg skall markeras. Bergblottningar förekommer. Det genomsnittliga jorrdjupet i dessa områden torde ligga runt en meter eller därunder. På Gotland representerar dock ytorna med tunt eller osammanhängande jordtäck nästan endast utbredda, flacka berggrundsytor med ett tämligen jämntjockt jordtäck (fig. 5). Den ofta horisontellt lagrade sedimentberggrunden gör att sådana ytor är vanliga. Där uppgår jordtäck till i medeltal ca 0,5 m. När bergytan är så jämn som inom stora delar av Gotland eller skogen är tät är det svårt att med hjälp av flygbilder identifiera områden med tunt jordtäck. Redovisningen skall därför betraktas som endast grovt vägledande.

Det tunna jordtäck inom kartområdet utgörs vanligen av vittringsjord eller morän, men kan i viss utsträckning även bestå av rena svallsediment.

Ytor med tunt eller osammanhängande jordtäck har mycket stor utbredning på Gotland och täcker inte mindre än 18,1 % av arealen. Störst utbredning har sådana ytor på sydligaste Gotland, där de bl.a. bildar utbredda, alvarlika områden, t.ex. Hundlausar i Vamlingbo (51 4 j) och Aus-



Fig. 5. Tunt jordtäckte på berg vid Stenbro i Silte (5I 9 j). Foto Esko Daniel.

Thin cover of Quaternary deposits on sedimentary rock. Silte parish.

terrum i Öja (5J 5 a). Tunna jordtäckten finns även i stor utsträckning inom en del delvis odlade ytor inom det södra mägerstensområdet mellan Näsudden (5I 5 j) och Kvarnåkershamn (5I 9 i) i väster och Grötlingboud (5J 7 b) och Lausvik (6J 1 e) i öster. Inom mägerstensområdet består det tunna jordtäckten i stor utsträckning av vittringsjord bildad genom vittring av mägerstenen. Tunna och osammanhängande jordtäckten har även stor utbredning i ett stråk mellan Buttle (6J 3 c) och Kräklingbo (6J 4 f) samt i de mycket flacka områdena mellan Kräklingbo i söder och Gothem (6J 7 g–f) i norr. Kuststräckan öster om detta område utgör en av Gotlands mest utpräglade flackkuster. På norra Gotland finns stora områden med tunna och osammanhängande jordtäckten framför allt runt Tofta kyrka (6I 6 i), mellan Nygranne i Lummelunda (7J 1 b) och Lickershamn (7J 2 c), området Kallgate och Bälsalver i Hejnum och Bäl (6J 9 e) samt området runt Bästeträsk i Fleringe (7J 4 h).

Isräfflor och isrörelser

Isräfflor har uppkommit genom att block, stenar och gruskorn som suttit fastfrusna i inlandsisens bottendelar repat och slipat berggrundsytan. Räfflorna visar isens rörelseriktning under ett visst skede. På många berghällar har räfflor med olika riktning dokumenterats. De kan representera olika faser av den senaste istiden eller tidigare istider.

Relativt få iakttagelser av isräfflor har gjorts på Gotland, främst p.g.a. att kalkstenshällarna vittrat eller slipats och nöts av havets vågor. De observationer som gjorts av isräfflor härrör oftast från framgrävda, ovittrade hälltytor i kanaler, diken och dylikt.

I databasen över Gotland har medtagits en del tidigare räffelobservationer gjorda vid Svan-
tessons (1976) undersökningar rörande inlandsisens avsmältning på norra Gotland. Det rör sig
om ett 80-tal observationer, samtliga från norra delen av ön. Vid den nu genomförda regionala
kartläggningen har ytterligare ett 20-tal nya räffellokaler dokumenterats. Räffelobservationerna
är mycket ojämnt fördelade på ön. Inom södra delen av Gotland saknas färsk observationer
nästan helt. Figur 6 visar en sammanställning av de räffelobservationer som gjorts, plottade på
en reliefkarta över ön.

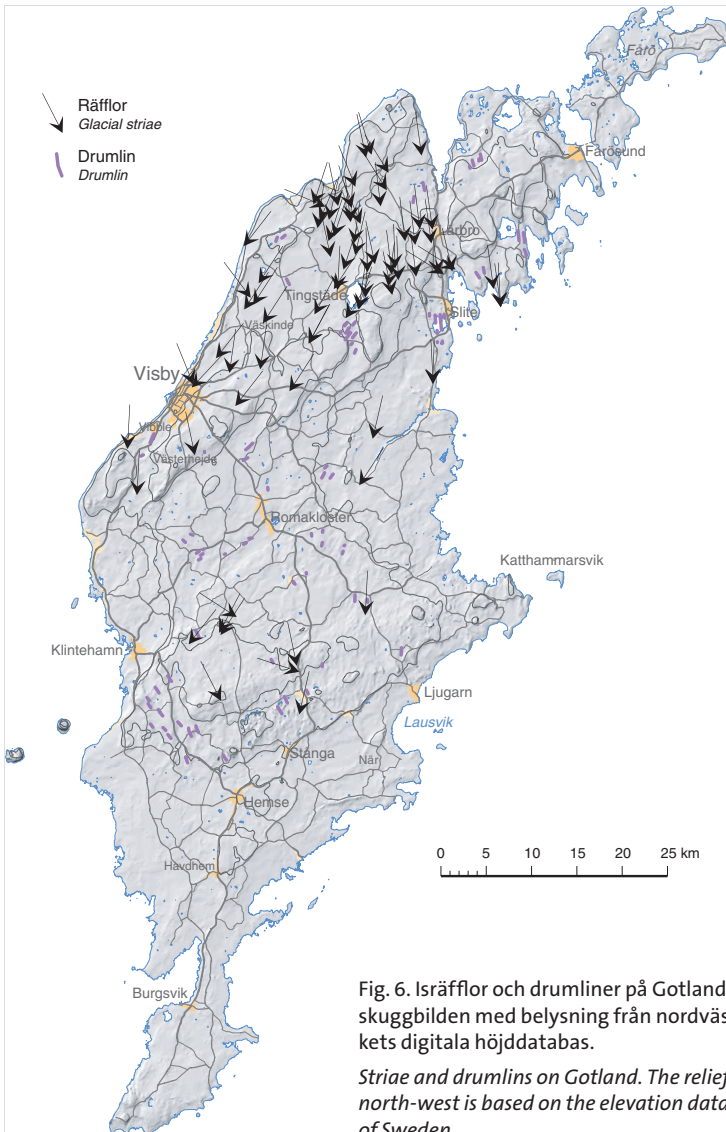


Fig. 6. Isräfflor och drumliners på Gotland. Den topografiska höjd- och skuggbilden med belysning från nordväst är baserad på Lantmäteriverkets digitala höjddatabas.

Striae and drumlins on Gotland. The relief map with illumination from the north-west is based on the elevation database of the National Land Survey of Sweden.

Utöver dessa finns ett stort antal räffelobservationer avhandlade i beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940).

En grov sammanfattning ger följande bild av isrörelseriktningarna på ön. På norra delen av ön kan två områden med tämligen likartad isrörelseriktning utskiljas, dels nordöstra Gotland, öster om en linje mellan Irevik (7J 3 d), Filehajdar (7J 0 e) och Gothem (6J 7 f). Inom detta område förekom under det förmodade slutskedet av deglaciationen en lätt vridning från nord-sydliga isrörelser i söder till isrörelser från nordnordväst i norr. Väster om linjen Irevik–Hejnum (6J 9 d), inom ett område som sträcker sig ända från Romatrakten (6J 5 b) och norrut, är isrörelsen enligt räffelobservationerna vanligtvis från nordost. Riktningen sammanfaller väl med riktningen av den siluriska klinten längs Gotlands nordvästkust, och det ligger nära till hands att tro att det terrängbrott på mer än 100 m som denna klint representerar styrt isrörelseriktningen i rätt väsentlig grad.

Övriga delar av Gotland har mycket oregelbundna isrörelseriktningar att döma av de räffelobservationer som finns tillgängliga. På centrala och södra Gotland tycks riktningar från nordnordost och nordost dominera, men på många platser är det också en ansevärd del räffelobservationer som visar riktningar från norr och nordväst. Isrörelserna tycks ibland ha varit extremt



Fig. 7. Extremt bred räffla, en sk. räfflerräna, utsvarvad i kalkberget 200 m nordost om Tune i Väte, (6J 4 b). Foto Magnus Persson.

Glacial groove in the sedimentary rock. At Tune, Väte parish.

oordnade med avsevärda skruvningar i ismassan. Sannolikt har förhållandena att göra med två konkurrerande ismassor, den ena i djupområdena väster om Gotland, den andra öster därom, vilka ismassor interfererat inne på ön och givit upphov till alla skiftande räffelriktningar.

Som speciellt sevärda räffellokaler kan nämnas följande: 200 m nordost om Tune i Väte (6J 4b, fig. 7) finns en framgrävd, 15 m lång och 0,5 m bred ränna i kalkberget på nordsidan av en mycket flack höjd. På rännans sidor finns smala räfflor längs med rännan. Räffelriktningen är 40°. Exempel på kraftigt skruvande räfflor finns dokumenterade 1 km sydost om Kanalen i Lummelunda (7J 0b), där flera centimeter grova räfflor visar på en lokal skruvning av isrörelsen från 35° till 15°. Hällytan är helt flack, och skruvningen kan inte förklaras av underlagets morfologi. Längs kanalen 1,7 km sydsydväst om Bäck i Hangvar (7J 2d) finns på en framgrävd hällyta tre vackert utbildade fasetter (fig. 8) där en utveckling av isrörelseriktningen från 330° över 25° till en slutlig isrörelse från 50° dokumenterats (Svantesson 1976).

Morän

Morän bildades genom att inlandsisen tog upp material från underlaget, dvs. berggrunden eller tidigare avsatta jordlager. Under transporten i isen krossades och nöttes materialet för att senare avlastas närmare isfronten. Morän är vanligen en osorterad jordart som innehåller alla kornstor-



Fig. 8. Tre välutbildade facetter med räfflor från olika riktningar. Längs kanalen 1,7 km sydsydväst om Bäck i Hangvar (7J 2d). Foto Sven-I. Svantesson 1972.

Glacial striae from three distinctly different directions, occurring on three well-developed facets of a glaciated rock knob. Hangvar parish.

lekar, från ler till block. Sand är ofta den dominerande beståndsdel i morän i urbergsområden. Moränen kan i många fall ha ett betydande inslag av sand- och grusskikt.

Moräntäcket kan vara uppbyggt av lager avsatta under olika faser av den senaste istiden eller en tidigare istid. Normalt vilar moränen direkt på berggrunden, men det förekommer att den överlagras äldre sorterade sediment eller vittringsjord. Vanligen ligger moräntäcket mer eller mindre ”utsmetat” på underlaget och utjämnar ojämnheter i underlaget. I andra områden bildar moräntäcket karaktäristiska ytformer, som kan ge information om isrörelseriktning, bildningshistoria m.m.

Morän i områden under högsta kustlinjen har i olika grad utsatts för havsvågornas svallning, med en ursköljning och omlagring av ytliga lager som följd. Beteckningen morän med svallad yta innebär att ett högst en halv till en meter mäktigt ytlager av svallgrus eller kraftigt ursköljt, stenigt och blockigt ytmateriel kan förväntas. Lokalt kan större sedimentmäktigheter förekomma inom sådana ytor, exempelvis i enstaka strandvallar och i svackor.

Morän är den vanligaste och mest utbredda jordarten på Gotland. Dess vanliga namn på ön är pinnlair. Det är Gotlands vanligaste odlingsjord, och morän har enligt kartdatabasen kartlagts inom 37 % av arealen. Till detta kommer att moränen även finns som ett heltäckande lager under en hel del ytor med yngre jordarter (finkorniga sediment, svallsediment) samt att moränytor även ingår som en inte obetydlig del i de ytor som kartlagts som tunt eller osammanhängande jordlager på sedimentär berggrund.

Moränen är mycket ojämnt fördelad på Gotland. Inom stora områden är moräntäcket mycket tunt eller saknas helt. Speciellt gäller detta inom delar av öns kalkstensområden, där stora ytor består av blottat berg eller berg nära markytan. Moränen påträffas där mest fläckvis i små depressioner i berggrunden eller i övrigt i flacka lågpartier, och moränen är ofta täckt av lager med svallsediment. Störst utbredning tycks jordarten ha inom det förhållandevis kraftigt nederoderade mägerstensområdet på norra delen av ön, vilket bildar en bred zon mellan västkusten vid Tofta strand (6I 5 h) och Klintehamn (6I 2 i) till Åminne (6J 8 f) och Slite (7J 0 f) på ostkusten. Från denna zon finns uppgifter i SGUs brunnsarkiv på moränmäktigheter upp till 26 m. Tämmligen stor utbredning och mäktighet har moränen även inom delar av det södra mägerstensområdet i en zon från Eksta (6I 0 i) till Sproge (6I 0 j) och Silte (5I 9 j) i väster till Etelhem (6J 2 c) och När (6J 0 e) i öster. Stor utbredning har moränen även inom ett parti av det norra kalkstensområdet i Lummelunda (7J 1 b), Martebo (7J 0 c), Stenkyrka (7J 2 c) och Lokrume (7J 9 c) socknar. Från detta område finns mäktighetsuppgifter på mer än 10 m morän.

På Gotland är det nästan enbart en moränform som med säkerhet har identifierats och därmed redovisas i kartan, nämligen ryggar orienterade längs isrörelseriktningen (se fig. 6). Det är i huvudsak s.k. drumliner och läsidesmoräner. Därutöver har några moränryggar med svårbedömt bildningssätt medtagits i kartan som moränrygg, ospecificerad. Drumliner är strömlinjeformade, i regel svagt välvda ryggar, ibland med en kärna av berg. Läsidemoräner har avsatts ”i lä” av uppstickande berg, dvs. på den sidan av berget som ligger i ett skyddat läge för isrörelsen. Gemensamt för dessa former är att de har bildats under en bottenmältande is i rörelse.

Drumliner, i regel i serier, finns bl.a. vid Alsarve i Ardre (6J 2 e), norr om Liffriteträsk i Stånga (6J 1 c), vid Grymlings i Eksta (6I 1 j), nordost om Sigdarve i Fröjel (6I 1 j), vid Gervalds i Hogrån (6J 5 a), nordväst om St. Kyrkebys i Hejnum (6J 9 d, fig. 9), vid Bogevis i Othem och Boge (7J 0 f) och väster om Vallevik i Rute (7J 1 h).



Fig. 9. I dalstråket nordväst om Hejnum kyrka (6J 9 d) övertväras vägen av en serie välutbildade drumliner. Foto Sven-I. Svantesson 1975.

A group of well developed drumlins crossed by the road. Hejnum parish.

Ett förhållandevis stort antal ändmoräner finns inlagda på de äldre geologiska kartorna, t.ex. ett stort antal i Dyngmyr i Ala (6J 4 d) och söder om Träskmyr i Lärbro (7J 2 e). De som undersökts närmare genom grävningar har alla visat sig vara uppbyggda av antingen isälvsgrus, svallgrus eller berg.

I samband med undersökningar av gotländska moräner (Svantesson 1976) togs mer än 150 moränprover i ett tämligen jämt mönster över ön, vilka analyserades bl.a. med avseende på kornstorlekssammansättning, kalkhalt och bergartsinnehåll. För närmare detaljer om de gotländska moräntyperna hänvisas till denna undersökning. Proverna och analysresultaten från denna undersökning har till vissa delar inarbetats i den nu föreliggande kartan. Nedan ges en mycket översiktlig sammanfattning av moränens sammansättning och egenskaper, i huvudsak grundad på denna tidigare undersökning.

Moränens kornstorlekssammansättning är präglad av den lätt nedkrossbara, lokala kalk- och mærgelstensberggrunden, dvs. den är finkornig. Den är med få undantag (6 av 150 moränprover) antingen lerig (5–15 % ler) eller är en moränlera (>15 % ler). Av dessa typer dominerar moränlera (93 av 150 prover), och bland moränlerorna dominerar morängrovlera (15–25 % ler). Områdena med lerig morän respektive moränlera har inte särskiljts på kartan. Gränserna mellan dessa moräntyper är ofta diffusa och tidskrävande att fastställa med någorlunda säkerhet.

Moränen är i regel starkt kalkhaltig med kalkhalter som normalt varierar mellan 15 och 20 % i finjordsfraktionen, utom i de ytliga delar som blivit påverkade av urlakning av surt nederbördsvatten. Genom det ursprungligen höga kalkinnehållet och moränens finkornighet har urlakningen sällan gått djupare än 0,5 m.

Med avseende på moränens petrografi, och då främst innehållet av prekambrisk bergarter (urberg), kan två helt olika moräntyper med distinkt regional utbredning urskiljas på norra Gotland. Den ena moräntypen har genomgående mindre än 20 % urberg i grusfraktionen. I den andra typen är urbergshalten alltid minst 40 %. Den urbergsfattiga moräntypen utbreder sig på nordostligaste Gotland, öster om en linje mellan Irevik (7J 3 d) och Slite (7J 0 f), och den urbergsrika typen finns i ett område som ungefär begränsas av Visby (6J 9 a), Bäl (6J 9 d) och Stenkyrka (7J 2 c). Den leriga moränen är grå till blågrå, moränleran i regel rödbrun eller chokladbrun.

Moränen har i regel en blockfattig yta. I vissa områden, speciellt längs med en del av de nuvarande flackkusterna, har det dock skett en kraftig anrikning av moränblock i ytan genom svallprocesser och genom isskjutning av vinterisar. Så är t.ex. fallet längs delar av Ronehamnskusten (5J 8 c, fig. 10) och längs kuststräckan mellan Näsudden (5I 6 i) och Kvarnåkershamn (5I 9 i). De ytliga blocken består nästan uteslutande av långtransporterade urbergsblock.

Några anmärkningsvärt stora enstaka urbergsblock (s.k. jätteblock eller flyttblock) som kommit med istransport från fastlandet, har blivit utmärkta på kartan. Det största av dessa är den sk. Bastustainen strax söder om Hägdarve (5J 9 c, fig. 11) i Rone. Bastustainen består av Rapakivigranit med ett sannolikt ursprung i den åländska skärgårdens berggrund.

Isälvsediment

Isälvsediment är oftast skiktade och väl sorterade. Sand eller grus är vanligen dominerande kornstorlekar, men såväl sorteringsgrad som kornstorlek kan växla avsevärt inom samma avlag-



Fig. 10. Längs en del flacka moränkuster i trakten av Ronehamn (5J 8 c) har moräntyterna för Gotlands del ovanligt blockrik yta. Urbergsblock dominerar fullständigt. Foto Esko Daniel.

Along some of the present shores there are till areas with a high frequency of superficial, Precambrian boulders. Ronehamn parish (5J 8 c).

ring. Isälvsavlagringar har ofta karakteristiska ytformer, t.ex. åsar ("rullstensåsar"), deltan och kullar. Kames är oregelbundet formade ryggar eller kullar, avsatta i kontakt med en smältande inlandsis. Dödisgröpar, vilka uppkommit genom att isblock begravts i sedimenten och senare smält bort är karakteristiska för kamelandskap och vanliga längs åsar. Sandurfält är flacka avlagringar med sand och grus, ofta med strömfåror (isälvsrännor) i ytan. Isälvsrännor är isälvarnas övergivna fåror.

På de äldre geologiska kartorna framstår isälvsavlagringar som en frekvent och utbredd avlagringstyp på Gotland. Så är inte fallet. Allt eftersom grustag öppnats i avlagringarna och avlagringarnas inre uppbyggnad blivit belyst har det mer och mer stått klart att isälvsavlagringar är en mycket ovanlig avlagringstyp på Gotland. I den nu föreliggande kartdatabasen har isälvs-sediment kartlagts inom mindre än 0,2 % av ytan. I huvudsak torde den obetydliga förekomsten av primära isälvs-sediment ha att göra med havets svallning, snarare än med den ursprungliga frekvensen och utbredningen av avlagringar på ön. De isälvsavlagringar som funnits direkt efter det att inlandsisen avsmälte från ön har blivit mycket kraftigt påverkade av vågbearbetning i anslutning till de stränder som efter istiden och på olika höjd funnits i området. Isälvsavlagringarnas ursprungliga ytform har brutits ner genom svallningen, och dessa har ombildats till svagt välvda ryggar eller till utbredda fält med svallsediment, i vilka gruset och sanden har ringa mäktighet. I de flesta fall har isälvsavlagringarna helt omlagrats av svallningen, och det är även sannolikt att hela avlagringar blivit förflyttade i landskapet genom svallningen. De flesta isälvsavlagringar, som inlandsisens älvar lämnade efter sig på Gotland, består nu med andra ord i sin nuvarande form av endast svallsediment.



Fig. 11. Den s.k. Bastustainen vid Hägdarve i Rone (5J 9c) är det största flyttblocket (jätteblocket) som påträffats på Gotland. Blocket består av Rapakivigranit med ett sannolikt ursprung i den åländska skärgården. Foto Esko Daniel.

The largest erratic boulder on Gotland, a boulder of rapakivi granite, derives from the archipelago of Åland. Rone parish (5J 9c).

De primära isälvsavlagringar som påträffats är nästan uteslutande rullstensåsar, eller rudiment av åsar, som är uppbyggda av centrala åskärnor av mycket grovt material. Delar av isälvsmaterialet har omlagrats av svallningen och ligger som täcken av svallgrus på åsarnas distala, mer finkorniga sediment. Svallningen har i regel omlagrat åsarna så att dessa fått en asymmetrisk profil, och svallningen har i regel gått så långt att det ursprungliga krönet förskjutits.

Det bästa exemplet på en rullstensås är öns största isälvsavlagring, Tingstädeåsen vid nordsidan av Tingstädeträsk (7J 1 d). De andra åsarna, eller rudiment av åsar, som påträffats finns sydsydväst om Rute kyrka (7J 3 g–h), Bjärsbacken vid Bjärs, Skärsudden vid Vägumeviken och Vägume i Lärbro (7J 1 f), vid Lundbjärs i Lummelunda (7J 1 b), vid St. Klintegårde i Väskinde (7J 0 a), strax väster om St. Hästnäs nära Visby flygplats (7J 9 a), 1,5 km söder om Bjärs i Endre (6J 7 b), Damm i Kräklingbo (6J 4 d), vid Gurfiles och i Dyngmyr i Ala (6J 4 d–e). En utfyllnad av isälvs sediment längs en bergssluttnings har påträffats väster om St. Vikare i Viklau (6J 5 b).

Utöver dessa finns det förmodligen här och där en del primära isälvs sediment dolda under bl.a. mäktiga svallsediment. Så är t.ex. förmodligen fallet på Avanäs på Fårö (7K 6 b), där en del grus och sand på djupet bedömts bestå av isälvs sediment. Det som bl.a. pekar på detta är att det i havet utanför Fårö finns stora mängder isälvs sediment enligt SGUs maringeologiska undersökningar i området (Elhammer m.fl. 1986). Ett stort åsstråk med isälvs sediment finns sydost och öster om Fårö. Detta stråk når södra delen av Salvorev. Två andra markerade åsstråk stryker i nordvästlig riktning i havet utanför Langhamarshamaren (7J 6 j). Bland annat sedimentmäktighet och grundvattentillgång gör det troligt att även den utbredda sand- och grusavlagringen i Stånga (6J 0 b, den s.k. Stångamalmen) har en hel del primära isälvs sediment på djupet. Detsamma är sannolikt fallet med de hårt exploaterade grus- och sandavlagringarna vid Slättflishage och Tjängdarve i Träkumla (6I 7 j) resp. Svaide i Follingbo (6J 7 a).

Tingstädeåsen kan följas från Myrvälder (7J 0 c–d) i sydväst till trakten av Othemars (1 e) i nordost och har sannolikt sträckt sig vidare åt nordost förbi Othemars och norrut mot Västninge (2 e). Från Othemars har dock bara svallsediment påträffats i de befintliga grustagen, och åsen torde där vara helt omlagrad genom svallningen. Åren då kartläggningen genomfördes fanns inga färskasår i åsen. Nedanstående beskrivning av material, lagring och dylikt grundar sig på tidigare iakttagelser i skärningar som gjorts under åren i olika sammanhang (bl.a. Svantesson 1976 och 1988 samt VIAK 1974).

Västsydväst om Tingstäde kyrka saknas åsform, och avlagringen är där uppbyggd i form av en svagt välvd avlagring utsträckt i västsydväst–ostnordost. Den är kraftigt bearbetad av svallning, men den centrala delen består enligt tidigare skärningar i grustaget norr om Myrvälder av primära isälvs sediment, från lager med småblockigt stenigt grus till lager med väl sorterad sand i rik växling. Sedimenten som brutits är i partier kraftigt cementserade av kalkutfällning (sintrade) och materialet därmed av dålig kvalitet. Grustaget är två till tre meter djupt.

Norr om Tingstädeträsk har avlagringen markant åsform, och åsen höjer sig där 5–10 m över omgivningarna. Åsmaterialets mäktighet är betydande och överstiger enligt borrhningar 15 m centralt i åsen. Åsen uppbyggs där i partier av mycket grova isälvs sediment (fig. 12). Tingstädeåsens östliga delar till Barshage är mer utflackade genom svallningen, och avlagringen uppbyggs inom dessa delar i stor omfattning av rena svallsediment. Materialmäktigheten är även avsevärt mindre i denna del av avlagringen. Svallningen av åsen har i huvudsak skett från norr, och i princip ligger de från åsen frigjorda svallsedimenten som en mäktig utfyllnad längs den södra



Fig. 12. Grovt stenigt isälvsgrus i en del av Tingstädeåsen, 2 km nordost om Tingstäde kyrka (7J 0 d).
Foto Sven-I. Svantesson 1971.

Section in the Tingstäde esker in coarse glaciofluvial sediments, 2 km north-east of Tingstäde church (7J 0 d).

sidan av åsen (fig. 13). Åsen har därigenom fått en asymmetrisk form. Längs den norra sidan av åsen består sedimenten huvudsakligen av isälvssediment. I de orubbade åspartierna är materialet mycket växlande, bl.a. förekommer i partier en åskärna uppbyggd av extremt grovt, stenigt blockmaterial, i andra partier förekommer mäktiga lager med finsand. Åspartiet närmast norr om Tingstädeträsk är delvis komplext uppbyggt. I detta parti ingår enligt tidigare dokumenterade skärningar utbredda lager med moränlera. Ett annat intressant faktum gäller denna del av åsen. Täta lager i åsen dämmer Tingstädeträsk, vars yta är belägen mer än 5 m högre än åsens fot på den norra sidan.

Åsen vid Bjärs i Lärbro (7J 1f) är en liten rullstensås med svallsedimenten belägna huvudsakligen på den västra sidan av åsen. Enligt gamla observationer i skärningar dominerar stenigt grus, i partier pålagrat av morän och glacial lera.

Avlagringarna vid Vägumeviken och Vägume bildar en nära nog sammanhängande, genom svallningen utflackad liten ås. Grustag saknas som ger upplysningar om materialsammansättningen i åsen. Ytlaget på udden i Vägumeviken är grovt, stenigt. Åsen har även en tydlig submarin sträckning i Vägumeviken i form av ett långsträckt, nord-sydligt grundområde.

Den höga kullen med väderkvarnen väster om vägen vid Lundbjärs (7J 1b) är troligen en rest av ett tämligen mäktigt åsparti. Grustag saknas emellertid och inga upplysningar finns om materialsammansättning på djupet i avlagringen. Ytlaget består av grovt, åskärnelikt material.

Avlagringen vid Gurfiles i Ala (6J 4d) är en utbredd avlagring vars centrala del uppbyggs av tämligen mäktiga isälvssediment, medan de distala delarna helt består av svallsediment enligt de



Fig. 13. Mäktiga lager med grova svallsediment, frigjorda från Tingstädeåsen, finns avsatta på den södra sidan av åsen. Grustaget 1,6 km nordost om Tingstäde kyrka (7J 0d). Foto Sven-I. Svantesson 1970.

Thick beds of coarse littoral sediments rest on the southern side of the Tingstäde esker. 1,6 km north-east of Tingstäde church (7J 0d).

observationer som gjorts i grustag. Vid gårdarna i Gurfiles finns efter grusbrytning en rest av en ås som enligt tidigare observationer byggs upp av extremt grova, blockigt steniga isälvssediment. Åsen övergår på ett diffust sätt i moränmark norr om gårdarna. Från avlagringen vid Gurfiles sträcker sig också en liten ås åt ostnordost genom Dyngmyr (6J 4e).

Bland isälvsavlagringarna är det endast Tingstädeåsen som i någon större utsträckning utnyttjats för grustakt. I denna är det framför allt de mäktiga svallsedimenten som ligger som en utfyllnad längs den södra sluttningen av åsen (fig. 14) som utnyttjats. De primära isälvssedimenten i åsen är genomgående av mycket dålig kvalitet, bl.a. starkt lerhaltiga genom kalkutfällning i sedimenten. Det efter Gotlandsförhållanden mycket stora grustaget nordost om Tingstädeträsk är nu avslutat och efterbehandlat.

Uppgifter och beskrivningar av de fåtal isälvsavlagringar som finns på Gotland finns bl.a. redovisade i Länsstyrelsens naturinventering (Svantesson 1978) och de olika grusinventeringar som genomförts (Königsson 1975, Svantesson 1988) samt i beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (se litteraturlistan). Nästan alla av de där beskrivna isälvsavlagringarna är dock svallavlagringar. Tingstädeåsen, och delvis även Bjärsåsen, finns tämligen ingående beskrivna av Svantesson (1976), Tingstädeåsen även i en grundvattenundersökning genomförd av VIAK (1974).



Fig. 14. Erosionsränna i kalkberget. Hejnum hällar 2,5 km ostnordost om Hejnum kyrka (6J 9 e).
Foto Sven-I. Svantesson 1971.

Erosional channel in the sedimentary bedrock, 2,5 km ENE of Hejnum church (6J 9 e).

Glacifluviala erosionsformer

Som glacifluviala erosionsformer, åtminstone till delar, har tolkats de små, kornlika och efter Gotlandsförhållanden mycket djupa sjöar (Asträsk, Bjärsträsk, Fridträsk, Rammträsk, Broträsk, Liffrideträsk, Hagebyträsk och Sigvaldeträsk) som finns som djupa tråg på den norra, proximala sidan av en del brant uppstickande bergklackar i Linde (6J 0 b) och området mellan Lojsta (6J 1 b–c) och Etelhem (6J 2 c). De är undersökta och beskrivna av Munthe (1913). Senare undersökningar av Lassila (1986) gör det emellertid troligt att det är glacial erosion i samband med inlandsisens maximala utbredning som skapat s.k. proximaltråg i dessa terränglägen.

Som glacifluviala erosionsformer (isälvsrännor) har även tolkats (Munthe 1913, Lundqvist 1940) de dalgångar i kalkberget som finns i långa, parallellt strykande serier i främst en del ostsluttningar av större hållområden. Nästan samtliga har en västsydväst–ostnordostlig utsträckning med mynningen i ostnordost. De finns inlagda på kartan under beteckningen erosionsränna i berg. De kan vara flera hundra meter långa, upp till 30 m breda och ha ett djup av 5–10 m som mest. De längsta serierna av sådana rännor finns inskurna i den östra bergsslutningen mellan Gardrunge och Stenkumla kyrka (6I 6 j), i motsvarande terrängläge norr om Allkvie i Endre (6J 8 b) samt på Filehajdar (6J 0 e) och Hejnum hällar (6J 9 e, fig. 14). Lutningsförhållandena är dock sådana att ett glacifluvialt ursprung förutsätter att iskanten retirerade söderut vid rännornas

utbildande, vilket synes föga troligt. Mer troligt är att rännorna istället är rester av mycket gamla erosionsformer tillhörande det pre-kvartära flodlandskapet.

Ett fåtal jättegrytor har påträffats, bl.a. en gryta som finns ursvarvad i ett nedrasat klippblock vid stranden på sydöstra delen av St. Karlsö (6I 0 g). Den är ca 60 cm djup och har en diameter av ca 70 cm. En annan jättegryta finns 120 m väster om Mårtens i Garde (6J 1 d) i form av en utfylld gryta med diametern ca 2 m. Djupet är okänt. Som åtminstone delvis en jättegryta har även tolkats (Munthe 1913, Svantesson 1976) den grottartade gryta som finns 750 m västsydväst om Snäckarve i Stenkumla (6I 6 j) och som kallas *Trollkullahul*. Grytan har en tydligt rundsvarvad form i sina ytliga delar och var vid undersökningstillfället 1913 utfylld till 2 m under markytan. 1976 var den urgrävd till minst 8 m djup, och genom senare grävningssatser har man nu nått närmare 20 m djup och påträffat grottsystem av samma typ som i Lummelundagrottorna, dvs. grottor bildade genom gammal karstvittring. Resultatet av de senaste utgrävningarna gör det sannolikt att grytan eller grottan i sin helhet är bildad genom karstprocesser. Den är inlagd som grotta på kartan.

Räffelrännor (grooves), där glaciärosion i hög grad medverkat vid rännornas bildande, har beskrivits (Svantesson 1976) från hållytan i ett grustag strax söder om Kanalen i Lummelunda (7J 0 b). En annan magnifik räffelränna (fig. 7) påträffades under föreliggande kartläggning. Den är belägen 200 m nordost om Tune i Väte (6J 4 b).

Komplexa avlagringar

Med komplex avlagring menas formationer som byggs upp av morän och isälvsediment i rik växling. En sedan länge känd komplex avlagring är den s.k. Halsjärnsavlagringen i södra delarna av Visby (6I 8 j), belägen mellan Gotlands militärkommando och staden. Halsjärnsavlagringen är numera helt bebyggd, och informationen om avlagringen är nästan helt begränsad till gamla undersökningar (Munthe 1886, Munthe, Hede & von Post 1925a, Fegraeus 1886, Hedström 1894, 1906 samt Lundqvist 1940). Halsjärnsavlagringen är en svagt välvd ackumulation utsträckt i nord-syd. I norr har den haft en tydlig ryggform. Tidigare grustag i avlagringen har visat tämligen komplicerade lagerföljder med glaciärsediment och silt i kraftigt störda och tvärsållade lager, täckta med morän. År 1974 fanns vid byggandet av soldathemmet en skärning som blev dokumenterad. Skärningen visade kraftigt störda, hårt kompakterade lager och sliror med moränleror växellagrade med sandiga och grusiga isälvsediment.

Finkorniga havs- och sjösediment

De finkorniga havs- och sjösedimenten har indelats i lera och silt respektive bleke och kalkgyttja. De finkorniga sedimenten saknar ofta egna ytformer och är svåra att avgränsa i flygbilder, särskilt i flack och beskogad terräng. De ytor som redovisas är därför i stor utsträckning reviderade från de äldre geologiska kartorna med de brister i gränsdragningen och bedömningarna dessa kartor har.

Leran och silten kan vara av såväl glacialt som postglacialt ursprung. De glaciala finkorniga sedimenten utgörs av det finmaterial som isälvarna förde med sig ut i sjöar eller havet under istidens slutskede. Dessa sediment är ofta varviga (fig. 15), där varven utgörs av en upprepad växling mellan finkorniga och något grovkornigare skikt, vanligen ljusa siltskikt och tunna,



Fig. 15. Varvig lera. Dike i Elinghems myr (7J 1 d). Foto Sven-I. Svantesson.
Varved clay. From a ditch in Elinghem myr (7J 1 d).

mörka lerskikt. Varje sådant varv motsvarar sedimentationen under ett år och återspeglar den årstidsbundna variationen i isälvarnas vattenförling och materialtransport.

De glaciala finkorniga sedimenten har inte så stor utbredning på Gotland jämfört med angränsande områden på det svenska fastlandet. Orsakerna är sannolikt att sedimentationsförhållandena varit för oroliga för att några större mängder finsediment skulle kunna avsättas. Vanligast är jordarten i den depression som bildas av Lärbrodalen (7J 1–2 f–g), där såväl glacial varvig lera som varvig silt finns som ett utbrett lager i hela dalstråket. I huvudsak är dock leran och silten dold av yngre sediment, främst sand. Varvig lera och silt (fig. 15) har även påträffats som tämligen utbredda lager i dalstråket mellan Rute kyrka och Fardumeträsk (7J 2 g–h), runt Bogevik (7J 0 f), i trakten av Follingbo (6J 7 a) och Endre (6J 8 b), runt Källunge (6J 8 d) och

Romakloster (6J 5 b), mellan Bjärges och Viklau (6J 4 b–c), norr om Västerväte (6J 4 a) och i trakten av Stånga (6J 0 c) och Lye (6J 0 c). I övrigt påträffas jordarten endast som små isolerade områden här och där. På sydligaste Gotland tycks jordarten vara mycket sällsynt. Lera och silt har kartlagts inom 1,7 % av Gotlands areal.

De postglaciala, finkorniga sedimenten utgörs av material som förts ut i hav och sjöar genom svallning eller av vattendrag efter istiden. Även dessa sediment kan vara skiktade men saknar i allmänhet varvighet. De är sällsynta på Gotland och bildar blott tunna förekomster här och där som bottenlager i en del träsk och torvmarker. I dessa miljöer är ett annat finkornigt sjösediment desto allmänare, nämligen bleke. Jordarten förekommer bara i kalkrika trakter och i Sverige huvudsakligen på Gotland, där den bildar utbredda lager och flera meter mäktiga bankar i en del träsk (sjöar) och före detta träsk. Jordarten är uppbyggd av kalciumkarbonat och har bildats genom utfällning av i vattnet löst kalciumbikarbonat. Kalkutfällningen sker i huvudsak genom medverkan av olika kalkkrävande organismer. Allteftersom uppgrundningen och igenväxningen i sjöarna fortskred ökade den organiska produktionen, och bleket blev uppblandat med en hel del organiskt material, varvid jordarten vid en organisk halt på 20 % definitionsmässigt övergår i kalkgyttja. Ren kalkgyttja bildar i regel blott tunna lager i myrlagerföljden medan blekelagren ibland kan vara flera meter mäktiga.

Utbredda områden med bleke och kalkgyttja förekommer främst i de utdikade, större myrmarkerna, som utgjort fornsjöar vilka fyllts ut med sjösediment. Tämigen stora ytor förekommer i bl.a. Ronemyr i Rone (5J 9 b), Vasstädemyr i Hablingbo (5J 8 a), Mästermyr (5I 9 j), Mickelsmyr i Eksta (6I 1 i), Stångmyr i Stånga (6J 0 b), Aklausmyr i Stånga (6J 1 b), Tänglingsmyr i Etelhem (6J 1 c), Lausmyr i Lau (6J 0 d), Barmyr i Garde (6J 2 d), Visne myr i Ardre (6J 2 e), Tingsmyr i Kräklingbo (6J 4 e), Hajdträsk i Hejde (6J 3 a), Holmmyr i Ganthem och Dalhem (6J 6 d), Line myr i Gothem (6J 7 d–e), Stormyr mellan Atlingbo och Romakloster (6J 5 b), Romamyr mellan Romakloster och Barlingbo (6J 6 b), Tallmyr i Hörsne (6J 7 d), Stormyr sydsydväst om Hejnum kyrka (6J 9 d), Vidmyr söder om Myrvälder i Tingstade (7J 0 d), Nordermyr söder om Stenkyrka kyrka (7J 1 c), före detta Västristräsk, Millumträsk och Gullauserträsk i Elinghems myr (7J 1 d), Kyrkebysmyr mellan Hangvar och Tängelgårde (7J 2 e), Bjersmyr (7J 1 f) och Takstensmyr (7J 2 g) i Lärbro, Stormyr mellan Talings och Alby, Rute (7J 2 h) och myren söder om Skymnings i Fleringe (7J 4 g). Enligt kartdatabasen finns bleke och kalkgyttja i eller nära ytan inom 2,6 % av Gotlands areal.

De forntida insjöarnas (träskens) bleke- och kalkgyttjesediment finns beskrivna i samma skrifter som berör gotländska myr- och torvmarker (se s. 42). Därutöver har specifikt de gotländska sjösedimenten undersökts och beskrivits av Lundqvist (1940).

Silt- och lersedimenten finns det spridda uppgifter om i beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921a, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940). Den glaciala varviga leran i Lärbrodalen har beskrivits av Svantesson (1976), som även redovisat lervarvskronologiska undersökningar i nämnda dalgång.

Svallsediment

Gotland är i sin helhet belägen under den s.k. högsta kustlinjen (HK). HK är benämningen på den nivå i terrängen dit havet nått som högst sedan inlandsisen lämnade området. Då Gotland

reste sig ur havet på grund av landhöjningen som satte in vid inlandsisens avsmältning, kom ön att utsättas för en mycket intensiv svallning på de flesta nivåer genom att flertalet landytor var fritt exponerade mot havet. Dessutom skedde upprepade vattenyttehöjningar och -sänkningar, och stora delar av öns landareal kom därvid att utsättas för svallningen vid upprepade tillfällen. I vissa fall skedde en mycket genomgripande omlagring av de tidigare, av inlandsisen avsatta jordarterna. På Gotland skedde dessutom en omfattande produktion av klapper och svallgrus genom vågerosion direkt i kalkberget.

Svallsedimenten har i jordartskartan indelats i svallsand, svallgrus samt klapper. Svallsediment ingår också i kartans linjeobjekt större enskild strandvall. Klappern och gruset har ofta avsatts i markanta strandvallar, och långa serier av sådana vallar i flacka sluttningar ut mot havet intar stora områden på ön. På jordartskartan har sådana ytor utskiljts under beteckningen svallgrus respektive klapper i vallar. Inom dessa ytor bildar svallsedimenten normalt endast en till två meter mäktiga lager på underlagrande berg eller morän, och här och där förekommer ibland andra jordarter, eller berg i sänkorna mellan de enskilda strandvallarna. Ofta är dock svallsedimenten, främst sanden, avsatt som ett jämnt täcke över andra avlagringar, eller som avlagringar som inte bildar serier av strandvallar. I dessa kan mäktigheten vara större.

Karteringsmetoden medger normalt endast redovisning av svallsediment med en mäktighet överstigande någon meter eller med framträdande ytform (t.ex. strandvallar och ryggar). Såväl jämna som osammanhängande, upp till omkring en meter mäktiga lager av svallgrus och svallsand, som helt eller delvis följer den underliggande moränens ytform, är svåra eller omöjliga att identifiera och avgränsa med hjälp av flygbilder. Ytor i moränterräng där sådana avlagringar konstaterats eller kan förväntas förekomma, redovisas översiktligt på kartan som morän med svallat ytskikt (se avsnittet Morän s. 17).

Näst morän är svallsediment den vanligaste jordarten på Gotland, och svallsand, svallgrus och klapper intar avsevärda arealer. Genom att svallsedimenten i stor utsträckning kom att avsättas i strandvallar sätter svallsedimenten sin prägel på stora delar av ön. Svallsediment har kartlagts inom inte mindre än 26,5 % av ytan fördelat på 15,7 % sand, 9,6 % grus och 1,3 % klapper. Tunna svallsedimentförekomster kartlagda som morän med svallat ytskikt har kartlagts inom 6,1 % av totalytan.

Beroende på utgångsmaterialet har svallsediment olika sammansättning. Där underlaget utgjorts av isälvsediment och morän har svallmaterialet fått en blandning av olika kornstorlekar och har i stort sett samma bergartsinnehåll som den ursprungliga jordarten. Innehållet av finmaterial är dock mindre. På Gotland har dock havet ofta eroderat material direkt ur berggrunden och bildat ett mycket homogent svallsediment, som nästan uteslutande består av kalksten med en ensartad kornstorleksfördelning. Svallsedimenten i de vanligt förekommande klapperstensvallarna på ön är exempel på detta. Klappern består nästan uteslutande av material som brutits loss direkt ur kalkberget, och klappern bildas normalt av rundade, flata en- till flerdecimeterstora kalkstensplattor.

Särskilt mäktiga strandvallar kom sträckvis att avsättas på nivån för Ancylussjöns och Littorinahavets största utbredning, på grund av att vattenytan då var relativt stationär. Dessa vallar utgör de s.k. Ancylus- och Littorinagränsvallarna, och de kan i partier följas längs långa sträckor runt Gotland. De representeras till delar av kartans linjeobjekt för större enskild strandvall. Tidsmässigt inträffade Ancylusmaximat för ca 9 500 år sedan och Littorinamaximat för ca 6 000 år sedan (fig. 16).

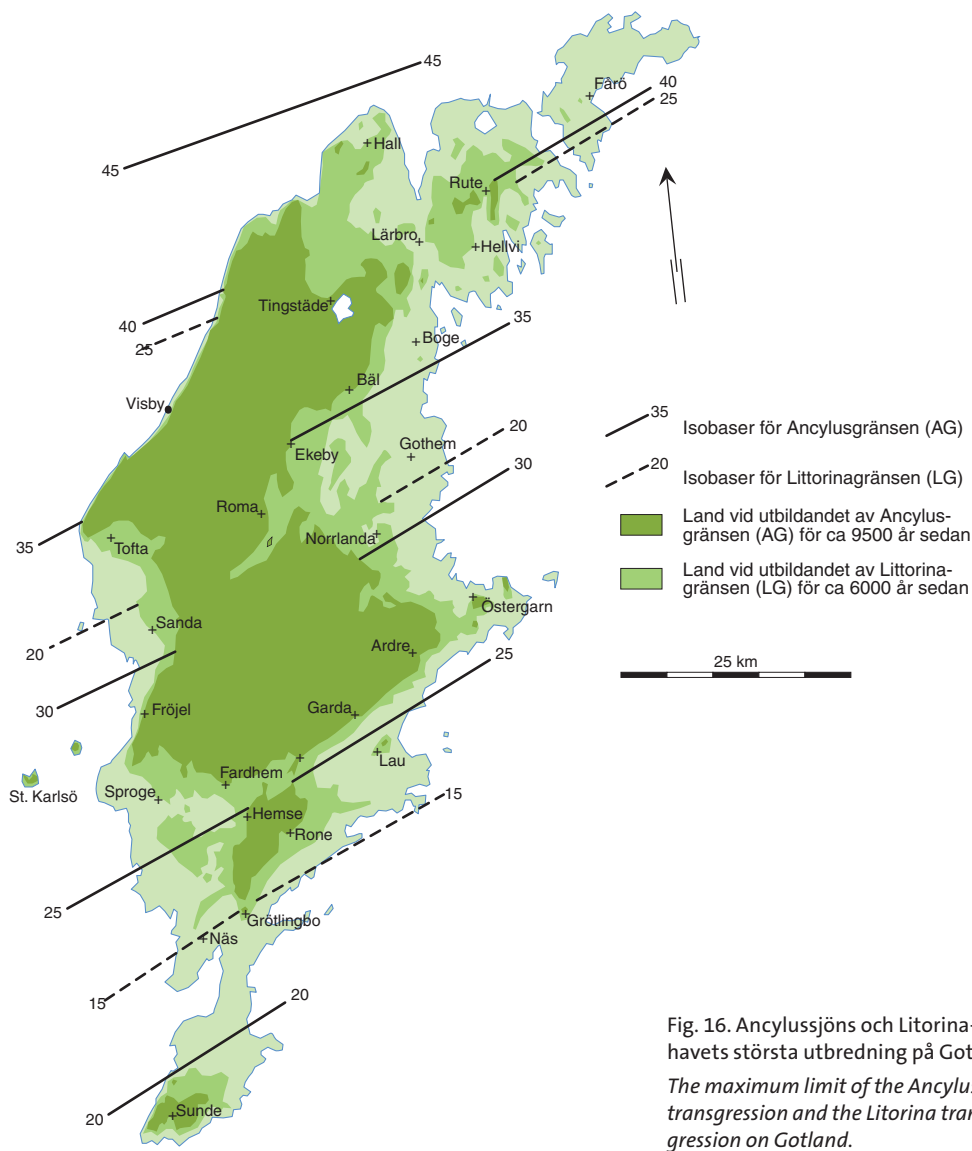


Fig. 16. Ancylussjöns och Litorinahavets största utbredning på Gotland.
The maximum limit of the Ancylus transgression and the Litorina transgression on Gotland.

Landsvägarna går i många fall fram på gränsvallarnas krön längs långa sträckor. Sådana partier finns längs väg 140 i Sproge (5I 9 j och 6I 0 i), väg 144 mellan Stånga (6J 0 c) och Garde (6J 1 d), landsvägen mellan Sanda (6I 3 j) och Eskelhem (6I 5 i) och vägen mellan Ekeby (6J 7 c) och Fole (6J 8 c).

Avlagringar med svallsediment är ett så frekvent inslag i det gotländska landskapet att det delvis är svårt att lyfta fram några speciella avlagringar och områden. Områden med mycket välformade klapperstensvallar finns exempelvis på Närkholm (5J 9 e), längs kusten inom Tofta skjutfält (6I 6–7 h–i), på Gothemhammar (6J 8 f), längs kusten inom Hall-Hangvars naturreser-



Fig. 17. En serie av sterila klapperstensvallar längs stranden 2 km sydsydväst om Lauter (7J 5 i) på Fårö.
Foto Sven-I. Svantesson.

A succession of well developed beach ridges of shingle on the island of Fårö (7J 5 i).

vat (7J 4 d), längs stranden nordost om Västös i Hall (7J 4 f), den s.k. Stenkusten vid Svarvnäset (7J 5 g), Burgbackar mellan Lundarhage och Skymnings i Fleringe (7J 4 g) och Vialmsudd i Fleringe (7J 5 h) liksom Lauterhorn- och Digerhuvudkusten (7J 6 i–j, fig. 17), Ryssnäs (7J 3 j), Alnäsaudden (7K 5 a), Brajdaur (7J 4 j), Langhammarshammaren (7J 7 j), Norsholmen (7K 7 a) m.fl. ställen på Fårö. En extremt grov klapper bestående av meterstora kalkstensplattor finns vid Lauphargi på St. Karlsö (6I 0 f, fig. 18).

Svallgrus i långa serier av strandvallar finns, för att nämna några av otaliga goda exempel, på Barshageudd i Sundre (5I 2 j) beskrivna redan av Linné vid hans gotländska resa (1741), på sydvästra delen av Näsudden (5I 5 j), på norra delen av Grötlingboudd (5J 7 b), inom Ekstakustens naturreservat (6I 0 h), på södra delarna av St. och L. Karlsö (6I 0 g och 1 h), inom Gotlands högsta partier på Lojsta hed (6J 1 a), på Utholmen i Västergarn (6I 4 h), Sysneudd (6J 3 h), i sydslutningen av Filehajdar (7J 0 e), längs kusten i Hall (7J 4–5 e), Grodde naturreservat i Fleringe (7J 4 f), längs Aurskallviken (7J 0 h), på Sundsnäset och Furilden i Rute (7J 1–2 i–h), vid Skoldrebacke strax norr om Kauparve i Rute (7J 3 g), vid Trälgar i Fleringe (7J 5 h), på Bungenäs (7J 3 i) samt vid Holmudden (7K 6 b).

Svallgruset och klappern avsatt i ovan beskrivna avlagringstyp har normalt en medelmäktighet av endast ca 1 m. Svallavlagringar med större sedimentmäktigheter är också ett frekvent inslag på Gotland. Sådana uppstår bl.a. i vissa terränglägen, vanligen i sluttningar i låglägen, där den forna stranden böjt av från en öppen exposition till en mer vågskyddad riktning. Ofta



Fig. 18. Strandvall uppbyggd av extremt grov kalkstensklapper. På sydvästra stranden av St. Karlsö (6I 0f). Foto Sven-I. Svantesson.

Beach ridge built up of extremely coarse shingle of limestone.

utbildas terrassplan i dessa lägen. Sådana lite mäktigare svallavlagringar blir också resultatet när tillgången på lättroderat utgångsmaterial varit stort, dvs. då havet omlagrat större befintliga isälvavlagringar. Utifrån svallmaterialets höga rundningsgrad är det ofta helt uppenbart att svallgruset i vissa avlagringar består av omlagrat isälvsmaterial.

Det är främst denna typ av svallgrusavlagringar som varit utsatta för den mest omfattande täktverksamheten. Speciellt i Visbys närområde är flertalet av grusavlagringarna nära nog helt utbrutna ovan grundvattenytan, t.ex. de ursprungligt mycket stora svallgrusavlagringarna vid Svajde i Follingbo (6J 7 a) och Tjängdarve i Träkumla (6I 7 j). Andra goda exempel på förhållandevis mäktiga svallavlagringar finns t.ex. sydsydost om Lingsarve i Vamlingbo (5I 3 j), vid Roes i Grötlingbo (5J 7 a), Hägdarve i Silte (5I 9 j), Levide (6I 0 j), den s.k. Stångamalmen i Stånga (6J 0 c), Eksta (6I 0 j), Stangsmyr i Lojsta (6J 2 a), Södra Lundsmyr i Etelhem (6J 2 c), Hassle i Hejde (6J 3–4 a), Ånge i Buttle (6J 3 c), Alskog (6J 1 d), Tings och Gurpe i Kräklingbo (6J 4 e), Glose och Gannarve i Gammelgarn (6J 5 f), St. Sojvide i Sjonhem (6J 5 c), Halla (6J 5–6 c), Uppgardar i Ganthem (6J 5 d), Burs i Norrlanda (6J 6 e), Björkome i Väskinde (6J 9 b), Bro (6J 9 c), Larsarve i Bäl (6J 8 d), den s.k. Vallstena ruin söder om Vallstena kyrka (6J 7 d), nordost om Uppuse i Bäl (6J 9 d–e), nordost om Dyple i Tofta (6I 6 i), vid Gräne, Tystebols och Mos i Stenkyrka (7J 1–2 c), Skomakre i Lummelunda (7J 1 b), söder om Barshage i Othem (7J 1 e), sydost om Västninge i Lärbro (7J 2 e), norr om Tajnungs i Hangvar och sydväst om Gannarve i Hall



Fig. 19. Flygfoto över revlar och strandsporrar bildade utanför Kovik i Sanda (6I 3 i). Lägg märke till vågmönstret i anslutning till revlarna. Foto Sven-I. Svantesson 1974.

Aerial photo of bars, spits and hooks along the shore at Kovik, Sanda (6I 3 i).

(7J 3 e), Lärbro samhälle (7J 2 f), Medebys i Fleringe (7J 5 g), norr om Kauparve i Rute (7J 2 g) och nordväst om Stenstugu i Bunge (7J 3 h).

Svallsediment, främst sand, har också avsatts i flermetermäktiga bankar som bildats utanför stranden och byggts upp till den dåvarande vattenytan. De bildar nu breda, svagt välvda ackumulationer på land. De bästa exemplen finns söder om Kronholmens gård inom golfbaneområdet (6I 4 h) och på Sagholmen i Västergarn (6I 3 i), där lager med blåmusselskal kan påträffas på flera meters djup i bankarna.

Revlar och strandsporrar (krumuddar) förekommer också i rikligt antal på Gotland. De är lättast identifierbara längs den nuvarande kusten. Ett välkänt område med revlar och krumuddar förekommer vid och i vattnet utanför fiskemuseet vid Kovik i Sanda (6I 3 i, fig. 19), där nära nog 180-gradiga vågomböjningar kan iakttas vid vissa vindförhållanden. Andra exempel på sevärda revel- och strandsporrebildningar kan iakttas vid ön Heligholmen (5I 2 a), vid Snäckvik (5I 4 j), innanför Storgrunn på Näsudden (5I 5 i), Udden vid Nisseviken (5I 7 j), Glasskär på Närkholm (5J 9 f), på Östergarnsholm (6J 4 i), vid nordvästspetsen av ön Majgu (6J 9 g) och ön Ytterholmen (7J 0 h), ön Penden i Rute (7J 1 i), norr om Bunge aur (7J 3 j), vid Strå (7J 4 i) och på ön Askugrunn (7K 5 a).

Några tombolos finns det också exempel på längs öns kuster. Tombolos är revlar av svallmaterial som förbinder öar med fastlandet. Sådana finns utbildade mellan Ytterholmen (7J 0 h) och

fastlandet och Falholmen (7J 5h) och fastlandet. Den längsta är den förstnämnda, som bildar en 800 m lång bågformad revell. En tombolo är också på väg att bildas mellan Heligholmen (5J 2a) och det gotländska fastlandet. De finns redovisade på jordartskartan med symbolen för större enskild strandvall.

Svallsedimenten, och främst deras koppling till de olika efterstida stadierna i Östersjöns utveckling, har under åren fått en rikhaltig belysning i litteraturen. Det var t.ex. genom studier av strandvallar och erosionshak på Lausbackar (6J 1e) för ca 100 år sedan som geologen Munthe fick grepp på delar av Östersjöns utvecklingshistoria och de nivåförändringar som Gotland genomgått. Det finns beskrivet i hans klassiska verk från 1910 (se litteraturlistan). Dessa grundläggande teorier är fortfarande aktuella i stora drag. Den främsta källan vad gäller information om svallsediment, strandvallar, nivåförändringar m.m. finns i beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940) samt i olika naturinventeringar som genomförts av länsstyrelsen, som exempelvis kustinventeringen (Königsson 1966) och den geologiska delen av naturinventeringen (Svantesson 1978) samt diverse grusinventeringar (bl.a. Königsson 1975 och Svantesson 1988). I grusinventeringarna redovisas, förutom volymläsningsdata, även grusmaterialets kvalitet och naturvårdsbedömningar. De gotländska grusavlagringarnas halt av urbergsmaterial har undersökts av Königsson & Svantesson (1975). Som potentiella grundvattenmagasin har vissa svallsedimentavlagringar undersökts och beskrivits av VIAK (1974). Andra skrifter med beskrivning av gotländska svallsediment är Freyberg (1934), Eriksson (1963), Fohlström (1971), Munthe (1886, 1887, 1940, 1942, 1957), Mörner & Philip (1974), Philip (1973), Svantesson (1970) och Svensson (1989).

I samband med de transgressioner (vattenyttehöjningar) som inträffade under Östersjöförstadierna Ancylussjön och Littorinahavet kom stora landområden på Gotland att åter täckas av havet, och i vissa terränglägen kom skog och torvmarker, men även kulturlager (stenåldersboskapsplatser), att övertäckas av svallsediment (fig. 20). Så kallade transgressionslagerföljder bildades. Sådana är vanliga främst på södra Gotland och finns beskrivna i dels en del av kartbladsbeskrivningarna, dels en hel del separata skrifter och rapporter (se Andersson 1899, Munthe 1893, von Post 1903, Munthe & Hansson 1930, Lundqvist 1965, Königsson 1967, 1969a, b, Persson 1978 och Svantesson 1985, 1986).

Erosionsformer av havets svallning

De litorala erosionsformer som skiljts ut på jordartskartan är rauk och grotta. Även databasens klint är i sin nuvarande form till stora delar en erosionsform bildad av havets svallning, men i stormorfologiskt hänseende mycket äldre och sannolikt ingående i ett gammalt flodlandskap (se avsnittet ”Berggrund”, s. 12).

Gotland är känt för sina raukar och raukfält. Raukar är bildade längs abrasionskuster av kalkberg och är erosionsrester av hård revkalksten, som bättre än den lagrade kalkstenen motstått havets abrasion. Åtskilliga raukfält och enskilda raukar finns såväl längs forntida stränder som längs Gotlands nuvarande stränder. Flera av de bäst utbildade raukfälten finns på Fårö, bl.a. Gotlands största, det 3,5 km långa raukstråket inom Digerhuvuds naturreservat (7J 6i).



Fig. 20. Transgressionslagerföljd bestående av torv och trädstammar under lager med svallgrus och svallsand. 750 m västsydväst om Hallbåter i Levide (51 0 i). Lagerföljden uppkom i samband med Ancylosttransgressionen. Foto Sven-I. Svantesson 1976.

Sequence of strata with peat and trunks below layers of beach gravel and sand. The beach sediments were deposited during the Ancylost transgression.

Som exempel på raukar och raukfält ges de på Fårö en mer ingående beskrivning. Bland de hundratals raukarna i stråket kan urskiljas märkliga och fantasieggande former i den revkalksten där stromatoporiidéer (*kattskallar* eller *aitlar* på gotländska) är den viktigaste, revbyggande arten. Några raukar har fått namn, bl.a. finns där rauken *Ugnen* (*Åune på traktens mål*), som har en grottartad urholkning. Raukarna ute på pallen, dvs. den submarina berggrundshylla som finns utbildad längs kusten, bearbetas fortfarande av vågorna. Den submarina klinten utanför pallen är mäktig. Vattendjupet blir plötsligt 50–60 m. De andra, mer sevärda raukfälten på Fårö finns på udden vid Gamla hamn, 1,8 km sydväst om Lauter (7J 5 i, fig. 21) samt på Langhamarshamaren (7J 7 j). Raukarna vid Gamla hamn är lite speciella. De står i vatten ute på pallen och har sin fot utbildad i lagrad kalksten. På sikt är det troligt att några av dem kommer att undermineras och rasa innan landhöjningen lyft upp dem ur havets vågor. Att de fortfarande eroderas märktes



Fig. 21. Raukar på udden vid Gamlehamn, 1,8 km sydväst om Lauter, Fårö (7J 5 i). Foto Sven-I. Svantesson.
Sea stacks on the island of Fårö (7J 5 i).

bokstavligt under sensommaren 1974, då det s.k. *Nålsögat* (*Nalaavva* på traktens mål), en mindre raukport i rauken *Kaffipannan*, bröts loss och rasade ner på pallen.

Raukfältet vid Langhamarshamaren är Fårös näst största, nära 200 m långt. Även där har raukarna en fantasieggande form. I fältet finns bl.a. ett raukparti, *Gullstuguklint*, med en nischformad, grytlik urholkning som fått namnet *Gullstugan* (*Gullstävvå*). Andra smärre, men ändå sevärda samlingar av raukar på Fårö finns längs stranden norr om Visnäsända (7J 3 j), längs stranden öster om Dämba (7J 4 j), söder och sydväst om Fårö kyrka (7J 5 j), längst ut på Norsholmen (7K 7 a), på udden längs stranden sydväst om Holmudden (7K 6 b), på ön Dämba Misslauper (7J 3 j) samt på flera andra ställen.

Andra sevärda och kända raukfält är bl.a. det på ön Heligholmen (5J 2 a), Hammarshagehällar (5J 2 a), på St. och L. Karlsö (6I 0–1 g), Folhammar raukfält (6J 2 f), Klinte i Boge (6J 9 f), Irevik (7J 3 d), öarna Asunden (7J 0 g), Ytterholmen (7J 0 h) och Fjaugen (7J 1 h) samt Kyllaj (7J 1 h) och Lergrav (7J 2 h). Den största enskilda rauken är rauken *Jungfrun* vid Lickershamn (7J 2 c) med en höjd av mer än 11 m. Den därutöver mest kända, enskilda rauken är *Hoburgsgubben* vid Hoburgen längst i söder (5I 2 i).

Strandgrottor förekommer i riklig mängd i öns klintar. De allra flesta är bildade på nivån för antingen Ancyussjöns eller Littorinahavets största utbredning, då vattenytan var relativt stationär under längre perioder. Den magnifikaste av dem alla är grottan Stora Förvar på St. Karlsö, en Ancyusgrotta som är ca 25 m djup och har en mynningsbredd av 10 m. Lummelundagrottorna är ingen strandgrotta, utan bildad av helt andra processer (se berggrundsavsnittet, s. 12). Grot-

torna mynnar dock i en strandgrotta från Littorinatid. Gotlands strandgrottor ges ingen närmare beskrivning eller förteckning här. Det har gjorts i flera olika sammanhang tidigare.

Närmare upplysningar om Gotlands raukar och raukfält samt grottor kan hämtas bl.a. ur beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921a, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940) samt olika naturinventeringar som genomförts av länsstyrelsen (se litteraturlistan). Den bästa sammanställningen och de fylligaste beskrivningarna ges dock i de naturskyddsutredningar som genomfördes av Munthe (1920, 1921b).

Klintarna, främst den s.k. siluriska klinten längs med Gotlands nordvästkust, och svallningens sannolika del i kustklintens, liksom utanförliggande kustplattformens nuvarande utformning beskrivs uttömmande av Forsberg (1985 och 1995).

Älv- och svämsediment

Älv- och svämsediment har bildats och bildas fortfarande utmed vattendrag och som deltan vid vattendragens mynning. Älvsediment är ofta väl sorterade samt fattiga på organiskt material. Svämsediment avsätts vid översvämningar och är ofta uppblandade med organiskt material, främst växtrester.

Gotland har förhållandevis få naturliga vattendrag, och de flesta åar och bäckar har blivit kanaliserade till följd av de mycket omfattande utdikningarna. Små rester med naturlig sträckning finns kvar här och där. Den största ån är Gothemån (6J 8 f, benämnd Hörsneån och Dalhemån längre uppströms), vilken avvattnar stora delar av mellersta Gotland. Längs åarna och bäckarna finns allmänt svämsediment avsatt, men dessa bildar sällan karteringsbara ytor. Några exempel på någorlunda stora ytor med svämsediment finns längs en ursprunglig, naturlig del av Dalhemån söder om Möllebos i Roma (6J 5 b) och sydost om Ollajvs i Viklau (6J 4 b), i partier längs Gothemån (6J 7–8 e–f) samt längs med Träskmyrs utlopp vid Vaste kvarn i Lärbro (7J 3 f). Älv- och svämsediment täcker mindre än 0,1 % av den kartlagda arealen.

Vindsediment (eoliska sediment)

Vindsediment utgörs vanligen av flygsand, en mycket välsorterad jordart huvudsakligen bestående av fin- och mellansand. Flygsanden bildar ofta dyner.

På Gotland finns ett av landets allra största flygsandområden, nämligen Avanäs på Fårö (7K 6 b), vilket här beskrivs lite närmare för att belysa karaktären hos ett större flygsandområde. Flygsanden på Avanäs utgör en mycket ung jordart. Flygsand täcker hela Avanäs öster om en linje Ajke och Vinor, bortsett från en smal strandzon med svallsediment. Flygsand saknas också i anslutning till uddarna vid Fifang, Skär, Holmudden och Ava. Där går berg och områden med strandvallar i dagen. Flygsanden är avsatt i dyner av olika form och karaktär, från långsträckta, strandparallella s.k. kustdyner till helt runda eller oregelbundet formade dyner. På Avanäs finns i Ullahau-dynen också exempel på en s.k. parabeldyn, en hästskoformad dyn orienterad vinkelrätt mot den dominerande vindriktningen och med bågpetsarna mot lovartsidan.

En beskrivning av området vid och innanför Norstaauren ger en del typiska drag för flygsandområdet på Avanäs. Längs stranden ligger ett ca 100 m brett, svagt sluttande strandplan

med en yta av svallsand, som lokalt är grusblandad. Innanför denna zon följer en kustparallell, mycket långsträckt kustdyn, vid vilken en viss påbyggnad av nybildad flygsand fortfarande sker (fig. 22). Innanför kustdynen, som är 5–8 m hög, följer en bred zon med små dyner som bildar ett småkulligt område. Längst in mot land följer en zon med en lång serie långsträckta, kustparallella dyner skiljda av kilometerlånga, smala kärr.

En del dyner når en imponerande höjd. En av de högsta är Orguhauen, som är en rund, skarpt bruten dyn med krönet mer än 25 m ö.h., eller ca 15 m över omgivande mark. Orguhauen är belägen nära stranden mellan Ava och Skalasandsvik. En annan imponerande, långsträckt dyn som når mer än 22 m ö.h. finns 750 m nordnordost om Ava, och i dynområdet vid Sandhajd ingår det en 1,5 km lång, bågformad dyn.

Vi vet inte när flygsandbildningen började på Avanäs. Man kan dock göra en grov uppskattning av en hypotetisk ålder utifrån landhöjningsdata och nivåer för det underlagande modernmaterialet till flygsanden. Det är möjligt att flygsandbildningen tog sin början redan för ca 3 000 år sedan. Likaväl kan den mer omfattande flygsandbildningen ha varit en mycket senare företeelse. I så fall torde den vara betingad av överbetning och för stor skogsavverkning, kanske främst kopplad till 1700- och 1800-talets befolkningsökning, med ett intensivt markutnyttjande som följd. En förutsättning för flygsandbildning är också tillgången på lämpligt modernmaterial för vinden, dvs. sand med lämplig kornstorlek, nämligen fraktionerna finsand (grovmö) och mellansand. Sådan sand måste med andra ord finnas i en myckenhet på djupet av Avanäs, sannolikt i form av isälvssediment.



Fig. 22. Kustparallella dyner längs stranden norr om Holmudden, Fårö (7K 6 b). Foto Sven-I. Svantesson.
Long dunes, parallel with the shore. On the island of Fårö (7K 6 b).

Omfattande flygsanddrift har förekommit på Avanäset ända in på 1900-talet, främst vid Ullahau och på Sandhaid. Sanddynen tornade upp sig, vällde in över och begravde gammal skog. Flygsanden hotade också bebyggelsen och människorna som verkade och hade sin utkomst i området. Sannolikt var flygsanden långa perioder tämligen väl bunden av skog och övrig vegetation. En historiskt belagd händelse är tillkomsten av Ullahau-dynen, den största och mest imponerande dynen på Avanäs. Ullahau, som en del tror har betydelsen *rullande hög*, är en parabeldyn. Den är formad som en hästsko med öppningen åt norr. Dynens högsta delar i söder reser sig 15 m över omgivningarna, och dynens skänklar omsluter en 1,3 km bred slätt som utgör den s.k. deflationsytan där materialet till dynen hämtades av vinden. På kartor från 1692 och 1703 finns ingen antydning till dyn, inte heller omnämner Linné någon sådan dyn vid sitt besök på Avanäs år 1741. Linné beskriver däremot andra dynen i trakten av Ava och innanför Skalasandsvik. Ullahau tros ha uppkommit vid mitten av 1700-talet genom att stora sandytor frilades från vegetation p.g.a. oförsiktig skogsavverkning. Enligt en karta från 1824 har dynen en hästskoform som i huvudsak sammanfaller med den nutida formen. Bildandet av ett annat dynstråk innanför Sudersandsviken finns belagt till mitten av 1800-talet. Tillväxten av Ullahau-dynen, med sand som på läsidan vällde in över och begravde skogen, måste ha känts mycket hotfullt för människorna som bodde vid bl.a. Ajke och Vinor. Det finns en gammal spådom i trakten som säger: *Når Ulla Hau u Sandhaidi ta ihop, jär de inte langt ti domen.*

Numera är all flygsand på Avanäs bunden genom planteringsåtgärder runt sekelskiftet. Den lilla flygsanddrift som numera förekommer är begränsad till små ytor, i huvudsak närmast stranden och i små partier inom Sandhaid- och Ullahau-området. Där aktiv flygsanddrift pågår kan man se vackra exempel på s.k. vindripples, små ryggar som vinden skapat i sandytan. En motsvarighet, vågrippels, finns på sandbottnar, då skapade av vågor.

Flygsand förekommer på åtskilliga andra ställen på Gotland, men bildar inte tillnärmelsevis så stora områden som på Avanäs. Tämligen stora områden med flygsand har kartlagts bl.a. väster om Stenstugu i Bunge (7J 3 h), Irevik i Hangvar (7J 3 d), nordväst om Garde i Stenkyrka (7J 2 c), mellan Mos i Stenkyrka och Tingstäde (7J 1 d), vid Åminne (6J 8 f) och Tofta strand (6I 5 h), Gyllauen i Ardre (6J 2 f), längs vägen mellan Alskog och Garde (6J 1 d), vid Hörte i När (5J 9 d), Lauritse i Rone (5J 8 b), nordost om Sigsarve i Grötlingbo (5J 7 a) och vid Holmhällar i Hamra (5I 2 j till 5J 2 a). Enligt kartdatabasen täcker flygsand ca 1 % av Gotlands areal.

Förutom de beskrivningar av olika flygsandområden som finns i beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921b, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940) och naturinventeringar (se litteraturlistan) är det främst det stora flygsand- och dynamrådet på Avanäset som beskrivits i olika skrifter, bl.a. redan av Linné i samband med hans öländska och gotländska resa. Därutöver har området beskrivits av bl.a. Nilsson (1905) och Hesselman (1908).

Torv

Torv består av mer eller mindre nedbrutna växtdelar som bevarats i fuktig miljö. Torvmarker uppkommer genom igenväxning av sjöar eller genom försumpning i anslutning till källor, eller på andra ställen där grundvattenytan ligger nära markytan.

Torvmarksytorna har i jordartskartan över Gotland redovisats som ytor med torv samt ytor med tunt ytlager med torv när torvmäktigheten är mindre än ca 0,5 m.

Torvmarksytorna har bl.a. hämtats från Lantmäteriets fastighetskarta, klasserna ”blåmyr” och ”brunmyr”, dvs. sankmarksbeteckningen. En mycket stor del av dessa består dock på Gotland av s.k. blekevåtar, dvs. periodvis uttorkade sankmarker med tämligen steril mineralbotten, och dessa saknar varje tillstymmelse till torvlager. De är dock tämligen lätta att vid flygbildstolkningen skilja ut från sankmarkerna med sammanhängande kärrvegetation och torvlager. Svårare är att med föreliggande glesa fältrekognosering få en god bild av de utdikade, skogbevuxna och odlade torvmarkerna. I avsaknad av naturlig kärrvegetation är dessa mycket svåra att skilja ut i flygbilder. Det rör sig om stora arealer. Enligt en gammal uppskattning bestod ca 10 % av Gotlands areal av sank- och myrmarker före de stora myrdikningarna. Nu återstår enbart en bråkdel helt opåverkade myrar.

De dikade och odlade torvmarkernas konturer är till stor del hämtade och reviderade från de äldre geologiska kartornas redovisning av torvmarker, men mycket stora förändringar i torvjordarternas utbredning har skett under de 60 till 90 år som förflutit sedan dessa kartor gavs ut. Genom oxidation och bortblåsning av torven har denna minskat i mäktighet och i många fall försvunnit helt genom den långvariga odlingen. Det måste därför poängteras att den nu föreliggande redovisningen av karteringsbara mäktigheter av torv i de dikade och uppodlade torvmarkerna har vissa brister.

De största, nu utdikade, myrmarkerna på Gotland, främst Martebomyr (7J 0 b–c) på norra delen av ön och Mästermyr (5I 9 j) på södra delen, hade i sina opåverkade tillstånd en rikt differentierad utformning med omväxlande agkärr och starrkärr avbrutna och ibland omflutna av öppna vatten, träsk och gölar. Myrmarker av denna typ finns inte bevarade på ön. Bland de nuvarande, opåverkade torvmarkerna dominerar agkärr (agmyrar) fullständigt. Mot fastmarken är agmyrarna i regel omgivna av smala starrkärr.

De största, någorlunda opåverkade agmyrarna är Träskmyr i Lärbro (7J 3 f) följt av Lindhammarsmyr på gränsen mellan Vänge och Buttle (6J 3 c), Limmorträsk på Fårö (7J 4 j) och Nygårdsmyr i Kräklingbo (6J 4 e). Några andra exempel på tämligen stora agmyrar är Muskmyr i Sundre (5I 2 j, fig. 23), Kvännmyr i Vamlingbo (5I 2 j), Stangsmyr i Lojsta (6J 2 a), Svinmyr i Ardre (6J 3 e), Langmyren i Mästerby (6I 5 j), Brandmyr i Ganthem (6J 5 d), Nasume myr i Tofta (6I 6 h), St. och L. Pusmyr i Othem (7J 1 e), Ronkelsmyr (7J 2 e) och Stigmyr (7J 3 d) i Hangvar, Verkmyr i Hall (7J 4 d), Hoburgsmyr i Lärbro (7J 2 g), Mølnermyr i Rute (7J 3 g), Rutemyr och Släkmyr i Fleringe (7J 3 g), Ojnaremyr och Tväringsmyr i Fleringe (7J 4 h) samt Hässlemyr och Dyarna på Fårö (7J 5 j).

I liten utsträckning förekommer rena starrkärr. Några exempel är kärren på Avanäset på Fårö (7K 6 b), Hojmyr i Lärbro (7J 2 e) och Hanskyr i Västerhejde (6J 7 j).

Mossar, dvs. torvmarker med mossetorv, är sällsynta på Gotland, sannolikt beroende dels på den låga årsnederbörden, dels den kalkrika, näringsrika miljön. De få som finns är samtliga belägna på norra delen av ön, bl.a. ett parti i Limmorträsk (Graunstycket) och Graunkullamyra på Ryssnäs, Fårö (7J 4 j), Storholmen i Fardumeträsk, Rute (7J 2 h) och Vätlingmyr i Stenkyrka (7J 1 c).

På Gotland finns det även bra exempel på soligena torvmarker, källmyrar, där torvtillväxten skett genom tillförsel av översilande grundvatten. Torven i dessa har dock sällan karteringsbar utbredning och mäktighet, utan torven bildar normalt enbart små ytor i anslutning till källor. Ett



Fig. 23. Muskmyr i Sundre (51 2 j) är en typisk gotländsk agmyr, helt dominerad av gotlandsagen (*Cladium Mariscus*). Foto Esko Daniel.

Typical mire on Gotland, completely dominated by Cladium Mariscus.

bra exempel på en stor källmyr utgör den naturskyddade Klinte källmyr belägen 1 km nordväst om Klinte i Follingbo (6J 7 a). Denna källmyr har bildats i anslutning till grundvattenläckage på bred front från den utbredda grusavlagringen i norr. Grundvattenläckaget sker även ur berget i gränsen mellan kalkstenslager och underliggande lager med mägerlsten.

Eftersom bara en bråkdel av de ursprungliga myrmarkerna inte har förstörts genom dikningsföretag har de återstående opåverkade myrmarkerna i regel ett betydande naturvärde. Det geovetenskapliga värdet består främst i lagerföljderna i myrmarkerna, då dessa utgör ett viktigt dokument för belysande av strandförskjutning samt klimat- och vegetationsutveckling allt sedan ön höjde sig ur havet. Ur hydrogeologisk synpunkt är det dessutom av intresse att myrmarker med opåverkade hydrologiska förhållanden finns bevarade, framför allt för att Gotland i förhållande till övriga landet uppvisar särpräglade dränerings- och grundvattenförhållanden. Dessutom har myrmarkerna en grundvattenmagasinerande betydelse som inte bör förringas.

Torvmarkerna har på Gotland i huvudsak utnyttjats för odling, i mindre utsträckning för skogsproduktion. Ingen torvbrytning förekommer för närvarande, men tidigare skedde så i mindre skala i en del torvmarker. Det största uttaget har skett i östra delen av Martebomyr (7J 0 c), där en hel del bränntorv brutits som bränsle vid cementtillverkning. Andra torvmarker med tidi-

gare torvbrytning i liten skala är mossen på Ryssnäs, Fårö, Rosendalsmyren 1,5 km västnordväst om Rosendal i Follingbo (6J 7 a) och Hanskmyr i Västerhejde (6J 7 j). Torv täcker 2,7 % av den kartlagda arealen. Inkluderas ytor med tunt ytlager av torv stiger arealen till 4,1 %.

I litteraturen finns ett rikhaltigt material om gotländska torv- och myrmarker, ur torvmarks-geologisk synpunkt främst i beskrivningarna till de äldre geologiska kartorna (Munthe 1921a, Munthe, Hede & von Post 1925b, 1927, Munthe, Hede & Lundqvist 1927, 1928, 1929, 1933, 1936 samt Lundqvist m.fl. 1940) och därutöver i främst Munthe, Hede & von Post 1925a, Lundqvist 1940 samt i olika naturinventeringar genomförda av länsstyrelsen. Fler uppgifter kan hämtas från bl.a. Pettersson (1963), von Post (1929, 1939), Sernander (1939, 1941), Sylvan (1892, 1895) och Högström (1987).

Kalktuff

Kalktuff är en för kalktrakter speciell avlagringstyp. Den avsätts där grundvatten sipprar fram ur marken. Grundvattnet innehåller utlöst kalciumkarbonat (kalk), som utfälls på mossor och växtrester runt källsprånget. En fast porös skorpa bildas med mängder av inbakade växtdelar.

Kalktuff påträffas ofta i klintarna på ställen där grundvattenläckage förekommer. Endast en del större kalktuffavsättningar har medtagits på jordartskartan, dels som linjeobjekt längs en del klintsträckningar, dels som punktobjekt vid mer samlade avsättningar av kalktuff. Den mest kända kalktuffavsättningen på Gotland är den s.k. Bottarvetuffen som är belägen i anslutning till Littorinagränsen 150 m västsydväst om Bottarve i Fröjel (6I 1 i). Kalktuffen har där en mäktighet av hela 2 m. Den är närmare beskriven av Halle (1906) och Munthe (1927). Tuffens äldsta delar daterar sig till Ancylostid. Andra tämligen ansevärda kalktuffavlagringar har påträffats bl.a. i den hängmyr som finns nedanför klinten 1 km nordnordost om Nors i Lummelunda (7J 0 a, fig. 24), mellan Häftingsklint och Hasselriv inom Hall-Hangvars naturreservat (7J 4 d) och i slutningen nedanför Burgbackar i Fleringe, 1,5 km öster om Lundarhage (7J 4 g). I Sernanders (1916) "Svenska kalktuffer" finns beskrivet en del gotländska kalktuffförekomster.

Vittringsjord

Vittringsjord har bildats genom kemisk eller mekanisk vittring av berggrunden på platsen. Vittringen har skapat en del jordarter som genom kalkberggrunden är speciella. Dessa jordarter har ett moränlikt utseende och har stor utbredning på ön. Inga ytor med vittringsjord har emellertid särredovisats, då detta varit för svårt med den översiktliga karteringsmetod som tillämpats. Vad som emellertid står klart är att lerig vittringsjord i regel är dominerande jordart inom ytorna med tunt eller osammanhängande jordtäck. I regel bildar vittringsjorden högst ett par decimeter tjocka täcken på berggrunden, men speciellt inom mörkelstensområdena är mäktigheten för det mesta större, ibland till och med så stor att den vittrade berggrundsytan med fördel odlas. Så är t.ex. fallet runt Nisseviken i Näs (5I 7 j), vid Ronehamn (5J 8 c), vid Snoder i Sproge (5I 9 i) och runt Tofta kyrka (6I 5 i). Vittringsjorden har där en kornstorlekssammansättning som nära sammanfaller med den för lerig morän eller moränlera. Närmare jämförelser finns bl.a. i Svantesson (1976).

Vittringen av kalksten ger upphov till en jordart som benämns alvarmo. Alvarmo påträffas inom flacka kalkstensområden som tunna täcken, eller nedsvämmad i de grunda depressio-



Fig. 24. Backmyr med kalktuffinlagring i sluttningen nedanför ett klintparti, bildad genom grundvattenläckage på bred front. 1 km nordnordost om Nors i Lummelunda (7J 0 a). Foto Sven-I. Svantesson.

Sloping fen with layers of travertine. Lummelunda parish (7J 0 a).

ner som finns inom hällområden utbildade i kalksten. Jordarten är ibland utpräglad lerig och kalkhaltig, och den är för det mesta blandad med skarpkantiga fragment av kalkberggrunden. Mäktigheten överstiger sällan 2 dm.

Talus, frostmark m.m.

Talus är ansamlingar av block och sten, som rasat från en bergsida. Talus finns i viss utsträckning ansamlad nedanför de flesta klintsträckningar, men har inte redovisats i jordartskartan separat. Man hittar de största förekomsterna främst längs med och nedanför den höga kustklinten längs nordvästra Gotland, och i övrigt sporadiskt som t.ex. längs den s.k. *Husryggen* mellan Hoburgen och Kättelvik (5I 2–3 i). Varje år sker det en del ras i de gotländska klintarna. Några större finns dokumenterade av bl.a. Munthe (1948–49).

Inom hällmarker täckta med vittringsjord är det vanligt med olika typer av frostmarksföreteelser, företeelser som närmast förknippas med fjälltrakter och arktiska miljöer. Dels påträffas s.k. jordrutor, även kallade tundrapolygoner (fig. 25), dels mer varierande former som stenströmmar i sluttande mark och små depressioner med uppfryssta stenar. Frostmarksbildningarna uppkommer genom upprepade frysningar och upptiningar av markskiktet, och förutsättningarna för



Fig. 25. Rutmark (tundrapolygoner) är en vanlig förekomst på de gotländska alvarmarkerna. Söder om Lauter på Fårö. Foto Sven-I. Svantesson.

Small tundra polygons are common in rock areas with a thin cover of Quaternary deposits.

utbildandet av dessa fenomen är av någon anledning mycket goda inom Gotlands alvarmarker. Tundrapolygoner kan även påträffas i ytan av en del högt belägna klapperstensvallar, där ytlagret vittrat ner till skarpkantiga kalkstensflisor.

Fyllning

En del områden med mäktig och utbredd fyllning har redovisats på kartan. Det är i regel gamla sop-, jord- och bergtippar. Som exempel på områden där fyllning lagts in kan tas deponierna från cementtillverkningen i Slite och soptippen i Visby.

Grundvatten och källor

Liksom mycket annat på Gotland är även grundvattenförhållandena särpräglade. Grundvattnet är huvudsakligen knutet till berggrunden, och endast sällan påträffas jordlager som är så mäktiga och har en sådan sammansättning att de innehåller några större kvantiteter grundvatten.

Främst är det sprickor och karstfenomen i berggrunden som ger en särpräglad hydrogeologi. Direkta förbindelser mellan ytvatten- och grundvattensystemen föreligger i sprickorna. Infiltrationen

vid nederbörd är ofta momentan i ett hällområde genomsatt av karst och sprickor, och stora fluktuationer hos grundvattenytan har påvisats inom öns större hällområden, bl.a. på Filehajdar.

Förhållandet med utbredda hällområden där infiltrationen är momentan gör samtidigt grundvattnet ytterst sårbart vad gäller föroreningar. Som ett belysande exempel kan tas grundvattenförhållandena i Visbyområdet. De sydöstra utkanterna av Visby, mellan Langs hage (6I 7 j) och Hällarna (6J 8 a) utgör ett stort inströmningsområde utbildat i karstsprickig kalksten, där nederbörden når grundvattnet momentant. Utströmningsområdet för grundvattnet finns i klintarna längs kusten, dvs. grundvattnet strömmar från ostsydost mot västnordväst. Stora kvantiteter grundvatten för Visbys vattenförsörjning tas i området mellan inströmnings- och utströmningsområdet, och det är lätt att inse hur sårbart det grundvattnet är vid ett utsläpp inom inströmningsområdets karstsprickiga hällmark.

I det stora hela är grundvattensituationen på Gotland god med tämligen stora uttagsmöjligheter i kalkberggrunden, bl.a. för att en så förhållandevis stor andel av nederbördsvattnet tillförs grundvattnet på ön. Lämplig sprickig berggrund för uttag finns också. Delar av det infiltrerade vattnet läcker dock ut igen inom lägre liggande partier och avrinner som ytvatten i anslutning till källor. En del större, vid den föreliggande kartläggningen rekognoserade källor, finns inlagda på jordartskartan som *källa*.

Öns grundvattenförhållanden finns beskrivna av Tullström (1954), Statens naturvårdsverk (1969), Nordberg & Persson (1970), Fagerlind (1972), Königsson (1972), Fagerlind & Norberg (1973) samt inte minst i beskrivningen till SGUs hydrogeologiska karta (Karlqvist m.fl. 1982). För närmare upplysningar om öns grundvattenförhållanden hänvisas till dessa skrifter.

REFERERAD LITTERATUR

- Andersson, G., 1899: Om en af strandvall öfverlagrad torfmosse på södra Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 21, 533–535.
- Brood, K., 1982: *Gotländska fossil*. Norstedts, Uppsala, 95 s.
- Elhammer, A., Axberg, S. & Kjellin, B., 1986: Maringeologiska kartan 079/470 Fårö. *Sveriges geologiska undersökning Am* 2, 47 s.
- Eliason, S., 1999: Solstenar och kattskallar: gotländsk fossil- och geologiguide. *Gotlands fornsal. Russi*, 166 s.
- Ekman, M., 1996: A consistent map of the postglacial uplift of Fennoscandia. *Terra Nova* 8, 158–165.
- Eriksson, B.G., 1963: *Strandvallsfält på NV Fårö*. Proseminarieuppsats i naturgeografi vid Uppsala universitet, februari 1963, Uppsala.
- Fagerlind, T., 1972: *Grundvattenståndsvariationer på File Hajdar och Hejnum Hällar, Gotland*. Akademisk uppsats i hydrologi, Uppsala universitet, Uppsala.
- Fagerlind, T. & Nordberg, L., 1973: Variations of groundwater levels and calculation of the effective fissure porosity at File Hajdar, Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 95, 317–327.
- Fegraeus, T., 1886: Studier öfver de kvartära bildningarne på Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 8, 158–169.
- Fohlström, K., 1971: *Strandvallar och klintsystem på nordvästra Gotland*. 3-betygsuppsats i kvartär-

geologi. Uppsala.

- Forsberg, P., 1985: Studier av Gotlands klintkust, sträckan Stenkyrkehuk-Irevik. *Stockholms universitet. Naturgeografiska institutionen. Forskningsrapport 57*, 91 s.
- Forsberg, P., 1995: Geomorfologiska studier av kustplattformen utmed Gotlands nordvästra klintkust. *Stockholms universitet. Naturgeografiska institutionen. Forskningsrapport 101*, 74 s.
- Freyberg, B. Von, 1934: Alte und junge Strandlinien auf Gotland. *Natur und Volk (Senckenbergische naturforschende Gesellschaft)*, Bd 64.
- Granlund, E., 1932: De svenska högmossarnas geologi. *Sveriges geologiska undersökning C 373*, 193 s.
- Halle, T., 1906: En fossilförande kalktuff vid Botarfve i Fröjels socken på Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 28*, 19–54.
- Hede, J.E., 1921: Gottlands silurstratigrafi. *Sveriges geologiska undersökning C 305*, 100 s.
- Hedström, H., 1894: Studier öfver bergarter från morän vid Visby. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 16*, 247–274.
- Hedström, H., 1906: Yttrande med anledning av föredrag av G. De Geer. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 28*, 421.
- Hesselman, H., 1908: Om flygsandfälten på Fårön och skyddsskogslagen af den 24 juli 1903. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, H:5*, 45 s.
- Högström, S., 1987: Gotlands vitmossor i litteratur och herbarier. *Svensk Botanisk Tidskrift 81*.
- Karlqvist, L., Fogdestam, B. & Engqvist, P., 1982: Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Gotlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 3*, 47 s.
- Königsson, L.-K., 1966: *Kustinventeringen. Inventering av landskapets geologiska uppbyggnad. Översiktsplan för Gotlandskusten.*
- Königsson, L.-K., 1967: Die Datierung von Baltischen Ancyclus-Lagern unter der höchsten Ancyclus-Grenze auf Gotland und Öland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 89*, 133–150.
- Königsson, L.-K., 1969a: Ein Profil des höchsten Litorinawalls bei Snausarve, Südgötland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 91*, 343–352.
- Königsson, L.-K., 1969b: Eine rezente Torflinse in einem Strandwall aut Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 91*, 435–437.
- Königsson, L.-K., 1972: Om revkalk och grundvatten på Fårö. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 94*, 112–117.
- Königsson, L.-K., 1975: Grusinventering på Gotland. *Länsstyrelsen i Gotlands län. Planeringsavdelningen. Del 1–7*, 710 s.
- Königsson, L.-K. & Svantesson, S.-I., 1975: The petrography of gravel deposits on the island of Gotland in the Baltic. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 97*, 312–320.
- Lassila, M., 1986: Proximal troughs and ice movements in Gotland, southern Sw–eden. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F. Bd. 30, H 2*, 129–140.
- Laufeld, S., 1974: Reference localities for palaeontology and geology in the Silurian of Gotland. *Sveriges geologiska undersökning C 705*, 172 s.
- Linnaeus, C., 1745: *Öländska och Gothländska Resa på Riksens Högloflige Ständers befallning förrättad 1741. Med Anmärkningar uti Oeconomien, Natural-Historien, Antiquiteter &c med åtskillige figurer.* Stockholm.
- Lundqvist, G., 1940: Sjösediment från Gotland. *Sveriges geologiska undersökning C 434*, 143 s.

- Lundqvist, G., 1965: C-14-Dateringar från Gotland. *Sveriges geologiska undersökning C 602*, 94 s.
- Lundqvist, G., Hede, J.E. & Sundius, N., 1940: Beskrivning till kartbladet Visby och Lummelunda. *Sveriges geologiska undersökning Aa 183*, 167 s.
- Munthe, H., 1886: Iakttagelser öfver kvartära bildningar på Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 8*, III–140.
- Munthe, H., 1887: Om postglaciala aflagringar med *Ancylus fluviatilis* på Gotland. *Öfversigt af Kungliga vetenskapsakademiens förhandlingar 44*.
- Munthe, H., 1893: Några ord till belysning af frågan om förekomsten af ek under Litorinabildningar på Gotland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 15*, 124–125.
- Munthe, H., 1910: Studier öfver Gottlands senkvartära historia. *Sveriges geologiska undersökning Ca 4*, 213 s.
- Munthe, H., 1913: Några glaciofluviala erosionsformer på Gottland. *Sveriges geologiska undersökning C 249*, 44 s.
- Munthe, H., 1920: Strandgrottor och närstående geologiska fenomen i Sverige. *Sveriges geologiska undersökning C 302*, 67 s.
- Munthe, H., 1921a: Beskrivning till kartbladet Burgsvik jämte Hoburgen och Ytterholmen. *Sveriges geologiska undersökning Aa 152*, 172 s.
- Munthe, H., 1921b: Sveriges raukar jämte exempel på pseudoraukar. *Sveriges geologiska undersökning C 303*, 39 s.
- Munthe, H., 1940: Om Nordens, främst Baltikums senkvartära utveckling och stenåldersbebyggelse. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar III 19:1*, 242 s.
- Munthe, H., 1942: Om Gamlehamn på Fårö. *Särtryck ur Gotländskt arkiv*, I–II.
- Munthe, H., 1948–49: Om ras och utglidningar vid Gotlands forna och nutida klintar. *ur Gotländskt arkiv*, 28–41.
- Munthe, H., 1957: Till frågan om *Ancylusvallen* på Lau backar. *Gotlands Allehanda nr 80 (4 april)*. Visby, s. 4.
- Munthe, H. & Hansson, H., 1930: En ny boplatz från stenåldern på Gotland. *Fornvännen*, 257–285.
- Munthe, H., Hede, J.E. & Lundqvist, G., 1927: Beskrivning till kartbladet Klintehamn. *Sveriges geologiska undersökning Aa 160*, 109 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & Lundqvist, G., 1928: Beskrivning till kartbladet Slite. *Sveriges geologiska undersökning Aa 169*, 130 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & Lundqvist, G., 1929: Beskrivning till kartbladet Katthammarvik. *Sveriges geologiska undersökning Aa 170*, 120 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & Lundqvist, G., 1933: Beskrivning till kartbladet Kappelshamn. *Sveriges geologiska undersökning Aa 171*, 129 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & von Post, L., 1925a: Gotlands geologi. *Sveriges geologiska undersökning C 331*, 130 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & von Post, L., 1925: Beskrivning till kartbladet Ronehamn. *Sveriges geologiska undersökning Aa 156*, 96 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & von Post, L., 1927: Beskrivning till kartbladet Hemse. *Sveriges geologiska undersökning Aa 164*, 155 s.
- Munthe, H., Hede, J.E. & Lundqvist, G., 1936: Beskrivning till kartbladet Fårö. *Sveriges geologiska undersökning Aa 180*, 82 s.

- Mörner, N.-A. & Philip, A., 1974: Gotland during the Late Weichselian. *Baltica* nr 5. Vilnius.
- Nilsson, A., 1905: Anteckningar om Svenska flygsandfält. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 27, 314–327.
- Nordberg, L. & Persson, G., 1970: Sveriges geologiska undersöknings riksnät för observation av grundvatten. *Nordiska Hydrologiska Konferensen i Stockholm, 27–29 augusti 1970, vol. 2*, 251–260.
- Persson, C., 1978: Dateringar av Ancyclus- och Litorinatransgressionerna på södra Gotland. *Sveriges geologiska undersökning C* 745, 34 s.
- Pettersson, B., 1963: Gotlandsmyrarna och deras växtvärld. *Sveriges Natur, Årsbok*, 123–136.
- Philip, A., 1973: Strandvallarna i Sundre. *Gotländska studier* 2. Nyköping, 5–13.
- von Post, L., 1929: Om Gotlands myrar. *Svenska mosskulturföreningens tidskrift*, 229–247.
- von Post, L., 1939: Lina myr. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 61, 519–524.
- Sernander, R., 1916: Svenska kalktuffer. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 38, 127–190.
- Sernander, R., 1939: Lina myr. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 61, 245–411.
- Sernander, R., 1941: Gotlands kvarvarande myrar och träsk. *Kungliga Svenska vetenskapsakademiens avhandlingar i naturskyddsärenden, nr 3*, 202 s.
- Statens Naturvårdsverk, 1969: *Gotlands vattenförsörjning. Publ. 1969:7*, 20 s.
- Svantesson, S.-I., 1970: *Morfologiska och stratigrafiska studier inom ett klapperstensfält på västra Fårö. Uppsats i kvartärgeologi, Uppsala universitet, maj 1970*, 42 s.
- Svantesson, S.-I., 1976: Granulometric and petrographic studies of till in the Cambro-Silurian area of Gotland, Sweden, and studies of the ice recession in northern Gotland. *Striae* 2, 80 s.
- Svantesson, S.-I., 1978: Översiktlig naturinventering. Geologi. *Länsstyrelsen i Gotlands län. Planeringsavdelningen*, 280 s.
- Svantesson, S.-I., 1985: *Tallstock inbäddad i svallgrus, Rone, Gotland. Sveriges geologiska undersökning Dokumentationsrapport*, 3 s.
- Svantesson, S.-I., 1986: *Transgressionslagerföljd bestående av organiska lager (trädstammar, torv och kalkgrytja) under och i svallgrus. Södra Gotland. Sveriges geologiska undersökning Dokumentationsrapport*, 5 s.
- Svantesson, S.-I., 1988: Grus och sand i Gotlands län. *Sveriges geologiska undersökning. Regionala inventeringar av grus och sand m.m. Rapport 1988:1*, 158 s.
- Svensson, N.-O., 1989: *Late Weichselian and early Holocene shore displacement in the central Baltic, based on the stratigraphical and morphological records from eastern Småland and Gotland, Sweden. Lund University, Department of Quaternary Geology, Thesis 25*, 195 s.
- Sylvan, C.A., 1892: Gotlands naturbeskaffenhet, jordbruksförhållanden, dess myrars utsträckning och beskaffenhet samt äldre och nyare försök till deras odlande. *Svenska mosskulturföreningens tidskrift*, 214–244.
- Sylvan, C.A., 1895: Martebo myr och dess utdikning. *Svenska mosskulturföreningens tidskrift*, 233–238.
- Tullström, H., 1954: Hydrogeologiska förhållanden inom Slite köping på Gotland. *Sveriges geologiska undersökning C* 538, 38 s.
- VIAK AB, 1974: *Grundvattenundersökningar inom Tingstädeåsen. Tingstäde-Stenkyrka och Vamlingbo* 1973.



Sveriges geologiska undersökning

Box 670

751 28 Uppsala

Tel: 018-17 90 00

Fax: 018-17 93 70

www.sgu.se

Uppsala 2008

ISSN 1652-8336

ISBN: 978-91-7158-850-0

Tryck: Lenanders Grafiska AB