

- 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: Lösslä 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 Tidsskrift*, 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-

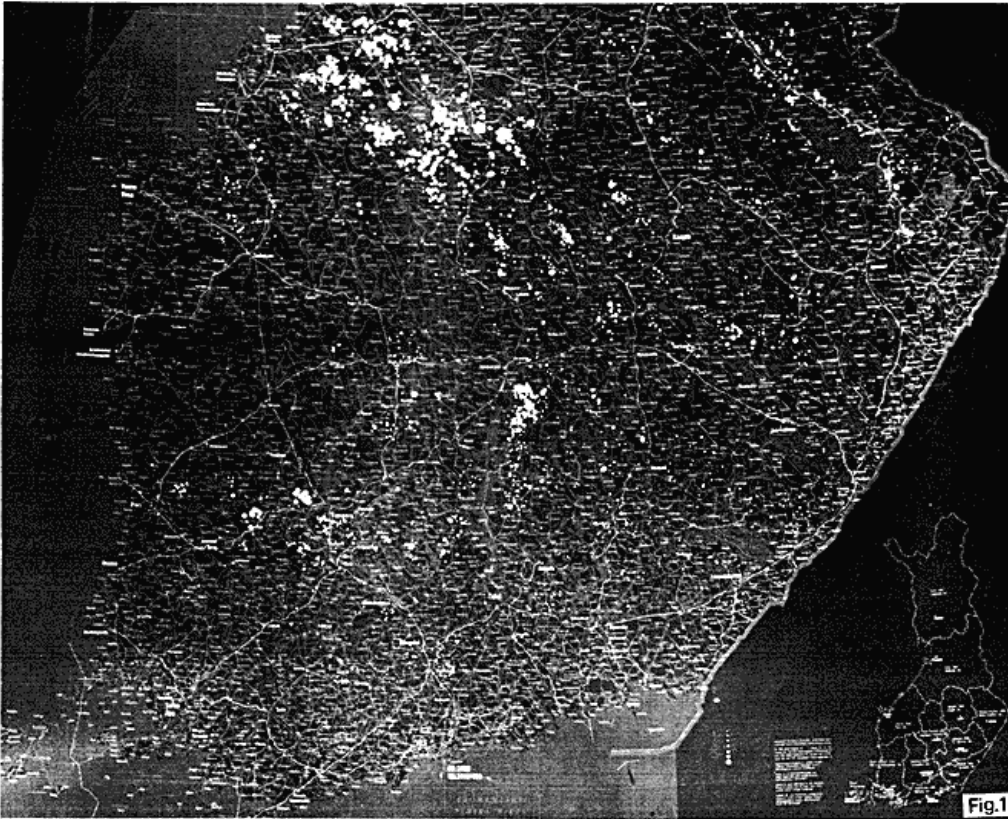


Fig. 1. Utbredning av blocksänkor i Finland söder om 64°N. Punkternas storlek anger täckningsgraden av samlingar på den finska grundkartan, 1:20000.

Fig. 1. Distribution of boulder depressions in Finland south of 64°N. The size of the dots indicates the coverage of depression clusters on the Finnish basic map, 1:20000.

Punktstorlek/dot size:
 2000-5000 m²/km²;
 5000-10000 m²/km²;
 10000-20000 m²/km²;
 20000-40000 m²/km²;
 40000-100000 m²/km²;
 100000-800000 m²/km²;
 ≥ 1 km².

fiska kriterier som konstaterats i fält – fältkontroll har visat att kartanalys är rätt säker, ca 95% av karttolkningen har motsvarat äkta blocksänkor.

MORFOLOGI

De minsta sänkor som illustrerats på kartor har en diameter inmot 40-50 m. I naturen omges dessa mindre sänkor oftast av ett antal mindre och en gradvis övergång till blockgröpar är uppenbar. Den täckning som illustrerats på kartorna motsvarar vanligen enbart 1/3 av den totala. Normalt är sänkorna något större, ca. 50-200 m långa, och ligger koncentrerade inom ett rätt begränsat område, mer sällan bildar de sammanhängande större komplex. De största enskilda sänkorna kan ha en yta på 10-20 ha, medan sammanhängande komplex kan uppvisa en täckningsgrad överstigande 1 km².

Ytmaterialets grovlek återspeglar oftast sänkans djup. De största djupen som i fält konstaterats ligger mellan 2.5-3 m.

Blocksänkor av mindre vanlig typ förekommer spritt inom undersökningsområdet:

- små sänkor kan besitta en perifer ytsortering med de grövre komponenterna i utkanten
- sänkor med välrundade komponenter förekommer inom glaciälviala kames-områden
- sänkor som anpassar sig till topografin av sluttningar kan variera till utseende: ofta förekommer långsträckta sänkor

som åtföljer kartans konturer, mer sällan löper de nedför sluttningar eller är terrasslikt uppbyggda

- sänkor med antydning av sekundär anrikning i form av nedåtsträvande blockströmmar är sällsynta.

UTBREDNING

I runt 20000 enskilda sänkor med en total täckning på 25-30 km² har påträffats inom området (fig. 1). Utbredningsbilden visar att sänkorna förekommer mycket utspridda. De saknas eller är mycket sällsynta inom vissa delar:

- utmed kusterna, som karakteriseras av tjocka postglaciala leravlagringar
- i Syd-Österbottens sandiga motrakter, var ytan karakteriseras av littoral och vittringsmorän-liknande sediment
- i områden med en aktiv isfront under recessionen, dvs. i drumlinsvärmar.

Stora områden med frekventa blocksänkor förekommer i samband med berggrundens tektoniska linjer. Brottdalar och vittringsdalar, vilka löpa i rät vinkel i förhållande till isframryckning eller recessionsriktningen har influerat omkringliggande sediment (plockning och ablation) som uppvisa en hög blockhalt. Speciellt vid korsningen av tektoniska linjer förekommer stora blocksänkor.

Utbredningsbilden visar emellertid att sänkorna inte direkt korrelerar med en speciell berggrundstyp; endast en rätt insignifikant korrelation med granitområden har lokalt kun-

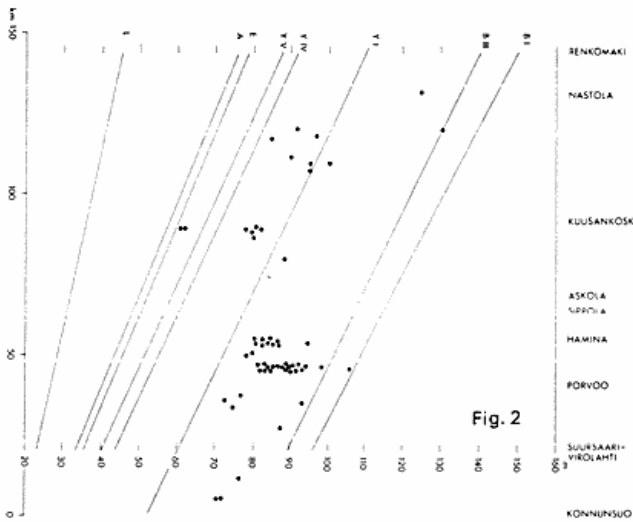


Fig. 2

na konstateras. Inom dessa områden är blocksänkans material huvudsakligen monomikt och blockmängden förefaller överskrida den mängd som kan väntas ha funnits i det lokala moräntäcket. Dyliga sänkor kan ha en andel preglacialt material insorterat: frostsprängda block som bevarats i bergrundens fickor från exaration och senare överlagrats av ett relativt tunt moräntäcke. Litologins betydelse för blocksänkorna ses mest i materialet grovlek, orienterade bergarter tenderar bilda mindre komponenter varför den lokala moränen i skifferområden har mindre block, som sedermera återspeglas i blocksänkans ytmaterial.

ÅLDER

Blocksänkornas ålder kan bara tentativt bestämmas. En viss maximal ålder erhålls om förekomsterna relateras till forna strandlinjer. Detta förutsätter premisser om att sänkor inte utbildas under is eller på djupt vatten. Fig. 2-5 utvisar hur blocksänkorna i fyra delområden förhåller sig till forna strandlinjer. Den generella trenden är att i SE-NW riktning blir sänkor yngre:

- i SE framför Salpausselkälinjen ligger de huvudsakligen på nivåer mellan BIII och YI (max ålder ca 10200-10000 år) (fig. 2)
- I Saimen området med tillhörande Salpausselkärygg ligger de utspridda på nivåer från över den högsta strand-

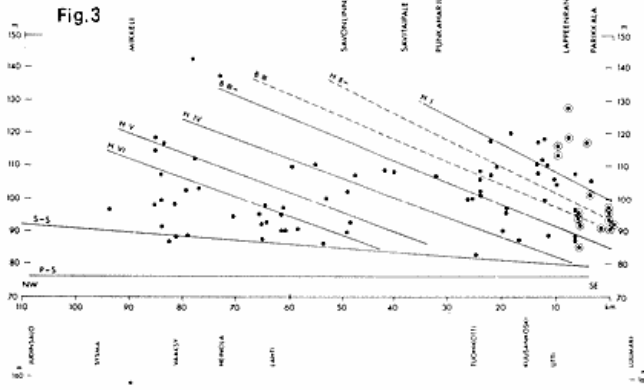


Fig. 3

Fig. 2-5. Ekvidistansdiagram utvisande blocksänkornas altitud i relation till forna strandlinjer i vissa delområden (se text).

Fig. 2-5. Equidistance diagrams illustrating the height of boulder depressions in relation to former shore-levels in some subareas (see text).

BI, BII, BIII-Baltiska isjön/Baltic Ice Lake; YI, YII, YIII, YIV, YV-Yoldiahavet/Yoldia Sea; E-Echineishavet/Echineis Sea; A-Ancylussjön/Ancylus Lake; LI-högsta Litorinanivå/highest level of Litorina Sea; HI...HVI - Saimens isdämda sjö/Ice-dammed Lake Saimaa; S-S Stor-Saimen/Great Lake Saimaa; A-P Stor-Päijänne/Old Lake Päijänne; P-S nuvarande Saimennivå/present Lake Saimaa.

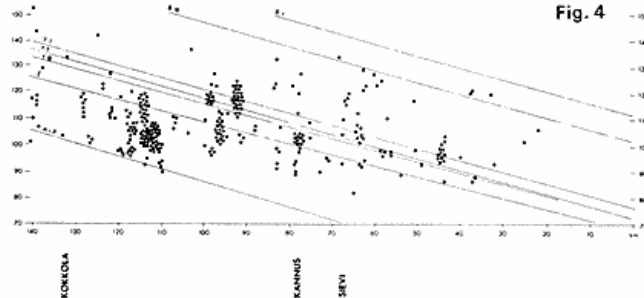


Fig. 4

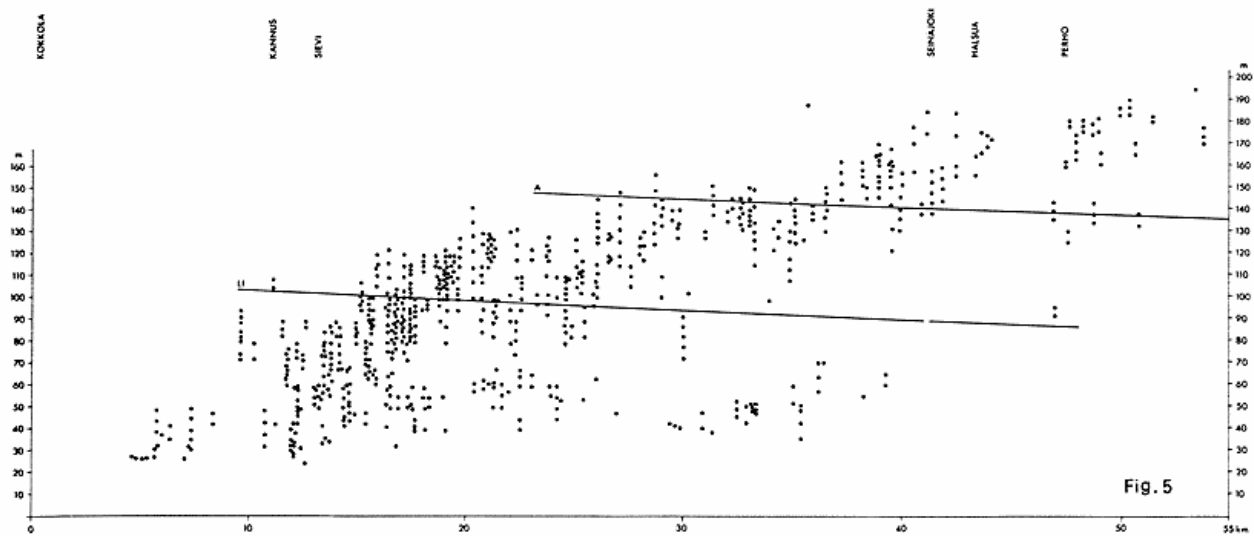


Fig. 5

- linjen till den lägsta issjöstrandlinjen (max. ålder ca 10700-10000 år) (fig. 3)
- i området mellan sjöarna Saimen och Päijänne förekommer de mest frekvent på nivåer mellan yngre Yoldia-stränder och Ancylus-stränder (fig. 4.)
- i NW mellan Suomenselkä vattendelare och den österbottniska kusten huvudsakligen under Ancylus-nivån (fig. 5).

Jämför man dessa data med Aartolahti's (1969) kan det konstateras att förekomsten i stort motsvarar en funktion av den tilltagande landytan under postglacial tid.

Det österbottniska delområdets sänkor är speciellt intressanta, eftersom en stor del förekommer på nivåer mellan LI-LIII, vilka tidsmässigt motsvara ungefär det postglaciala klimatiska optimet. De lägst belägna sänkor vid kusten kan inte enligt denna dateringsmetod vara mycket äldre än ca 2500-3000 år. Troligtvis utbildades de sänkor som ligger mellan LI-LIII samtida med dessa senare utvecklade sänkor. Tidsmässigt förefaller en bildningsperiod under Subboreal/Subatlantisk tid vara mer acceptabel. De facto, är vegetationen i dessa högre belägna sänkor mycket utvecklade; mossor saknas helt, lavtäcknet är huvudsakligen sammansatt av centimeterstora epipetriska lavthalli, som delvis partiellt kan saknas i sänkan.

De österbottniska blocksänkornas vegetationstäckning är således mycket avvikande från detsamma i de centrala och sydliga-östliga delarna av undersökningsområdet, var sänkor bär en tydligt fossil prägel. Vegetationen är emellertid inte avgörande för en sänkas eventuella ålder: en hög grundvattensnivå under en viss period kan effektivt decimera vegetationen varvid sänkan senare kan förefalla mer recent än den i själva verket är. Att observera är dock att det förekommer blocksänkor som ligger under transgressionsnivåerna av de stora sjöarna (Päijänne och Saimen). Dessa sänkor kan ha utvecklats först efter avtappningen av sjöarna via nuvarande dräneringsmönster, dvs. efter ca 6100-5500 år sedan. En postatlantisk utveckling förefaller vara trolig även i dessa fall. Dessa subrecenta blocksänkor har även sämre utvecklad vegetation.

Med tanke på ovannämnda eventuellt rätt kraftiga utveckling av blocksänkor under postatlantisk tid kan man fråga sig om inte åtminstone en del av de s.k. fossila sänkor även är yngre än deras maximala ålder. Har dessa former bildats kontinuerligt under postglacial tid med eventuellt avbrott under det klimatiska optimet? Har utvecklade sänkor genomgått en reaktiveringsfas senare som lett till deras fullbildande först under subrecent tid? Tyvärr kan dessa frågor inte besvaras i detta skede. Däremot finns det vissa indicier på att en del av blocksänkorna utvecklats rätt tidigt:

- blocksänkor förekommer på en del öar i de större sjöarna, vilket innebär att en utbredd arkipelag, som dominerade under tidig postglacial tid inom undersökningsområdet, inte utgjort något potentiellt hinder för utvecklingen
- i vissa blocksänkor i Nordkarelen har sekundärt avlagrad täcksand konstaterats i ostört skick i de nedre delarna av

skärningar. Denna täcksand deponerades antagligen rätt nära den retirande isranden, och antyder om att dessa sänkor utvecklades i en periglacial miljö.

RELATION TILL ÖVRIGA FROSTMARKSSTRUKTURER

I samband med fältarbetet har även vikt lagts vid studiet av övriga frostmarksformer associerade med sänkor. Hittills har följande strukturer noterats:

Jordöar av osorterat utseende, med celler av ca 5-6 m diameter. Dessa kan vara geliturbationsformer, även om en partiell uppfrysning av sänkan med tillhörande residuala moränplattor inte helt kan uteslutas i tolkningen. Formerna förekommer i såväl fossila som subrecenta sänkor.

Stenpolygoner bildande nät med celler av 2-4 m storlek har påträffats sporadiskt vid utkanterna av blocksänkor. Polygonerna bär ofta samma fossila prägel som sänkan. Sällsamt har polygoner med vattenfyllda vegetationslösa hörn påträffats.

Deformerade nät av eventuella stenringar eller -polygoner kan skönjas i vissa sänkors ytskikt. De gemensamma hörnen bildar nedsänkta gropar i sänkan på jämna intervall och en ytsortering med svaga polygonsidor kan urskönjas på ytan. Strukturerna ger intryck av att det på lokalen först utbildats strukturmark, men att fortsatt blockuppfrysning deformerat dessa former vid fullbildning av sänkan. Deformerade nätstrukturer förekommer i såväl fossila som subrecenta sänkor.

Stenöar (debris island) med tydligt utvecklad perifer sortering på ytan och en skorstensliknande genomträngningsstruktur i genomskärning, som antyder om uppumpning av underliggande material, är de vanligaste strukturformerna i blocksänkor. Ytan kan bära en tydligt fossil prägel som på intet sätt skiljer sig från sänkans, eller kan vara av mer recentare natur. Tydligt recenta stenöar är dock sällsynta.

Block revir är cirkulära former med en yttre blockvall i vilken blocken vanligen är diagonalt kantställda. Centrum upptas av ett exceptionellt stort centralt block omgivet på alla sidor av mindre stenkomponenter. Dessa former har troligen utbildats så, att det centrala blocket uppfrysit i snabbare takt än sin omgivning varvid det pressat omkringliggande block till en perifer vall. Osorterat material som legat på blocket har sedermera rasat och sorterats genom avsmältning av snö eller frost.

Kollapsringar är cirkulära former påminnande om blockrevir men med gropartat centrum. Detta kan ha radially sorterade mindre block, finmaterialfyllning (grus-mjåla) eller vara tomt. Kollapsringarna har en diameter på ca. 0.5-1.5 m och saknar tydlig penetrationsstruktur på djupet i motsats till blockrevir och stenöar. Genesen av dessa former är oklarlagd: en usköljning av finmaterial från stenringar, dödisrelikter eller kollaps av iskaka i eventuell minipingo kan komma i fråga. Formens struktur antyder dock rätt tydligt om kollaps av något slag.

RECENT FROSTAKTIVITET

Under recent tid påverkas blocksänkornas ytskikt av frostfenomen. Observationer gjorda under vårperioden antyder om att sänkorna blir snöfria avsevärt tidigare än omkringliggande terräng, då temperaturskillnaderna ännu är påtagliga. Resultat av detta står att finna oftast i frostsprängda block på ytan av sänkan. Enligt lokal befolkning hör man ibland om våren, »dynamitknallar« från sänkorna. Även fynd av recenta genomträngningsstrukturer (debris islands) antyda om frostaktivitet som verkar på mer än 1 m:s djup i vissa delar av området. Det förefaller dessutom som om vissa sänkor inom det NW hörnet av området fortfarande är aktiva i dag; noggranna mätningar om ytförskjutningar mm. i dessa sänkor har ännu inte utförts. Eventuellt föreligger det en zonering av frostaktiviteten i blocksänkorna i recent tid, som ej än har studerats i detalj.

SAMMANDRAG

Blocksänkor är frostmarksformer med en huvudsakligen vertikal sortering som ett resultat av differentiell uppfrysning av blockrikt utgångsmaterial. De framställer inga klimatiska kriterier om utbildningstid och -förhållanden. Däremot hör de till områden med säsongbetonad frostaktivitet, och om ej inskränkta till nedisade områden, trots typiska för dessa. Blocksänkorna är den mest utbredda och största frostmarksform inom den fennoskandiska skogsregionen i dag.

SUMMARY

Boulder depressions in southern Finland

Boulder depressions are in Nordic areas considered frost phenomena. Recent inventory of the periglacial morphology of southern Finland has dealt with the distribution, morphology, age and recent activity of these vertically sorted block concentrations too. Map analysis have facilitated the search for them, and field checking have been made during three years. About 20000 separate clusters of depressions, amounting to a total of 25-30 km² cover, have been discerned (fig. 1). The morphology of the depressions vary depending upon the local topography – most commonly they occur in ablation terrain, where the upfreeze of larger components have taken place from depth less than 3 m. A part of the monomict depressions may contain preglacial frost-weathered material. Depressions lack, or are scarce, along the coasts covered by postglacial sediments, in sandy tracts of Ostrobothnia and in areas of drumloid topography; they are most frequent close to fracture zones of the bedrock, which have influenced the glacial depositional regime.

The age of the boulder depressions can only tentatively be estimated on basis of shore-line displacements. Comparisons between four subareas (fig. 2) show that the features are oldest in SE Finland and that their age decrease towards NW, as a result of postglacial land-uplift. The youngest ones, in Ostrobothnia cannot be more than 2500-3000 years old. Fresh, vegetationfree, depressions occur at higher levels in Ostrobothnia too; these, and a few depressions below the lacustrine transgression levels in central Finland, are probably post-Atlantic in age.

Surficial parts of depressions often show patterning: soil islands, debris islands, sorted polygons and circular features of collapse-nature. Recent activity is observed in frost-cleaving of surface components, fresh cryoturbation structures and partial rejuvenation of depression.

LITERATUR

- Aartolahti, T.* 1969. On patterned ground in southern Finland. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III* 104, 1-30.
Aartolahti, T. 1971. Etelä-Suomen louhikoista. *Terra* 83:2, 74-80.
Högbom, A. G. 1905. Om s.k. »jäslera« och om villkoren för dess bildning. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 27.
Karte, J. 1979. Räumliche Abgrenzung und regionale Differenzierung des Periglaziärs. *Bochumer Geographische Arbeiten* 35, 1-211.
Karte, J. 1980. Rezente, subrezente und fossile Periglaziärscheinungen im nördlichen Fennoskandien. *Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.* 24:4, 448-467.
Lundqvist, G. 1951. Blocksänkor och några andra frostfenomen. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 73:3, 504-511.
Lundqvist, J. 1962. Patterned ground and related frostphenomena in Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning C.* 583.
Virkkala, K. 1962. Geological map of Finland, sheet Tampere. Explanation to the map of superficial deposits. *Geological Survey of Finland.*