

## Den fossila periglaciala morfologin i södra Finland

TOIVE AARTOLAHTI

Aartolahti; Toive: Den fossila periglaciala morfologin i södra Finland. *Geografisk Tidsskrift* 82: 74-77, Copenhagen, October 15, 1982.

*Fossil patterned ground, boulder depressions, tundra polygons with ice-wedge casts, sand wedges, structures interpreted as periglacial involutions, periglacial dunes and strings on peat bogs have been found in southern Finland. The presence of ice-wedge casts and involutions on the top plateaus of Salpausselkä and moraines give evidence that permafrost conditions have prevailed here. These periglacial phenomena are dated to the Younger Dryas period and to the beginning of Preboreal period.*

Toive Aartolahti, professor, fil. dr. Department of Geography, University of Helsinki, Hallituskatu 11-13, SF-00100 Helsinki, 10, Finland.

Ser man på kartor, som anger utbredningen av jordens frostmarksmorfologiska eller periglaciala bildningar, så uppträder Finland i de flesta framställningar som ett vitt område. Endast på några kartbilder markeras former i landets nordligaste delar. Orsaken härtill är, att frostmarksmorfologin undersökts litet och att de få studier som behandlar Finland har gjorts just i nordligaste Lappland.

Periglaciala fenomen, frostmarksmorfologi och -processer, har dock undersökts ända sedan förra hälften av 1800-talet, men nämnbara förändringar i bilden skedde först efter det Okko (1954) publicerat sin korta artikel om den periglaciala morfologin i Finland. Den första noggranna frostmarksmorfologiska studien gjorde Kena år 1957 inom Laanila (Saariselkä) fjäll- och skogsområde. Den behandlar huvudsakligen rutmarksfenomen. Detta vid Helsingfors Universitet gjorda pro gradu-arbete har sedermera inspirerat många att fortsätta med denna typ av studier.

När Donner et al. (1968) fann en fossil iskil på 1. Salpausselkä, började även jag studera frostmarksmorfologi (periglacialmorfologi), speciellt i landets södra delar.

### *Fossila iskilar och iskilspolygoner*

Min forskning resulterade i fynd av fossila iskilar på 12 lokaler, på glacialfluviala sand- och grusslätter av 1. och 2. Salpausselkä (jfr. Aartolahti 1970). Iskilfylfnader har observerats endast på delta- och sandurdeltaytor vid eller ovanom HK. Den enda brukbara metoden för att finna dylika

strukturer är att studera grustag och vägsärningar. Iskilspolygonmönster syns inte på ytor i terrängen eller på flygbilder, ty delta- och sandurdeltaytorna är täckta av skogsvegetation och därtill flerstädes av skogstorvlager. Åkrar eller betesmarker förekommer normalt inte på dessa sandgrusslätter och de som röjts är små till arealen. I moränbetonad terräng ovanom HK har jag inte funnit spår av iskilar eller polygonmönster.

De största observerade fossila iskilarna är 3.5 m djupa och 50-60 cm breda upptill. Vanligen är de ca. 3 m djupa, men endast 10-30 cm som bredast (Bild 1). Iskilformerna på 2. Salpausselkä är mindre än på 1. Salpausselkä, endast 1.5-2 m djupa och 5-10 cm breda. Kilfylfnaden består av vindburen grovmo eller mellansand, sand eller nedrasat fingrus. Fyllnadsmaterialet är alltid finkornigare än omgivande materiallager. Iskilintervallerna varierar från 5-30 m i de observerade grustagen.

Fossila iskilar bildar tetra- eller pentagonala mönster. En homogen vegetation täcker dessa mönster på ytan. Vid ett tillfälle kunde jag studera polygonnätet på 1. Salpausselkä, inom Joutseno kommun. I samband med utvidningen av grustaget hade skogsvegetationen och ett 40-50 cm tjockt jordmånslager undanröjts. Efter ett par dagar, när den röjda ytan torkat, framstod iskilspolygonernas sidor som mörkare linjer, då de sandfyllda kilarna torkade långsammare än det omgivande gruslagret. Polygonnätet har troligen en större utbredning än vad som observerats; på mark, vilken ur topografisk och jordartssynpunkt bär samma karaktär som på den röjda ytan.

Iskilar och därmed förknippade polygonnät bildades efter det deltaytorna vuxit up till vattenytan, eller i fall av sandurdeltan över densamma. 1. Salpausselkä uppbyggdes enligt Niemelä (1971) ca. 9250-9000 B.C. och 2. Salpausselkä omkring 8500-8300 B.C. (enligt Sauramo (1958) 8841-8617 B.C. resp. 8364-8182 B.C.) under Yngre Dryas perioden. De fossila iskilarna på ytorna av 1. och 2. Salpausselkä bevisar, att permafrost förekom i dessa under denna period. Iskilarna på 1. Salpausselkä hade sålunda ca. 700 (eller 400) år längre tid att utbildas än på 2. Salpausselkä, varvid de kunde växa större. Enligt Black (1973) vidgas iskilar med en medeltakt på 0.9 mm per år. Beaktande detta värde skulle de största, 60 cm breda, mo-sandfyllda kilarna på 1. Salpausselkä ha varit aktiva i ca. 600-650 år; de 5-10 cm breda kilarna på 2. Salpausselkä endast i 50-100 år. Dessa tidsvärden anger ap-



Fig. 1. Fossil iskila öster om Lappeenranta, östra Finland.  
*Fig. 1. Ice-wedge cast, east of Lappeenranta, eastern Finland.*

proximativt permafrostens varaktighet i delar av södra Finland. Det är dock svårt att värdera den verkliga bredden av iskilarna före avsmältnings- och uppfyllningstidpunkten.

#### *Involutioner*

Fossila iskilar och iskilspolygoner är inte de enda indicierna på senglacial permafrost i södra Finland. På sandurytor av l. Salpausselkä, speciellt i fyllda gamla sandurrännor, har involutioner observerats (Gibbard och Saarnisto 1977). Bildningarna koncentreras till rännfyllnader av grovmo-mjåla. Involutionerna är 10-30 cm höga och består av 10-50 cm breda säck- eller pelarformade strukturer på djup ned till 1.5 m. Det finkorniga materialet har vanligen sjunkit in i den underliggande grövre sand- eller grusbädden, men även enskilda stenar och block har ställvis pressats upp i mjålagret. På vissa lokaler förekommer fossila iskilar och involutioner på samma stratigrafiska nivå, vilket visar att de formats i samma permafrostmiljö.

#### *Blocksänk*

Blocksänk är de bäst kända frostmarksbildningarna i södra Finland. De kan finnas utan större svårigheter, då de bildar stora, nakna ytor utan skogsvegetation. Fastän de flesta blocksänk är fossila bildningar, syns de bra i terrängen, ty ytblocken är endast täckta av lavar eller delvis av mossa. Blocksänkans struktur är lättkänlig; de största blocken ligger överst och grovleken avtar mot botten. Blocksänk förekommer mest frekvent i områden, där moränen har en hög blockhalt och grundvattensnivån ligger nära markytan. Utmed sydkusten saknas de nästan helt, vilket kan förklaras av de tjocka postglaciala leravlagringarna, som eventuellt täcker blocksänk i dessa områden. Bildningstiden och därmed förknippade klimatförhållanden var eventuellt även ogynnsamma. Jämför man blocksänkornas höjdvärden med forna strandlinjers (jfr. Aartolahti 1969:24), ser man att



Fig. 2. Jordtumor på betesmark i Tammela kommun.  
*Fig. 2. Earth hummocks on pasture at Tammela commune, southern Finland.*

största delen av sänkorna ligger ovanför Echneishavets strandlinje (slutfasen av Yoldiahavet), varför de utvecklades i södra Finland huvudsakligen under finiglacial tid, för 10000-9000 år sedan.

#### *Strukturmark*

I södra Finland förekommer även mindre frostmarks-morfologiska bildningar såsom stenringar, stengropar och jordtumor (Bild 2). Dyliga är svåra att finna på grund av det välutvecklade vegetationstäckets. De gynnsammaste lokalerna ligger på betesmarker; särskilt på plana stränder eller i bäckdälder är de lättare synliga. Stengropar är rätt vanliga former, men även sorterade nät och polygoner har observerats. Det är svårt att avgöra huruvida dessa former är fossila eller subrecenta. Eventuellt har de tidvis varit aktiva, tidvis passiva beroende på fluktuerande klimatförhållanden. Numera är de huvudsakligen fossila.

#### *Strängar*

Palsarna i norra Finland anses vara frostmarksfenomen. Även i de nordliga torvtuornas, t.ex. i pounu-tuornas, utveckling spelar frostprocesser en stor roll. Det finns pounu-tuor med mineraljordskärna, så formerna är dels torvtuor, dels jordtumor.

Frostprocesser inverkar även på myrsträngarnas utveckling. Strängar förekommer inte blott på öppenkärr (aapa) i norra Finland, utan även på södra Finlands högmossar. Samma processer som påverkar torv- och jordtuornas tillväxt är relevanta vid myrsträngarnas utformning. Isen i höljorna pressar ihop smält torv till strängar på höst och förvinter. Om våren, när vatten översvämmar höljor, höjer segregationssträngarna över vattenytan, varvid de bevaras. Is kan observeras i strängar ännu under försommaren i södra Finland. Strängarna är således en produkt av såväl biologiska, hydrologiska som frostbildningsfaktorer (Aartolahti 1965).

Klimatets inverkan återspeglas i strängarnas höjd över den övriga myrtytan. Inom södra Finlands högmossområde

(se Eurola 1962) växer strängarnas medelhöjd norrut, medan den årliga medeltemperaturen sjunker. Däremot är vanligen medelhöjden större i de västra än i de östra delarna, fastän temperaturgradienten sjunker österut. En orsak till detta är att snötäcket bildas tidigare och är tjockare i de östra delarna i jämförelse med de västra. Tjälens djup är därför större i väst (Soveri och Varjo 1977), vilket reflekteras i strängarnas höjdvärden. De första högmosssträngarna uppstod för 3500-3200 år sedan i södra Finland; ett annat utbildningsmaximum har noterats vid ca. 2100 B.P. (jfr. Aartolahti 1967). De äldsta, morfologiskt och stratigrafiskt urskönjbara, strängarna ligger idag på samma ställen som för 3000 år sedan, så de är alltså rätt varaktiga former.

#### *Eoliska bildningar*

Eoliskt material förekommer i Finland i två olika former: som flygmo och flygsand. Flygsanden har avlagrats antingen som täcksand eller i dyner. Flygmon, som mycket påminner om Mellaneuropas löss, förekommer bara lokalt i tunna täcken på moränhöjder över eller vid HK i Lammi kommun, Syd-Tavastland. Täcksanden ligger huvudsakligen ovanpå glaciälviala bildningar, men i Nord-Karelen även på moränhöjder, s.k. vaara-morän (se Rainio 1978, 1982). Flygmo och täcksand har noterats söderom 2. Salpausselkä och har bildats under periglaciala förhållanden. De ackumulerades av de torra fallvindarna från inlandsisen.

Flygsand uppträder i stora fält med mjukt rundade kullar eller som dyner (Bild 3). Dynfälten finns nästan uteslutande på eller i närhet av glaciälviala avlagringar. Inlandsdynerna är dels parabeldyner, dels transversala dyner, medan de nutida havsstränderna karakteriseras av kustdyner. Parabeldynernas orientering och inre byggnad anger, att de deponerats av rådande NW-vindar. Dynfältens läge i förhållande till strandlinjens förskjutning visar, att inlandsdynerna bildats under Finiglacialen eller något senare, för 10000-8000 år sedan. De eoliska processerna upphörde nästan totalt därefter i södra Finland. De reaktiverades först för 400-100 år tillbaka, under den s.k. lilla istiden, då de nuvarande kustdynerna utbildades under influens av W-SW-S-vindar. Samtidigt förstördes stabiliserade fossila dyner och började vandra. (Aartolahti 1977, 1980). Idag är så gott som alla dyner inaktiva.

#### **SUMMARY**

##### **FOSSIL PERIGLACIAL FORMATIONS IN SOUTHERN FINLAND**

Periglacial formations have been studied in southern Finland only during the last ten years. Fossil patterned ground formations (sorted and nonsorted nets, sorted polygons, sorted and nonsorted circles) and fossil boulder depressions occur more frequently in the interior of the country and in high places than on the coast or in lowlands. The development of these formations began immediately after the deglaciation of southern Finland and its emergence out of the water, and the process ceased or considerably weakened at the later half of the Yoldia sea stage about 9000 years ago.



Fig. 3. Parabeldyner i Tohmajärvi kommun.

Fig. 3. Parabolic dune at Tohmajärvi commune, eastern Finland.

Several ice-wedge casts and sand wedges, 2-3.5 m deep, have been found in stratified drift in gravel pits and road cuts on the plateaus of the First and Second Salpausselkä end moraines in southern Finland. Five different types of ice-wedge casts and sand wedges have been distinguished on the basis of morphological and stratigraphical features. The distribution of ice-wedge casts and the regional differences in their size suggest, that ice-wedges were formed first on the First Salpausselkä 11 200-10 300 years ago and later on the Second Salpausselkä 10 500-10 300 years ago during the Younger Dryas period. Fossil tundra polygons have been found in connection with ice-wedge casts. Structures interpreted as periglacial involutions have been found at the top plateaus of the First Salpausselkä end moraine. These involutions conform to the »drip« or »plug« type but also resemble »stone pillars« based upon sediment type and structural shape. The structure of the formations suggest that they have been formed by vertical movements of material caused by freeze-thaw action. The presence of ice-wedge casts, fossil tundra polygons accompanying the ice-wedge casts and involutions on the top plateaus of Salpausselkä end moraines is the clear evidence of the past permafrost in mineral material during the Late-Pleistocene period.

Periglacial dune fields with fossilized parabolic dunes are common in southern Finland. These dunes date from the Late- and Post-Pleistocene periods, 11 000-8 000 years ago and were formed by the northwesterly winds. Transverse coastal dunes on recent coast of southern Finland were formed during the Little Ice Age, about 400-100 years ago, and they also may be held as periglacial formations. The strings of raised peat bogs, caused by hydrological, biological and frost processes appeared on bogs of southern Finland 3200 years ago.

#### *Litteratur*

Aartolahti, Toive, 1965: Oberflächenformen von Hochmooren und ihre Entwicklung in Südwest-Häme und Nord-Satakunta. Fennia 93:1.

Aartolahti, Toive, 1967: On dating the genesis of peat banks and hollows in the raised bogs of southwestern Finland. Comptes Rendus de la Société géologique de Finlande 39, 71-86.

(se Eurola 1962) växer strängarnas medelhöjd norrut, medan den årliga medeltemperaturen sjunker. Däremot är vanligen medelhöjden större i de västra än i de östra delarna, fastän temperaturgradienten sjunker österut. En orsak till detta är att snötäcket bildas tidigare och är tjockare i de östra delarna i jämförelse med de västra. Tjälens djup är därför större i väst (Soveri och Varjo 1977), vilket reflekteras i strängarnas höjdvärden. De första högmosssträngarna uppstod för 3500-3200 år sedan i södra Finland; ett annat utbildningsmaximum har noterats vid ca. 2100 B.P. (jfr. Aartolahti 1967). De äldsta, morfologiskt och stratigrafiskt urskönjbara, strängarna ligger idag på samma ställen som för 3000 år sedan, så de är alltså rätt varaktiga former.

#### *Eoliska bildningar*

Eoliskt material förekommer i Finland i två olika former: som flygmo och flygsand. Flygsanden har avlagrats antingen som täcksand eller i dyner. Flygmon, som mycket påminner om Mellaneuropas löss, förekommer bara lokalt i tunna täcken på moränhöjder över eller vid HK i Lammi kommun, Syd-Tavastland. Täcksanden ligger huvudsakligen ovanpå glaciälviala bildningar, men i Nord-Karelen även på moränhöjder, s.k. vaara-morän (se Rainio 1978, 1982). Flygmo och täcksand har noterats söderom 2. Salpausselkä och har bildats under periglaciala förhållanden. De ackumulerades av de torra fallvindarna från inlandsisen.

Flygsand uppträder i stora fält med mjukt rundade kullar eller som dyner (Bild 3). Dynfälten finns nästan uteslutande på eller i närhet av glaciälviala avlagringar. Inlandsdynerna är dels parabeldyner, dels transversala dyner, medan de nutida havsstränderna karakteriseras av kustdyner. Parabeldynernas orientering och inre byggnad anger, att de deponerats av rådande NW-vindar. Dynfältens läge i förhållande till strandlinjens förskjutning visar, att inlandsdynerna bildats under Finiglacialen eller något senare, för 10000-8000 år sedan. De eoliska processerna upphörde nästan totalt därefter i södra Finland. De reaktiverades först för 400-100 år tillbaka, under den s.k. lilla istiden, då de nuvarande kustdynerna utbildades under influens av W-SW-S-vindar. Samtidigt förstördes stabiliserade fossila dyner och började vandra. (Aartolahti 1977, 1980). Idag är så gott som alla dyner inaktiva.

#### **SUMMARY**

#### **FOSSIL PERIGLACIAL FORMATIONS IN SOUTHERN FINLAND**

Periglacial formations have been studied in southern Finland only during the last ten years. Fossil patterned ground formations (sorted and nonsorted nets, sorted polygons, sorted and nonsorted circles) and fossil boulder depressions occur more frequently in the interior of the country and in high places than on the coast or in lowlands. The development of these formations began immediately after the deglaciation of southern Finland and its emergence out of the water, and the process ceased or considerably weakened at the later half of the Yoldia sea stage about 9000 years ago.



Fig. 3. Parabeldyner i Tohmajärvi kommun.

Fig. 3. Parabolic dune at Tohmajärvi commune, eastern Finland.

Several ice-wedge casts and sand wedges, 2-3.5 m deep, have been found in stratified drift in gravel pits and road cuts on the plateaus of the First and Second Salpausselkä end moraines in southern Finland. Five different types of ice-wedge casts and sand wedges have been distinguished on the basis of morphological and stratigraphical features. The distribution of ice-wedge casts and the regional differences in their size suggest, that ice-wedges were formed first on the First Salpausselkä 11 200-10 300 years ago and later on the Second Salpausselkä 10 500-10 300 years ago during the Younger Dryas period. Fossil tundra polygons have been found in connection with ice-wedge casts. Structures interpreted as periglacial involutions have been found at the top plateaus of the First Salpausselkä end moraine. These involutions conform to the »drip« or »plug« type but also resemble »stone pillars« based upon sediment type and structural shape. The structure of the formations suggest that they have been formed by vertical movements of material caused by freeze-thaw action. The presence of ice-wedge casts, fossil tundra polygons accompanying the ice-wedge casts and involutions on the top plateaus of Salpausselkä end moraines is the clear evidence of the past permafrost in mineral material during the Late-Pleistocene period.

Periglacial dune fields with fossilized parabolic dunes are common in southern Finland. These dunes date from the Late- and Post-Pleistocene periods, 11 000-8 000 years ago and were formed by the northwesterly winds. Transverse coastal dunes on recent coast of southern Finland were formed during the Little Ice Age, about 400-100 years ago, and they also may be held as periglacial formations. The strings of raised peat bogs, caused by hydrological, biological and frost processes appeared on bogs of southern Finland 3200 years ago.

#### *Litteratur*

Aartolahti, Toive, 1965: Oberflächenformen von Hochmooren und ihre Entwicklung in Südwest-Häme und Nord-Satakunta. Fennia 93:1.

Aartolahti, Toive, 1967: On dating the genesis of peat banks and hollows in the raised bogs of southwestern Finland. Comptes Rendus de la Société géologique de Finlande 39, 71-86.

- Aartolahti, Toive*, 1969: On patterned ground in southern Finland. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A. III.* 104.
- Aartolahti, Toive*, 1970: Fossil ice-wedges, tundra polygons and recent frost cracks in southern Finland. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A. III.* 107.
- Aartolahti, Toive*, 1977: Lentoheikka Suomessa. *Suomalaisen Tiedekatemian Esitelmät ja pöytäkirjat 1977*, 83-95.
- Aartolahti, Toive*, 1980: Periglasiialisen morfologian tutkimus Suomessa. *Terra* 92:2, 74-87.
- Black, R. F.*, 1973: Growth of patterned ground in Victoria Land. Antarctica. North American Contribution. Second Intern. Permafrost Conf.
- Donner, J. J., V. Lappalainen and R. G. West*, 1968: Ice wedges in southern Finland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 90, 112-116.
- Eurola, Seppo*, 1962: Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. *Annales Botanici Societas Vanamo* 33:2.
- Gibbard, Philip and Matti Saarnisto*, 1977: Periglacial phenomena at Tohmajärvi, eastern Finland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 99; 295-298.
- Kena, Atso*, 1957: Kuviomaat Laanilan ympäristössä. Opublicerat progradu-arbete. Geografiska Institut, Universitetet i Helsingfors.
- Niemelä, Jouko*, 1971: Die quartäre Stratigraphie von Tonablagerungen und der Rückzug des Inlandeises zwischen Helsinki und Hämeenlinna in Südfinnland. *Geological Survey of Finland, Bulletin* 253.
- Okko, Veikko*, 1954: Periglasiialisesta morfologiasta Suomessa. *Terra* 66:2, 54-57.
- Rainio, Heikki*, 1978: Eolisk finno i Nordkarelien i östra Finland. In: XIII Nordiske geologiske vintermøde, Jan. 1978, København. Abstracts, p 55.
- Rainio, Heikki*, 1982: Lössiä Etelä-Suomessa toisen Salpausselän distaalipuolella. *Geologi* 34:7, 134-136.
- Sauramo, Martti*, 1958: Die Geschichte der Ostsee. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A. III.* 51.
- Soveri, Jouko and Markku Varjo*, 1977: Roudan muodostumisesta ja esiintymisestä Suomessa vuosina 1955-75. *Publications of the Water Research Institute* 20.

## Södra Finlands blocksänkor

GUY SÖDERMAN

Söderman, G.: Södra Finlands blocksänkor. *Geografisk Tidskrift*, 82, 77-81, November 1. 1982.

*Map analysis and field inventory show that there are about 20000 boulder depressions in Finland south of 64° N. The features are most common in blocky till areas close to fracture zones in the bedrock. The depressions range in altitude from above the highest shore-line down to 25-30 m above present sea-level. They are youngest in the NW part. Some depressions show surface patterns.*

Guy Söderman, fil. dr. Geogr. Institutionen, Helsingfors Universitet, Finland.

Blocksänkor (boulder depressions) har i Norden uppfattats som frostmarksformer karakteriserade av en vertikal materialsortering (Högbom 1905, G. Lundqvist 1957, J. Lundqvist 1962). Däremot omnämns dessa former inte i Kartes regionalverk på periglacialformer (1979). Han föreslår, att flera sänkor antagligen är skelett av glaciala/glacifluviala former, som kvarblir efter en kraftig ursköljning och tillhörande borttransport av finmaterialet (1980).

Blocksänkor är kända från Finland sedan 1950- och 1960-talen även om blockkoncentrationer av denna typ omnämnt utan genetisk tolkning i ett antal beskrivningar av kvartärgeologiska kartor. Virkkala (1962) var den första som förklarade formerna vara resultat av blockuppfrysning av grova komponenter i morän. Sedermera har Aartolahti (1969) gjort en detaljerad regional undersökning över blocksänkor i södra Finland.

### INVENTERINGSMETOD

En av punkterna i det pågående programmet gällande en inventering av södra Finlands periglacialmorfologi, söder om 64°N, har varit att klarlägga blocksänkornas utbredning. Grundkartor i skalan 1:20000 har visat sig outhärliga vid inventeringen: på dessa har blocksänkor illustrerats som koncentrationer av block i fuktiga dälдер, sänkor, vid utkanterna av myrar och små sjöar (cf. Aartolahti 1969). Dessa har i första hand urskiljts från övriga typer av blockmarker (cf. Aartolahti 1971). Under åren 1979-82 har en stor del av de karttolkade sänkorna kollats i fält, varvid speciellt avvikande topografiska lokaler studerats. I mångt fall har sänkorna markerats som säkert tolkade om de motsvarar de topogra-