



Særtrykk av Norsk Geografisk Tidsskrift, Bind VIII, Hæfte 8, 1941

ANDERS K. ORVIN
HVORDAN OPSTÅR
JORDBUNNSIS?

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S - OSLO

NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER

Observatoriegaten 1, Oslo

MEDDELELSER:

- Nr. 1. PETERSEN, 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 Sydpolllandet 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 grønlendinger på sine fangstferder i ubygdene*. — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 4, h. 1—3. 1932. Kr. 1,00.

Særtrykk av Norsk Geografisk Tidsskrift, B. VIII, H. 8, 1941.

HVORDAN OPSTÅR JORDBUNNSIS?

AV

ANDERS K. ORVIN

Jordbunnsis fins bare i egne med tele i jorden året rundt. Den er best kjent fra de arktiske strøk, hvor den optrer under bestemte topografiske forhold, delvis som tynne skikter vekslende med lag av lere og grus, delvis som flere meter mektige, temmelig rene islag. Man kan finne den bare noen centimeter under overflaten, men ofte er den dekket av tykkere jordlag og kan ligge helt ned til omkring 30 meters dyp.

Den egentlige jordbunnsis har en nokså lovmessig utbredelse og fins over store områder, hvor forholdene ligger tilrette for dens dannelse; men ofte finner man også is som er bevart fordi den plutselig er blitt dekket av lere, grus etc. Sådant »jordbunnsis« kan være deler av breer, som blir liggende under morenedekke, eller is og snekaker som er blitt dekket av jordras eller vanntransportert lere og grus, eller det kan være kalvis og drivis som hives på land av brenningen og begraves i strandgruset. Sådant kalvis vil i almindelighet smelte nokså snart, og der dannes da innsynkningsgroper i sanden etter den. At is som plutselig dekkes av lere og grus kan opbevares i lengere tid er lett forståelig. Men hvordan den egentlige jordbunnsis er oppstått har det vært diskutert meget om, uten at man er kommet til noe definitivt resultat. Når jeg allikevel i denne korte artikkel kommer inn på jordbunnsisens dannelse, så er det fordi jeg mener at den i hovedsaken skyldes vanncirkulasjon og vannansamlinger mellom den undre tele, hvorved jeg mener den store telesone som ligger året rundt og som ikke berøres av optiningen i løpet av sommeren, og det telelag som dannes fra overflaten når høstfrosten setter inn. Det mellemliggende skikt holder sig nemlig ufrosset lenge utover vinteren. En forklaring basert på denne iakttagelse har jeg ikke sett i litteraturen.

Jeg kan ikke her resymere hvad der tidligere er skrevet om jordbunnsis, men henviser til nedenstående arbeide av dr. Gretel Satow,¹ hvori fins en omfattende litteraturfortegnelse, og hvori diskuteres de forskjellige teorier, hvorefter forfatteren kommer til det resultat at den meste jordbunnsis skyldes overflateis som senere er dekket, eller is som er frosset i sprekker fra overflaten. Dette stemmer neppe med jordbunnsis i almindelighet og iallfall ikke med forholdene på Spitsbergen, som er behandlet i dr. Gunnar Holmsens arbeide: Spitsbergens Jordbunnsis etc.² Holmsen foretok i 1912 en rekke undersøkelser av jordbunnsis i Colesdalen på Spitsbergen. Han går i sitt arbeide nøie inn på de gjorte observasjoner, samt gjennomgår de teorier som er fremsatt om isens dannelses. Jeg skal bare resymere en del av hovedtrekkene av Holmsens iakttagelser.

Holmsen påviste at jordbunnsis forekommer fra et par meter til omkring 150 meter over havet, altså over den marine grense for disse områder. Under godt isolasjonsdekke ute på flatlandet fant han is allerede 10 cm under overflaten, ellers varierte denne dybde til 0,5 m og mere. I elvterrassene og lavlandet under fjellskråningene påviste han op til flere meter mektig is, men ute på slettelandet langt fra dalsidene fant han bare tynne lag. Som oftest var der vekslende lag av is og grus. Et sted avdekket han således et profil på over fire meters mektighet med tilsammen islag på 1,22 m. Det største av islagene var bare 22 cm. Et annet sted var der is til under 15 m med islag på op til to meter. Islagenes grensesoner var oftest blandet med lere. Delvis fantes der forurensninger av jord, lere og grus i selve isen, men mange islag holdt også ren is. Holmsen fastslår den viktige iakttagelse at isens overflate følger terrengoverflaten bare med noe varierende mektighet av jord og grus over isen.

Holmsen har tydelig påvist at denne jordbunnsis ikke er dannet ved plutselig overleiring av jord, grus etc. over is eller snekaker som oprinnelig har ligget i dagen. Han har påvist at isen ikke kan være særlig gammel geologisk sett, da den ligger i Mytilusnivået fra 5 til 60 m over havet. Mytilus eller blåskjell fantes i mengder på Spitsbergen i en tid som var varmere enn nu. De nivåer hvori skjellene fins lå da under havflaten, så det var ingen mulighet tilstede for bevaring av isen gjennom dette tidsrum. Holmsen kommer til det resultat, som

¹ Das Bodeneis in der Arktis. Tatsachen und Hypothesen. — Arch. deuts. Seewarte. B. 49. Nr. 5. Hamburg 1930.

² Det Norske Geografiske Selskaps Årbok, B. XXIV, 1912—13, s. 1—150.



Fig. 1. Fangststasjonen Karlsbak ved Antartichamna, Østgrønland på 72° N.
A. K. Orvin fot. 1/8 1932.

sikkert er helt riktig, at isen er dannet ved frysning av vann nede i jorden. Han kommer dog ikke inn på hvordan dette vann er blitt samlet.

Det vann, som står på stedet når frysningen begynner, vil bare i undtagelsestilfelle kunne danne islag. Dette vann vil som oftest være opsuget av jorden og fryse sammen med denne til den vanlige tele.

Bertil Høgbom¹ har fremholdt at jordbunnsis dannes på lignende måte som »pipkrake«, det er is som man om høsten ofte ser dannet under mose eller tynt jorddekke og som danner vertikale isprismer, som løfter den overliggende jord op. Han mener at den dannes ved sprengning eller forskyvning under krystallasjonen, og at fuktigheten trekkes fra undergrunnen.

At jordbunnsisen dannes i selve jorden er etter de iakttagelser som foreligger ikke tvilsomt, selv om enkelte ennu hevder andre meninger. Men hvordan de store mengder av is kan dannes i enkelte

¹ Über die geologische Bedeutung des Frostes. — Bull. Geol. Instn. Univ. Upsala. Vol. XII. Uppsala 1914. S. 301.

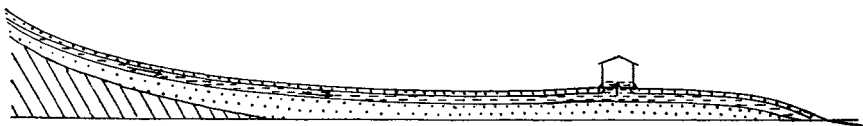


Fig. 2. Skjematisk fremstilling av hvordan vannet trengte op i huset ved Antartichamna.

Skrå skravering angir frosset fjell, prikket frosset løsmateriale og horisontalstreket ufrossen, vannførende sone.

områder har vært vanskelig å forklare, og det er på dette viktige spørsmål jeg mener at denne artikkel kan gi svar.

Efter å være blitt opmerksom på at der i flere måneder utover vinteren foregår vanncirkulasjon nedover langs det ufrosne skikt mellom den undre telesone og det nydannede teleskikt i overflaten er jeg ikke i tvil om at de vannansamlinger som opstår på denne måte er den virkelige grunn til jordbunnsisens dannelse. Jeg blev først opmerksom på dette forhold paa Østgrønland, og da det tilfelle som bragte mig inn på denne tanke er nokså enestående, skal jeg omtale det litt nærmere.

Noen fangstfolk fra Sunnmøre bygget i august 1930 en fangsthytte på vestsiden av Antartichamna på sydsiden av Kong Oscars Fjord. Gulvet blev lagt direkte på marken, og der blev tettet med jord langs yttersiden av huset, så luften ikke kunde cirkulere under gulvet. Som det vil fremgå av fig. 1—2 lå huset nær sjøen på en liten forhøining. Fra fjellsiden, som lå flere hundre meter borte, førte en jevn skråning av løsmateriale ned på sletten, som bare hadde et ganske svakt fall mot sjøen. Det var ingen bekker eller kilder å se nær huset.

Så lenge jordoverflaten var optint om sommeren var det tørt under huset, så folkene kunde lagre poteter i en grop under gulvet. Den 14. september satte frosten inn, og resten av måneden var det 2—7 kuldegrader. Den 24. september var telelaget i overflaten 1 fot tykt. Dette blev iaktatt av folkene da de grov en ny brønn et stykke fra huset, fordi den gamle var frosset. I oktober var der 11—18 kuldegrader. Den 13. oktober var gropen under gulvet full av vann, så potetene måtte fjernes. Senere kom det stadig vann, så gropen måtte tømmes to til tre ganger daglig. Den 21. oktober nevner en av fangstfolkene at han bar ut 50 pøser både morgen og aften. Han skriver også at det var ham en gåte hvordan vannet kunde komme

inn, da huset stod på en forhøining og ute var det 15 kuldegrader. Vannplagen fortsatte til 12. desember, da det atter blev noenlunde tørt i potetgropen.

Det var nu bra hele sommeren 1931. For ikke å få vann op i gulvet utover høsten gravet fangstmannen, som skulde bo alene der denne vinter, en grøft utenfra og inn under huset, så vannet skulde renne ut. Dette bevirket imidlertid at da frosten atter satte inn i september kom den kolde luft inn under gulvet, og der frøs tele i overflaten også her. I de siste dager av oktober, da han trodde at vannplagen ikke vilde melde sig, tettet han igjen grøften for at det ikke skulde være så gulvkoldt. Følgen var at det øvre teleskikt tinte op igjen, og vannet steg opunder gulvet, så han den 31. oktober hadde et stort arbeide med å tømme gropen. Ved å holde denne lille flekk av overflaten i skråningens underste del optint laget fangstfolkene i virkeligheten en kunstig artesisk brønn. Så lenge det bodde folk i huset, og det jevnlig blev fyrt i ovnen, kunde gropen holdes lens ved å ause vannet op. I november blev imidlertid huset stående tomt i lengere tid, og da fangstmannen kom tilbake den 19. november lå det tykk is over hele hyttegulvet helt opunder sengemadrassen. Han grov op grøfter under huset og tappet ut flere tønner vann, som stod under isen. Det tok ham flere dager å få hugget og tint isen bort. Siste gang han nevner vanntømningen var den 8. desember. Tilsiget var da mindre, så antagelig har vannet holdt op å renne omkring midten av desember også dette år, altså 3 måneder efter at den første teledannelse i overflaten begynte.

For at ikke dette skulde gjenta sig den følgende vinter, da sysselmannen skulde overvintre her, løftet vi op hele huset, så grunnen under dette kunde fryse samtidig med marken for øvrig.

Hvad dette eksempel helt klart viser er at *det foregår en vann-cirkulasjon i det ufrosne skikt mellem den undre tele og det teleskikt som danner sig fra overflaten når høstfrosten setter inn*. Denne vann-cirkulasjon fortsetter til de to teleskikt fryser sammen. Dette skjer ved Antartichamna omkring midten av desember.

Ovenstående iakttagelse blev gjort på Østgrønland, hvor marken er forholdsvis tørr ut på høsten. På Spitsbergen er den øverste del av jorden helt gjennombløtt under sneløsningen. Under snefonnene oppe i dalsidene vil det alltid være meget vann i jorden. Stort sett arter sommeren sig nærmest som en sneløsningstid, så når frosten setter inn danner det sig straks et vanntett teleskikt i overflaten.

Det ufrosne skikt under dette blir derved temmelig godt isolert, så det tar lang tid før hele dette skikt også fryser. Når de to teleskikt er frosset sammen opphører all vanncirkulasjon undtagen der hvor kilder holder åpen vei gjennom telen.

Det vann som stadig siver ned fra alle dalsider mellom de to teleskikt blir utover høsten stående under trykk i slettlandet nær dalsidene til det fryser. Da her kan bli et stort overskudd av vann er alle betingelser til stede for dannelsen av jordbunnsis. Det vil skje ny vanntilførsel så lenge der fins åpning mellom de to teleskikt. Nettop i den tid disse holder på å fryse sammen er betingelsene til stede for å få dannet større lag av ren jordbunnsis, idet isen og vanntrykket hever grunnen etterhvert som vannet fryser. I Sibir er det et velkjent fenomen at jordoverflaten hever sig eller vokser der hvor det er jordbunnsis.

Såvidt jeg vet er det ikke gjort noen undersøkelser over hvilket nivå i optiningssonen fryser sist om vinteren. Sannsynligheten taler for at det er den underste del av denne. Nils Ekholm¹ utførte en del temperaturmålinger i jordoverflaten på Kapp Thorsden i 1883. Jeg gjengir noen av de tall han fant. Alle målinger er tatt kl. 15. Det viste sig at de daglige variasjoner gjorde sig merkbare helt ned til to meters dyp.

Dybde i meter	0,5	1,0	1,5	2,0
Temperatur den 30. juni . .	—0,90	—2,65	—3,72	—4,85
» » 31. juli . .	—0,29	—1,62	—2,54	—3,53
» » 22. august	—0,07	—1,22	—2,10	—3,00

Av tabellen vil man se at temperaturforandringen i telen skjer forholdsvis sakte. Når kulden setter inn om høsten vil temperaturdifferensen fra det øvre teleskikt bli meget større enn fra det nedre, så frysningen må foregå først og fremst fra oversiden. Nedenfra kan bare den opmagasinerte kulde virke på det optødde skikt. Her spiller også det forhold inn, at vannholdig jord ofte må underkjøles betydelig før den fryser, likesom det vann som cirkulerer over den undre telesone ofte viser sig å være saltholdig.

¹ Observations faites au Cap Thorsden, Spitzberg par l'expédition suédoise. Tome 1:3. Observations météorologiques. — Expl. int. des régions polaires 1882—83. Stockholm 1890.

Jordbunnsisen dannes derfor sannsynligvis netop i det skikt som ligger like over den undre telesone. Dens dybde blir derfor direkte avhengig av tykkelsen av det skikt som tiner op fra overflaten i sommerens løp. Er isolasjonen god vil jordbunnsisen ligge meget nær overflaten, er den dårlig vil isen ligge dypere. Derfor finner man også den meste jordbunnsis på 50—70 cm dybde på Spitsbergen. Det er også klart at is dannet på denne måte må følge overflaten av terrenget.

Der hvor det oppstår ny is av nevneverdig tykkelse vil neste års tining ikke rekke så langt ned som før. Graver man tidlig på sommeren, eller er det en kald sommer, vil man finne et telelag over isen; men graver man sent i en varm sommer vil man finne jord liggende på blank is, idet tiningen da har rukket et stykke ned i den nydannede is. Etter neste års frysning vil det dannes nye islag, og på denne måte vil jordbunnsisen bli både lagdelt og forurenset. Bare store lag dannet i samme høst vil bestå av ren is.

Når man, som Holmsen har påvist, finner op til tre meter jord over isen, altså mere jord enn tiningen fra overflaten kan tenkes å nå ned til i løpet av sommeren, så må forklaringen være den at grunn med jordbunnsis er blitt dekket av løsmateriale i form av flytjord og grus fra elver og bekker. Det vil ved gjentagne jordbunnsisdannelser og overleiringer fremkomme profiler som skjematisk fremstillet i fig. 3.

Vi må erindre at siden Mytilustiden har landet ligget over havflaten, og temperaturforholdene har vært omtrent som nu. Det har altså i hele det efterfølgende tidsrum vært de samme betingelser til stede for dannelse av jordbunnsis som nu. Vi kan også så å si hvert år iaktta hvordan grus og annet løsmateriale føres utover både de slakke hellinger langs dalsidene, hvor det ofte blir avsatt i store vifteformige gruskjegler, og hvordan elvene avsetter en mengde løsmateriale i dalbunnen. Vi ser også hvordan flytjorden stadig er på vandring nedover dalsidene. Det er ikke til å undgå at alt dette materiale også må komme til å dekke grunn med jordbunnsis. Denne vil da gå over til å bli en bestanddel av den telesone som ligger året rundt. Isen får en lavere temperatur og blir hårdere. Denne is kan selvsagt ligge i jorden i meget lange tidsrum; ja, den kan ikke forsvinne før det skjer erosjon eller total klimaforandring. Betingelsene for å få dannet store mektigheter av is og jord på denne måte er nettop til stede i de store breeroderte daler, som siden de var isfylte stadig er blitt mere og mere utfyllt med løsmateriale.

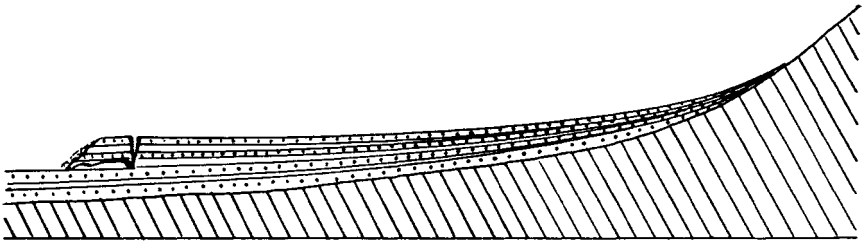


Fig. 3. Skjematisk fremstilling av dalbunn med stor mektighet av vekslende is- og jordlag fremkommet ved avvekslende frysning av jordbunnsis og overleiring av løsmateriale. Til venstre sees hvordan isen senere blottlegges ved elveerosjon. Skrå skravering er frosset fjell, prikket tele i løse lag, hvitt er is.

Holmsens iakttagelser synes også å bekrefte at jordlaget over isen delvis er øket på denne måte. Etter å ha beskrevet terrassen langs nordsiden av Colesdalen skriver han: »Materialet består i hovedsaken av ren is. Over isen ligger et jordlag, hvis tykkelse varierer fra 3 dm til 3 eller flere meter. Det er fattig på stene. Naar saadanne fins stammer de fra den nærliggende bratte dalside. Hyppigst paatræffes et svagt skiktet lerholdig grus, undertiden vekslende med tynne lag av mostorv, der synes at føre en flora noget forskjellig fra den nuværende.« At det er flere lag av mostorv tyder på gjentagne overleiringer av flomgrus over mosdekket land. Holmsen nevner også et sted hvor horisontaltliggende tynne isskikter gjennomskjærer delta-skiktet grus. Dette viser klart at isen er yngre.

Ofte blottlegges jordbunnsisen ved at elvene skjærer sig over mot en av dalsidene og danner høie brinker. Disse undergraves stadig av elvene, idet det strømmende vann hurtig skjærer dype underkutt i islagene. Man ser av og til elvene forsvinne under jordbakken som på fig. 4. Når overvekten blir for stor bryter hele elvebrinken ned som på fig. 5, hvor jordbunnsisen er meget vakkert blottet i bruddstedene. Konservator Johannes Lid, som tok dette billede oppe i Adventdalen, iakttok her 3,15 m ren is dekket av 85 cm jord og aur. Der hvor elvene skjærer sig inn under isen dannes det ofte hulrum og hvelvninger. Holmsen undersøkte flere sådanne og målte optil flere kuldegrader i dem. Hvis smeltingen nedenfra går så langt op at taket ikke lengere bærer den overliggende jord vil grunnen synke inn, så det opstår groper i overflaten. Der fins to sådanne oppe på elvebrinken på fig. 4. Jeg har også sett sådanne innsynkninger andre steder, hvor optiningen av isen er vanskeligere å forklare, men

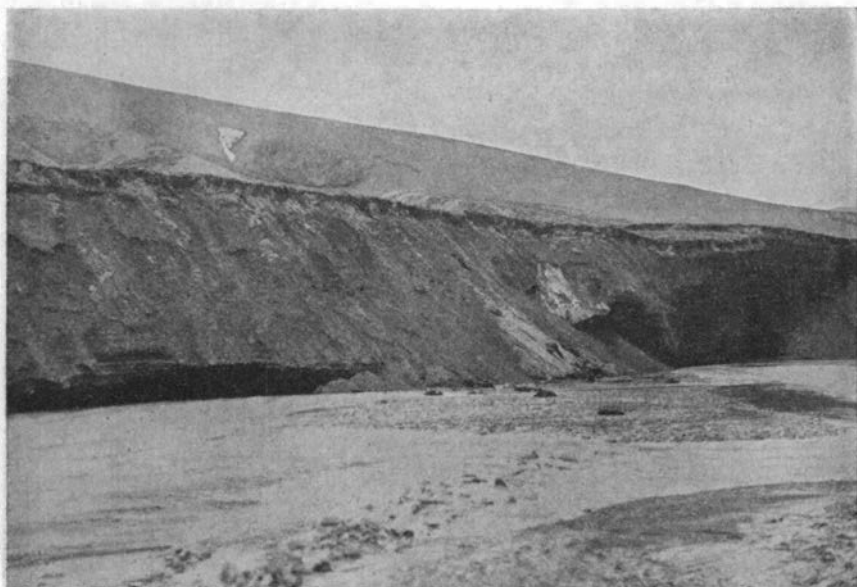


Fig. 4. Elven i Grøndalen har gravet sig inn under 7 m høi elvebrink med jordbunnsis. Oppe på brinken tilvenstre er to groper dannet ved smelting av isen fra neden. Det parti som er overraset er omkring 25 m langt. Så å si hele elven går under brinken. A. K. Orvin fot. 1/2 1921.

sannsynligvis skyldes rinnende vann. Et sted i elveleiet i Grøndalen noe vestenfor det sted hvor billedet i fig. 4 blev tatt var et område på omkring 300 m² som var sunket inn efter renneformede partier. Fig. 6 fremstiller et skjematisk profil over en av disse renner. Overflaten er som det sees her brutt sammen. Enten har her vært avsatt uregelmessig is, eller det er mere sannsynlig at det er rinnende vann fra elven som har trengt ned langs sprekker i isen og oppløst denne i kanalformede partier. Dette tilfelle kan også ha med kilder å gjøre, da det ligner forholdene ved enkelte av de isfylte kildehauger efter at isen er smeltet bort.

Når jordbunnsisen ligger dypt under overflaten kan dette også i enkelte tilfelle skyldes at særlig stor tykkelse av overflaten tiner om sommeren. Ved arbeidet på fundamenteringen av Isfjord Radio på Kapp Linné i 1933 måtte vi allerede i begynnelsen av juli ned hele 1,5 m før vi traff på telen. Dette var midt inne på en grusterrasse, hvor smeltevannet fra telen hadde avløp til begge sider og hvor det derfor ikke var noen anledning til vannansamlinger mellem telelagene.



Fig. 5. Elveparti oppe i Adventdalen ved utløpet av Helvetiadalen. Elven har gravet under elvebrinken i ren is, som sees i sprekken.
Johannes Lid fot. 24/7 1924.

Det fantes derfor heller ikke spor av jordbunnsis. Det kan tenkes at når Holmsen har funnet særlig stort jorddekke langs elver og bekker kan dette delvis komme av at tiningen foregår dypere her. I isolerte grus- og sandhauger er den optinte sone særlig stor. Jeg har ikke foretatt utgravninger på sådanne steder, men i et hvert fall synes polarreven å ha en klar forståelse herav, da den fortrinnsvis graver sine hi i sådanne hauger. Fig. 7 viser et sådant hi i Dyrstadalen syd for Bellsundmunningen. Hele toppen av haugen var gjennemsatt av ganger med mange forskjellige utganger i flere nivåer. Hullene syntes å gå temmelig dypt, så når de ikke fylles med vann som fryser til is ligger det nær å tro at haugen, når frosten setter inn, er rent så tørr at det overhodet ikke kan bli noen isdannelse. I så fall kan selvsagt tiningen nå særlig dypt. Dette forhindrer ikke at det i dypere nivåer kan stå vannholdig jord. Om reven er så lur at den graver ut ekstra dreneringssystem med avløp tør jeg ikke si, men dette må heller ikke ansees utelukket. Hallvard Devold, som har sett mange revehi på Østgrønland, opplyser at alle hi, som ikke ligger i storstenet ur, ligger i sådanne hauger og ofte nær elvebrinker.



Fig. 6. Parti av dalbunnen i Grøndalen som er sunket inn, sikkert på grunn av bortsmelting av jordbunnsis. Øverst lag av tørket elveslamm.

I et sådant hi, som han grov ut ved Myggbukta, hadde reven ganger i to etager, de undre ganger hadde heldning og åpning ut mot elven, så det godt kunne tenkes at de var anlagt for drenering.

Såvidt jeg kan se av de forskjellige opplysninger som foreligger og av selvsyn forekommer jordbunnsisen på Svalbard temmelig regelmessig på de steder hvor det kan være vanntilsig som ovenfor beskrevet. Således fins den i alle større daler og er forsåvidt ikke avhengig av høide over havet, men hovedsakelig av de topografiske forhold og grunnforholdene. Særlig gunstig er forholdene der, hvor det helt til frosten kommer, foregår smelting av sne og is, så jorden holder sig mettet av vann.

Jordbunnsisen er imidlertid vanskelig å opdage, så man kan godt gå ukevis i terreng med jordbunnsis uten å bli opmerksom på den. Dette kommer av at den dannes under jorddekke og ikke kommer til syne medmindre jorden fjernes ved gravning eller på annen måte. Enkelte ganger blottes den ved at den overliggende jord blir så gjennombløt at den glir ut; men den vanlige måte den kommer til syne på er, som nevnt, at elvebrinkene undergraves og brytes ned. Men selv her vil den i almindelighet bare være synlig i noenlunde friskt brudd. Straks telen i bruddstedet tiner vil isen fort dekkes av nedrasert jord, så man efter kort tid ikke ser annet enn jordras og lersuppe. Er man imidlertid først blitt opmerksom på hvordan jordbunnsisen dannes og hvordan den optrer vil man av de rent ytre forhold og merker i overflaten ofte kunne fastslå om det er jordbunnsis. Jeg tror sikkert at dersom man opsøker jordbunnsisen under forutsetning av ovenfor beskrevne dannelses måte, vil man finne at den har en meget lovmessig utbredelse.

Vi har også på Svalbard en rekke eksempler på at kilder kommer gjennom teledekket og renner en stor del av vinteren. Hvor disse kommer op, dannes ofte store iskaker i overflaten. Men like almindelig



Fig. 7. Revehi i Dyrstaddalen syd for Bellsund.

A. K. Orvin fot. 28/7 1936.

er det at vannet fryser til store uregelmessige klumper og stokker av is, som efter hvert sprenger grus og sten høit i været. Når denne is kommer så nær overflaten at den smelter i løpet av sommeren, dannes det store groper og renner i haugene. Dette er forsåvidt et meget nærbeslektet fenomen med den egentlige jordbunnsisdannelse, men betinges av at kildene kommer ut på samme sted og under trykk over lengere tidsrum.

Disse kildehauger er imidlertid et kapitel for sig, og jeg skal ikke komme nærmere inn på dem i denne artikkel.

Summary.

The Formation of Underground Ice.

Underground ice is found only in countries with permanently frozen earth and is thus common in the Arctic. The ice occurs as sheets and layers below the surface, and the cover of earth may vary from some centimetres to several metres. The preceding pages deal with the genesis of the ice, and especially with the origin of the water from which the ice is formed.

When the frost sets in in the autumn, the uppermost part of the thawed soil is gradually transformed into a watertight cover of frozen earth by freezing downwards from the surface. Between this cover and the permanently frozen earth below, there remains an unfrozen bed for several months in the early part of the winter.

At Antartichamna in East-Greenland it was found that water circulates along this unfrozen bed, from higher to lower levels, from the middle of September to the middle of December, when the whole is frozen up.

This circulating water will partly stay under hydrostatic pressure at the lower levels of the hillsides until it is frozen. When there is a surplus amount of water present, underground ice will be formed just in the narrow space between the frozen surface layer and the permanently frozen earth. Owing to the water-pressure and the forming of the ice the surface may be lifted considerably.

As the underground ice is formed in the lowermost part of the soil thawed during the summer, the ice will follow the surface at a small depth, varying, in Spitsbergen, from 10 cm where the isolating cover is especially good, to 60 cm or more in other places. Where the thaw reaches farther down, as in several places in Siberia, the ice will be formed also at greater depths.

The underground ice is usually built up from year to year, and for this reason it is mostly stratified with bands and patches of earth; but when the water supply is large enough a considerable thickness of pure ice may be formed during one year.

Owing to the peculiar origin of the underground ice, its occurrence and distribution is limited to localities with topography, soil, and water supply suitable to its formation. These conditions are found to be fulfilled in the lowlands along the slopes of the great valleys, where abundant water seeps down from the ice and snow-patches of the higher hillsides until frost sets in. It is also underneath the slopes that the greatest thickness of the ice is found. In the plains far from the hill-sides there are usually only small sheets of ice, if it exists at all.

The formation of underground ice in Spitsbergen is supposed to have taken place since the *Mytilus* Age. Repeated forming of ice and deposition of loose material by water transport, solifluction, etc. have in part formed great thicknesses of alternating soil and ice.

- Nr. 20. VOGT, TH., *Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelsers 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-undersøkelsers 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-undersøkelsers 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-undersøkelsers 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 østgrønlandingerne 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-undersøkelsers 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-undersøkelsers 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-undersøkelsers 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 Pelecypods 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*. — Sættf. 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. Olof 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 Hadac 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. 1,00.
- „ 51. OSTERMANN, H., *Bidrag til Grønlands beskrivelse, forfattet av nordmenn før 1814*. 1941. Kr. 7,60.
- „ 52. OSTERMANN, H., *Avhandlinger om Grønland 1799—1801*. 1941. Kr. 6,40.
- „ 53. ORVIN, ANDERS K., *Hvordan opstår jordbænsis?* — Særtr. av Norsk Geogr. Tidsskr., b. 8, h. 8, 1941. Kr. 1,00.