

Særtrykk av Norsk Geografisk Tidsskrift, Bind IX, Hefte 3, 1942

ANDERS K. ORVIN
OM DANNEELSE AV
STRUKTURMARK

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S - OSLO

NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER

Observatoriegaten 1, Oslo

MEDDELELSER:

- Nr. 1. PETTERSEN, K., *Isforholdene i Nordishavet i 1881 og 1882*. Optrykk av avis-artikler. Med en innledn. av A. Hoel. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 1, h. 4. 1926. Kr. 1,00. [Utsolgt.]
- „ 2. HOEL, A., *Om ordningen av de territoriale krav på Svalbard*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 2, h. 1. 1928. Kr. 1,60. [Utsolgt.]
- „ 3. HOEL, A., *Suverenitetsspørsmålene i polartraktene*. — Særtr. av Nordmands-Forbundet, årg. 21, h. 4 & 5. 1928. Kr. 1,00. [Utsolgt.]
- „ 4. BROCH, O. J., E. FJELD og A. HØYGAARD, *På ski over den sydlige del av Spitsbergen*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 2, h. 3—4. 1928. Kr. 1,00.
- „ 5. TANDBERG, ROLF S., *Med hundespenn på eftersøkning efter „Italia“-folkene*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr. b. 2, h. 3—4. 1928. Kr. 2,20.
- „ 6. KJÆR, R., *Farvannsbeskrivelse over kysten av Bjørnøya*. 1929. Kr. 1,60.
- „ 7. NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER, *Jan Mayen. En oversikt over øens natur, historie og bygning*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 2, h. 7. 1929. Kr. 1,60. [Utsolgt.]
- „ 8. I. LID, JOHANNES, *Mariskardet på Svalbard*. II. ISACHSEN, FRIDTJOV, *Tidligere utforskning av området mellom Isfjorden og Wijdebay på Svalbard*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 2, h. 7. 1929. Kr. 1,60.
- „ 9. LYNGE, B., *Moskusoksen i Øst-Grønland*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 3, h. 1. 1930. Kr. 1,60. [Utsolgt.]
- „ 10. NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER, *Dagbok ført av Adolf Brandal under en overvintring på Øst-Grønland 1908—1909*. 1930. Kr. 3,40. [Utsolgt.]
- „ 11. ORVIN, A. K., *Ekspedisjonen til Øst-Grønland med „Veslekari“ sommeren 1929*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 3, h. 2—3. 1930. Kr. 2,80.
- „ 12. ISACHSEN, G., *I. Norske Undersøkelser ved Sydpollandet 1929—31. II. „Norvegia“-ekspedisjonen 1930—31*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 3, h. 5—8. 1931. Kr. 1,60.
- „ 13. *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjoner sommeren 1930*. I. ORVIN, A. K., *Ekspedisjonen til Jan Mayen og Øst-Grønland*. II. KJÆR, R., *Ekspedisjonen til Svalbard-farvannene*. III. FREBOLD, H., *Ekspedisjonen til Spitsbergen*. IV. HORN, G., *Ekspedisjonen til Frans Josefs Land*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 3, h. 5—8. 1931. Kr. 2,20.
- „ 14. I. HØEG, O. A., *The Fossil Wood from the Tertiary at Myggbukta, East Greenland*. II. ORVIN, A. K., *A Fossil River Bed in East Greenland*. — Særtr. av Norsk Geol. Tidsskr., b. 12. 1931. Kr. 3,60.
- „ 15. VOGT, T., *Landets senkning i nutiden på Spitsbergen og Øst-Grønland*. — Særtr. av Norsk Geol. Tidsskr., b. 12. 1931. Kr. 1,00.
- „ 16. HØEG, O. A., *Blütenbiologische Beobachtungen aus Spitzbergen*. 1932. Kr. 1,60.
- „ 17. HØEG, O. A., *Notes on Some Arctic Fossil Wood, With a Redescription of Cupressinoxylon Polyommatum, Cramer*. 1932. Kr. 1,60.
- „ 18. ISACHSEN, G. OG F. ISACHSEN, *Norske fangstmenns og fiskeres ferder til Grønland 1922—1931*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 4, h. 1—3. 1932. Kr. 2,80.
- „ 19. ISACHSEN, G. OG F. ISACHSEN, *Hvor langt mot nord kom de norrøne grøn- lendinger på sine fangstferder i ubygdene*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 4, h. 1—3. 1932. Kr. 1,00.

OM DANNELSE AV STRUKTURMARK

AV

ANDERS K. ORVIN

De spesielle strukturformer i jordoverflaten som forekommer i arktiske egne og ellers nesten bare i høgfjellsområder med tele i jorden året rundt, har vært gjenstand for utforskning av mange forskere, men de teorier som har vært oppstilt for deres dannelses-måte er fremdeles meget divergerende. Benevnelsen av disse struktur-former, som består i mark som er mer eller mindre regelmessig oppdelt ved sprekkesystemer, mer eller mindre regelmessige steinringer som er sortert ut rundt mer leirholdige partier, nettverk av løs stein, steinrender som i skråninger kan danne mark med en mengde parallelle striper av stein og leire, samt konsentrasjon av leire i blokkmark eller steinhauger i leiret mark, har vært noe forskjellig.

MEINARDUS mener at uttrykket polygonmark er mindre heldig, fordi dette bare passer på de ekte polygoner, som dannes ved at overflaten ved sprekker deles opp i forholdsvis regelmessige, ofte sekskantede flater, uten at det behøver å være noen sortering av materialet. Han foreslår derfor at man skal benytte benevnelsen *strukturmark* for alle andre dannelser, idet han med flere andre betrakter polygonmarken som en helt annen dannelsesform. Der er imidlertid alle overganger fra polygonmark til steinringer, så polygonmarken er nærmest en underform av strukturmark, som har fått sitt preg av oppsprekningen og ikke av sorteringen.

Da strukturmarken med få unntagelser er knyttet til områder med tele i jorden året rundt, er det straks klart at dens dannelsesform må henge sammen med denne, men av den foreliggende litteratur framgår det at meningene om hvilken rolle telen spiller er nokså delte.

Telen er ugjennomtrengelig for vannet fra overflaten, så dette ikke kommer ned til grunnvannsnivå, som i områder uten tele. Man kan gjerne si at grunnvannet blir stående helt op til overflaten i alle lavlandsområdene. Følgen av dette er at når telen smelter fra dagen

om våren og sommeren, så blir alt vann som ikke kan renne bort i bekker og elver, stående i overflaten og gjennombløter denne, så man selv i storsteinet grunn på forsommeren kan trå nedi til langt opp på leggen. I alminnelighet får denne leirete grunn dog først konsistens av leire- og steinvelling dersom den blir utsatt for en eller annen påkjønning, så den kommer i bevegelse. Ellers blir steinene liggende i overflaten uten å synke merkbart. Jeg så i 1921 i Colesdalen på Spitsbergen et større parti av en slik gjennombløtt skråning løsne og som en steinfylt velling flyte nedover med ganske god fart. Etter hvert ble en mengde stein skjøvet ut til sidene, og til slutt stanset hele raset mot en halvsirkel av stein, som la seg opp foran dette. Den nedre del av den jordtungen som oppsto på denne måten, var så bløt at den inntok en noenlunde horisontal stilling bak steinmuren. Slike steinmurer kan bli opp til et par meter høye. Mange har ment at disse jordtunger dannes litt etter litt, men jeg tror ikke de kan dannes på annen måte enn ovenfor nevnt, da bare hel vellingkonsistens kan tillate at steinen samler seg foran og på siden av raset. Forklaringen på at steinen føres ut til siden må være at hastigheten er større i midten av raset, så særlig de flate steinene etter hvert hvirvles rundt og skyves utover, for til slutt å klemmes op mot siden av raset, hvor de inntar en stilling som gjør minst mulig motstand mot bevegelsen, dvs. de blir stående parallelt med bevegelsesretningen. Når en masse stor stein samler seg foran raset og demmer opp for dette, så kan det neppe være noen annen forklaring enn at steinene er tyngre enn leirsuppen og derfor faller fortere nedover bakken enn denne.

Man kan også overalt se hvordan sigjorden beveger seg nedover skråningene. Dette skjer skrittvis hver sommer. Store blokker, som er frosset fast i telen, demmer opp for jorden omtrent som isfjell i dravis; mens mindre blokker som tiner løs, ofte siger fortere enn jorden, så det dannes striper i kjølvannet bak dem. På oppsiden av slike blokker er det ofte en liten forsenkning uten vegetasjon, men gjerne med en liten vasspytt.

De ovenfor beskrevne eksempler har forsåvidt ikke direkte med strukturmarken å gjøre, men viser bare hvor gjennombløt marken kan bli. Det har ligget nær å tro at nettopp denne vellinglignende jord skulde tillate en sortering av steinmaterialet ved strømning, og flere teorier er også bygget på dette prinsipp. Således mener GRIPP at det oppstår konveksjonsstrømninger, idet leire med enkelte stein skulde bli ført opp i midten og derfra ut mot omkretsen. Han baserer



Fig. 1. Parti fra Møllerhamna med indre del av Kong Haakons Halvøy på Spitsbergen. I forgrunnen er der dannet strukturmark i jord med store blokker. Som det framgår av bildet ligger disse blokker i fordypninger mellom de partier hvorfra de er sortert ut. Gunnar Isachsen fot. 25. aug. 1906.

dette på at vannet i overflaten ofte har en temperatur av omkring 4° og derfor vil synke ned og fortrenge vannet nær telen, som har en temperatur av 0° og derfor er lettere. Av samme grunn skulde det lettere vann søke å komme opp til overflaten. Større stein skulde bli ført med, men stanse ute på sidene på grunn av friksjonen. Denne teori kan ved første øyekast virke sannsynlig, men ved nærmere ettertanke må det anses helt umulig at denne lille kraften kan ta med seg noen stein, og enda mindre presse disse på høykant i opptil 20 cm høye steinvoller rundt de enkelte sorteringsenheter. POSER har også ved temperaturmålinger vist at vannet ikke kan strømme slik som av Gripp antatt.

Det kan også nevnes at ROMANOVSKY har utført en del laboratorieforsøk, som han mener beviser at strukturmarken er oppstått ved konveksjonsstrømninger. Hans forsøk er imidlertid gjort under helt andre temperaturforhold og med annet materiale, og bildene tatt fra disse virker ikke på noen måte overbevisende.

STECHE (1933) har en oversiktstabell over de viktigste arbeider om strukturmark og en fyldig litteraturfortegnelse. Han har selv

foretatt undersøkelser på Island, hvor forholdene synes å være nokså forskjellig fra forholdene på Spitsbergen. Særlig jordtuene synes å være meget forskjellig fra den vanlige strukturmark på Spitsbergen. De er øiensynlig dannelser av samme sort som en del av den gras-bevoksede tuemark i Norge, som ikke er knyttet til teleområder. Steche kommer til det resultat at krefter, som beror på kolloidal-kjemiske prosesser, spiller en stor rolle. Dette kan være så; men for strukturmarken på Spitsbergen, hvor sortering foregår i stor stil uten antydning til tuemarkdannelse synes det vanskelig å forklare begynnelsen av sorteringen i horisontal retning på denne måte. Jeg har aldri sett denslags tuedannelse i storsteinet mark, som forløper til sortering.

De fleste er enig i at frosten er en av årsakene til dannelsen av strukturmarken, og det kan vel ikke lengere være tvil om at bare den kraft som framkommer ved frostsprengning er stor nok til å sortere ut svære steinblokker som på fig. 1.

BERTIL HØGBOM har allerede forlengst oppstilt en teori basert på frostsprengning. Den går ut på at sammensetningen i jordoverflaten er noe forskjellig, så det alltid vil finnes partier med mer fint materiale og andre med mer stein. På grunn av kapillaritetsvirkningen opptrår de første mer vann enn omgivelsene, og når disse partier fryser, blir materialet skjøvet sentrifugalt ut fra midten av hvert mer finkornig parti, på grunn av vannets utvidelse ved frysning. Når det atter inntrer smeltning og volumforminskelse, blir det finere materiale trukket med på grunn av adhesjonen, mens steinene blir igjen i periferien. Ved mange gjentakelser må dette resultere i en merkbar sortering. Den jevne oppdeling av marken viser imidlertid at denne må ha vært temmelig ensartet fra begynnelsen av, og noen utvidelse til siden er det ikke plass til, når frysning finner sted i en hel og ensartet overflate. Det vil bare skje en utvidelse oppover. Stein, som er hevet sammen med masse etter dette prinsipp, vilde uvegerlig falle ned igjen sammen med den finere jord.

Den første som jeg har sett antyde at sortering kan skyldes den forskjellige utvidelseskoeffisient i vasstrukken jord og stein som fryser, er W. WERENSKIOLD (1920), men han har ikke gått nærmere inn på dette forhold.

Jeg hadde allerede satt opp det skjema for utfrysning av stein som er gjengitt i fig. 3, før jeg ble oppmerksom på at den svenske geolog GUNNAR BESKOW allerede for mange år siden har løst dette



Fig. 2. Strukturmark på sterkt steinholdig grunn på Kvadehuken, Spitsbergen. Her er jorden så rik på stein at der etter lengere tids sortering bare fins mere spredte, sirkelformige partier med finere materiale, hvori sortering fremdeles pågår. Som man ser er store masser av stein ført opp på overflaten.

Adolf Hoel fot. 24. juli 1907.

problem på en så fyllestgjørende måte etter dette prinsipp, at det vel neppe lengere kan være tvil om hvordan denne utfrysning, som er en av grunnpillarene i forklaringen av all strukturmarkdannelse, foregår. Beskow har ved nøyaktige undersøkelser påvist at en slik frosthevning foregår i jord med korn fra 0,06 til 0,1 mm. Alminnelig vannmettet jord vil bare utvide seg omkring 1 % ved frysning, men når det er vann i overskudd, kan utvidelsen gå helt opp i 50 %, idet frysningen foregår diskontinuerlig ved at det danner seg rene isskikt i jorden. Vannoverskuddet mener han trekkes nedefra ved kapillarietetsvirkningen. Ved oppløsning av teleprøver og rystning fikk han en flytende suspensjon. Etter lengere tids henståen dannet det seg et klart vannskikt over jordmassen. Det var således bevislig overskudd av vann. Steinene utvider seg ikke, men blir dradd ut av den underliggende jord fordi de sitter fast i det overliggende teleskikt, som etter hvert sprenges oppover av den nye is som danner seg under. Dette er akkurat det resultat jeg selv kom til helt uavhengig av Beskows arbeid.

Det synes klart at utfrysningen må foregå på denne måte. Det første teleskikt som når ned på steinen, fryser fast til denne, og etter hvert som telen fryser nedover vil den øve et sterkt press oppover mot det overliggende telelag, jo mer is dess sterkere. Da temperaturen i det underste teleskikt alltid ligger nær frysepunktet, vil et overtrykk til å begynne med lett resultere i en omsmelting og ny frysning av isen rundt steinen, inntil det er dannet et litt tykkere islag rundt denne. Ved fortsatt frysning og utvidelse vil steinen trekkes opp av jorden, dersom telen har sterkere tak på steinen enn den ufrosne jord, slik som stein 2 i fig. 3, og det blir et tomrom under steinen. Dersom steinen sitter fastere i den ufrosne jord, vil telen slippe steinen, og det danner seg et hulrom over denne, som ved stein 4. Det ser i overflaten ut som steinen er frosset løs. Dette fenomen kan man svært ofte iaktta også i sydligere strøk, når frosten setter inn etter regnvær, eller når jordoverflaten er våt. Da jorden under steinen ennå er ufrossen, vil det straks samle seg vann under den. Dette vil i neste omgang fryse og gi steinen et ytterligere trykk oppover.

Slik fortsetter steinene å trekkes ut av jorden *loddrett* på undergrensen av nedgående tele, etter hvert som denne fryser nedover. Steinene må trekkes ut fordi et langt mindre teleskikt har fastere tak på dem enn et større skikt ufrosset ford. Etter gjentatte frysninger vil derfor steinene uvegerlig havne på overflaten.

Den hule klangen som man ofte hører i frossen jord etter barfrost om høsten, kommer ganske sikkert av de ovennevnte hulrom.

Som nevnt er denne utfrysning av stein betinget av at det er overskudd av vann, og som vi har hørt er nettopp dette tilfelle i arktiske egne og høyfjellsområder, hvor telen hindrer dagvannet i å sive ned. Det er også meget viktig at det under frysningen siver ned vann fra høyere nivåer til lavlandet mellom den undre telesone og den tele som fryser fra overflaten om høsten og utover til langt på vinteren, før begge skiktene fryser sammen. Mange steder blir dette vann stående under trykk mellom telelagene i lavlandet, og er vanntilførselen særlig stor, kan den resultere i tykkere lag av jordbunnsis (Orvin 1941).

I områder hvor det ikke er tele i jorden, kan man nok se de ovennevnte resultater av frostsprengningen i øverste jordskikt, når frosten setter inn like etter regnvær, eller jorden er våt; men før telen når lenger ned i jorden, er denne som oftest blitt så tørr at den ikke utvider seg ved fortsatt frysning, og det hender ingenting. Når det

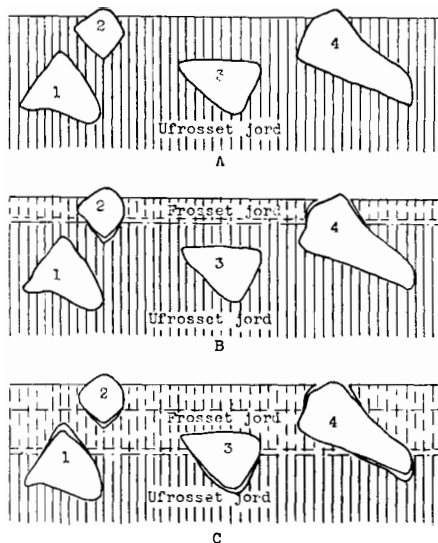
Fig. 3. Skjematisk framstilling av hvordan stein trekkes mot overflaten, når vannholdig jord fryser.

A. Stein i ufrosset jord nær overflaten.

B. Telen er rullet ned på stein 2 og 4. Skiktet over øvre strekede linje betegner opprinnelig tykkelse. Stykket under denne er tilvekst på grunn av vannets frysning til is. Stein 2 sitter fastere i telen enn i den ufrosne jord under og løftes opp, så der blir tomrum under den. Stein 4 sitter fastere i den undre, ufrosne jord enn i telen, så jorden løftes opp fra steinen.

C. Telen er rullet ned på stein 1 og 3. Den nye tilvekst er framstillet mellom de to undre linjer. Nu løftes også stein 4 og stein 3, mens stein 1 får hulrum over seg.

Sådan fortsetter telens virkning så langt ned som den fryser, dersom jorden er våt nok.



likevel på slike steder har vært påvist strukturmark, så synes det som andre spesielle forhold har vært til stede, så det er vann i overskudd like under overflaten. Når det således er kjent »rutmark« med steinvoller på de om våren tørrlagte, men om sommeren oversvømte lave strender av nordsvenske morenesjøer, så må dette bero på at vannet fra sjøen står like under den tørrlagte overflate og at nettopp dette morenemateriale med meget leire og stein egner seg til sortering ved frost. Og når vakre polygoner er til stede over kalkgrunn på Gotland, ligger forklaringen sannsynligvis i at denne kalkgrunnen danner skåler hvor vannet blir stående. Beskow mener at vannet trekkes opp fra grunnvannsnivå av kapillaritetsvirksomheten, men enten det dreier seg om grunnvann eller vann som av andre årsaker står nær overflaten, så kan neppe denne kapillaritetsvirksomhet virke særlig dypt, da strukturmark ellers vilde ha vært langt mer utbredt også utenfor teleområdene.

Etter Beskow fryser steinene bare mot overflaten. Jeg vil heller uttrykke det slik at de fryser ut mot avkjølingsflaten, eller *loddrett* på nedadgående teleflate. Hvis den undre grensesone av telen beveger seg nedover i horisontal stilling, vil steinene bare bli trukket loddrett opp. Mens Beskows forklaring på hvordan frosthevning av stein fore-

går må anses helt korrekt, så synes hans videre forklaring på polygondannelsen eller dannelsen av steinringer ikke å passe for de arktiske egne. Han forklarer bevegelsen til siden ved at de dannede isskikt som oftest ligger parallelt med overflaten, og ved tining ovenfra går hvert isskikt over i et friksjonsfritt vannskikt, på hvilket den overliggende masse kan gli. Det oppstår etter hvert en masse slike små glidninger, som tilsammen resulterer i en større forskyvning, jo større dess nærmere overflaten. I skrått lende skulde solifluksjon komme i gang på denne måte. Steinringenes anlegg forklarer han ved forskjellig isolasjonsdekke. Der hvor isolasjonen er god, går frosten ikke så fort ned. Følgen er at det danner seg isskikt på skrå utover fra dette sted, og etter disse skulde så steinene gli ut, så det dannet seg en steinring. Jeg vil ikke benekte at det under spesielle forhold kan foregå glidninger på denne måte, men at steinringene generelt skulde dannes ved en slik utglidning, synes lite rimelig. Når overflaten er jevn fra begynnelsen av, som den må ha vært i de store flate strukturmarkområder, og dessuten horisontal, så vil trykket av den overliggende masse være like stort overalt i samme dybde, og jorden blir liggende stille selv på et skråskikt. Bare i skrå mark kan slik glidning tenkes. Dessuten måtte både stein og jord gli mot sidene, med mindre jorden var så vellinglignende at steinene vilde rutsje utover skråplanet og sorteres til siden på denne måten, men dette viser seg i praksis ikke å være tilfelle, da steinene tvert om skyter opp. Etter dette sorteringsprinsipp til siden kunde umulig steinringene bli presset sammen og heve seg mange centimeter over marken. Nå er det nettopp inne i sorteringsenhetene at det er fritt for vegetasjon, mens kantene ofte har en slik, så etter dette prinsipp måtte prosessen reverseres så snart isolasjonsdekket ble forandret. Videre kan nevnes at vegetasjonen aldri er så jevnt oppdelt at den kunde forårsake dannelsen av de regelmessige strukturmarkfelter.

Dette at steinene fryser ut loddrett på undergrensen av telen, er et generelt fenomen som jeg mener forklarer all sortering både opp og til siden. Straks denne undergrense inntar en skråstilling, vil steinen bevege seg både opp og i horisontalretning. Hvis således frysningen kan foregå i en del av overflaten som allerede på forhånd er oppdelt ved sprekker, vil det danne seg en kuppelformet undergrense av telen, og utsorteringen av stein vil foregå både opp og til siden, som fremstilt i fig. 6 A. Så lenge overflaten er ufrosset, vil vann som siver til fra høyere nivåer finne avløp og renne vekk, men så snart frosten

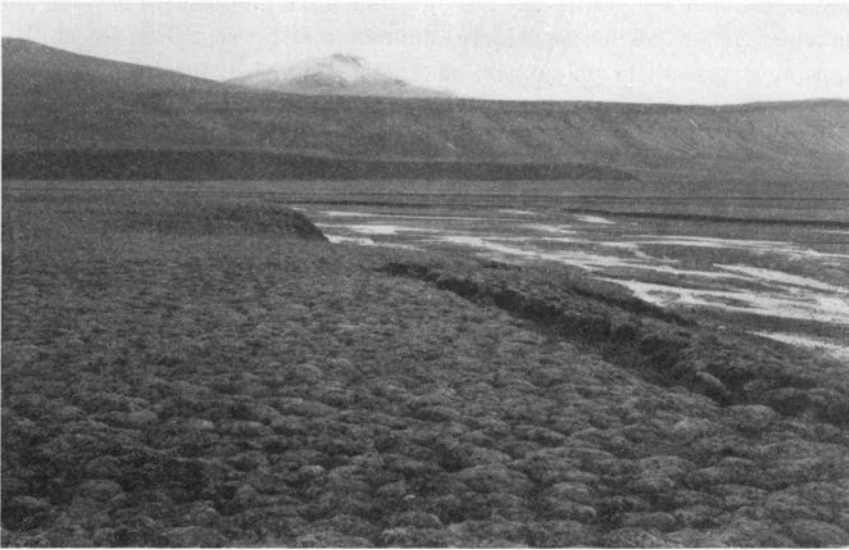


Fig. 4. Polygonmark på terrasse i Sassendalen, Spitsbergen. I denne terrasse fins også jordbunnsis. Dette framgår tydelig av den måte hvorpå elvebrinken er undergravet og brutt ned. Som det sees er hver polygon buet opp i midten.

Arve Staxrud fot. 1920.

setter inn, danner det seg et vanntett skikt overalt i overflaten, også i sprekkene. Det vann som siver til senere, blir derfor stående mellom telelagene og presses opp i partiene mellom sprekkene. På denne måten skapes de aller gunstigste betingelser også for utfrysning mot sprekkene.

Utfrysning av stein er derfor den siste fase i dannelsen av strukturmarken. Dersom ikke andre årsaker spilte inn, vilde bare steinen føres loddrett opp og bli strødd tilfeldig utover overflaten. Dette er også i stor utstrekning tilfelle.

Det mest rendyrkede eksempel på en regelmessig oppsprekning av marken finner vi i de ofte sekskantede polygoner, som bare dannes i finslemmet, ensartet materiale. De forekommer særlig på leirholdige flater og terrasser som er avsatt under vann, så både kornstørrelse og mektighet er noenlunde ens, samtidig som overflaten er horisontal. Forutsetningen for polygondannelse er at massen er homogen, at den ved overgang fra en tilstand til en annen trekker seg sammen, men samtidig besitter en viss sammenhengskraft. I sand kan således aldri dannes polygoner. Er massen homogen, vil spenningen under sammen trekningen bli jevnt fordelt over hele overflaten, og når denne over-

stiger sammenhengskraften, vil det uunngåelig oppstå brudd, og de enkelte partier trekker seg videre sammen hver for seg. Når det så ofte oppstår sekskantede polygoner, så er det som kjent fordi hvert enkelt punkt tilstreber å trekke sammen en sirkelformet flate; men da hele overflaten er homogen, kan dette ikke la seg gjøre uten at det danner seg helt like sammentrekningsflater over hele overflaten. Da den mangesidige polygon som fyller dette krav og står sirkelen nærmest er den sekssidige, vil brudd oppstå etter denne polygons begrenning. Fins det uregelmessigheter i massen, kornstørrelse, vanninnhold eller krympning, vil det oppstå avvikelser, og disse er da også de alminneligste. Flatene forlater polygonformen og det oppstår et nettverk av uregelmessige tørkesprekker. Polygonens størrelse er foruten av de ovennevnte egenskaper også direkte avhengig av hvor dypt spenningen går før overflaten brister. Jo dypere, dess større polygoner. Det er således intet til hinder for at det i samme overflate en gang kan oppstå store polygoner og en annen gang små, dersom de rent ytre forhold er forskjellig.

Årsakene til krympning av marken skyldes som kjent enten sterk avkjøling eller uttørring. Det er blitt iaktatt i Alaska og Sibiria at frostsprekker dannes under sterke smell, når temperaturen går riktig lavt, uten at det er snedekke på marken. Isens krympning på grunn av frost er imidlertid ikke særlig stor, så spenningen når dypt før overflaten brister, og det blir i alminnelighet 12—20 m mellom sprekkene. Denne oppsprekking må anses å ha mindre betydning for strukturmarkens dannelse. Derimot spiller krympning ved uttørring en meget stor rolle. Når vannfylt jord fryser, inntar den maksimal plass til siden og vokser i høyden. Når slik grunn tiner opp og tørker ovenfra, vil den trekke seg sammen og det dannes polygoner som ovenfor beskrevet. Forutsetningen for dannelsen av slike tørkesprekker blir i realiteten den samme som for utfrysning av stein, nemlig at det er leirjord som holder overskudd av vann. Ellers vilde den ikke forandre volum vesentlig, hverken ved frysning eller ved uttørring. Men mens sorteringen foregår under frysningen den første del av vinteren, skjer dannelsen av polygoner i den tørreste tid om sommeren. Polygoner vil således bare kunne dannes der hvor overflaten kan tørke til en viss grad. Dette er særlig tilfelle i terrassene langs elvene. TH. WULFF, som iakttok polygondannelsen en sommer ved Wijdefjorden, skriver at sprekkene dannes når leiren er så tørr at den ikke viser merker etter skoene.



Fig. 5. Strukturmark i Reindalen nord for Bellsund, Spitsbergen. Man ser her sorteringsentra i forholdsvis finsteinet terrasse. Grasveksten rundt disse står i fordypninger, som sannsynligvis opprinnelig er anlagt som kontraksjonssprekker. Det er sannsynlig at dette opprinnelig har vært en utpreget polygonmark, som først har antatt denne form etter meget lang tids sortering.

A. Koller fot. 17. aug. 1912.

Man finner ofte vakker polygonmark nettopp på steder hvor det er jordbunnsis. Dette kommer av at begge disse dannelser er avhengig av vannoverskuddet. (Fig. 4.)

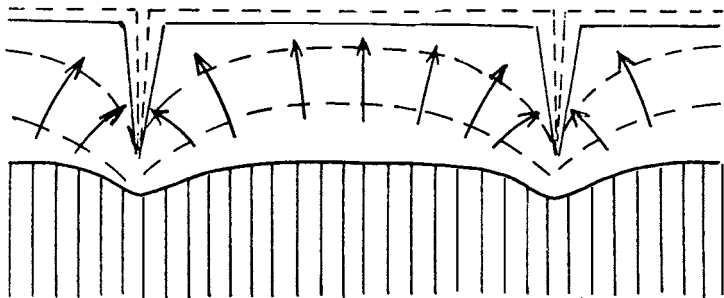
I nye polygoner er kantene ofte meget skarpe, men etter hvert blir polygonformen mer utvisket, — på grunn av de årlige utvidelser og sammentrekninger og vær og vind. Ofte ser man at de enkelte polygoner er buet oppover. En av hovedårsakene hertil er sikkert, som NANSEN gjør oppmerksom på, at sideflatene og særlig kantene tørker mer enn polygonens indre og midten av overflaten. Herved blir innmaten for stor i forhold til overflaten og buer denne ut. Dertil kommer andre årsaker, som mulig frysning av vann i sprekkene, og, som Gripp og Poser fremholder, at utbulingen øker ved at vannet i polygonens indre fryser. Poser peker også på at det under denne prosess dannes stjerneformede sprekker på polygonens topp, fordi overflaten sprenges.

I en rekke polygoner, selv med nesten bare fint materiale, kan man se at det etter polygondannelsen har foregått en sortering; men

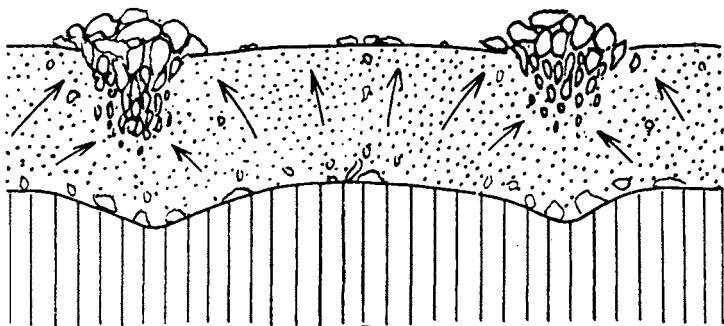
steinmaterialet er ikke tilstrekkelig til å fylle sprekkene eller utviske disses opprinnelse. Man kan derfor si *at de ekte polygoner stanser på polygonstadiet, fordi materialet allerede er sortert før oppsprekkingen*. Allikevel ser man i marken alle mulige overganger til annen strukturmark, hvor sprekkene ikke lengere på noen måte gir seg til kjenne. Det kan imidlertid neppe betviles at anlegget selv til de kraftigste steinringer er foregått akkurat på samme måte som ved den ekte polygonmark; men på grunn av den mengde stein som fins i leiren i den alminnelig forekommende morene- og forvitningsgrunn, må både utvidelsen ved frysning og sammentrekningen ved tørking bli mindre til å begynne med, da steinene ikke forandrer volum. I slik grunn må imidlertid nødvendigvis sprekkene meget snart forsvinne, idet de nærmeste stein allerede etter kort tid fryser ut i dem og utvisker dem. *I regulær strukturmark synes sprekkedannelsen fra begynnelsen absolutt nødvendig for å få satt i gang sorteringen til siden*. Etter hvert som disse sorteringsenheter utvider seg og trekker seg sammen, vil omkretsen fylles med stein, mens det indre blir mer leirholdig og får relativt større og større kontraksjoner etter hvert som steinen fryser ut. Til slutt vil det indre leirholdige og finkornige parti arbeide akkurat som i en ekte polygon, men forskjellen er at den har en steinring rundt seg i stedet for sprekker.

Selv om sprekkene etter hvert som de dannes fylles med stein, vil sorteringen gå sin gang. For det første er det så glissent mellom de øverste steinene at luften kommer til, for det annet har stein større varmeledningsevne enn jord, og derfor både tiner og fryser det fortere rundt steinrendene enn inne i sorteringsenhetene. Det oppstår således framdeles en kuppelformet undergrense av nedgående telesone, som på fig. 6 A, og sorteringen foregår videre som angitt ved pilretningen i fig. 6 B. Dette snitt blir det samme for steinringer og randmark, hvor sorteringen bare foregår opp og til to sider, mens lengderetningen er framkommet ved solifluksjon. (Fig. 6 C.)

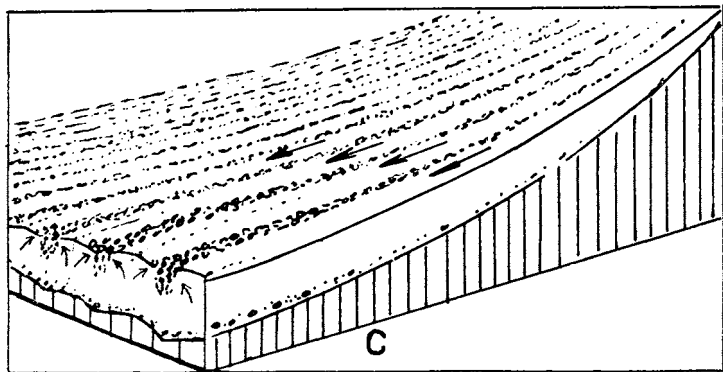
Så snart en sorteringsenhet er omgitt av sprekker eller steinrand, har den anledning til å utvide seg horisontalt under frysningen. Under utvidelsen presses steinbåndene sammen med voldsom kraft, så steinene løftes opp og delvis blir presset på høykant mot hverandre. Stein som når overflaten inne i sorteringsenheten, vil etter hvert bli ført utover ved at de hver gang det fryser trekkes litt oppover og utover, og hver gang det tiner vil de synke loddrett ned igjen.



A



B



C

Fig. 6. Skjematisk framstilling av strukturmarkens dannelsesmåte.

- A. Dannelse av polygon. Strekede linjer er overflaten under utvidelse, samt undre grense av telesonen i overflaten. Pilene angir retning som steinen vandrer ved utfrysning. Loddrett skravert er tele året rundt.
- B. Tverrsnitt av strukturmark etter sortering.
- C. Randmark eller stripmark. Jordsig og sortering loddrett på bevegelsesretningen frambringer denne form for strukturmark.

Når det ofte ligger igjen noen stein på overflaten i sorterings-enhetens midte, så er årsaken helt klart den at det i midten blir et dødpunkt, hvorfra steinene ikke føres i horisontal retning, men bare fryser rett opp.

Når en strukturmark er ferdig sortert, vil det til slutt finnes en rekke mer eller mindre rundaktige, sterkt leirholdige partier som trekker seg sammen og utvider seg hvert år. De buler ofte opp på midten, fordi de her holder mest fuktighet. Mellom disse ligger så den utsorterte stein, som ikke lengere gir anledning til indre bevegelse, da den ikke kan oppta vannet og derfor heller ikke kan forandre volum ved frysning. Man ser ofte grunn med forholdsvis få, men meget vel utviklede steinringer, som på fig. 7; mens overflaten ellers synes å være ganske uberørt av strukturdannelsen. Dette kan skyldes uensartethet i grunnen, f. eks. ved at en blokk av leirskifer er forvitret i mer sandig grunn, så sorteringen bare har kunnet begynne på dette sted.

De isolerte leirflekker er særlig påfallende når de forekommer i storsteinet mark. Hver flekk vil da arbeide som en isolert sorterings-enhet og skyte selv store steinblokker ut fra seg. Man ser også ofte det omvendte forhold, nemlig at det danner seg isolerte steinhauger. Forklaringen er den samme, men bare med den forskjell at det her har vært en fordypning i marken, eller kanskje oftere en istykker-sprengt stein, som har bevirket særlig dyp og hurtig avkjøling på denne flekken. Underflaten av nedgående tele har så dannet en gryte-formet fordypning i den ufrosne jord, og følgelig er stein fra de nærmeste omgivelser blitt trukket mot dette punkt, så det til slutt er samlet en hop av stein, som under utvidelsen av jorden rundt den er blitt presset opp over marken. Når steinene danner hauger og voller, så kommer dette selvsagt også av at de stein som skyter opp nedefra, på grunn av utfrysningen kommer opp med en slik kraft at de løfter all overliggende stein i været.

De anførte eksempler er noen av de mest iøynefallende, men det er klart at det etter dette prinsipp kan oppstå alle mulige figurer. En sprekk i marken kan frambringe en steinrand, forhøyninger eller fordypninger, eller en skarp overgang i isolasjonsdekket kan være grunn nok til at sortering begynner i en eller annen retning; men en noenlunde ensartet strukturmark kan neppe oppstå uten at det er skjedd en forhåndsinndeling ved oppsprekking. Når man ser hvor

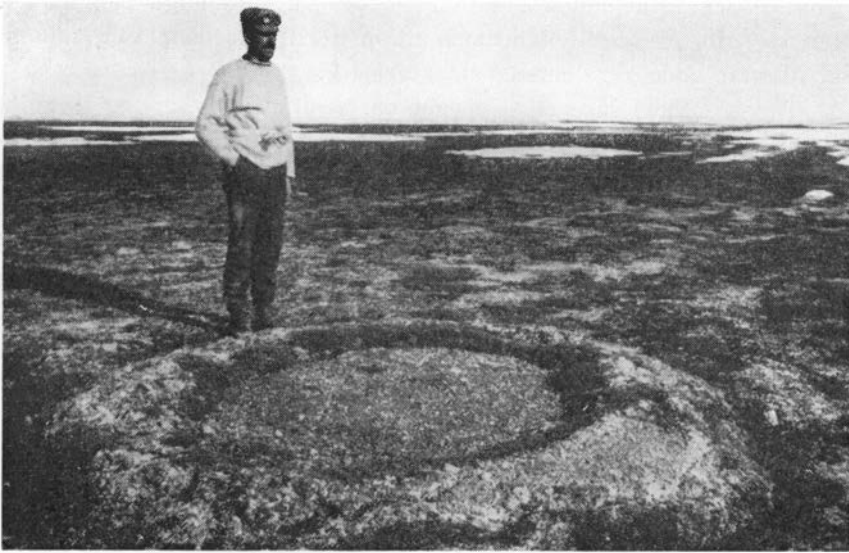


Fig. 7. Strukturmark på Forlandssletta, Spitsbergen. Denne meget regelmessige steinring er dannet i særlig småsteinet jord og grus. Som det fremgår er den ytre del bevokset, mens den indre del fremdeles er i virksomhet og derfor er uten plantevekst. Adolf Hoel fot. 7. juli 1909.

utbredt disse tørkesprekker er i leirbunn uten større stein, så vilde det være høyst påfallende om ikke sprekkene kunde oppstå selv om det blandes stein i denne leiren.

Högbom har forlengst fremholdt at det ikke er noe skarpt skille mellom steinringene og polygonene, men at det fins alle overganger. Også flere andre forfattere har vært av samme mening, fordi det faktisk i marken fins alle overganger. Man ser ofte sprekker i steinblandet leirjord, og det er alminnelig å se disse bevart, men fylt med stein. Bare i gamle strukturdannelser, hvor det er overflod av steinmateriale, er ethvert spor av sprekkene forsvunnet, og dette må også være så, da sprekkene umulig kan være bevart etter at jorden rundt dem i årevis har vært gjennomrotet av stein som har utfylt både sprekkene og deres nærmeste naboskap.

Når det på de fleste steder i arktiske egne likevel ikke fins strukturmark, så er det fordi det på disse steder er uegnet jord, eller fordi overflaten ligger i så stor helning at vannet rinner vekk før telen når nevneverdig ned i jorden. Man finner derfor først og fremst

strukturmark i lavlandet, i dalbunner og på leirholdige fjellplatåer. Man ser ofte grensetilfellene med tilløp til strukturdannelser, uten at det oppstår noen regelmessig strukturmark.

Det har vært skrevet så meget om strukturmark at jeg tror det vil bli vanskelig å oppdage nye forhold, som skulde føre til nye resultater. Ovenstående syn på strukturmarkens dannelse er, som det vil framgå, bygget på de synspunkter fra flere forskjellige forfattere, som jeg, sammen med egne erfaringer fra mange års reiser i arktiske egne, mener er riktige. Da jeg ikke har sett noen samlet framstilling av strukturmarkens dannelse etter disse meget enkle, og jeg tror også riktige prinsipper, antar jeg at denne artikkel som helhetsframstilling kan ha en viss interesse, selv om den i de enkelte punkter ikke bringer så meget nytt.

Litteraturfortegnelse.

- BESKOW, G. 1930. Erdfließen und Strukturböden der Hochgebirge im Licht der Frosthebung. — Geol. För. Stockh. Förhandl. Bd. 52. H. 4. 1930.
- ELTON, C. S. 1928. The Nature and Origin of Soil Polygons in Spitsbergen. — Quart. J. Geol. Soc. Lond. Vol. 83. London 1928.
- GRIPP, KARL. 1927. Beiträge zur Geologie von Spitzbergen. — Abh. Naturw. Hamburg. B. 21. H. 3. Hamburg 1927.
- HUXLEY, J. S. and N. E. ODELL. 1924. Notes on Surface Markings in Spitsbergen. — Geogr. J. Vol. 43. Nr. 3. London 1924.
- HÖGBOM, BERTIL. 1914. Über die geologische Bedeutung des Frostes. — Bull. Geol. Instn. Univ. Upsala. Vol. 12. Uppsala 1914.
- MEINARDUS, WILH. 1930. Arktische Böden. — Handbuch der Bodenlehre (herausgegeben von E. Blanck) B. 3. Berlin 1930.
- MIETHE, A. 1912. Über Karreeboden auf Spitzbergen. Z. Ges. Erdk. Berl. 1912. Nr. 4.
- NANSEN, FRIDTJOF. 1920. En Ferd til Spitsbergen. Kristiania 1920.
- ORVIN, ANDERS K. 1941. Hvordan opstår jordbunnsis? — Norsk Geogr. Tidsskr. B. 8. H. 8. 1941.
- PENCK, A. 1912. Über Polygonboden in Spitzbergen. — Z. Ges. Erdk. Berl. Nr. 4. Berlin 1912.
- POSER, HANS. 1931. Beiträge zur Kenntnis der arktischen Bodenformen. — Geol. Rdsch. B. 22. 1931. H. 3—4. Leipzig 1931.
- ROMANOVSKY, V. 1939. Application de la théorie convective aux terrains polygonaux. — Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Vol. XII, fasc. 2. Paris 1939. S. 315—327.
- SAPPER, K. 1912. Über Fließerde und Strukturboden auf Spitzbergen. Z. Ges. Erdk. Berl. Nr. 4. Berlin 1912.
- STECHE, HANS. 1933. Beiträge zur Frage der Strukturböden. — Ber. sächs. Ges. (Akad.) Wiss. B. 85. Leipzig 1933.

- STOLL, O. 1917. Zur Entstehung des Strukturboden in polaren Gebieten. — Veröffentl. des deutschen Observatoriums Ebeltofhafen—Spitzbergen. H. 7. Lindenberg 1917.
- WERENSKIÖLD, W. 1920. Spitsbergens fysiské geografí. — Naturen. Årg. 44. Bergen 1920.
- WULFF, THORILD. 1902. Botanische Beobachtungen aus Spitzbergen. Lund 1902.

Summary.

The Formation of Structural Ground.

The preceding pages seek to explain how the Arctic surface markings have been formed. These surface markings occur almost only in regions with permanently frozen soil and may be termed *structural ground* (*Strukturboden* in German) as a generic designation, including fissure-polygons and stone-polygons (Huxley and Odell), and all other kinds of stone-bordered markings, such as stone-bordered strips, stone-heaps, and muddy patches in stone-fields.

It is believed that all sorts of more regularly formed structural ground have originally been divided by cracks, which are formed when water-filled soil, when frozen, expands to a maximum of space and is then thawed and dried until the horizontal shrinking strain exceeds the adhesion of the soil. Then the surface will crack more or less regularly according to the composition of the soil. In flat, clayey, or muddy plains and under especially good conditions the regular, six-sided fissure-polygons may be formed, but usually the cracking is irregular. Cracks formed by shrinking of the frozen earth due to heavy frost may form great polygons, but are of less importance in the formation of the structural ground. The size of the polygons is due to varying conditions relating to the composition of the soil, speed of drying, etc.

Each of these polygons, which will later act as isolated sorting-units, will during a year have a maximum size after freezing and a minimum size in the warmest and driest part of the summer. When soil in these polygons is fit for further sorting, which is not the case with homogeneous clay or mud, sorting is believed to take place on the following principle:

When water-filled soil freezes it expands to a somewhat smaller degree than water turning into ice. The included stones, however, retain their size, and the result is that they are pulled out of the

underlying unfrozen earth in a direction perpendicular to the under-side of the layer freezing from the surface as shown in fig. 3. A smaller thickness of frozen ground has a firmer grasp on the stone than a greater thickness of unfrozen earth, and when the upper layer expands by freezing, the stone will be dragged upwards. In the open space thus formed under the stone, water will seep in, and when this water freezes it gives the stone a further upward thrust. This freezing out of the stone-material has been elucidated by Beskow (1930).

If this process takes place in a fissure-polygon, the freezing will occur simultaneously from the surface and from the cracks. The under-side of the frozen ground going downwards will consequently form a dome. The result is that the sorting also takes place towards the cracks, because the earth on freezing can also expand horizontally owing to the cracks. The stones will follow the directions of the arrows in figs. 6 A and B. Stones reaching the surface within the sorting-unit will be gradually carried towards the cracks, because with every frost the stones will freeze out a small distance upwards and outwards, and with every thaw they will sink down a little in the wet surface. When this process has been repeated long enough nearly all stones will reach the outer border. When there is abundant stone-material the cracks will disappear after a short time, but owing to the stones having greater conductive power in respect of heat, and the circulation of air between the stones, a stone-band will work in the same way as the original crack, and the sorting-process will continue until all the corners between the sorting-units are filled up with stones. But also after the stones are sorted out, the inner part of the unit will continue to contract and expand, and for this reason it is often seen that the interior of stone-rings and fissure-polygons is barren. In the centre of the stone-polygons some stones are frequently found on the surface. This is of course due to the existence of a dead-point, from where there is no horizontal expansion.

During the expansion of the earth the stone-borders will be squeezed together. Consequently, the stones are often found pressed up above the ground.

The general principle of all sorting is therefore that, where the under-side of the downgoing freezing earth forms a dome, the stones will freeze out from it, and where it forms a cauldron or a gutter the stones will be drawn towards this spot. A smashed block or a

hole in the surface may thus be the outer cause of attraction of a heap of stones from the neighbourhood.

The above described processes can only take place in water-filled soil that expands by freezing. Such soil is present almost only in regions with permanently frozen earth, because the water cannot get down into the ground. In the autumn the water supply is especially abundant below hillsides and valley-slopes, where the water seeps down from higher levels between the upper and lower frozen earth, until the whole ground is frozen up. For this reason the upper soil is often water-soaked when freezing goes on, even if the surface is quite dry and already frozen.

The above described theory gives a general explanation of all structural ground with the exception of particular forms such as elongated stone-polygons and stone-bordered strips, which also are due to simultaneous solifluction as shown in fig. 6 C.

Fissure-polygons are only special forms of structural ground. They may be said to stagnate in the polygon-stage, because the fine material has already been sorted before the cracking of the ground. The following expansions and contractions can thus not result in any sorting, but only blur the originally sharp bordering cracks and produce polygons of various shapes. All other forms of structural ground will eventually derive their character from the sorting-process. The character of the surface markings now seen in the field depends on the composition of the soil as well as on the stage of development. It is obvious that all transitions between fissure-polygons and stone-polygons will occur.

- Nr. 20. VOGT, TH., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjon til Sydøstgrønland med „Heimen“ sommeren 1931.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 4, h. 5. 1933. Kr. 2,20.
- ” 21. BRISTOWE, W. S., *The Spiders of Bear Island.* — Repr. from Norsk Entomol. Tidsskr., b. 3, h. 3. 1933. Kr. 0,75.
- ” 22. ISACHSEN, F., *Verdien av den norske klappmyssfangst langs Sydøst-Grønland.* 1933. Kr. 1,60.
- ” 23. LUNCKE, B., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers luftkartlegning i Eirik Raudes Land 1932.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 4, h. 6. 1933. Kr. 1,00.
- ” 24. HORN, G., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjon til Sydøstgrønland med „Veslemari“ sommeren 1932.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 4, h. 7. 1933. Kr. 1,60.
- ” 25. ORVIN, A. K., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjoner til Nordøst-Grønland i årene 1931—1933.* — Isfjord fyr og radiostasjon, Svalbard. Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 5, h. 2. 1934. Kr. 1,60.
- ” 26. GRIEG, J. A., *Some Echinoderms from Franz Josef Land, Victoriaøya and Hopen. Collected on the Norwegian Scientific Expedition 1930.* 1935. Kr. 1,00.
- ” 27. MAGNUSSON, A. H., *The Lichen-Genus Acarospora in Greenland and Spitsbergen.* — Repr. from Nyt Magazin for Naturvidensk. B. 75. 1935. Kr. 1,60.
- ” 28. BAASHUUS-JESSEN, J., *Arctic Nervous Diseases.* Repr. from Skandinavisk Veterinär-Tidskrift, No. 6, 1935. Kr. 2,20.
- ” 29. I. KOLSRUD, O., *Til Østgrønlands historie. II. OSTERMANN, H., De første efterretninger om østgrønlandene 1752.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 5, h. 7. 1935. Kr. 2,20.
- ” 30. TORNØE, J. KR., *Hvitserk og Blåserk.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 5, h. 7. 1935. Kr. 1,00.
- ” 31. HEINTZ, A., *Holonema-Reste aus dem Devon Spitzbergens.* — Sonderabdr. aus Norsk Geol. Tidsskr., b. 15, 1935. Kr. 1,00.
- ” 32. ORVIN, A. K., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjoner i årene 1934 og 1935.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 5. 1935. Kr. 1,00.
- ” 33. OSTERMANN, H., *Dagbøker av nordmenn på Grønland før 1814.* 1935. Kr. 10,00.
- ” 34. LUNCKE, B., *Luftkartlegningen på Svalbard 1936.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 6. 1936. Kr. 1,00.
- ” 35. HOLTEDAHL, O., *On Fault Lines Indicated by the Submarine Relief in the Shelf Area West of Spitsbergen.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 6, h. 4. 1936. Kr. 0,75.
- ” 36. BAASHUUS-JESSEN, J., *Periodiske vekslinger i småviltbestanden.* — Særtr. av Norges Jeger- & Fiskerforb. Tidsskr. h. 2 og 3, 1937. Kr. 1,00.
- ” 37. ORVIN, A. K., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjoner til Øst-Grønland og Svalbard i året 1936.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 6, h. 7. 1937. Kr. 1,00.
- ” 38. GIÆVER, JOHN, *Kaptein Ragnvald Knudsens ishavsferder. Sammen-arbeidet efter hans dagbøker, rapporter m. v. 1937.* Kr. 5,80.
- ” 39. OSTERMANN, H., *Grønlandske distriktsbeskrivelser forfattet av nordmenn før 1814.* 1937. Kr. 6,40.
- ” 40. OMANG, S. O. F., *Über einige Hieracium-Arten aus Grönland.* 1937. Kr. 1,60.
- ” 41. GIÆVER, JOHN, *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelers ekspedisjoner til Øst-Grønland sommeren 1937.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 6, h. 7. 1937. Kr. 0,75.
- ” 42. SIEDLECKI, STANISLAW, *Crossing West Spitsbergen from south to north.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 7, h. 2. 1938. Kr. 1,00.
- ” 43. SOOT-RYEN, T., *Some Pelecyopods from Franz Josef Land, Victoriaøya and Hopen. Collected on the Norwegian Scientific Expedition 1930.* 1939. Kr. 1,60.
- ” 44. LYNGE, B., *A small Contribution to the Lichen Flora of the Eastern Svalbard Islands. Lichens collected by Mr. Olaf Hanssen in 1930.* 1939. Kr. 1,00.
- ” 45. HORN, GUNNAR, *Recent Norwegian Expeditions to South-East Greenland.* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 7, h. 5-8. 1939. Kr. 1,00.

- Nr. 46. ORVIN, ANDERS K., *The Settlements and Huts of Svalbard*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 7, h. 5-8. 1939. Kr. 1,00.
- „ 47. STØRMER PER, *Bryophytes from Franz Josef Land and Eastern Svalbard. Collected by Mr. Olaf Hanssen on the Norwegian Expedition in 1930*. 1940. Kr. 1,00.
- „ 48. LID, JOHANNES, *Bryophytes of Jan Mayen*. 1941. Kr. 1,00.
- „ 49. I. HAGEN, ASBJØRN, *Micromycetes from Vestspitsbergen*. Collected by dr. Emil Hadač in 1939. II. HADAČ, EMIL, *The introduced Flora of Spitsbergen*. 1941. Kr. 1,00.
- „ 50. VOGT, THOROLF, *Geology of a Middle Devonian Cannel Coal from Spitsbergen*. HORN, GUNNAR, *Petrology of a Middle Devonian Cannel Coal from Spitsbergen*. 1941. Kr. 1,60.
- „ 51. OSTERMANN, H., *Bidrag til Grønlands beskrivelse, forfattet av nordmenn før 1814*. 1942. Kr. 7,60.
- „ 52. OSTERMANN, H., *Avhandlinger om Grønland 1799—1801*. 1942. Kr. 6,40.
- „ 53. ORVIN, ANDERS K., *Hvordan opstår jordbunnsis?* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 8, h. 8, 1941. Kr. 1,00.
- „ 54. STRAND, ANDR., *Die Käferfauna von Svalbard*. — Særtr. av Norsk Entomol. Tidsskr., b. 6, h. 2-3. 1942. Kr. 1,00.
- „ 55. ORVIN, ANDERS K., *Om dannelse av strukturmark*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. IX, h. 3, 1942. Kr. 1,00.