

Periglacialmorfologisk forskning i de nordiska länderna

HARALD SVENSSON

Svensson, Harald. Periglacial research in the Norden countries. Geografisk Tidsskrift 82: 25-29. Copenhagen, November 1982.

For studies of frozen-ground morphology Norden is an area of great interest due to the intense frost processes acting in the north and traces of frozen-ground features from former periods of cold climate in the southern parts.

Harald Svensson, Professor, fil. dr. Geographical Institute, University of Copenhagen, Haraldsgade 68, DK-2100 Copenhagen Ø.

Frostprocesser och deras morfologiska effekt i landytan har av geografiska skäl varit ett givet studieobjekt i Norden, även långt innan termen periglacial först användes av Lozinski år 1909. I expedition- och reserapporter, i kartbladsbeskrivningar, vetenskapliga tidskrifter och tryckta referat av diskussioner i naturvetenskapliga sällskap återfinnes många väldokumenterade beskrivningar av frostfenomen, ibland åtföljda av tolkningsförsök beträffande bildningssätt och miljöberoende.

FRÅN BESKRIVNING TILL TOLKNING

Den för Nordskandinavien typiska frostmarksformen palsa omtalas sålunda redan 1792 i en resebeskrivning av islänningen Pålson, fast då med beteckningen rüst. Keilhau (1831) och Reusch (1891) meddelar observationer från Nordnorge, och Kihlman (1890) beskriver och ger sin tolkning av fenomenet på Kolahalvön. Den korrekta morfogenetiska tolkningen lämnade sedan Fries och Bergström (1910), då också termen palsa första gången användes. G. Lundqvist tog 1951 upp palsa-problemet, och formen har därefter ägnats ett stort antal studier av nordiska forskare. På detta sätt har från de tidiga beskrivningarna av karaktärsformer i nordiska myrområden utvecklats systematiska forskningsinsatser, som gjort Norden till ett referensområde för den internationella palsforskningen.

Även andra frostfenomen har tidigt observerats och beskrivits i nordiska områden, men tiden har ej förrän långt senare varit mogen för en korrekt tolkning. Detta gäller t.ex. Steenstrups observationer av sprickfyllnader i Jylland (Steenstrup 1897), vilka för honom framkallade tanken på jordskalvssprickor. Av illustrationerna att döma rörde det

sig om fossila iskilar. Någon erfarenhet av recenta iskilspolygoner i arktiska områden fanns ännu ej på Steenstrups tid, och jordskalvialternativet, som han visserligen själv ifrågasatte, var det som låg närmast. 1939 tog Nørvang upp problemställningen i Danmark och påvisade kilformernas rätta ursprung. Tiden var då väl förberedd genom de arbeten, som på 1930-talet utförts på kontinenten beträffande fossila frostmarksfenomen. I början av 1950-talet uttalade G. Lundqvist en förmodan, att iskilsstrukturer borde förväntas också i Skåne. I och med Johnssons arbete 1956 och senare fick detta antagande sin fulla bevisning. Fossila iskilar har sedan observerats i andra delar av Sydsverige, samt i Finland och Norge. Den korrekta tolkningen av detta fenomen har sålunda efter den tidiga observationen i Jylland först kunnat lämnas via erfarenhet från andra forskningsområden, särskilt i Mellaneuropa.

BANBRYTANDE ARBETEN

Flera nu klassiska studier har utförts inom eller med anknytning till det nordiska området. Här kan nämnas B. Högboms klara framställning av frosten såsom geologisk faktor (1914), Nansens ingående analys av frostaktiviteten vid bildningen av arktiska kustslätter (1922), Beskows banbrytande arbete om tjälbildning i finkorniga sediment (1935) och Müllers studier av pingobildning och pingotyper (1959). I detta sammanhang förtjänar nämnas också J. G. Anderssons korta men genom sin skarpsinniga analys alltfjämt aktuella artikel om jordflytning i arktisk miljö (1906).

J. G. Anderssons uppsats har under årtionden varit inspirerande för studiet av de frostinducerade ytformer, som nu benämnes patterned ground. För den nutida forskningen inom detta område har sedan översiktsarbeten av Orvin (1942), G. Lundqvist (1945), J. Lundqvist (1962) och Thorarinnson (1951) samt Washburns processinriktade undersökningar i Östgrönland (Washburn 1967, 1969 a och b) och Jahns arbeten på Svalbard (1961 och 1967) varit stimulerande.

Massrörelser och sluttningsutveckling under periglaciala förhållanden har ibland förenats med studier av patterned ground men också tagits upp som en direkt problemställning, under 1950- och 1960-talen, aktiverad av den då arbetande IGU kommissionen för studier av sluttningsutveckling. Arbeten av Rapp (1960 a och b) och Rudberg (1958, 1962 och 1970) har väckt internationell uppmärksamhet. Rudberg har

i ett flertal arbeten också direkt studerat snöns speciella inverkan i sluttningsutvecklingen genom s.k. nivations (bl.a. Rudberg 1974).

FLYGBILDER ETT VÄRDEFULLT HJÄLPMEDEL

När flygbilder efter kriget så småningom kunde tagas i bruk av geomorfologer, betydde detta ett stort steg framåt för den viktiga del av forskningen, som omfattar upptäckt och kartläggning av frostjordsformer. Med hjälp av flygfotografier har utbredningen av palsar och lokaliseringen av intressanta palstyper kunnat bestämmas (Hoppe och Olsson-Blake 1962, Svensson 1963a, Seppälä 1972b, Wramner 1973 och Åhman 1977) och förekomster av recenta eller subrecenta nonsorted polygons upptäckas (Rapp et al. 1962, Rapp and Annersten 1969 och Rapp and Clark 1971) samt nya pingolokaler registreras (Svensson 1971 och Liestøl 1976). En systematisk genomgång av aktiva periglacialformers identifierbarhet i flygfotos har nyligen lämnats av Åkerman (1980), som visar, att också små ytformer kan upptäckas i normalskaliga flygbilder.

Genom att flygfotografier nu används vid den geomorfologiska kartläggningen i olika delar av det nordiska området gives möjligheter att utöver de stora allmänna landskapsformerna också få en redovisning av de mestadels småskaliga periglacialformerna (Melander 1975 och senare, Humlum et al. 1977, Fogelberg och Seppälä 1978, Sollid og Tolgensbakk 1980 och Gretener et. al. 1980). Detta kartlägningsarbete kommer att få stor betydelse i försöken att åstadkomma en samlad uppfattning av de recenta periglacialformernas utbredning och frekvens i Norden. En sida av denna problemställning är periglacialformernas fördelning eller zoner i höjdded, vilken behandlats av Rudberg i flera arbeten (bl.a. 1972 och 1977).

Medan de aktiva periglacialformerna som regel framträder med väldefinierade konturer i landskapet, har de fossila elementen förlorat mycket av sina ursprungliga morfologiska karaktärer. De är därför svåra eller direkt omöjliga att upptäcka från markytan. För uppspårandet av dessa har flygbilder visat sig vara ett adekvat hjälpmedel. Polygonområden och pingos, som tidigare ej varit kända, har på detta sätt kunnat kartläggas och undersökas såväl i Island och Nordnorge (Friedman et al. 1971, Svensson 1962a, och 1963b) som i Jylland och Sydsverige (Christensen 1974 och 1978, Svensson 1962b, 1963c och 1964).

Våra dagars forskning kring de fossila frostjordsformerna kan fullt ut dra nytta av ett stort erfarenhetsmaterial från nutida arktiska områden. Påpekas kan t.ex. den utomordentliga betydelse Leffingwells beskrivning av den recenta bildningen av iskilspolygoner (Leffingwell 1915) har fått för tolkningen av fossila iskilar i nu permafrostfria områden. Nordiska forskare söker sig också i allt större antal till arktiska områden för att själva studera processer och direkt uppleva den arktiska miljö, som en gång också rådde och påverkade landskapsbildningen i sydligare delar av det nordiska området.

SENT IDENTIFIERADE PERIGLACIALFORMER

Med flygbilder som rekognosceringsinstrument tillsammans med den ökade möjligheten att färdas till och vistas i arktiska områden har också tillfälle till en fullständigare inventering av den periglaciala formvärlden erhållits. Några nya eller förut mindre kända formtyper har härvid börjat redovisas från nordiska högarktiska områden. Som exempel kan nämnas naled/icing (Liestøl 1976, Åkerman 1980 och 1981 samt Humlum och Svensson 1982) och rock glacier (Weidick 1968 och 1975, Eyles 1978 och Humlum 1982 a och b). Till denna kategori, fast med fossil karaktär, kan också hänföras de periglacialt omformade (asymmetriska) dalar som Johnsson (1961) och Mattsson (1961) beskrivit från Skåne samt den arbetshypotes om glacial- och nivationsnischer på Söderåsen, som Rapp framlägger i denna volym (1982). Arbetena är ännu ganska fåtaliga, men en stegrad aktivitet kan skönjas.

PALEOKLIMATISKA INDIKATORER

Erfarenheter från nutida arktiska områden inom och utom Norden har givit oss en god bild av den periglaciala miljön och dess formrikedom. Försök till en rekonstruktion av den periglaciala miljön i tidigare arktiska områden med ledning av geomorfologiska vittnesbörd blir därför en intressant forskningsuppgift. Den är emellertid svår, eftersom ursprungligt arktiska former eliminerats eller fått en diffus karaktär till följd av klimatförändringen, då isen försvann ur jorden, samt i förening med efterföljande erosion. Den periglaciala formbildningen kan därför endast högst ofullständigt dokumenteras. En del fossila element har dock kunnat urskiljas.

De fossila polygonmönstren har behandlats i det föregående. Förutom att de indikerar, att permafrost förekommit, ger de också utifrån de termiska villkor, som erfordras för deras uppkomst, en viss uppfattning om temperaturförhållanden i den arktiska miljön med bl.a. en möjlighet till bedömning av årsmedeltemperaturen (Christensen 1974, Svensson 1973 och 1978).

Av andra klart klimatberoende element kan nämnas den coliska ackumulationseffekten i form av dynbildning, behandlad av bl. a. I. Högbom (1923), Hörner (1927) och Seppälä (1972 a och 1973), och erosionseffekten, som kan utläsas ur vindslipning i berggrundsmaterial. Beträffande den senare processen föreligger observationer av recent arktisk vindeffekt av bl.a. Fristrup (1953) och Åkerman (1980) men också mycket tidiga meddelanden i kartbladsbeskrivningar om iakttagelser av fossil vindslipning i fast berg. På senare tid har dessa iakttagelser aktualiserats i samband med att en hel del nya lokaler upptäckts och studerats bl.a. för en rekonstruktion av vindsystem i den periglaciala miljön (Mattsson 1952 och 1957, Hillefors 1969, Svensson 1972 och 1981, Johnsson 1978 och 1980 samt Berthelsen 1982). Iakttagelserna visar bl.a., att en utpräglad ostvindregim rått i Sydskandinavien under en period av den senoglaciala tiden.

FORSKNINGSAKTIVITET OCH PUBLICERING

Det växande intresset för periglacialforskning i Norden får ett klart uttryck i det stigande antal artiklar av nordiska forskare och andra, som publicerats under de senaste årtiondena. Glädjande är också att forskare väljer direkt periglaciala problemställningar för sina doktorsavhandlingar (Rapp 1961, Ohlson 1964, Strömqvist 1973, Wramner 1973, Åhman 1977, Kolstrup 1980, Söderman 1980 och Åkerman 1980).

Befrämjande för den periglaciala forskningen i Norden har varit det ökade internationella samarbetet mellan institutioner och forskare både inom och utom Norden. Samarbetet har också kanaliserats via internationella kongresser och arbetsgrupper. Här förtjänar särskilt att nämnas de internationella permafrostkongresserna samt IGU arbetsgruppen/kommissionen rörande periglacialfenomen.

Publiceringen av periglacialarbeten sker som regel i geografiska och geologiska facktidskrifter och serier, vilket garanterat en nationell och även rätt god internationell spridning. En publikation med direkt inriktning på frostproblem har saknats men finns sedan 1970, nämligen »Frost i jord« utgiven på initiativ av det norska »Udvalg for permafrost«. Denna publikation har speciell inriktning på tekniska och praktiska problem i permafrost.

Bibliografier för enskilt land och litteraturoversikter av forskningsaktivitet inom frostjordsforskningen har utarbetats av Corbel (1956), Rapp och Rudberg 1960 och 1964), Forsgren (1968) och Aartolahti (1980). Det kan finnas skäl att sammanställa en nordisk bibliografi för periglacialforskningen, och ett utkast kommer att presenteras på symposiet.

Det stigande intresset för periglaciala forskningsproblem i Norden i förening med de unika möjligheter till en allsidig behandling av frostmarksprocesser, som det nordiska området erbjuder med de aktiva processerna i norr och de fossila spåren av en arktisk miljö i söder, synes väl motivera bildandet av en Nordisk arbetsgrupp. Ett förslag härtill kommer att föreläggas det Första nordiska symposiet i periglacial geomorfologi, vilket med stöd från Nordisk kulturfond och Statens naturvetenskapliga forskningsråd avhålls i Båstad den 7.-10. september 1982.

RESUMÉ

Som fölge af de nordiske landes geografiske placering, har frostfænomener her længe været objekt for iagttagelser og studier. Tidlige observationer foretoges i tilknytning til geologiske undersøgelser og ekspeditioner, og er derfor omtalt i geologiske tidsskrifter og rejsebeskrivelser. Disse tidlige iagttagelser har haft stor betydning som videnskabelig dokumentation samt som inspiration for senere studier af nordiske forskere. Fordi beskrivelserne generelt er affattet på et af de nordiske sprog, har de dog desværre ikke opnået den opmærksomhed i lande uden for Norden, som de fortjener.

Med udgangspunkt i sådanne tidlige observationer fik undersøgelserne i løbet af 1900-tallet mere og mere karakter af systematiske undersøgelser af bestemte periglaciala problemstillinger. Som eksempler herpå kan nævnes problemer vedrørende dannelsen af blok-hav, palser, strukturjord samt aktiviteten af æoliske processer i et

arktisk miljø. Flere nordiske arbejder opfattes i dag som klassiske i den internationale periglacialforskning.

Nye ideer samt frugtbare forskningsmetoder er successivt tilført nordisk periglacialforskning gennem internationale kontakter, – ikke mindst kanaliseret gennem de internationale permafrostkongresser samt den internationale geografionens arbejdsgruppe/kommission for periglaciala studier. Internationalt opfattes Norden som værende et attraktivt område som følge af de recente frostprocesser i nord, og de fossile spor af frostjordsformer fra tidligere arktiske klimaperioder i syd. Ved hjælp af flybilleder lader disse fossile spor sig endog påvises i de landbrugsmæssigt udnyttede sydligste dele af Norden.

SUMMARY

Frost processes and frozen-ground problems have – naturally enough – since long been the subject of investigations in the Norden countries. Early observations of these phenomena were made during geological studies or expeditions such as documented in geological series, or in travel reports, today constituting a treasury of experience of which scientists from whole Norden can take advantage because the Nordic languages are so much alike. It can be regretted that just linguistic problems have been a hindrance for scientists outside Norden to study these early experiences. The material has served as starting point and inspiration in Norden for later periglacial research which, during the 19th century, in a more and more systematic way have focussed upon concrete problems such as the morphogenesis of block fields, palsas, special types of patterned ground, and the activities of colian processes in arctic environments.

After World War II, new ideas and fruitful modes of tackling the problems have been brought to Nordic geomorphologists by international collaboration, not least from the international permafrost congresses and the IGU Working-group/Commission on the significance of periglacial phenomena. Thus, aerial photographs have proved to be an adequate tool for detecting periglacial features. By means of air photos it has been possible to trace fossil ice-wedge polygons also in southern, now intensely cultivated areas, where they, especially during dry seasons, stand out as crop marks.

For periglacial research, Norden is a very representative area because of the still active processes in the north and of the fossil features found especially in the south. Therefore, systematic studies can be carried out, which also make possible comparisons of climatic conditions in nowadays periglacial areas with paleo-climatic evidences of a former periglacial environment.

LITTERATUR

- Aartolahti, T., 1969: On patterned ground in southern Finland. Ann. Acad. Scient. Fenn. A III, 104.
Aartolahti, T. 1970: Fossil ice-wedges, tundra polygons and recent frost cracks in southern Finland. Ann. Acad. Scient. Fenn. A III, 107.
Aartolahti, T. 1980: Periglasiaaialisen morfologian tutkimus Suomessa. Terra 92:2.
Andersson, J. G. 1906: Solifluction, a component of subaerial denudation. Journ. of Geol. 14.
Berthelsen, A., 1982: Enkanter og trekanter. Varv 1982:2.
Beskow, G., 1935: Tjälbildningen och tjällyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. Sveriges Geol. Unders. Ser. C 375.

FORSKNINGSAKTIVITET OCH PUBLICERING

Det växande intresset för periglacialforskning i Norden får ett klart uttryck i det stigande antal artiklar av nordiska forskare och andra, som publicerats under de senaste årtiondena. Glädjande är också att forskare väljer direkt periglaciala problemställningar för sina doktorsavhandlingar (Rapp 1961, Ohlson 1964, Strömqvist 1973, Wramner 1973, Åhman 1977, Kolstrup 1980, Söderman 1980 och Åkerman 1980).

Befrämjande för den periglaciala forskningen i Norden har varit det ökade internationella samarbetet mellan institutioner och forskare både inom och utom Norden. Samarbetet har också kanaliserats via internationella kongresser och arbetsgrupper. Här förtjänar särskilt att nämnas de internationella permafrostkongresserna samt IGU arbetsgruppen/kommissionen rörande periglacialfenomen.

Publiceringen av periglacialarbeten sker som regel i geografiska och geologiska facktidskrifter och serier, vilket garanterat en nationell och även rätt god internationell spridning. En publikation med direkt inriktning på frostproblem har saknats men finns sedan 1970, nämligen »Frost i jord« utgiven på initiativ av det norska »Udvalg for permafrost«. Denna publikation har speciell inriktning på tekniska och praktiska problem i permafrost.

Bibliografier för enskilt land och litteraturoversikter av forskningsaktivitet inom frostjordsforskningen har utarbetats av Corbel (1956), Rapp och Rudberg 1960 och 1964), Forsgren (1968) och Aartolahti (1980). Det kan finnas skäl att sammanställa en nordisk bibliografi för periglacialforskningen, och ett utkast kommer att presenteras på symposiet.

Det stigande intresset för periglaciala forskningsproblem i Norden i förening med de unika möjligheter till en allsidig behandling av frostmarksprocesser, som det nordiska området erbjuder med de aktiva processerna i norr och de fossila spåren av en arktisk miljö i söder, synes väl motivera bildandet av en Nordisk arbetsgrupp. Ett förslag härtill kommer att föreläggas det Första nordiska symposiet i periglacial geomorfologi, vilket med stöd från Nordisk kulturfond och Statens naturvetenskapliga forskningsråd avhålls i Båstad den 7.-10. september 1982.

RESUMÉ

Som følge af de nordiske landes geografiske placering, har frostfænomener her længe været objekt for iagttagelser og studier. Tidlige observationer foretoges i tilknytning til geologiske undersøgelser og ekspeditioner, og er derfor omtalt i geologiske tidsskrifter og rejsebeskrivelser. Disse tidlige iagttagelser har haft stor betydning som videnskabelig dokumentation samt som inspiration for senere studier af nordiske forskere. Fordi beskrivelserne generelt er affattet på et af de nordiske sprog, har de dog desværre ikke opnået den opmærksomhed i lande uden for Norden, som de fortjener.

Med udgangspunkt i sådanne tidlige observationer fik undersøgelserne i løbet af 1900-tallet mere og mere karakter af systematiske undersøgelser af bestemte periglaciale problemstillinger. Som eksempler herpå kan nævnes problemer vedrørende dannelsen af blok-hav, palser, strukturjord samt aktiviteten af æoliske processer i et

arktisk miljø. Flere nordiske arbejder opfattes i dag som klassiske i den internationale periglacialforskning.

Nye ideer samt frugtbare forskningsmetoder er successivt tilført nordisk periglacialforskning gennem internationale kontakter, – ikke mindst kanaliseret gennem de internationale permafrostkongresser samt den internationale geografiforeningens arbejdsgruppe/kommission for periglacialstudier. Internationalt opfattes Norden som værende et attraktivt område som følge af de recente frostprocesser i nord, og de fossile spor af frostjordsformer fra tidligere arktiske klimaperioder i syd. Ved hjælp af flybilleder lader disse fossile spor sig endog påvises i de landbrugsmæssigt udnyttede sydligste dele af Norden.

SUMMARY

Frost processes and frozen-ground problems have – naturally enough – since long been the subject of investigations in the Norden countries. Early observations of these phenomena were made during geological studies or expeditions such as documented in geological series, or in travel reports, today constituting a treasury of experience of which scientists from whole Norden can take advantage because the Nordic languages are so much alike. It can be regretted that just linguistic problems have been a hindrance for scientists outside Norden to study these early experiences. The material has served as starting point and inspiration in Norden for later periglacial research which, during the 19th century, in a more and more systematic way have focussed upon concrete problems such as the morphogenesis of block fields, palsas, special types of patterned ground, and the activities of colian processes in arctic environments.

After World War II, new ideas and fruitful modes of tackling the problems have been brought to Nordic geomorphologists by international collaboration, not least from the international permafrost congresses and the IGU Working-group/Commission on the significance of periglacial phenomena. Thus, aerial photographs have proved to be an adequate tool for detecting periglacial features. By means of air photos it has been possible to trace fossil ice-wedge polygons also in southern, now intensely cultivated areas, where they, especially during dry seasons, stand out as crop marks.

For periglacial research, Norden is a very representative area because of the still active processes in the north and of the fossil features found especially in the south. Therefore, systematic studies can be carried out, which also make possible comparisons of climatic conditions in nowadays periglacial areas with paleo-climatic evidences of a former periglacial environment.

LITTERATUR

- Aartolahti, T., 1969: On patterned ground in southern Finland. Ann. Acad. Scient. Fenn. A III, 104.
Aartolahti, T., 1970: Fossil ice-wedges, tundra polygons and recent frost cracks in southern Finland. Ann. Acad. Scient. Fenn. A III, 107.
Aartolahti, T., 1980: Periglasiaaialisen morfologian tutkimus Suomessa. Terra 92:2.
Andersson, J. G., 1906: Solifluction, a component of subaerial denudation. Journ. of Geol. 14.
Berthelsen, A., 1982: Enkanter og trekanter. Varv 1982:2.
Beskow, G., 1935: Tjälbildningen och tjällyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. Sveriges Geol. Unders. Ser. C 375.

- Cailleaux, A.*, 1942: Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. Soc. Géol. de France 21.
- Christensen, L.*, 1974: Crop marks revealing large-scale patterned ground structures in cultivated areas, southwestern Jutland, Denmark. *Boreas* 3.
- Christensen L.*, 1978: Waterstress conditions in cereals used in recognizing fossil ice-wedge polygonal patterns in Denmark and northern Germany. Proc. Third Intern. Conf. on Permafrost. Edmonton.
- Corbel, J.*, 1954: Sols polygonaux et «terrasses marines» du Spitsberg. Rev. Géogr. Lyon 29.
- Donner, J. et al.* 1968: Ice wedges in southern Finland. Geol. Fören. i Sthlm. Förh. 90
- Eyles, N.*, 1978: Rock glaciers in Esjufjöll nunatak area, southeast Iceland. *Jökull* 28.
- Fogelberg, P. and Seppälä, M.* 1978: Geomorfologinen yleiskartta maanimittaushallituksen karttapaino. Helsinki.
- Forstgren, B.*, 1968: Studies of palsas in Finland, Norway and Sweden 1964-1966. *Biul. Perygl.* 17.
- Friedman, J. D. et al.*, 1971: Observations on Icelandic polygon surfaces and palsa areas. Photo interpretation and field studies. Geogr. Ann. 53A.
- Fries, T. och Bergström, E.*, 1910: Några iakttagelser öfver palsar och deras förekomst i nordligaste Sverige. Geol. Fören. i Sthlm. Förh. 32.
- Fristrup, B.*, 1953: Wind erosion within the Arctic desert. Geogr. Tidsskr. 52.
- Frost i jord.* Utgiven av Det norske udvalg for permafrost. Oslo.
- Gretener, B. et al.*, 1980: Naturgeografisk dokumentation av former och processer längs väg 98, Kiruna-Riksgränsen. Statens Naturvårdsverk. Rapp. 1378.
- Hillefors, Å.*, 1966: Iskilar i norra Halland. Svensk Geogr. Årsb. 42.
- Hillefors, Å.*, 1969: Västsveriges glaciala historia och morfologi. Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avh. 60.
- Hillefors, Å.*, 1978: The lateglacial climate in western Sweden. Dansk Met. Inst. Klim. Medd. 4.
- Hoppe, G. och Olsson-Blake, I.*, 1963: Palsmyrar och flygbilder. Ymer 1963:1-2.
- Humlum, O.*, 1982a: Rock glaciers in northern Spitsbergen: A discussion. *Journ. of Geol.* 90.
- Humlum, O.*, 1982b: Rock glacier types on Disko, central West-Greenland. Geogr. Tidsskr. 82.
- Humlum, O.*, et. al 1977: Arktisk geomorfologi. Godhavn 1976. Københavns Univ. Geogr. Inst.
- Humlum O. og Svensson, H.*, 1982: Naledi i Grönland. Flytografisk inventering af perennerende flod- og kildeis i Grønlandske permafrostområder. Geogr. Tidsskr. 82.
- Hüghom, B.*, 1914: Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bull. Geol. Inst. Uppsala 12.
- Hüghom, I.*, 1923: Ancient inland dunes of northern and middle Europe. Geogr. Ann. 5.
- Hörner, N. G.*, 1927: Brattforsheden. Ett värmländskt randdelta-komplex och dess dyner. Sveriges Geol. Unders. Ser. C 342.
- Jahn, A.*, 1961: Quantitative analysis of some periglacial processes in Spitsbergen. Univ. Wroclawski. Nauki Przyrodnicze Ser. B 5.
- Jahn, A.*, 1967: Some features of mass movement on Spitsbergen slopes. Geogr. Ann. 49A.
- Jahn, A.*, 1979: The Varanger peninsula (Norway) and the problem of fossilisation of periglacial phenomena in Europe. Geogr. Ann. 61 A.
- Johnsson, G.*, 1956: Glacialmorfologiska studier i södra Sverige. Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avh. 31.
- Johnsson, G.*, 1958a: Submoraine ice-wedges in western Scania. Geol. Fören. i Sthlm. Förh. 80.
- Johnsson, G.* 1958b: Periglacial wind and frost erosion at Klågerup S. W. Scania. Geogr. Ann. 40.
- Johnsson, G.*, 1959: True and false ice-wedges in southern Sweden. Geogr. Ann. 41.
- Johnsson, G.*, 1961: Periglaciala dalar i sydligaste Sverige. Geol. Fören. i Sthlm. Förh. 83.
- Johnsson, G.*, 1962: Periglacial phenomena in southern Sweden. Geogr. Ann. 44.
- Johnsson, G.*, 1964: Periglacial ice-wedge polygons at Hässleholm southernmost Sweden. A short preliminary report. Zeitschr. f. Geomorph. N.F. 8.
- Johnsson, G.*, 1980: Periglacial vindslipning i Dalby-Lundområdet. Svensk Geogr. Årsb. 56.
- Johnsson, G.* 1981: Fossil patterned ground in southern Sweden. Geol. Fören. i Sthlm. Förh. 103.
- Keilhau, B. H.*, 1831: Reise i Ost- og Vest-Finnmark samt til Beeren-Eiland Spitsbergen i Aarene 1827 og 1828. Christiania.
- Kihlman, A. O.*, 1890: Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica 6:3.
- Kolstrup, E.*, 1980: Climate and stratigraphy in northern Europe between 30.000 B.P. and 13.000 B.P. with special reference to the Netherlands. Medd. Rijks Geol. Dienst 32:15.
- Liestøl, O.*, 1976: Pingos, springs and permafrost in Spitsbergen. Norsk Polarinst. Årb. 1975.
- Lozinski, W.*, 1909: Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine in gemässigten Klima. Bull. Intern. Acad. Scil. Gracoville Cl. Sci. Math. et Nat. 1.
- Lundqvist, G.*, 1945: Frostens och markvattnets inverkan. De svenska fjällens natur. STF:s handböcker om det svenska fjället 2.
- Lundqvist, G.*, 1951: Blocksänkor och några andra frostfenomen. Geol. Fören. i Sthlm. Förh. 73.
- Lundqvist, J.*, 1962: Patterned ground and related frost phenomena in Sweden. Sveriges Geol. Unders. Ser. C 583.
- Mangerud, J. and Skreden, S. A.*, 1972: Fossil ice wedges and ground wedges in sediments below the till at Voss, western Norway. Norsk Geol. Tidsskr. 52.
- Mattsson, Å.*, 1957: Windgeschliffenes Gestein im südlichsten Schweden und auf Bornholm. Svensk Geogr. Årsb. 33.
- Mattsson, Å.*, 1961: Asymmetriska dalar i Skåne och på Jylland. Svensk Geogr. Årsb. 37.
- Mattsson, Å.*, 1962: Morphologische Studien in Südschweden und auf Bornholm über die nichtglaziale Formenwelt der Felsenskulptur. Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avh. 39.
- Melander, O.*, 1975-1979: Geomorfologiska kartblad av fjällområden i Statens Naturvårdsverks PM-serie.
- Milthers, V.*, 1907: Sandslebne stens form og dannelse. Dansk Geol. Foren. 3:13.
- Müller, F.*, 1959: Beobachtungen über Pingos. Medd. om Grøn. 153:3.
- Nansen, F.*, 1922: The strandflat and isostasy. Videnskabselsk. Skr. I. Mat-Naturv. Kl. 1921.
- Norvang, A.*, 1942: Frostspalter i Jylland. Medd. Dansk Geol. Foren. 10:2.
- Okko, V.*, 1954: Periglasiialisesta morfologiasta Suomessa. Terra 66:2.

- Ohlson, B.*, 1964: Frostaktivitet, Verwittering und Bodenbildung in den Fjeldgegenden von Enontekiö, Finnish Lappland. *Terra* 89:3.
- Orvin, A. K.*, 1942: Om dannelsen af strukturmark. *Norsk Geogr. Tidsskr.* 9.
- Pálson, S.*, 1945: *Ferdabok, dagbaekur og ritgerdir 1791-1797*. Reykjavik.
- Rapp, A.* 1960a: Recent development of mountain slopes in Kärkevagge and surroundings, northern Scandinavia. *Geogr. Ann.* 42.
- Rapp, A.*, 1960b: Talus slopes and mountain walls at Tempelfjorden, Spitsbergen. A geomorphological study of the denudation of slopes in an arctic locality. *Norsk Polarinst. Skr.* 119.
- Rapp, A.* 1982: Periglacial nivation cirques and local glaciations in the rock canyons of Söderåsen, Scania, Sweden. A discussion and new interpretation. *Geogr. Tidsskr.* 82.
- Rapp, A. et al.* 1962: Iskilar i Padjelanta. *Ymer* 1962:3.
- Rapp, A. and Rudberg, S.*, 1960: Recent periglacial phenomena in Sweden. *Biul. Perygl.* 8.
- Rapp, A. and Rudberg, S.*, 1964: Studies on periglacial phenomena in Scandinavia 1960-1963. *Biul. Perygl.* 14.
- Rapp, A. and Annersten, L.*, 1969: Permafrost and tundra polygons in northern Sweden. The periglacial environment (Ed. T. Péwé).
- Rapp, A. and Clark, G. M.*, 1971: Large nonsorted polygons in Padjelanta national park, Swedish Lappland. *Geogr. Ann.* 53A.
- Reusch, H.*, 1891: *Det nordliga Norges geologi*. Christiania 1891.
- Rudberg, S.* 1962: A report on some field observations concerning periglacial geomorphology and mass movement on slopes in Sweden. *Biul. Perygl.* 11.
- Rudberg, S.*, 1970: Recent quantitative work on slope processes in Scandinavia. *Zeitschr. f. Geomorph. Suppl. B.* 9.
- Rudberg, S.*, 1972: Periglacial zonation – a discussion. *Göttinger Geogr. Abh.* 60.
- Rudberg, S.*, 1974: Some observations concerning nivation and snow melt in Swedish Lappland. *Abh. d. Akad. d. Wiss. in Göttingen Math.-Phys. Kl. III*:29.
- Rudberg, S.*, 1977: Periglacial zonation in Scandinavia. *Abh. d. Akad. d. Wiss. in Göttingen Math.-Phys. Kl. III*:31.
- Schunke, E.*, 1975: Die Periglazialerscheinungen Islands in Abhängigkeit von Klima und Substrat. *Abh. d. Akad. d. Wiss. in Göttingen Math.-Phys. Kl. III*:30.
- Salmi, M.*, 1970: Investigations on palsas in Finnish Lappland. *Proc. UNESCO Symp. on the Ecology of Subarctic Regions in Helsinki* 1966.
- Seppälä, M.* 1972a: Location, morphology and orientation of inland dunes in northern Sweden. *Geogr. Ann.* 54A.
- Seppälä, M.*, 1972b: Palsojen levinneisydestä Fennoskandiassa. *Terra* 84:4.
- Seppälä, M.*, 1973: On the formation of periglacial sand dunes in northern Fennoskandia. 9th Congr. INQA. New Zealand.
- Seppälä, M.*, 1976: Seasonal thawing of a palsa at Enontekiö, Finnish Lappland in 1974. *Biul. Perygl.* 26.
- Seppälä, M.*, 1979: Recent palsa studies in Finland. *Acta Univ. Ouluensis A* 82. *Geol.* 3.
- Sollid, J. L. and Sørbel, L.*, 1974: Palsa bogs at Hautgjørnin, Dovrefjell, south Norway. *Norsk Geogr. Tidsskr.* 18.
- Sollid, J. L. og Tolgensbakk, J.*, 1980: Vardø. Kvartærgeologi og geomorfologi. 1:50 000. *Geogr. Inst. Oslo*.
- Steenstrup, K. J. V.*, 1897: *Jordskælvspalter*. *Dansk Geol. Foren.* 4.
- Strömqvist, L.*, 1973: Geomorfologiska studier av blockhav och blockfält i norra Skandinavien. *Rapp. Uppsala Univ. Naturgeogr. Inst.* 22.
- Svensson, H.*, 1962a: Note on a type of patterned ground on the Varanger peninsula, Norway. *Geogr. Ann.* 44.
- Svensson, H.*, 1962b: Ett mönster i marken. *Svensk Geogr. Årsb.* 38.
- Svensson, H.* 1963a: Några iakttagelser från palsområden. *Norsk Geogr. Tidsskr.* 18.
- Svensson, H.*, 1963b: Tundra polygons. Photographic interpretation and field studies in North-Norwegian polygon areas. *Norges Geol. Unders.* 223.
- Svensson, H.*, 1963c: Some observations in West-Jutland of a polygonal pattern in the ground. *Geogr. Tidsskr.* 62.
- Svensson, H.*, 1964: Fossil tundra mark på Laholmslätten. *Sveriges Geol. Unders. Ser. C* 598.
- Svensson, H.*, 1967: Jordskalven vid Hallandsåsen i februari 1967. *Geol. Fören. i Sthlm. För.* 89.
- Svensson, H.*, 1971: Pingos i yttre delen av Adventdalen. *Norsk Polarinst. Årb.* 1969.
- Svensson, H.*, 1972: Vindaktivitet på Laholmslätten. *Svensk Geogr. Årsb.* 48.
- Svensson, H.*, 1973: Distribution and chronology of relict polygon patterns on the Laholm plain, the Swedish west coast. *Geogr. Ann.* 55A.
- Svensson, H.*, 1975: Fossila iskilspolygoner i nordvästra Skåne. *Svensk Geogr. Årsb.* 51.
- Svensson, H.*, 1976: Pingo problems in the Scandinavian countries. *Biul. Perygl.* 26.
- Svensson, H.*, 1978: Ice wedges as geomorphological indicator of climatic changes. *Dansk Met. Inst. Klim. Medd.* 4.
- Svensson, H.*, 1981: Vinderosion i bergblock. *Svensk Geogr. Årsb.*
- Svensson, H.*, 1982: Valley formation initiated by ice-wedge polygonal nets in terrace surfaces. *Biul. Perygl.* 29.
- Söderman, G.*, 1980: Slope processes in cold environments of northern Finland. *Fennia* 158:2.
- Thorarinsson, S.*, 1951: Notes on patterned ground in Iceland with particular reference to the Icelandic »flás«. *Geogr. Ann.* 33.
- Thorarinsson, S.*, 1964: Additional notes on patterned ground in Iceland with particular reference to ice-wedge polygons. *Biul. Perygl.* 14.
- Washburn, A. L.* 1967: Instrumental observations of mass-wasting in the Mestersvig district, northeast Greenland. *Medd. om Grønland* 166:1.
- Washburn, A. L.*, 1969a: Weathering, frost action and patterned ground in the Mestersvig district, northeast Greenland. *Medd. om Grønland* 176:4.
- Washburn, A. L.*, 1969b: Patterned ground in the Mestersvig district, Northeast Greenland. *Biul. Perygl.* 18.
- Weidick, A.*, 1968: Observations on some Holocene glacier fluctuations in West Greenland. *Medd. om Grønland* 165:6.
- Weidick, A.*, 1975: A review of quaternary investigations in Greenland. *Ohio State Univ. of Polar Stud. Rep.* 55.
- Wramner, P.*, 1967: Studier av palsmyrar i Laivadalen, Lappland. *Teknik och natur. Festskr. tillägnad G. Beskow*.
- Wramner, P.*, 1973: Palsmyrar i Taavavuoma, Lappland. *Göteborgs Univ. Naturgeogr. Inst. Rapp.* 3.
- Åhman, R.*, 1977: Palsar i Nordnorge. *Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avh.* 78.
- Åkerman, J.*, 1980: Studies on periglacial geomorphology in West Spitsbergen. *Lunds Univ. Geogr. Inst. Avh.* 89.
- Åkerman, J.*, 1981: Studies on naledi (icings) in West Spitsbergen. *Proc. of 4th. Canadian Permafr. Conf. Calgary* 1981.