

1 H Väte Hydrogen	2 He Helium Helium
3 Li Litium Lithium	4 Be Beryllium Beryllium
5 B Bor Boron	6 C Kol Carbon
7 N Kväve Nitrogen	8 O Syre Oxygen
9 F Fluor Fluorine	10 Ne Neon Neon
11 Na Natrium Sodium	12 Mg Magnesium Magnesium
13 Al Aluminium Aluminium	14 Si Kisel Silicon
15 P Fosfor Phosphorus	16 S Svavel Sulphur
17 Cl Klor Chlorine	18 Ar Argon Argon
19 K Kalium Potassium	20 Ca Kalcium Calcium
21 Sc Scandium Scandium	22 Ti Titan Titanium
23 V Vanadin Vanadium	24 Cr Krom Chromium
25 Mn Mangan Manganese	26 Fe Järn Iron
27 Co Kobolt Cobalt	28 Ni Nickel Nickel
29 Cu Koppar Copper	30 Zn Zink Zinc
31 Ga Gallium Gallium	32 Ge Germanium Germanium
33 As Arsenik Arsenic	34 Se Selen Selenium
35 Br Brom Bromine	36 Kr Krypton Krypton
37 Rb Rubidium Rubidium	38 Sr Strontium Strontium
39 Y Yttrium Yttrium	40 Zr Zirkonium Zirconium
41 Nb Niob Niobium	42 Mo Molybden Molybdenum
43 Tc Teknetium Technetium	44 Ru Rutenium Ruthenium
45 Rh Rhodium Rhodium	46 Pd Palladium Palladium
47 Ag Silver Silver	48 Cd Kadmium Cadmium
49 In Indium Indium	50 Sn Tenn Tin
51 Sb Antimon Antimony	52 Te Tellur Tellurium
53 I Jod Iodine	54 Xe Xenon Xenon
55 Cs Cesium Cesium	56 Ba Barium Barium
57 Fr Francium Francium	58 Ce Cerium Cerium
59 Pr Praseodym Praseodymium	60 Nd Neodym Neodymium
61 Pm Prometium Promethium	62 Sm Samarium Samarium
63 Eu Europium Europium	64 Gd Gadolinium Gadolinium
65 Tb Terbium Terbium	66 Dy Dysprosium Dysprosium
67 Ho Holmium Holmium	68 Er Erbium Erbium
69 Tm Thulium Thulium	70 Yb Ytterbium Ytterbium
71 Lu Lutetium Lutetium	72 Hf Hafnium Hafnium
73 Ta Tantal Tantalum	74 W Wolfram Tungsten
75 Re Rhenium Rhenium	76 Os Osmium Osmium
77 Ir Iridium Iridium	78 Pt Platina Platinum
79 Au Guld Gold	80 Hg Kvicksilver Mercury
81 Tl Tallium Thallium	82 Pb Bly Lead
83 Bi Vismut Bismuth	84 Po Polonium Polonium
85 At Astat Astatine	86 Rn Radon Radon
87 Fr Francium Francium	88 Ra Radium Radium
89 Ac Aktinium Actinium	90 Th Torium Thorium
91 Pa Protaktinium Protactinium	92 U Uran Uranium
93 Np Neptunium Neptunium	94 Pu Plutonium Plutonium
95 Am Americium Americium	96 Cm Curium Curium
97 Bk Berkelium Berkelium	98 Cf Californium Californium
99 Es Einsteinium Einsteinium	100 Fm Fermium Fermium
101 Md Mendelevium Mendelevium	102 No Nobelium Nobelium
103 Lr Lawrencium Lawrencium	104 Rf Rutherfordium Rutherfordium
105 Db Dubnium Dubnium	106 Sg Seaborgium Seaborgium
107 Bh Bohrium Bohrium	108 Hs Hassium Hassium
109 Mt Meitnerium Meitnerium	110 Ds Darmstadtium Darmstadtium
111 Rg Roentgenium Roentgenium	112 Cn Copernicium Copernicium
113 Uut Ununtrium Ununtrium	114 Fl Flerovium Flerovium
115 Uup Ununpentium Ununpentium	116 Lv Livermorium Livermorium
117 Uus Ununseptium Ununseptium	118 Uuo Ununoctium Ununoctium

57 La Lantan Lanthanum	58 Ce Cerium Cerium	59 Pr Praseodym Praseodymium	60 Nd Neodym Neodymium	61 Pm Prometium Promethium	62 Sm Samarium Samarium	63 Eu Europium Europium	64 Gd Gadolinium Gadolinium	65 Tb Terbium Terbium	66 Dy Dysprosium Dysprosium	67 Ho Holmium Holmium	68 Er Erbium Erbium	69 Tm Thulium Thulium	70 Yb Ytterbium Ytterbium	71 Lu Lutetium Lutetium
89 Ac Aktinium Actinium	90 Th Torium Thorium	91 Pa Protaktinium Protactinium	92 U Uran Uranium	93 Np Neptunium Neptunium	94 Pu Plutonium Plutonium	95 Am Americium Americium	96 Cm Curium Curium	97 Bk Berkelium Berkelium	98 Cf Californium Californium	99 Es Einsteinium Einsteinium	100 Fm Fermium Fermium	101 Md Mendelevium Mendelevium	102 No Nobelium Nobelium	103 Lr Lawrencium Lawrencium

Alkalimetall Alkali metal	Alkalisk jordartsmetall Alkaline earth metal	Övergångsmetall Transition metal	Halvmetall Semimetal	Ickemetall Nonmetal
Övrig metall Basic metal	Halogen	Ädelgas Noble gas	Lantanoid Lanthanide	Aktinoid Actinide

Figur 14. Periodiska systemet. Grundämnen med röd stil är analyserade för atlasens moränprov. Periodic system. Elements analysed in the till for the atlas in red letters.

Kartor

Maps

Kartorna i denna atlas visar förekomsten av huvud- och spårelement i olika provtagningsmedier (morän, betesmark och bäckvattenväxter). Antalet provlokaler som kartorna för de olika provslagen baseras på skiljer sig stort och är 2 578 lokaler för morän (2 614 lokaler för pH) och 179 lokaler för betesmark. De biogeokemiska kartorna baseras på mer än 38 000 provlokaler för de flesta elementen.

Kartornas geokemiska mönster bildas av regionala anomalier där elementhalten i flera intilliggande lokaler är högre (positiva anomalier) eller lägre (negativa anomalier) än den genomsnittliga elementhalten för hela analysmängden för respektive element. Uttrycket anomali i texten avser en positiv anomali. När man hänvisar till en negativ anomali är detta specifikt uttryckt. Elementanomalierna kan generellt förklaras av typ av berggrund, förekomster av mineraliseringar, typ av jordart, effekter av markprocesser, pH-Eh-förhållanden, inslag av organiskt material m.m. Enstaka höga analysvärden kan påvisa mineralisering eller ha antropogena orsaker, t.ex. konstgödsling.

Kartbeskrivningar med tillhörande diagram är baserade på morän. Färgremsan i rubriken för varje element följer färgerna i det periodiska systemet (fig. 14) och visar vilken kategori elementet tillhör. Kartan nedan visar de landskap och platser som nämns i atlasen.



The maps in the atlas illustrate the distribution pattern of major and trace elements in three different sampling media (till, grazing land soil and water plants). The number of sample sites for the three sample media differs significantly with 2 578 sites for till (2 614 samples for pH) and 179 sites for grazing land. The biogeochemical maps are based on more than 38 000 sites for most elements, with some exceptions.

The geochemical distribution patterns on the maps show regional anomalies defined by high (positive) and low (negative) element concentrations in neighbouring samples in comparison to the average element contents in the whole data set. The term anomaly in the text refers to a positive anomaly. When referring to a negative anomaly this is expressed specifically. Most of the anomalies can be explained by the bedrock type, mineralisations, soil type, soil forming processes, pH-Eh relationship, the presence of organic matter and so on. Single high element concentrations can often be related to local mineralisation or an anthropogenic source, for example the use of fertilisers.

The map description and the associated diagrams focus on the till results. The colored strip in the head of each element follows colours in the periodic system (Fig. 14) showing the categories for the elements. The map below shows the provinces and places that are mentioned in the atlas.



SILVER

Silver uppträder i ren form i naturen men är vanligast i sulfider och arsenider samt som spårelement i blyglans, zinkblände och kopparkis. Vulkaniska bergarter och vissa sedimentära bergarter (skiffer, sandsten) kan ha höga silverhalter. Mobiliteten hos silver beror på redoxförhållande, pH och tillgången på halidjoner. I sura och oxiderande miljöer är silver mobilt. Metallen binder lätt till lermineral och organiskt material samt faller ut tillsammans med järn- och manganhydroxider.

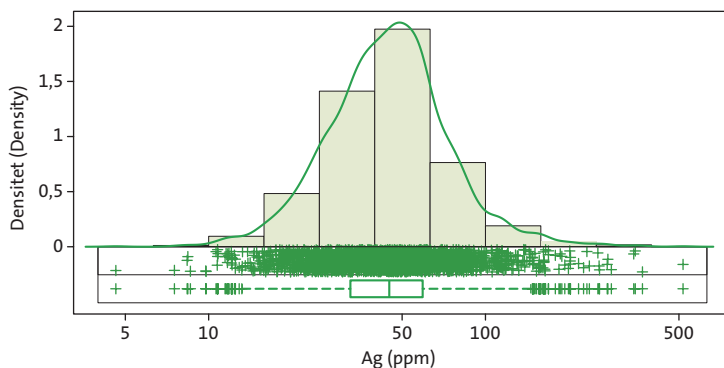
Det finns fler än 600 förekomster av silver i landet, och det geomiska mönstret för silver i morän ansluter tydligt till många av dem. I norra Sverige (Lappland och Västerbotten) och i de centrala delarna (Dalarna och Jämtland) förekommer höga silverkoncentrationer i moränen i samband med sulfider (Cu, Zn) och oxidmineraliseringar (Fe, Sn, W), huvudsakligen i bergarter som metavulkaniter och skarn. Silveranomalier i morän som sammanfaller med kända silvermineraliseringar i Västerbotten och i södra Lappland är ofta associerade med Ni-Cu-Co-mineraliseringar i basiska metavulkaniter (grönstenar). Silveranomalier i Kaledoniderna kopplas till kända Ag-, Au-, Cu-, As-, Zn- och Pb-mineraliseringar i kvartsgångar och metasedimentära bergarter. I Bergslagen korrelerar silveranomalier med Pb-Zn-Cu-Ag-mineraliseringar i vulkaniska och sedimentära bergarter och lokalt med Sn-Pb-Cu-Bi-Fe-mineraliseringar i granit. Kända silvermineraliseringar i dolomitisk skarn nära Sala syns som tydliga silveranomalier i morängeokemin. Höga silverhalter i glaciala avlagringar norr och öster om Vättern kan däremot inte kopplas till några kända silvermineraliseringar utan till paleozoiska sedimentära bergarter. I Skåne korrelerar höga silverhalter med Pb- och Zn-sulfidmineraliseringar i kambrisk sandsten (t.ex. de nedlagda gruvorna med Ag och Pb i Tunbyholm, Gladsax och Moahall nära Simrishamn) och är associerade med Ti-, Nb-, V-, Zr- och fluoritmineraliseringar.

SILVER

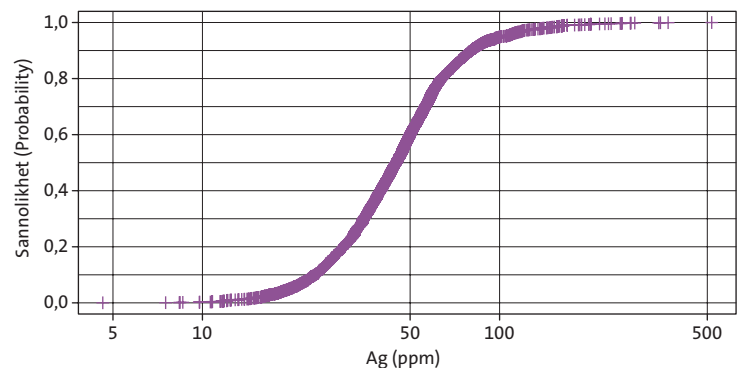
Silver occurs in native form in nature but is more common in sulphides and arsenides and as a trace element in galena, sphalerite and chalcopryrite. Volcanic rocks and some sedimentary rocks (shale, sandstone) may have high silver concentrations. The mobility of silver in soil depends on redox conditions, pH and the presence of halide ions. Silver is mobile in acidic and oxidising environments. It binds strongly to clay minerals and organic matter, and co-precipitates with iron and manganese hydroxides.

More than 600 deposits with silver occur all over the country, and the dispersion pattern of silver in till connects well to many of these mineralisations. In the northern (Lappland and Västerbotten) and central (Dalarna and Jämtland) parts of Sweden, high silver concentrations in till are related to sulphide (Cu, Zn) and oxide (Fe, Sn, W) mineralisations, mainly hosted by metavolcanic rocks and skarn. Silver anomalies in till coincide with known silver mineralisations in Västerbotten and in the southern part of Lappland, and are often related to Ni-Cu-Co deposits located in basic metavolcanic rocks (greenstones). Silver anomalies within the Caledonides point to the known Ag, Au, Cu, As, Zn and Pb mineralisations in quartz veins and metasedimentary rocks. In Bergslagen in central Sweden, silver anomalies correlate with Pb-Zn-Cu-Ag mineralisations in volcanic and sedimentary rocks and locally with Sn-Pb-Cu-Bi-Fe mineralisations in granite. The famous silver deposits hosted by dolomitic skarn near Sala are readily outlined by silver anomalies in the till. However, the high silver concentrations in glacial deposits north and east of Vättern are not associated with known mineralisations but rather with Paleozoic sedimentary rocks. In Skåne, high concentrations of silver correlate with Pb and Zn sulphide mineralisations in Cambrian sandstone (e.g. the closed Ag-Pb mines in Tunbyholm, Gladsax and Moahall near Simrishamn) and are accompanied by Ti, Nb, V, Zr and fluorite deposits.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



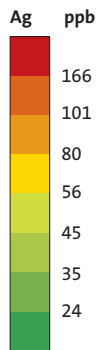
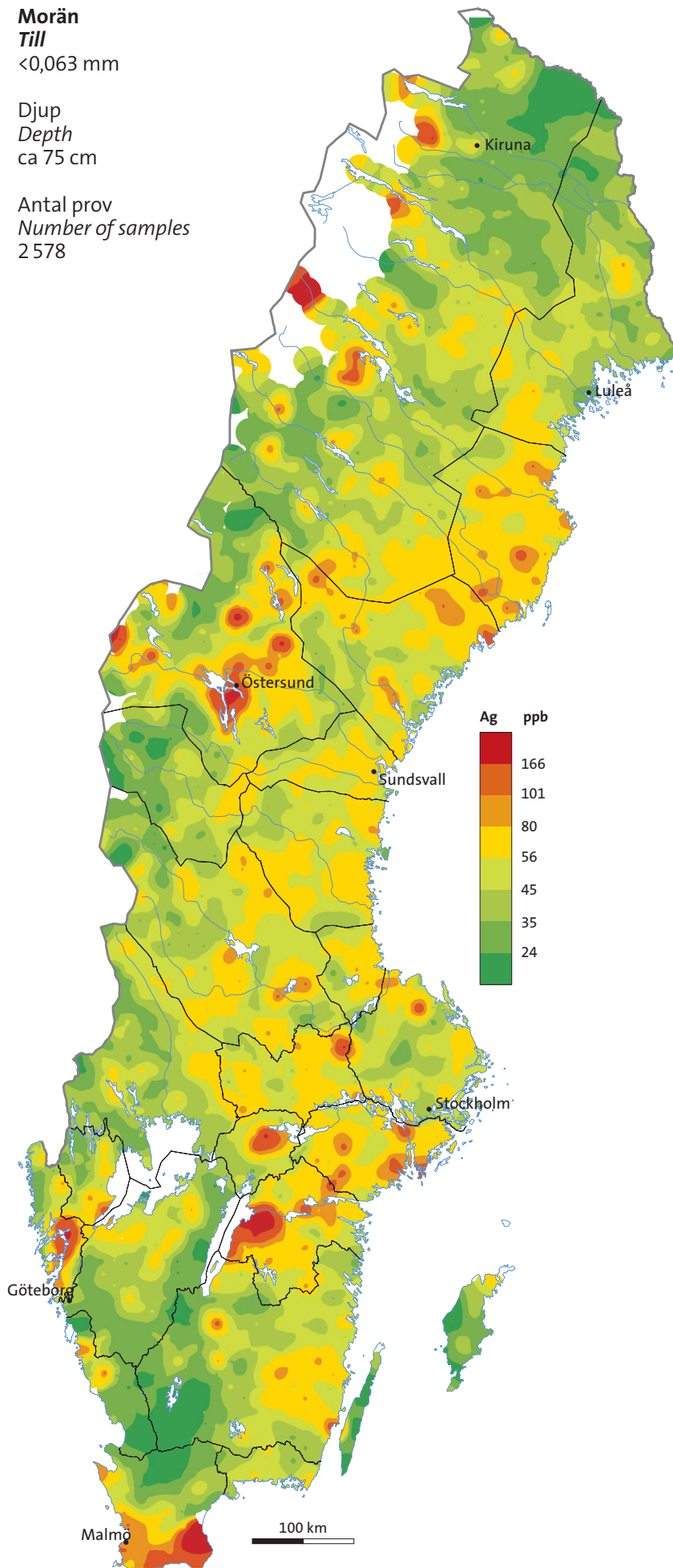
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

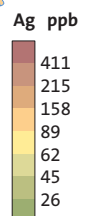
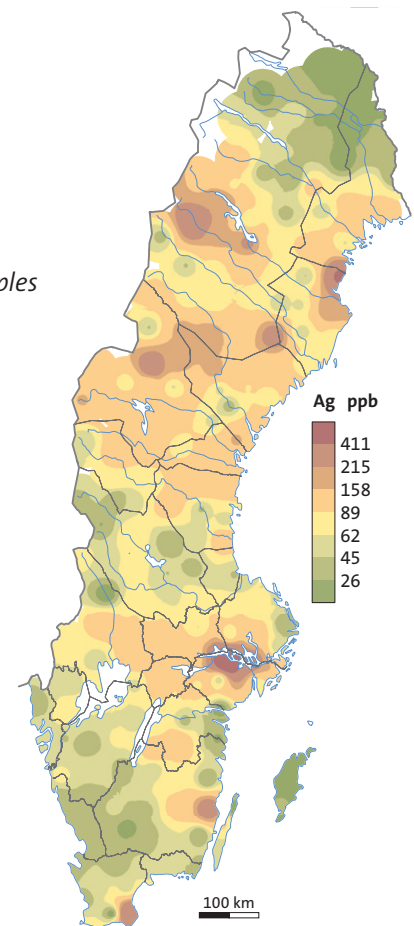
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



ALUMINIUM

Aluminium är det tredje vanligaste grundämnet i jordskorpan. Det är ett huvudelement i många bergartsbildande mineral som fältspat, glimmer, amfibol och lermineral. Aluminium finns i både kristallina bergarter (granit, basalt), sedimentära bergarter (lerskiffer) och alkalina bergarter (syenit, anortosit). De senare visar vanligen de högsta aluminiumhalterna.

Vittrade aluminosilikater (t.ex. kaolinit och illit) utgör huvudkomponenter i många jordar. Därför korrelerar höga aluminiumhalter med högt lerinnehåll. Sekundärt bildade aluminiumhydroxider (gibbsit, böhmit, diaspor) utgör de ekonomiskt viktigaste källorna till aluminium.

Lösligheten av aluminium är starkt pH-beroende. Vanligen är metallen relativt icke-mobil men blir lös i sura ($\text{pH} < 5,5$) och mycket basiska miljöer ($\text{pH} > 8$).

I Sverige hittas höga aluminiumhalter i Kaledoniderna där det tunna moräntäcket överlagrar paleozoiska sandstenar och lerskiffer, metasedimentära bergarter samt, lokalt, kristallina bergarter i de tektoniska fönster som blottar urberget.

I nordligaste Sverige korrelerar aluminiumanomalier med arkeiska och paleoproterozoiska bergarter (främst granitoider och alkalina bergarter) som innehåller höga halter av kalifältspat, plagioklas och glimmer. I centrala Sverige, i området mellan Östersund och Sundsvall, kan aluminiumanomalier kopplas till kristallina magmatiska intrusivbergarter (Revsundsgranit) och ortognejs.

Spridda aluminiumanomalier i landet korrelerar med sen-paleoproterozoiska till tidig-mesoproterozoiska granitoider. Mindre aluminiumanomalier i morän finns i områden som överlagrats av marin lera, t.ex. i Mälarenregionen. I Skåne har höga aluminiumhalter sitt ursprung i paleozoiska svartskifferar och kretaceiska leravlagringar.

Morän som överlagrar sedimentära bergarter i Dalarna (dalasandsten) och Västerbotten (metasedimentära bergarter tillhörande Bottniska bassängen) innehåller låga aluminiumhalter.

ALUMINIUM

Aluminium is the third most abundant element in the Earth's upper continental crust. It is a major component of many rock-forming minerals such as feldspar, mica, amphibole and clay minerals. Aluminium occurs both in crystalline rocks (e.g. granite, basalt), sedimentary rocks (e.g. shale) and alkaline rocks (e.g. syenite, anorthosite). The latter usually have the highest aluminium concentrations.

The weathering products of aluminosilicates (e.g. kaolinite and illite) are major components in soils. Therefore, high aluminium concentrations in a soil correlate directly with high clay contents. Secondary aluminium hydroxides (gibbsite, boehmite, diaspor) are the most important economic sources of aluminium.

The solubility of aluminium is strongly pH dependent. The metal is rather immobile but can become soluble under acidic ($\text{pH} < 5,5$) and highly alkaline ($\text{pH} > 8$) conditions.

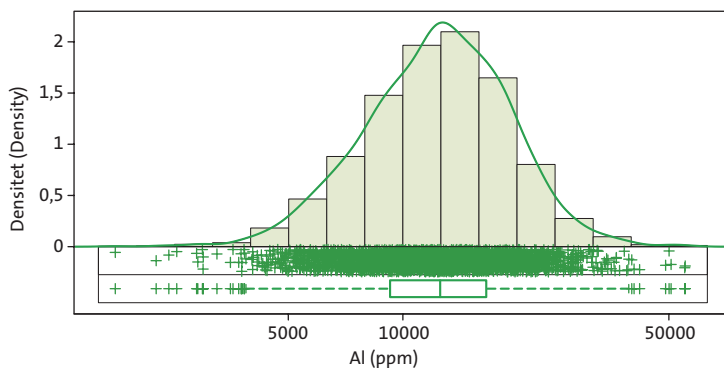
In Sweden, high aluminium concentrations in till occur in the Caledonian mountain chain where the till cover is thin and overlies Paleozoic sandstones and shales, metasedimentary rocks and, locally, crystalline rocks in the tectonic windows exposing the older basement.

In northernmost Sweden, large aluminium anomalies correlate with Archean and Paleoproterozoic rocks (mainly granitoids and alkaline rocks), that are rich in potassium feldspar, plagioclase and mica. In central Sweden, between Östersund and Sundsvall, aluminium anomalies point to crystalline magmatic plutons (Revsund granite) and orthogneiss.

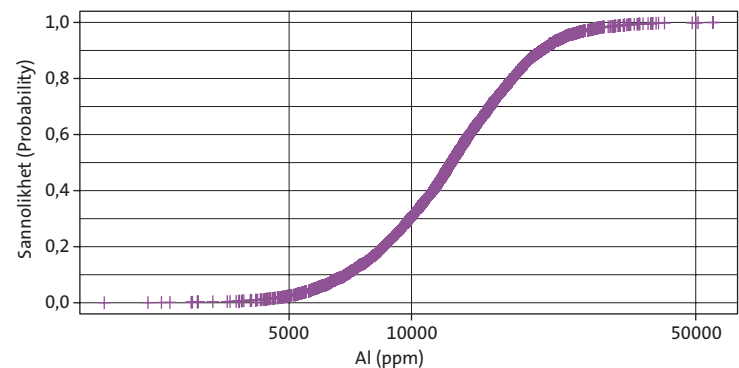
Scattered aluminium anomalies all over the country correlate with occurrences of Late Paleoproterozoic to Early Mesoproterozoic granitoids. Minor aluminium anomalies in till can be observed in areas overlain by marine clay, e.g. in the Mälaren region of central Sweden. In Skåne, high aluminium contents originate from Paleozoic black shale and Cretaceous clay deposits.

Till that is underlain by sedimentary rocks in Dalarna (Dala sandstone) and Västerbotten (metasedimentary rocks of the Bothnian Basin) contains low aluminium concentrations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



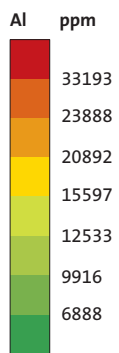
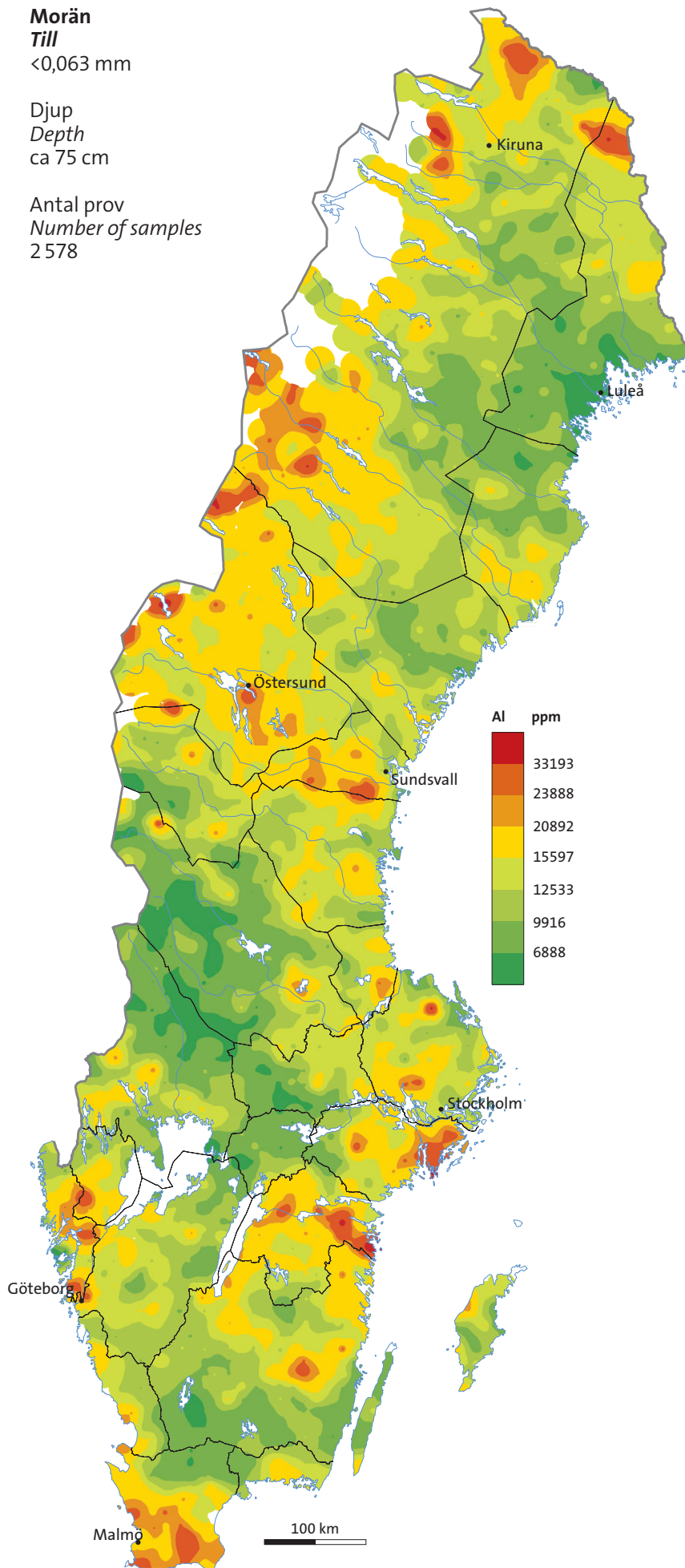
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

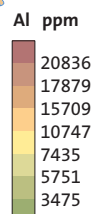
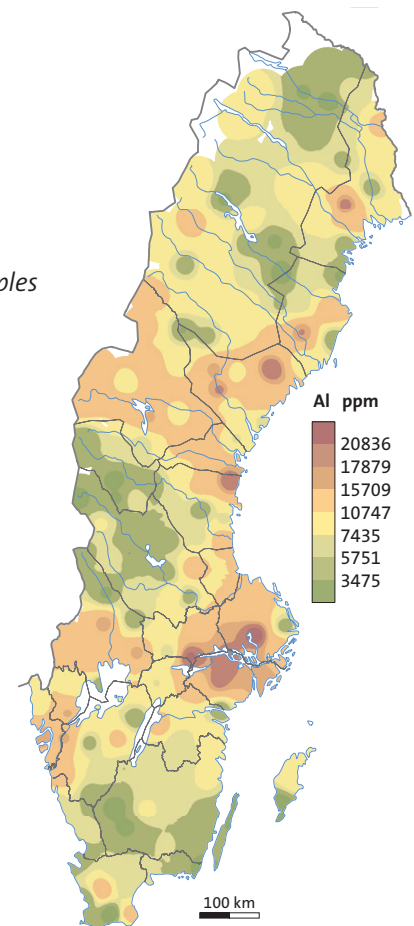
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



As

ARSENIK

Arsenik visar hög affinitet till svavel och förekommer huvudsakligen som sulfider och arsenider, t.ex. arsenikkis (FeAsS). I bergartsbildande mineral kan arsenik ersätta järn och aluminium. Därför förekommer spår av arsenik i vanliga silikater, exempelvis i fältspat.

Många bergarter innehåller små mängder arsenik. Hydrotermala processer kan anrika arsenik, vilket kan leda till höga arsenikhalter i hydrotermalt omvandlade vulkaniska bergarter, lerskiffer, metamorf skiffer och i kol. Arsenik används som indikatorelement inom prospektering då det är ett grundämne som ofta förekommer tillsammans med epitermala och mesoterma mineraliseringar, i synnerhet av guld.

Lösligheten för många arsenikföreningar är hög, medan mobiliteten i jord och sediment är begränsad på grund av den höga adsorptionen till lermineral, järn-oxy-hydroxider och organiskt material.

Höga arsenikkoncentrationer i morän i Sverige är generellt förknippade med polymetalliska sulfidmineraliseringar i Skelleftefältet, Västerbotten, Lappland, Jämtland och Bergslagen. Höga halter förekommer också i kambrisk–ordovicisk svartskiffer längs den kaledoniska bergskedjan, i området mellan Vänern och Vättern (Kinnekulle och Billingen), öster och norr om Vättern samt i södra Sverige. I sydöstra Skåne korrelerar höga arsenikhalter med ediakarisk–kambrisk sandsten med Pb-Zn-Ag-mineraliseringar.

ARSENIC

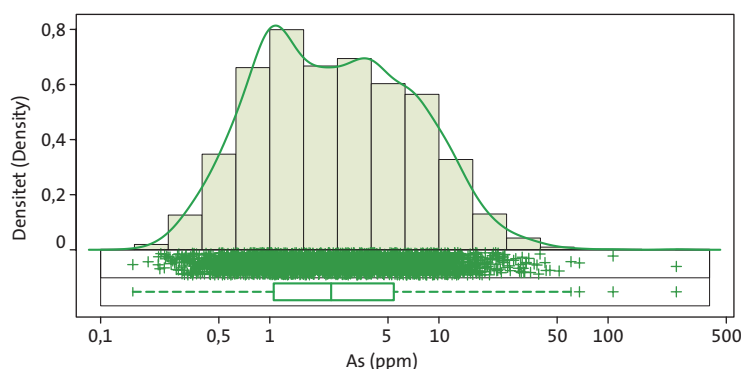
Arsenic shows a strong affinity to sulphur and occurs mainly in the form of sulphides and arsenides, e.g. arsenopyrite (FeAsS). In rock-forming minerals, arsenic substitutes iron and aluminium. Thus, trace amounts of arsenic can occur in common silicates, for instance in feldspar.

Most rock types have low arsenic concentrations. Hydrothermal processes can lead to the enrichment of arsenic. High arsenic levels may therefore occur in some hydrothermally altered volcanic rocks, sedimentary shale, metamorphic schist and in coal. The element is used in mineral exploration as a pathfinder for epithermal and mesothermal deposits, especially of gold.

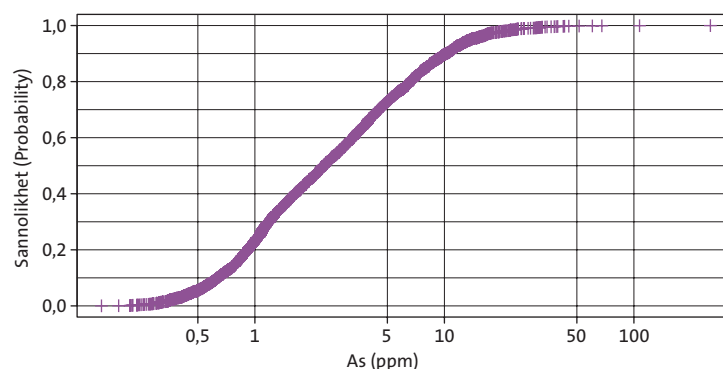
While the solubility of many arsenic compounds is high, the mobility of arsenic in soil and sediments is limited due to strong adsorption to clay minerals, iron-oxy-hydroxides and organic matter.

High arsenic concentrations in till in Sweden are generally related to polymetallic sulphide mineralisations in the Skellefte district, Västerbotten, Lappland, Jämtland and Bergslagen. High arsenic concentrations occur in Cambrian to Lower Ordovician black shale along the Caledonian mountain front, between Vänern and Vättern (Kinnekulle and Billingen), east and north of Vättern and in southern Sweden. In south-eastern Skåne, arsenic anomalies correlate with Ediacaran to Cambrian sandstone hosting Pb-Zn-Ag mineralisations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



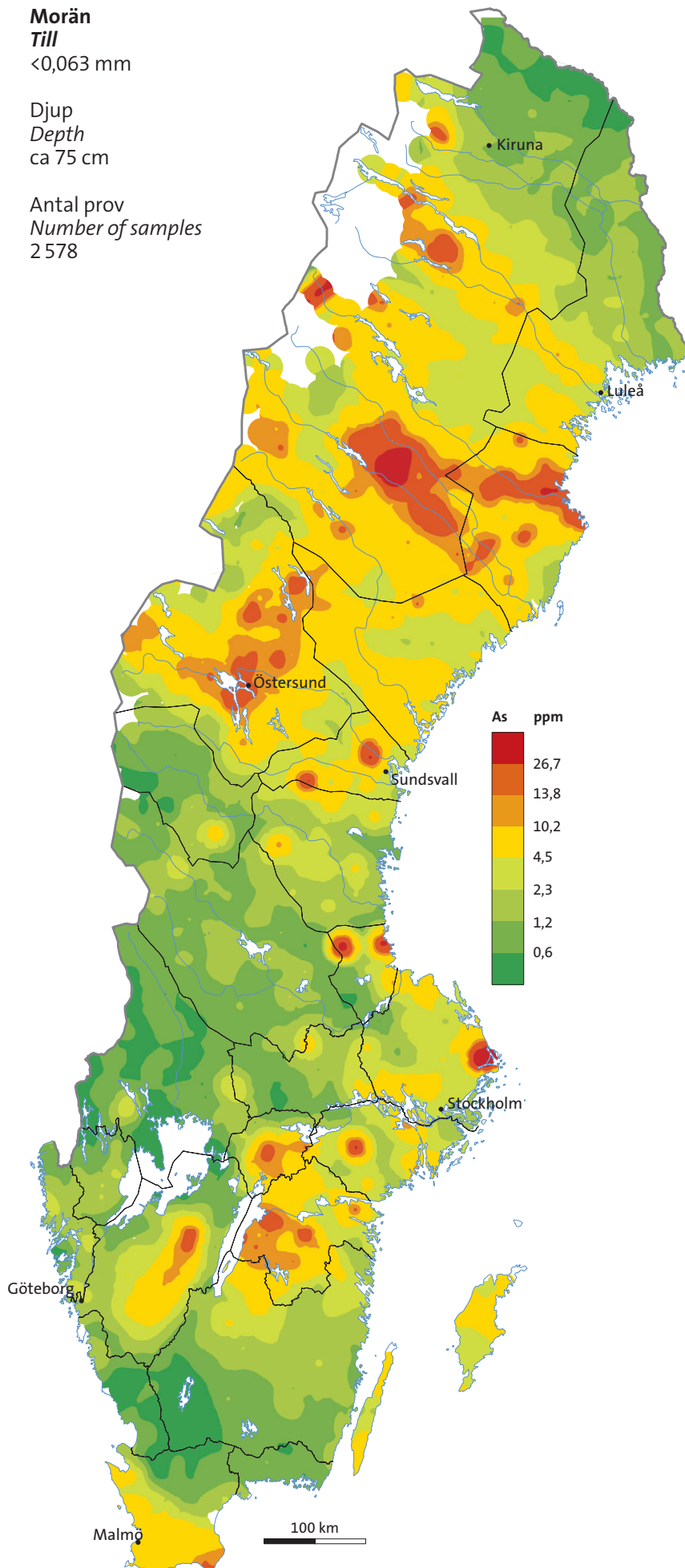
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
 <0,063 mm

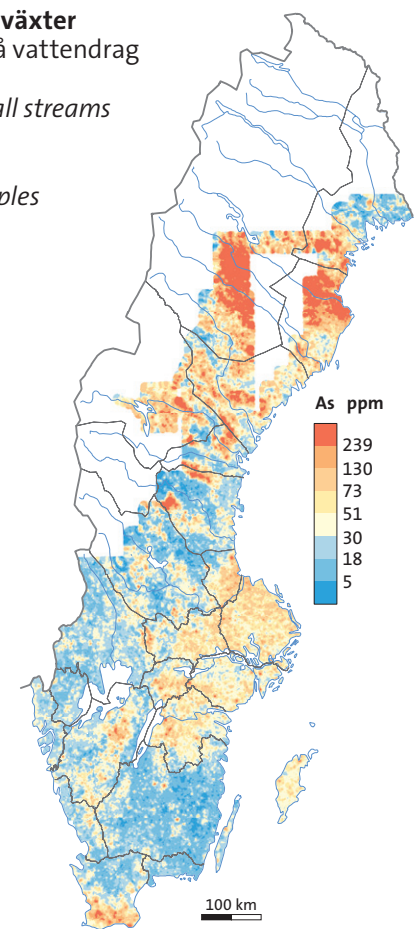
Djup
 Depth
 ca 75 cm

Antal prov
 Number of samples
 2578



Vattenlevande växter
 Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
 Collected in small streams

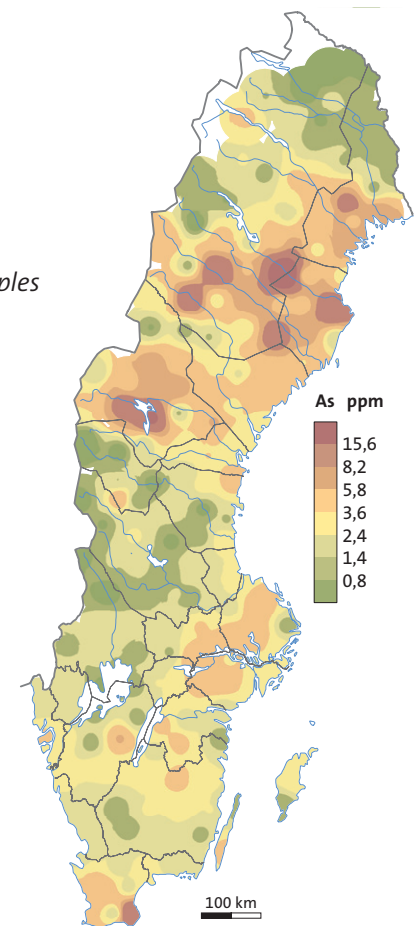
Antal prov
 Number of samples
 38 066



Betesmark
Grazing land
 <2 mm

Djup
 Depth
 0–10 cm

Antal prov
 Number of samples
 179



Au

GULD

Guld förekommer i naturen i gedigen form, men även som legeringar med silver och koppar (elektrum), i tellurider (calaverit, sylvanit) och som föreningar med koppar, kvicksilver, antimon och vismut. Spår av guld kan hittas i vanliga sulfider som pyrit, zinkblände, blyglans och kopparkis samt i oxider som kromit och magnetit. Höga guldhalter uppträder huvudsakligen i mafiska magmatiska bergarter (gabbro och diorit), i basiska till intermediära vulkaniska bergarter (basalt, andesit, trakt) och i metasomatiska bergarter (t.ex. greisen). Guld förekommer i olika typer av hydrotermala och epitermala mineraliseringar associerade med kvartsgångar och sulfidmineral, samt i vaskavlagringar som flingor, korn och nuggets.

Guld är mycket orörligt, det är icke-reaktivt och har låg aktivitet i lösning med undantag för när det bildar komplex med cyanidjoner, $\text{Au}(\text{CN})_2$. Höga guldhalter i växter och humusrika jordar som överlagrar guldmineraliseringar orsakas av organiskt material och bakteriell aktivitet.

I nordligaste Sverige påvisar guldanomalier i glaciala avlagringar mineraliseringar av guld främst i basiska vulkaniska bergarter (grönstenar) och i kvartsgångar (t.ex. Pahtohavare nära Kiruna). Längre söderut i Lappland och Västerbotten uppträder Gulmlinjen som markeras tydligt av guldanomalier. Höga guldhalter i morän i Skelleftefältet korrelerar med guldmineraliseringar och aktiva gruvor (t.ex. Björkdalsgruvan). I Bergslagen, Värmland, Dalsland och Småland finns höga guldhalter i moränen i närheten av kända guldmineraliseringar och historiska gruvor, t.ex. Harnäs och Silvergruvan (med Pb, Zn, Ag och Cu) i Värmland och Ädelfors gruva (med Bi, Fe och Cu) i Småland.

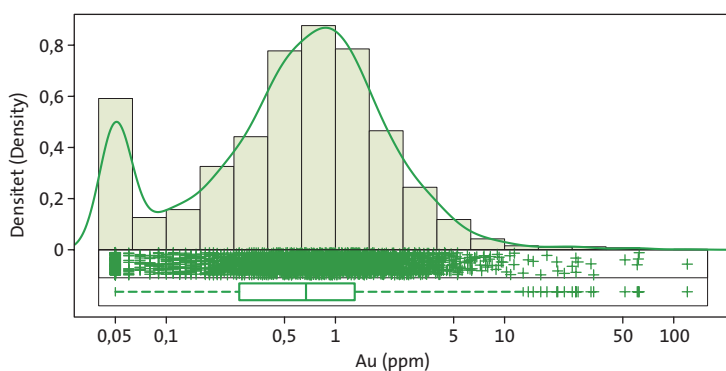
GOLD

Gold occurs in nature in its native form, but also as alloys with silver and copper (electrum), in tellurides (calaverite, sylvanite), and as compounds with copper, mercury, antimony and bismuth. Trace amounts of gold can be found in common sulphides such as pyrite, chalcopyrite, galena and sphalerite, and in oxides such as chromite and magnetite. High gold concentrations occur mainly in mafic igneous rocks (gabbro and diorite), in basic to intermediate volcanic rocks (basalt, andesite, trachyte) and in metasomatic rocks (e.g. greisen). Gold also occurs in several types of hydrothermal and epithermal deposits in association with quartz veins and sulphide minerals, and in placer deposits in the form of flakes, grains and nuggets.

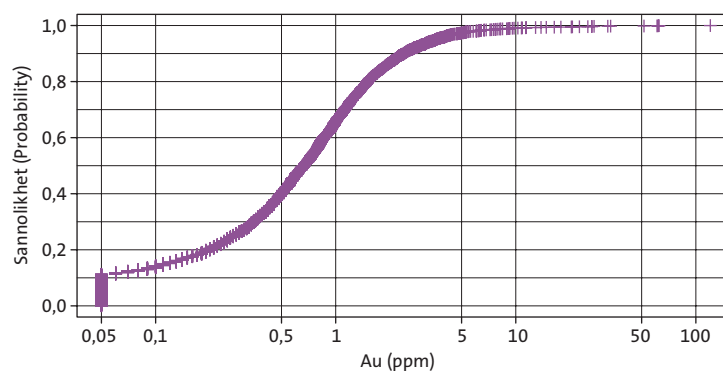
Gold is very immobile and non-reactive and, with the exception of its cyanide form, $\text{Au}(\text{CN})_2$, has low activity in solution. High gold concentrations in plants and humus-rich soils overlying gold deposits result from interactions with organic matter and bacteria.

In northernmost Sweden, gold anomalies in glacial deposits point to gold mineralisations hosted mainly by basic volcanic rocks of the greenstone belts and by quartz veins (e.g. Pahtohavare near Kiruna). Further south in Lappland and Västerbotten, the Gold Line mineralisations are well delineated by gold anomalies. High gold concentrations in till in the Skellefte district correlate well with deposits and active mines (e.g. the Björkdal mine). Anomalies occurring in Bergslagen, Värmland, Dalsland and Småland point to known gold mineralisations and historical mines, for example the Harnäs and Silvergruvan mines (with Pb, Zn, Ag and Cu) in Värmland and the Ädelfors mine (with Bi, Fe and Cu) in Småland.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



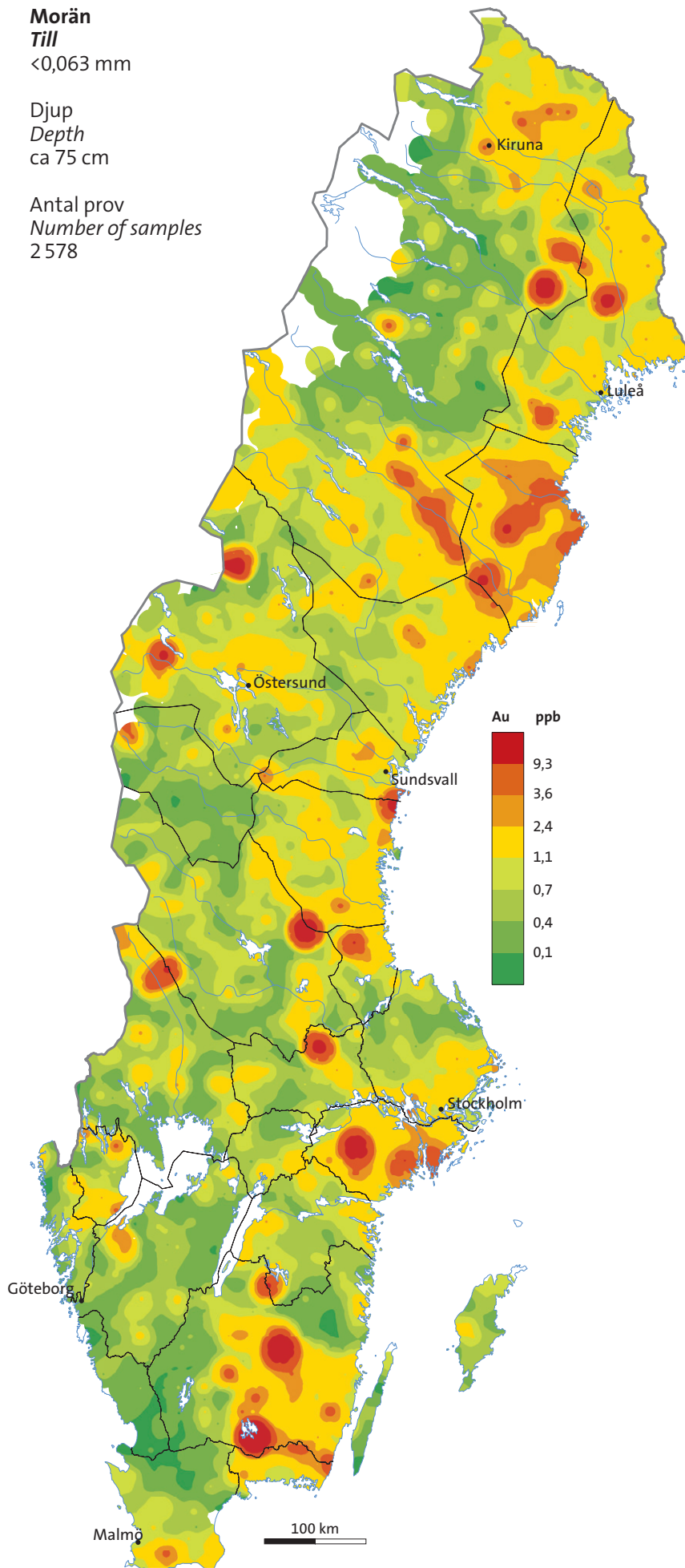
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

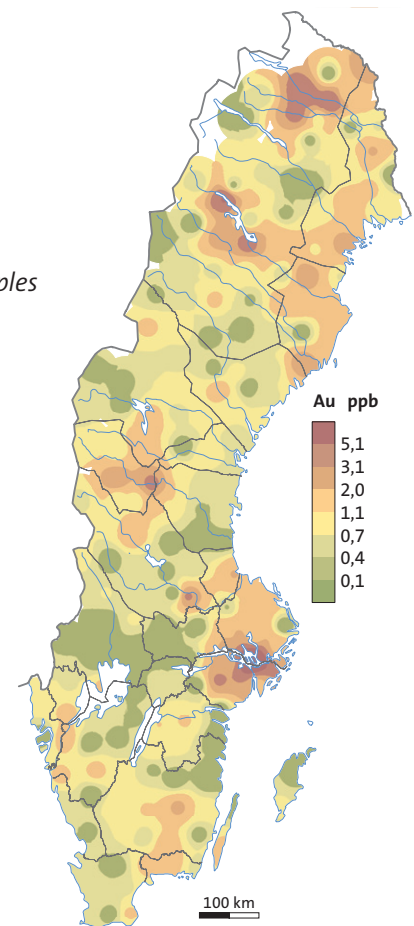
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



B

BOR

Den huvudsakliga källan till bor är senmagmatiska bergarter, i synnerhet pegmatit. Bor bildar många mineral. Det vanligaste är turmalin, som förekommer i pegmatiter, och en grupp borater (t.ex. borax) som är vanliga i evaporitförekomster. Spår av bor finns i vissa bergartsbildande mineral (t.ex. muskovit och fältspat) och i lermineral.

Även om bor inte visar hög löslighet från magmatiska mineral (som turmalin) kan det vara lösligt i jord och adsorberas lätt till lermineral (t.ex. illit), organiskt material och järn-aluminiumoxider. Sekundär anrikning av bor kan uppträda i leror och karbonater, och marin lera innehåller vanligtvis höga halter på grund av den ursprungliga förekomsten av bor i havsvatten. Anrikning av bor sker även i jord som är rik på organiskt material, speciellt i miljöer med lågt pH.

En stor andel av analysresultaten för bor i morän hamnar under detektionsgränsen (ca 70 %). Detta beror på både hög detektionsgräns och den låga koncentrationen i jord.

Förhöjda borhalter i morän påträffas i marin svartskiffer i Jämtland (nära Storsjön) och norrut längs randen av Kaledoniderna, i området mellan Vänern och Vättern (Billingen) samt öster och norr om Vättern. Ett samband mellan halterna av bor, aluminium och kalium indikerar att bor har en tendens att anrikas i lerrik morän. Morän påverkad av marina avlagringar som visar förhöjda borhalter förekommer i Mälardalen och i Skåne.

Höga borkoncentrationer förekommer även i karbonatrik morän på Gotland och Öland samt i sydligaste delen av Skåne. Dessa höga halter kan relateras till förekomsten av paleozoisk till kenozoisk kalksten och mörgel. I områden med tunna jordlager (t.ex. Gotland och Öland) kan en viss andel bor möjligen komma även från konstgödsel som använts inom jordbruket.

BORON

The primary sources of boron are late-stage magmatic rocks, especially pegmatites. Boron forms a variety of minerals. The most common is tourmaline, which occurs in pegmatites, and a group of borates (e.g. borax) that are known from evaporite deposits. Trace amounts of boron occur in rock-forming minerals (e.g. muscovite and feldspar) and in clay minerals.

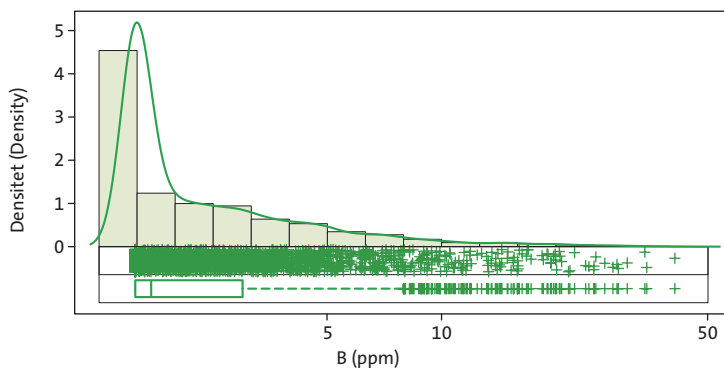
Although boron shows poor leachability from magmatic minerals (e.g. tourmaline), it can be soluble in soil and is strongly adsorbed to clay minerals (e.g. illite), organic matter and iron-aluminium oxides. Secondary deposits of boron can be found in clays and carbonates, and marine clay normally have higher boron concentrations due to the primary occurrence of the element in sea water. Boron can be enriched in organic-rich soils, especially in environments with low pH.

The analytical results for boron in till must be viewed with some caution due to the high detection limit and generally low concentrations in soils (c. 70% of the results are below detection limit).

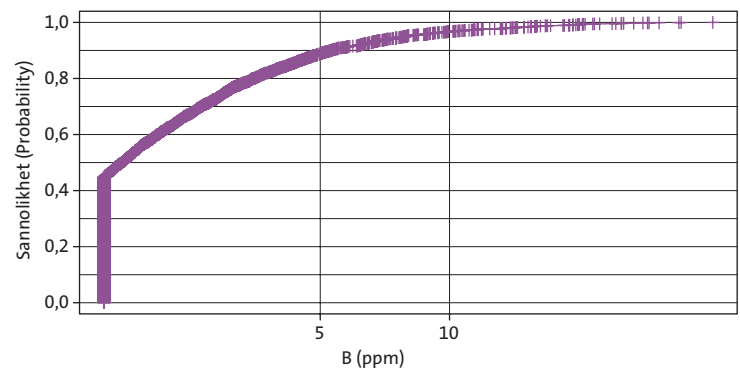
Elevated boron concentrations occur in till overlying marine black shale in Jämtland (near Storsjön) and northwards along the Caledonian front, between Vänern and Vättern (Billingen) and east and north of Vättern. There is a relationship between boron, aluminium and potassium concentrations which indicates that boron is enriched in clay-rich till. Till that is influenced by marine deposits and contains elevated boron concentrations occurs in the Mälaren region (central Sweden) and in Skåne.

High boron concentrations have also been observed in carbonate-rich till on Gotland and Öland and in southernmost Skåne. These high levels are related to the presence of Paleozoic to Cenozoic limestone and marlstone. In areas with thin soil cover (e.g. Gotland and Öland), a certain percentage of the boron may also originate from the input of fertilisers.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



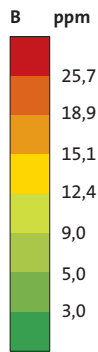
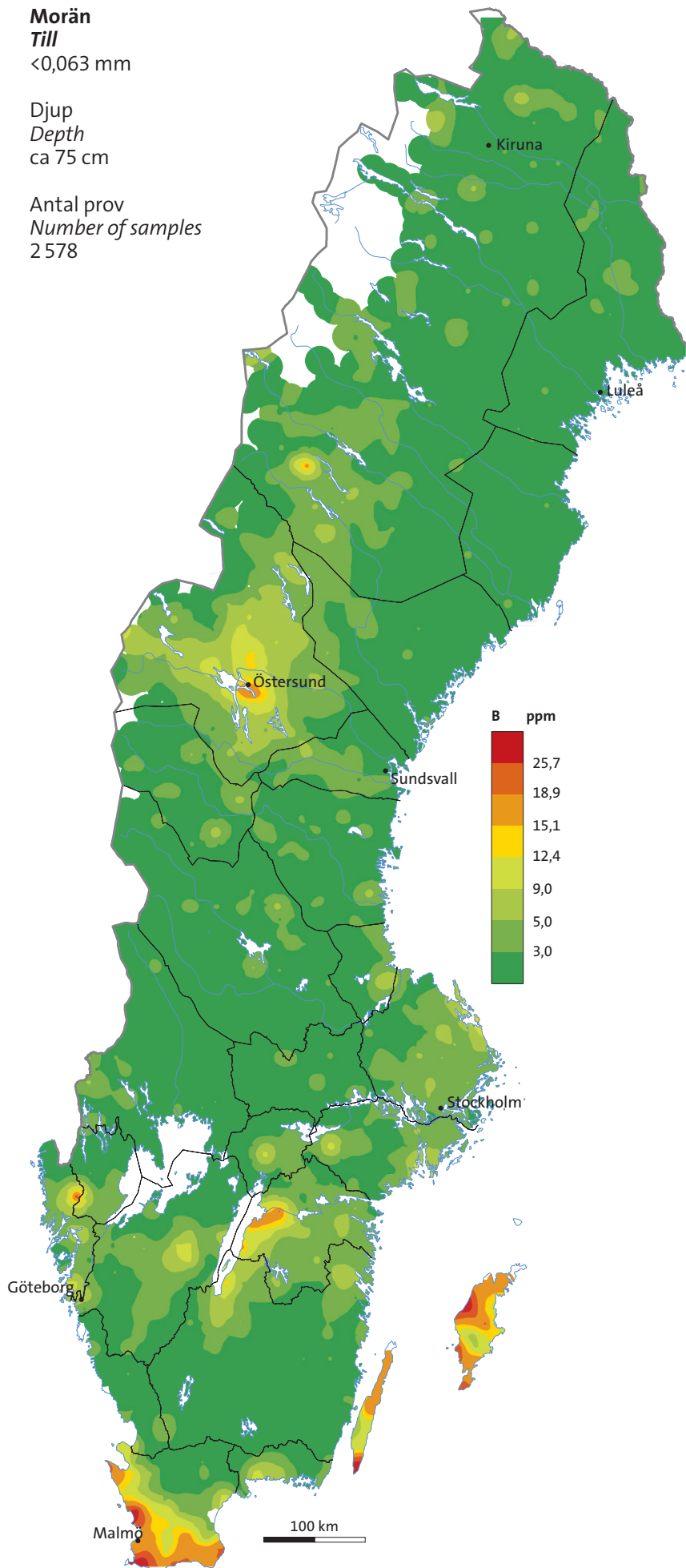
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

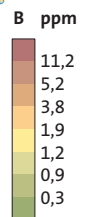
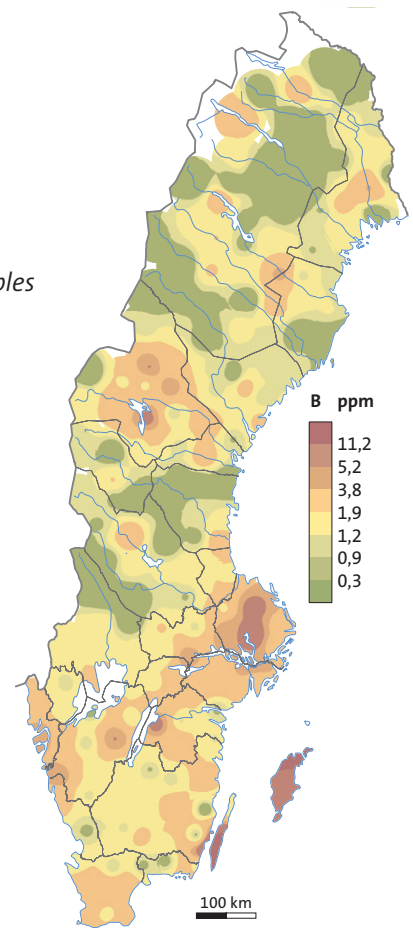
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ba

BARIUM

Barium bildar egna mineral, det vanligaste är baryt. Barium förekommer även i små mängder i bergartsbildande silikater som fältspat och glimmer i vilka det ersätter kalium. De högsta bariumhalterna (upp till 2000 ppm) påträffas i felsiska och alkalina bergarter. Även sedimentära bergarter som är rika på kalifältspat, t.ex. arkos, kan ha höga bariumhalter. Barium kan anrikas i hydrotermalt omvandlade områden och i mineraliseringar av basmetaller, speciellt Pb-Zn-sulfid-mineraliseringar i kalksten och dolomit.

Mobiliteten hos barium är låg. Det faller ofta ut som sulfat eller karbonat och anrikas i mangan- och fosforkonkretioner. Barium har en stark tendens att adsorberas till lera och järnoxider.

De högsta halterna av barium i glaciala avlagringar förekommer i nordvästra Sverige, där de främst orsakas av sedimentära bergarter (t.ex. arkos) och deras metamorfa motsvarigheter. Bariumanomalier i nordligaste Sverige överlappar med höga halter av aluminium i morän som korrelerar med arkeiska till paleoproterozoiska kristallina bergarter rika på kalifältspat (främst granitoider och alkalina bergarter). Mesoproterozoiska magmatiska bergarter (svekonorvegiska och möjligen äldre) i södra Sverige är lokala källor till höga bariumhalter i morän.

I Kaledoniderna förknippas höga bariumkoncentrationer med närvaron av svartskiffer och metasedimentära bergarter rika på kalifältspat, t.ex. neoproterozoisk arkos. Höga halter av barium finns även i tektoniska fönster med paleoproterozoiska kristallina bergarter. Höga bariumhalter relaterade till den underliggande svartskiffen förekommer även i Västergötland (Billingen) och på södra Öland. I sydöstra Skåne finns höga bariumhalter i morän som täcker kambrisk sandsten och skiffer som är rik på fältspat.

BARIUM

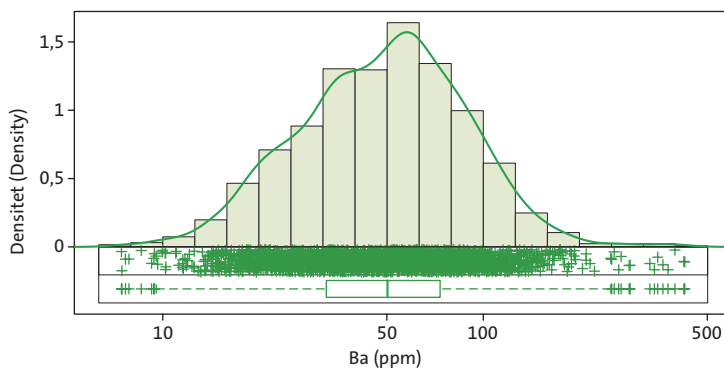
The most common mineral that barium forms is baryte. Barium also occurs in trace amounts in rock-forming silicates like feldspar and mica where it usually substitutes for potassium. The highest barium concentrations (up to 2000 ppm) are found in felsic and alkaline rocks. High concentrations also occur in sedimentary rocks that are rich in potassium feldspar, for example, arkosic sandstone. Barium can be enriched in hydrothermally altered regions and in base-metal mineralisations, especially Pb-Zn sulphide deposits in limestone and dolomite.

The mobility of barium is low. It commonly precipitates as sulphate or carbonate and is enriched in manganese and phosphorus concretions. It also shows a strong tendency to adsorb to clay and iron oxides.

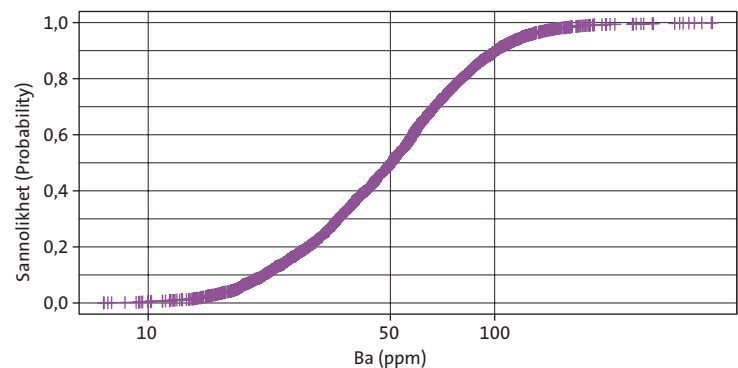
The highest barium concentrations in glacial deposits occur in north-western Sweden, where they mainly originate from sedimentary rocks (e.g. arkose) and their metamorphic equivalents. Barium anomalies in northernmost Sweden overlap with high aluminium concentrations in till that correlate with Archean to Paleoproterozoic crystalline rocks rich in potassium feldspar (mainly granitoids and alkaline rocks). Mesoproterozoic igneous rocks (Sveconorwegian and possibly older) of southern Sweden are local sources of elevated barium concentrations in till.

In the Caledonides, high barium concentrations point to the presence of black shale and metasedimentary rocks that are rich in potassium feldspar, for example Neoproterozoic arkose. High barium concentrations also outline tectonic windows with Paleoproterozoic crystalline rocks. Elevated barium concentrations related to the underlying black shale also occur in Västergötland (Billingen) and on southern Öland. In south-eastern Skåne, high barium concentrations in till can be connected to underlying feldspar-rich Cambrian sandstone and shale.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



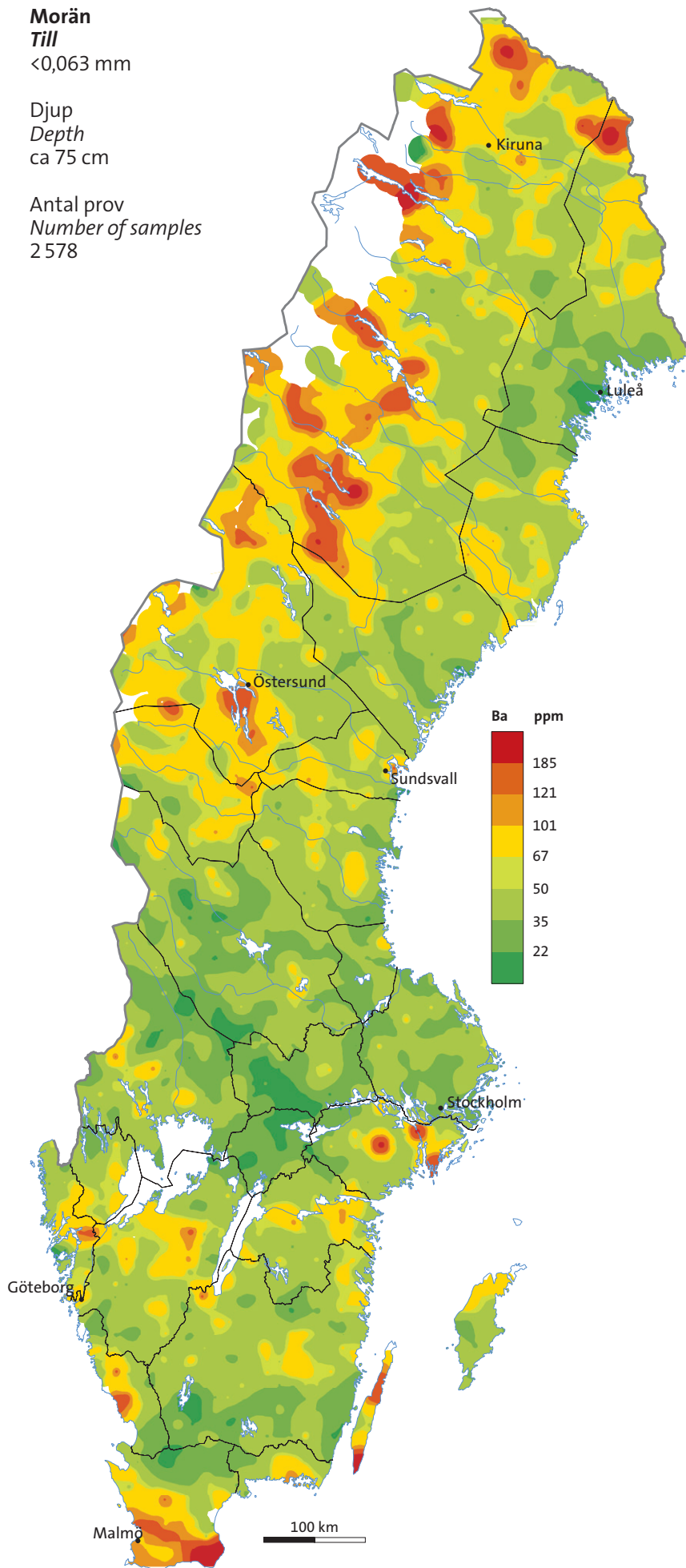
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

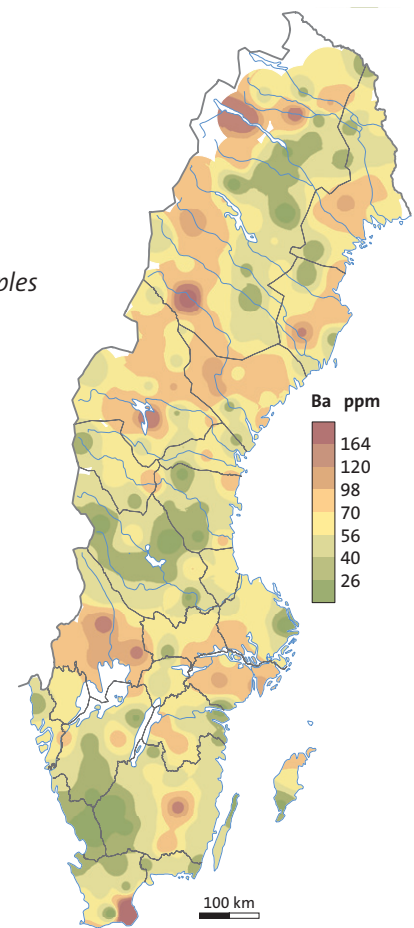
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Be

BERYLLIUM

Beryllium bildar sällsynta mineral som beryll och krysoberyll vilka utgör ekonomiskt viktiga källor till beryllium. Dessa mineral finns huvudsakligen i senmagmatiska bergarter och i pegmatiter. Sekundär anrikning sker i finkorniga sedimentära bergarter rika på lermineral (lerskiffer) och i kol.

Beryllium är relativt mobilt vid lågt pH och har en stark tendens att adsorbera till lermineral, organiskt material och järn-manganhydroxider.

Höga berylliumhalter finns i glimmerrik morän som överlagrar granit, pegmatit, gnejs, sura metavulkaniter, metagråvacka och skiffer rika på glimmer och fältspat. Längs randen av Kaledoniderna i norra Sverige kan berylliumanomalier kopplas till förekomsten av skiffer (svartskiffer) och arkosisk sandsten (rik på kalifältspat). I Jämtland finns höga berylliumhalter i morän som överlagrar glimmerrik lerskiffer och slamsten samt paleoproterozoiska metasedimentära bergarter. Morän som överlagrar svartskiffer (t.ex. väster och öster om Vättern) tenderar att ha förhöjda berylliumhalter. I Skåne korrelerar höga berylliumhalter med underliggande sedimentära bergarter (lerskiffer) av olika åldrar (paleozoiska, mesozoiska och paleogena) och lokala kolavlagringar.

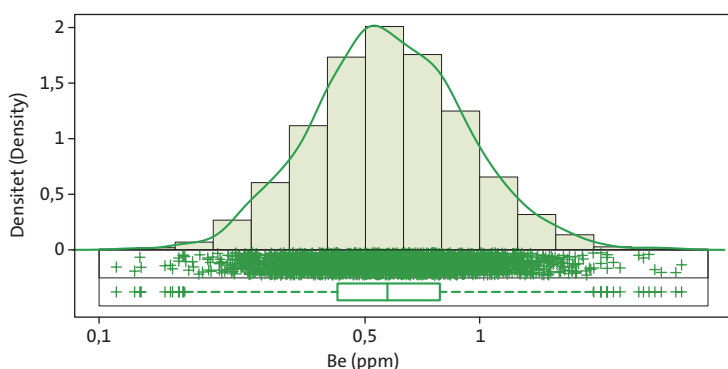
BERYLLIUM

Beryllium forms rare minerals such as beryl and chrysoberyl, which are the main economic sources of beryllium. These minerals are found mainly in late magmatic rocks and pegmatites. Secondary enrichment of beryllium occurs in fine-grained sedimentary rocks that are rich in clay minerals (shale) and in coal.

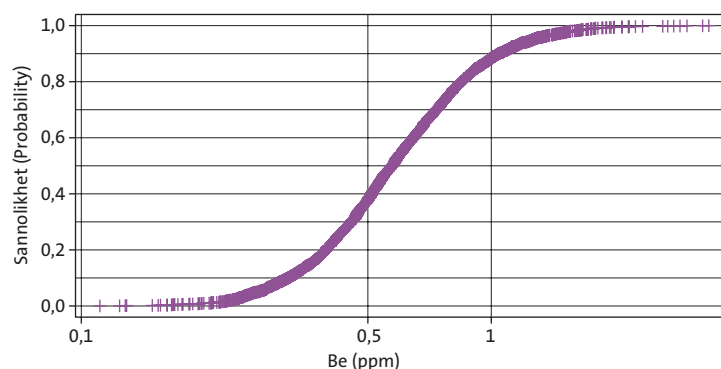
Beryllium is relatively mobile at low pH, and has a strong tendency to adsorb to clay minerals, organic matter and iron-manganese hydroxides.

High beryllium concentrations occur in mica-rich till underlain by mica- and feldspar-rich granite, pegmatite, gneiss, acid meta-volcanic rocks, metagreywacke and schist. Along the Caledonian front in northern Sweden, beryllium anomalies can be connected to the occurrences of shale (e.g. black shale) and arkosic (rich in potassium feldspar) sandstone. In Jämtland, high beryllium contents in till relate to Caledonian mica-rich shale and mudstone as well as in Paleoproterozoic metasedimentary rocks. Till overlying black shale (e.g. west and east of Vättern) tends to contain elevated beryllium concentrations. In Skåne, high beryllium concentrations in till coincide with underlying sedimentary rocks (mainly shale) of different ages (Paleozoic, Mesozoic and Paleogene) and local coal deposits.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



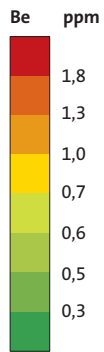
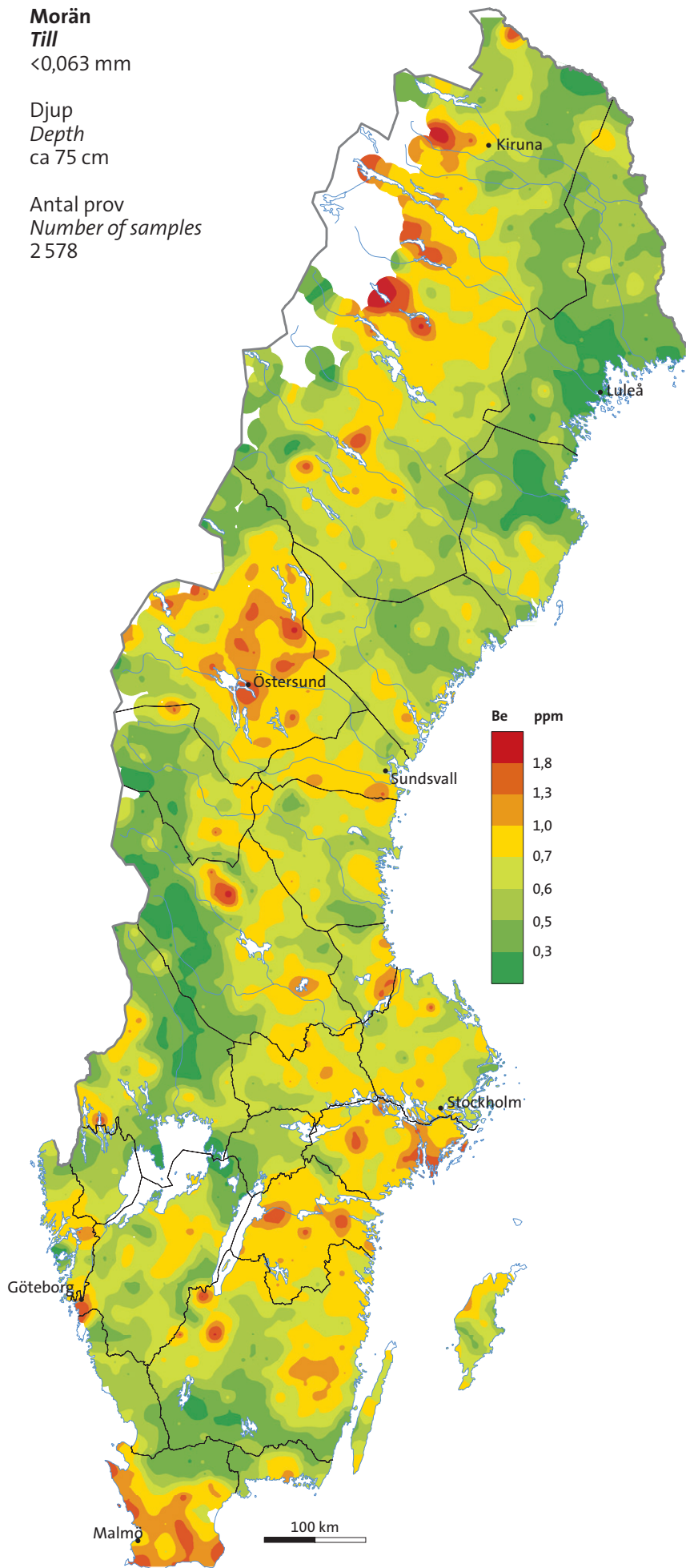
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

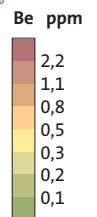
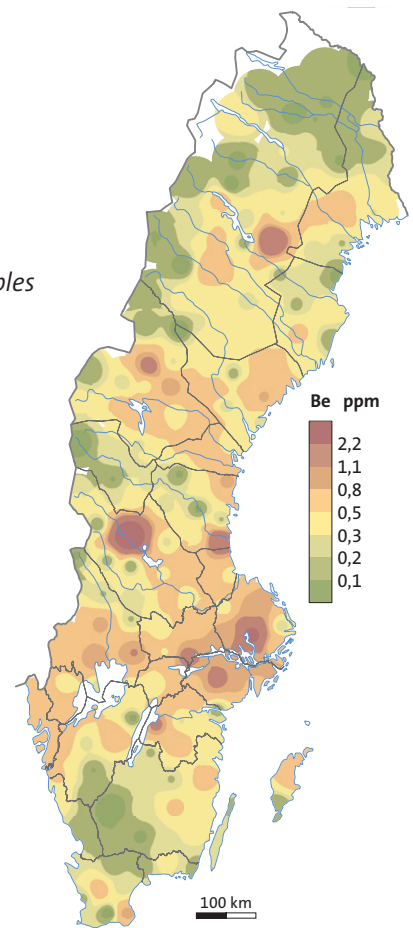
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Bi

VISMUT

Vismut bildar sällan egna mineral (t.ex. bismut och bismutit) och förekommer oftast som ett spårelement i sulfider som blyglans, zinkblände och kopparkis. Vismut kan anrikas i kiselrika magmatiska och vulkaniska bergarter. Sekundära koncentrationer av vismut finns i finkorniga sediment, leror och kol. Vismut uppträder tillsammans med Cu-, Zn-, Pb-, W-, Sn- och Au-mineraliseringar och används som indikatorelement vid guldprospektering.

Vismut har låg mobilitet och tenderar att falla ut tillsammans med järn-manganhydroxider. Det bildar också olösliga salter och adsorberas till organiskt material.

De högsta vismuthalterna i morän förekommer i de centrala delarna av Sverige, från Mälarenregionen till Jämtland. I området mellan Östersund och Sundsvall sammanfaller vismutanomalier med Be-, U-, Th-, Y-, REE-, Mo-, Sn-, W-, Ta- och Au-mineraliseringar i granit, pegmatit och kvartsgångar. I centrala Jämtland förekommer även höga vismutkoncentrationer tillsammans med Cu-Zn-Pb-mineraliseringar i metamorfa bergarter (skarn) och i morän som överlagras svartskiffer. I Bergslagen förekommer vismutkoncentrationer tillsammans med olika mineraliseringar (basmetaller, järnmalm, senmagmatiska mineraliseringar med W och Sn etc.) ofta i sura metavulkaniter, skarn och pegmatit. Vissa anomalier kan kopplas till underliggande felsiska bergarter, pegmatiter och polymetalliska sulfidmineraliseringar, speciellt de som förekommer i skarn (t.ex. Fe-Mn-Pb-Zn-Ag). På västkusten uppträder lokala vismutanomalier där det finns mesoproterozoiska graniter och gnejser som skärs av pegmatitgångar. I Lappland, nära Storuman, överlappar vismutanomalier med kända W-Sn-mineraliseringar i skarn, pegmatit och greisen, med As-Zn-Pb-Cu-mineraliseringar i metasedimentära bergarter och kvartsgångar samt med guldmineraliseringar längs Guldlinjen.

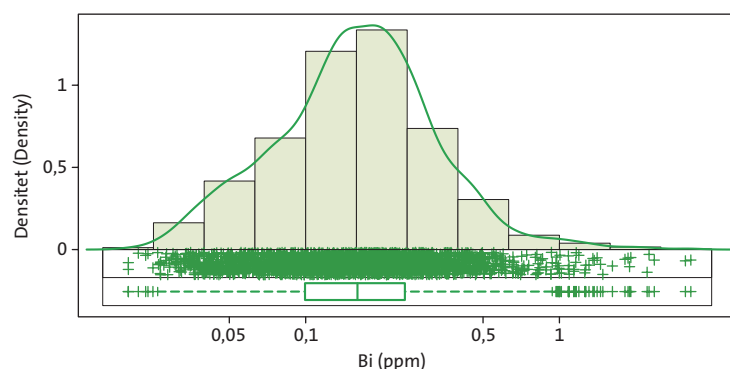
BISMUTH

Bismuth rarely forms its own minerals (e.g. bismite and bismuthinite) and occurs mainly as a trace element in sulphides, for example, galena, sphalerite and chalcopyrite. Bismuth can be enriched in silica rich igneous and volcanic rocks. Secondary bismuth concentrations occur in fine-grained sediments, clays and coal. Bismuth occurs together with Cu, Zn, Pb, W, Sn and Au mineralisations and it is used as a pathfinder for gold in mineral exploration.

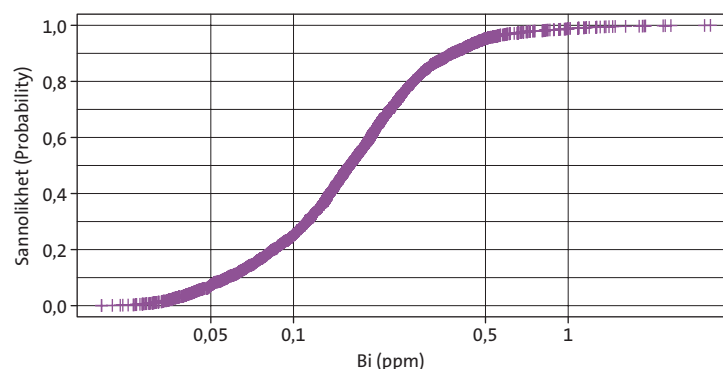
Bismuth has low mobility and tends to co-precipitate with iron and manganese hydroxides. It also forms insoluble salts and binds strongly to organic matter.

The highest concentrations of bismuth in till occur in central Sweden, from the Mälaren region to Jämtland. Between Östersund and Sundsvall, large bismuth anomalies relate to Be, U, Th, Y, REE, Mo, Sn, W, Ta and Au mineralisations in granites, pegmatites and quartz veins. In central Jämtland, elevated bismuth concentrations also occur in association with Cu-Zn-Pb deposits hosted by metamorphosed rocks (skarn) and in till that overlies black shale. In Bergslagen, high bismuth concentrations are accompanied by various deposits (base-metal deposits, iron ores, late magmatic mineralisations with W and Sn, etc.), often hosted by acid metavolcanic rocks, skarn and pegmatite. Some of the anomalies can be linked to occurrences of underlying felsic rocks, pegmatites and polymetallic sulphide mineralisations, especially those hosted by skarn (e.g. Fe-Mn-Pb-Zn-Ag). On the west coast, local anomalies point to bedrock composed of Mesoproterozoic granite and gneiss cut by pegmatite veins. Near Storuman in Lappland, bismuth anomalies overlap with known W-Sn mineralisations in skarn, pegmatite and greisen, with As-Zn-Pb-Cu mineralisations in metasedimentary rocks, and with quartz veins and gold mineralisations in the so-called Gold Line.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



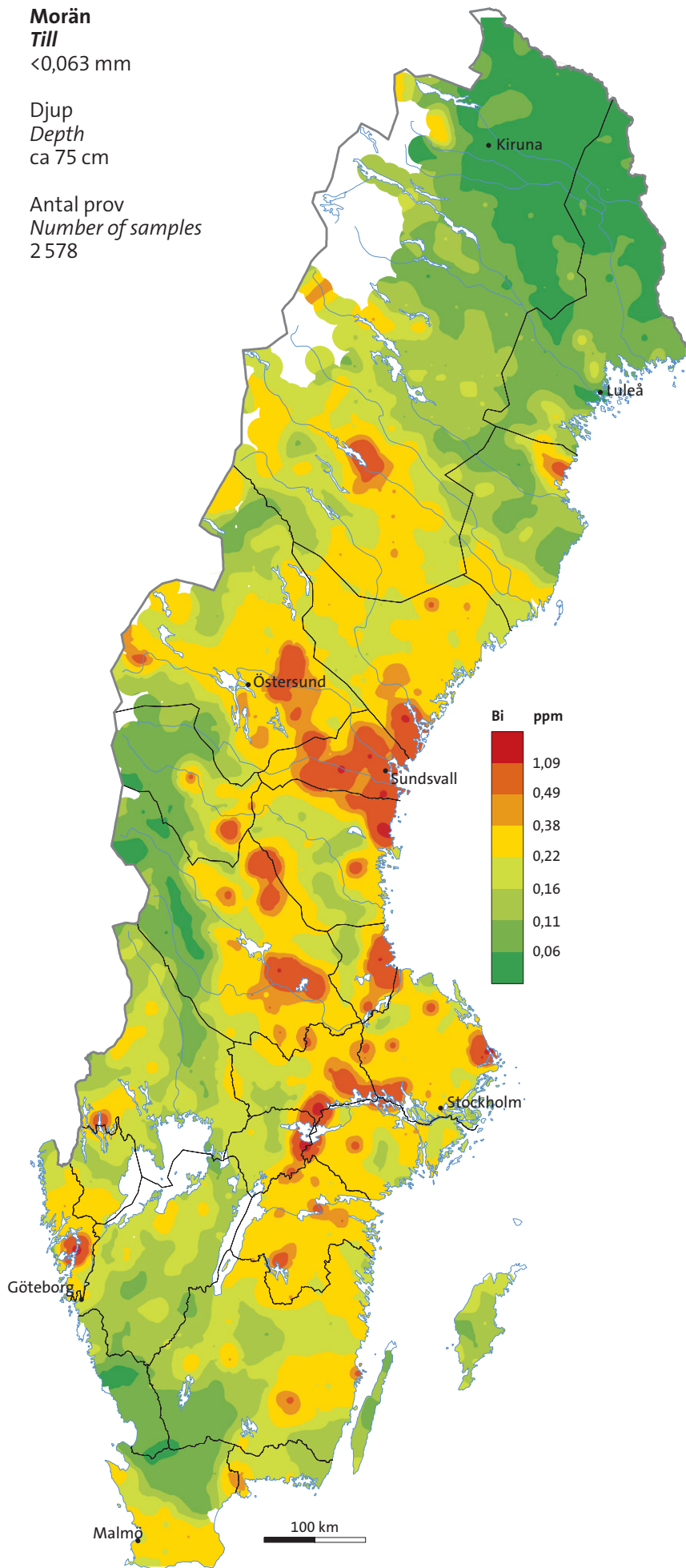
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

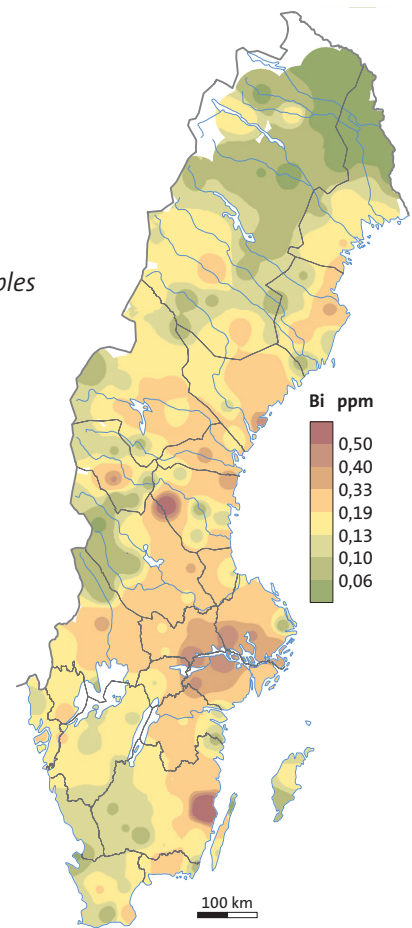
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ca

KALCIUM

Kalcium är det femte vanligaste grundämnet i jordskorpan. Det uppträder huvudsakligen som katjon i en mängd olika mineral, t.ex. karbonater (kalcit, dolomit), sulfater (gips, anhydrit), fosfater (apatit) och silikater (plagioklas, amfibol, pyroxen). Kalcium är också den viktigaste komponenten i kalksten, som till övervägande del består av kalcit.

Kalcium är mycket mobilt (förutom vid basiska förhållanden). De största kalciumanomalierna i morän förekommer därför på Öland och Gotland där berggrunden består av ordovicisk och silurisk kalksten och mörgel.

Nära kusten i nordöstra Uppland förekommer höga kalciumkoncentrationer i morän som härrör från proterozoisk kalksten, dolomit och marmor. En annan källa utgörs av paleozoiska karbonatstenar i Bottenhavet som transporterats av isen under den senaste nedisningen. I Västergötland (nära Billingen) kan höga kalciumhalter kopplas till paleozoisk kalksten och skiffer. I sydvästra Skåne speglar höga kalciumkoncentrationer paleocen–eocen kalksten och mörgel. I Jämtland korrelerar kalciumanomalier med paleozoiska karbonatstenar i Kaledoniderna. I Lappland härrör höga halter av kalcium främst från basiska vulkaniska bergarter som är rika på plagioklas, amfibol och pyroxen, samt i mindre utsträckning från proterozoiska karbonatstenar.

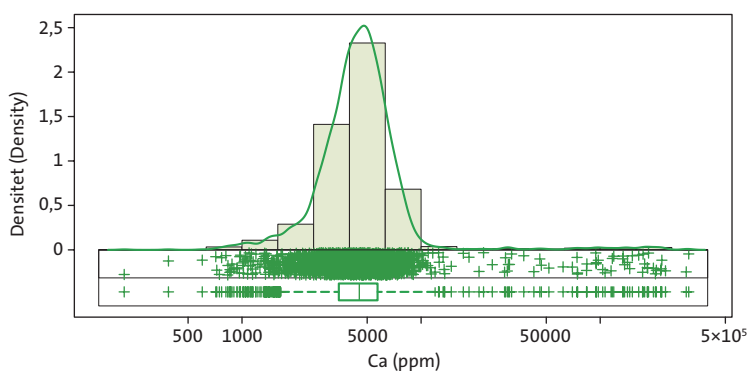
CALCIUM

Calcium is the fifth most abundant element in the Earth's crust. It occurs as a main cation in a variety of minerals, such as carbonates (calcite, dolomite), sulphates (gypsum, anhydrite), phosphates (apatite) and silicates (plagioclase, amphibole, pyroxene). Calcium is also a main component in limestone, which is composed predominantly of calcite.

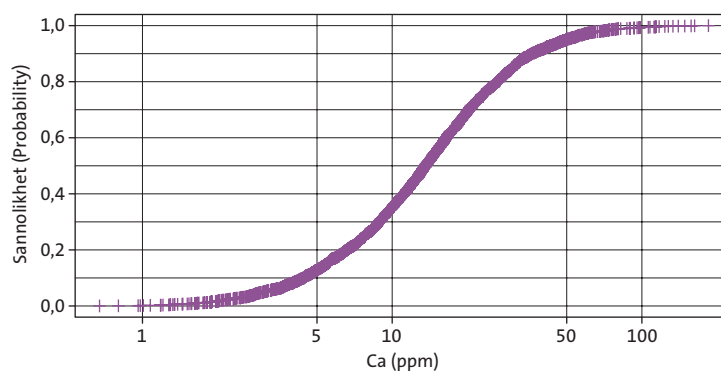
The solubility of calcium is high and the element is very mobile except under alkaline conditions. Consequently, the largest calcium anomalies in till occur on Öland and Gotland where the bedrock consists of Ordovician and Silurian limestone and marlstone.

Near the coast in north-eastern Uppland, high calcium concentrations in till originate from Proterozoic limestone, dolomite and marble. Paleozoic carbonate rocks of the Bothnian Sea, that were transported during the latest glaciation, comprise another source of calcium. In Västergötland (near Billingen), Paleozoic limestone and shale are outlined by calcium anomalies in till. In south-western Skåne, high calcium concentrations reflect Paleocene–Eocene limestone and marlstone. In Jämtland, calcium anomalies correlate with Paleozoic carbonate rocks in the Caledonian mountain chain. In Lappland, high concentrations of calcium in till originate mainly from basic volcanic rocks that are rich in plagioclase, amphibole and pyroxene, and to a lesser extent from Proterozoic carbonate rocks.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



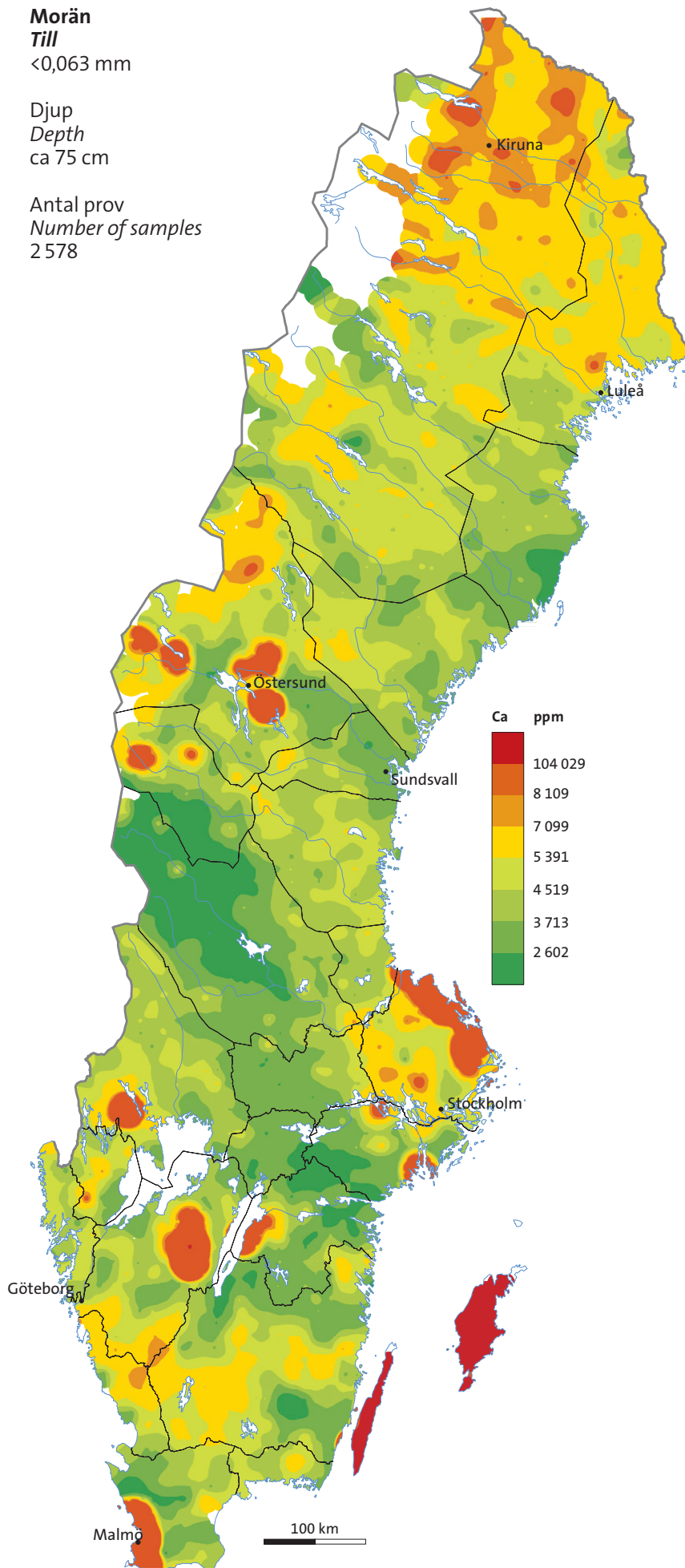
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

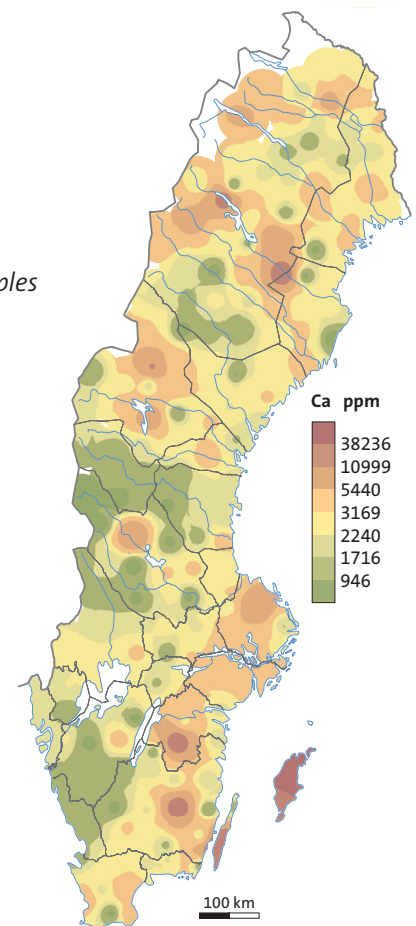
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Cd

KADMIUM

Kadmium bildar sällsynta mineral som kadmiumsulfiden greenockit och kadmiumkarbonatet oktavit, men förekommer oftast i zinkblände och blyglans. Små mängder kadmium kan finnas i bergartsbildande mineral, t.ex. biotit och amfibol. De högsta kadmiumhalterna finns i sedimentära bergarter som lerskiffer och sandsten, samt i metamorf skiffer. Svartskiffer och kol kan innehålla mycket höga halter. Kadmium anrikas i organiskt material och i kol.

Kadmium är mobilt vid oxiderande förhållanden och lakas från sulfider vid pH lägre än 8. Vid högt pH tenderar kadmium att falla ut med karbonater. Mobiliteten är dock begränsad på grund av att kadmium gärna adsorberar till lermineral och organiskt material samt faller ut med järn-manganhydroxider.

Den huvudsakliga källan till kadmium i svensk morän är polymetalliska mineraliseringar (Zn, Pb, Cu, Ag) där kadmium förekommer i sulfider, främst i blyglans och zinkblände, t.ex. i Jämtland, Lappland och Bergslagen. Förhöjda koncentrationer finns också i morän som överlagrar basiska bergarter (gabbro, basalt) och finkorniga sedimentära bergarter och deras metamorfa motsvarigheter (lerskiffer och skiffer). Morän som innehåller svartskiffer kan ha särskilt höga kadmiumhalter, t.ex. längs randen av Kaledoniderna i Jämtland, i Västergötland (Billingen) och öster om Vättern. Lokalt kan höga kadmiumhalter i morän ha ett ursprung från lera, organiskt material och utfällningar. På Gotland och Öland kan förhöjda kadmiumhalter orsakas av både kalksten och marin lera. I Skåne speglar förhöjda kadmiumhalter förekomsten av kambrisk svartskiffer och sandsten som innehåller Zn-Pb-Ag-mineraliseringar.

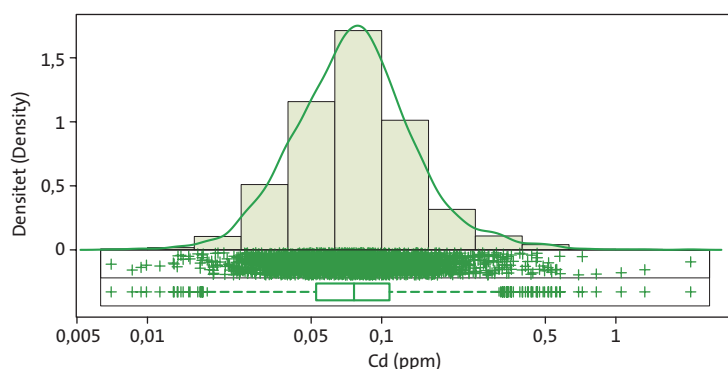
CADMIUM

Cadmium forms rare minerals such as the cadmium sulphide greenockite and the cadmium carbonate octavite, but occurs most commonly in sphalerite and galena. Small amounts of cadmium may be found in rock-forming minerals, e.g. biotite and amphibole. The highest cadmium concentrations occur in sedimentary rocks like shale and sandstone, and in metamorphic schist. Black shale and coal may have very high contents. Cadmium is enriched in organic matter and in coal.

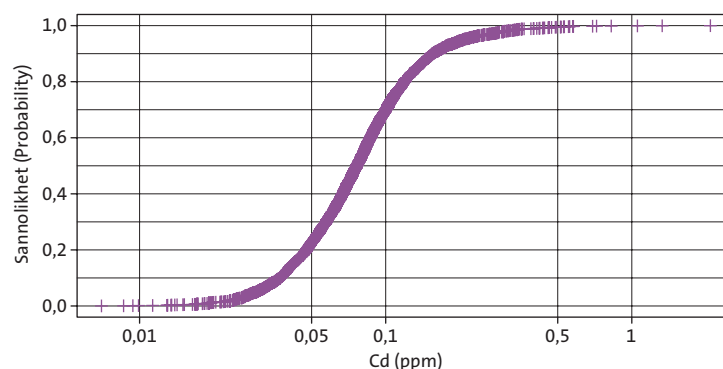
Cadmium is mobile under oxidising conditions and can be leached from sulphides at pH lower than 8. At a high pH, cadmium tends to precipitate with carbonates. Its mobility is limited by its tendency to adsorb to clay minerals and organic matter, and to co-precipitate with iron-manganese hydroxides.

The main source of cadmium in Swedish till is polymetallic deposits (Zn, Pb, Cu, Ag) where cadmium occurs in sulphides, predominantly in galena and sphalerite, for example in Jämtland, Lappland and Bergslagen. High concentrations can also be observed in till containing basic rocks (gabbro, basalt) and fine-grained sedimentary rocks and their metamorphic equivalents (shale and schist). Where black shale occurs, the till has a particularly high cadmium content, for example along the Caledonian front in Jämtland, in Västergötland (Billingen) and east of Vättern. Locally, high cadmium concentrations occur in till rich in clay, organic matter and concretions. On Gotland and Öland, high cadmium contents can originate from both limestone and marine clay. In Skåne, elevated cadmium concentrations in till reflect Cambrian black shale and sandstone which hosts Zn-Pb-Ag mineralisations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



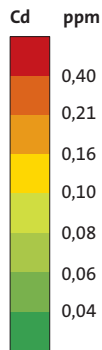
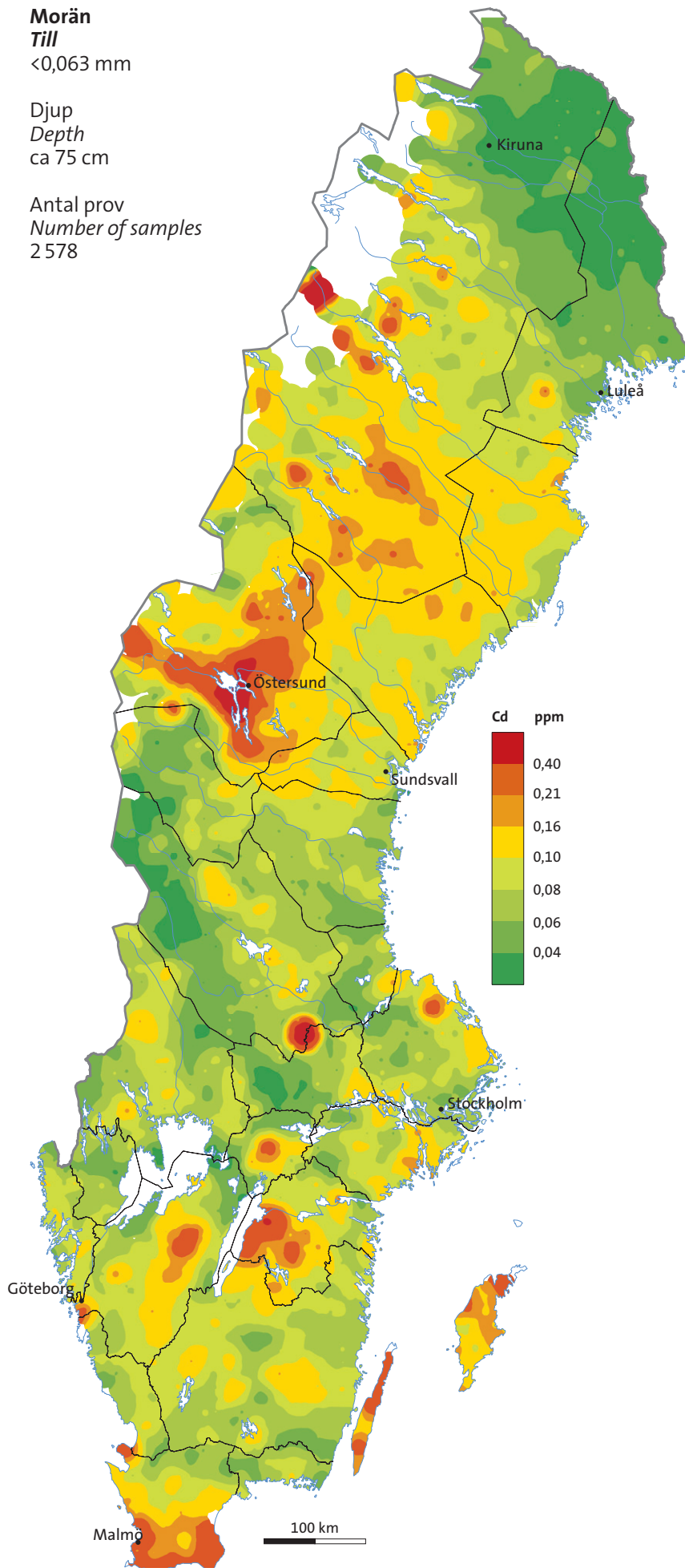
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

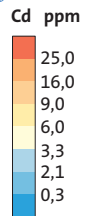
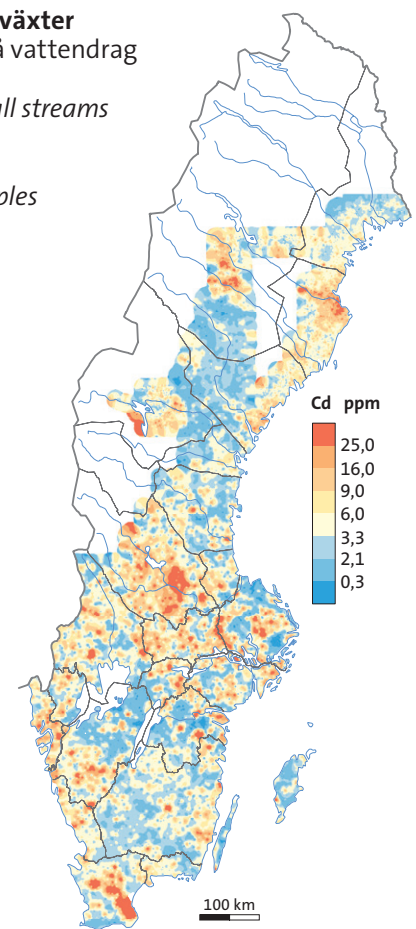
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

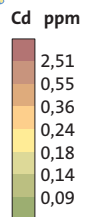
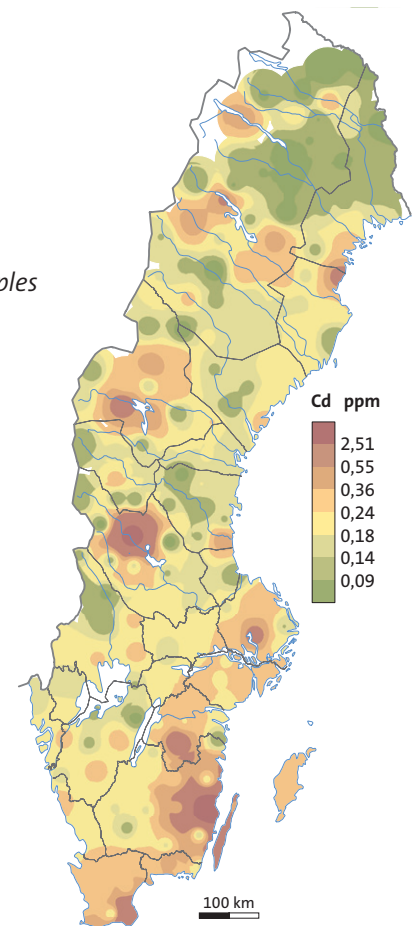
Antal prov
Number of samples
11 182



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ce

CERIUM

Cerium är det vanligaste grundämnet bland de sällsynta jordartsmetallerna (rare earth elements, REE). Det bildar flera mineral, t.ex. monazit, xenotim, bastnäsit och cerit, och kan ersätta kalcium i fältspat. Mineral som innehåller cerium förknippas vanligtvis med granitoida bergarter, men höga koncentrationer av cerium kan också observeras i alkalina magmatiska bergarter. Cerium är inte särskilt mobilt men kan anrikas sekundärt i lerrika jordar eller adsorberas till järnoxider.

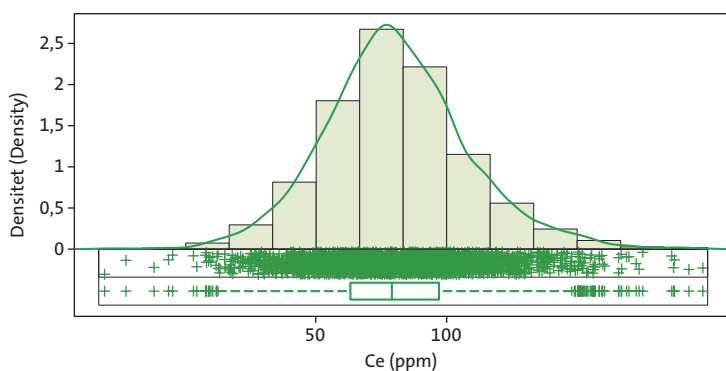
Höga ceriumkoncentrationer i morän förekommer i den norra delen av Sverige i områden med arkeiska gnejser och svecokarelska graniter, gnejser och pegmatiter. Ceriumanomalier i fjällkedjan överlappar med magmatiska och metamorfa bergarter inom de tektoniska fönstren och med metasedimentära bergarter, t.ex. skiffer och migmatit, i mellersta skollberggrunden. I mellersta Sverige är källan till ceriumanomalier svecokarelska magmatiska bergarter (t.ex. Ljusdalsbatoliten och Revsundsgranit) och postsvecokarelska granitiska till syenitiska bergarter (t.ex. Rätangranit) som ofta förknippas med pegmatit. I södra Sverige finns höga ceriumhalter i glaciala avlagringar med innehåll av utvecklade graniter, alkalina magmatiska bergarter (syenit), pegmatit och sura metavulkaniter från svecokarelska till yngre åldersgrupper. I till exempel Blekinge verkar hallandisk granitisk ortognejs vara en viktig litologisk källa till cerium i morän.

CERIUM

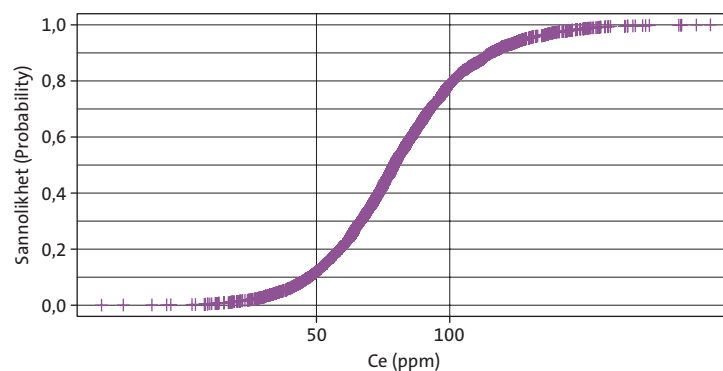
Cerium is the most abundant element among the rare earth elements (REE). It forms several minerals, for example monazite, xenotime, bastnäsite and cerite, and can substitute for calcium in feldspar. The cerium-bearing minerals are typically associated with granitoid rocks, but high concentrations of cerium can also be found in alkaline igneous rocks. Cerium is not very mobile but when released it can be enriched in clay-rich soils or adsorbed to iron oxides.

High cerium concentrations in till occur in the northern part of Sweden, reflecting Archean gneisses and Svecokarelian granites, gneisses and pegmatites. Cerium anomalies within the Caledonides overlap with igneous and metamorphic rocks in tectonic windows and with metasedimentary rocks, such as schist and migmatite, of the Middle Allochthon. In central Sweden, cerium anomalies originate from Svecokarelian igneous rocks (e.g. the Ljusdal batholith and Revsund granite) and post-Svecokarelian granitic to syenitic rocks (e.g. Rätan granite) often associated with pegmatites. In southern Sweden, high cerium concentrations are found in glacial deposits with contents of evolved granitoids, alkaline igneous rocks (syenite), pegmatites and acid metavolcanic rocks of Svecokarelian and younger ages. In Blekinge, for example, Hallandian granitic orthogneiss seems to be a main lithological source of cerium in till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



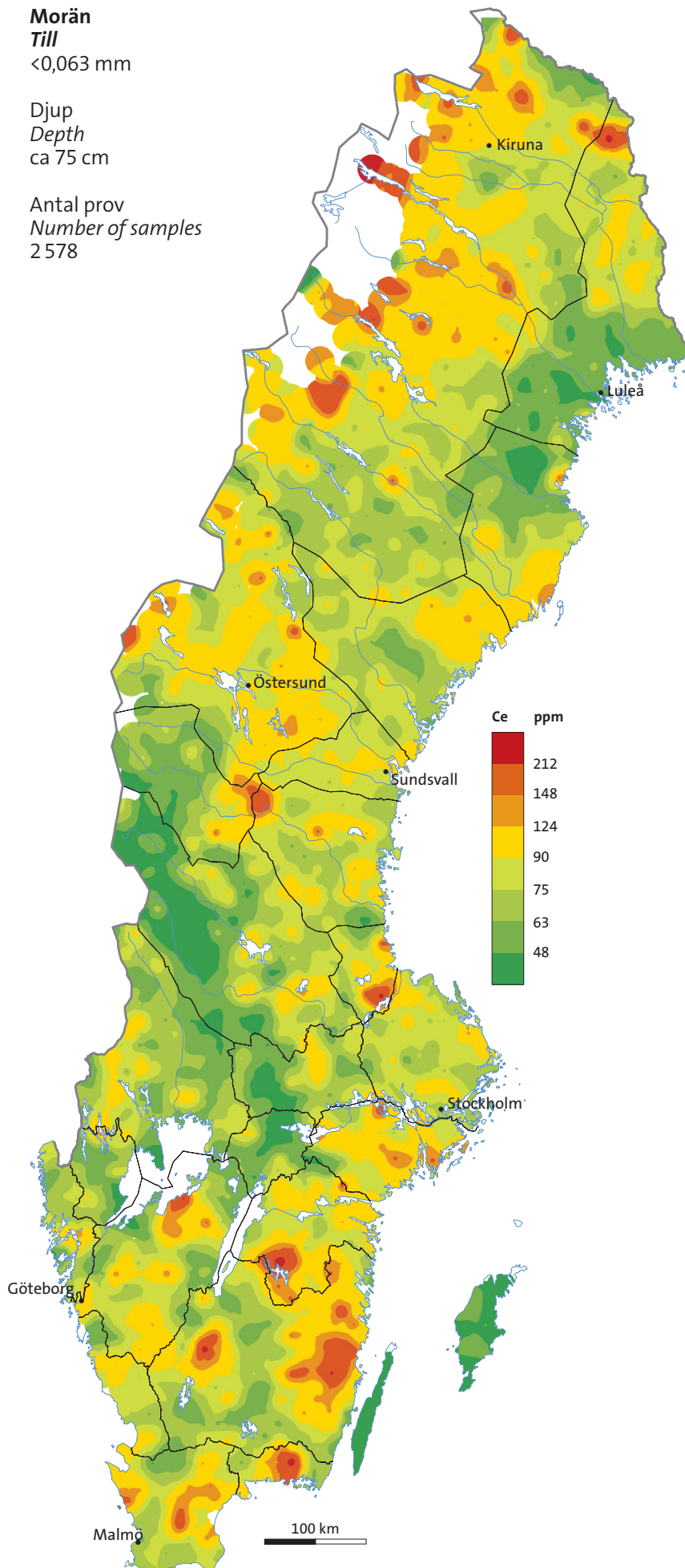
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

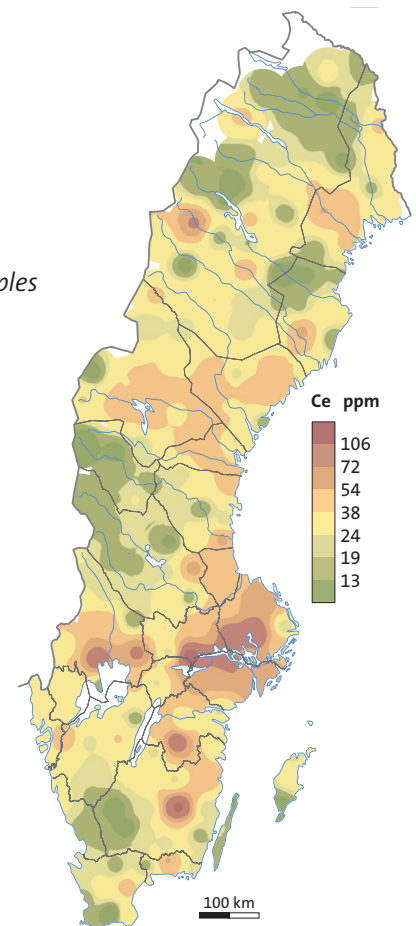
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Co

KOBOLT

Kobolt är en övergångsmetall med fysikaliska och kemiska egenskaper som liknar nickel. Kobolt bildar egna mineral, t.ex. koboltglans, och uppträder som spårelement i vanliga sulfider (t.ex. pyrit) och i bergartsbildande mineral som olivin, pyroxen och amfibol. De högsta kobolthalterna finns i ultramafiska och mafiska bergarter.

Kobolt har hög mobilitet vid lågt pH och oxiderande förhållanden samt låg mobilitet vid basiska och reducerande förhållanden. Mobilt kobolt koncentreras huvudsakligen i järn-manganoxider, leror och finkorniga sediment.

Höga halter av kobolt i morän förekommer i norra Lappland och speglar förekomster av ultramafiska och mafiska bergarter och sulfidmineraliseringar. Anomalier av kobolt sträcker sig från den västra delen av Lappland och söderut till Jämtland i Kaledoniderna, och orsakas av omvandlade ultramafiska bergarter (t.ex. serpentinit), mafiska bergarter (amfibolit) och associerade Ni-Cr-Cu- och Cu-Zn-mineraliseringar. En annan källa till kobolt är svartskiffer som förekommer i undre skollberggrunden i Kaledoniderna, vid Billingen i Västergötland och i Skåne. Isolerade koboltanomalier (t.ex. i Uppland och Södermanland) kan vanligen förklaras av små mafiska och ultramafiska intrusioner (t.ex. diabas), sura metavulkaniska bergarter och Fe-(Cu-Co)-skarnmineraliseringar.

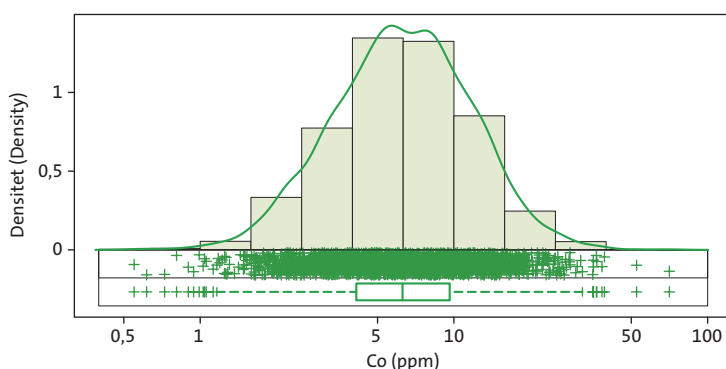
COBALT

Cobalt is a transition metal with physical and chemical properties similar to those of nickel. Cobalt forms its own minerals, e.g. cobaltite, and occurs as a trace metal in common sulphides (e.g. pyrite) and rock-forming minerals such as olivine, pyroxene and amphibole. The highest cobalt concentrations are found in ultramafic and mafic rocks.

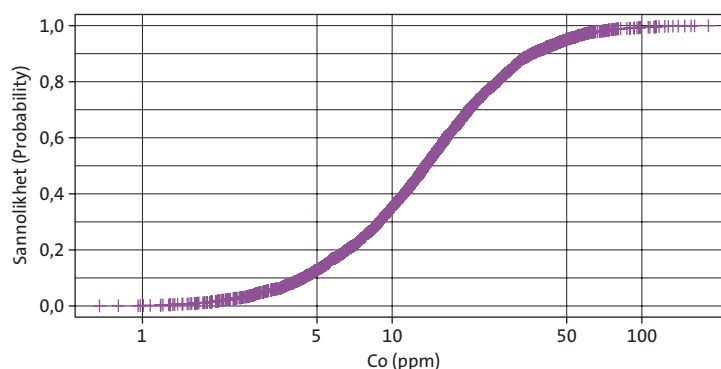
The mobility of cobalt is high at low pH and oxidising conditions and low under alkaline and reducing conditions. When mobilised, cobalt is readily concentrated in iron-manganese oxides, clays and fine-grained sediments.

High concentrations of cobalt in till occur in the northern part of Lappland, reflecting occurrences of ultramafic and mafic rocks and sulphide mineralisations. Cobalt anomalies extend from the western part of Lappland and southwards to Jämtland in the Caledonian mountain chain, and originate from metamorphosed ultramafic rocks (e.g. serpentinite), mafic rocks (amphibolite) and associated Ni-Cr-Cu and Cu-Zn mineralisations. Another source of cobalt is black shale which occurs in the Caledonian Lower Allochthon, at Billingen in Västergötland and in Skåne. Isolated cobalt anomalies (e.g. in Uppland and Södermanland) can commonly be explained by the presence of small mafic and ultramafic intrusions (e.g. dolerite), acid meta-volcanic rocks and Fe-(Cu-Co) skarn mineralisations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



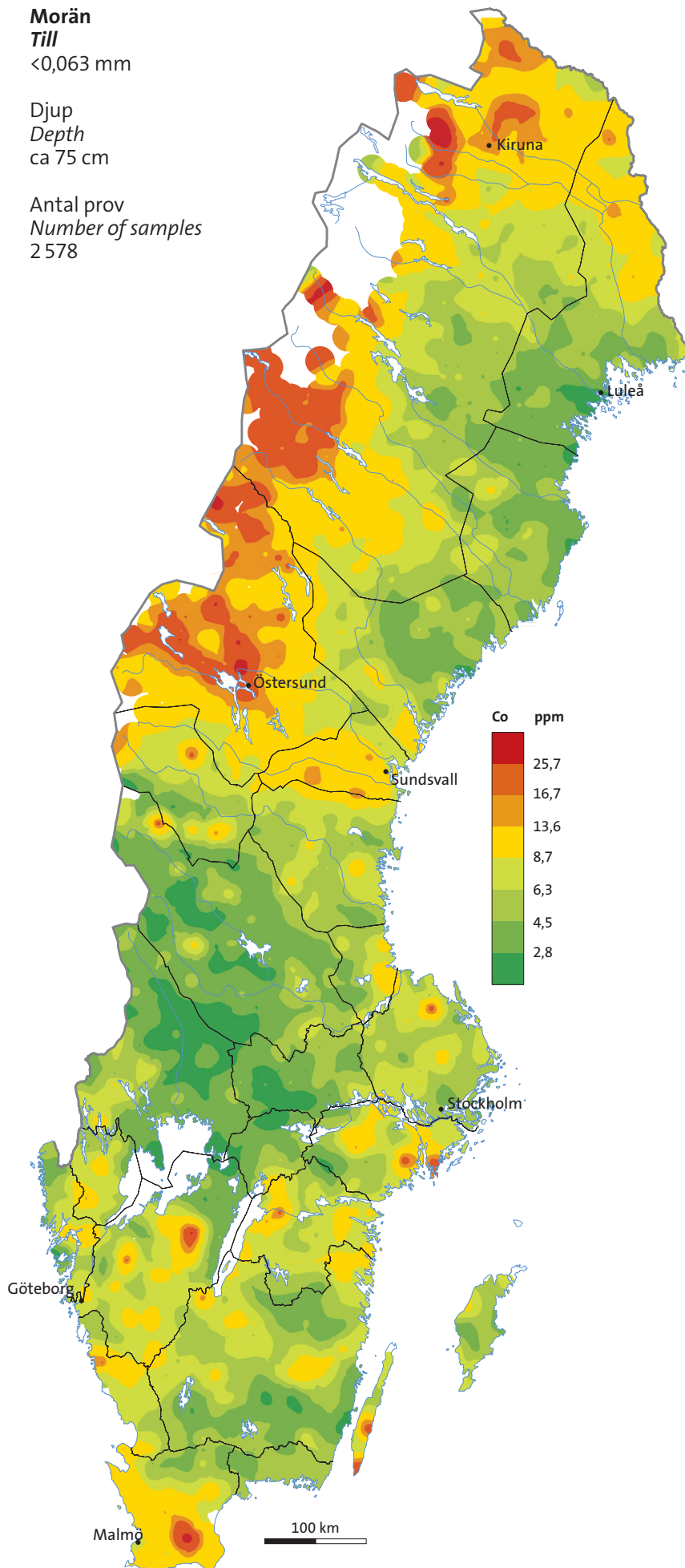
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

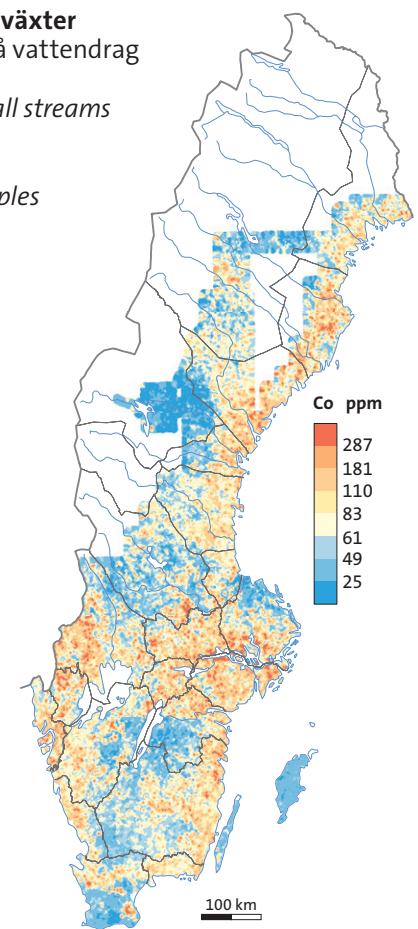
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

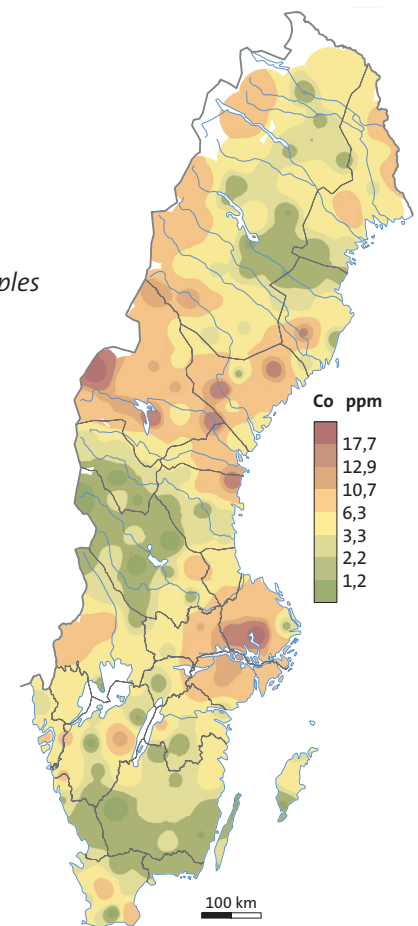
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Cr

KROM

Krom är en vanlig övergångsmetall som förekommer i mafiska och ultramafiska bergarter. Krom bildar kromit och finns i små mängder i bergartsbildande mineral som amfibol, pyroxen, glimmer och granat. Vid vittring är mobiliteten hos krom vanligtvis låg, men i rörlig form koncentreras krom företrädesvis i leror.

De högsta kromkoncentrationerna i morän förekommer i Lappland och är relaterade till förekomsten av ultramafiska och mafiska bergarter tillhörande grönstensbältet inom de arkeiska och paleoproterozoiska enheterna. Anomalierna korrelerar ofta med mineraliseringar av Fe, Ni och Cu.

Kromanomalier inom den kaledoniska fjällkedjan (särskilt i norra Jämtland) uppträder i samband med ultramafiska bergarter (peridotit, serpentinit, täljsten) associerade med Cr-Ni-Fe-mineraliseringar. I mellersta och södra Sverige kan enstaka anomalier med förhöjda kromhalter i morän kopplas till förekomsten av mindre, ultramafiska och mafiska intrusioner, diabasgångar och associerade Cr-, Ni-, Co-, Fe- och Cu-mineraliseringar. Lokalt kan metasedimentära bergarter (kvartsit, skiffer) innehållande kromhaltig glimmer (fuchsit) vara en lokal källa till förhöjda kromhalter i morän.

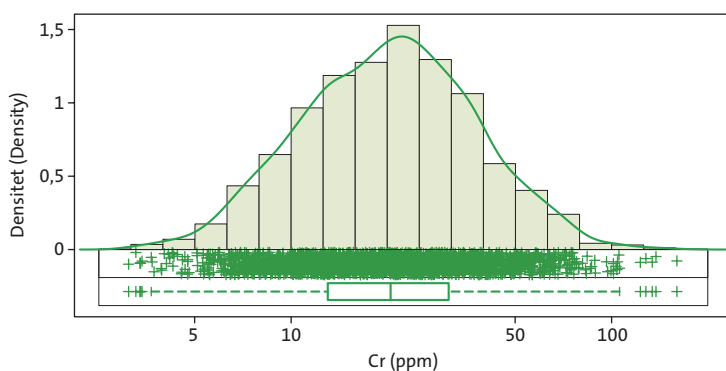
CHROMIUM

Chromium is a common transition metal which occurs in mafic and ultramafic rocks. It forms chromite and is present in small amounts in rock-forming minerals such as amphibole, pyroxene, mica and garnet. The mobility of chromium is very low, but chromium is preferentially concentrated in clays when released during weathering.

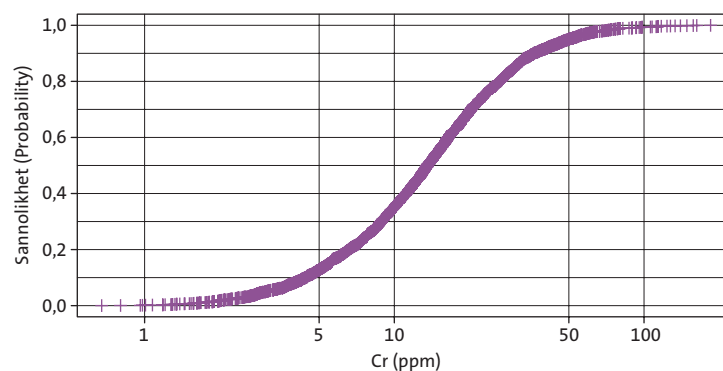
The highest concentrations of chromium in till occur in Lappland and are related to the presence of mafic and ultramafic rocks belonging to greenstone belts within the Archean and Paleoproterozoic units. The anomalies often correlate with Fe, Ni and Cu deposits.

Chromium anomalies within the Caledonian mountain chain (especially in northern Jämtland) point to ultramafic rocks (peridotite, serpentinite, soapstone) accompanied by Cr-Ni-Fe mineralisations. In central and southern Sweden, isolated point anomalies with elevated chromium contents in till can be linked to the presence of small mafic and ultramafic intrusions, dolerite dykes and associated Cr, Ni, Co, Fe and Cu mineralisations. Locally, metasedimentary rocks (quartzite, schist) that contain chromium-bearing mica (fuchsite) can be a source of chromium in till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



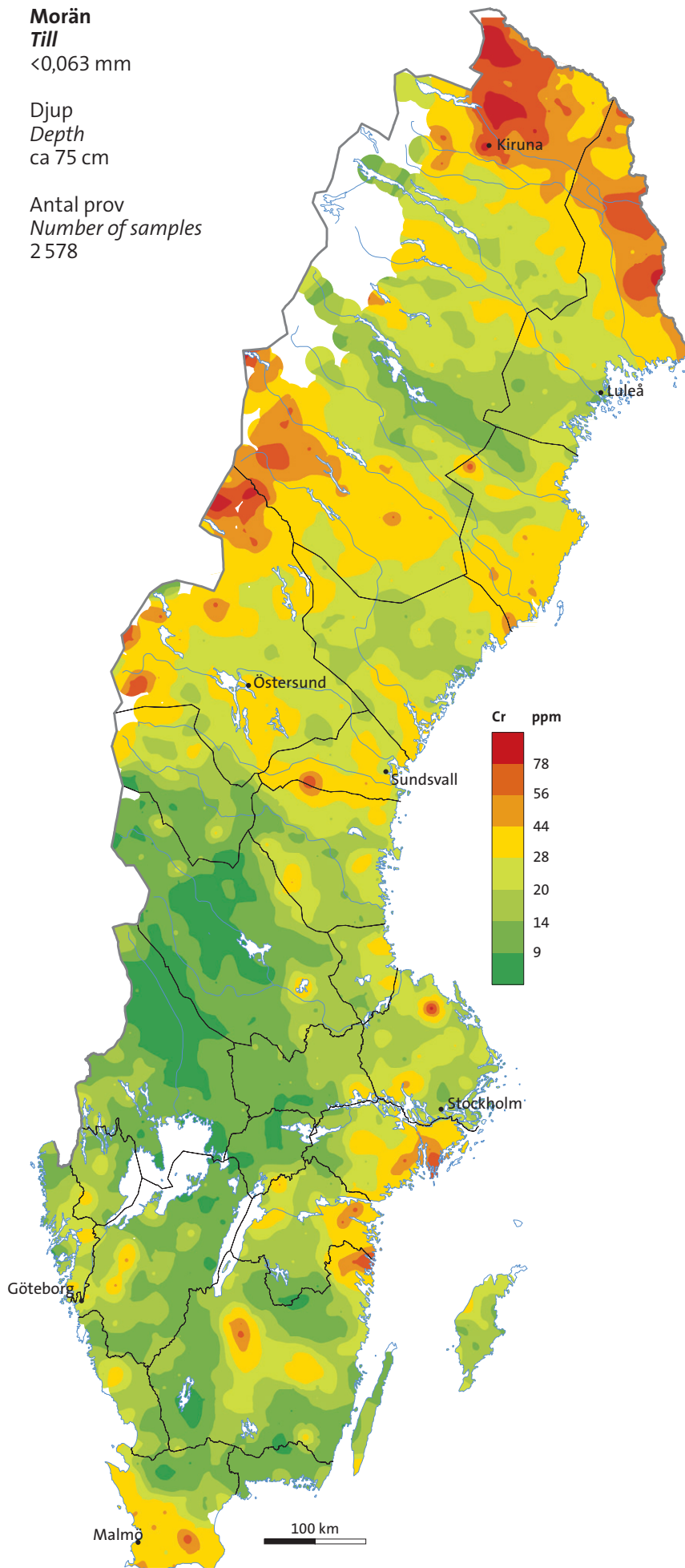
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

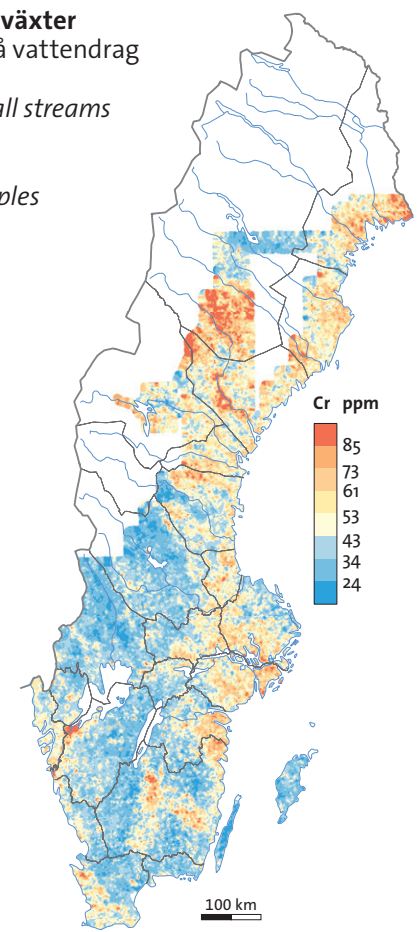
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

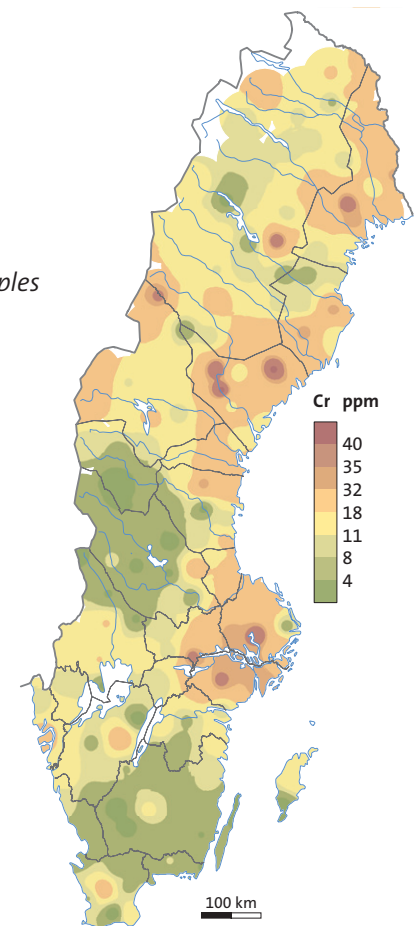
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Cs

CESIUM

Cesium är en sällsynt alkalimetall som endast bildar ett fåtal egna mineral (t.ex. pollucit). Små mängder av grundämnet kan hittas i senmagmatiska bergarter som pegmatiter, i vilka huvudsakligen glimmer och fältspat utgör de mineral som innehåller cesium. Metasomatiska bergarter (greisen) och kvartsgångar kan också innehålla cesium. I sedimentära bergarter utgör glaukonit huvudkällan för cesium. I supergen miljö beter sig cesium på liknande sätt som rubidium.

Cesium är lösligt och i de flesta fall är förhöjda cesiumhalter i jord ett resultat av vittring av kaliumrika mineral från magmatiska och alkalina bergarter. Finkornig lerskiffer och skiffer kan ha höga cesiumhalter på grund av grundämnets starka tendens att adsorb till lermineral.

De högsta cesiumkoncentrationerna i morän finns i Ångermanland, Jämtland, Medelpad och vid Östersjökusten, där bergarterna utgörs av metagråvacka och glimmerskiffer, lokalt med grafit, pegmatiter och kvartsgångar. I centrala Jämtland finns sedimentära bergarter (gråvacka och skiffer) i den undre skollberggrunden i Kaledoniderna som är tydligt markerade av cesiumanomalier i moränen. I den västra delen av Jämtland, mot norska gränsen, utgör magmatiska bergarter med uranmineraliseringar i de tektoniska fönstren källan till höga halter. I sydvästra och södra Sverige korrelerar anomalier med svekonorvegiska granitoida och metasedimentära bergarter. Flertalet mindre, spridda cesiumanomalier i morän kan kopplas till underliggande graniter och metasedimentära bergarter som skärs av pegmatitintrusioner och som innehåller Au-, W-, Be- och Pb-Zn-sulfidmineraliseringar.

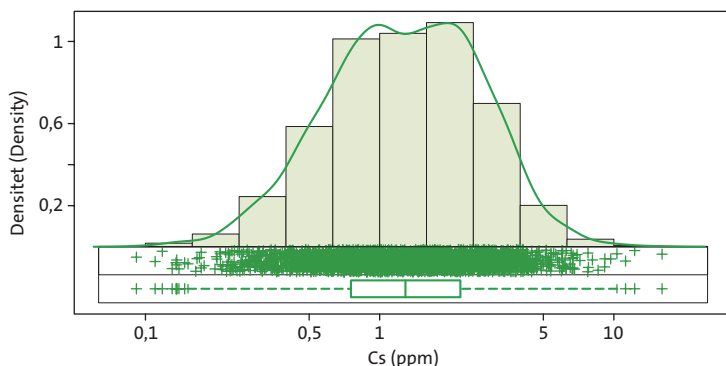
CESIUM

Cesium is a rare alkali metal with only a few known minerals (e.g. pollucite). Small amounts of cesium can be found in late magmatic rocks (e.g. in pegmatites) in which mica and feldspar are the main host minerals for cesium. Metasomatic rocks (greisen) and quartz veins can also be enriched in cesium. In sedimentary rocks, glauconite is the main repository for cesium. In supergene environments, the behaviour of cesium is similar to that of rubidium.

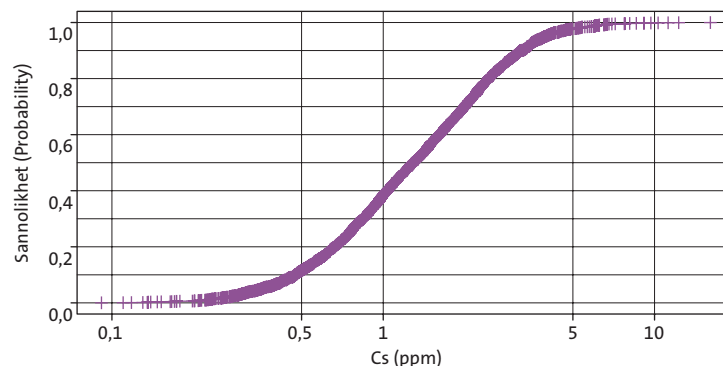
Cesium is very soluble and most of the elevated concentrations in soils are a result of the weathering of potassium-bearing minerals from igneous and alkaline rocks. Fine-grained shale and schist can have high cesium contents due to the strong tendency of the element to adsorb to clay minerals.

The highest concentrations of cesium in till occur in Ångermanland, Jämtland, Medelpad and along the coast of the Baltic Sea where the bedrock consists of metagreywacke, mica schist, locally with graphite, pegmatites and quartz veins. In central Jämtland, sedimentary rocks (greywacke and shale) of the Lower Allochthon in the Caledonides are outlined by prominent cesium anomalies in till. In the western part of Jämtland, close to the Norwegian border, local concentrations originate from igneous rocks in the tectonic windows that host mineralisations of uranium. In south-western and southern Sweden, high concentrations of cesium correlate with Sveconorwegian granitoids and metasedimentary rocks. A number of small cesium anomalies in till, which are spread over the country, can be linked to underlying granites and metasedimentary rocks that are cut by pegmatites and host Au, W, Be and Pb-Zn sulphide mineralisations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



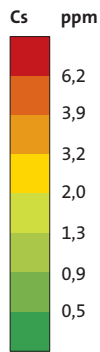
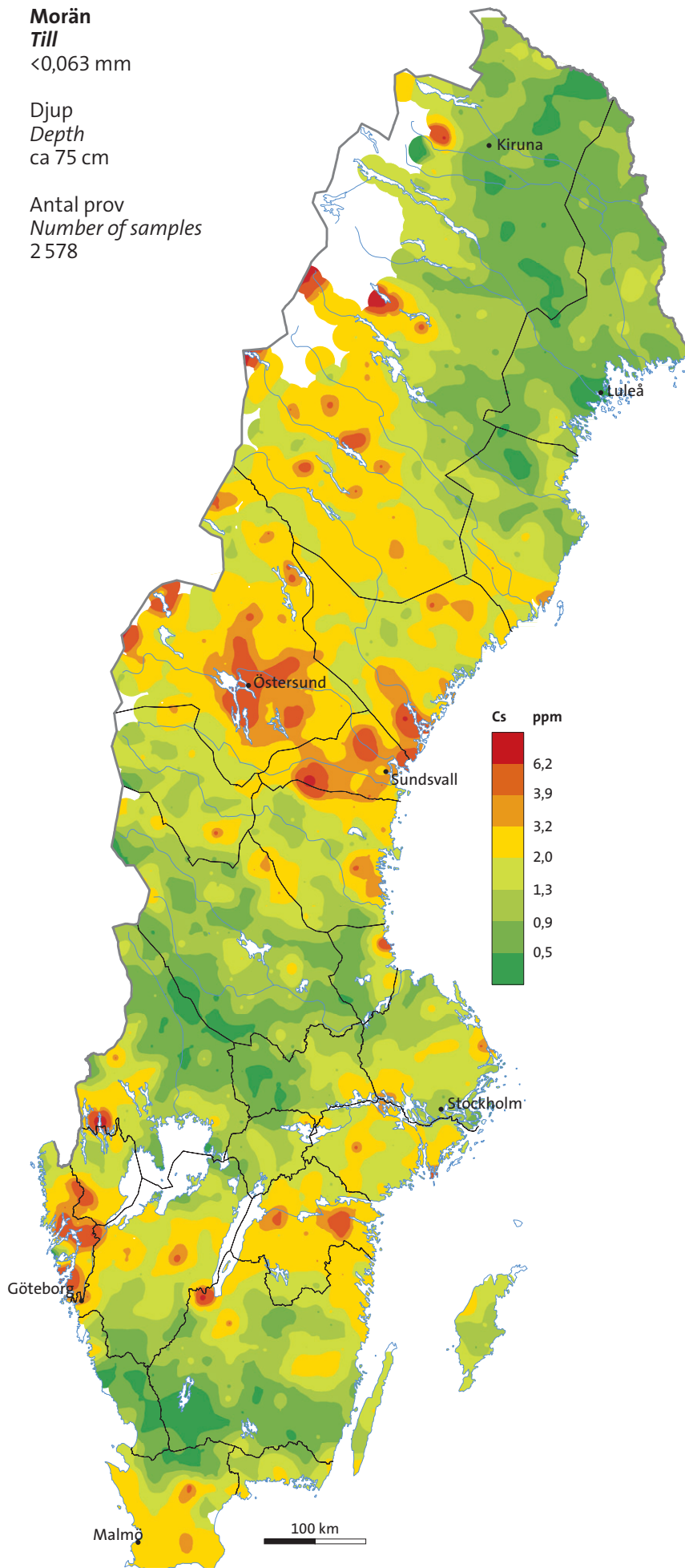
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

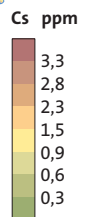
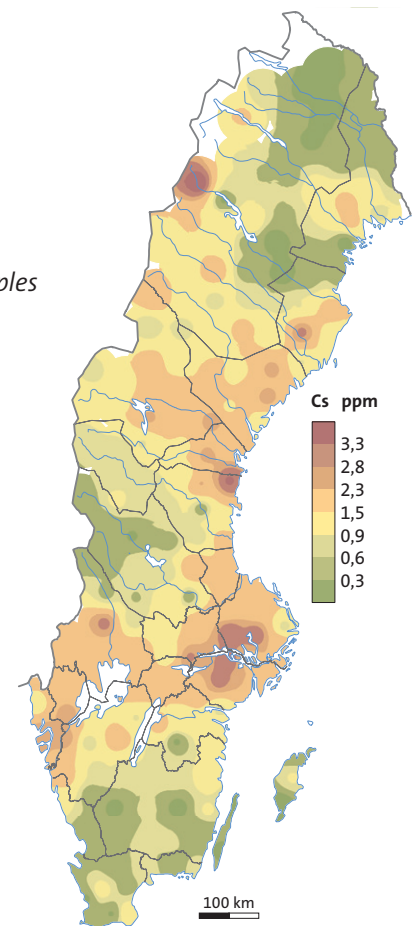
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Cu

KOPPAR

Koppar förekommer företrädesvis i sulfidform. Som spårelement kan det också finnas i glimmer, pyroxen och amfibol, och är därför vanligare i mafiska bergarter som basalt och gabbro. Höga kopparhalter kan finnas i finkorniga sedimentära bergarter då metallen lätt adsorberas till lermineral. Koppar är en basmetall av stort ekonomiskt värde och den förekommer i många mineraliseringstyper, t.ex. porfyrokopparmineraliseringar, vulkaniska sulfidmineraliseringar, polymetalliska gångförekomster och skarnmineraliseringar.

Koppar är mobilt vid sura pH-förhållanden och faller ut tillsammans med zink- och järnhydroxider. I jordar som är rika på organiskt material är utfällning av koppar kontrollerad av mikrobiell aktivitet.

Utbredda kopparanomalier i morän finns i norra delen av Kaledoniderna. De är relaterade till kända skarn- och polymetalliska sulfidmineraliseringar som innehåller Cu, As, Pb, Zn, Mo och ädelmetaller, speciellt Ag. Höga koncentrationer av koppar i morän i Lappland sammanfaller med arkeiska och paleoproterozoiska mafiska bergarter, mestadels metavulkaniter (grönstensbälten) inom den Fennoskandiska skölden. Dessa metavulkaniter och skarn utgör moderbergarter för många sulfidmineraliseringar och de förekommer ofta tillsammans med järnoxidmineraliseringar, t.ex. i området runt Kiruna. De höga kopparhalterna i morän är ofta associerade med förhöjda halter av ädelmetaller, t.ex. Cu-Au-mineraliseringen Pahtohavare söder om Kiruna. I centrala och norra Jämtland samt i västra Lappland förekommer höga kopparhalter i områden med mafiska och ultramafiska bergarter (ofiolitkomplexet i Handöl väster om Åre), skarn, kvartsit och kvartsgångar i den kaledoniska bergskedjan. Förutom ett fåtal punkt-anomalier hittas inga högre kopparvärden i morän i regioner med stora basmetallmineraliseringar, som Skelleftefältet och Bergslagen.

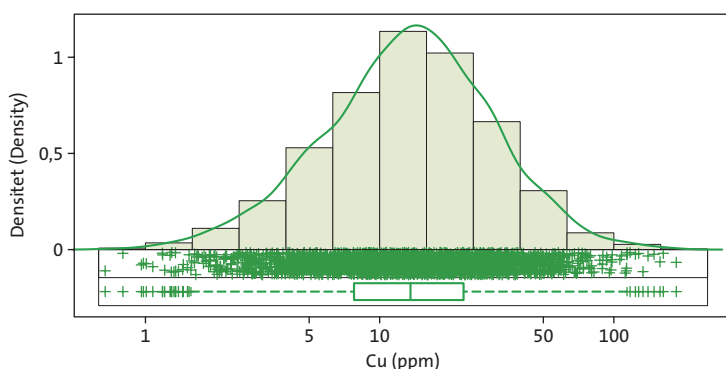
COPPER

Copper occurs mainly in sulphide form. As a trace element it can also be found in mica, pyroxene and amphibole, and is thus more abundant in mafic rocks (e.g. basalt and gabbro). Fine-grained sedimentary rocks may have elevated copper concentrations since the element easily adsorbs to clay minerals. Copper is a base metal of high economic importance and it occurs in a variety of ore types, for example porphyry copper deposits, volcanic-hosted massive sulphide deposits, polymetallic vein-type deposits and skarn deposits.

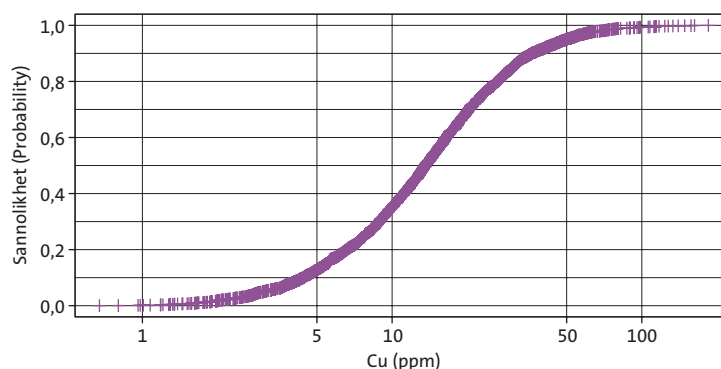
Copper is mobile under slightly acidic conditions and precipitates together with zinc and iron hydroxides. In organic-rich soils, the precipitation of copper is often controlled by microbial activity.

The largest copper anomalies in till occur in the northern part of the Caledonides. They are related to known skarn and polymetallic sulphide mineralisations with Cu, As, Pb, Zn, Mo and precious metals, especially Ag. In Lappland, high copper concentrations overlap with Archean and Paleoproterozoic mafic, mainly metavolcanic rocks of the greenstone belts in the Fennoscandian Shield. These metavolcanic rocks and skarns host numerous sulphide deposits and are often accompanied by iron oxide deposits in, for example, the Kiruna region. High copper contents in till are often associated with elevated levels of precious metals, e.g. the Cu-Au deposit Pahtohavare south of Kiruna. In central and northern Jämtland and in western Lappland, high copper concentrations in till occur in regions with mafic and ultramafic rocks (e.g. the ophiolite complex in Handöl west of Åre), skarn, quartzite, and quartz veins in the Caledonian mountain chain. Interestingly, apart from a few point anomalies, high copper concentrations are not apparent in till in regions with large base-metal ore deposits, such as the Skellefte district and Bergslagen.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



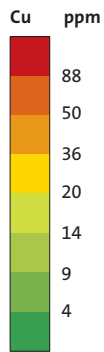
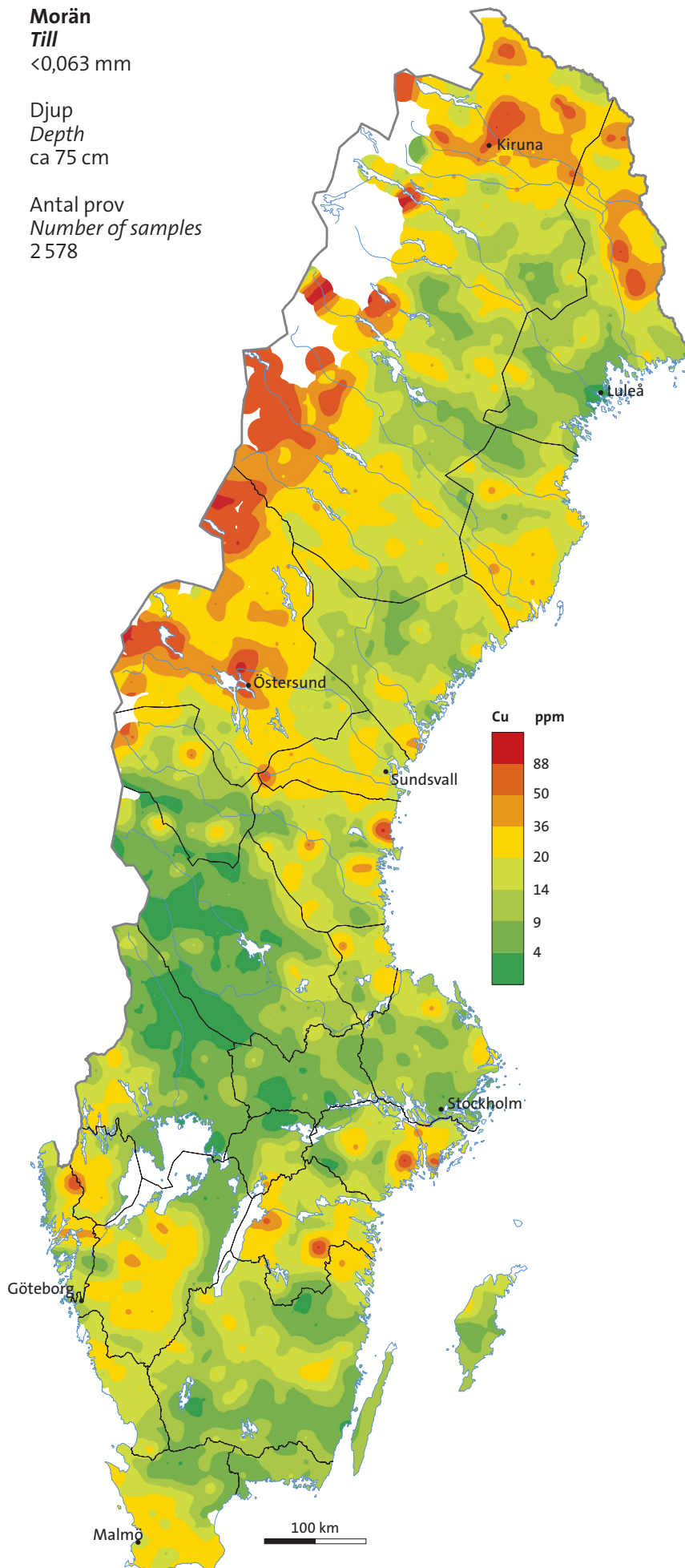
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

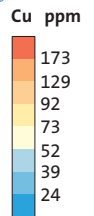
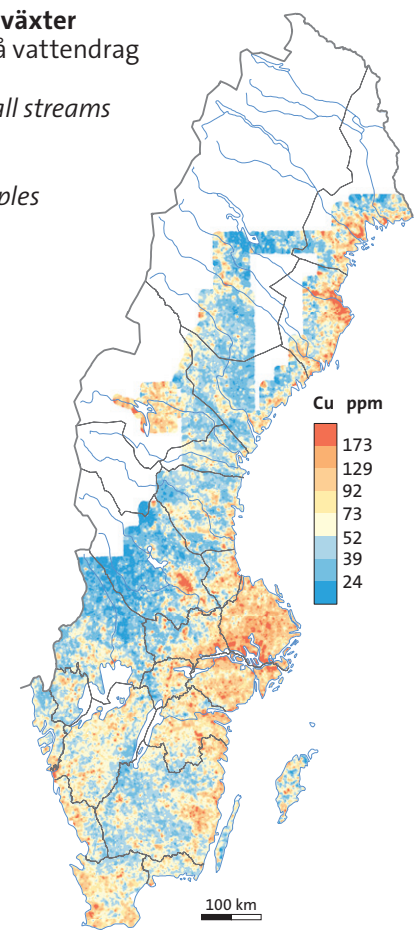
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

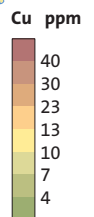
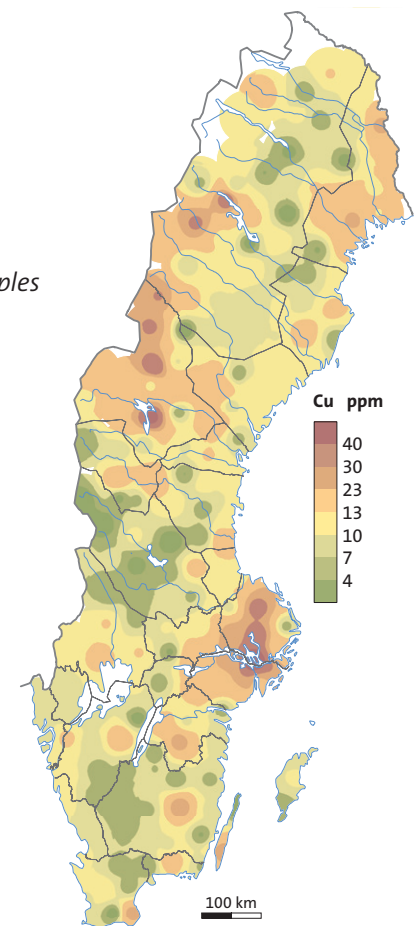
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Fe

JÄRN

Järn är ett av de vanligast förekommande grundämnena i jordskorpan och uppträder i mineral som oxider, sulfider och karbonater. Järn är också en huvudkomponent i silikat hos bergartsbildande mineral (t.ex. olivin, amfibol, pyroxen och biotit). Järnhalten är hög i mafiska och ultramafiska bergarter men lägre i sura bergarter som granit. Även finkorniga sedimentära bergarter som lerskiffer kan ha högt järninnehåll.

Lösligheten hos järn varierar med pH och Eh samt med mängden organiskt material; den är låg vid oxiderande förhållanden och minskar med ökande pH. Järn är mobilt vid lågt pH och reducerande förhållanden då järnet oftast är bundet i organiska komplex.

De högsta järnhalterna i morän finns i norra Lappland och dessa korrelerar med stora järnmineraliseringar (Kiruna), koppärmineraliseringar och även med mafiska till ultramafiska bergarter. Höga koncentrationer i glaciala avlagringar i Kaledoniderna i nordvästra Sverige är associerade med mafiska bergarter (diabas, amfibolit, eklogit) och ultramafiska bergarter (serpentinit, peridotit) som ofta geonogt metamorfos och innehåller Cr-, Ni-, Fe-, Cu- och Pb-Zn-mineraliseringar. Ett flertal isolerade järnanomalier uppträder i centrala och södra Sverige. Dessa kan kopplas till mafiska och ultramafiska intrusioner och diabasgångar av olika åldrar. Ett fåtal järnanomalier i Bergslagen (Uppland) sammanfaller med järnoxidmineraliseringar. Sekundära utfällningar av järnoxider och järnhydroxider kan bidra till lokalt höga järnhalter i morän.

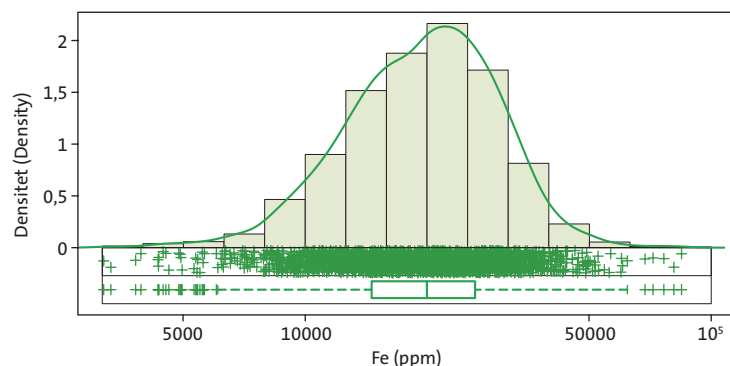
IRON

Iron is one of the most abundant elements in the Earth's crust. It occurs in a large variety of minerals like oxides, sulphides and carbonates. Iron is also a major component of silicates in rock-forming minerals (e.g. olivine, amphibole, pyroxene and biotite). The iron concentrations in mafic and ultramafic rocks are high compared to those in acid rocks (e.g. granite). Fine-grained sedimentary rocks can also be enriched in iron (e.g. shale).

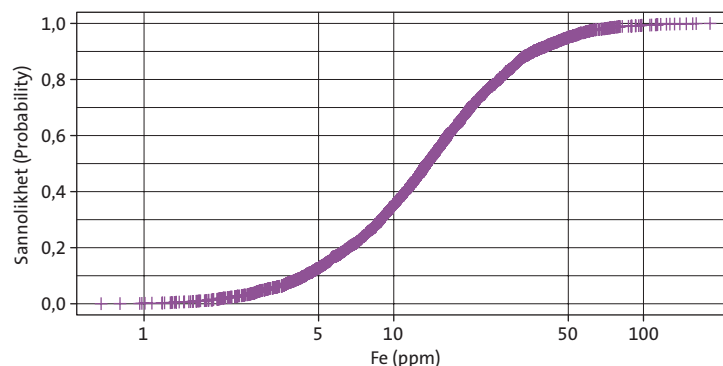
The solubility of iron depends on pH and Eh conditions and the presence of organic matter; it is low under oxidising conditions and decreases with an increase in pH. Iron is mobile at low pH and reducing conditions, when it is commonly bound in organic complexes.

The highest iron concentrations in till occur in the northern part of Lappland, where they correlate with large iron deposits (Kiruna), copper deposits and outcrops of mafic and ultramafic igneous rocks. High iron concentrations in the glacial deposits within the Caledonian mountain chain in north-western Sweden are related to numerous mafic rocks (dolerite, amphibolites, eclogites) and ultramafic rocks (serpentinite, peridotite). They are usually metamorphosed and accompanied by Cr, Ni, Fe, Cu and Pb-Zn mineralisations. Numerous isolated iron anomalies in central and southern Sweden can be related to mafic and ultramafic intrusions and dolerite dykes of different age. A few point anomalies in Bergslagen (Uppland) overlap with iron oxide mineralisations. Secondary iron oxides and iron hydroxides may contribute to local high iron concentrations in till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



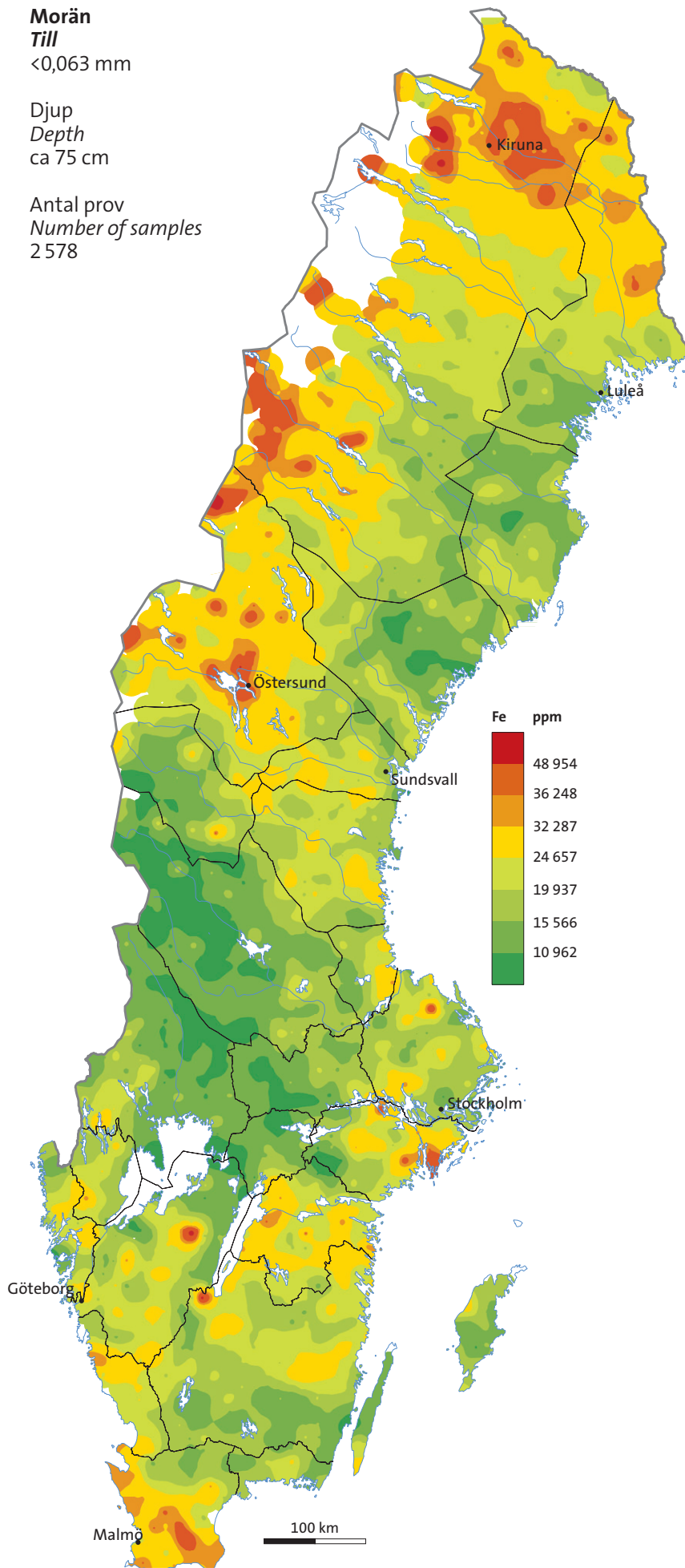
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

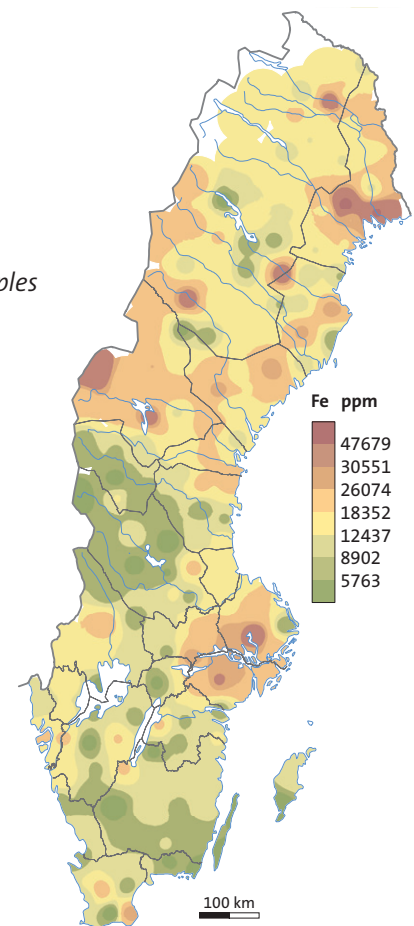
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ga

GALLIUM

Gallium bildar sällan egna mineral (t.ex. gallit). Det förekommer som ett spårelement i magnetit och zinkblände och ofta i vanliga bergartsbildande mineral som amfibol, fältspat och glimmer. Skiffer och lerskiffer har normalt relativt höga galliumhalter jämfört med andra bergarter. Mobiliteten hos gallium är vanligtvis låg förutom vid sura pH-förhållanden och då adsorberas gallium lätt till lermineral.

I nordligaste Sverige härrör höga galliumhalter i morän från felsiska till mafiska magmatiska och metamorfa bergarter (amfibolit) samt från metasedimentära bergarter (skiffer) som är rika på fältspat, biotit och amfibol, vilka alla vittrar lätt under sura förhållanden. I Kaledoniderna är förhöjda galliumhalter vanligen associerade med sedimentära bergarter som genomgått metamorfos (skiffer, paragnejs) och med Pb-Zn-Cu-sulfidmineraliseringar.

I centrala och södra Sverige korrelerar galliumanomalier i morän med paleoproterozoiska till mesoproterozoiska intrusivbergarter (diorit, granit) och deras vulkaniska motsvarigheter (andesit, ryolit), liksom med metasedimentära bergarter som paragnejs och skiffer. Lokala Fe-, Cu- och Pb-Zn-sulfidmineraliseringar förekommer i samband med dessa anomalier. I Skåne kan förhöjda galliumhalter kopplas till svekonorvegiska magmatiska bergarter, finkornig paleozoisk skiffer och lokala förekomster av kol (från juraperioden) och yngre fosforiter. Höga lerhalter i morän bidrar också till ökade galliumkoncentrationer.

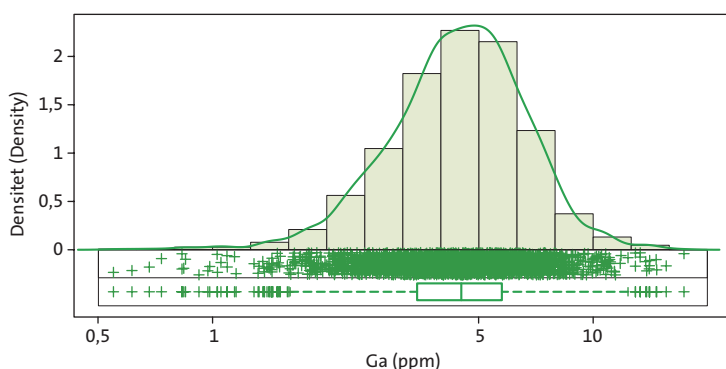
GALLIUM

Gallium rarely forms its own minerals (e.g. gallite). It occurs as a trace element in magnetite and sphalerite, and in common rock-forming minerals such as amphibole, feldspar and mica. In comparison to other rock types, shale and schist usually show higher concentrations of gallium. The mobility of gallium is low except under acidic conditions, and the element has a strong tendency to adsorb to clay minerals.

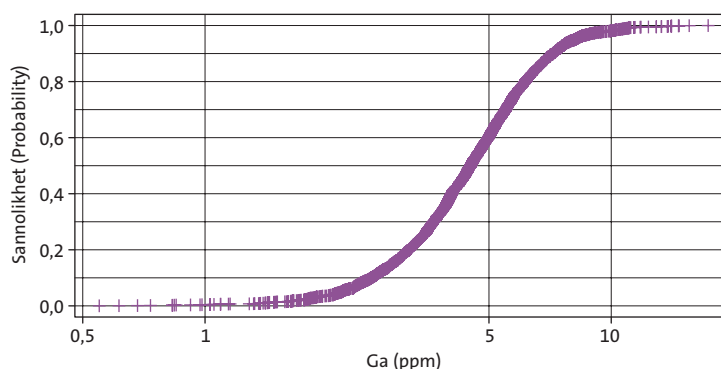
In northernmost Sweden, high gallium concentrations in till originate from a range of felsic to mafic igneous and metamorphic rocks (e.g. amphibolite) and from metasedimentary rocks (e.g. schist) that are rich in feldspar, biotite and amphibole which readily break down during weathering in acidic conditions. In the Caledonides, high concentrations of gallium are commonly associated with occurrences of metamorphosed sedimentary rocks (e.g. mica schist, paragneiss) and with Pb-Zn-Cu sulphide mineralisations.

In central and southern Sweden, gallium anomalies in till correlate with Paleoproterozoic to Mesoproterozoic plutonic rocks (diorite, granite) and their volcanic equivalents (andesite, rhyolite) as well as with metasedimentary rocks such as paragneiss and schist. Local Fe, Cu and Pb-Zn sulphide mineralisations coincide with these anomalies. In Skåne, the gallium anomalies can be explained by the presence of Sveconorwegian igneous rocks, fine-grained Paleozoic shale and local occurrences of Jurassic coal and younger phosphorites. High clay contents in till also contribute to an increased content of gallium.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



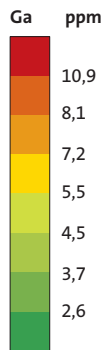
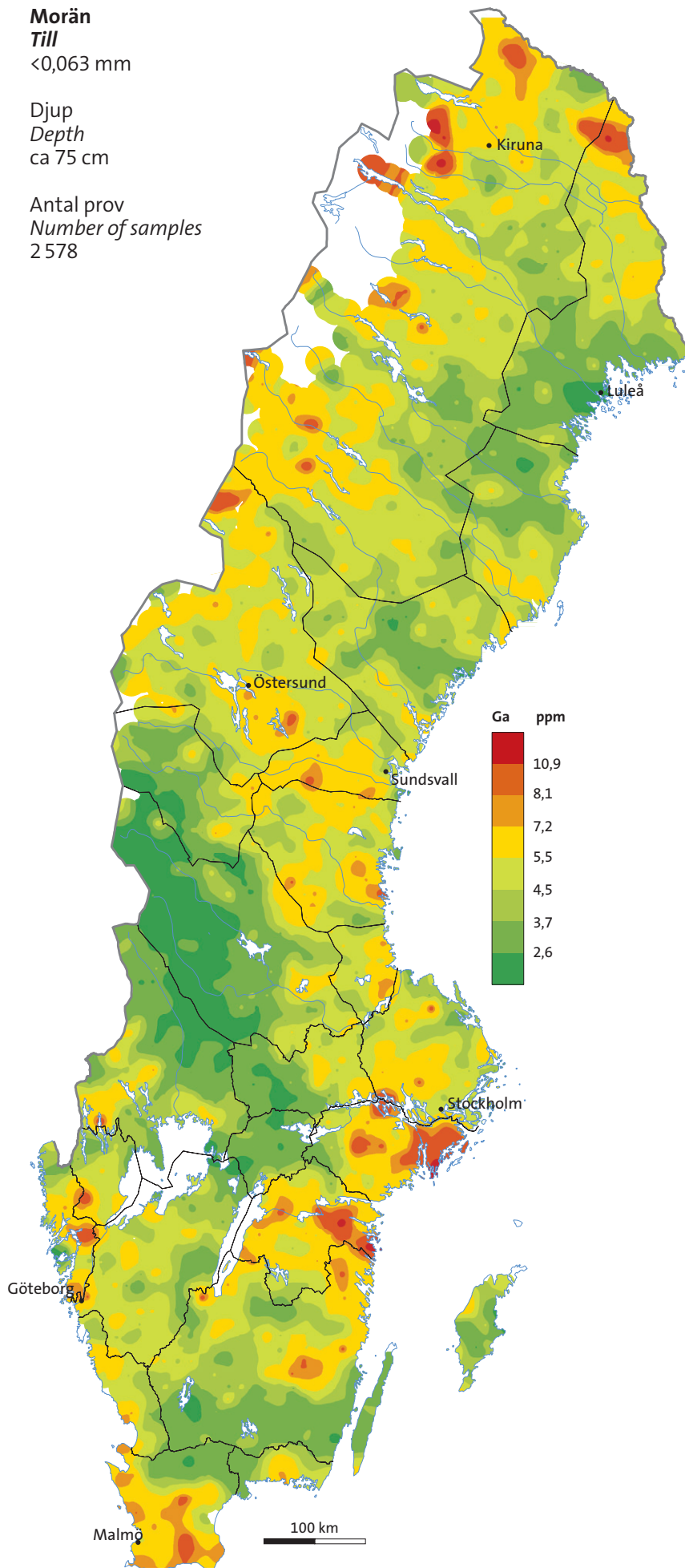
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

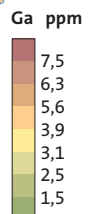
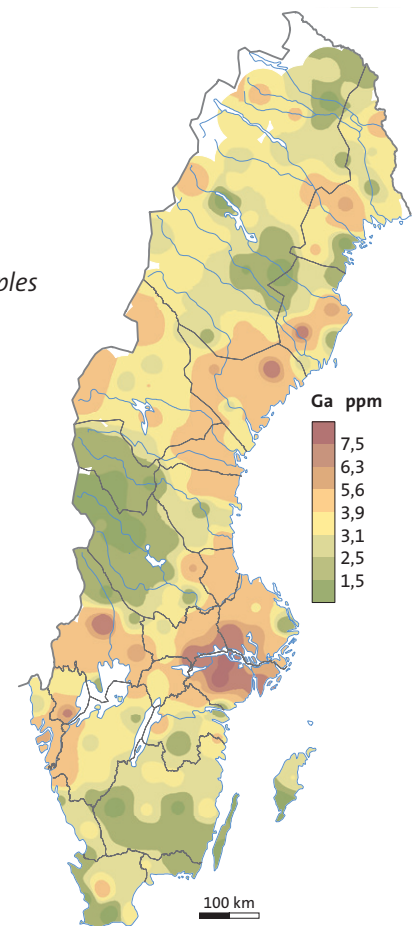
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ge

GERMANIUM

Germanium bildar få egna mineral (t.ex. germanit), men är ett vanligt spårelement i Zn-, Pb- och Cu-sulfider och i bergartsbildande mineral som olivin, amfibol, fältspat och muskovit. Anrikning av germanium förekommer i senmagmatiska bergarter (pegmatit, greisen) och i hydrotermala mineraliseringar. Höga germaniumhalter finns i finkorniga sedimentära bergarter och i metamorfa motsvarigheter till dessa (skiffer, fyllit). Särskilt höga halter har observerats i kol och aska. Mobiliteten hos germanium är låg och ämnet adsorberas lätt till lermineral, järnoxider och organiskt material.

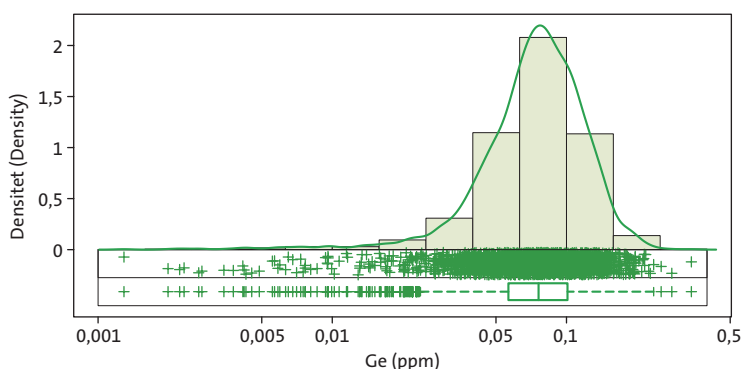
Koncentrationen av germanium i svenska glaciala avlagringar är mycket låg. Isolerade punktanomalier med relativt höga germaniumhalter i morän förekommer i Lappland, Dalarna, Hälsingland, Bergslagen, Värmland och i södra delen av landet. Dessa anomalier korrelerar med olika bergartstyper: mafiska till felsiska bergarter, metasedimentära bergarter (fyllit, skiffer, paragnejs), senmagmatiska pegmatiter, greisen och kvartsgångar. Vissa germaniumanomalier finns i moränområden med sulfidmineraliseringar.

GERMANIUM

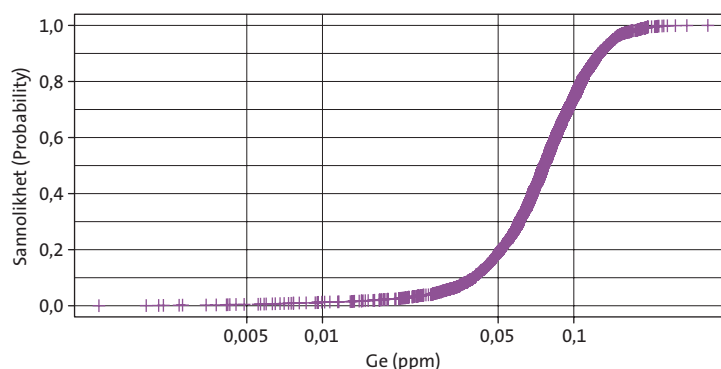
Germanium forms only a few of its own minerals (e.g. germanite), but it is a common trace element in Zn, Pb and Cu sulphides and in rock-forming minerals such as olivine, amphibole, feldspar and muscovite. Enrichment of germanium occurs in late magmatic rocks (pegmatite, greisen) and in hydrothermal deposits. High concentrations of germanium can also be found in fine-grained sedimentary rocks and their metamorphic equivalents (shale, phyllite). Particularly high contents of germanium have been observed in coal and coal ashes. Germanium has a very low mobility and is strongly adsorbed to clay minerals, iron oxides and organic matter.

The concentrations of germanium in Swedish glacial deposits are very low. Isolated point anomalies with relatively high concentrations in till occur in Lappland, Dalarna, Hälsingland, Bergslagen, Värmland and the southern part of the country. These anomalies can be correlated with various rock types: mafic to felsic rocks, metasedimentary rocks (phyllite, schist, paragneiss), late magmatic pegmatites, greisen and quartz veins. Some areas with high contents of germanium in till coincide with sulphide mineralisations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



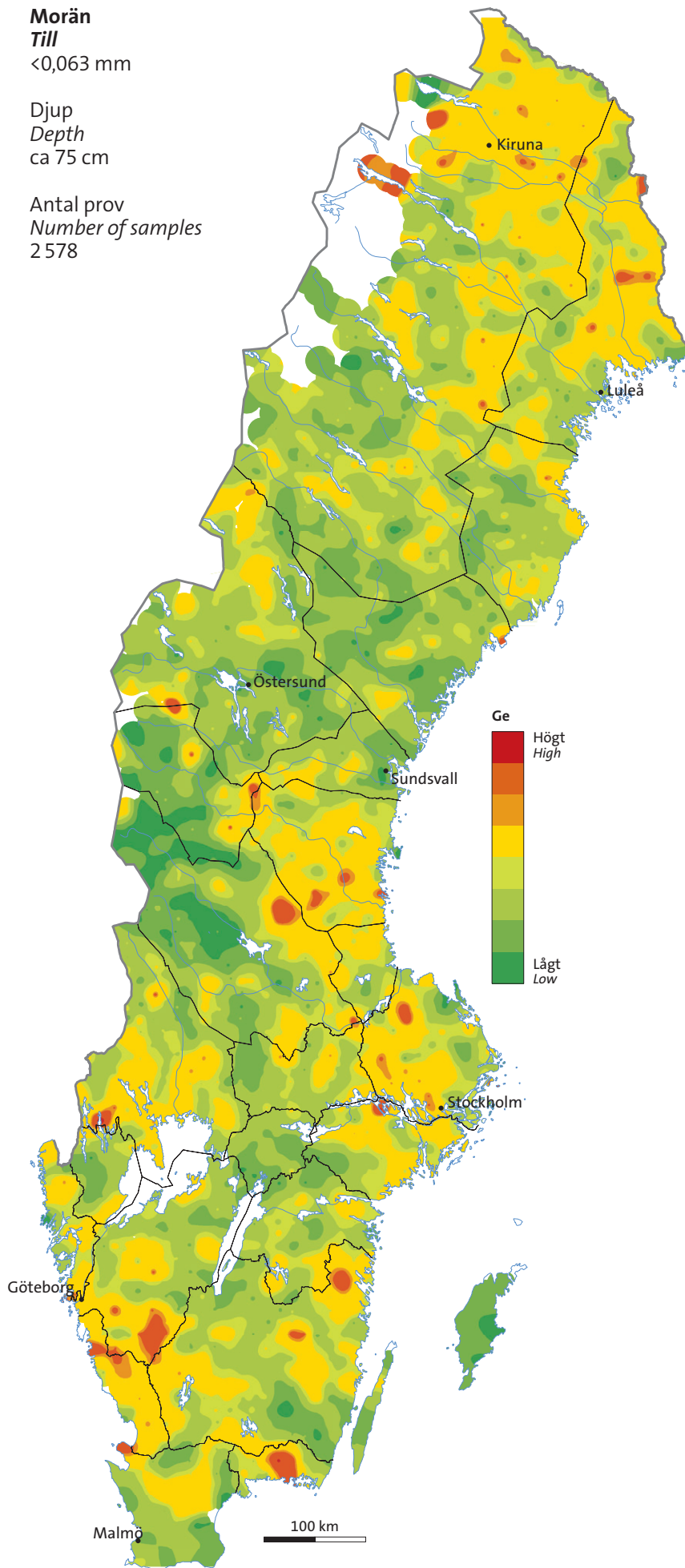
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

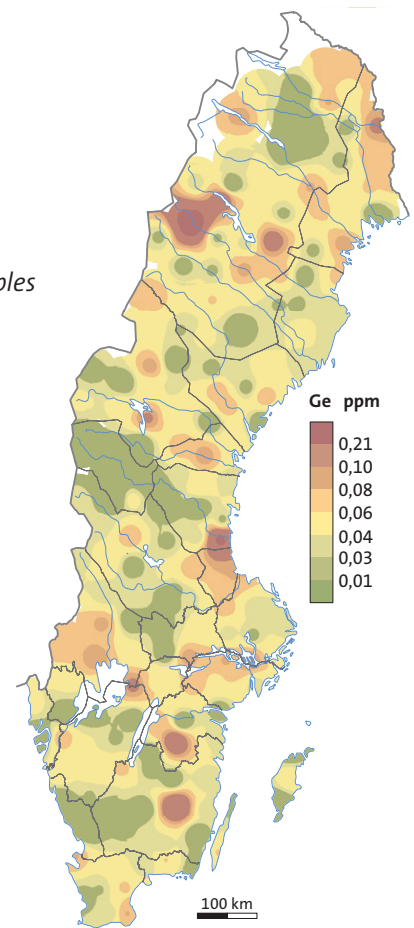
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



HAFNIUM

Hafnium bildar sällan egna mineral och förekommer vanligen med zirkonium i accessoriska mineral som zirkon och baddeleyit. Små mängder hafnium hittas i bergartsbildande mineral som pyroxen, biotit och granat. Huvudsakliga källor till hafnium är felsiska magmatiska bergarter, speciellt alkalina bergarter och karbonatiter i vilka hafnium förekommer i accessoriska mineral (t.ex. zirkon). Sedimentära bergarter (som sandsten) kan också innehålla höga hafniumhalter med ursprung i vittringsresistenta, tunga mineral (exempelvis zirkon, granat och ilmenit).

Lösligheten och mobiliteten hos hafnium är mycket låg. Sekundär anrikning kan ske i lerrika jordar där hafnium ursprungligen kommer från vittrade bergartsbildande mineral (t.ex. biotit).

Höga hafniumhalter i morän uppträder i centrala och norra Sverige. I Bergslagen, Dalarna och Hälsingland finns anomalier i anslutning till svekokarelska och post-svekokarelska granitoider och sura metavulkaniter, och de sammanfaller ofta med mineraliseringar av W, Mo, U, Fe, Pb-Zn och Cu i kalksilikatrikt skarn, granitoider och sura vulkaniska bergarter. I norra Sverige är höga hafniumhalter typiska för morän som överlagrar granit, pegmatit och metavulkaniter och deras metamorfa motsvarigheter (gnejs). Lokala hafniumanomalier finns i Kaledoniderna och i Småland. I Kaledoniderna uppträder anomalier i morän som överlagrar högre skolor där bergarterna huvudsakligen utgörs av metamorf skiffer och gnejs, och i tektoniska fönster där äldre graniter och metavulkaniter dominerar.

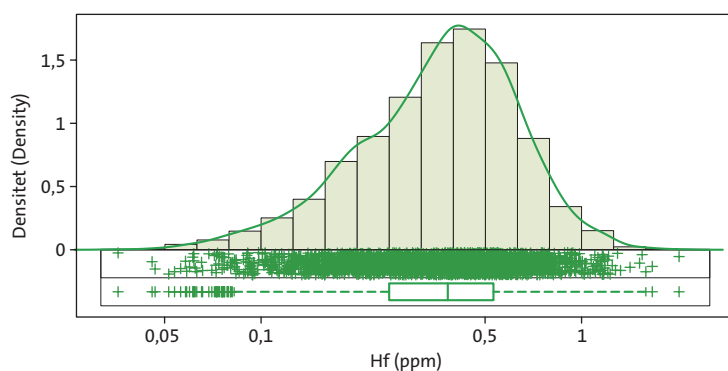
HAFNIUM

Hafnium rarely forms its own minerals and usually occurs with zirconium in accessory minerals such as zircon and baddeleyite. Trace amounts of hafnium occur in rock-forming minerals, for example pyroxene, biotite and garnet. Primary sources of hafnium are felsic igneous rocks, especially alkaline rocks and carbonatites where hafnium resides in accessory minerals (e.g. zircon). Sedimentary rocks (e.g. sandstones) can also contain high hafnium concentrations originating from weathering resistant heavy minerals (e.g. zircon, garnet and ilmenite).

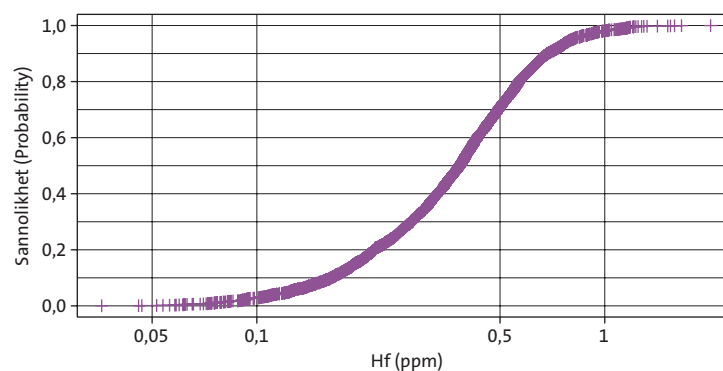
The solubility and mobility of hafnium is very low. Secondary enrichments can occur in clay-rich soils where leachable hafnium originates mainly from weathered rock-forming minerals (e.g. biotite).

High concentrations of hafnium in till occur in central and northern Sweden. In Bergslagen, Dalarna and Hälsingland, anomalies overlie Sveco-Karelian and post-Sveco-Karelian granitoids and acid volcanic rocks, and they often overlap with W, Mo, U, Fe, Pb-Zn and Cu deposits hosted by calc-silicate skarn, granitoids and acid volcanic rocks. In northern Sweden, elevated hafnium concentrations are typical for till that overlies granite, pegmatite and metavolcanic rocks and their metamorphic equivalents (gneiss). Local hafnium anomalies can be observed in the Caledonides and in Småland. In the Caledonides, they occur mainly in till overlying the higher nappes where metamorphic schists and gneisses dominate, and in tectonic windows where older granites and metavolcanic rocks dominate.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



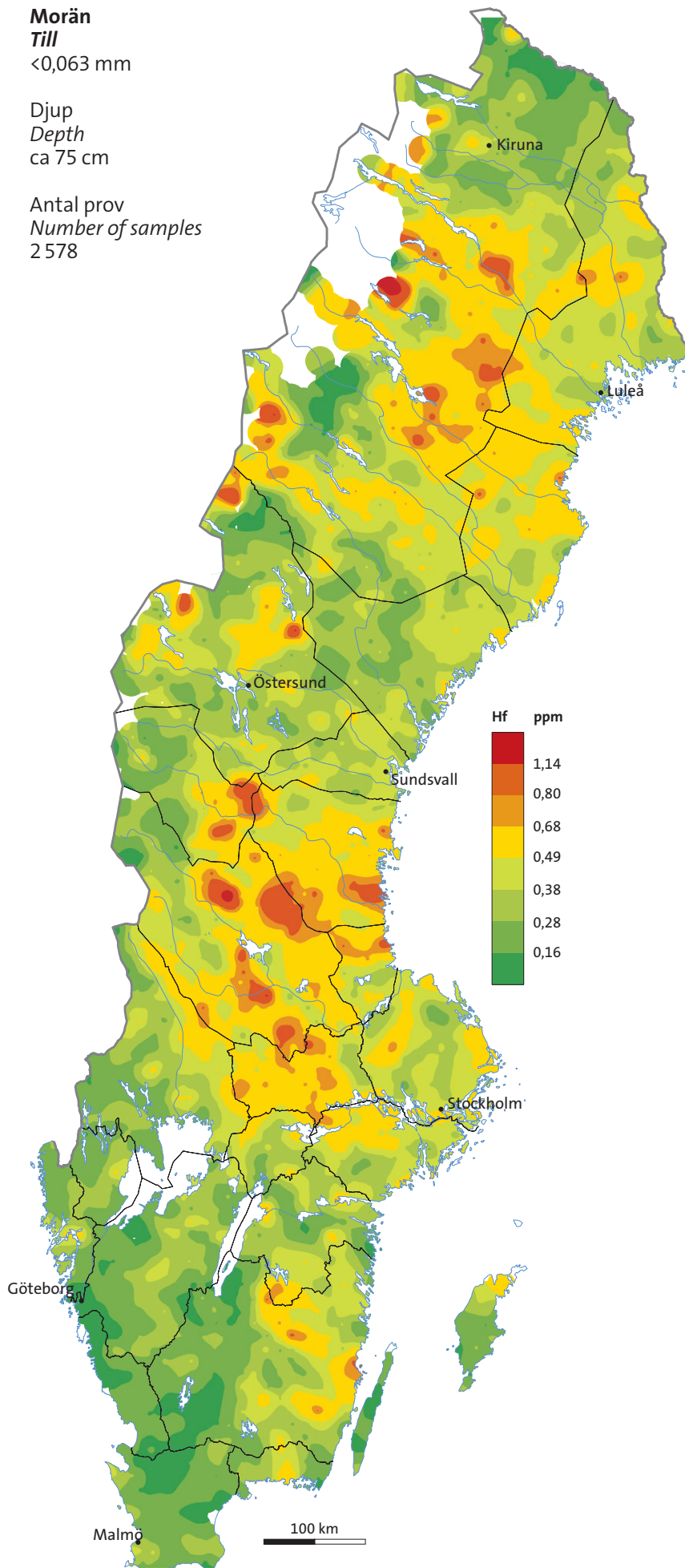
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

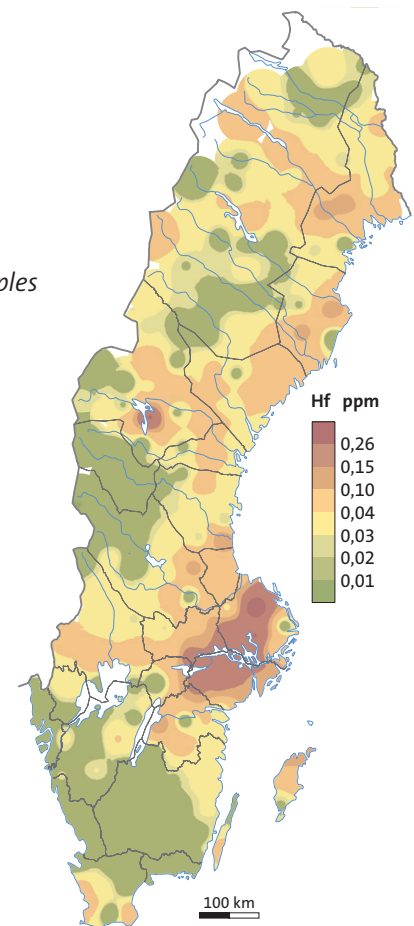
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Hg

KVICKSILVER

Kvicksilver förekommer huvudsakligen i sulfidform i hydrotermalt omvandlade vulkaniska och vulkanoklastiska bergarter. Gediget kvicksilver är sällsynt i naturen. Som spårelement kan det finnas i amfibol, fältspat, pyroxen, zinkblände och titanit. Sekundär anrikning sker i finkorniga sedimentära bergarter (svartskiffer) och i kol. Inom mineralprospektering används kvicksilver ofta som indikatorelement för Au-, Ag- och Sb-mineraliseringar.

Kvicksilver har varierande mobilitet beroende på hur det förekommer i naturen. Det har en exceptionellt stark tendens att binda till organiskt material och i mindre grad till lermineral.

Höga kvicksilverhalter förekommer i Kaledoniderna i Jämtland, i morän som överlagrar sulfider samt glimmerskiffer och kambrisk-ordovicisk svartskiffer med högt innehåll av organiskt material. Höga halter förekommer även i samband med svartskiffer i Västergötland (Kinnekulle, Halleberg och Hunneberg) och Östergötland. Flera isolerade kvicksilveranomalier i landet kan förklaras av förekomster av sura vulkaniska bergarter och sulfidmineraliseringar. Förekomster av skarn (t.ex. i Bergslagen) och guldmineraliseringar kan också bidra till förhöjda kvicksilverhalter i överliggande morän.

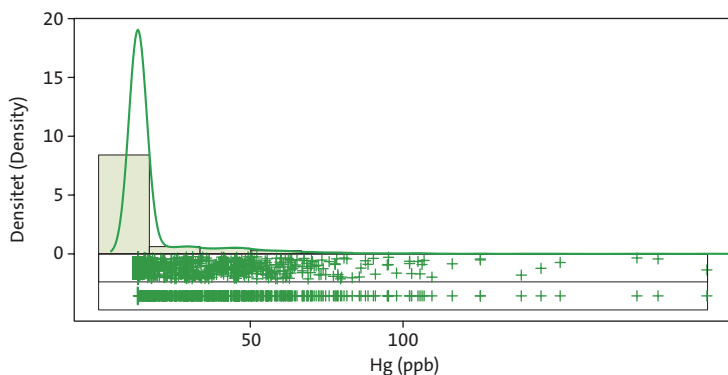
MERCURY

Mercury occurs mainly in sulphide form in hydrothermally altered volcanic and volcanoclastic rocks. Native mercury is rare in nature. As a trace element it can be found in amphibole, feldspar, pyroxene, sphalerite and titanite. Secondary enrichment occurs in fine-grained sedimentary rocks (black shale) and in coal. In mineral exploration, mercury is often used as a pathfinder for Au, Ag and Sb deposits.

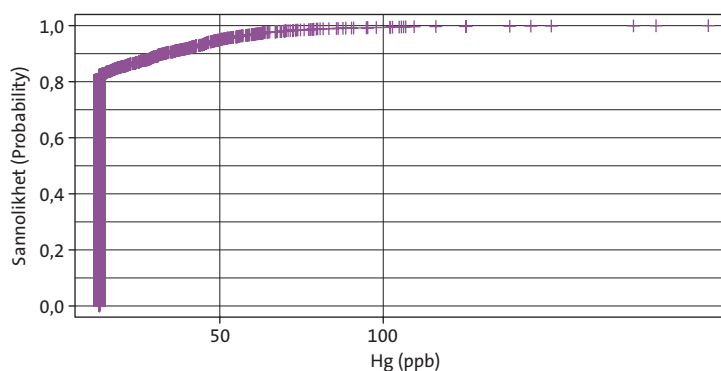
The mobility of mercury depends on its form. The element shows an exceptionally strong affinity to bind to organic matter, and to a lesser extent to clay minerals.

High concentrations of mercury occur in the Caledonides of central Jämtland, in till overlying sulphides and mica schist and Cambrian–Ordovician black shale with high contents of organic matter. The black shale in Västergötland (Kinnekulle, Halleberg and Hunneberg) and Östergötland contributes to elevated mercury concentrations in the glacial deposits. Many of the isolated mercury anomalies in the country can be explained by the presence of acid volcanic rocks and sulphide mineralisations. Skarn deposits (e.g. in Bergslagen) and gold mineralisations can also result in elevated mercury contents in the overlying till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



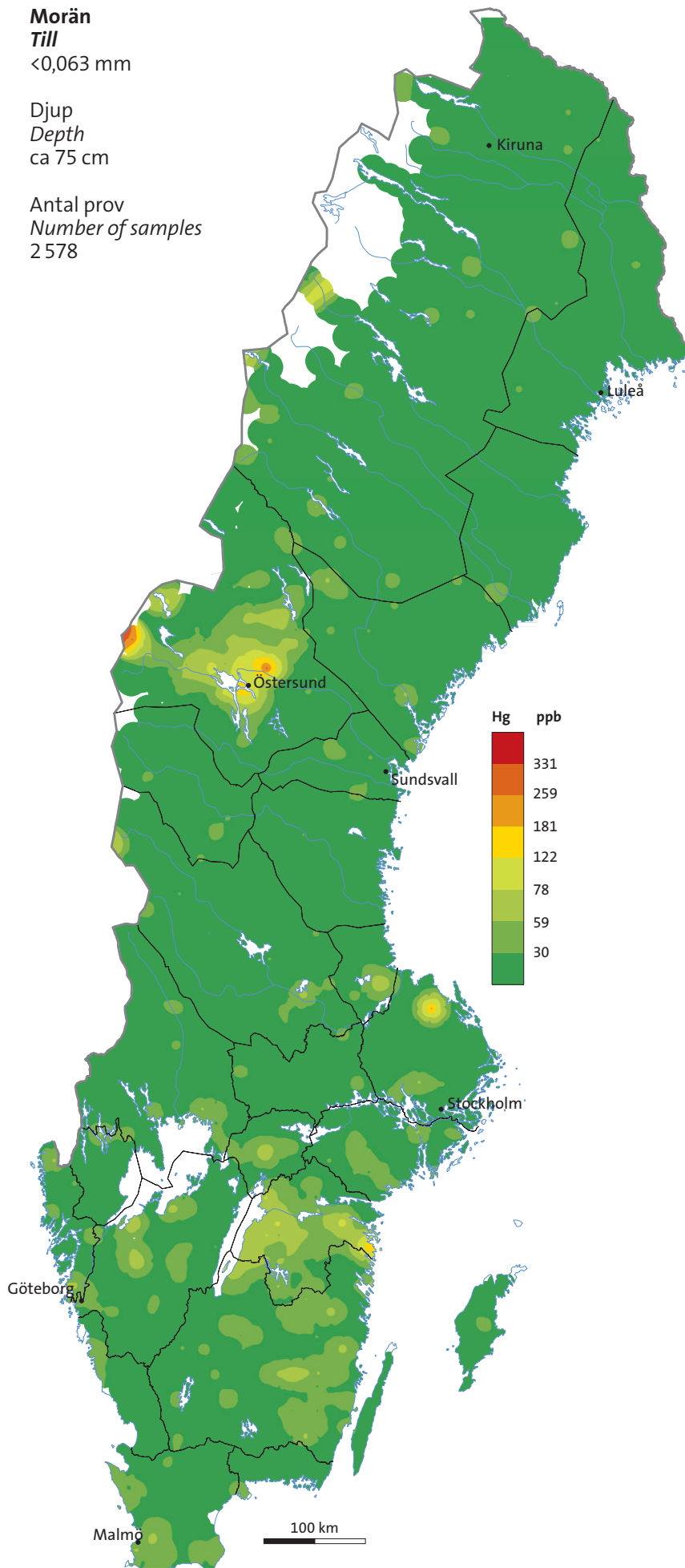
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

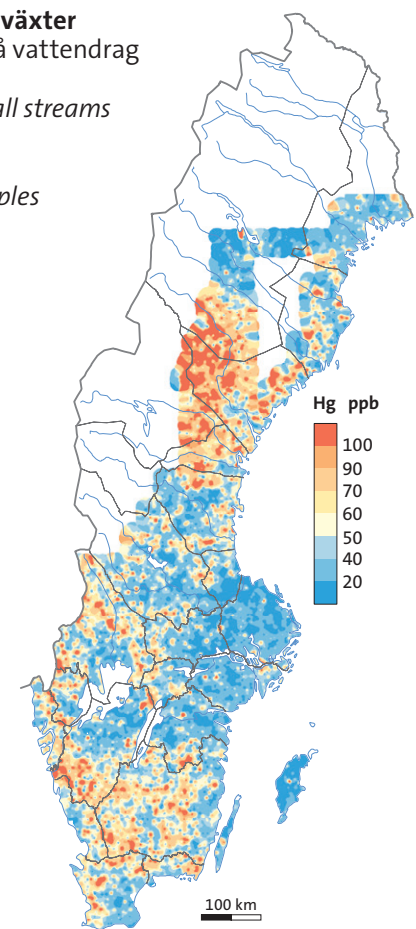
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

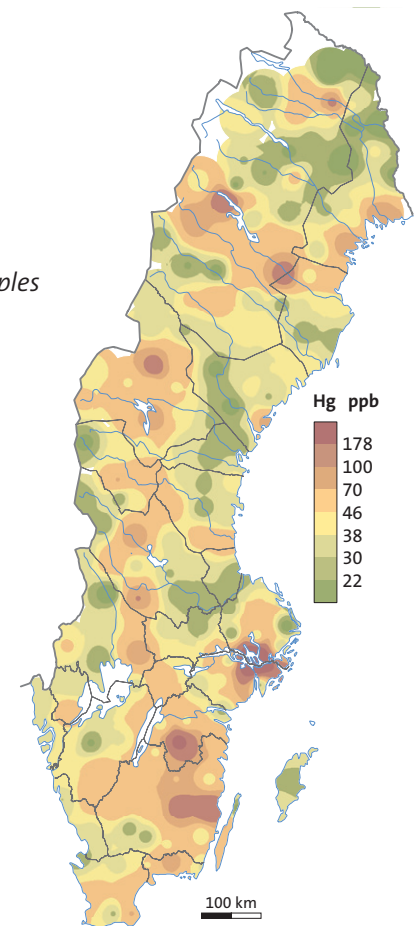
Antal prov
Number of samples
6 621



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



K

KALIUM

Kalium är ett av de vanligaste grundämnena i jordskorpan. Grundämnet finns i en mängd olika mineral: bergartsbildande silikater (fältspat, glimmer), klorider (sylvit) och fyllosilikater (illit). Kalium anrikas i felsiska bergarter, inklusive alkalina och metamorfa bergarter, och i sandstenar och lerskiffer rika på fältspat.

Kalium som frigörs från mineralstrukturen vid vittring är mycket lösligt och mobilt men har en hög tendens att adsorbera till lermineral. Generellt är höga kaliumhalter vanliga i områden med granitiska och alkalina bergarter som är rika på kalifältspat och glimmer.

De högsta kaliumhalterna i morän finns i Kaledoniderna i områden som domineras av bergarter (sedimentära och metasedimentära bergarter i skollorna och kristallina bergarter i de tektoniska fönstren) som är rika på kalifältspat och glimmer. I den nordligaste delen av landet sammanfaller kaliumanomalier med felsiska magmatiska bergarter samt högmetamorfa gnejser och migmatiter. I anomalier längs kusten i södra Västerbotten kommer kalium ursprungligen från underliggande metasedimentära bergarter som metagråvacka, glimmerskiffer och paragnejs. I västra Sverige (Dalsland och Bohuslän) utgör sveconorvegiska graniter en väsentlig kaliumkälla. I södra delen av Skåne kan höga kaliumhalter associeras med lerrik morän som speglar förekomsten av fanerozoiska sedimentära bergarter.

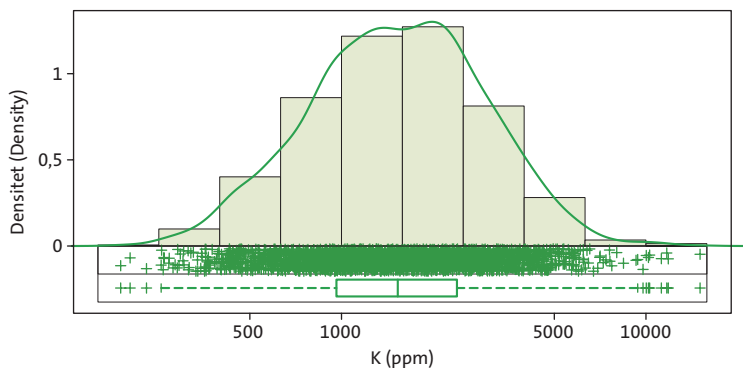
POTASSIUM

Potassium is one of the most abundant elements in the Earth's upper crust. The element occurs in a large variety of minerals: rock-forming silicates (feldspar, mica), chlorides (sylvite) and phyllosilicates (illite). Potassium is enriched in felsic rock types, including alkaline and metamorphic rocks, and in feldspar-rich sandstone and shale.

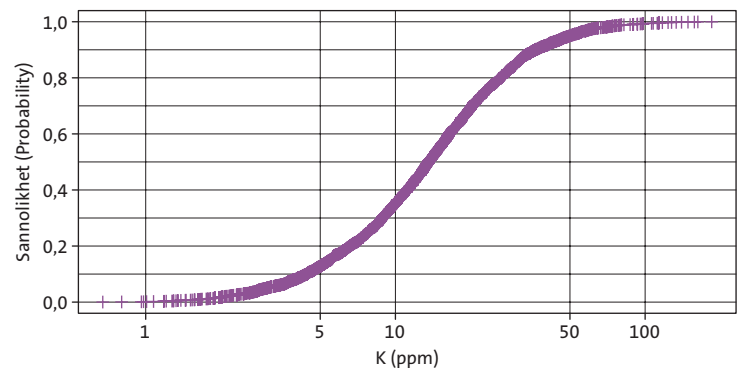
Potassium that is released from the mineral structure during weathering is very soluble and mobile, but has a strong tendency to adsorb to clay minerals. In general, high potassium concentrations occur in areas with granitic and alkaline rocks rich in potassium feldspar and mica.

The highest potassium concentrations in till are found in the Caledonides where the main rock types (sedimentary and metasedimentary rocks of the nappe units and crystalline rocks of the tectonic windows) are rich in potassium feldspar and mica. In the northernmost part of the country, potassium anomalies overlie felsic igneous rocks and highly metamorphosed gneisses and migmatites. Along the coast in southern Västerbotten, potassium anomalies in till originate from the underlying metasedimentary rocks such as metagreywacke, mica schist and paragneiss. In western Sweden (Dalsland and Bohuslän), the major source of potassium is Sveconorwegian granites. In the southern part of Skåne, elevated potassium concentrations can be associated with clay-rich till reflecting Phanerozoic sedimentary rocks.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



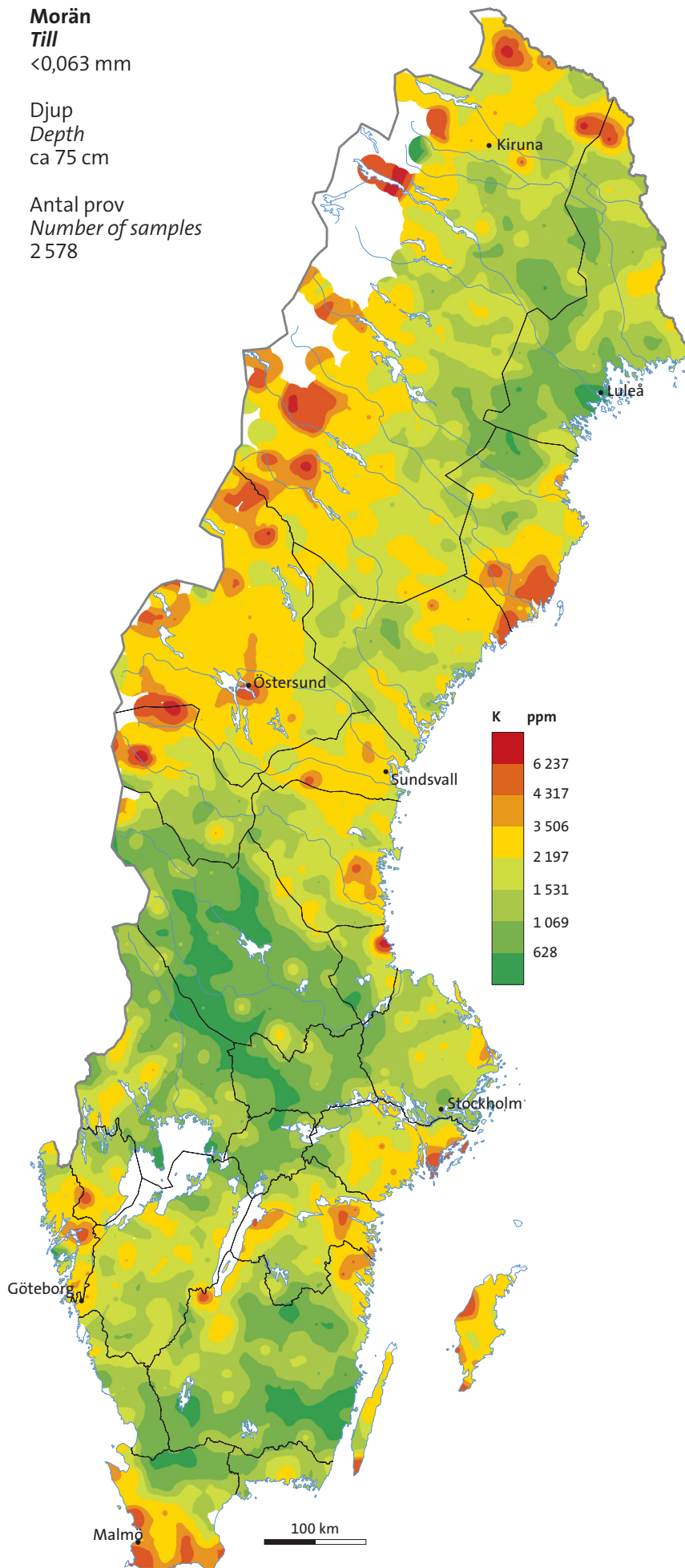
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

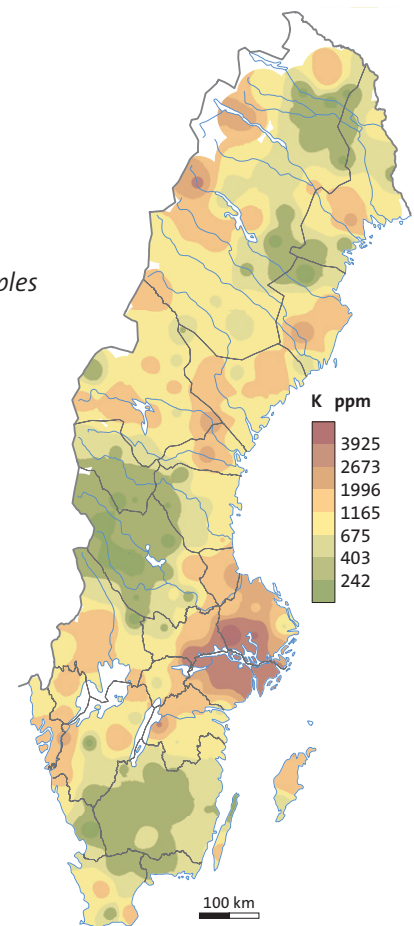
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



La

LANTAN

Lantan tillhör de sällsynta jordartsmetallerna (rare earth elements, REE) och är det näst mest förekommande av dessa. Lantan finns i monazit, apatit och allanit, och som ett spårelement i bergartsbildande mineral som biotit, pyroxen, fältspat och amfibol. Höga lantanhalter är typiska för senmagmatiska bergarter (granit, pegmatit) och alkalina bergarter. Sedimentära bergarter och sediment som innehåller tungmineral (t.ex. monazit) kan uppvisa mycket höga halter.

Mobiliteten är låg hos lantan och adsorptionen till järnoxider, fosfater och lermineral är hög. Alla sällsynta jordartsmetaller har en tendens att ackumuleras i en basisk snarare än sur miljö och därför är lantankoncentrationen ofta hög i jord som innehåller kalkhaltigt bergartsmaterial.

Höga lantankoncentrationer i morän förekommer i norra Sverige där de korrelerar med arkeiska metamorfa bergarter och yngre svekokarelska graniter och pegmatiter men även med mafiska bergarter från grönstensbälten. I Västerbotten är lantankoncentrationerna höga i morän som täcker metasedimentära bergarter, t.ex. glimmerskiffer, paragnejs och migmatit. I ett område som sträcker sig från nordvästra Hälsingland till södra Jämtland utgör post-svekokarelska graniter och pegmatiter källan till höga lantanhalter. I Kaledoniderna förklaras höga lantanvärden i moränen av metasedimentära bergarter och autoktona graniter med högt innehåll av biotit, fältspat och accessoriska mineral som monazit. I södra delen av landet är det felsiska till intermediära bergarter som granit, pegmatit och gnejs av olika åldrar som är källa till högt lantaninnehåll i moränen. Högt lerinnehåll i glaciala avlagringar kan också bidra till förhöjt innehåll av lantan.

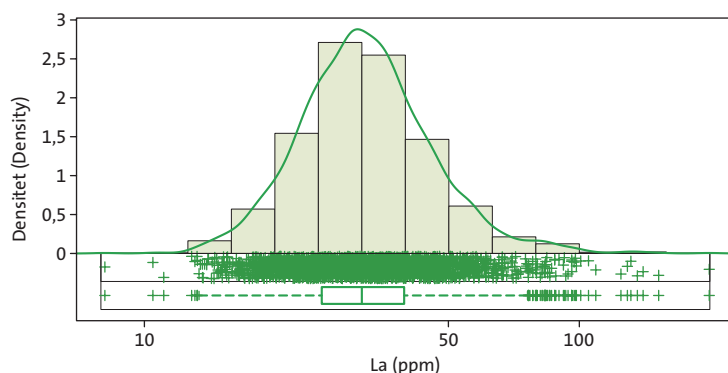
LANTHANUM

Lanthanum belongs to the rare earth elements (REE) and is the second most abundant element within the REE group. Lanthanum occurs in monazite, apatite and allanite, and as a trace element in rock-forming minerals (biotite, pyroxene, feldspar and amphibole). High concentrations of lanthanum are typical for late magmatic igneous (granites, pegmatites) and alkaline rocks. Sedimentary rocks and sediments containing heavy minerals (e.g. monazite) may contain very high lanthanum concentrations.

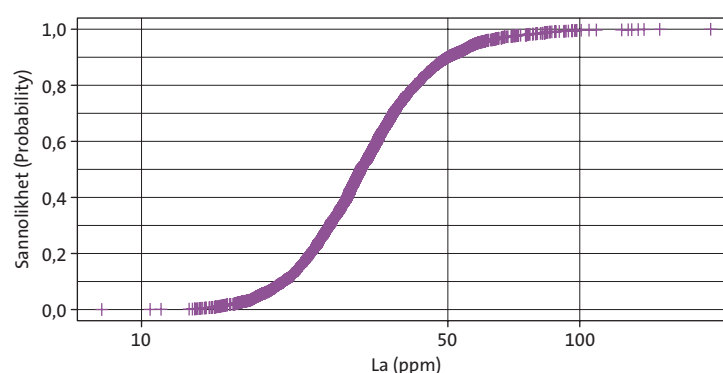
Lanthanum has a low mobility and can be adsorbed to iron oxides, phosphates and clay minerals. All rare earth elements tend to accumulate in alkaline rather than in acidic environments, and soils developed from calcareous parent material can have high concentrations of lanthanum.

High concentrations of lanthanum in till occur in northern Sweden, where they correlate with Archean metamorphic rocks and younger Svecokarelian granites and pegmatites, with some contributions from the mafic rocks of the greenstone belts. In Västerbotten, high lanthanum concentrations occur in till overlying metasedimentary rocks, e.g. mica schist, paragneiss and migmatite. In an area from the north-western part of Hälsingland to southern Jämtland, lanthanum anomalies originate from post-Svecokarelian granites and pegmatites. High lanthanum concentrations within the Caledonian mountain chain can be explained by metasedimentary rocks and autochthonous granites, which are rich in biotite, feldspar and accessory phases, such as monazite. In the southern part of the country, lanthanum anomalies point to felsic to intermediate rocks such as granite, pegmatite and gneiss of different ages. High clay content in glacial deposits may also contribute to elevated lanthanum concentrations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



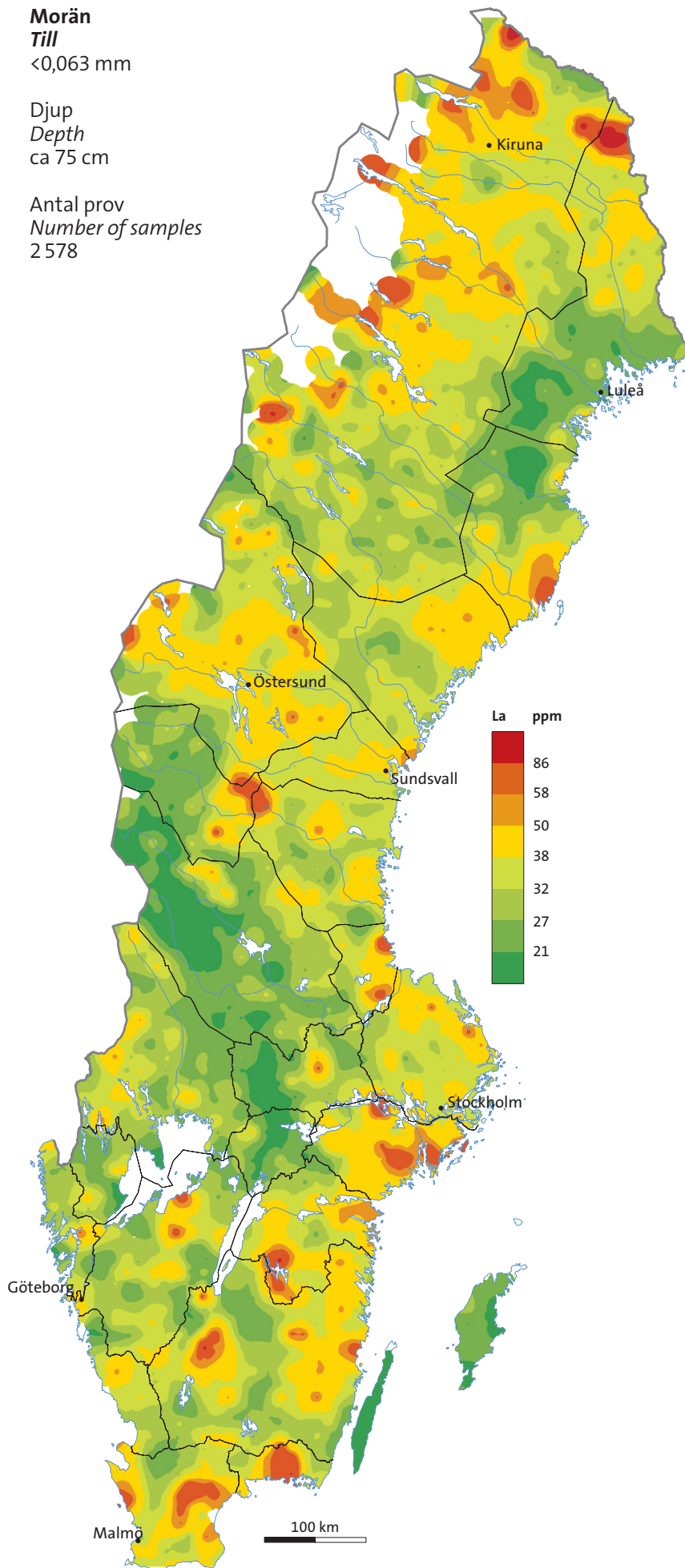
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

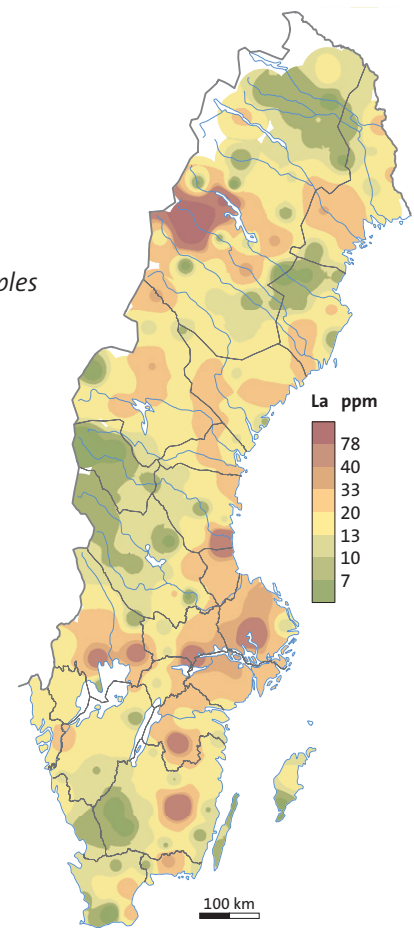
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Li

LITIUM

Litium är en alkalimetall som finns i bergartsbildande mineral som biotit, fältspat och amfibol samt i lermineral. Litium bildar mineral som spodumen (pyroxen) och lepidolit (glimmer), vilka är karakteristiska för senmagmatiska bergarter, t.ex. granit, aplit, pegmatit, greisen och kvartsgångar. De högsta koncentrationerna av litium finns i alkalina till granitiska magmatiska bergarter, men lerskiffer, skiffer och finkorniga marina sediment kan också innehålla höga litiumhalter. I torra klimat faller litium ut tillsammans med evaporitmineral. Mobiliteten hos litium är låg, förutom vid lågt pH, och adsorption sker främst till järnoxider, lermineral och organiskt material.

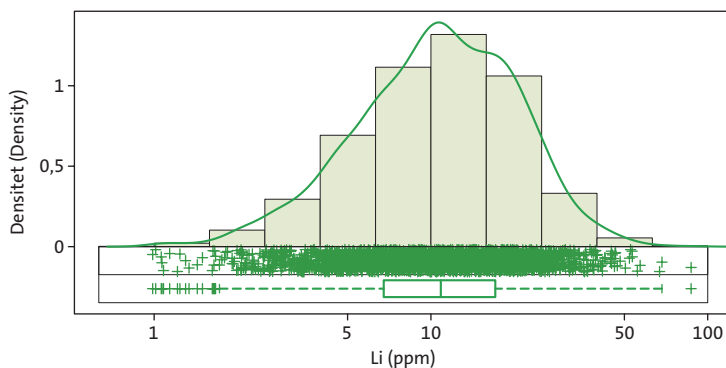
Höga litiumhalter i morän förekommer i de centrala delarna av landet, från Hälsingland till Jämtland, samt norrut till södra Lappland. Dessa anomalier kan kopplas till metasedimentära bergarter som lerskiffer, metagråvacka, glimmerskiffer och grafitiskiffer. I Kaledoniderna är finkornig skiffer den huvudsakliga källan till höga litiumhalter i morän. I södra Lappland förekommer litiumanomalier i samband med Au-, W-, Mo- och scheelit-mineraliseringar (Guldlinjen). I norr korrelerar höga litiumhalter med bergarter typiska för grönstensbälten. I Mälarenregionen och söderut till Östergötland har höga litiumhalter i morän sitt ursprung i metasedimentära och metavulkaniska bergarter och associerade kvartsgångar och pegmatiter. Lokalt förekommer litium i morän i samband med mafiska bergarter (t.ex. diabasgångar). I Skåne kommer litium från silurisk lerskiffer och lokala leravlagringar. Högt lerinnehåll i morän kan också bidra till höga litiumhalter.

LITHIUM

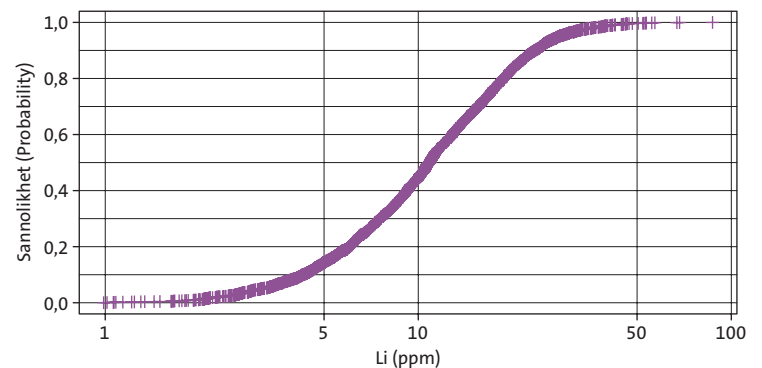
Lithium is an alkaline metal that occurs in rock-forming minerals such as biotite, feldspar and amphibole, and in clay minerals. Lithium minerals, like spodumene (pyroxene) and lepidolite (mica), are characteristic for late magmatic rocks, e.g. granite, aplite, pegmatite, greisen and quartz veins. The highest concentrations of lithium can be found in alkaline to granitic igneous rocks, but shale, schist and fine-grained marine sediments can also have high lithium concentrations. In arid environments, lithium precipitates together with evaporite minerals. The mobility of lithium is low, except under acidic conditions, and lithium is preferentially adsorbed to iron oxides, clay and organic matter.

The highest lithium concentrations in till occur in central Sweden, from Hälsingland to Jämtland, and further north to southern Lappland. These anomalies can be correlated with metasedimentary rocks such as shale, metagreywacke, mica schist and graphite schist. In the Caledonides, the fine-grained shale is the main source for high lithium concentrations in till. In southern Lappland, anomalies coincide with Au, W, Mo and scheelite mineralisations (Gold Line province). In the north, high concentrations of lithium correlate with rocks typical of the greenstone belts. In the Mälaren region and further south in Östergötland, high lithium contents in till originate from metasedimentary and metavolcanic rocks and associated quartz veins and pegmatites. Locally, elevated lithium contents in till point to mafic rocks (e.g. dolerite dykes). In Skåne, lithium in till originates from Silurian shale and local clay deposits. A high content of clay in till may contribute to elevated concentrations of lithium.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



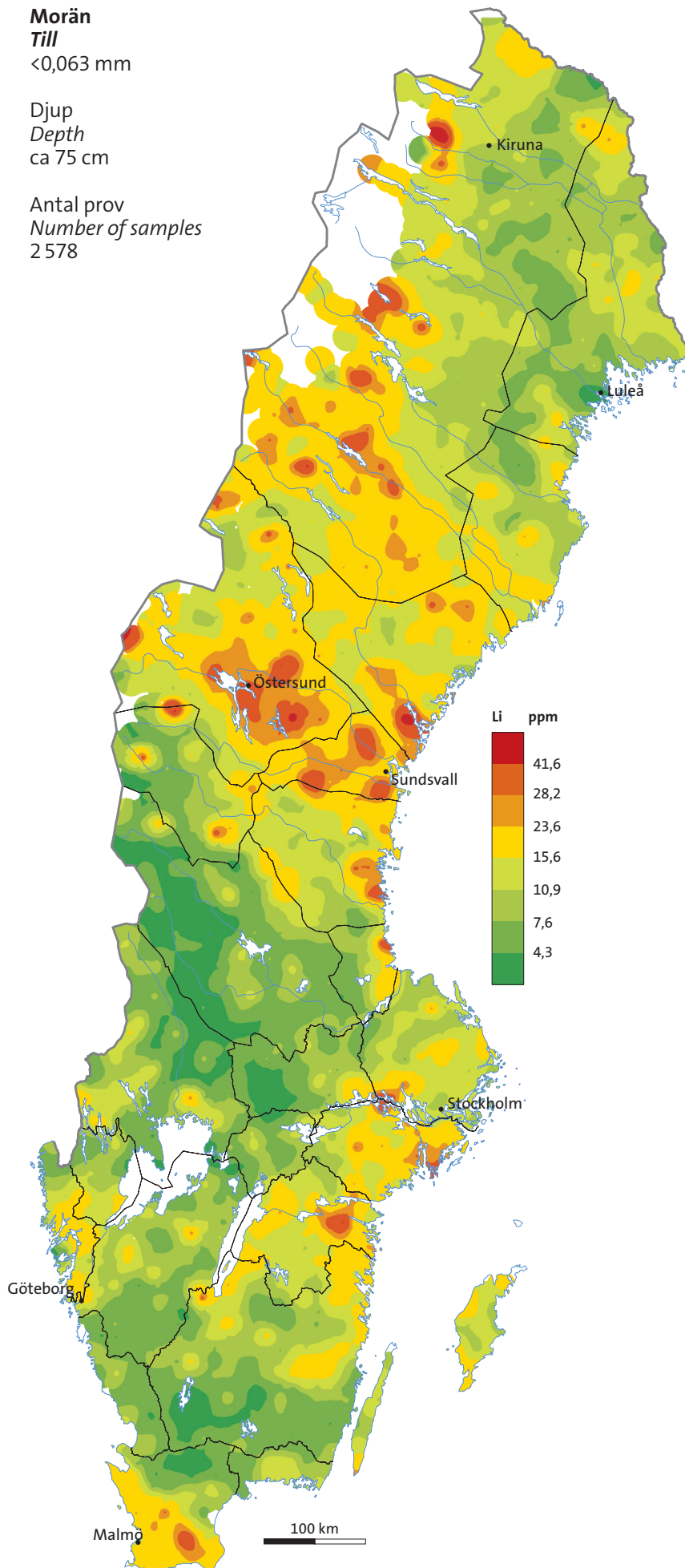
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

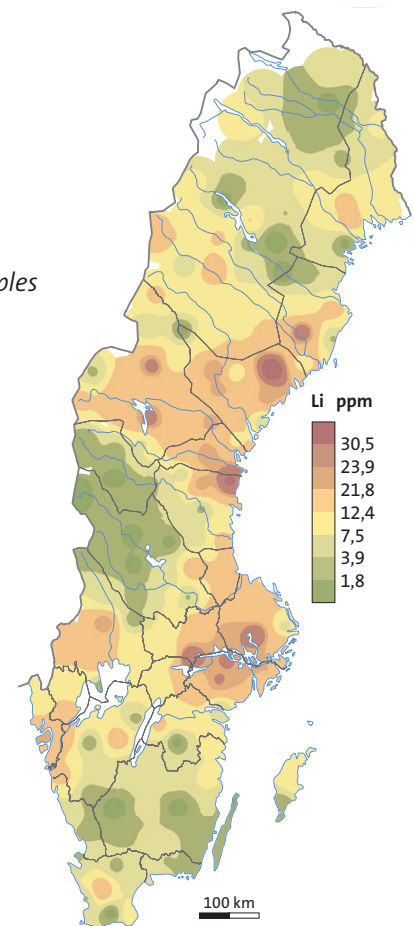
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Mg

MAGNESIUM

Magnesium är ett av de vanligaste grundämnena i den kontinentala jordskorpan. Det finns många olika magnesiummineral, från silikater och fosfater till karbonater och borater. Magnesium är ett huvudelement i bergartsbildande järn-magnesiummineral som olivin, biotit, amfibol och pyroxen. De högsta magnesiumkoncentrationerna hittas i ultramafiska och mafiska bergarter.

Vid vittring är magnesium lösligt och mycket mobilt och kan via jonbyten fixeras till lermineral. Magnesium kan ersätta kalcium och ackumuleras i kalkhaltiga avlagringar.

De högsta koncentrationerna av magnesium i morän finns i de centrala delarna av Kaledoniderna där de korrelerar med ultramafiska och mafiska bergarter (t.ex. peridotit, serpentinit, eklogit, amfibolit, gabbro och diabas) och med kalksten och dolomit. Förekomster med magnesiumrikt talk, olivin och magnesit bidrar i stor utsträckning till det höga magnesiuminnehållet i morän. I norra Lappland förekommer anomalier i samband med ultramafiska och mafiska bergarter som tillhör grönstensbältena och metamorfa karbonatbergarter (skarn), vilka ofta är associerade med järnoxid- och kopparmineraliseringar.

I Uppland (Bergslagen) kan magnesiumanomalier kopplas till skarnmineraliseringar rika på järnoxid samt till marmor och mafiska till intermediära magmatiska bergarter. Områden med lerrik morän kan ha förhöjda magnesiumhalter. I Småland förekommer mindre anomalier i anslutning till mafiska magmatiska bergarter och metavulkaniter. I Skåne utgör paleozoiska och yngre sedimentära bergarter (skiffer och kalksten) den största källan till höga magnesiumkoncentrationer. Silurisk kalksten och mörgel är den viktigaste källan för magnesium i de tunna glaciala avlagringarna på Gotland.

MAGNESIUM

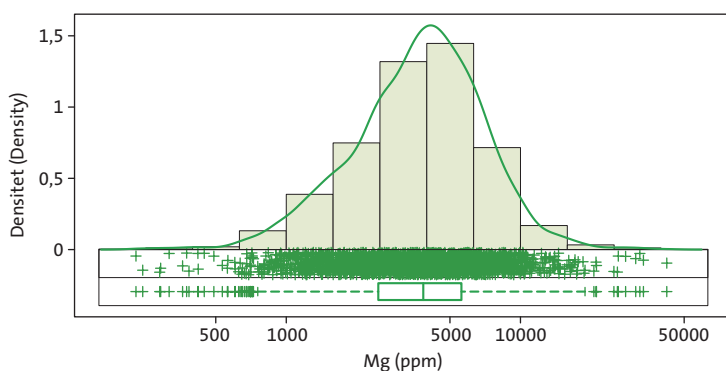
Magnesium is one of the most abundant elements in the Earth's continental crust. There is a large variety of magnesium minerals, from silicates and phosphates to carbonates and borates. Magnesium is a major component in ferromagnesian rock-forming minerals such as olivine, biotite, amphibole and pyroxene. The highest magnesium concentrations occur in ultramafic and mafic rocks.

During weathering, magnesium is soluble and very mobile and can, by ion-exchange, be fixed to clay minerals. Magnesium can replace calcium and be accumulated in calcareous deposits.

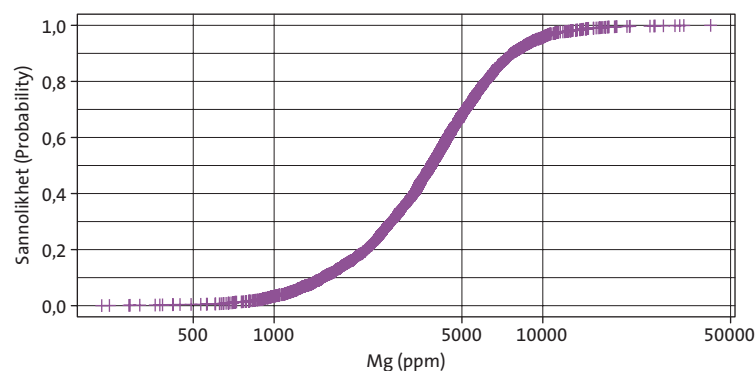
The largest concentrations of magnesium in till occur in the central part of the Caledonian mountain chain, where they correlate with the presence of mafic and ultramafic rocks (e.g. peridotite, serpentinite, eclogite, amphibolite, gabbro and dolerite), and with limestone and dolomite. Deposits of magnesium-rich talc, olivine and magnesite contribute largely to the high magnesium contents in the till. In northern Lappland, anomalies of magnesium are closely related to mafic and ultramafic rocks of the greenstone belts and metamorphosed carbonate rocks (skarn), often associated with iron oxide and copper deposits.

In Uppland (Bergslagen), high magnesium concentrations in till point to iron oxide skarn mineralisations, marble and mafic to intermediate igneous rocks. Areas with high clay contents in till may have elevated concentrations of magnesium. In Småland, minor magnesium anomalies overlie mafic igneous and metavolcanic rocks. In Skåne, Paleozoic and younger sedimentary rocks (shale and limestone) are the main sources of high magnesium concentrations. Silurian limestone and marlstone are the main sources of magnesium in the thin glacial deposits of Gotland.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



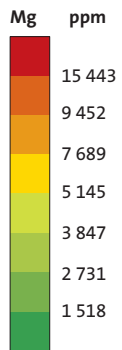
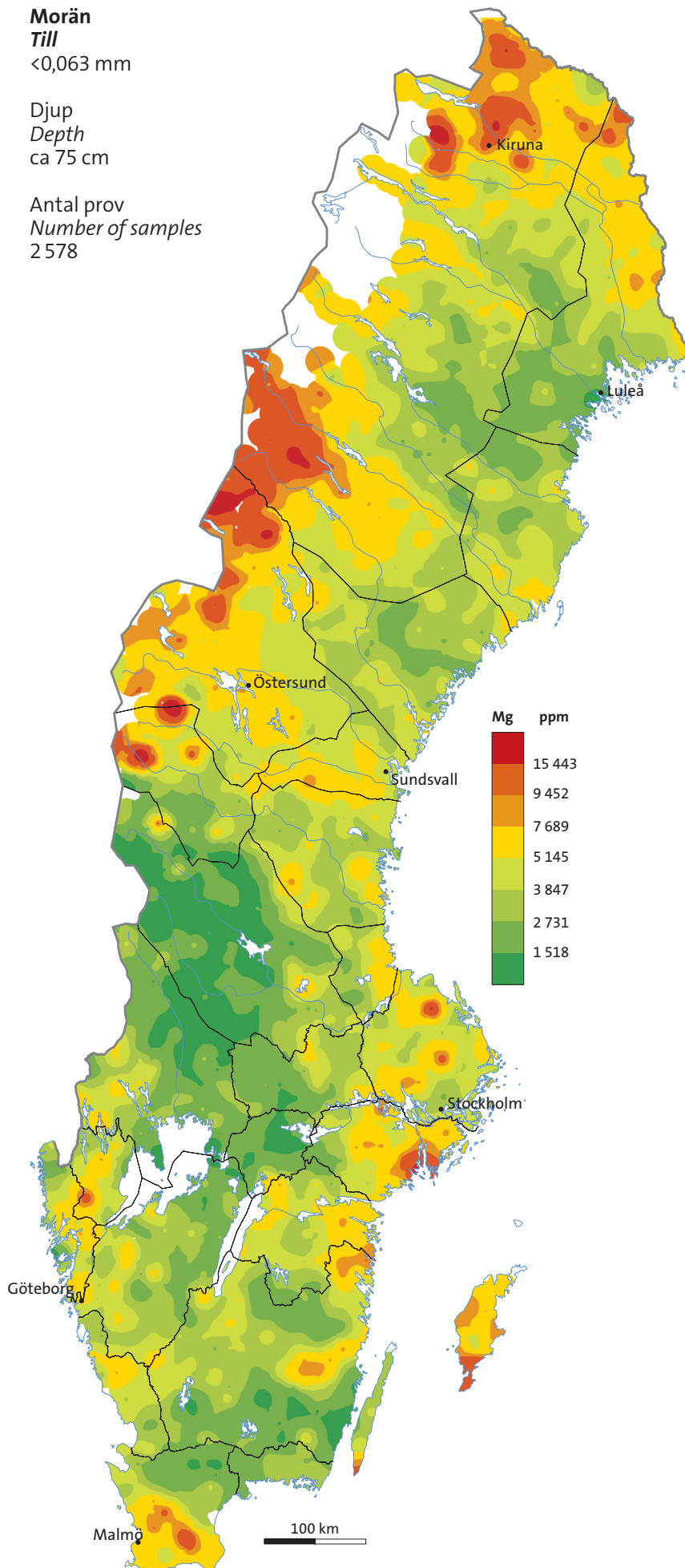
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

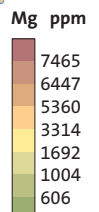
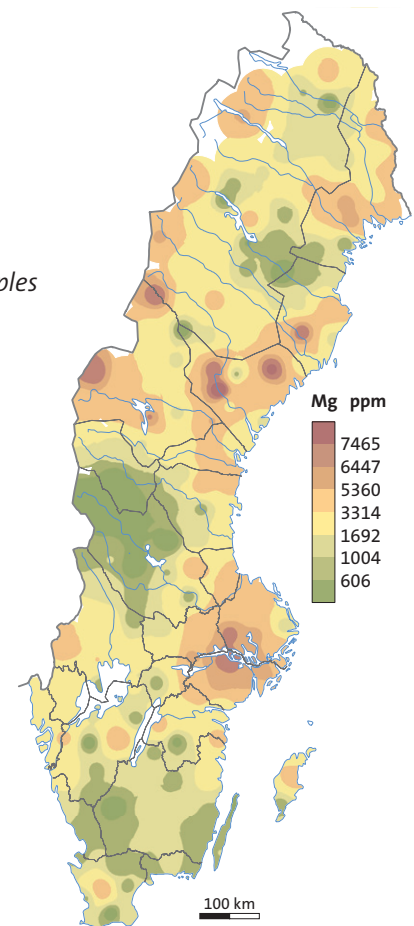
Antal prov
Number of samples
2 578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Mn

MANGAN

Mangan bildar många egna mineral (oxider, hydroxider, karbonater, silikater) och förekommer som ett accessoriskt grundämne i många bergartsbildande mineral, t.ex. granat, pyroxen, amfibol och olivin. I jonform (Mn^{2+}) ersätter mangan Fe^{2+} och Mg^{2+} i järn-magnesium-mineral och därför är mangan vanligt i mafiska bergarter som basalt och gabbro. I sedimentära bergarter och sediment bildas sekundära manganoxider i form av konkretioner och utfällningar på mineral-korn. Vid oxiderande förhållanden kan metallen anrikas i leravlagringar. Manganjoner är mobila vid lågt pH medan manganoxider och manganhydroxider generellt är relativt olösliga.

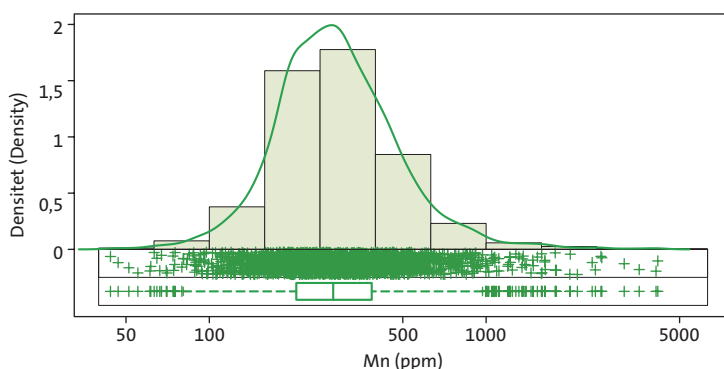
Höga manganhalter i morän påträffas i Västergötland och längs randen av Kaledoniderna i Jämtland och Lappland, och de har sitt ursprung från underlagrande svartskiffer. Relativt höga manganhalter finns i morän som överlagrar metasedimentära bergarter i högre skolor i Kaledoniderna. I Bergslagen korrelerar lokalt förhöjda mangan-koncentrationer med kända manganmineraliseringar som förekommer tillsammans med järn- och sulfidmineraliseringar samt med områden där mangan förekommer som oxider, karbonater och sulfider i lågradiga metamorfa bergarter. Svartskiffer bidrar till de höga manganhalterna i morän vid Billingen (mellan Väneren och Vättern), öster om Vättern, på Öland och i Skåne.

MANGANESE

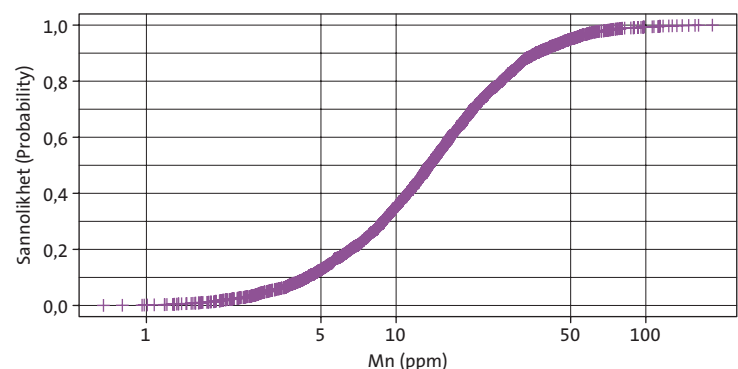
Manganese forms a variety of minerals (oxides, hydroxides, carbonates, silicates) and occurs as an accessory element in many rock-forming minerals, for example garnet, pyroxene, amphibole and olivine. The ion Mn^{2+} substitutes for Fe^{2+} and Mg^{2+} in ferromagnesian minerals. It is therefore abundant in mafic rocks like basalt and gabbro. Secondary manganese oxides form small concretions and coatings on detrital grains in sedimentary rocks and sediments. Secondary enrichment of manganese can also occur in clay deposits in oxidised environments. The mobility of manganese ions is high at low pH while manganese oxides and hydroxides are rather insoluble.

High concentrations of manganese in till occur in Västergötland and along the Caledonian front in Jämtland and Lappland, and they originate from underlying black shale. Relatively high manganese concentrations is found in till overlying metasedimentary rocks of higher nappe units within the Caledonides. In Bergslagen, local elevated manganese concentrations correlate with known manganese mineralisations that accompany iron and sulphide deposits, and with areas where manganese occurs as oxides, carbonates and sulphides in low-grade metamorphic rocks. Black shale at Billingen (between Väneren and Vättern), east of Vättern, on Öland and in Skåne contribute to the high manganese concentrations in the overlying till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



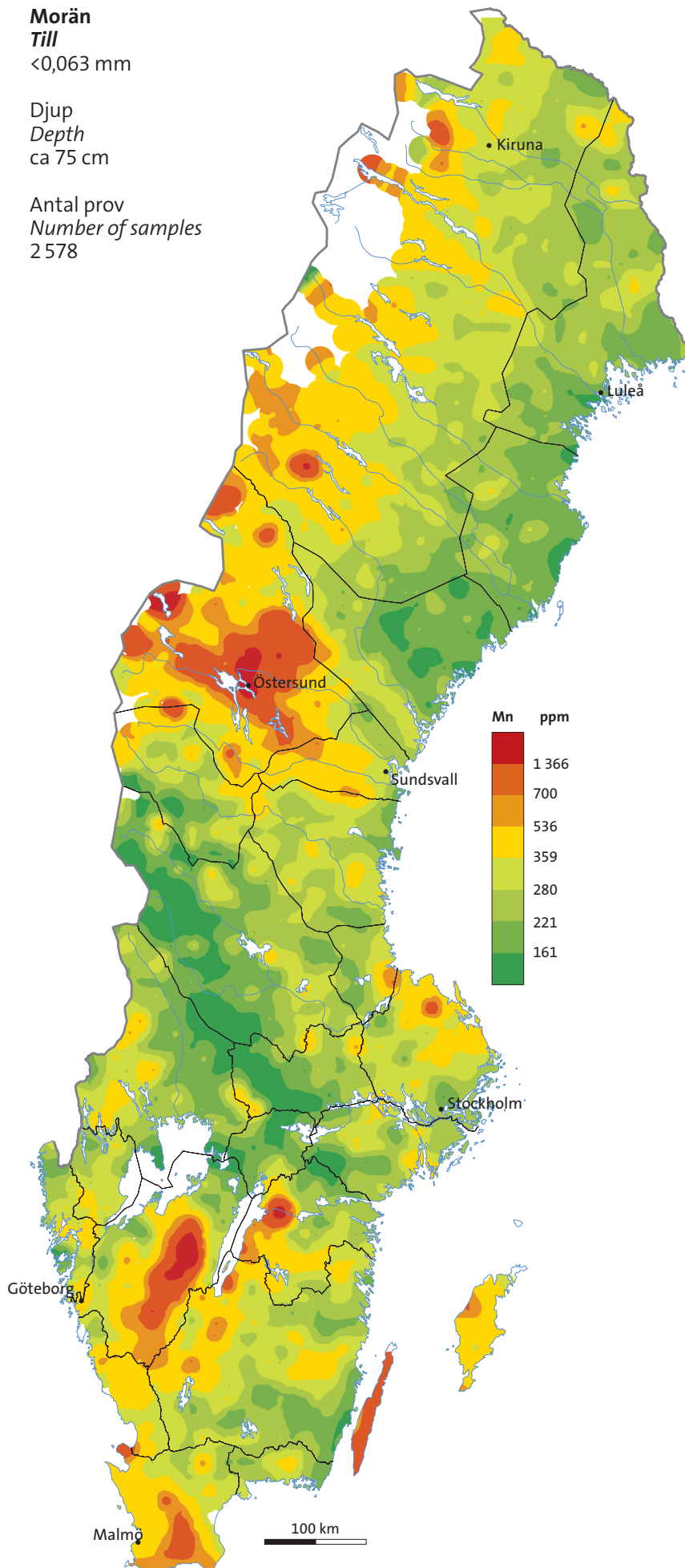
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

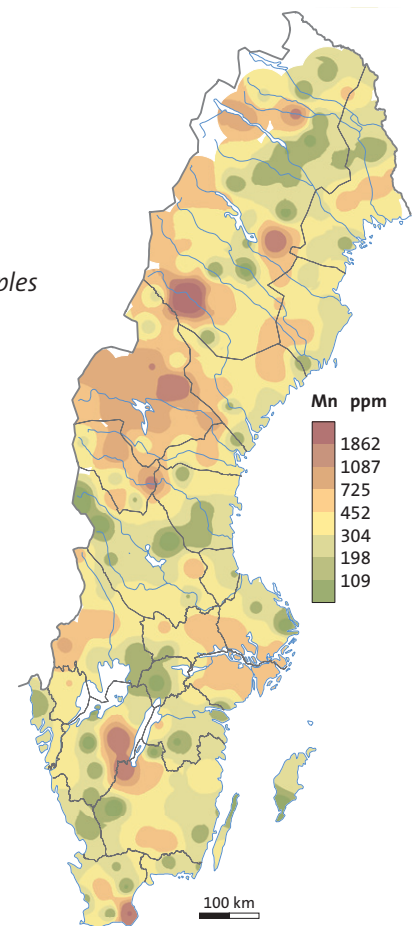
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Mo

MOLYBDEN

Molybden förekommer huvudsakligen i sulfidform men bildar även föreningar med syre (molybdater). Som ett spårelement finns molybden i pyrit, kopparkis, blyglans, zinkblände, wolframit, scheelit, titanit och magnetit, samt i fältspat och biotit. Molybden anrikas i felsiska magmatiska bergarter, t.ex. granit och pegmatit. Sekundär anrikning förekommer i vissa sedimentära bergarter, t.ex. i svartskiffer och i marina järn-mangannoduler.

Molybden är mobilt vid basiska förhållanden och lösligt i oxiderande miljöer. Vid basiska förhållanden bildar molybden sekundära mineral och kan påträffas i finkorniga sediment. Molybden bildar lätt komplex med organiskt material (som vanligen också är sulfidrikt). Under sura förhållanden bryts molybdenmineral ned till mycket små partiklar och kan på så vis koncentreras i finkorniga jordar och lera.

Höga molybdenhalter i morän förekommer i norra delen av Kaledoniderna, längs med bergskedjans front i Jämtland och Lappland, samt nära Vänern och Vättern. De flesta molybdenanomalierna korrelerar med sulfidmineraliseringar (Cu, Pb, Zn, Ag, Bi, Co, Fe och Sb) och Fe-, W-, U-, Au- och Ag-mineraliseringar. Svartskiffer utgör en stor källa till anomalier av molybden (samt uran och vanadin) i morän, t.ex. i Jämtland, Västergötland (Billingen), öster och norr om Vättern och i sydöstra Skåne.

Ett flertal molybdenmineraliseringar (t.ex. i Bergslagen) i kristallina bergarter och i kvartsgångar speglas inte i morängeokemin, och endast ett fåtal isolerade anomalier kan korreleras med molybdenmineraliseringar i granit och pegmatit (t.ex. söder om Boxholm i Östergötland) eller med guld- och wolframmineraliseringar (t.ex. norr om Storuman i Lappland).

MOLYBDENUM

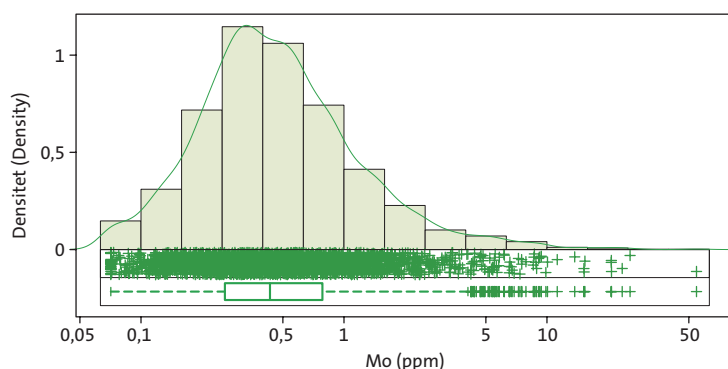
Molybdenum occurs mainly as a sulphide but also forms compounds with oxygen (molybdates). As a trace element, molybdenum is abundant in pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, wolframite, scheelite, titanite and magnetite, and in feldspar and biotite. Molybdenum is enriched in felsic igneous rocks, for example granite and pegmatite. Secondary enrichment of the element occurs in some sedimentary rocks, e.g. in black shale and in marine ferromanganese nodules.

Molybdenum is mobile under alkaline conditions and soluble under oxidising conditions. In alkaline environments the element forms secondary minerals which can be found in fine-grained sediments. Molybdenum readily forms complexes with organic material (which is usually also sulphide-rich). Under acidic conditions, molybdenum minerals can degrade to very small particles and thus concentrate in fine-grained soil and clay.

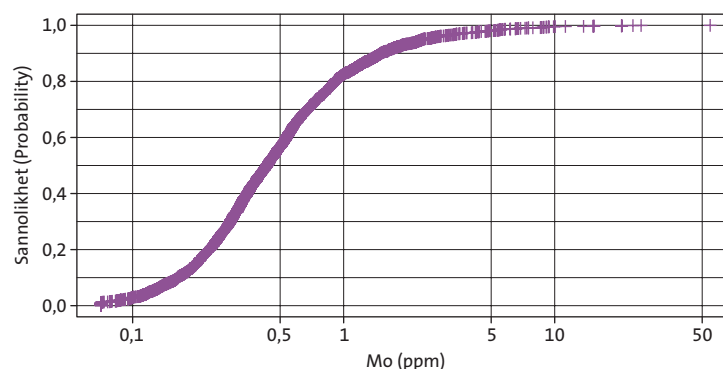
High molybdenum concentrations in till occur in the northern part of the Caledonian mountain chain, along the mountain front in Jämtland and Lappland, and in the vicinity of Vänern and Vättern. Most of the molybdenum anomalies correlate with sulphide deposits (Cu, Pb, Zn, Ag, Bi, Co, Fe and Sb) and with Fe, W, U, Au and Ag mineralisations. Black shale is major source of molybdenum anomalies (with uranium and vanadium), e.g. in Jämtland, Västergötland (Billingen), east and north of Vättern, and in south-eastern Skåne.

Numerous molybdenum mineralisations (e.g. in Bergslagen) hosted by crystalline rocks and quartz veins are not reflected in the till geochemistry, and only a few single anomalies can be correlated with molybdenum mineralisations in granite and pegmatite (e.g. south of Boxholm in Östergötland), and Au and W mineralisations (e.g. north of Storuman in Västerbotten).

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



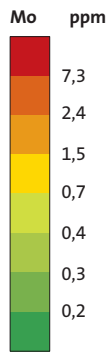
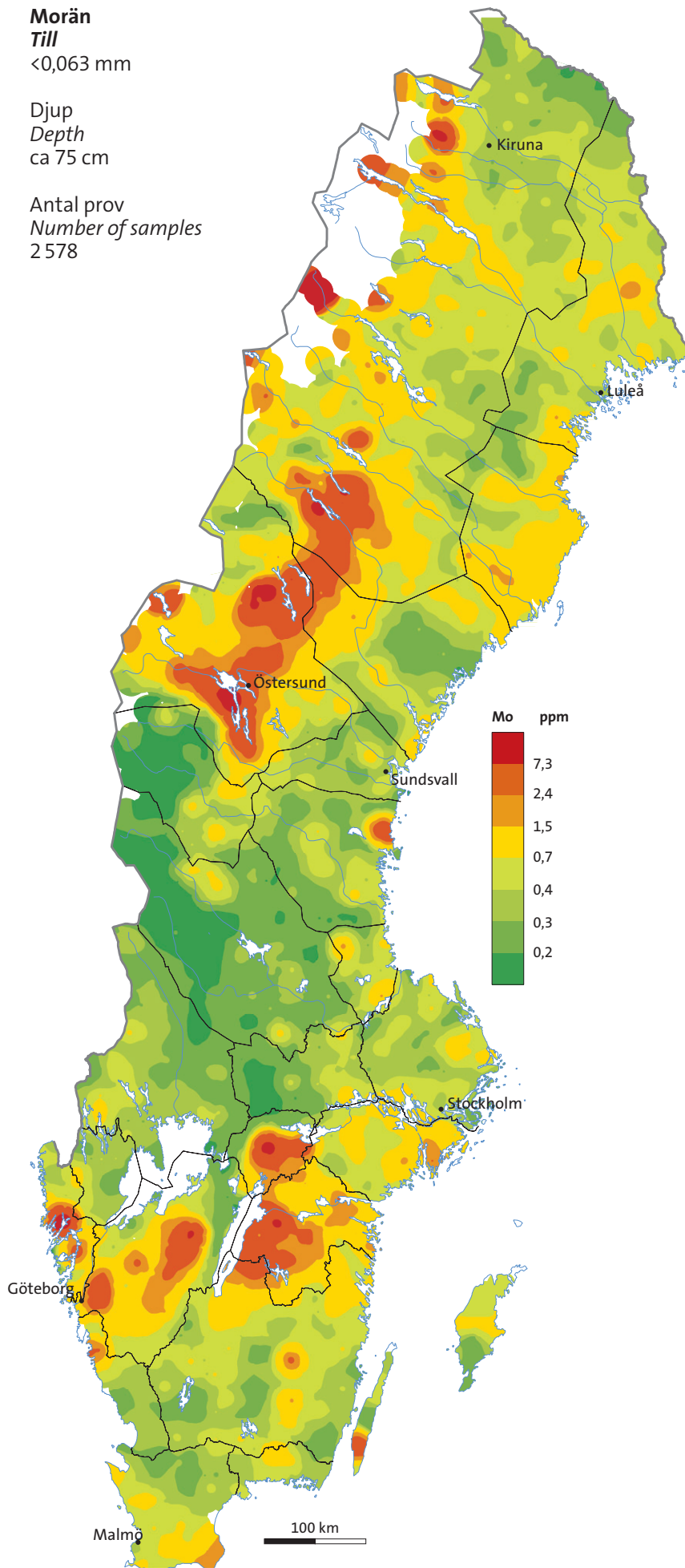
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

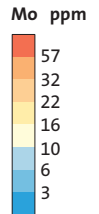
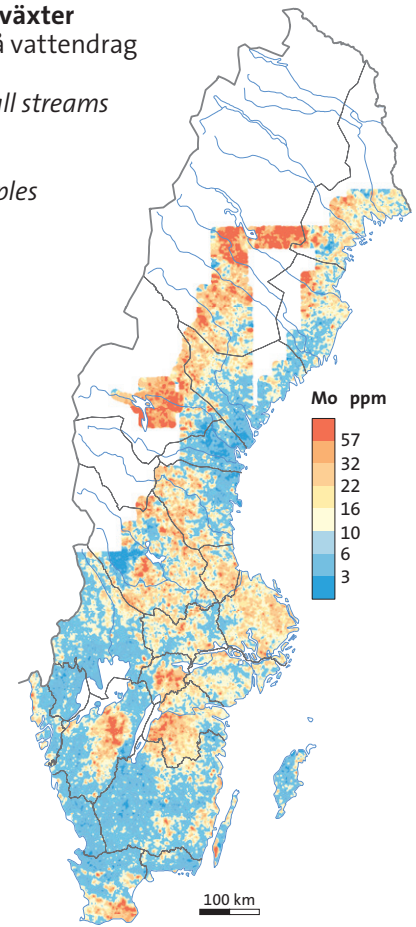
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

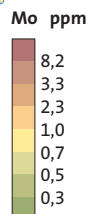
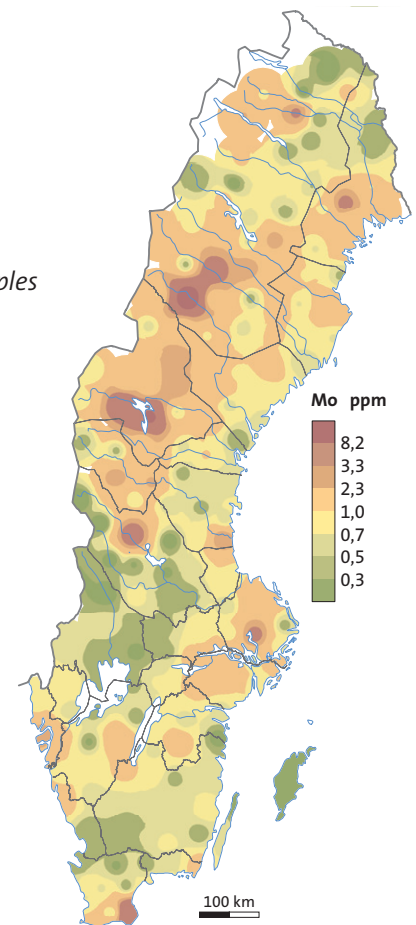
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Na

NATRIUM

Natrium är ett av de vanligaste grundämnena i jordskorpan och det är en viktig komponent i många bergartsbildande mineral (fältspat, glimmer, amfibol). Natrium är också ett vanligt grundämne i evaporitavlagringar (t.ex. halit, mirabilit) och i leravlagringar. Natrium anrikas i felsiska magmatiska bergarter, speciellt i alkalina bergarter (t.ex. syenit), och i sedimentära bergarter (som lerskiffer och sandsten).

Den relativt låga mobiliteten hos natrium i morän och sediment beror på att det huvudsakliga värdmineralet albit är svårvittrat. Natrium som har lösts tenderar dock att hålla sig i lösning och kan adsorbera till lermineral med hög katjonbyteskapacitet. I de delar av landet som tidigare legat under havsnivån kan natrium bevaras i saltlösning i grundvattnet (t.ex. i Mälarenregionen).

Lerrik morän som har sitt ursprung från felsiska intrusiva bergarter uppvisar förhöjda natriumhalter där lösligt natrium kommer från lättvittrade mineral, företrädesvis glimmer och mafiska mineral samt, i mindre skala, kalifältspat. Förhöjda natriumhalter är vanliga i lerig morän under högsta kustlinjen, t.ex. i Mälarenregionen och längs östkusten. Längs västkusten nära Falkenberg sammanfaller natriumanomalier med förekomsten av högmetamorfa svekonorvegiska bergarter (eklogiter och migmatiter).

Höga natriumhalter i morän i norra Sverige har associerats med hydrotermal omvandling av berggrunden som resulterat i skapolitisering där natrium i plagioklas kristalliserat till skapolit. Den omfattande skapolitiseringsen av mafiska bergarter (grönstenar) och den potentiella förekomsten av äldre evaporiter (tidigare eroderade) har lämnat spår i form av höga natrium- och klorhalter i moränen.

SODIUM

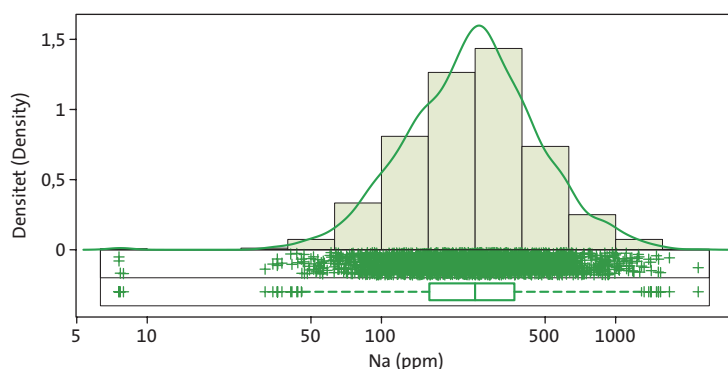
Sodium is one of the major crust-forming elements and an important component in a large variety of rock-forming minerals (feldspar, mica, amphibole). It is a major element in evaporite deposits (halite, mirabilite) and in clay deposits. Sodium is enriched in felsic igneous rocks, especially alkaline (e.g. syenite), as well as in sedimentary rocks (such as shale and sandstone).

The relatively low mobility of sodium in till and sediments results from the major sodium-hosting mineral albite being rather insoluble. On the other hand, sodium in solution tends to remain in dissolved form and can adsorb to clay minerals with a high cation exchange capacity. In areas previously covered by the sea, sodium may remain in brines in the groundwater system (e.g. in the Mälaren region).

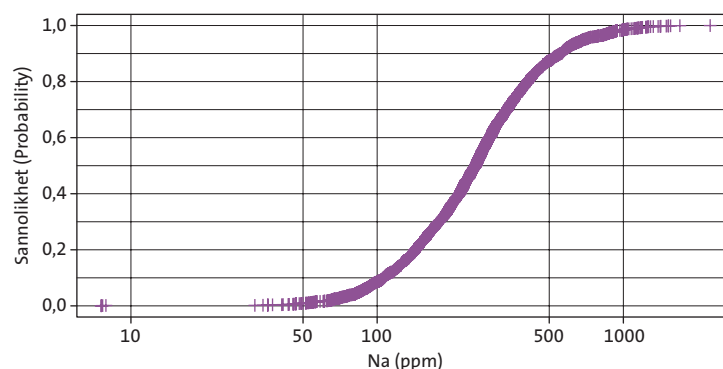
Clay-rich till derived from felsic intrusive rocks shows elevated sodium contents where the leachable sodium originates from minerals susceptible to weathering, predominantly mica and mafic minerals and, to a minor extent, potassium feldspar. Elevated sodium concentrations are common in clay-rich till below the highest coastline, e.g. in the Mälaren region and along the east coast. At the west coast, near Falkenberg, sodium anomalies coincide with the presence of highly metamorphosed Sveconorwegian rocks (eclogites and migmatites).

High sodium concentrations in till in northern Sweden have been attributed to hydrothermal alteration of the bedrock, resulting in scapolitisation in which sodium that originates primarily from plagioclase crystallises as scapolite. The widespread scapolitisation of mafic rocks (greenstones) and the possible presence of old evaporites (subsequently eroded) have caused the elevated sodium concentrations in till, accompanied by a high chlorine content.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



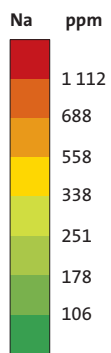
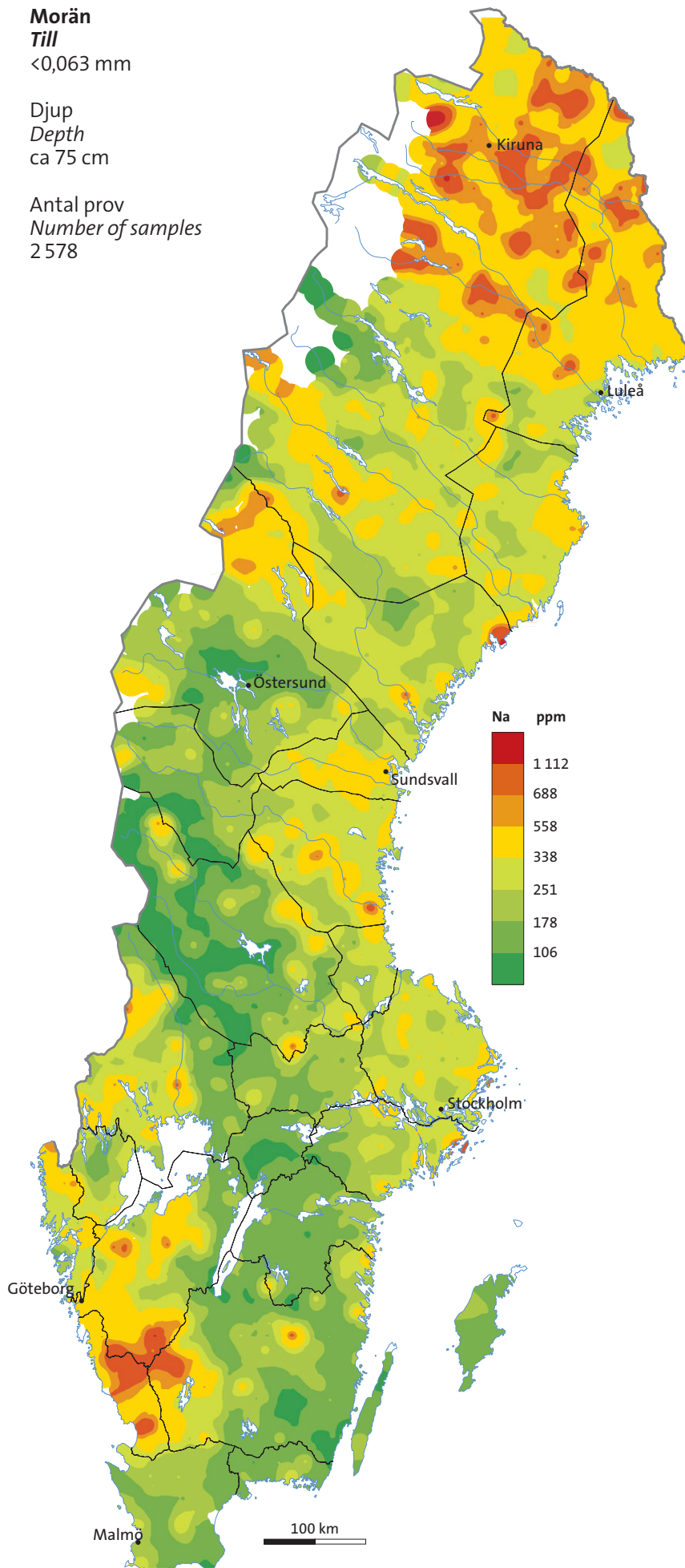
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

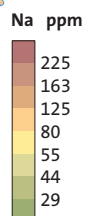
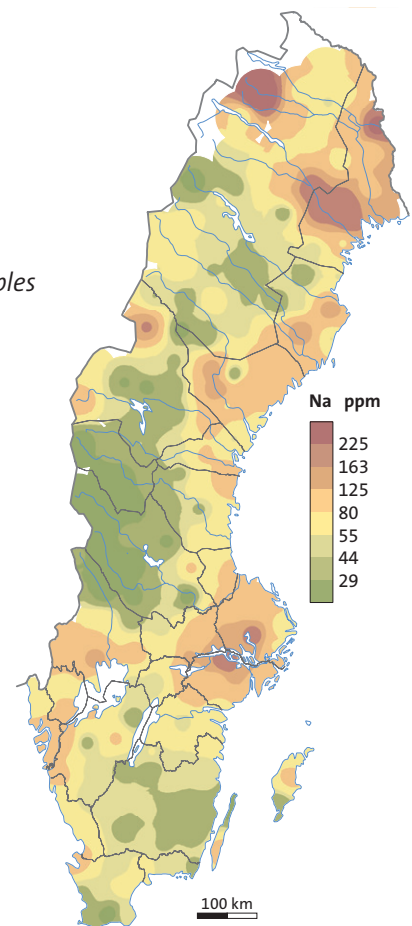
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Nb

NIOB

Niob är ett sällsynt grundämne som vanligtvis förekommer i felsiska bergarter och pegmatiter. Även alkalina bergarter kan innehålla höga niobhalter. Typiska mineral är pyroklor och columbit–tantalitserien. Små mängder niob kan förekomma i biotit, rutil, ilmenit, titanit, kassiterit och zirkon. Sekundära anrikningar förekommer i lerskiffer och i metamorf skiffer.

Niob uppträder huvudsakligen i vittringsresistenta mineral och har låg mobilitet. Den vanligaste källan till niob i morän är glimmer, där biotit utgör det mest lösliga niobförande mineralet. Niob tenderar att anrikas i finkorniga jordar och sediment som överlagrar granit och pegmatit, men adsorberas vanligen inte till lermineral.

Höga niobhalter förekommer i morän som överlagrar utvecklade kristallina bergarter (speciellt granit och pegmatit) i den södra och norra delen av landet. Två större anomalier, norr om Jokkmokk och norr om Arjeplog i Lappland, täcker granit och pegmatit som är rika på kvarts och fältspat, samt sura till intermediära metavulkaniter (ryolit–dacit) som innehåller mineraliseringar av Mo, U, Th, Cu, W, Ti, REE, Ag och Au.

Paleozoiska metasedimentära bergarter i Kaledoniderna innehåller generellt låga niobhalter och niobmineraliseringar uppträder endast lokalt inom tektoniska fönster och i högre skollenheter. Förhöjda niobhalter i morän förekommer i stora områden i södra och mellersta Sverige: längs västkusten (Bohuslän och Göteborgsregionen), runt Vänern och Vättern, i Småland och norrut in i Värmland, Bergslagen och Gävleborg. Dessa niobhalter associeras med granit, pegmatit, gnejs, glimmerrik skiffer och kvartsgångar. Ett flertal mineraliseringar följer dessa niobanomalier, t.ex. Mo, Bi, W, U, Fe-oxider, Cu, Pb-Zn och As-Au-Ag, och de förekommer huvudsakligen i pegmatiter, kvartsgångar, kvartsbreccior, skarn och graniter.

NIBIUM

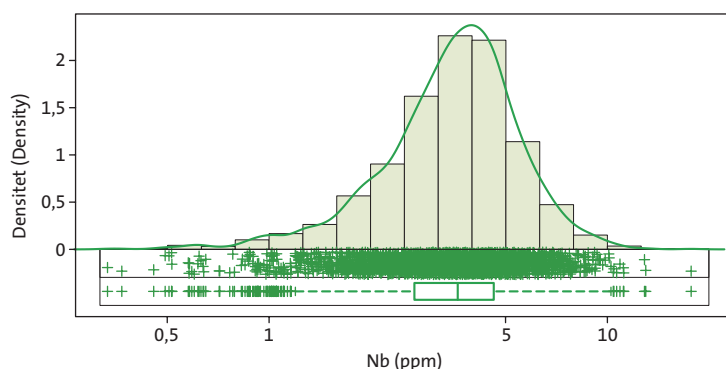
Niobium is a rare element occurring typically in felsic igneous rocks and pegmatites. Alkaline rocks can contain high niobium concentrations. Typical minerals are pyrochlore and the columbite–tantalite series. Trace amounts of niobium can be found in biotite, rutile, ilmenite, sphene, cassiterite and zircon. Secondary enrichments of niobium occur in shale and metamorphic schist.

Niobium mainly occurs in minerals that are resistant to weathering and it has a low mobility. Most of the niobium content in till originates from mica, and biotite is the most soluble niobium-bearing mineral. The element tends to be enriched in fine-grained soils and sediments overlying granite and pegmatite but does not adsorb readily to clay minerals.

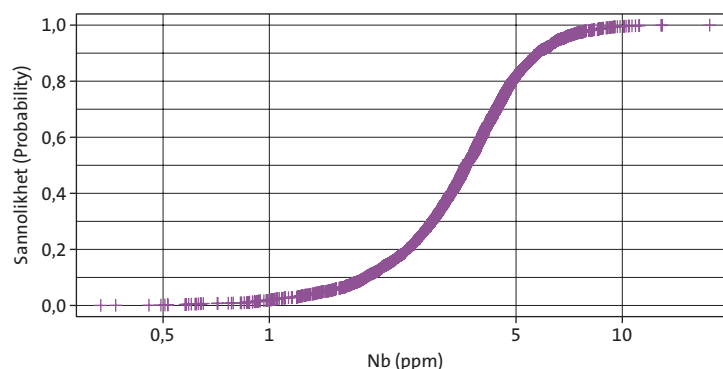
High concentrations of niobium occur in till overlying evolved crystalline rocks (especially granite and pegmatite) in the southern and northern part of the country. Two large anomalies, north of Jokkmokk and north of Arjeplog in Lappland, occur in till overlying granite and pegmatite that are rich in quartz and feldspar, and in acid to intermediate metavolcanic rocks (rhyolite–dacite) which host a variety of mineralisations (e.g. Mo, U, Th, Cu, W, Ti, REE, Ag and Au).

The Paleozoic metasedimentary rocks of the Caledonian mountain chain show low niobium concentrations and niobium mineralisations only occur locally within tectonic windows and higher nappe units. Elevated niobium contents in till occur in large areas of south and central Sweden: along the west coast (the Bohuslän and Göteborg regions), in the region of Vänern and Vättern, in Småland and further north in Värmland, Bergslagen and Gävleborg. These niobium contents are associated with granit, pegmatit, gneiss, mica-rich schist and associated quartz veins. Numerous mineralisations accompany these niobium anomalies, such as Mo, Bi, W, U, Fe-oxides, Cu, Pb-Zn and As-Au-Ag that are hosted mainly by pegmatites, quartz veins, quartz breccias, skarn and granitic rocks.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



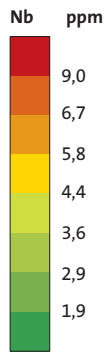
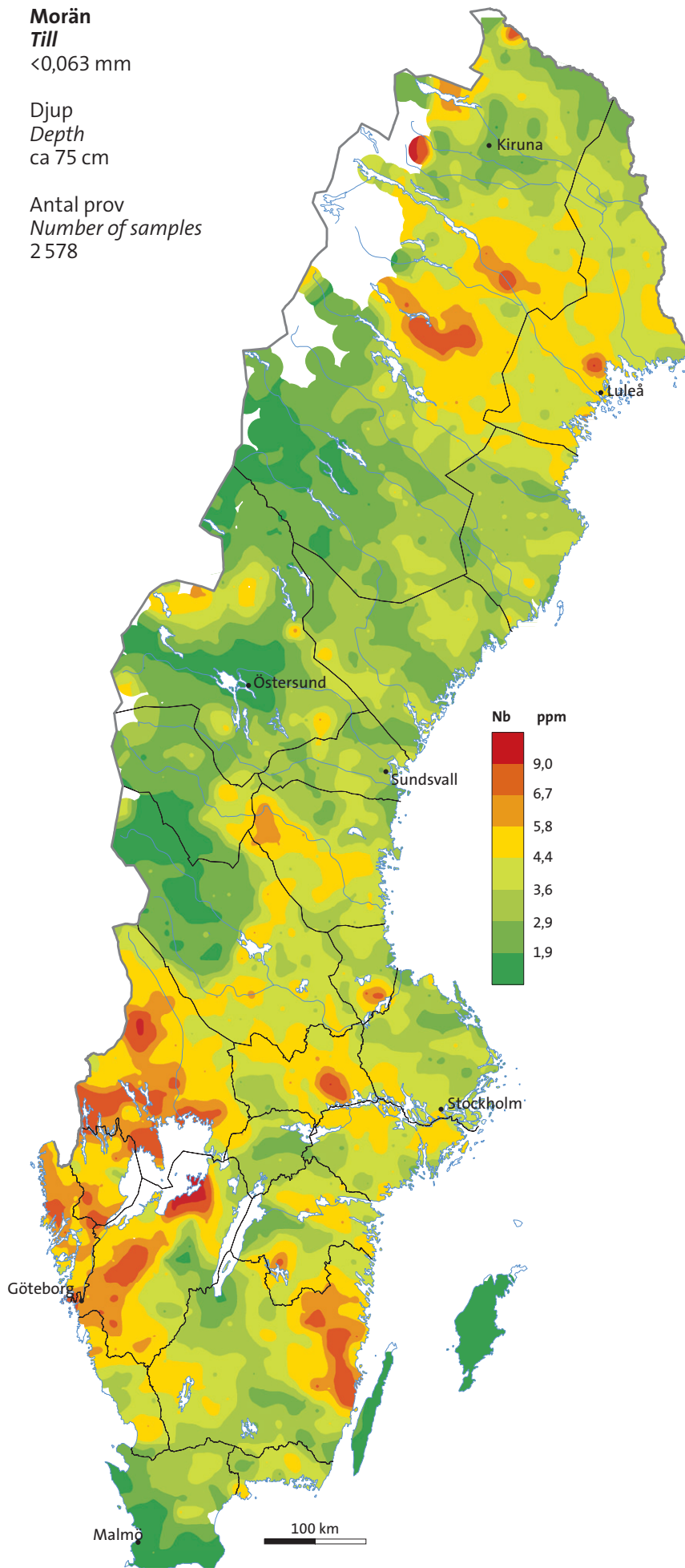
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

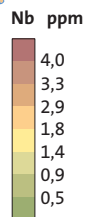
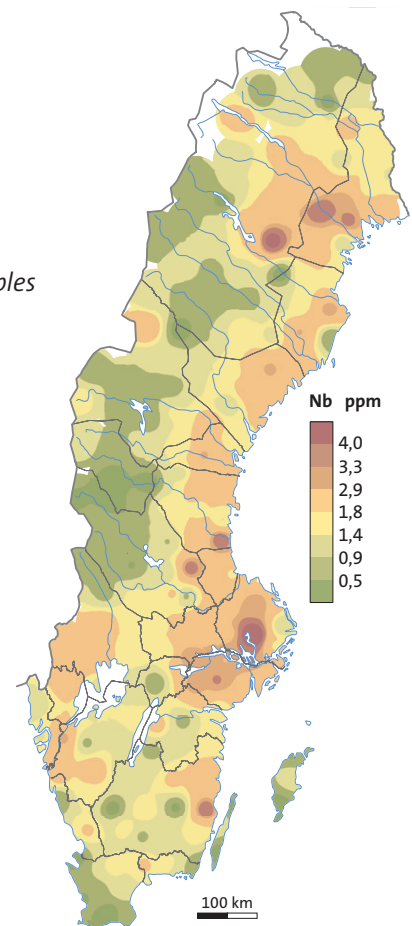
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ni

NICKEL

Nickel är ett kalkofilt grundämne som bildar många sulfid- och arsenidmineral. Som ett spårelement finns det i bergartsbildande mineral som olivin, pyroxen, amfibol, glimmer och granat, och i många vanliga sulfider, t.ex. pyrit och kopparkis. Ultramafiska bergarter uppvisar ofta stark anrikning av nickel. Sekundära nickelhalter förekommer i lateritiska och lerrika avlagringar som täcker ultramafiska bergarter.

Nickel är mobilt vid lågt pH och oxiderande förhållanden, men mobiliteten är begränsad av samutfällning med järn- och manganhydroxider samt adsorption till lermineral.

De högsta nickelhalterna i morän förekommer i Kaledoniderna där de huvudsakliga källorna är ultramafiska bergarter som peridotit, serpentinit och täljsten, tillsammans med Ni-, Cr-, Co- och Cu-mineraliseringar. En annan viktig nickellälla är svartskiffer som förekommer längs randen av Kaledoniderna i centrala Jämtland, i Västergötland (Billingen), öster om Vättern, i Skåne och på södra Öland. I norra delen av Lappland korrelerar nickelanomalier med proterozoiska ultramafiska och mafiska intrusivbergarter tillsammans med arkeiska gnejser. Höga nickelhalter i centrala och södra Sverige uppträder i anslutning till små ultramafiska och mafiska intrusioner och diabasgångar som innehåller nickelmineraliseringar.

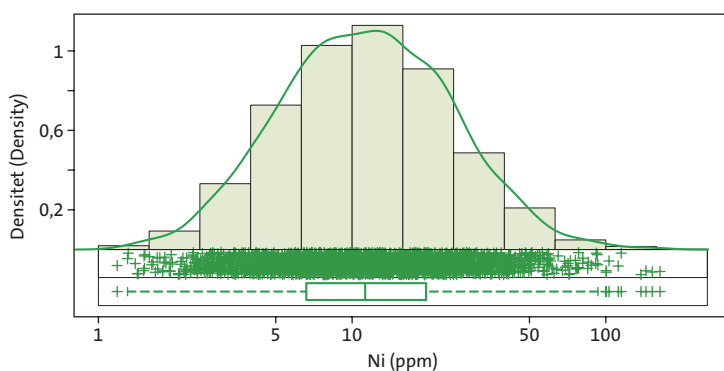
NICKEL

Nickel is a chalcophile element that forms a variety of sulphide and arsenide minerals. As a trace element, it occurs in rock-forming minerals such as olivine, pyroxene, amphibole, mica and garnet, and in common sulphides, e.g. pyrite and chalcopyrite. Ultramafic rocks are generally strongly enriched in nickel. Secondary nickel concentrations occur in laterite crust and in clay-rich deposits overlying ultramafic massifs.

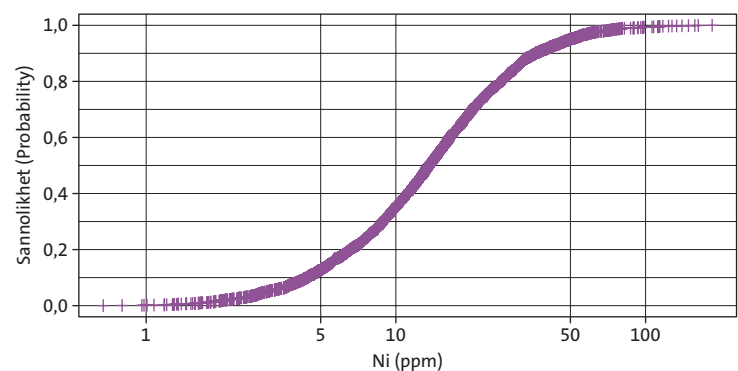
Nickel is mobile in acidic and oxidising environments, but its mobility is limited by the co-precipitation with iron and manganese hydroxides and the adsorption to clay minerals.

The highest concentrations of nickel in till occur within the Caledonides where they originate mainly from ultramafic rocks such as peridotite, serpentinite and soapstone, accompanied by Ni, Cr, Co and Cu mineralisations. Another important source of nickel in till is black shale that occurs along the Caledonian mountain front in central Jämtland, in Västergötland (Billingen), east of Vättern, in Skåne and on southern Öland. In the northern part of Lappland, anomalies of nickel correlate with Proterozoic ultramafic and mafic intrusions within the Archean gneisses. High nickel concentrations in central and southern Sweden point to small ultramafic and mafic intrusions and dolerite dykes containing nickel mineralisations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



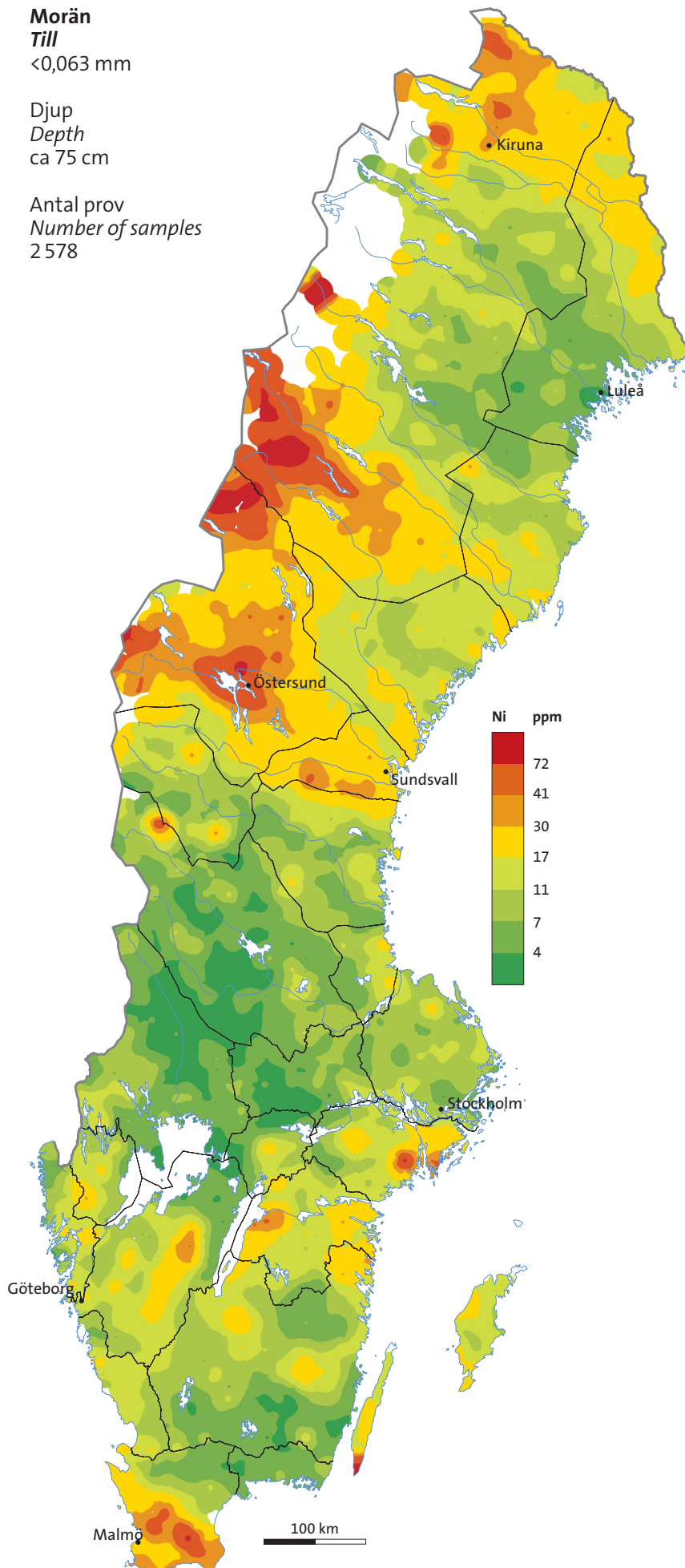
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

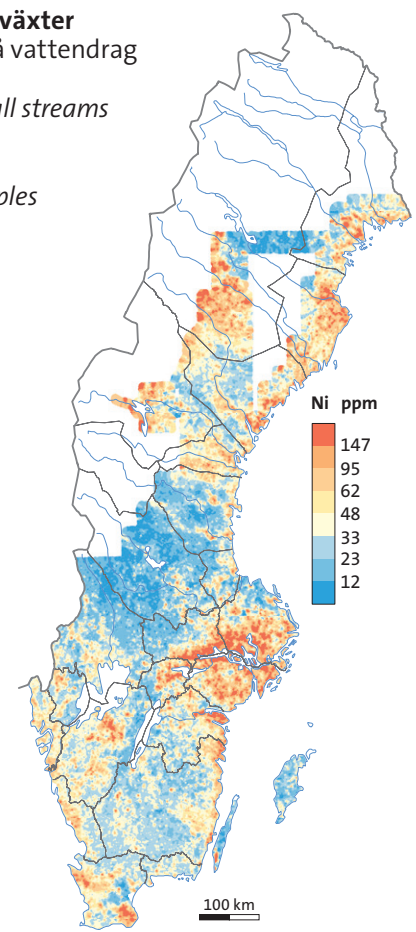
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

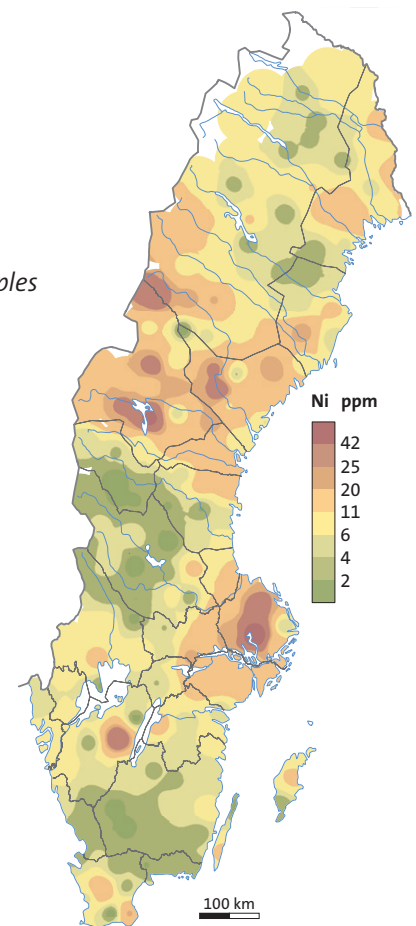
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



P

FOSFOR

Fosfor bildar egna mineral, fosfater, varav de viktigaste är apatit och monazit. Små mängder fosfor finns i bergartsbildande mineral som olivin, pyroxen, amfibol, granat, glimmer och fältspat. Mafiska och alkalina bergarter innehåller vanligen högre fosforhalter än felsiska bergarter. Bland sedimentära bergarter har svartskiffer och fosforiter de högsta fosforhalterna.

I naturen är fosfor lösligt vid neutralt pH, mobilt under något sura förhållanden, men olösligt vid mycket lågt och högt pH. Fosfor adsorberas till lermineral, järnoxider, aluminiumhydroxider och organiskt material.

De höga koncentrationerna av fosfor i morän beror på att berggrunden generellt är rik på apatit. De högsta fosforhalterna finns i norra Sverige (t.ex. i Kirunaområdet) och kan kopplas till apatit-järnmalmmineraliseringar, lokala alkalina bergarter (lamprofyr och karbonatit), skarn, samt Fe-, Co-, Ni- och Cu-sulfidmineraliseringar i mafiska och ultramafiska bergarter (grönstenar).

Fosforiter förekommer även inom paleozoiska och mesozoiska bergarter (svartskiffer och sandsten), t.ex. fosforitkonglomeratet på norra Öland. Kambriska–ordoviciska fosforiter förekommer som inlagringar i svartskiffer längs randen av Kaledoniderna samt i Västergötland, Östergötland och Skåne. I sydöstra Skåne är inlagringar av kretaceiska fosforitkonglomerat vanliga i sedimentära bergarter, och de utgör troligen den lokala källan till fosforanomalier i morän. I Falkenbergsområdet på västkusten överlappar höga fosforhalter i morän med svekonorvegiska höggradigt metamorfa bergarter som amfiboliter, eklogiter och mafiska granuliter.

PHOSPHORUS

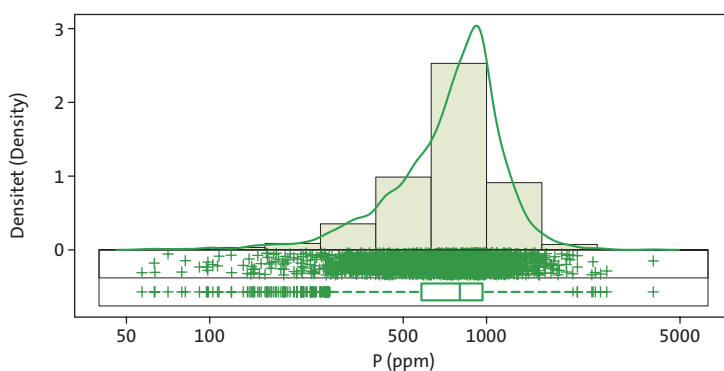
Phosphorus forms a variety of minerals, phosphates, among which the most important are apatite and monazite. Trace amounts of phosphorus occur in rock-forming minerals such as olivine, pyroxene, amphibole, garnet, mica and feldspar. Mafic and alkaline rocks commonly have higher phosphorus contents than felsic rocks. Among sedimentary rocks, black shale and phosphorites have the highest phosphorus contents.

In nature, phosphorus is soluble at neutral pH, mobile under slightly acidic conditions, but insoluble at very high and very low pH. Phosphorus can adsorb to clay minerals, iron oxides, aluminium hydroxides and organic matter.

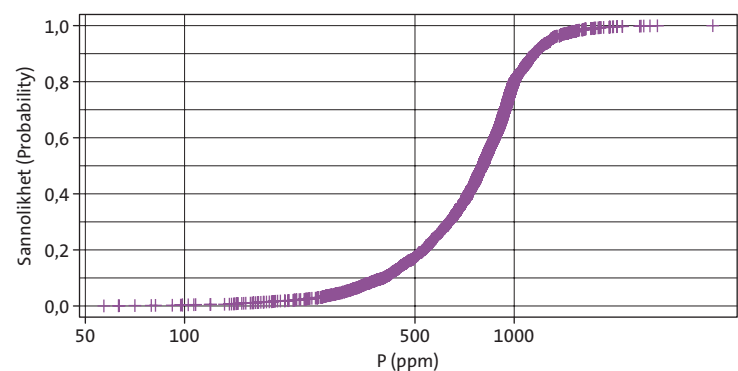
The high concentrations of phosphorus in till originate from the bedrock which is generally rich in apatite. The highest phosphorus concentrations are found in northern Sweden (e.g. in the Kiruna area) and reflect apatite-iron deposits, local alkaline rocks (lamprophyre and carbonatite), skarn, and Fe, Co, Ni, Cu sulphide deposits hosted by mafic and ultramafic rocks (greenstone).

Phosphorites also occur within Paleozoic and Mesozoic rocks (e.g. black shale and sandstone), for example the phosphorite conglomerate on northern Öland. Cambrian–Ordovician phosphorites occur as interlayers within the black shale along the Caledonian front, and in Västergötland, Östergötland and Skåne. In south-eastern Skåne, Cretaceous phosphoritic conglomerate is abundant within sedimentary rocks, and they are probably the source of local phosphorus anomalies in till. Around Falkenberg on the west coast, high phosphorus concentrations in till overlap with Sveconorwegian high-grade metamorphic rocks, such as amphibolites, eclogites and mafic granulites.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



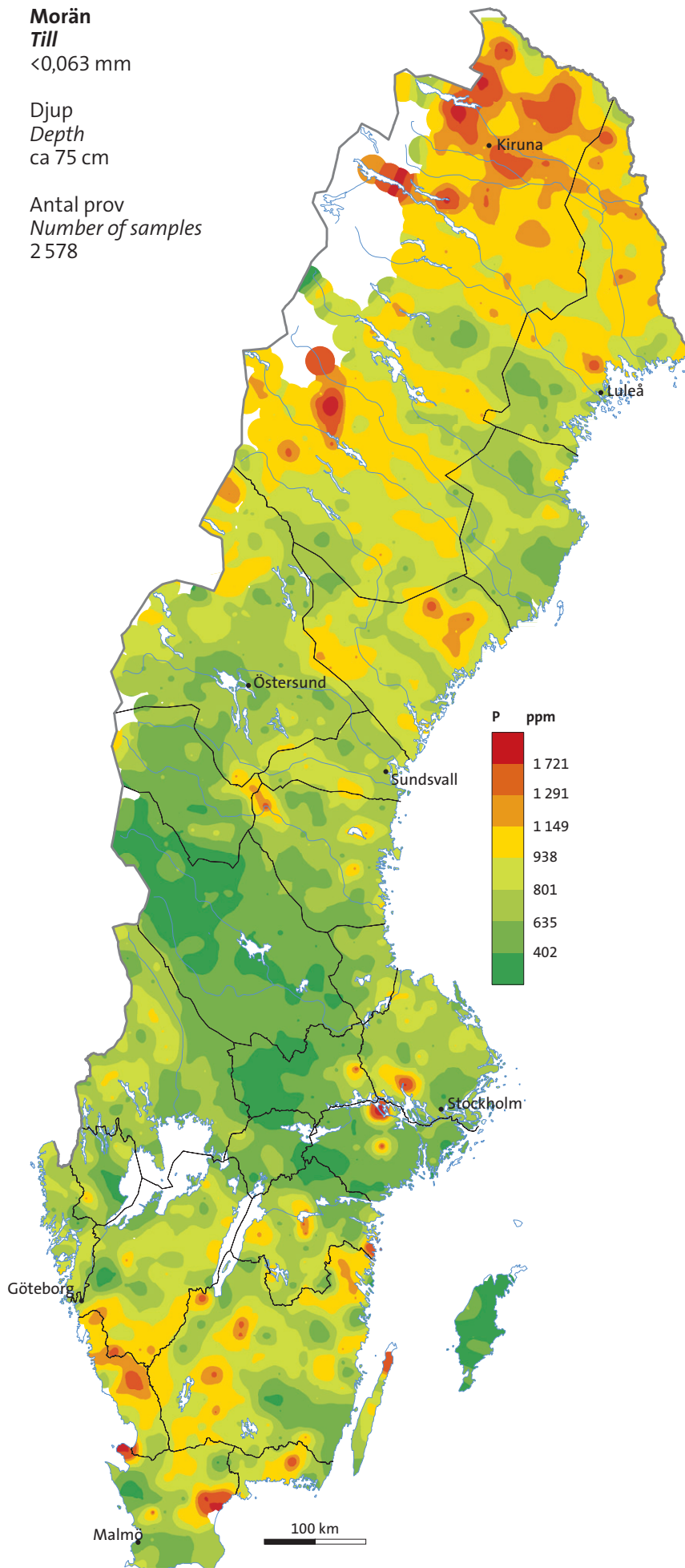
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

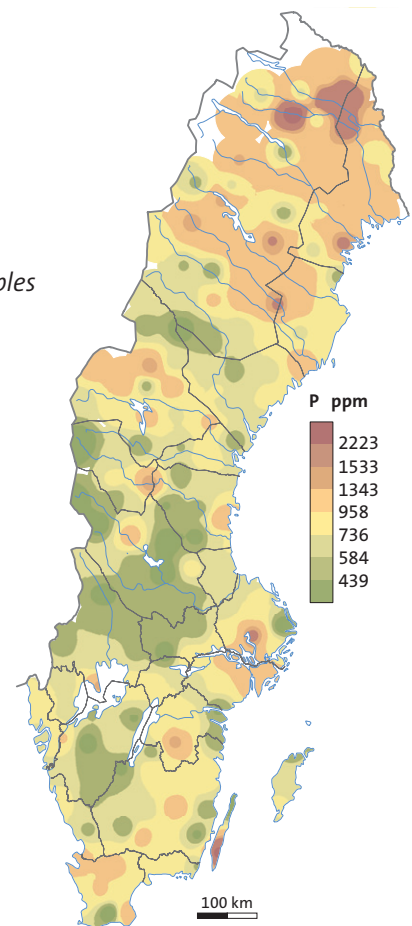
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Pb

BLY

Bly är ett kalkofilt grundämne som oftast förekommer i sulfidform, t.ex. blyglans, men även som sulfat (anglesit) och karbonat (cerussit). I små mängder uppträder bly i bergartsbildande och accessoriska mineral som fältspat, glimmer, zirkon, magnetit och apatit. Bly är en viktig handelsvara och förekommer i polymetalliska sulfidförekomster, ofta med zink, koppar och silver. Bly binder lätt till organiskt material och därför kan lerskiffer och kol innehålla höga blyhalter. Det är också vanligt att blymineraliseringar följer fluoritförekomster.

Mobiliteten för bly är låg på grund av den starka adsorptionen till lermineral, järn-mangan-hydroxider och organiskt material.

I Sverige kan höga blyhalter i morän kopplas till förekomsten av felsiska magmatiska bergarter, karbonater och skarn samt till områden med polymetalliska Pb-Zn-mineraliseringar. I norr sammanfaller de flesta blyanomalier med sulfidmineraliseringar (Cu, Pb, Zn, Mo, Ag, Au och Fe) i metasedimentära bergarter i Kaledoniderna, samt med sura metavulkaniter och kvartsgångar i fennoskandiska skölden. I Skelleftefältet är blykoncentrationerna i morän relativt låga och endast isolerade lokala anomalier förekommer.

I Kaledoniderna (Jämtland) förekommer förhöjda blyhalter i morän som överlagrar sedimentära bergarter från den undre skollberggrunden. I Bergslagen korrelerar blyanomalier väl med kända blymineraliseringar som ofta förekommer med järnoxid- och kopparmineraliseringar i skarn. Flera av mineraliseringarna som innehåller bly överlagras dock av morän med generellt låga blyhalter.

I Småland speglas mineraliseringarna i Ålatorp (Pb-Zn-Cu-[Ag-Au-W] i svekokarelska vulkaniter) väl i moränen. I sydöstra Skåne kan blyanomalier i morän kopplas till breccierad kambrisk sandsten som är rik på blyglans, zinkblände, silver och fluorit (t.ex. Moahall gruva). Förekomster av svartskiffer (t.ex. i centrala Jämtland, Billingen i Västergötland, Motala i Östergötland och Skåne) bidrar också till höga blyhalter i morän.

LEAD

Lead is a chalcophile element which occurs mainly in sulphide form, e.g. galena, but also forms sulphates (anglesite) and carbonates (cerussite). In trace amounts, it occurs in rock-forming and accessory minerals such as feldspar, mica, zircon, magnetite and apatite. Lead is an important commodity and occurs in polymetallic sulphide deposits, usually with zinc, copper and silver. Lead readily binds to organic matter which is why shale and coal can have very high lead concentrations. Lead mineralisations are occasionally accompanied by fluorite deposits.

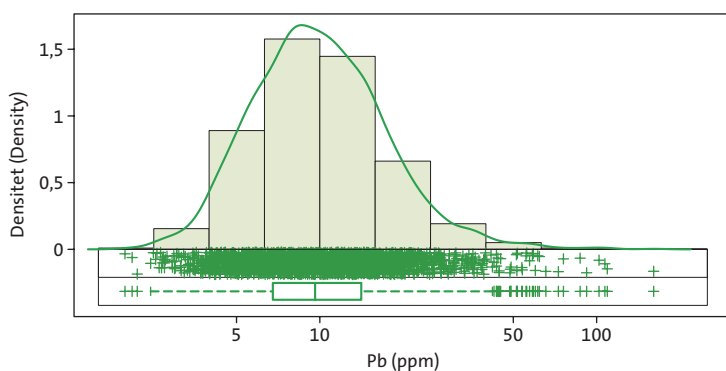
The mobility of lead is low due to strong adsorption to clay minerals, iron-manganese hydroxides and organic matter.

In Sweden, high concentrations of lead in till correspond to occurrences of felsic igneous rocks, carbonates and skarn, and to regions with polymetallic Pb-Zn mineralisations. In the north, most lead anomalies overlap with sulphide deposits (Cu, Pb, Zn, Mo, Ag, Au and Fe) hosted by metasedimentary rocks within the Caledonian mountain chain, and by acid metavolcanic rocks and quartz veins in the Fennoscandian Shield. In the Skellefte district, average lead contents in till are relatively low and only isolated, local lead anomalies occur.

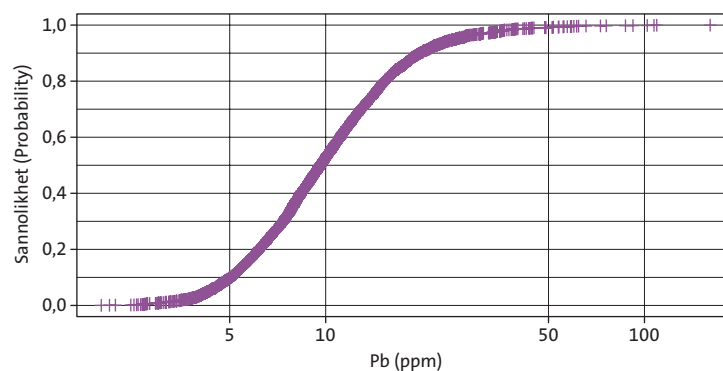
In the Caledonides (Jämtland), till overlying sedimentary rocks of the Lower Allochthon contain elevated lead concentrations. In Bergslagen, lead anomalies correlate well with known lead mineralisations accompanied mainly by iron oxide and copper deposits hosted by skarn. However, many of the lead-bearing deposits are overlain by till with generally low concentrations of the element.

In Småland, the Ålatorp Pb-Zn-Cu-(Ag-Au-W) deposits in Sveco-karelian volcanic rocks are well expressed in the overlying till. In south-eastern Skåne, lead anomalies in till reflect brecciated Cambrian sandstone that is rich in galena, sphalerite, silver and fluorite (e.g. the Moahall mine). Black shale occurrences (for example in central Jämtland, Billingen in Västergötland, Motala in Östergötland and Skåne) also contribute to the elevated concentrations of lead in till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



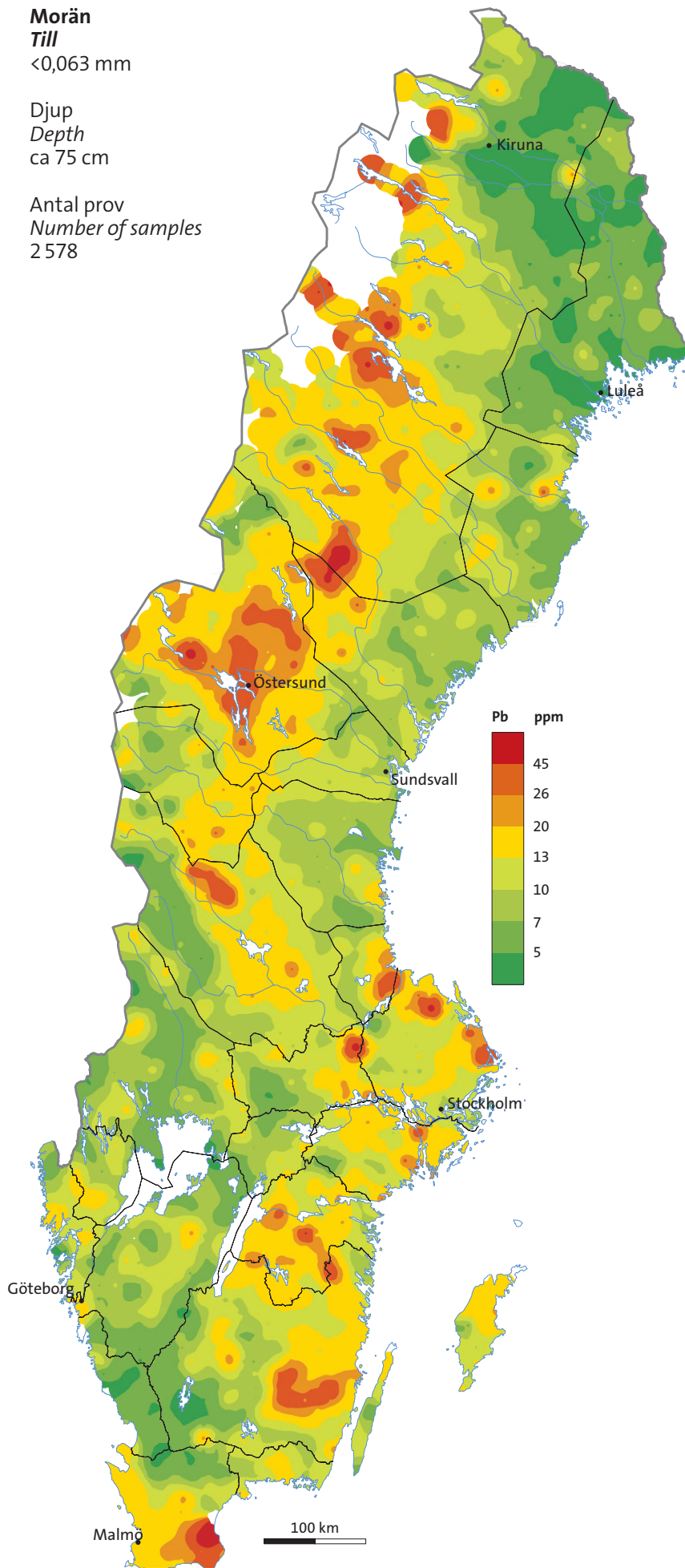
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

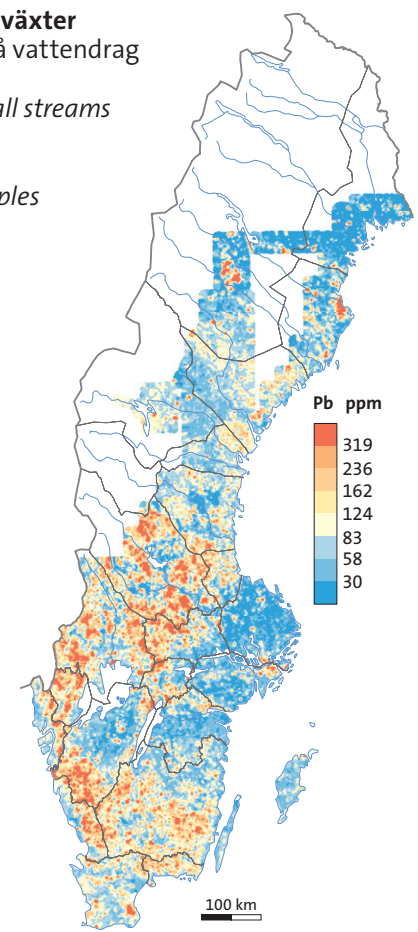
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

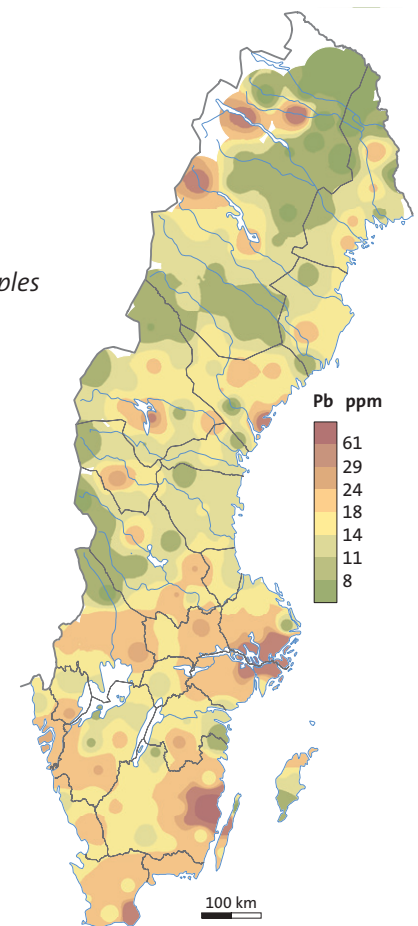
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



PGE, platinagruppen

PLATINAGRUPPENS ELEMENT (PGE)

Platinagruppens sällsynt förekommande element inkluderar ädelmetallerna rutenium (Ru), rodium (Rh) och palladium (Pd) samt osmium (Os), iridium (Ir) och platina (Pt). Kemiskt bildar elementen två grupper baserade på atommassa och densitet: en lättare med Ru, Rh och Pd och en tyngre med Os, Ir och Pt. De har i huvudsak liknande egenskaper och förekommer mestadels tillsammans i gedigen form och som legeringar med varandra och med guld och järn. PGE-metallerna bildar bland annat sulfider, arsenider och tellurider och förekommer exempelvis i mineralen cooperit, sperrylit samt stibio- och arsenopalladinit. Platinagruppens element finns ofta i anslutning till förekomster med koppar, järn, krom och nickel (särskilt där pentlandit förekommer). De kan även förekomma som spårelement i olivin, columbit, kromit, zirkon och gadolinit. Vanligen är det i ultramafiska och mafiska bergarter man återfinner PGE-metallerna i Sverige. Rodium finns även i svartskifferar och anrikat i järnspat, ett järnkarbonat som förekommer i skiffer, sandsten och kalksten. Anrikning av palladium kan finnas i manganförekomster, i fosforiter och i kol. Iridium associeras främst med järn-, koppar- och nickelmineraliseringar. Platina uppträder i gedigen form eller i koppar-, silver- och gulddmineral.

Metallerna har generellt låg mobilitet, men det är känt att palladium frigörs från palladiumbärande mineral i vatten och ackumuleras i organiskt material (Hattori & Cameron 2004). Platina har lägre mobilitet än palladium, och rörligheten påverkas troligen av humussyror och beror på pH, redoxpotential och kloridhalt. Sannolikt kan metallerna adsorberas till leror (Ir, Pd och Pt) och till järn- och manganutfällningar (Ir, Rh). Ett resultat från GEMAS-projektet i Finland, Norge och Sverige (Ladenberger m.fl. 2012) är att palladium och platina är anrikade i lerrika jordar, speciellt i södra Finland.

Rodium, palladium, iridium och platina är de metaller ur platinagruppens element som analyserats för denna atlas. Av dessa har palladium och platina endast ett fåtal analysvärden över detektionsgränsen, medan iridium saknar uppgift om detektionsgräns från laboratoriet. Den praktiska detektionsgränsen för palladium vid analystillfället låg dock på 4 ppb vilket möjliggjorde kartframställning baserat på samtliga palladiumanalyser. Kartbilderna för iridium och platina redovisar ett fåtal platser med tveksam analyskvalitet och ska endast ses som komplement till rodium och palladium vid tolkningen av dessa kartor.

I centrala Sverige sammanfaller förhöjda rodium- eller palladiumhalter i moränen med mineraliserade områden, t.ex. Losfältet, Falustrakten och Bergslagen. Anomalier i södra delen av landet förklaras av små förekomster med mafiska och ultramafiska bergarter och av mineraliseringar, t.ex. Åtvidabergs malmfält i Östergötland och vid Linköping. Förhöjda halter finns också i anslutning till kända mineraliseringar med ädelmetaller, som Ädelfors i Småland och Dingelvik i Dalsland.

Rodium har tillfredsställande analysresultat med ca 10 % under detektionsgränsen. Rodium korrelerar starkt med Cu, Ni, Fe, Mg, Ga, Eu, Sr m.fl. Spridningsmönstret för rodium domineras av den

PLATINUM GROUP ELEMENTS (PGE)

The rare platinum group elements include the precious metals ruthenium (Ru), rhodium (Rh), palladium (Pd), osmium (Os), iridium (Ir) and platinum (Pt). Chemically, these metals comprise two groups based on atomic mass and density: a light group with Ru, Rh and Pd, and a heavy group with Os, Ir and Pt. The metals have similar properties and often occur together, in pure form and as alloys with each other and with gold and iron. PGE metals form sulphides, arsenides and tellurides, and occur in minerals such as cooperite, sperrylite and stibio- and arsenopalladinite. PGEs are often found in connection with mineralisations of copper, iron, chromium and nickel (especially where pentlandite is abundant). They can also occur as trace elements in olivine, columbite, chromite, zircon and gadolinite. In Sweden, PGEs are normally found in mafic and ultramafic rocks. Rhodium is also abundant in black shale and enriched in siderite, an iron carbonate which occurs in shale, sandstones and limestones. Enrichments of palladium can occur in mineralisations of manganese, in phosphorites and in coal. Iridium is mainly associated with iron, copper and nickel mineralisations. Platinum occurs either in pure form or in copper, silver and gold minerals.

The metals generally have low mobility, but palladium is released from palladium-bearing minerals in water and accumulates in organic material (Hattori & Cameron 2004). Platinum has lower mobility than palladium, and its mobility is probably influenced by humic acids and depends on pH, redox potential and the chlorine concentration. The metals may adsorb to clays (Ir, Pd and Pt) and to iron and manganese precipitates (Ir, Rh). Results in Finland, Norway and Sweden from the GEMAS project (Ladenberger et al. 2012) show that palladium and platinum are enriched in clay-rich soils, especially in southern Finland.

Rhodium, palladium, iridium and platinum are the PGE metals analysed for this atlas. Of these, palladium and platinum only have a few analytical results above the detection limit, while there is no detection limit reported for iridium from the laboratory. The practical detection limit for palladium was reported as 4 ppb, which made it possible to base the palladium map on all reported values. The maps for iridium and platinum report a number of locations with uncertain analytical quality, and can only be regarded as a complement to rhodium and palladium in the interpretation of these maps.

In the central part of Sweden, high rhodium and palladium concentrations in till coincide with mineralised areas such as Losfältet, the Falun area and Bergslagen. Anomalies in the southern part of the country can be explained by small occurrences of mafic and ultramafic rocks and by mineralisations, for example the mineralised areas of Åtvidaberg in Östergötland and near Linköping. Elevated concentrations are found in connection with known mineralisations of precious metals, for example Ädelfors in Småland and Dingelvik in Dalsland.

Analytical results for rhodium are of good quality with only c. 10% below the detection limit. Rhodium correlates strongly with Cu, Ni, Fe, Mg, Ga, Eu, Sr and other elements. The distribution pattern for rhodium is dominated by the anomaly in the Caledonian mountain

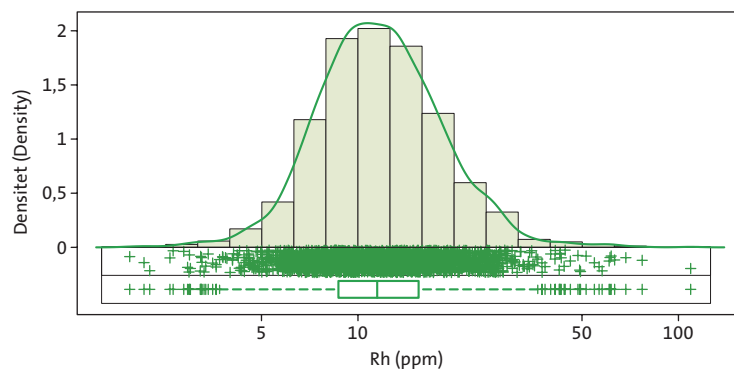
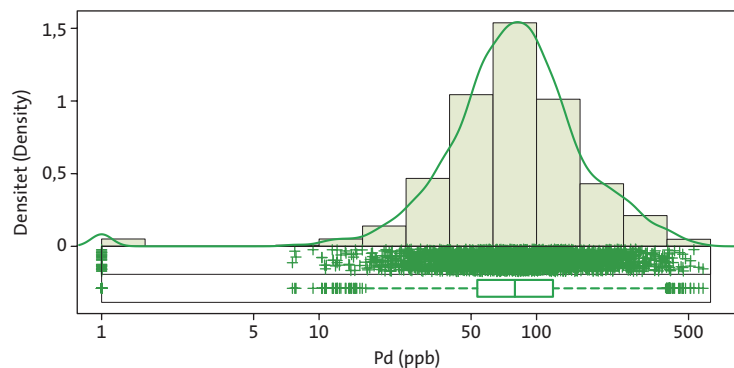
uthålliga anomalin över Kaledoniderna och nordligaste Lappland, vilken speglar mafiska och ultramafiska bergarter, svartskiffer och ett antal mineraliseringar med sulfider (Co, Cu, Ni) och oxider (Mn, Fe).

Anomalier av rodium i Skåne speglar sannolikt svartskiffer och kalksten och de höga halterna på Öland och Gotland kan kopplas till järnkarbonat (järnspat) som finns i såväl skifferar som sandsten och kalksten.

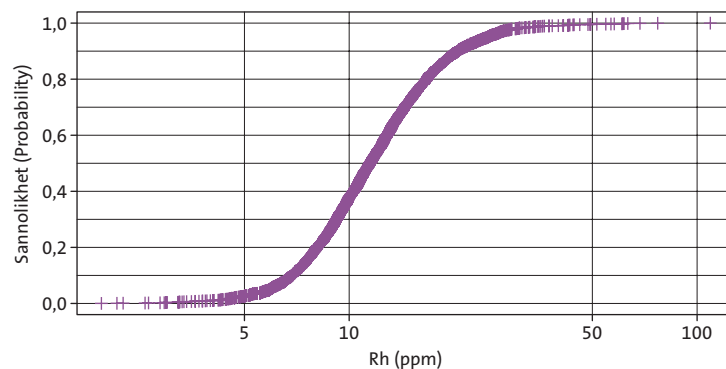
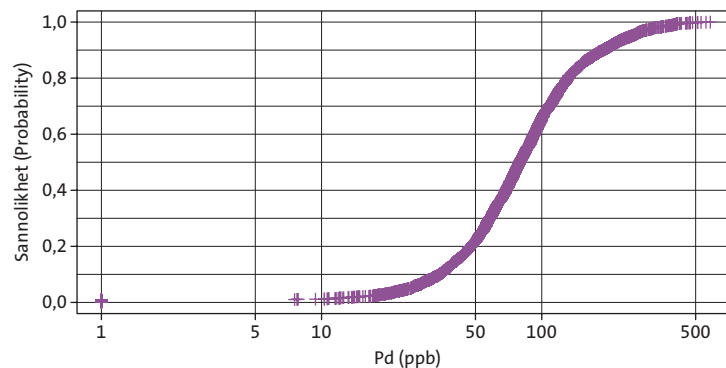
chain and northern Lappland, which reflects mafic and ultramafic rocks, black shale and a number of mineralisations with sulphides (Co, Cu, Ni) and oxides (Mn, Fe).

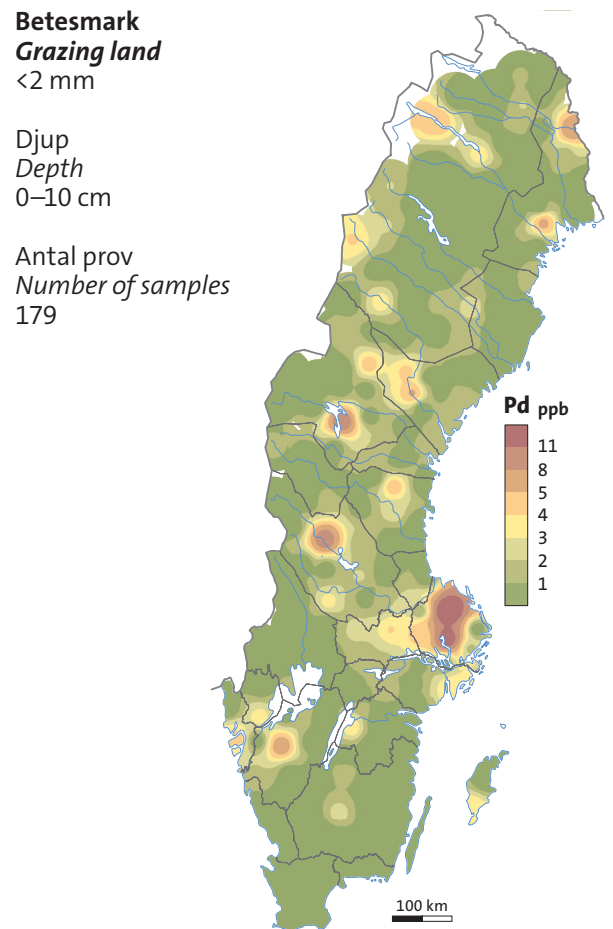
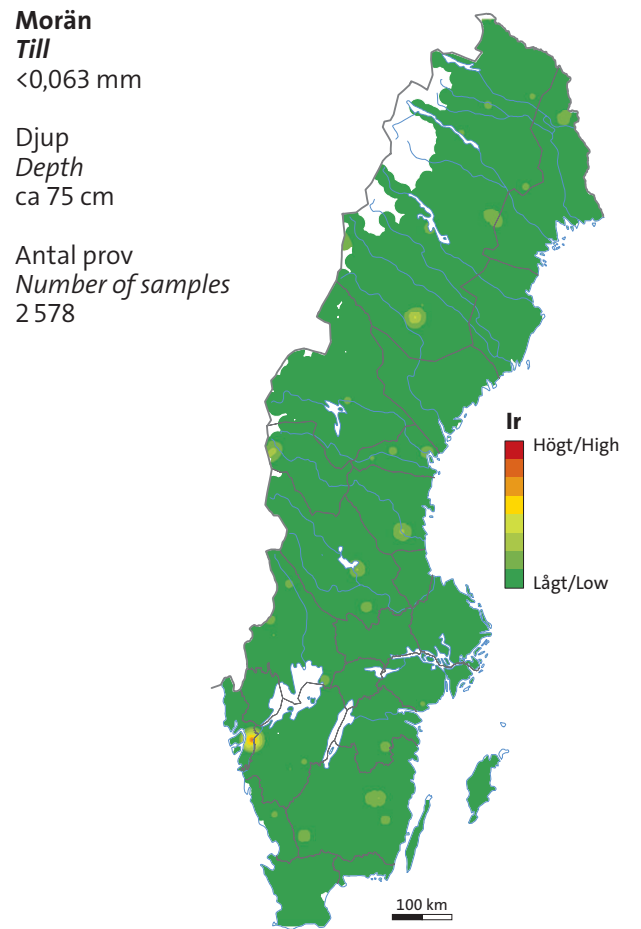
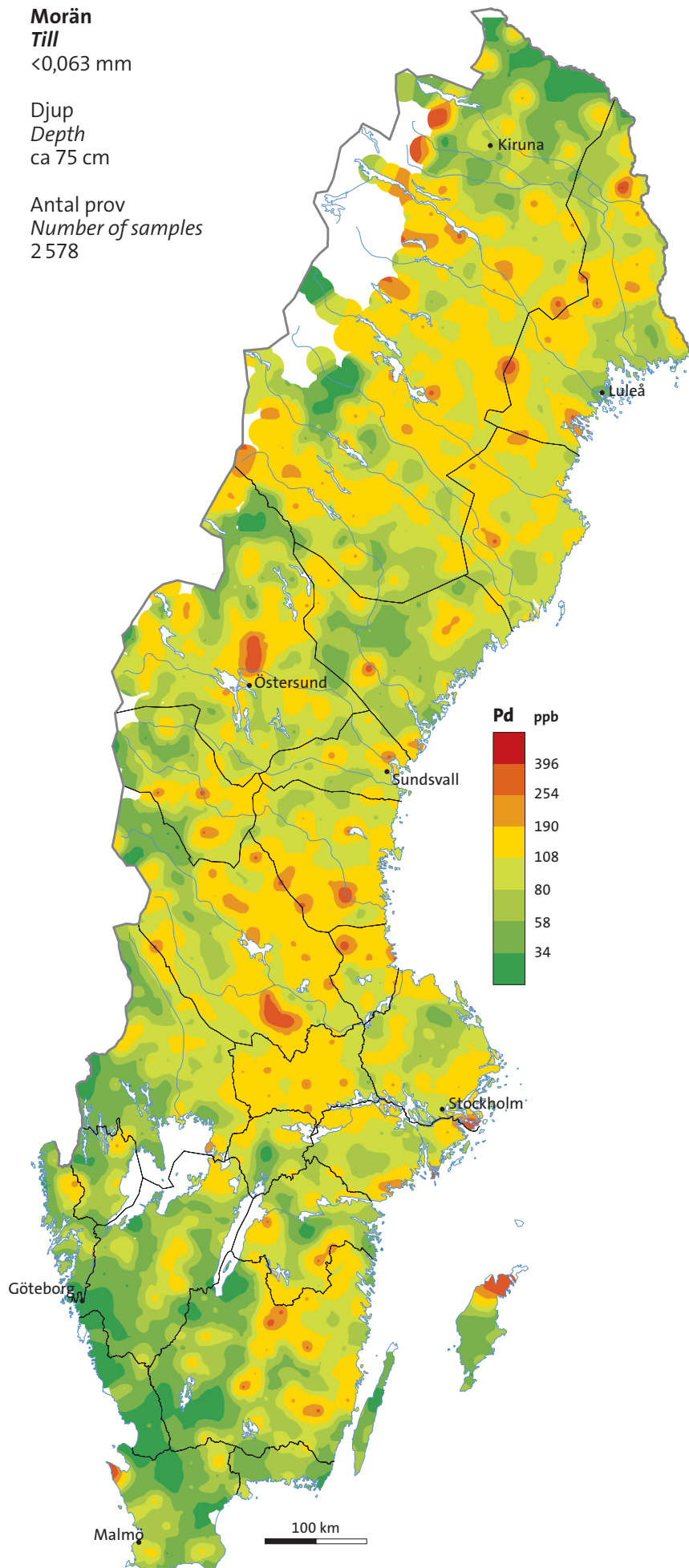
The rhodium anomalies in Skåne probably reflect black shale and limestone, and the high concentrations on Öland and Gotland can be connected to siderite, which is abundant in shale, sandstone and limestone.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot

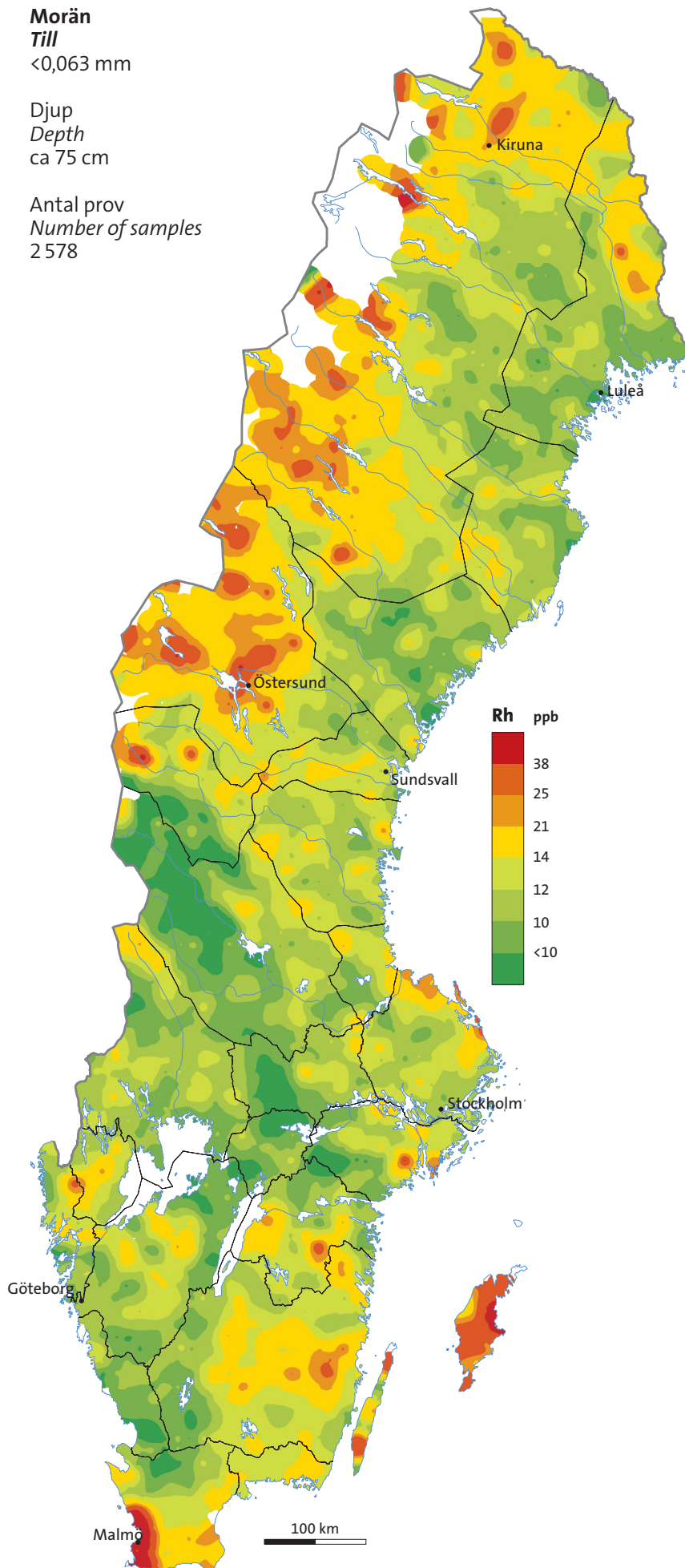




Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

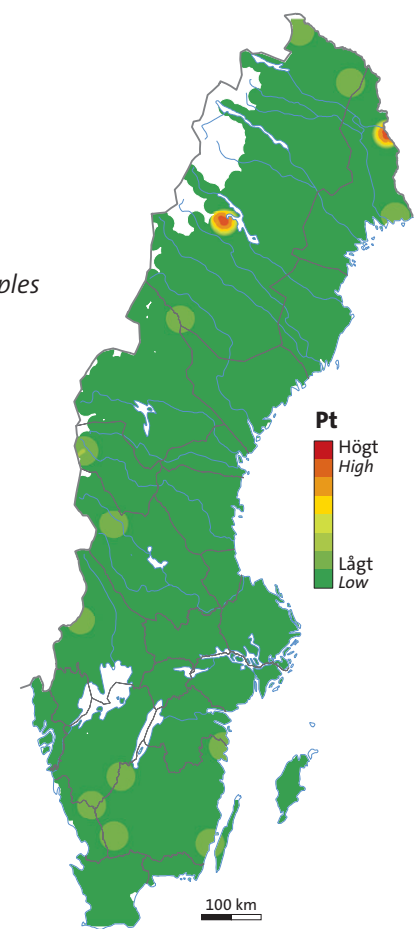
Antal prov
Number of samples
2 578



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

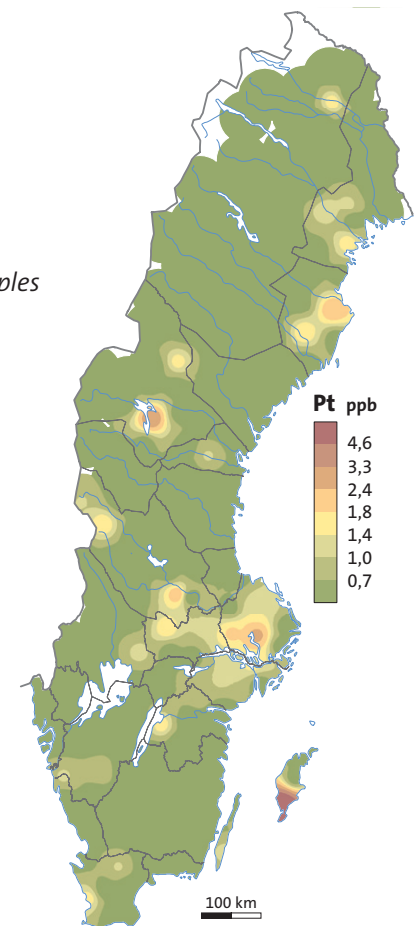
Antal prov
Number of samples
2 578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Att bestämma markens pH är i själva verket en mätning av surheten av vattnet i marken. Surhetsgraden, angiven som pH, beskriver resultatet av aktiviteten av vätejoner (H^+) i ett system och definieras som den negativa logaritmen av vätejonkoncentrationen ($-\log_{10}[H^+]$). Ett högt pH-värde innebär låg koncentration av vätejoner (H^+). Det logaritmiska förhållandet innebär att en minskning av pH med en enhet, orsakar en höjning av surhetsgraden 10 gånger. Minerogena jordar som innehåller kalkhaltigt material har basiska pH-värden (högre än 7) medan jordar som innehåller felsiska, kristallina bergarter vanligtvis har pH-värden lägre än 7, dvs. är sura.

Klimatet är en kraftfull faktor som påverkar graden av vittring i marken. Ett fuktigt klimat ökar vittringshastigheten medan ett kallt och torrt klimat leder till stagnation i vittringen. Lågt pH uppträder där den kemiska vittringen är hög på grund av hög medeltemperatur, hög nederbörd och avsaknad av basiska mineralpartiklar. Därför varierar vittringshastighet och pH med klimatet och med jordmänsutvecklingen vid olika breddgrad och höjd över havet, under förutsättning att det buffrande grundmaterialet är jämförbart.

Variationer i pH förekommer också inom en markprofil till följd av nedträngande markvattnet, innehåll av organiskt material och vittring av jordpartiklar, och pH ökar naturligt med djupet i en profil. I det översta skiktet, humus, är innehållet av organiskt material högt och halten av mineralpartiklar mycket låg. Den kemiska aktiviteten av humussyror och avsaknaden av buffrande partiklar är förklaringen till lägre pH i humus än i underliggande jord. Surheten i humus beror mer på typ av vegetation och dess ålder än på mineralvittring. Å andra sidan är effekten av försurning i allmänhet inte synlig i humuslagret, men däremot i mineraljorden under. Inflytande från surt regn är också en faktor som kan förorsaka låga pH-värden i mineraljorden.

Morän i Sverige är generellt ganska sur, vilket avspeglar det dominerande granitiska modermaterial som ingår i moränen. Fördelningen av de uppmätta pH-värdena är i huvudsak unimodal med en topp vid 5,0 till 5,5 och en liten grupp av värden som är högre än 7,8 och som direkt kan korreleras med områden med karbonater.

Eftersom minskande pH-värden är ett resultat av tiden och naturlig kemisk vittring, har södra Sverige generellt lägre pH-värden i morän än den norra delen. Det felsiska, granitiska modermaterialet i morän i södra Sverige bidrar till dessa lägre pH-värden. Basiska förhållanden ($pH > 7$) finns lokalt där karbonater i form av kalksten, dolomit och marmor förekommer, exempelvis i centrala Jämtland, i nordöstra Uppland, öster om Väneren och Vättern, i Skåne och på Gotland och Öland.

I jämförelse med morän har pH i betesmark ett något annorlunda spridningsmönster med mycket sur jord ($pH < 4,2$) i torvmarker i norra och centrala Sverige och relativt sett högre pH-värden i södra delen av landet. De senare kan lokalt bero på tidigare kalkningsaktiviteter (bl.a. flygburna).

Measuring the pH in soil is actually a measurement of the acidity of the water in the soil. The pH is the result of the activity of hydrogen ions (H^+) in a system and is defined as the negative logarithm of the H^+ concentration ($-\log_{10}[H^+]$). This means that a high pH value points to a low concentration of hydrogen ions (H^+). The logarithmic relationship indicates that a decrease in pH value of one unit causes the acidity to increase by 10 times. Minerogenic soils that contain calcareous parent material have typically alkaline pH values (higher than 7), while soils containing felsic material originating from crystalline rocks usually have acidic pH values (lower than 7).

The climate dynamically affects the rate of weathering in soil. A humid climate accelerates chemical weathering while a cold and dry climate leads to stagnancy in weathering rates. Low pH values occur where the chemical weathering rate is high because of high average annual temperature, high precipitation and a lack of alkaline mineral particles. Therefore, weathering rates and pH vary due to the climate and soil evolution at different latitudes and altitudes, assuming that the buffering parent material is equal.

Variations in pH also occur within the soil profile as a result of water infiltration, organic matter content and weathering of soil particles. Naturally, the pH increases with depth in a profile. In the uppermost layer (the humus), the organic matter content is high and the content of mineral particles is very low. The chemical activity of humic acids and the absence of buffering minerogenic particles explain the lower pH in the humus layer compared to the pH in the underlying soil. The acidity in humus is more affected by the type and age of vegetation than by mineral weathering. On the other hand, the effect of acidification is generally not seen in the humus layer, but in the mineral soil underneath. The influence of acid rain is yet another factor that can cause low pH values.

The till in Sweden is in general relatively acidic, which commonly reflects the dominating granitic parent material from which the till is derived. The distribution pattern of pH values is essentially unimodal with the peak at 5,0–5,5 and a small group of values higher than 7,8, which can be directly correlated with areas with carbonate rocks.

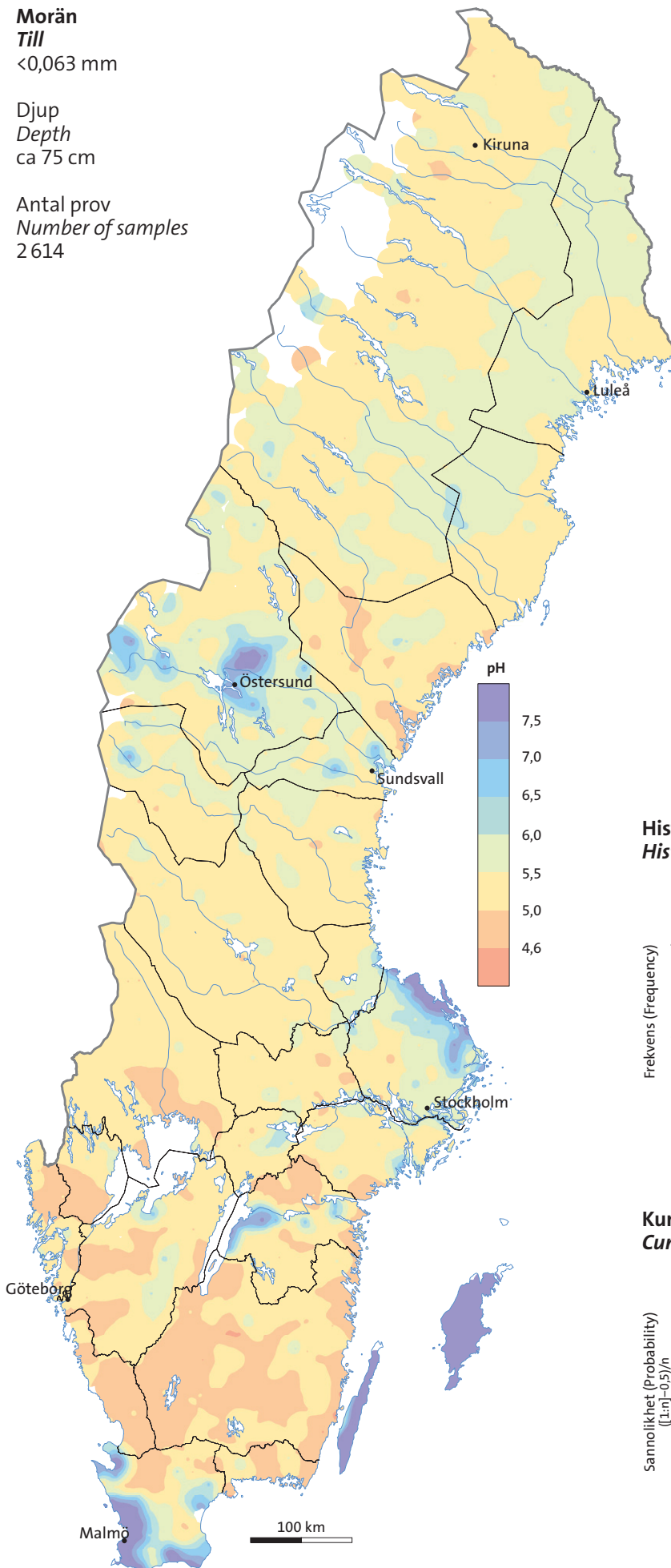
Since decreasing pH values are a result of time and natural chemical weathering, the southern part of Sweden generally has lower pH values in till than the northern part. The felsic, granitic parent material in till of southern Sweden contributes to these lower pH values. Alkaline conditions ($pH > 7$) occur locally where carbonate rocks (limestone, dolomite and marble) are common, e.g. in central Jämtland, in north-eastern Uppland, east of Väneren and Vättern, in Skåne and on Gotland and Öland.

In comparison to the values in till, pH values in grazing land soil show a slightly different pattern, with very acidic soil ($pH < 4,2$) in peaty areas in northern and central Sweden and relatively higher values in the southern part of the country. The latter may locally be influenced by former (sometimes airborne) liming activities.

Morän
Till
 <0,063 mm

Djup
 Depth
 ca 75 cm

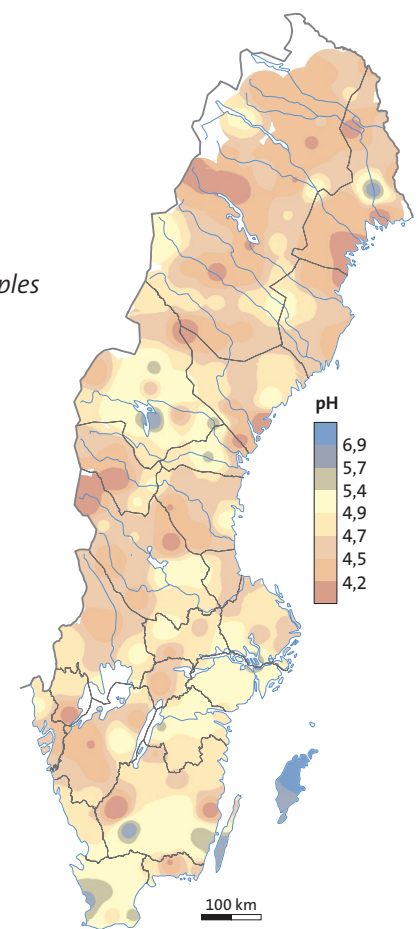
Antal prov
 Number of samples
 2 614



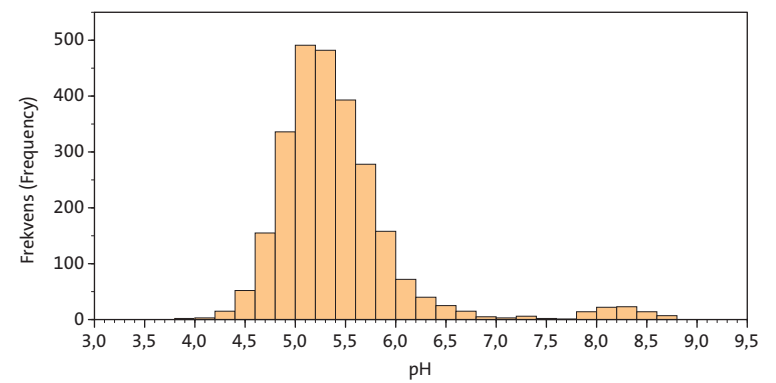
Betesmark
Grazing land
 <2 mm

Djup
 Depth
 0–10 cm

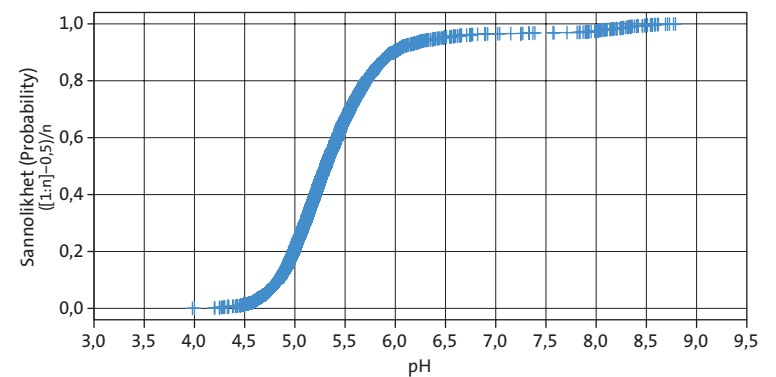
Antal prov
 Number of samples
 179



Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Rb

RUBIDIUM

Rubidium är ett relativt vanligt förekommande grundämne som huvudsakligen ersätter kalium i bergartsbildande och accessoriska mineral, samt i lermineral (t.ex. glimmer, kalifältspat, leucit, lepidolit, zinnwaldit, carnallit, pollucit, illit, montmorillonit). På grund av den stora jonradien och oxidationstillståndet (+1) anrikas rubidium i senmagmatiska bergarter, speciellt i utvecklade graniter och pegmatiter, och i finkorniga sedimentära bergarter (t.ex. lerskiffer) och deras motsvarigheter (skiffer, paragnejs).

Rubidium kan mobiliseras i hydrotermala miljöer och höga koncentrationer påträffas ofta i närheten av hydrotermalt omvandlade magmatiska bergarter och associerat med porfyr-koppar-mineraliseringar och greisenförekomster. Rubidium har låg mobilitet i jord och sediment vilket är ett resultat av den höga adsorptionen till lermineral.

Höga rubidiumhalter i morän förekommer i Kaledoniderna, där tunna glaciala avlagringar överlagrar metasedimentära bergarter rika på kalifältspat och glimmer. Rubidiumanomalier förekommer från norr till söder på Fennoskandiska skölden och är indikativa för bergartsbildande mineral rika på kalium, exempelvis fältspat och glimmer i kristallina bergarter, sura metavulkaniter och metasedimentära bergarter av olika åldrar.

Lerig morän som avsatts under högsta kustlinjen har förhöjda rubidiumhalter, särskilt i de lerrika avlagringarna i Mälarenregionen och längs östkusten.

RUBIDIUM

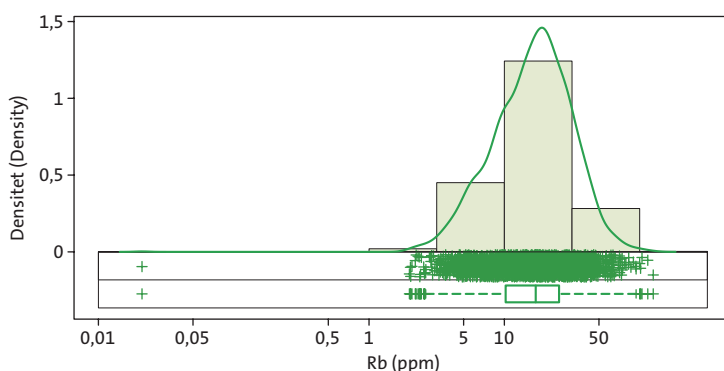
Rubidium is a rather common element that substitutes mainly for potassium in rock-forming, accessory and clay minerals (e.g. mica, potassium feldspar, leucite, lepidolite, zinnwaldite, carnallite, pollucite, illite, montmorillonite). Due to the large ionic radius and the oxidation state (+1), rubidium concentrates in late magmatic rocks, especially in evolved granites and pegmatites, and in fine-grained sedimentary rocks (e.g. shale) and in their metamorphic equivalents (schist, paragneiss).

Rubidium can be mobilised in hydrothermal environments and is abundant in high concentrations in the vicinity of hydrothermally altered igneous rocks and in association with porphyry copper deposits and greisen occurrences. Rubidium has low mobility in soils and sediments, which is a result of its strong adsorption to clay minerals.

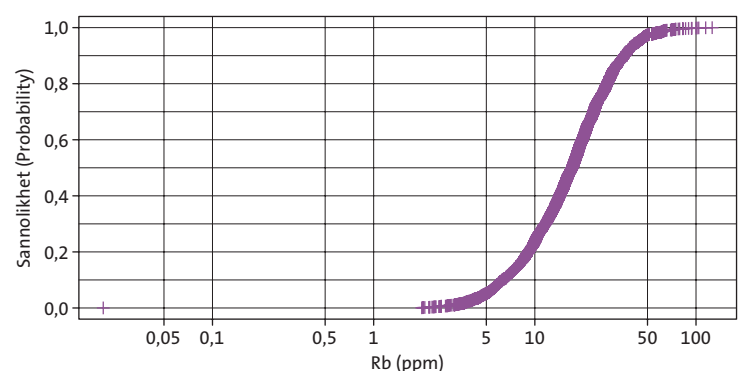
High rubidium concentrations in till occur in the Caledonian mountain chain, where thin glacial deposits overlie metasedimentary rocks rich in potassium feldspar and mica. Rubidium anomalies located on the Fennoscandian Shield, from north to south, are indicative of the presence of potassium-bearing rock-forming minerals such as feldspar and mica hosted by crystalline rocks, acid metavolcanic rocks and metasedimentary rocks of different ages.

Clayey till formed below the highest coastline contains elevated concentrations of rubidium, especially in the clay-rich deposits of the Mälaren region in central Sweden and along the east coast.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



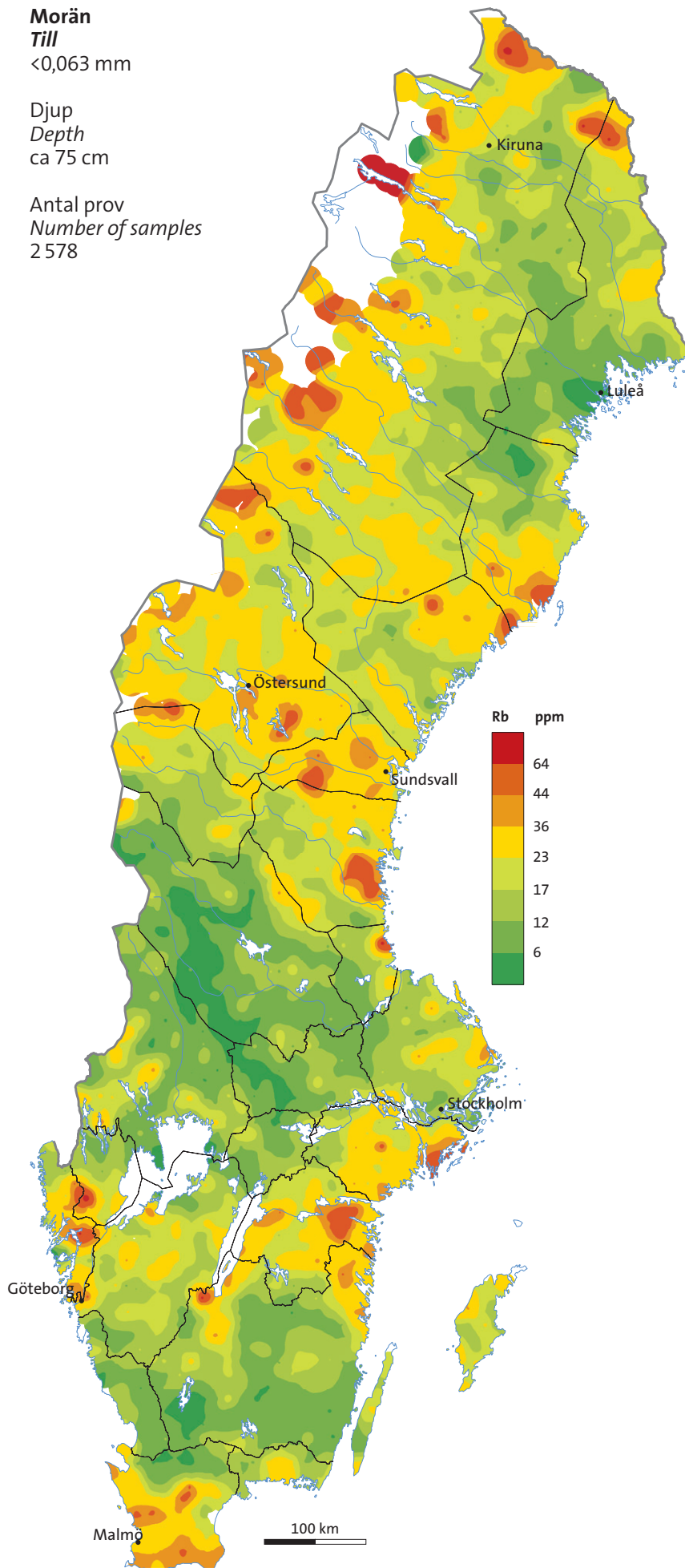
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

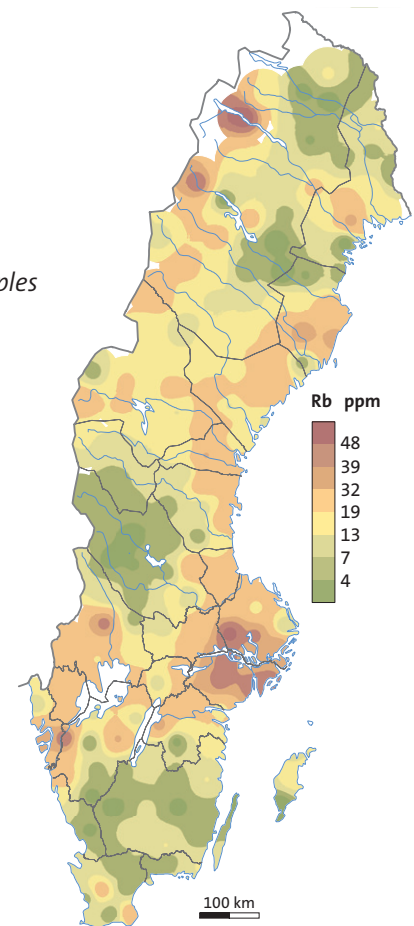
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Re

RHENIUM

Rhenium är en sällsynt metall som förekommer i sulfider och i selenider. Den ersätter ofta molybden i molybdenglans, wulfenit och powellit. Rhenium kan finnas i små mängder i pyrit, kopparkis, columbit–tantalit och kromit samt i ädla legeringar med platina-metaller. Rhenium är vanligare i mafiska och ultramafiska bergarter än i felsiska bergarter och tenderar att ackumulera i platina-, koppar- och nickelmineraliseringar. Senmagmatiska pegmatiter kan också innehålla höga rheniumkoncentrationer. Sekundär anrikning av rhenium förekommer i svartskiffer, kopparförande sandsten, kol och sedimentära uran-molybdenmineraliseringar. Rhenium används som ett indikatorelement för att hitta molybden- och kopparmineraliseringar. Mobiliteten är hög vid lågt pH och reducerande förhållanden, och rheniumföreningar är mycket lösliga.

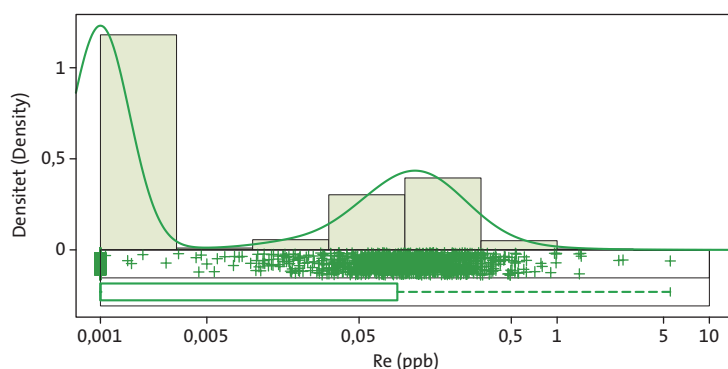
Det geokemiska mönstret av rhenium i morän i Sverige domineras av metallens tendens att anrikas i anoxisk svartskiffer. Svartskiffer som förekommer i stråk längs randen av Kaledoniderna och som mindre områden i de södra delarna av landet (Billingen, öster om Vättern och Skåne) utgör den största källan till rhenium i Sverige. Vissa anomalier kan också kopplas till mineraliseringar med molybden.

RHENIUM

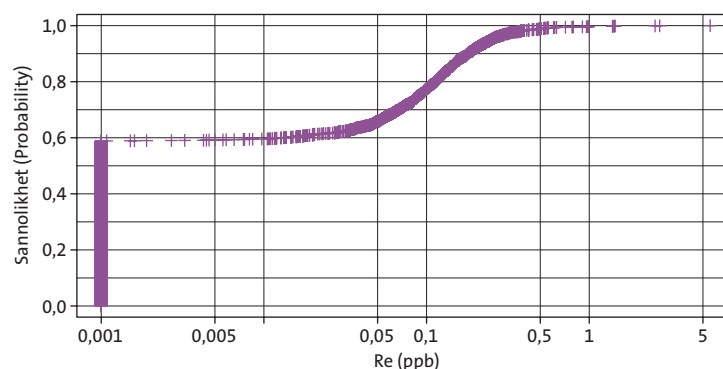
Rhenium is a very rare metal that mainly occurs in sulphides and selenides. It commonly substitutes for molybdenum in molybdenite, wulfenite and powellite. Rhenium can be found in trace amounts in pyrite, chalcopyrite, columbite–tantalite and chromite, and in precious alloys with platinum group elements. Rhenium is more abundant in mafic and ultramafic rocks than in felsic rocks, and it tends to accumulate in platinum, copper and nickel deposits. Late magmatic pegmatites can also contain high rhenium concentrations. Secondary enrichments of rhenium occur in black shale, cupriferous sandstone, coal and sedimentary uranium-molybdenum deposits. Rhenium is used as a pathfinder for molybdenum and copper deposits. The element is mobile at low pH under reducing conditions, and rhenium compounds are very soluble.

The geochemical pattern of rhenium in till in Sweden is dominated by the enrichment of the element in anoxic black shale. Black shale that stretches along the Caledonian mountain front and occurs as outliers in southern Sweden (Billingen, east of Vättern and Skåne) is the major source of rhenium anomalies. Some anomalies can also be linked to mineralisations with molybdenite.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



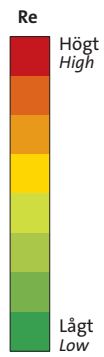
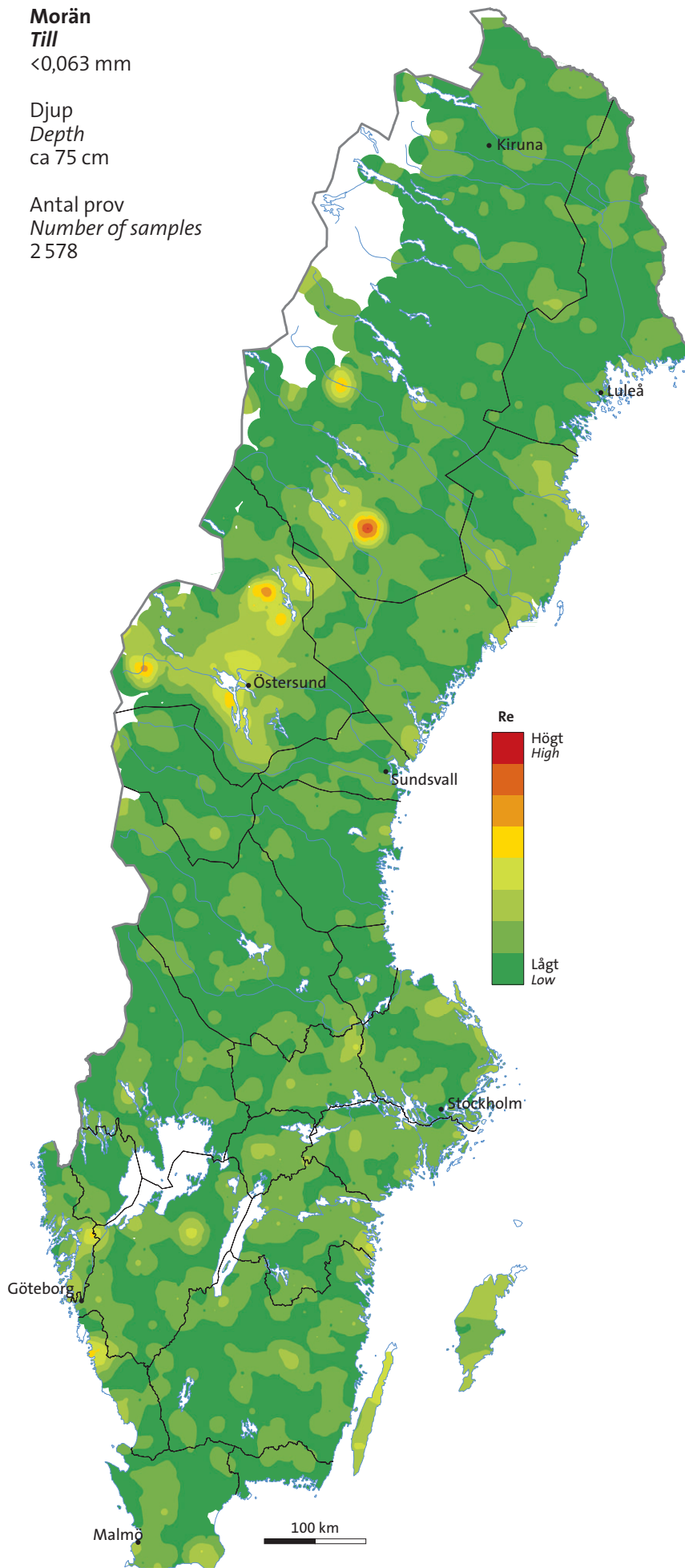
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

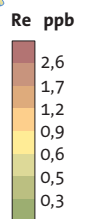
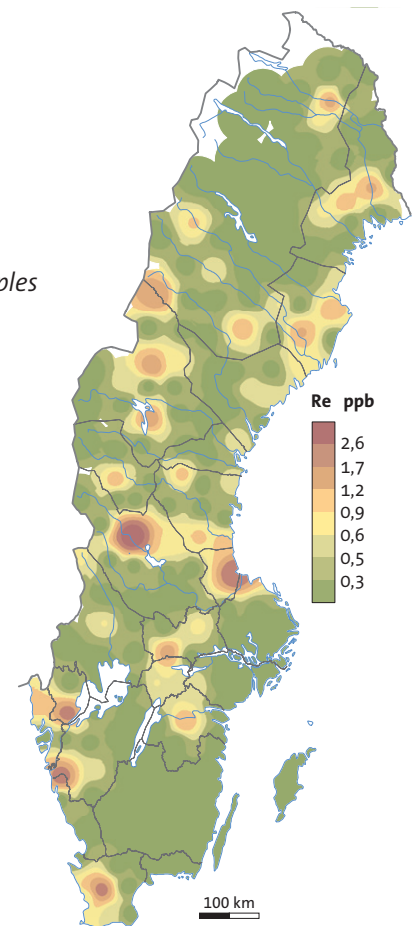
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



REE, sällsynta jordartsmetaller

SÄLLSYNTA JORDARTSMETALLER

De sällsynta jordartsmetallerna (rare earth elements, REE) omfattar 15 s.k. lantanoider med atomnummer från lantan (57) till lutetium (71). De uppträder generellt i samma geologiska miljöer, är kemiskt lika och indelas i två undergrupper. Den lätta gruppen (light rare earth element group, LREE) har atommassor från 138,91 u till 151,96 u (unified atomic mass unit) och omfattar lantan (La), cerium (Ce), praseodym (Pr), neodym (Nd), prometium (Pm), samarium (Sm) och europium (Eu). Den tunga gruppen (heavy rare earth element group, HREE) har atommassor från 157,25 u till 174,97 u och omfattar gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), tulium (Tm), ytterbium (Yb) och lutetium (Lu).

På grund av liknande fysikaliskt och kemiskt uppträdande räknas även yttrium (Y) med atomnummer 39 in i den tunga gruppen och skandium (Sc) med atomnummer 21 in i den lätta gruppen.

Sällsynta jordartsmetaller kallas sällsynta eftersom de är koncentrerade i mineral som sällan uppträder, men är av ekonomiskt intresse. De sällsynta jordartsmetallerna är däremot vanliga i bergartsbildande mineral och därför är halten av dem i jordskorpan högre än halterna av t.ex. koppar och bly.

Sällsynta jordartsmetaller upptäcktes första gången i slutet av 1700-talet i Ytterby gruva utanför Vaxholm i Stockholms skärgård. Där fanns en pegmatit ur vilken man bröt kvarts och fältspat för porslinsstillverkning. Här hittades också ett svart mineral som innehöll tidigare okända grundämnen. Mineralen fick namnet gadolinit och är ett silikat av järn, beryllium, yttrium och flera sällsynta jordartsmetaller. Gadolinit blev således det mineral i vilket man upptäckte yttrium. I samma gruva har flera ovanliga mineral hittats och ytterligare sex grundämnen upptäcktes här: terbium, holmium, erbium, ytterbium, tantal och skandium, varav flertalet av dem i gadolinit.

Vid Riddarhyttan i Bergslagen ligger Bastnäsfälten där man brutit järn och koppar i skarnförekomster. I slutet av 1700-talet hittades ett tidigare okänt mineral som blev upptäcktsmineral för cerium och som senare fick namnet cerit. I Bastnäsfälten hittades något senare även ett annat ceriumhaltigt mineral, bastnäsit, som fick namn efter fyndorten. Bastnäs är synnerligen rikt på olika mineral och här upptäcktes även de sällsynta jordartsmetallerna lantan, praseodym och neodym.

Sällsynta jordartsmetaller förknippas i ett mer generellt perspektiv med magmatiska (granit och pegmatit) och alkalina bergarter. De ingår i karbonater, oxider, silikater, fosfater och halider. Bergarter som är anrikade på exempelvis monazit och zirkon har ofta höga koncentrationer av sällsynta jordartsmetaller. Generellt har sedimentära bergarter som skifferar och gråvackor högre innehåll av sällsynta jordartsmetaller än vad sandsten och kalksten har. Vid vittring är mobiliteten hos de sällsynta jordartsmetallerna låg, men beror av vilka mineral de uppträder i. Rörligheten hämmas genom adsorption till järnoxider, fosfater och lermineral.

De sällsynta jordartsmetallerna bildar ett flertal mineral, t.ex. monazit, bastnäsit, allanit och cerit, och de kan även ingå som spår-element i små mängder i exempelvis apatit, biotit, pyroxen, turmalin

RARE EARTH ELEMENTS

The rare earth elements (REE) comprise 15 lanthanides with the atomic numbers 57 (lanthanum) to 71 (lutetium). All of them are generally found in similar geological settings, they share similar properties and are divided into two subgroups. The light rare earth element group (LREE) has atomic masses ranging between 138,91 u and 151,96 u (unified atomic mass unit) and consists of lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodymium (Nd), promethium (Pm), samarium (Sm) and europium (Eu). The heavy rare earth element group (HREE) has atomic masses ranging between 157,25 u and 174,97 u and comprises the elements gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb) and lutetium (Lu).

Because of their REE-like chemical and physical behaviours, the element Scandium (Sc, atomic number 21) is included in the light rare earth element group and the element yttrium (Y, atomic number 39) is included in the heavy rare earth element group.

Rare earth elements are called rare because they are concentrated in minerals that rarely occur, though are of economic interest. On the other hand, rare earth elements are common in rock-forming minerals and are therefore more abundant than, for instance, copper and lead in the crust.

The first discovery of rare earth elements was made in the late 18th century in Ytterby mine near Vaxholm in the archipelago of Stockholm. Here, a black mineral containing unknown elements was found in a pegmatite from which quartz and feldspar were mined for porcelain production. The silicate mineral consisted of iron, beryllium, yttrium and several other rare earth elements, and it was named gadolinite. Gadolinite was the first mineral in which yttrium was found. Several other unusual minerals were found in the same mine, which led to the discoveries of six other elements: terbium, holmium, erbium, ytterbium, tantalum and scandium, many of them first found in gadolinite.

Near Riddarhyttan in Bergslagen lies Bastnäsfälten where iron and copper have been mined in skarn mineralisations. By the end of the 18th century, another unknown mineral was discovered, which turned out to contain cerium and was named cerite. Later, another cerium rich mineral was discovered in Bastnäsfälten and was named bastnäsit. Bastnäs is rich in different minerals, and other rare earth elements, such as lanthanum, praseodymium and neodymium, were also discovered there.

Generally, rare earth elements are associated with magmatic (granite, pegmatite) and alkaline rocks. They can be found in carbonates, oxides, silicates, phosphates and halides. Rocks enriched in monazite and zircon often contain higher concentrations of rare earth elements. Sedimentary rocks, such as schists and greywackes, generally contain higher concentrations of rare earth elements than sandstone and limestone. During weathering the mobility of rare earth elements is generally low, but varies depending on in which mineral they occur. The mobility is inhibited by adsorption to iron oxides, phosphates and clay minerals.

och zirkon. Elementen, särskilt ur den lätta gruppen, kan förekomma i fluorit samt ersätta kalcium i fältspat.

Eftersom sällsynta jordartsmetaller har liknande kemiska egenskaper kan de ersätta varandra i kristallstrukturen hos olika mineral. Detta är förklaringen till att så många av de sällsynta jordartsmetallerna hittas i samma mineral. Det finns uppemot 200 mineral som innehåller metallerna, men endast några få är ekonomiskt intressanta, t.ex. monazit, bastnäsit och xenotim ur vilka bl.a. cerium, lantan, neodym och yttrium utvinns. Anrikningen av metallerna i mineralen är olika, dels inom respektive grupp (LREE och HREE), dels mellan grupperna. Monazit och bastnäsit innehåller mer av den lätta gruppens element (LREE), medan metallerna i xenotim främst tillhör den tunga gruppen (HREE).

I princip kan samtliga sällsynta jordartsmetaller hittas i många olika mineralgrupper. Mineralstrukturen i REE-mineral gör att ett mineral kan innehålla flera element men dominansen mellan dem varierar. Ett exempel är monazit som kan domineras av cerium, lantan eller neodym och då kallas monazit-(Ce), monazit-(La) respektive monazit-(Nd). Monazit kan också innehålla små mängder torium och uran, förutom andra sällsynta jordartsmetaller. Ett antal mineralgrupper och dithörande vanliga metaller anges i tabell 3.

Samtliga sällsynta jordartsmetaller (utom prometium) analyserades i moränproven för atlasen. Elementen i den lätta gruppen förekommer med högre halter än de i den tyngre gruppen och förklaringen är att elementen i den lätta gruppen i större utsträckning ingår i bergartsbildande mineral, men också i lermineral och i utfällningar (tabell 2). Den lätta gruppens element är däremot inte lika koncentrerade som den tunga gruppens element, vilket anges av kvoten mellan maximal halt och medianhalt i tabell 2.

Korrelationer finns mellan sällsynta jordartsmetaller, Y och Sc beroende på den kemiska likheten mellan dem (tabell 6, Appendix 1). Generellt är korrelationerna starkare mellan elementen i respektive grupp (LREE och HREE) än mellan grupperna. Den lättare gruppens element har starkare korrelationer än den tyngre gruppens element med Al, K, Fe och Mn, vilket visar den lätta gruppens starka koppling till bergartsbildande mineral, lermineral och utfällningar.

Den geografiska fördelningen av sällsynta jordartsmetaller i morän visas på 15 kartor i figur 15. Kartorna är placerade i atomnummerordning, dvs. från det lättaste (La) till det tyngsta (Lu) elementet. Yttrium har placerats sist som tillhörande den tunga gruppen.

Generellt kan de geokemiska elementmönstren för praseodym (Pr), neodym (Nd) och samarium (Sm) förklaras som de tidigare beskrivna för lantan och cerium (se La respektive Ce). Gadolinium, (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), tulium (Tm), ytterbium (Yb) och lutetium (Lu) förklaras och beskrivs i likhet med yttrium (se Y).

Det finns inte några uppenbara skillnader i de geokemiska distributionsmönstren mellan elementen i den lätta gruppen, dvs. för La, Ce, Pr, Nd and Sm. De relativa koncentrationerna kan dock skilja sig åt i respektive elementanomali, beroende på moränens mineralinnehåll. Till exempel är anomalier för cerium starkare i östra Småland och svagare i östra delen av Ångermanland och Västerbotten än övriga LREE.

Det finns även en del skillnader i distributionsmönstren för den tunga gruppens element. De lättaste (Gd och Tb) i den tunga gruppen har förhöjda halter i norra Ångermanland och södra Västerbotten och anomalierna följer LREE, medan anomalier saknas i detta område

The rare earth elements form several minerals, e.g. monazite, bastnäsit, allanite and cerite, and can occur in trace amounts in, for example, apatite, biotite, pyroxene, tourmaline and zircon. The elements, especially from the LREE group, can occur in fluorite and replace calcium in feldspar.

Since rare earth elements have similar chemical properties, they can replace each other in the crystal structure of different minerals. This explains why many of the rare earth elements can be found in the same mineral. About 200 minerals contain rare earth elements, but only a few are of economic interest, e.g. monazite, bastnäsit and xenotime, from which cerium, lanthanum, neodymium and yttrium are extracted. The enrichment of rare earth elements in the minerals differs both within and between the groups of LREE and HREE. Monazite and bastnäsit contain more of the LREEs while xenotime mainly contains HREEs.

Basically all the rare earth elements can be found in many different mineral groups. The mineral structure in REE minerals means that a mineral may contain multiple elements but the dominance between them varies. One example is monazite which can be dominated by cerium, lanthanum or neodymium and is given the name monazite-(Ce), monazite-(La) and monazite-(Nd), respectively. Monazite can also contain small quantities of thorium and uranium and other rare earth elements. A number of mineral groups and related common metals are shown in Table 3.

All rare earth elements (except promethium) were analysed for in this atlas. The elements in the LREE group generally have higher concentrations than those of the HREE group. This is because the elements in the LREE group are more common in rock-forming minerals, in clay minerals and in precipitates (Table 2). The LREE group is though not as concentrated as the HREE group, as shown by the ratio between maximum values and median values in Table 2.

Tabell 2. Median, max och kvot för sällsynta jordartsmetaller i morän <63 µm. Kvoten är beräknad som maxhalt/medianhalt. Antal prov: 2 578. Analytisk metod: kungsvattenlakning och ICP-MS. Elementen är sorterade efter minskande medianhalter.

Median, maximum and ratio for the rare earth metals in till <63 µm. The ratio is calculated as maximum value/median value. Number of samples: 2 578. Analytical method: Aqua Regia extraction and ICP-MS. The elements are sorted according to decreasing median values.

Element <i>Element</i>	Undergrupp <i>Subgroup</i>	Median <i>Median</i> (ppm)	Maxvärde <i>Max value</i> (ppm)	Kvot <i>Ratio</i>
Ce	LREE	75	388	5
La	LREE	32	199	6
Nd	LREE	28	129	5
Y	HREE	18	163	9
Pr	LREE	7,7	38	5
Sm	LREE	5,4	24	4
Sc	LREE	4,5	21	5
Gd	HREE	4,4	22	5
Dy	HREE	3,5	23	6
Er	HREE	1,9	14	8
Yb	HREE	1,7	15	9
Eu	LREE	0,8	6	7
Ho	HREE	0,7	5	7
Tb	HREE	0,6	4	6
Tm	HREE	0,3	2	8
Lu	HREE	0,2	3	11

för de tyngsta elementen i gruppen (Tm, Yb och Lu). En viss skillnad syns även i Lappland och i sydvästra Sverige med en mer distinkt anomalibild ju tyngre elementen är.

Morän i nordligaste delen av Sverige har höga halter av den lätta gruppens element (LREE) vilket speglar förekomsten av arkeiska metamorfa bergarter och svekokarelska graniter, pegmatiter och gabbro. Även områden med metasedimentära bergarter har förhöjda halter av sällsynta jordartsmetaller. Anomalier i morän överlappar områden med kända förekomster av sällsynta jordartsmetaller, exempelvis vid Pajala, i Kirunas apatitjärnmalm och i pegmatiter i mellersta Lappland och centrala Jämtland. En europiumanomali i morän avspeglar dessa mineraliserade områden. Anomalier i nordvästra Ångermanland anknyter till sällsynta jordartsmetaller i fosforit, som är känt från Tåsjö. I kusttrakten i norra Ångermanland och södra Västerbotten kopplas relativt starka anomalier av terbium, gadolinium och LREE till järn-sulfidmineraliseringar och till gråvackor.

Europium hittas främst i allanit, bastnäsit, monazit, apatit, zirkon och fluorit. Europium skiljer sig dock kemiskt från övriga sällsynta jordartsmetaller, då elementet kan ersätta strontium och ingå i plagioklas och strontianit. Europium kan därför finnas i kalciumrika jordar, t.ex. i nordligaste Sverige där höga koncentrationer i morän härrör från svekokarelsk gabbro–diorit och granit. Den starka anomalin som uppträder i fjällkedjan och centrala Jämtland relateras till kalksten och skiffrar tillhörande Kaledoniderna och kölliskollan. Kvartergångar med fluoritmineraliseringar kan också bidra till förhöjda europiumhalter i området.

Distributionsmönstren för den tunga gruppens element (HREE) speglar inte, till skillnad från den lätta gruppen, de arkeiska bergarterna i norra Sverige. Inte heller är anomalierna lika starka i fjällkedjan eller i östra Småland. Den till ytan största anomalin av HREE finns i Lappland och kan kopplas till till granitoider, alkalina bergarter, pegmatiter och sura metavulkaniter, och till mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller, Mo, Be, Cu, Ag, Au, Ti och U samt med Fe, Pb, Zn och Cu i skarn.

I fjällkedjan kopplas förhöjda halter av sällsynta jordartsmetaller i morän till glimmerskiffer och graniter tillhörande kölliskollorna. Granitoider, fältspatrik sandsten och arkos kan också bidra till anomalibilden liksom utvecklade graniter och ett flertal mineraliseringar, exempelvis med fluorit, järnoxid och uran-zink-koppar, som förekommer i området.

I nordvästra Hälsingland och södra och östra delen av Jämtland speglar moränanomalierna för sällsynta jordartsmetaller granitiska till syenitiska bergarter (t.ex. Ljusdalsbatoliten och Revsundsgranit) som förknippas med pegmatit. Anomalier täcker även mineraliseringar med uran och torium och kända förekomster med sällsynta jordartsmetaller. Förhöjda halter av LREE, gadolinium och terbium i Medelpad och södra Ångermanland speglar sannolikt alkalina bergarter med förekomster av REE-förande fosforit och karbonatit (Alnön).

I Gästrikland, Uppland och Södermanland är koncentrationer av sällsynta jordartsmetaller i morän relaterade till skarnmineraliseringar med järnoxid och utvecklade granitiska till syenitiska bergarter. I Bergslagen finns ett flertal kända förekomster med sällsynta jordartsmetaller i pegmatit, apatitjärnmalm och magnetitskarnmalm i Bastnästypens mineraliseringar. Moränen i området har lågt innehåll av sällsynta jordartsmetaller, men en nordvästlig–sydostlig anomali finns, främst med HREE. Den ibland lerrika moränen kan också bidra till förhöjda halter av sällsynta jordartsmetaller. Anomalier i

There are correlations between the rare earth elements, Y and Sc, due to the similar physicochemical properties of these elements as shown in Table 6, Appendix 1. Correlations are normally stronger between the elements in each group (LREE and HREE) than between groups. The LREE group has stronger correlations with Al, K, Fe and Mn than the HREE group, which shows the strong connection of the LREE group to rock forming minerals, clay minerals and precipitates.

The geographic distribution of rare earth elements in till is displayed on 15 maps in Figure 15. The order of the element maps follows the atomic number, from the lightest element La to the heaviest element Lu. Yttrium has been placed last as belonging to the HREE group.

In general, the geochemical distribution of praseodymium (Pr), neodymium (Nd) and samarium (Sm) are explained similarly to the earlier described lanthanum and cerium (see La and Ce, respectively). Gadolinium, (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb) and lutetium (Lu) are explained and described similarly to yttrium (see Y).

There are no obvious differences in the geochemical distribution patterns of elements in the LREE group (La, Ce, Pr, Nd and Sm). The relative concentrations, however, can differ in the anomalies of each element respectively, probably due to the mineral composition of the till. For instance, anomalies of cerium are stronger in eastern Småland and weaker in the eastern part of Ångermanland and Västerbotten than for the other LREEs.

There are also differences in the distribution pattern of the HREEs. The lightest (Gd and Tb) in the heavy group occur with elevated concentrations in northern Ångermanland and in southern Västerbotten, and the anomalies follow LREE, while anomalies lack for the heaviest HREEs (Tm, Yb and Lu). A difference can also be noted in Lappland and in south-western Sweden, with more distinct anomalies for elements with heavier atomic masses.

Till in the northernmost part of Sweden contain high concentrations of the LREE group elements, which reflects Archean metamorphic rocks and Sveccarelian granites, pegmatites and gabbros. Areas with metasedimentary rocks also contain higher concentrations of rare earth elements. Anomalies in till often overlap areas with known mineralisations of rare earth elements, for instance near Pajala, in the iron-apatite ores in Kiruna, and in pegmatites in central Lapland and central Jämtland. A europium anomaly in till reflects these mineralised areas. Anomalies in north-western Ångermanland connect to rare earth elements in phosphorite, which is known from Tåsjö. In the coastal areas of northern Ångermanland and southern Västerbotten, relatively strong anomalies of terbium, gadolinium and LREEs can be connected to iron-sulphide mineralisations and greywackes.

Europium is found mainly in allanite, bastnäsite, monazite, apatite, zircon and fluorite. Europium differs chemically from other rare earth elements, since the element can replace strontium and occur in plagioclase and strontianite. Europium may therefore be abundant in calcium-rich soils, for example in northernmost Sweden, where high concentrations in till originate from Sveccarelian gabbro–diorite and granite. The strong anomaly which is present in the mountain chain and in central Jämtland can be related to limestone and schists which belong to the Caledonides and the Köli Nappe. Quartz veins with

Värmland och Västergötland relateras till gnejser och fältspatrika bergarter, medan anomalier i södra delen av Östergötland kan kopplas till graniter och kvartsgångar.

I södra Sverige kan moränanomalier knytas till utvecklade graniter, alkaliska bergarter (syenit), pegmatit och sura metavulkaniter från svekokarelska till yngre åldersgrupper. Till exempel verkar hallandisk granitisk ortognejs vara en viktig litologisk källa för sällsynta jordartsmetaller i Blekinge. I Skåne relateras anomalier till utvecklade graniter, fältspat och fluoritförekomster samt till lerrik morän med innehåll av kaolinit och skiffer.

Tabell 3. Mineralgrupper med viktiga sällsynta jordartsmetaller, skandium och yttrium. Källa: International Mineralogical Association (IMA). Notera att alla grupper inte följer den huvudsakliga gruppindelningen enligt IMA. *Mineral groups containing important rare earth elements (REE), scandium and yttrium. Source: International Mineralogical Association (IMA). Note that not all groups follow the main group division according to IMA.*

Mineralgrupp	Mineral group	Element
Ankylitgruppen	Ancylite group	Ce, La, Nd
Apatitgruppen	Apatite group	Ce, La
Bastnäsitgruppen	Bastnäsite group	Ce, La
Britolitgruppen	Britholite group	Ce, La
Chevkitgruppen	Chevkinite group	Ce, La
Crandallit-(alunit-jarosit)-gruppen	Crandallite-(alunite-jarosite) group	Ce, La, Nd
Donnayitgruppen	Donnayite group	Nd, Y
Epidotgruppen	Epidote group	Ce, La, Nd
Eudialytgruppen	Eudialyte group	REE, Y
Euxenitgruppen	Euxenite group	Ce, Y
Gadolinit-datolitgruppen	Gadolinite-datolite group	Ce, Nd, Y
Gagarinitgruppen	Gagarinite group	La, Nd, Y
Hellanditgruppen	Hellandite group	Ce
Hilairitgruppen	Hilairite group	Gd, Dy, Y
Kordylitgruppen	Cordylite group	Ce, La
Kukharenoitgruppen	Kukharenoite group	Ce
Lantanitgruppen	Lanthanite group	Ce, La, Nd
Monazitgruppen	Monazite group	Ce, La, Nd
Mosandritgruppen	Mosandrite group	Ce, La
Norditgruppen	Nordite group	Ce, La
Parisitgruppen	Parisite group	Ce, La
Pyroklorgruppen	Pyrochlore group	Ce, Y
Remonditgruppen	Remondite group	Ce, La, Nd
Samarskitgruppen	Samarskite group	Y, Yb, HREE
Synchysitgruppen	Synchysite group	Ce, Nd, Y, La
Thortveitgruppen	Thortveitite group	Sc, Y, Yb
Trimonsitgruppen	Trimonsite group	Dy, Er, Yb, Y
Tritomitgruppen	Tritomite group	Y, Ce
Uraninitgruppen	Uraninite group	Ce, La
Wöhleritgruppen	Wöhlerite group	Y
Xenotimgruppen	Xenotime group	Y, Yb, HREE, Ce

fluorite mineralisations may also contribute to the elevated concentrations of europium in the area.

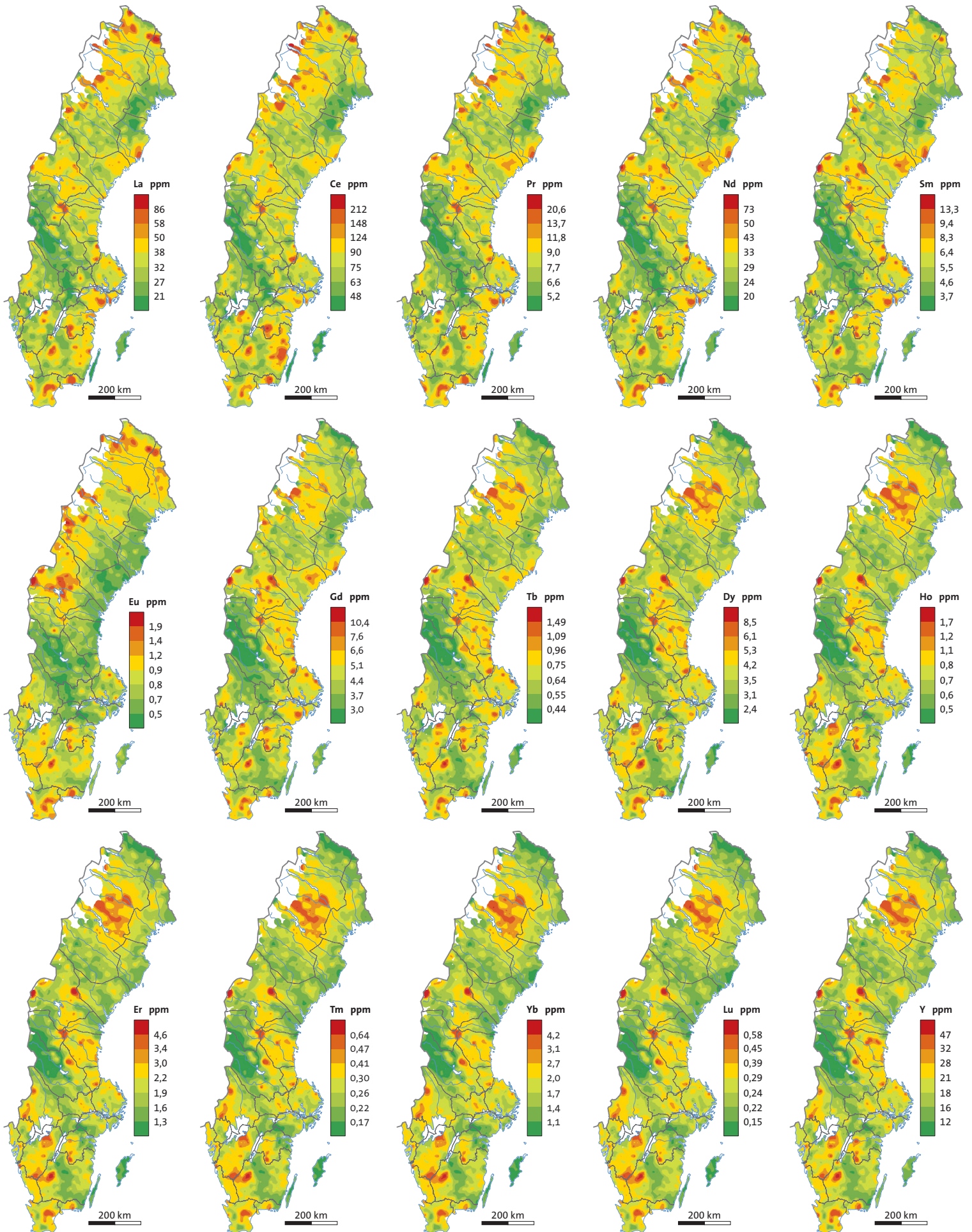
Unlike the LREEs, the distribution patterns for the HREEs do not reflect the Archean rocks in northern Sweden. Neither are the anomalies as strong in the Caledonian mountain chain or in eastern Småland. The geographically largest anomaly of the HREEs is found in Lappland in connection with granitoids, alkaline rocks, pegmatites and acid metavolcanic rocks, and to mineralisations with REEs, Mo, Be, Cu, Ag, Au, Ti and U, and with Fe, Pb, Zn and Cu in skarn.

In the mountain chain, the elevated concentrations of rare earth elements in till can be related to mica schist and granites belonging to the Köli nappe. Granitoids, feldspar-rich sandstone and arcose can also contribute to the anomaly, as can well-developed granites and a number of mineralisations, for instance of fluoroite, iron oxide or uranium-zinc-copper, which occur in the region.

In north-western Hälsingland and the southern and eastern parts of Jämtland, the rare earth element anomalies in till reflect granitic to syenitic rocks (e.g. the Ljusdal batholith and Revsund granite) which are associated with pegmatite. Anomalies also coincide with mineralisations of uranium and thorium, and known rare earth element mineralisations. Elevated concentrations of LREE, gadolinium and terbium in Medelpad and in southern Ångermanland probably reflect alkaline rocks with occurrences of REE-bearing phosphorite and carbonatite (Alnön).

In Gästrikland, Uppland and Södermanland, concentrations of rare earth elements in till relate to skarn mineralisations with iron oxide and well-developed granitic to syenitic rocks. In Bergslagen, there are a number of known mineralisations with rare earth elements in pegmatite, apatite-iron ores and magnetite-skarn ores in Bastnäs-type mineralisations. The till in the area contains low concentrations of rare earth elements, but a north-west-south-east striking anomaly enriched mainly in HREE is present. The sometimes clay-rich till can also contribute to the elevated concentrations of rare earth elements. Anomalies in Värmland and Västergötland can be related to gneiss and rocks rich in feldspar, whereas anomalies in the southern part of Östergötland reflect granites and quartz veins.

In southern Sweden, till anomalies can be connected to well-developed granites, alkaline rocks (syenite), pegmatite and acid metavolcanic rocks from Svekokarelian and younger age groups. In Blekinge, for instance, Hallandian granitic orthogneiss may be an important lithological source of rare earth elements. In Skåne, the anomalies are related to well-developed granites, feldspar and fluorite occurrences, and clay-rich till containing kaolinite and schists.





Sorteringsverket vid Ytterby pegmatitbrott med raden av tappfickor. Bilden publicerad med tillstånd av Österåkers Hembygds- och Fornminnesförening.

The grading plant with the row of drawing bins at Ytterby pegmatite quarry. Published with permission from Österåkers Hembygds- och Fornminnesförening.

Figur 15. Spridningsmönster i morän för lantan (La), cerium (Ce), praseodym (Pr), neodym (Nd), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium, (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), tulium (Tm), ytterbium (Yb), lutetium (Lu) och yttrium (Y). Antal prov: 2 578. Analysmetod: kungsvattenlakning och ICP-MS.

Dispersion patterns in till for lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodymium (Nd), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium, (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb), lutetium (Lu) and yttrium (Y). Number of samples: 2 578. Analytical method: Aqua Regia extraction and ICP-MS.

S

SVAVEL

Rent svavel är sällsynt och grundämnet uppträder vanligtvis i sulfidform (t.ex. pyrit, zinkblände, blyglans, magnetkis) och som sulfat (t.ex. baryt, gips, anhydrit). Små mängder svavel finns i fältspat, glimmer, pyroxen, apatit och sodalit. Skiffer med högt svavelinnehåll är vanligtvis rikt på organiskt material. Mafiska och ultramafiska bergarter, finkorniga sedimentära bergarter, kol och evaporiter kan ha höga svavelhalter.

Vid vittring är svavel mycket mobilt. Vid lågt pH kan svavel reduceras till sulfid (tillsammans med metaller som koppar, järn och kadmium). Mobiliteten hos svavel hämmas dock av tillgången på organiskt material. I väl-dränerad jord oxideras svavel och bildar sulfater. Jord med höga sulfidhalter som oxideras (t.ex. genom dikning) kan avge stora mängder toxiska metaller. Dessa sura sulfatjordar är mycket sura och toxiska ämnen kan transporteras med grundvattnet till vattendrag och sjöar.

Generellt är svavelinnehållet i morän högre i södra Sverige än i norra delen av landet, vilket kan förklaras av skillnader i klimat och vittringsintensitet. Områden under högsta kustlinjen har förhöjda svavelhalter.

Vissa av de isolerade svavelanomalierna relaterar till sulfidmineraliseringar och ultramafiska, metavulkaniska och metasedimentära bergarter, t.ex. väster om Kiruna, Stora Pahtavaara (nära Karungi), Blaiken (norr om Storuman), norr om Skellefteå, i Bergslagen (Falun, Dannemora) och i Östergötland. Typiskt för morän som överlagrar svartskiffer är den förhöjda svavelhalten, t.ex. i Kaledoniderna i Jämtland, i Västergötland (Billingen) och öster om Vättern. Det tunna moräntäcket som överlagrar kambro-siluriska och yngre sedimentära bergarter på Gotland, Öland och i Skåne har höga svavelhalter, sannolikt från både antropogena och naturliga källor.

SULPHUR

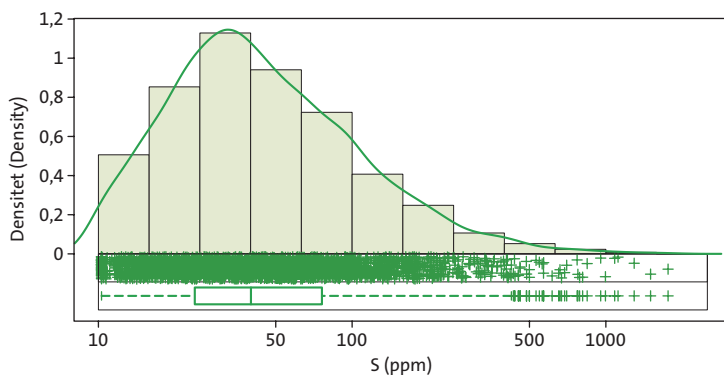
Native sulphur is rare and the element occurs mainly in the form of sulphide (e.g. pyrite, sphalerite, galena, pyrrhotite) and as sulphate (e.g. baryte, gypsum, anhydrite). Trace amounts of sulphur can be found in feldspar, mica, pyroxene, apatite and sodalite. Shale with high sulphur content is usually rich in organic matter (black shale). Mafic and ultramafic rocks, fine-grained sedimentary rocks, coal and evaporites can have high sulphur concentrations.

During weathering, sulphur is very mobile. At low pH, sulphur can be reduced to sulphide form (together with metals such as copper, iron and cadmium). The mobility of sulphur is hampered by the presence of organic matter. In well-drained soils, sulphur oxidises to sulphates. When oxidised (e.g. during drainage), sulphide-rich soil can release large amounts of toxic metals. These so-called acid sulphate soils are very acidic and the leached toxic elements can be transported by the groundwater to streams and lakes.

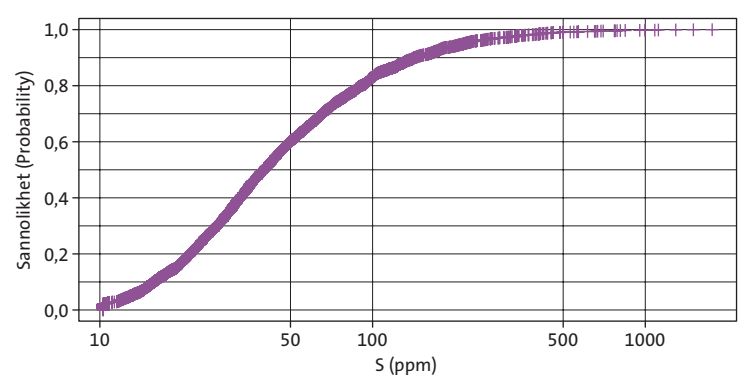
The till in southern Sweden generally has higher sulphur concentrations than till in the northern part of the country, which can be explained by variations in climate and weathering intensity. Areas located below the highest coastline have elevated sulphur concentrations.

Some of the isolated sulphur anomalies in till reflect sulphide mineralisations and ultramafic, metavolcanic and metasedimentary rocks, for example west of Kiruna, Stora Pahtavaara (near Karungi), Blaiken (north of Storuman), north of Skellefteå, in Bergslagen (Falun, Dannemora) and in Östergötland. High sulphur contents are characteristic for glacial deposits overlying black shale, for example in the Caledonides in Jämtland, in Västergötland (Billingen) and east of Vättern. The thin glacial deposits overlying Cambro-Silurian and younger sedimentary rocks on Gotland, Öland and in Skåne display high sulphur concentrations, which probably originate from both natural and anthropogenic sources.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



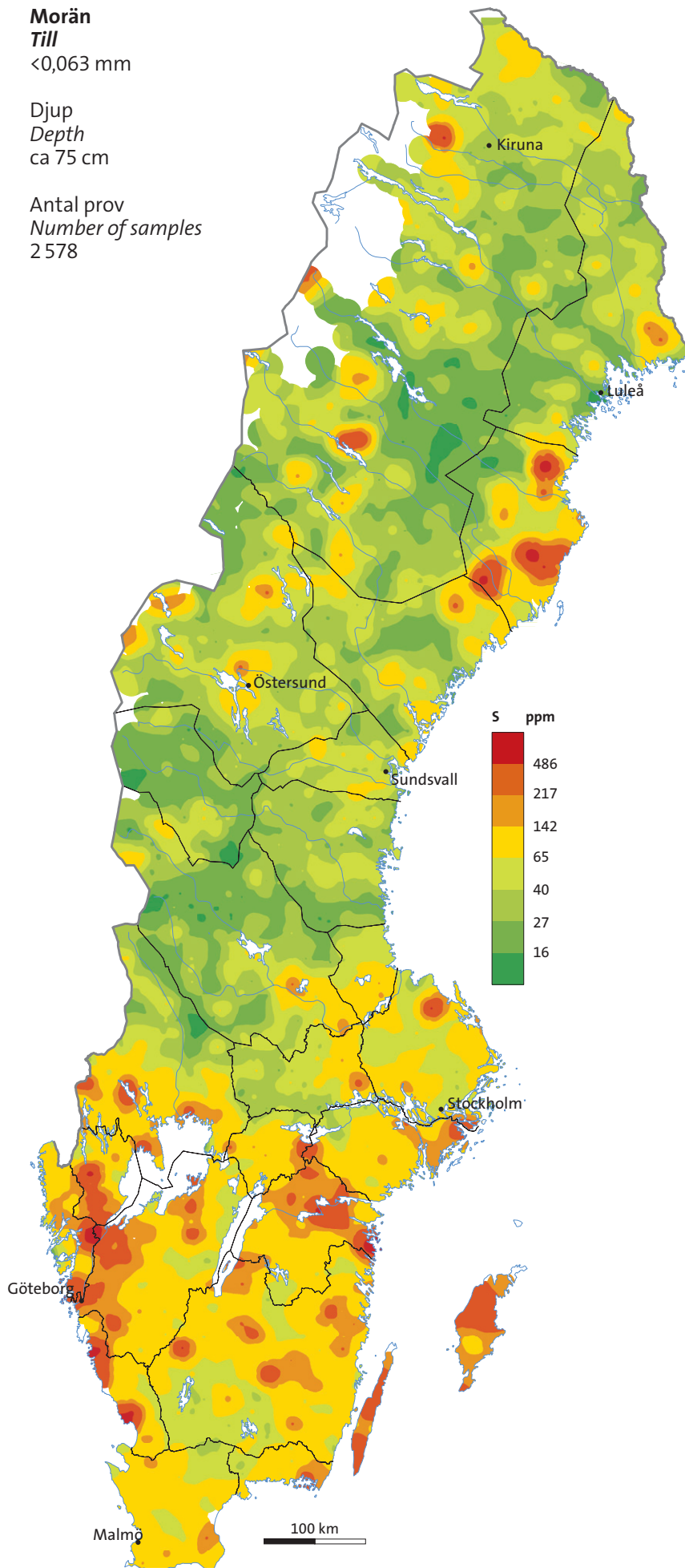
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

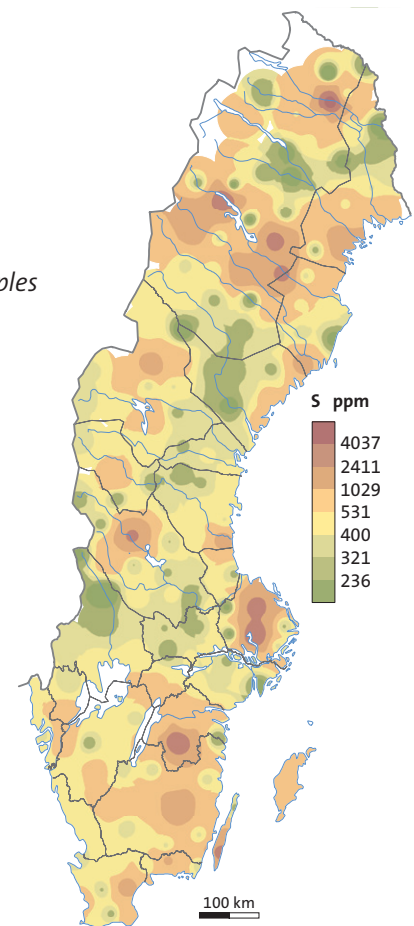
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Sb

ANTIMON

Antimon är ett starkt kalkofilt grundämne som sällan bildar egna mineral (t.ex. stibnit). Det förekommer vanligtvis som ett spårelement i sulfider (t.ex. blyglans, zinkblände och pyrit) men också i ilmenit och olivin (där antimon ersätter järn). Antimon används tillsammans med arsenik och vismut som indikatorelement för att finna guldmineraliseringar. Lerskiffer, slamsten och leriga bergarter kan innehålla höga antimonhalter. Antimon kan ibland anrikas i hydrotermalt omvandlade bergarter.

Antimon är relativt lösligt och mobilt, speciellt under oxiderande förhållanden. Vid reducerande förhållanden blir antimon orörligt. Utfällning sker med järnhydroxider och organiskt material, och adsorptionsförmågan till lermineral är hög.

De högsta antimonhalterna i morän hittas i norra delen av landet där anomalierna främst korrelerar med förekomster av Pb-Zn-mineraliseringar. Höga antimonhalter förekommer väster och nordväst om Jokkmokk. De avspeglar mineraliseringar av uran, mangan och järn i skarn, pegmatit och metavulkaniska bergarter, samt ett flertal sulfidmineraliseringar. Förhöjda antimonhalter finns i Skelleftefältet, huvudsakligen associerade med massiva sulfidmalmer, och nordväst om Luleå där anomalierna korrelerar med kända Sb-, Bi-, Au- och As-mineraliseringar. I den norra delen av Kaledoniderna förekommer höga antimonkoncentrationer i morän som överlagrar sedimentära bergarter och Cu-, As-, Pb- och Zn-(Ag-Au)-mineraliseringar i kvartsgångar, kvartsit och sandsten (t.ex. Pb-Zn-mineraliseringar i Laisvall). I Jämtland förekommer höga antimonhalter i morän som överlagrar kalksten och svartskiffer från den undre skollberggrunden i Kaledoniderna.

I Bergslagen är moränens antimonhalter relativt låga och endast ett fåtal lokala anomalier kan associeras med kända mineraliseringar som järnoxid- och Pb-Zn-Cu(Ag)-mineraliseringar i skarn, metavulkaniter och karbonatbergarter. I Västergötland, Östergötland och Närke kan höga antimonhalter relateras till förekomst av svartskiffer (t.ex. Billingen). I Skåne överlappar anomalier med förekomster av svartskiffer och med mineraliseringar i kambrisk sandsten.

ANTIMONY

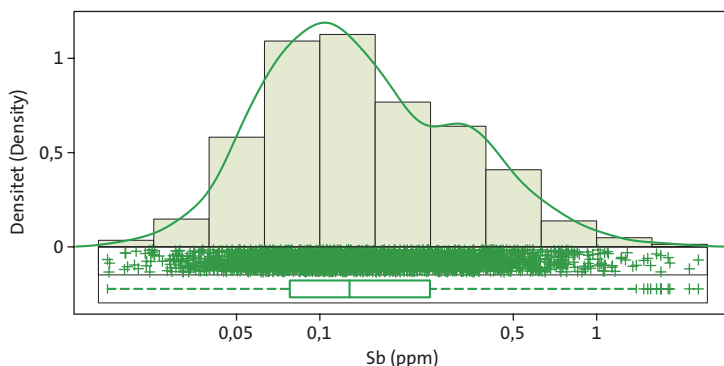
Antimony is a strongly chalcophile element that rarely forms its own minerals (e.g. stibnite). It usually occurs as a trace element in sulphides (e.g. galena, sphalerite and pyrite) but also in ilmenite and olivine (where it substitutes for iron). Antimony is used together with arsenic and bismuth as a pathfinder element for gold mineralisation. Shale, mudstone and argillaceous rocks can contain high concentrations of antimony. Occasionally, antimony can be enriched in hydrothermally altered rocks.

Antimony is relatively soluble and mobile, especially under oxidising conditions. In reducing environments, antimony becomes immobile. It precipitates with iron hydroxides and organic matter, and can be adsorbed to clay minerals.

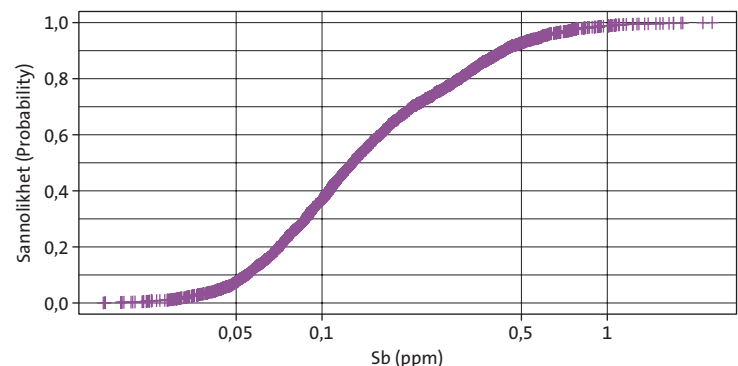
The highest antimony contents in till occur in the northern part of the country where anomalies mainly correlate with occurrences of Pb-Zn mineralisations. High concentrations of antimony occur west and north-west of Jokkmokk. They reflect uranium, manganese and iron mineralisations in skarn, pegmatite and metavolcanic rocks, and numerous sulphide mineralisations. Elevated contents of antimony are found in the Skellefte district, mainly associated with massive sulphide deposits, and north-west of Luleå, where they correlate with known Sb, Bi, Au and As mineralisations. In the northern part of the Caledonian mountain chain, high antimony concentrations occur in till overlying sedimentary rocks and Cu, As, Pb and Zn-(Ag-Au) mineralisations in quartz veins, quartzite and sandstone (e.g. Pb-Zn deposits in Laisvall). In Jämtland, high antimony concentrations occur in till overlying limestone and black shale of the Lower Allochthon in the Caledonides.

In Bergslagen, the levels of antimony in till are not very high and only a few local anomalies point to the known mineralisations: iron oxide and Pb-Zn-Cu (Ag) deposits in skarn, metavolcanic rocks and carbonate rocks. In Västergötland, Östergötland and Närke, high antimony levels are related to occurrences of black shale (e.g. at Billingen). In Skåne, antimony anomalies overlap with occurrences of black shale and with mineralisations in Cambrian sandstone.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



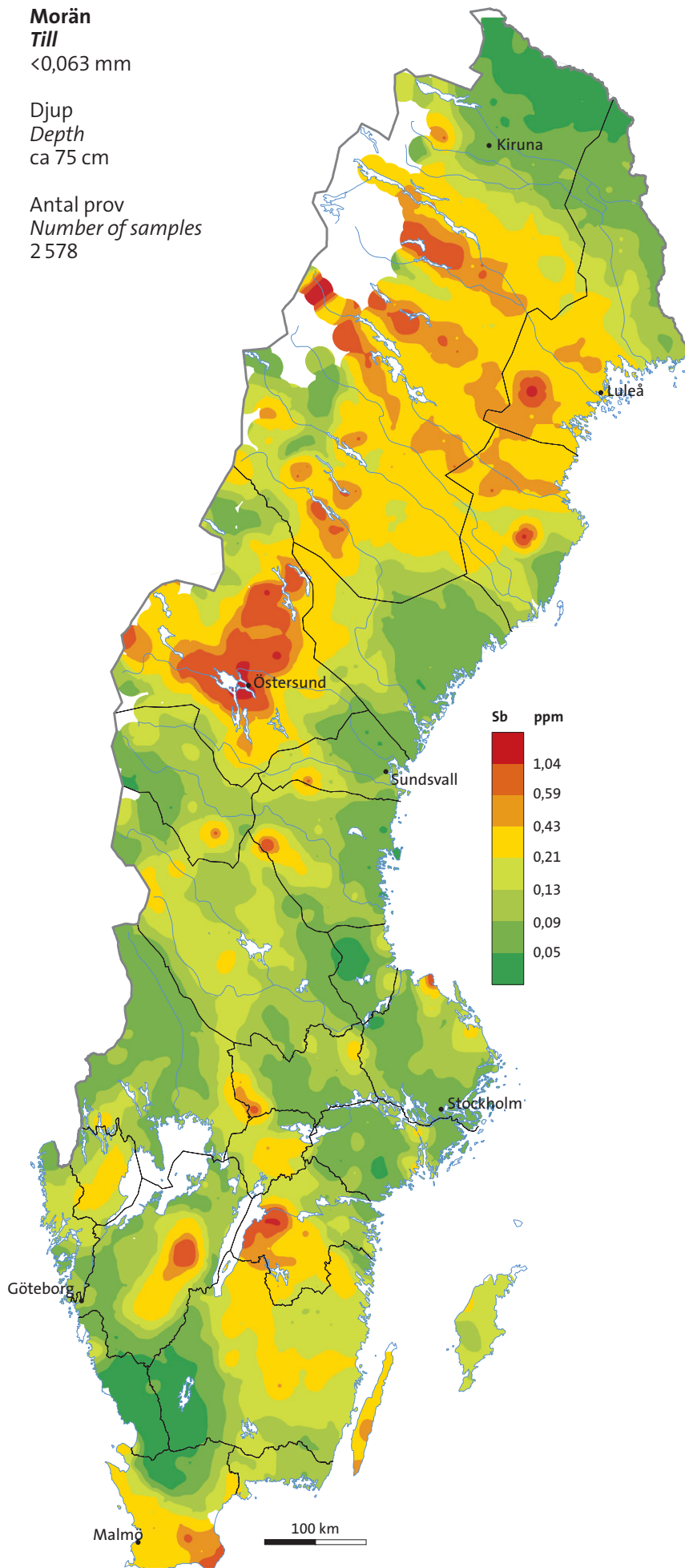
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

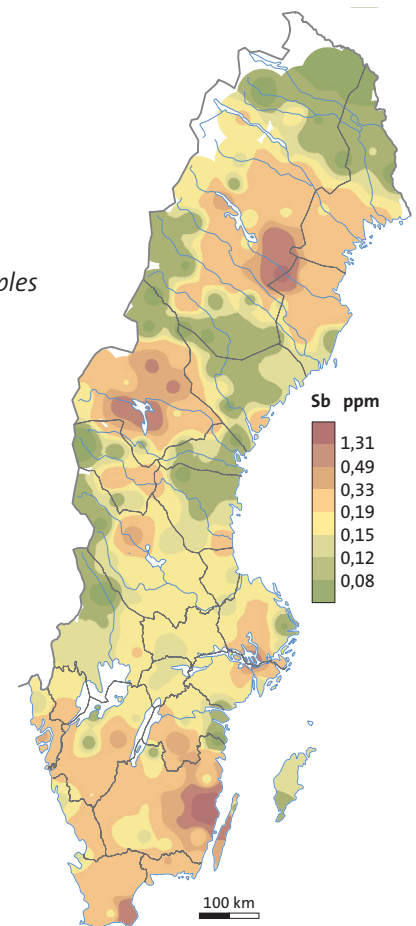
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



SCANDIUM

Scandium är en övergångsmetall som sällan bildar egna mineral (t.ex. thortveitit). Det förekommer som spårelement i bergartsbildande mineral som amfibol, biotit, pyroxen och granat samt i accessoriska mineral (t.ex. monazit). Mafiska bergarter har vanligtvis högre scandiumhalter än felsiska bergarter. Alkalina bergarter (t.ex. karbonatit) kan också uppvisa höga scandiumhalter. Förhöjda halter av scandium finns i finkorniga sedimentära bergarter som lerskiffer och dess metamorfa motsvarighet skiffer. Hydrotermalt omvandlade bergarter, skarn och relaterade mineraliseringar har ofta höga scandiumhalter. Sekundära anrikningar som har sitt ursprung i vittrade mafiska bergarter hittas i laterit- och bauxitavlagringar.

Mobiliteten av scandium i jord är låg, huvudsakligen på grund av en stark tendens att binda till lermineral och organiskt material.

Höga scandiumhalter förekommer i morän i norra Sverige där de är relaterade till mafiska och ultramafiska bergarter i grönstensbälten. Ett antal anomalier i Lappland kan korreleras med hydrotermal omvandling och relaterade Cu-, Fe-, Mo- och Au-mineraliseringar. I Kaledoniderna kan höga scandiumkoncentrationer kopplas till ultramafiska bergarter och sulfidmineraliseringar i metasedimentära bergarter och kvartgångar.

I centrala Sverige (Bergslagen och Mälardalen) kan ett antal mindre scandiumanomalier förklaras av metavulkaniska och metasedimentära bergarter och associerade järn- och kopparrika pegmatiter och skarnmineraliseringar. Diabasgångar och grafitiskiffer utgör andra källor till metallen. I södra Sverige kan scandiumanomalier kopplas till svekonorvegiska högmetamorfa bergarter som amfibolit och eklogit samt diabasgångar. Lokalt överlappar finkorniga skiffer och kolavlagringar med förhöjda scandiumhalter i morän. Hög lerinnehåll i moränen kan också bidra till förhöjda scandiumhalter.

SCANDIUM

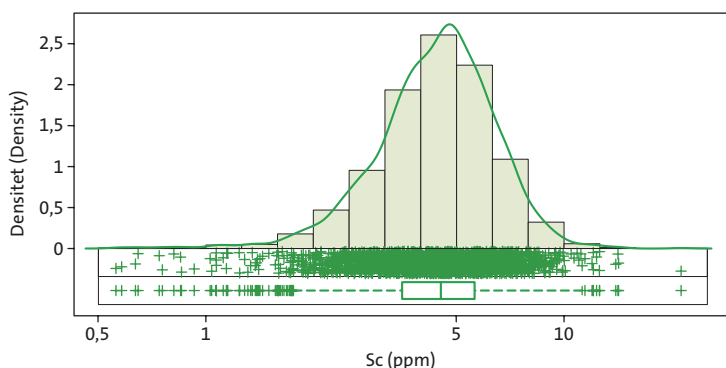
Scandium is a transition metal which rarely forms its own minerals (e.g. thortveitite). It occurs as a trace element in rock-forming minerals such as amphibole, biotite, pyroxene and garnet, and in accessory minerals (e.g. monazite). Mafic rocks usually have higher scandium concentrations than felsic rocks. Alkaline rocks (e.g. carbonatite) can also be enriched in scandium. Elevated contents of scandium can be found in fine-grained sedimentary rocks like shale and its metamorphic equivalent schist. Hydrothermally altered rocks, skarn and related mineralisations often have high concentrations of scandium. Secondary enrichments of scandium that originate from weathered mafic rocks occur in laterite and bauxite deposits.

The mobility of scandium in soils is low, mainly due to a strong tendency to bind to clay minerals and organic matter.

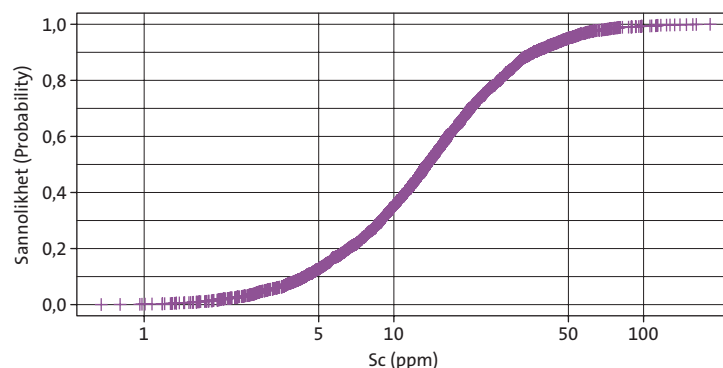
High scandium concentrations in till occur in northern Sweden where they are related to mafic and ultramafic rocks of greenstone belts. A number of anomalies in Lappland can be correlated with hydrothermal alteration and related Cu, Fe, Mo and Au mineralisations. In the Caledonian mountain chain, high scandium concentrations point to occurrences of ultramafic rocks and sulphide mineralisations hosted by metasedimentary rocks and quartz veins.

In central Sweden (Bergslagen and the Mälaren region), a number of smaller scandium anomalies can be explained by metavolcanic and metasedimentary rocks and associated pegmatites and skarn mineralisations with iron and copper. Dolerite dykes and graphite schist are other sources of scandium. In southern Sweden, scandium anomalies can be explained by Sveconorwegian high-grade metamorphic rocks such as amphibolite and eclogite, and dolerite dykes. Locally, fine-grained shale and coal deposits overlap with elevated concentrations of scandium in till. High clay contents in till may also contribute to the elevated scandium concentrations.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



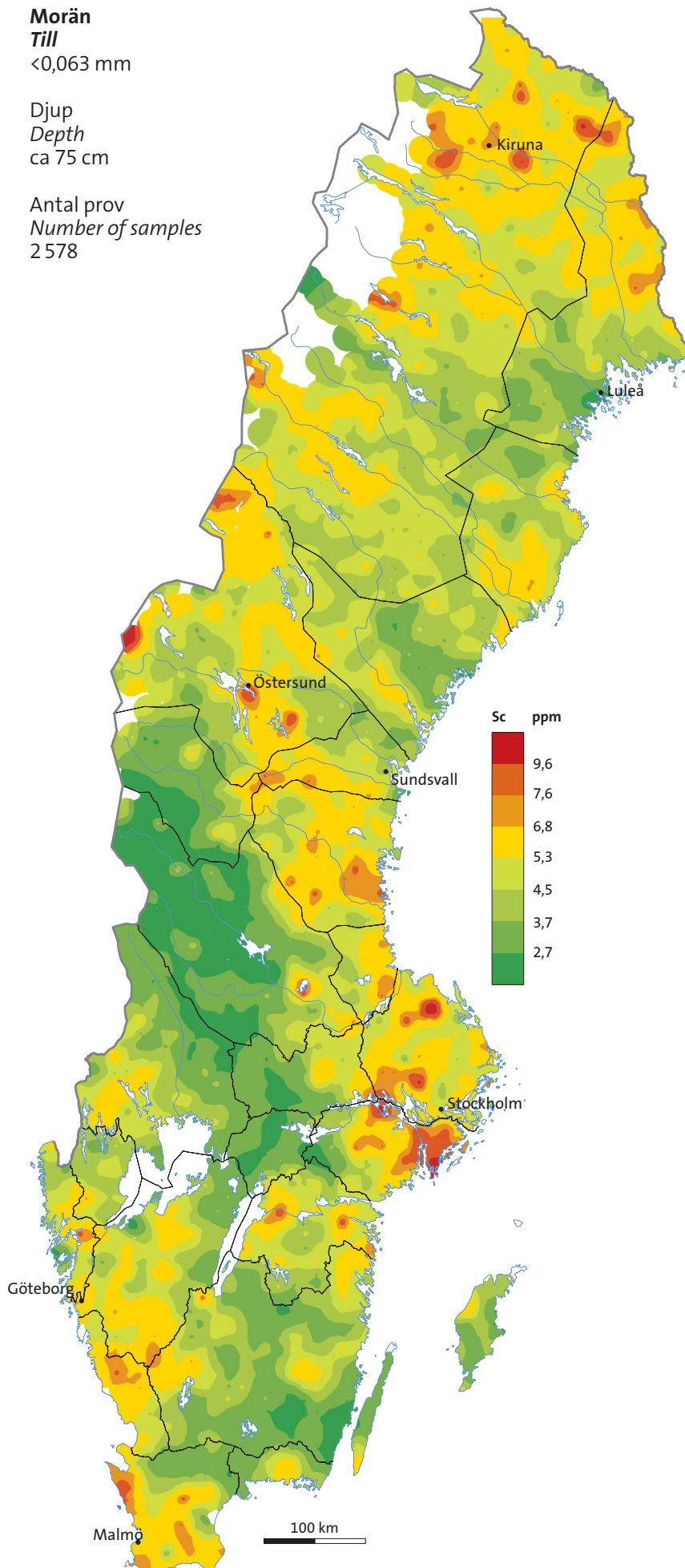
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

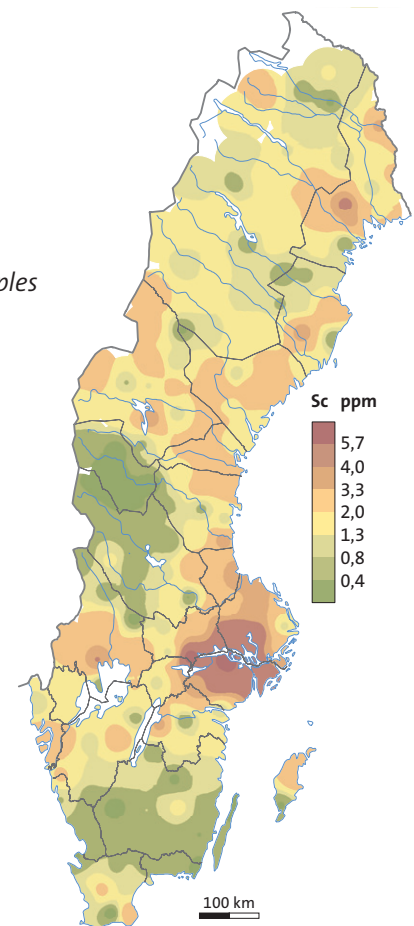
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Se

SELEN

Selen bildar selenider, t.ex. claushtalit och crookesit, och förekommer i sulfider där det vanligen ersätter svavel (i pyrit, kopparkis och zinkblände). Selen är flyktigt och vanligt i områden med vulkanisk aktivitet. Mafiska bergarter och sulfidmineral utgör huvudsakliga källor till selen. Sedimentära bergarter som är rika på organiskt material (svartskiffer och kol) kan ha höga selenhalter.

Mobiliteten hos selen är hög under oxiderande förhållanden men avtar med sjunkande pH. Selen är icke-mobilt i reducerande miljöer. Selenföreningar adsorberas till järn-oxyhydroxider, lermineral och organiskt material.

På grund av den höga detektionsgränsen (1 ppm) och lågt seleninnehåll i morän finns endast ett fåtal isolerade selenanomalier på den geokemiska kartan. I de flesta fallen kan sura till basiska metavulkaniter med associerade polymetalliska sulfidmineraliseringar kopplas till koncentrationerna av selen i den överlagrande moränen. Sedimentära bergarter (svartskiffer) i den undre skollberggrunden i Kaledoniderna i Jämtland uppvisar endast något förhöjda selenhalter i moränen (dessa rapporteras dock som lägre än detektionsgränsen här).

Den biogeokemiska kartan visar höga selenhalter i områden med svartskiffer och med kenozoiska till mesozoiska sedimentära bergarter (Skåne).

SELENIUM

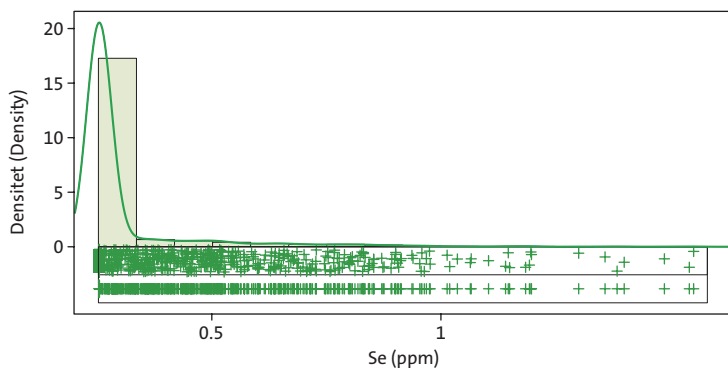
Selenium forms selenides, e.g. claushtalite and crookesite, and occurs in sulphides where it commonly substitutes for sulphur (in pyrite, chalcopyrite and sphalerite). Selenium is volatile and common in areas with volcanic activity. Basic rocks and sulphide minerals are the main sources of selenium. Organic-rich sedimentary rocks (black shale and coal) can have high selenium concentrations.

Selenium is mobile under oxidising conditions but the mobility decreases with decreasing pH. Selenium becomes immobile in reducing environments. Selenium compounds can adsorb to iron-oxyhydroxides, clay minerals and organic matter.

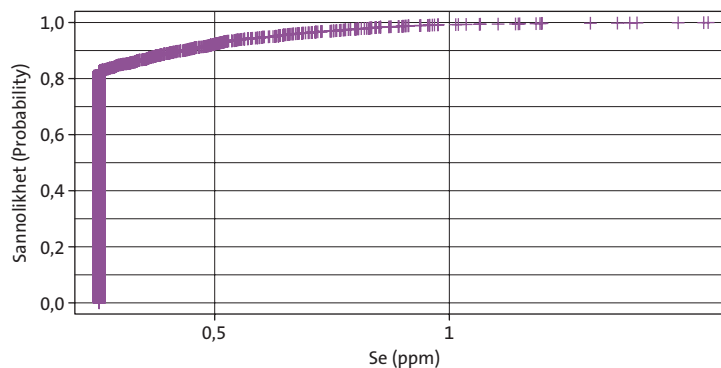
Due to the high detection limit (1 ppm) and low selenium content in till, only a few isolated selenium anomalies are seen on the geochemical map. In most cases, the presence of acid to basic metavolcanic rocks and associated polymetallic sulphide mineralisations contribute to the selenium concentrations in the overlying till. Sedimentary rocks (black shale) of the Lower Allochthon in the Caledonides in Jämtland show only slightly elevated selenium concentrations in the corresponding till (under the detection limit reported here).

The biogeochemical map shows high selenium concentrations in areas with black shale and with Cenozoic to Mesozoic sedimentary rocks (Skåne).

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



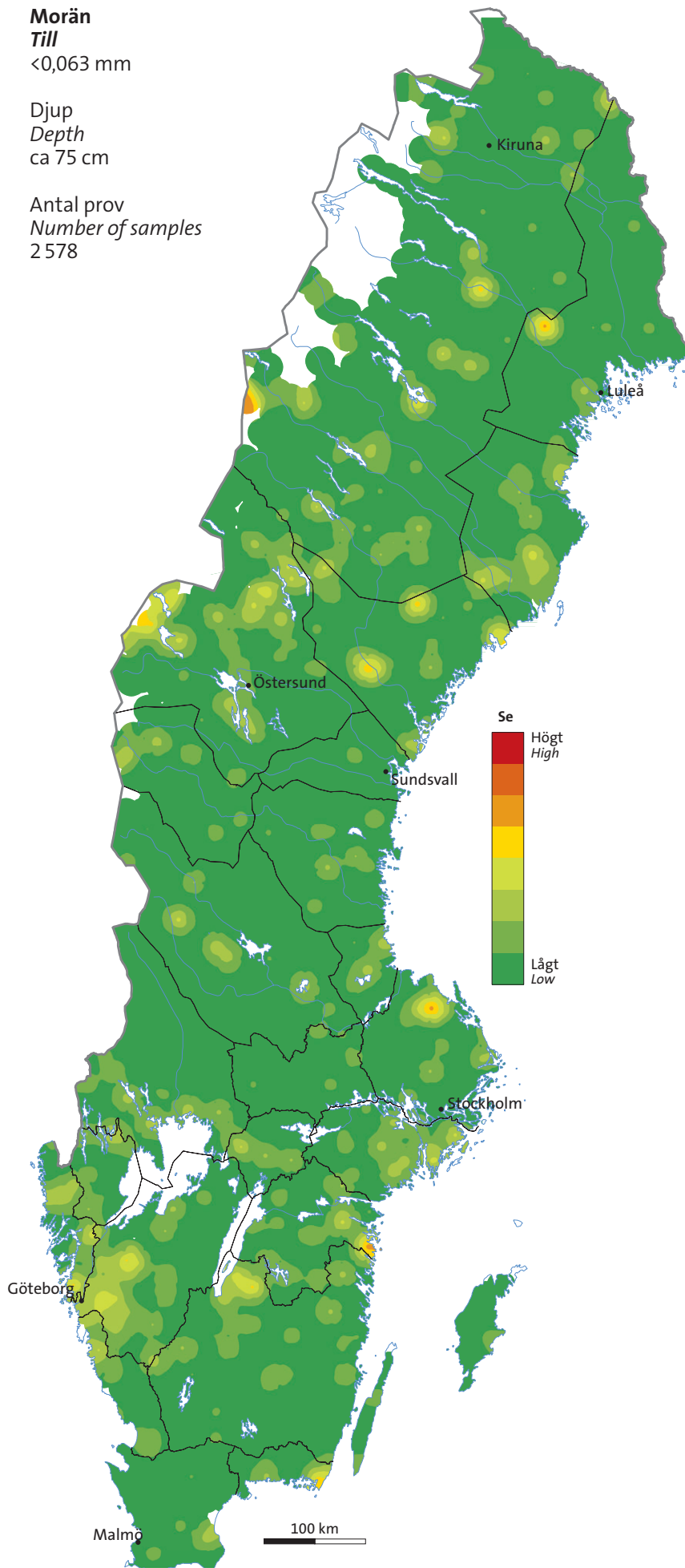
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

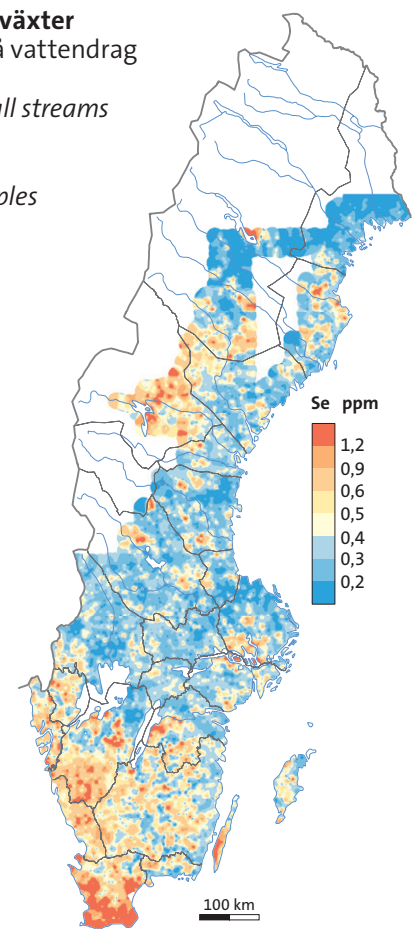
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

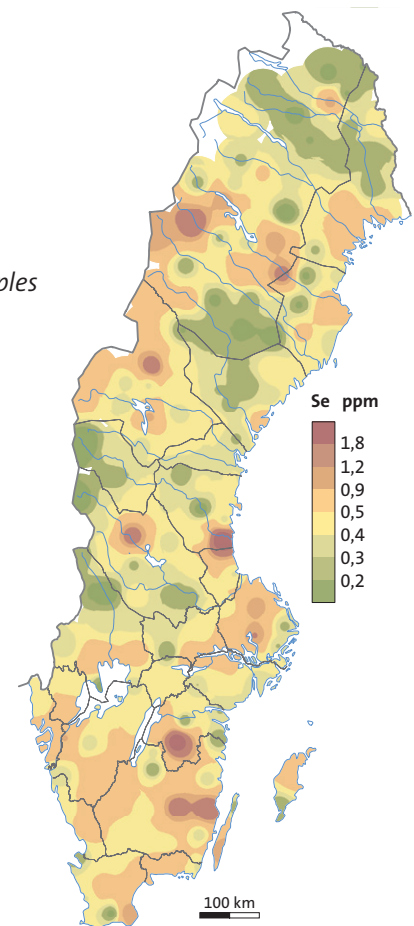
Antal prov
Number of samples
6 743



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Sn

TENN

Tenn bildar huvudsakligen mineralet kassiterit, vilket uppträder i granit, pegmatit, skiffer, hydrotermala gångar, metasomatiska bergarter (t.ex. greisen) och vaskavlagringar. Tenn finns som spårelement i många bergartsbildande och accessoriska mineral som glimmer, amfibol, titanit, rutil, ilmenit och magnetit. Höga tennkoncentrationer finns i felsiska magmatiska bergarter, metamorf skiffer, lerskiffer och kol.

Tenn är relativt icke-mobilt och faller ut med järn- och aluminiumhydroxider, adsorberar till lermineral och bildar både lösliga och olösliga komplex med organiskt material. Mobiliteten är hög vid lågt pH.

Två större grupper av tennanomalier i morän uppträder: i Lappland och i centrala Sverige. I Lappland (norr om Arjeplog) sammanfaller tennanomalier med Mo- och Cu-(Au)-mineraliseringar i graniter, sura metavulkaniter (ryolit–dacit) och metamorf skiffer, samt med W-mineraliseringar (scheelit) i pegmatiter och metasedimentära bergarter. Kända tennmineraliseringar karaktäriseras av endast lätt förhöjda tennhalter i glaciala avlagringar, t.ex. As-Sn-, Pb-, Cu- och Ag-mineraliseringar inom de tektoniska fönstren i Kaledoniderna i norra Jämtland. I centrala Sverige korrelerar tennanomalier med Ljusdalsbatoliten, post-svekokarelsk Rätangranit och ett flertal mineraliseringar med t.ex. Bi, Sn, Mo, W, Pb, Zn, Co, Cu, Au och Ag i främst granitgnejs. Lokalt höga tennhalter i Bergslagen, Mälaren, Värmland, Småland och Skåne korrelerar med mesoproterozoiska graniter och pegmatiter, samt med polymetalliska mineraliseringar i granit, gnejs, greisen och kvartsgångar.

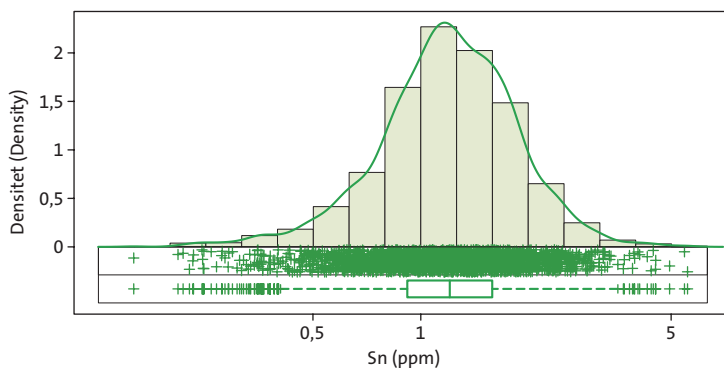
TIN

Tin forms the mineral cassiterite, which is the main tin mineral occurring in granite, pegmatite, schist, hydrothermal veins, metasomatic rocks (e.g. greisens) and placer deposits. Tin is a trace element in many rock-forming and accessory minerals such as mica, amphibole, titanite, rutile, ilmenite and magnetite. High tin concentrations are known from felsic igneous rocks, metamorphic schist, shale and coal.

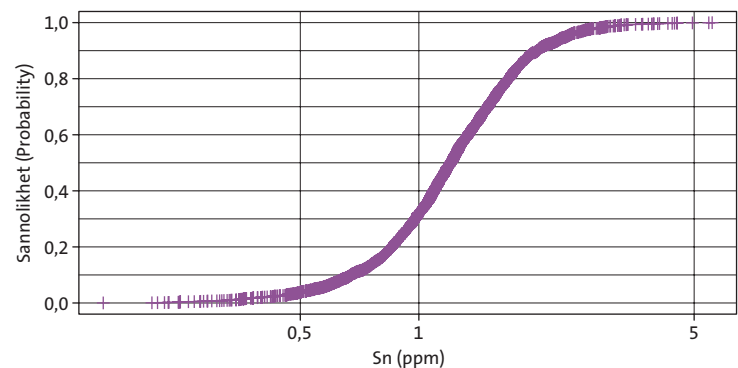
Tin is rather immobile and precipitates together with iron and aluminium hydroxides, adsorbs to clay minerals and forms both soluble and insoluble complexes with organic compounds. The mobility of tin is high at low pH.

Two large groups of anomalous tin concentrations in till occur: in Lappland and in central Sweden. In Lappland (north of Arjeplog), tin anomalies overlap with Mo, Cu-(Au) mineralisations in granitic rocks, acid metavolcanic rocks (rhyolite to dacite) and metamorphic schist, and with W mineralisations (scheelite) hosted by pegmatites and metasedimentary rocks. Known tin deposits are characterised by only slightly elevated tin levels in glacial deposits, for example As-Sn, Pb, Cu and Ag vein mineralisations within the tectonic windows in the Caledonides of northern Jämtland. In central Sweden, tin anomalies correlate with the Ljusdal batholith, post-Sveco-Karelian Rätan granite and numerous mineralisations, e.g. Bi, Sn, Mo, W, Pb, Zn, Co, Cu, Au and Ag hosted mainly by granite gneiss. In Bergslagen, the Mälaren region, Värmland, Småland and Skåne, local high tin concentrations in till coincide with underlying Mesoproterozoic granites and pegmatites, and with various polymetallic mineralisations in granite, gneiss, greisen and quartz veins.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



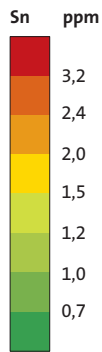
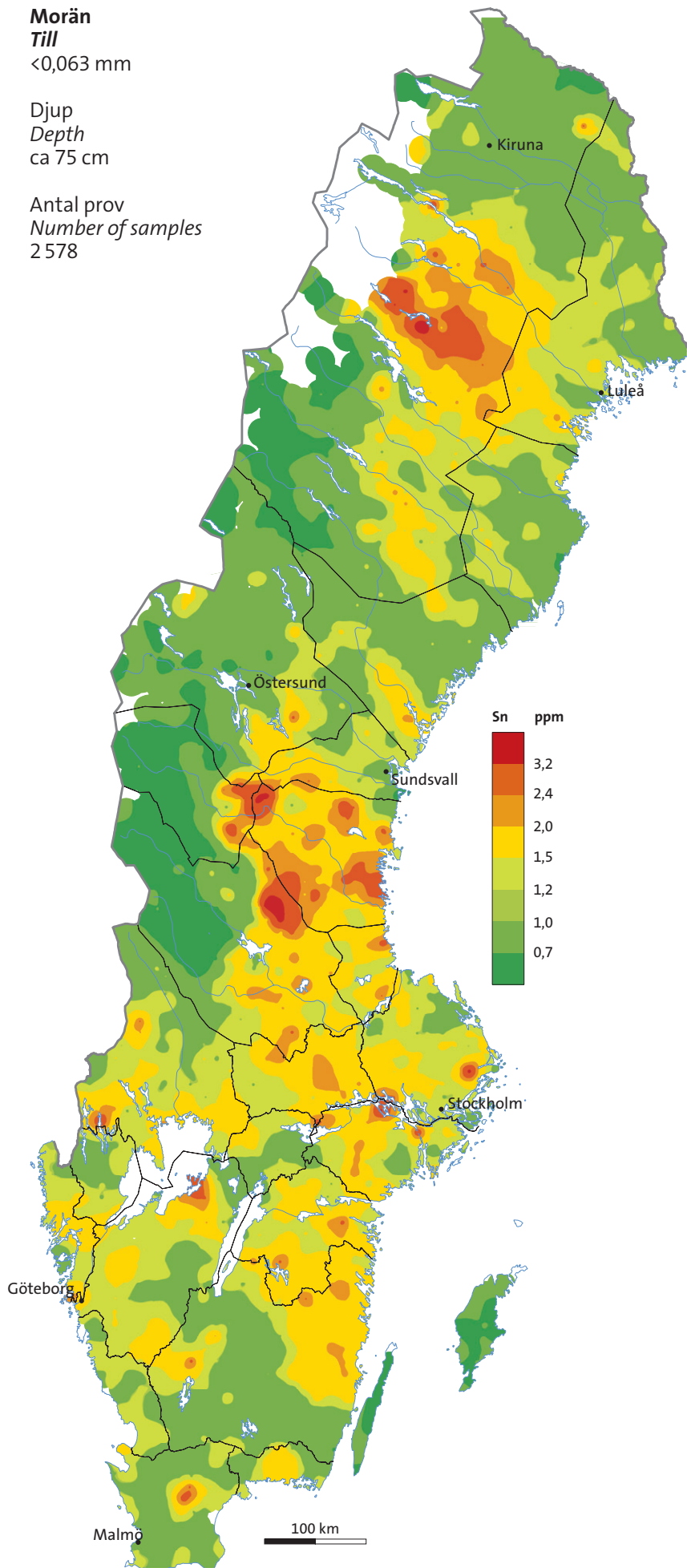
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

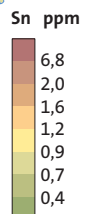
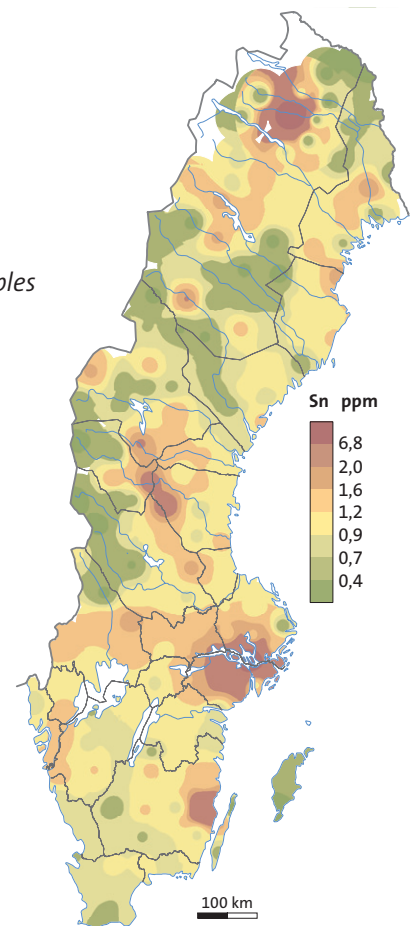
Antal prov
Number of samples
2 578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Sr

STRONTIUM

Strontium är ett relativt vanligt grundämne som ersätter kalcium, barium och kalium i bergartsbildande mineral som fältspat, plagioklas, gips, kalcit och dolomit. Strontium bildar egna mineral (strontianit och celestin) som förekommer i hydrotermalt omvandlade bergarter. Intermediära till mafiska (speciellt alkalina) och hydrotermalt omvandlade bergarter tenderar att vara strontiumrika. Tillsammans med barium och magnesium utgör strontium ett vanligt grundämne i bergarter som är rika på kalciumkarbonat.

Vid vittring är strontium mycket mobilt, särskilt under sura förhållanden. Det adsorberar vanligtvis till lermineral och binds i organiskt material. Trots att strontium är lösligt och rörligt är den relativa lösligheten i Sveriges moräner låg beroende på att merparten strontium är bundet i fältspater som är relativt vittringsresistenta.

Strontium korrelerar starkt med kalcium, och de högsta strontiumkoncentrationerna förekommer i kalkhaltig morän på Gotland och Öland, samt i sydvästra Skåne. Relativt höga strontiumhalter finns i morän som överlagrar arkeiska bergarter i nordligaste Sverige och i Kaledoniderna, och de har sannolikt sitt ursprung i fältspatrika felsiska, mafiska och metasedimentära bergarter. Lokalt har hydrotermalt omvandlade bergarter med järn- och polymetalliska sulfidmineraliseringar höga strontiumhalter. I Småland finns en utbredd anomali i morän i området Vetlanda–Oskarshamn, och den har sin källa där svekokarelsk gnejsgranit och mafiska (gabbro, diorite, diabas) till ultramafiska bergarter dominerar.

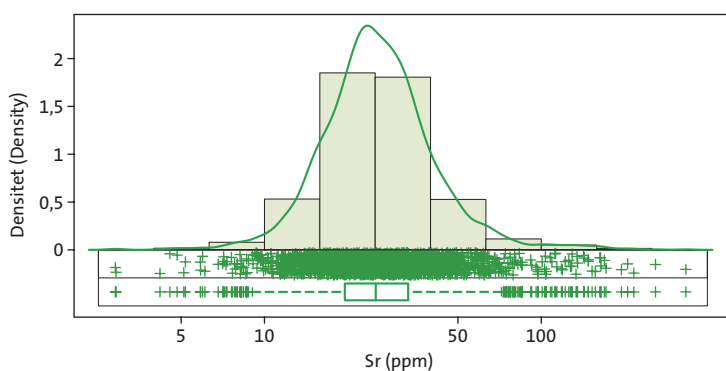
STRONTIUM

Strontium is a relatively common element which substitutes for calcium, barium and potassium in rock-forming minerals, such as feldspar, plagioclase, gypsum, calcite and dolomite. Strontium forms minerals (strontianite and celestine) that occur in hydrothermally altered rocks. Intermediate to mafic (especially alkaline) rocks, as well as hydrothermally altered rocks, tend to be enriched in strontium. Together with barium and magnesium, strontium is a common element in calcareous rocks.

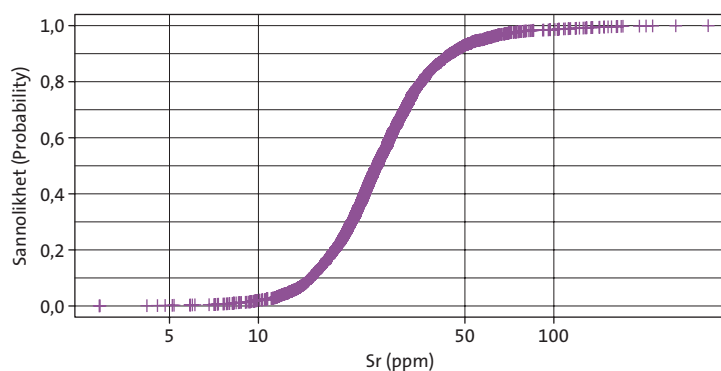
Strontium is very mobile during weathering, especially under acidic conditions. It is usually adsorbed to clay minerals and binds to organic matter. Although strontium is very soluble and mobile, the element has relatively low extractability in Swedish till because most strontium resides in feldspars resistant to weathering.

Strontium correlates strongly with calcium, and the highest concentrations of strontium are found in calcareous till on Gotland and Öland and in south-western Skåne. Relatively high strontium contents occur in till overlying Archean rocks in northernmost Sweden and in the Caledonides, and they probably originate from feldspar-rich felsic, mafic and metasedimentary rocks. Locally, hydrothermally altered rocks hosting iron deposits and polymetallic sulphide mineralisations have elevated strontium contents. In Småland, a large strontium anomaly between Vetlanda and Oskarshamn originates from the bedrock dominated by Svecofennian gneiss granite and mafic (gabbro, diorite, dolerite) to ultramafic rocks.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



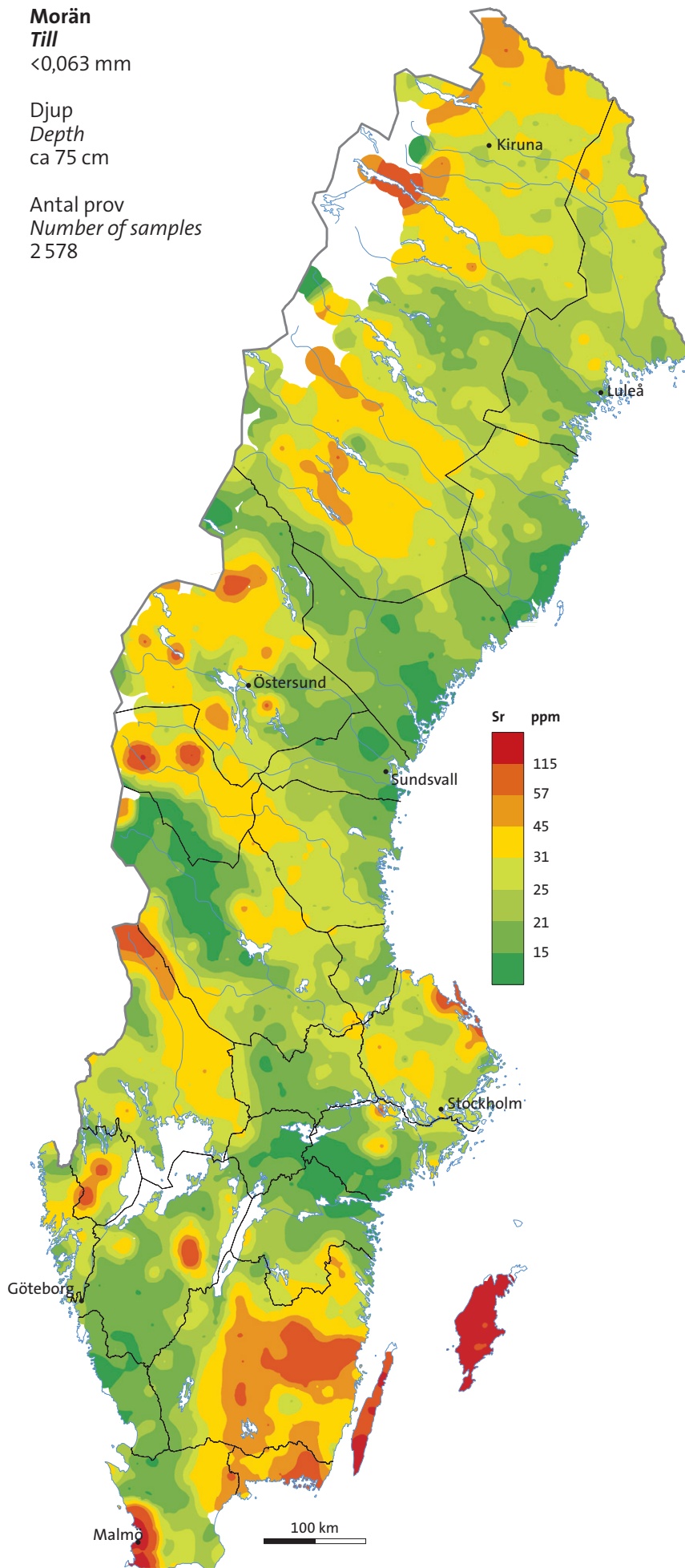
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

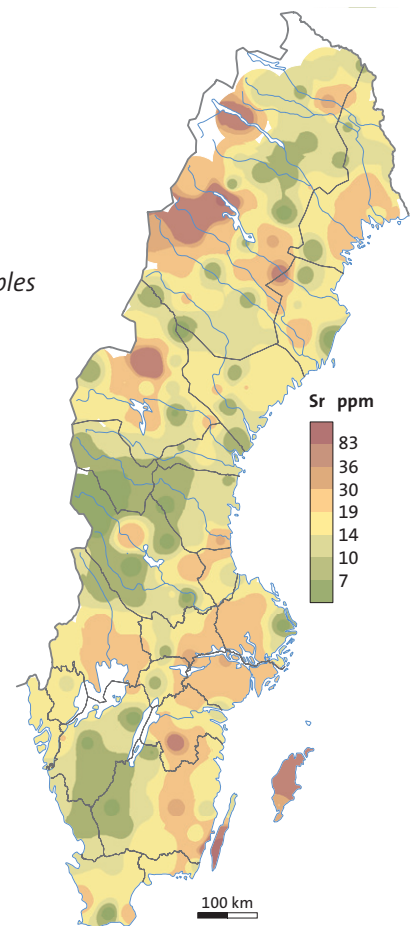
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ta

TANTAL

Tantal är ett litofilt grundämne som huvudsakligen förekommer som oxid (tantalit). Tantal finns också som spårelement i bergartsbildande mineral (biotit, pyroxen, amfibol) och i accessoriska mineral som titanit, ilmenit, rutil och zirkon, där det ofta ersätter titan, yttrium och sällsynta jordartsmetaller. Tantal förekommer tillsammans med niob i granit, pegmatit och alkalina bergarter. Höga tantalthalter finns i greisen och i hydrotermala gångar som är rika på tenn. Tantalit och pyroklor är de huvudsakliga tantalmineralen i mineraliseringar.

Mineral som innehåller tantal är ofta vittringsbeständiga och grundämnets rörlighet är relativt låg. Sekundärt anrikad tantal finns i tungmineralavlagringar (vaskavlagringar) och i finkorniga sedimentära bergarter (lerskiffer). Vid vittring bildar tantal lösliga komplex med organiska föreningar.

Generellt finns höga koncentrationer av tantal i morän som överlagrar kristallina och metamorfa bergarter i Fennoskandiska skölden. Huvudkällorna till tantal utgörs av senmagmatiska graniter, pegmatiter och alkalina bergarter. Tantal anomalier i norra Sverige har troligtvis sitt ursprung i ilmenitrika apatit-järnmineraliseringar och korrelerar väl med svekokarelska graniter och syeniter samt med deras metamorfa motsvarigheter. Förhöjda tantalthalter kan ofta kopplas till förekomsten av pegmatiter och senmagmatiska gångar. I Bergslagen, Värmland–Dalsland och i södra Sverige utgör pegmatiter och kvartsgångar, associerade med graniter och metamorfa vulkaniska och sedimentära bergarter, huvudkällan till höga tantalthalter i morän.

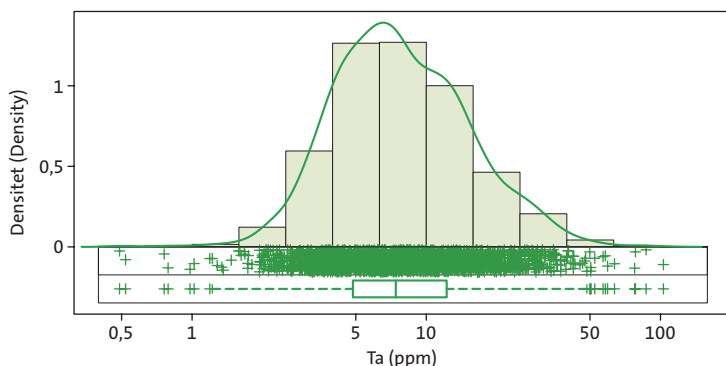
TANTALUM

Tantalum is a lithophile element which occurs mainly as an oxide (tantalite). Tantalum can be found as a trace element in rock-forming minerals (biotite, pyroxene, amphibole) and in accessory minerals such as titanite, ilmenite, rutile and zircon, where it often substitutes for titanium, yttrium and rare earth elements. Tantalum occurs together with niobium in granite, pegmatite and alkaline rocks. High tantalum concentrations are found in tin-bearing greisen and hydrothermal veins. Tantalite and pyrochlore are the main tantalum-bearing minerals in ore deposits.

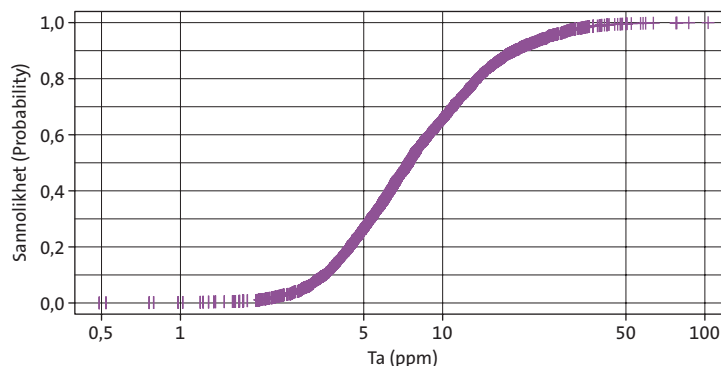
Minerals containing tantalum are resistant to weathering and the element is rather immobile. Secondary enrichments of tantalum occur in heavy mineral deposits (placers) and in fine-grained sedimentary rocks (shale). During weathering, tantalum forms soluble complexes with organic compounds.

In general, high tantalum concentrations can be observed in till overlying crystalline and metamorphic rocks of the Fennoscandian Shield. The main sources of tantalum are late magmatic granites, pegmatites and alkaline rocks. Tantalum anomalies in northern Sweden probably originate from ilmenite-rich apatite-iron deposits and correlate well with occurrences of Svecokarelian granite and syenite and their metamorphic equivalents. Elevated tantalum concentrations can often be linked to the occurrences of pegmatites and late magmatic veins. The main sources of high tantalum concentrations in till in Bergslagen, Värmland–Dalsland and southern Sweden are numerous pegmatites and quartz veins associated with granites and metamorphosed volcanic and sedimentary rocks.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



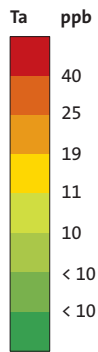
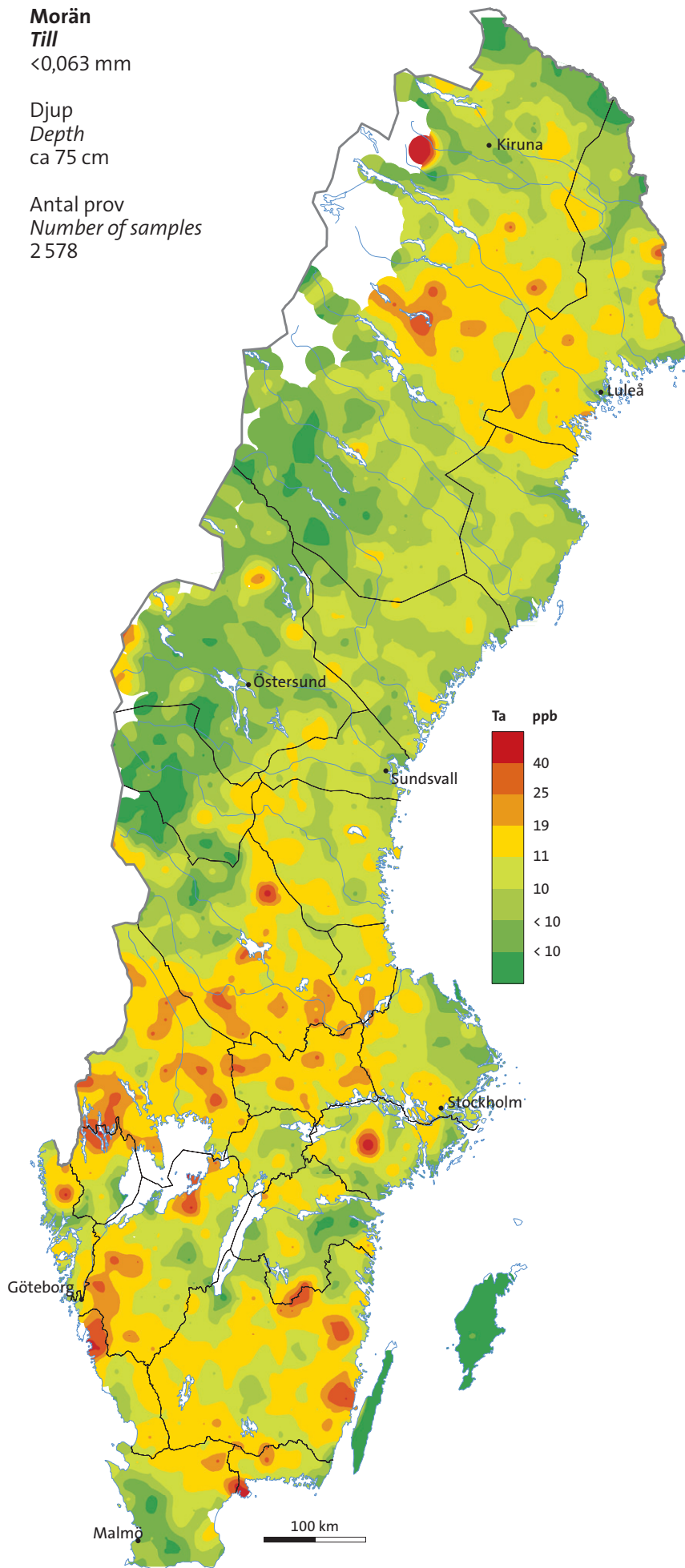
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

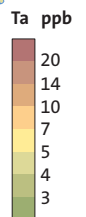
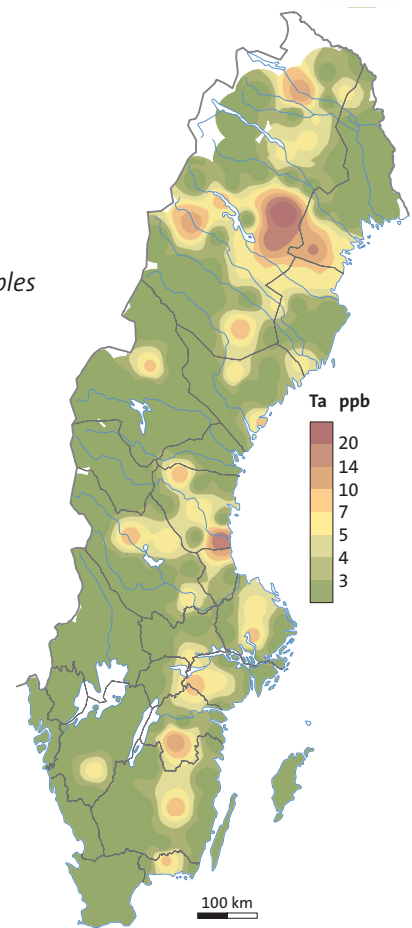
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Te

TELLUR

Tellur är en halvmetall med egenskaper som liknar de hos selen och svavel. I naturen uppträder tellur i sin rena form och som tellurider, telluriter och arsenosulfider. Tellur bildar mineral tillsammans med vismut och koppar, och med ädelmetaller som guld, silver och platina. Många vanliga sulfider innehåller små mängder tellur, t.ex. pyrit, kopparkis och pentlandit. Inom mineralprospektering används tellur som indikatorelement för att hitta guldmineraliseringar. Mafiska bergarter innehåller högre tellurhalter än felsiska bergarter. Tellur har låg mobilitet i supergena zoner och kan adsorberas till järn- och mangan-oxyhydroxider samt till organiskt material.

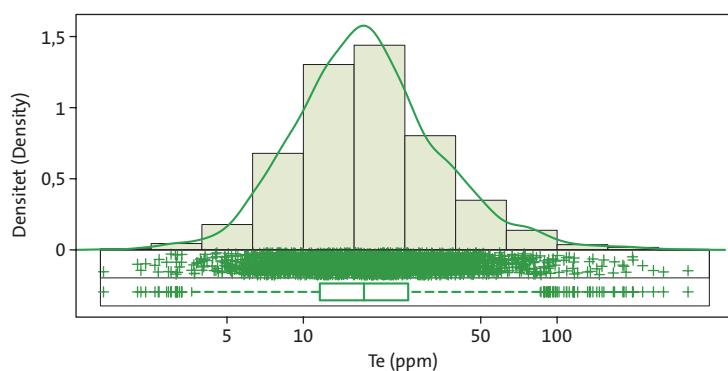
De högsta koncentrationerna av tellur i morän uppträder i Kaledoniderna, där de korrelerar med svartskiffer i den undre skollberggrunden, med ultramafiska bergarter som uppträder i högre skollor samt med ädelmetall- och sulfidmineraliseringar. I Lappland förekommer mindre telluranomalier tillsammans med metavulkaniska bergarter som innehåller järnoxid- och sulfidmineraliseringar. Lokalt uppträder tellur i grafitkiffer. I Skelleftefältet finns anomalierna i områden med mineraliseringar av sulfider och ädelmetaller och med metavulkaniter. Isolerade punktanomalier i centrala och södra Sverige kan vanligen kopplas till guld- och sulfidmineraliseringar. Metavulkaniska bergarter i den Fennoskandiska skölden tenderar att ha högre tellurhalter än plutoniska bergarter. De enda större telluranomalierna i södra Sverige har sin källa i svartskiffer (t.ex. vid Billingen).

TELLURIUM

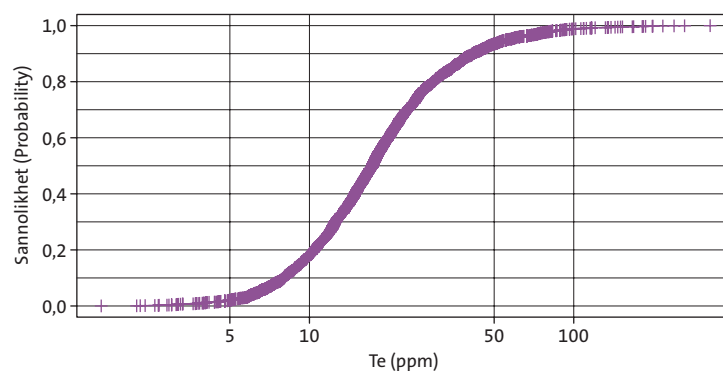
Tellurium is a semimetal with chemical properties similar to those of selenium and sulphur. Tellurium occurs in its native form and as tellurides, tellurites and arsenosulphides. Tellurium also forms minerals with bismuth and copper, and with precious metals such as gold, silver and platinum. Many common sulphides contain trace amounts of tellurium, e.g. pyrite, chalcopyrite and pentlandite. In mineral exploration, tellurium is used as a pathfinder for gold mineralisations. Mafic rocks contain higher concentrations of tellurium than felsic rocks. The mobility of tellurium is low in supergene zones, and the element can adsorb to iron and manganese oxyhydroxides and organic matter.

The highest tellurium concentrations occur in the Caledonides, where they correlate with black shale of the Lower Allochthon, with ultramafic rocks in higher nappes, and with precious metal and sulphide mineralisations. In Lappland, minor tellurium anomalies point to metavolcanic rocks which host iron oxide and sulphide deposits. Graphite schist is locally enriched in tellurium. In the Skellefte district, tellurium anomalies roughly overlap with sulphide mineralisations, precious metal deposits and metavolcanic rocks. Isolated point anomalies in central and southern Sweden can usually be attributed to gold and sulphide mineralisations. Metavolcanic rocks of the Fennoscandian Shield tend to contain higher tellurium concentrations than plutonic rocks. The only larger tellurium anomalies in southern Sweden are caused by black shale (e.g. at Billingen).

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



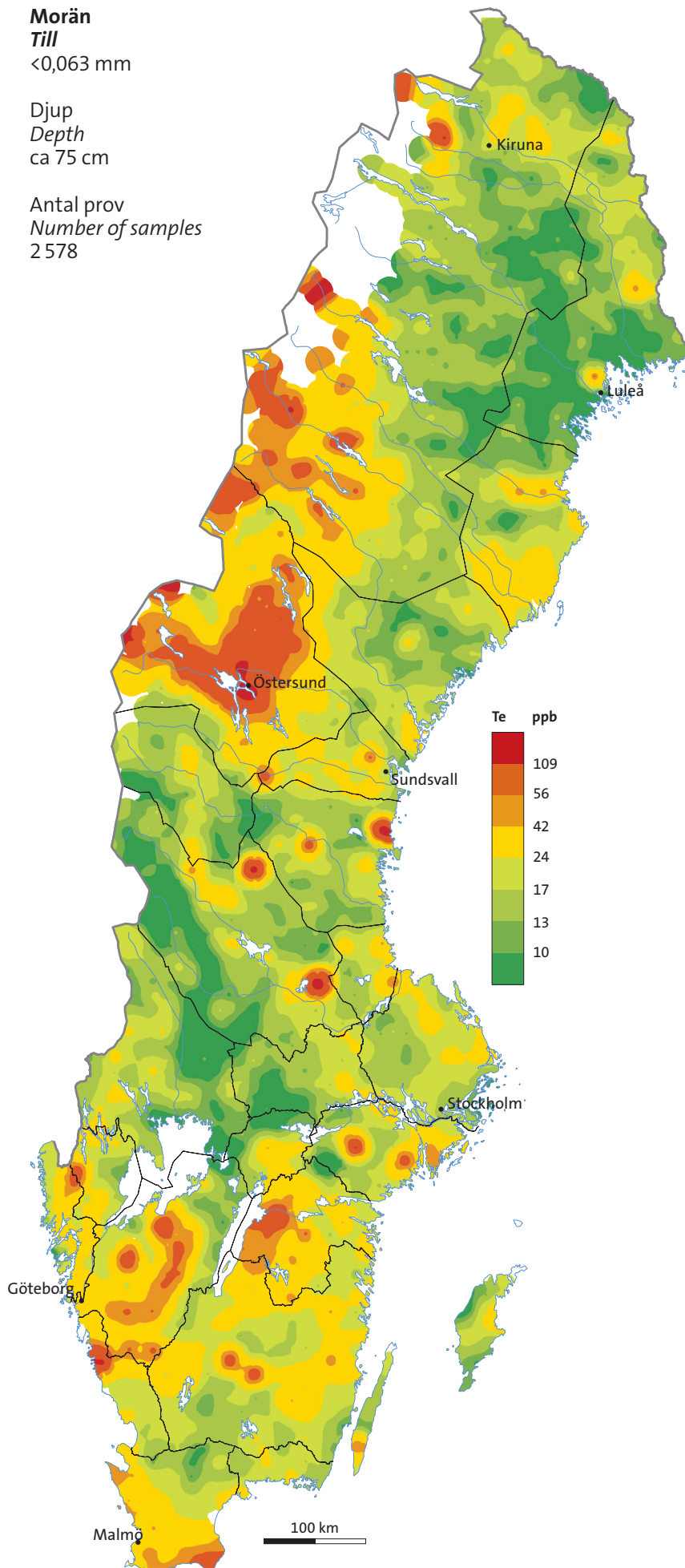
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

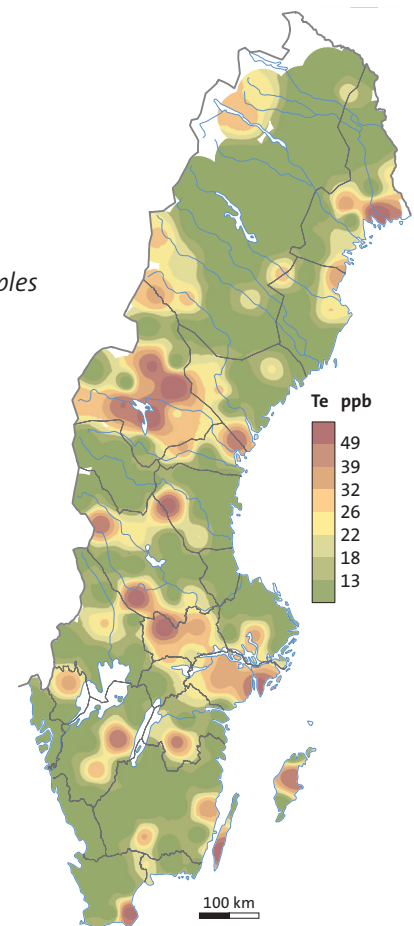
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Th

TORIUM

Torium är ett radioaktivt grundämne som förekommer i senmagmatiska bergarter (granit och pegmatit). Finkorniga sedimentära bergarter (t.ex. lerskiffer) och deras metamorfa motsvarigheter (skiffer, paragnejs) kan också innehålla höga toriumhalter. Medan torium kan bilda oxider (thorianit) och silikater (thorit) förekommer det oftare som ett spårelement (tillsammans med uran) i accessoriska mineral som monazit, allanit, epidot, titanit och zirkon. Kemiskt följer torium kalcium och kan förekomma i höga halter i kalksten.

Torium oxiderar vid vittring och är mobilt i reducerande miljöer. Det adsorberas lätt till lermineral och i mindre utsträckning till organiskt material.

Höga toriumhalter i glaciala avlagringar finns huvudsakligen i den östra delen av landet, där morän överlagrar magmatiska och metamorfa bergarter inom den Fennoskandiska skölden. I Lappland överlappar toriumanomalier med höga uranhalter i morän, vilka kan kopplas till uranmineraliseringar i kambrisk sandsten i den undre skollberggrunden i Kaledoniderna och till U-Ti-mineraliseringar i sura metavulkaniter inom den Fennoskandiska skölden (Arjeplogsregionen). Granit- och pegmatitdominerad berggrund utgör den största källan till höga halter av torium (och uran) i morän (t.ex. norr om Kangos). I Jämtland utgör den stora Ljusdalsbatoliten den huvudsakliga källan till torium, och isolerade anomalier förknippas med mindre mineraliseringar av U, Th, REE, Zr och Y i breccierade graniter. I södra Sverige (Blekinge) har höga toriumhalter i morän sitt ursprung i mesoproterozoiska graniter (hallandiska orogenesen). I ett större område som sträcker sig från Småland till Västerbotten korrelerar något förhöjda toriumhalter i morän med magmatiska och högmetamorfa bergarter tillhörande den Fennoskandiska skölden. Lokala toriumanomalier kan kopplas till förekomsten av marmor och skarn.

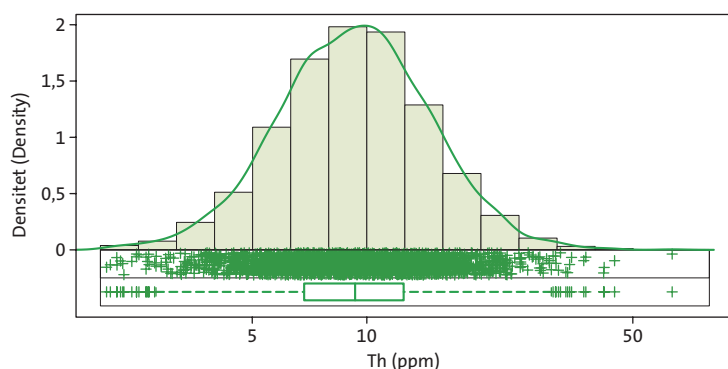
THORIUM

Thorium is a radioactive element which occurs in late magmatic rocks (granite and pegmatite). Fine-grained sedimentary rocks (shale) and their metamorphic equivalents (schist, paragneiss) can also have high concentrations of thorium. While thorium can form oxides (thorianite) and silicates (thorite), it is more commonly found as a trace element (together with uranium) in accessory minerals such as monazite, allanite, epidote, titanite and zircon. Chemically, thorium follows calcium and can occur in high concentrations in limestone.

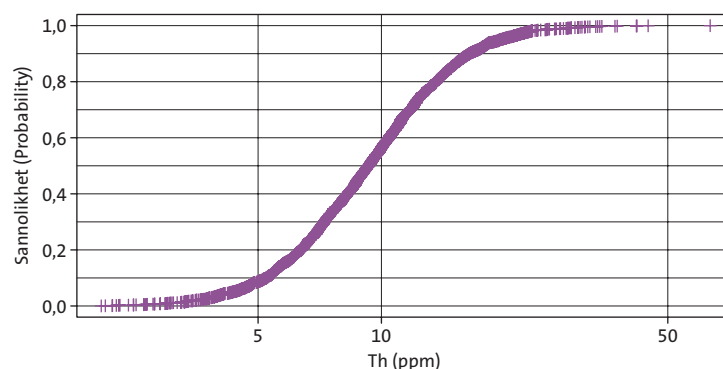
Thorium is oxidised during weathering and mobile in reducing environments. The element readily adsorbs to clay minerals and, to a minor extent, to organic matter.

Elevated thorium concentrations in glacial sediments occur mainly in the eastern part of the country, where the till overlies igneous and metamorphic rocks of the Fennoscandian Shield. In Lappland, thorium anomalies overlap with high uranium contents in till, which can be linked to uranium mineralisations hosted by Cambrian sandstone in the Lower Allochthon of the Caledonian mountain chain and to U-Ti deposits in acid metavolcanic rocks of the Fennoscandian Shield (around Arjeplog). Bedrock dominated by granite and pegmatite is the most common source of elevated thorium (and uranium) concentrations in till (e.g. north of Kangos). In Jämtland, the large Ljusdal batholith is the main source of thorium, and single thorium anomalies point to small deposits with U, Th, REE, Zr and Y in brecciated granities. In southern Sweden (Blekinge), high thorium concentrations in till originate from Mesoproterozoic granitic rocks (Hallandian orogeny). A large area with slightly elevated thorium concentrations in till stretches from Småland to Västerbotten, and it correlates with igneous and highly metamorphosed rocks of the Fennoscandian Shield. Local thorium anomalies can be associated with the presence of marble and skarn.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



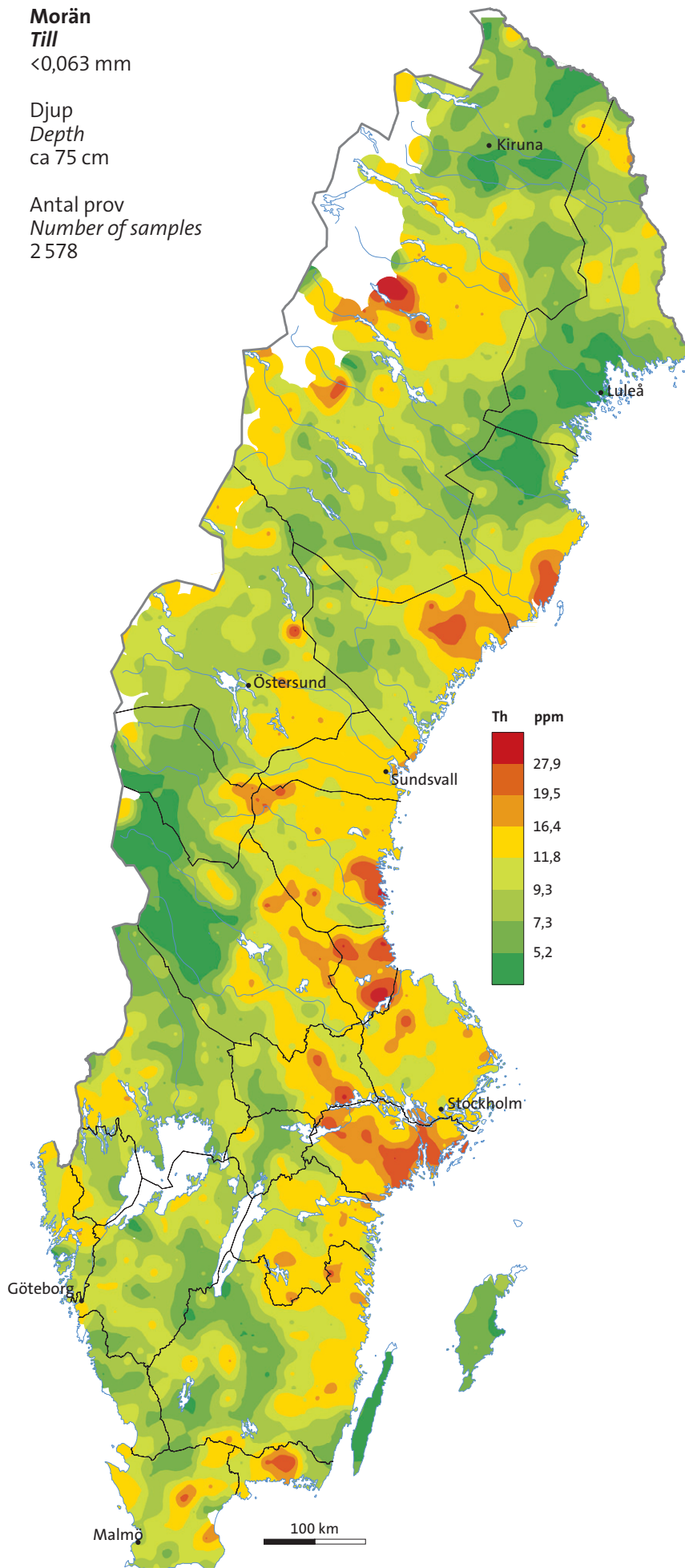
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

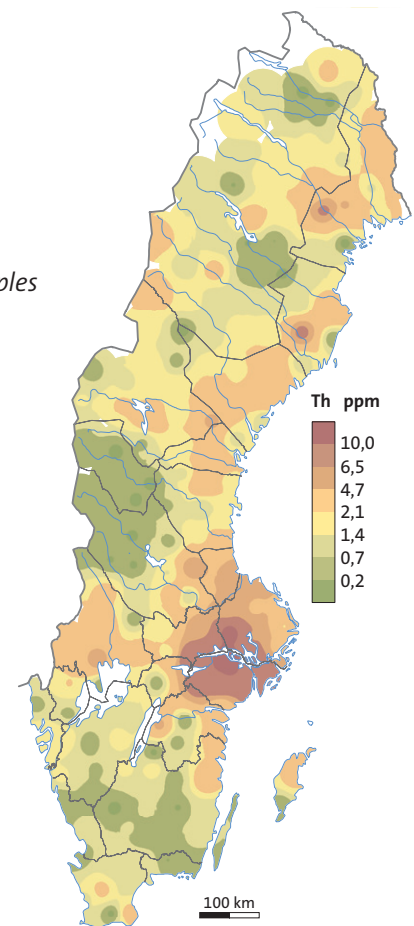
Antal prov
Number of samples
2 578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ti

TITAN

Titan är ett vanligt grundämne som bildar ett flertal mineral (ilmenit, rutil, titanit) som alla är vittringsbeständiga. Titan kan ersätta magnesium och järn i bergartsbildande silikater som pyroxen, amfibol, granat och glimmer. Mafiska och ultramafiska bergarter innehåller vanligtvis höga titanhalter och grundämnet är ofta anrikat i lerskiffer.

Vid vittring är titan orörligt och finns kvar i resistenta mineral. Lösligt titan kommer vanligen från vittrade järn-mangansilikater i mafiska bergarter. Adsorptionsförmågan till lermineral är hög och titan faller även ut med järn-mangan-(hydro)oxider.

De högsta titanhalterna finns i den nordligaste delen av landet där berggrunden består av äldre kristallina bergarter och basiska vulkaniter som bildar grönstensbälten. Olika typer av järnoxidmineraliseringar bidrar till höga titanhalter i moränen. Inom Kaledoniderna i Jämtland korrelerar höga titanhalter i morän med mafiska och ultramafiska bergarter som förekommer både i skollorna (kaledonisk ofiolit och amfibolit) och i tektoniska fönster (gabbro och metavulkaniska bergarter). Vid kaledoniska fronten verkar Rätangranit som skärs av yngre diabasgångar vara en källa till titan i moräntäcket. Förhöjda titanhalter i södra Sverige korrelerar med mafiska bergarter av olika åldrar (i Småland och Halland) och med metamorfa bergarter bildade i samband med den svekonorvegiska orogenesisen (t.ex. amfibolit och eklogit i Falkenbergsområdet).

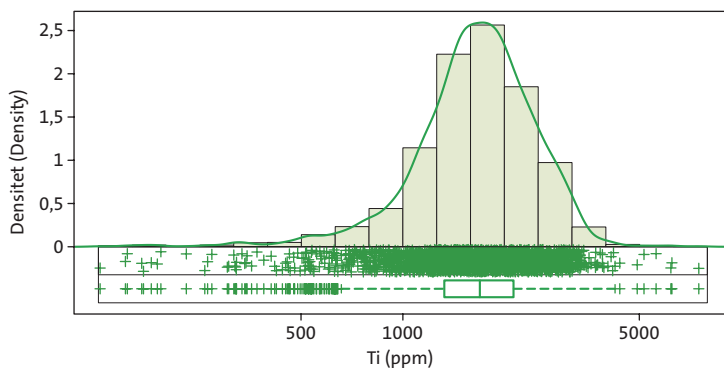
TITANIUM

Titanium is a common element which forms several minerals (ilmenite, rutile, titanite), all of which are resistant to weathering. Titanium can substitute for magnesium and iron in rock-forming silicates such as pyroxene, amphibole, garnet and mica. Mafic and ultramafic rocks usually contain high titanium concentrations and the element is enriched in shale.

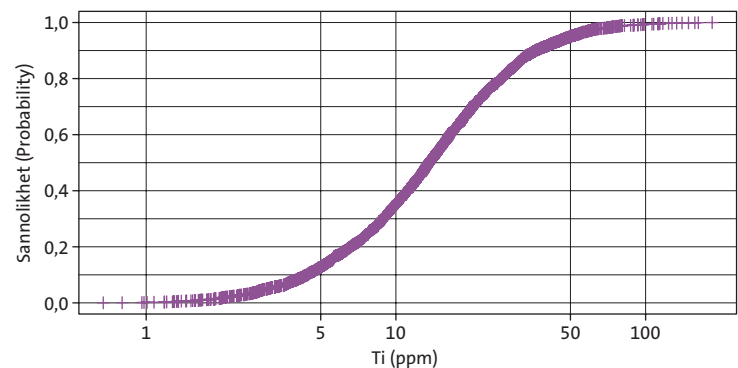
During weathering, titanium is largely immobile and remains in resistant minerals. Leachable titanium mainly originates from the weathering of iron-magnesium silicates from mafic rocks. The element has a strong tendency to adsorb to clay minerals, and precipitates with iron-manganese (hydro)oxides.

The highest titanium concentrations occur in the northernmost part of the country where the bedrock is composed of old crystalline rocks and basic volcanic rocks, which form the greenstone belts. Various types of iron oxide deposits also contribute to high titanium concentrations in till. In the Caledonides of Jämtland, high titanium concentrations in till correlate with the presence of mafic and ultramafic rocks occurring both within the nappes (Caledonian ophiolite and amphibolite) and in tectonic windows (gabbro and metavolcanic rocks). At the Caledonian front, the Rätan granite, which is cut by younger dolerite dykes, seems to be a source of titanium in the surficial deposits. Elevated titanium concentrations in till in southern Sweden correlate with occurrences of mafic rocks of different ages (in Småland and Halland) and with highly metamorphosed rocks of the Sveconorwegian orogen (e.g. amphibolite and eclogite around Falkenberg).

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



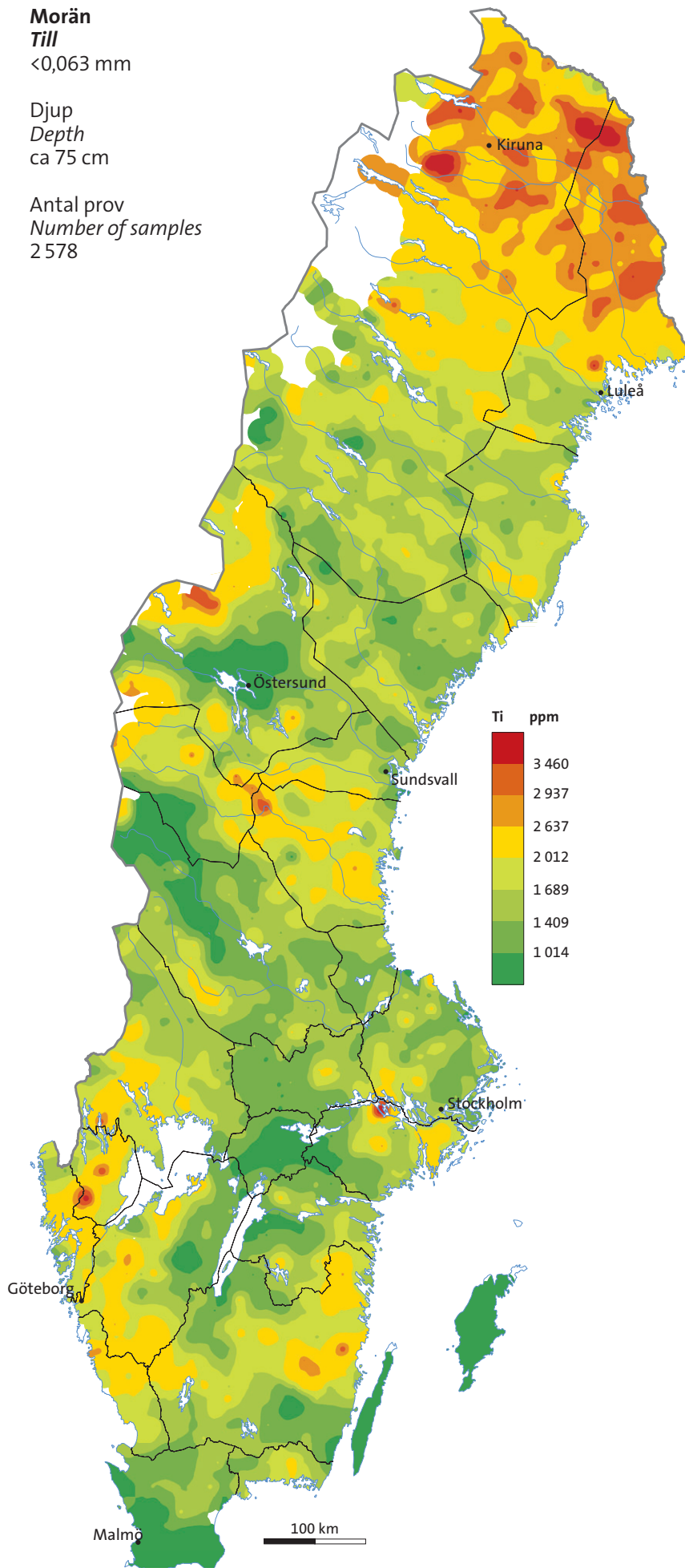
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

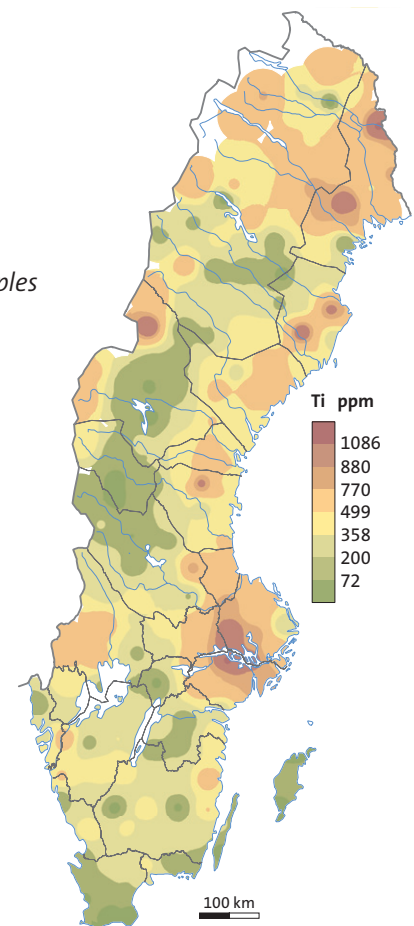
Antal prov
Number of samples
2 578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



TALLIUM

Tallium förekommer vanligen i olika sulfider (blyglans, zinkblände, pyrit) och ersätter kalium i silikater (t.ex. fältspat, leucit, glimmer). De högsta talliumhalterna finns i granit, metamorf skiffer, lerskiffer och kol. Tallium bildar mineral som är vanliga i hydrotermala miljöer (t.ex. lorandit, crookesit). Tallium kan anrikas i pegmatiter och i polymetalliska Zn-Pb-mineraliseringar, och metallen används ofta som ett indikatorelement inom guldprospektering.

Tallium är lösligt och frigörs vid vittring. Den låga mobiliteten hos tallium beror på dess tendens att adsorberas till lermineral och organiskt material, och dess utfällning med järn-mangan-oxider och -hydroxider. Vissa växter kan ackumulera tallium istället för makronäringsämnet kalium.

I norra delen av Sverige är talliumhalterna höga, speciellt i Jämtland, Västerbotten och södra Lappland där anomalierna speglar polymetalliska sulfidmineraliseringar (Cu-Zn-Pb) och förekomsten av svartskiffer. I de norra delarna av Kaledoniderna, t.ex. i Grapesvareområdet, korrelerar höga talliumhalter med en mängd sulfidmineraliseringar (Cu, Pb, Zn, As, Co, Ag och Au) i kvartsgångar och i sedimentära bergarter. Morän som täcker metasedimentära bergarter tillhörande Bottniska bassängen tenderar att innehålla förhöjda talliumhalter. Vissa av de lokala anomalierna överlappar mafiska bergarter (t.ex. gabbro) och ultramafiska bergarter (t.ex. peridotit). Svartskiffer förekommer i Vätternregionen (Kumla, Billingen, Motala) och orsakar höga talliumhalter. I Skåne bidrar unga sedimentära bergarter, diabasintrusioner och Zn-Pb-mineraliseringar till höga talliumhalter. Flertalet av talliumanomalierna i morän korrelerar väl med höga arsenikkoncentrationer.

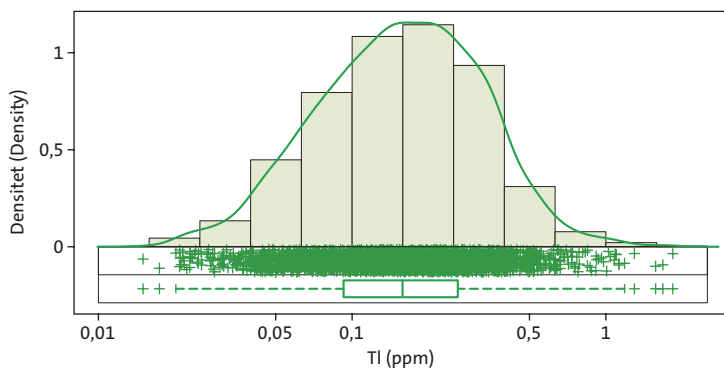
THALLIUM

Thallium mainly occurs in various sulphides (galena, sphalerite, pyrite) and substitutes for potassium in silicates (e.g. feldspar, leucite, mica). The highest thallium concentrations are found in granite, metamorphic schist, shale and coal. Thallium forms minerals that are common in hydrothermal environments (e.g. lorandite, crookesite). Thallium can be enriched in pegmatites and in polymetallic Zn-Pb deposits, and the metal is commonly used as a pathfinder for gold.

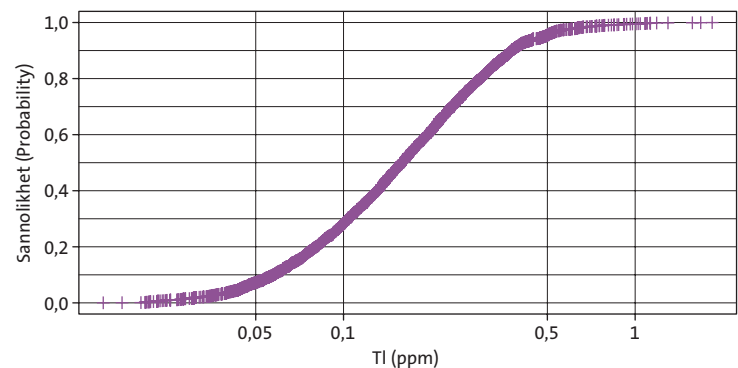
Thallium is soluble and readily released during weathering. The low mobility of thallium is a result of its affinity to bind to clay minerals and organic matter, and its co-precipitation with iron-manganese oxides and hydroxides. Some plants can accumulate thallium, replacing the major nutrient potassium.

Thallium concentrations are high in till in northern Sweden, especially in Jämtland, Västerbotten and southern Lappland, where thallium anomalies reflect polymetallic sulphide mineralisations (Cu-Zn-Pb) and occurrences of black shale. In the northern part of the Caledonides, for example in the Grapesvare region, high thallium contents in till correlate with numerous sulphide mineralisations (Cu, Pb, Zn, As, Co, Ag and Au) in quartz veins and sedimentary rocks. Till overlying metasedimentary rocks of the Bothnian Basin tends to have elevated thallium concentrations. Some of the local anomalies overlap with occurrences of mafic (e.g. gabbro) and ultramafic rocks (e.g. peridotite). Black shale occurrences around Vättern (Kumla, Billingen, Motala) cause large thallium anomalies. In Skåne, young sedimentary rocks, dolerite dykes and Zn-Pb mineralisations contribute to the elevated thallium concentrations in till. A majority of the thallium anomalies correlate well with high concentrations of arsenic.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



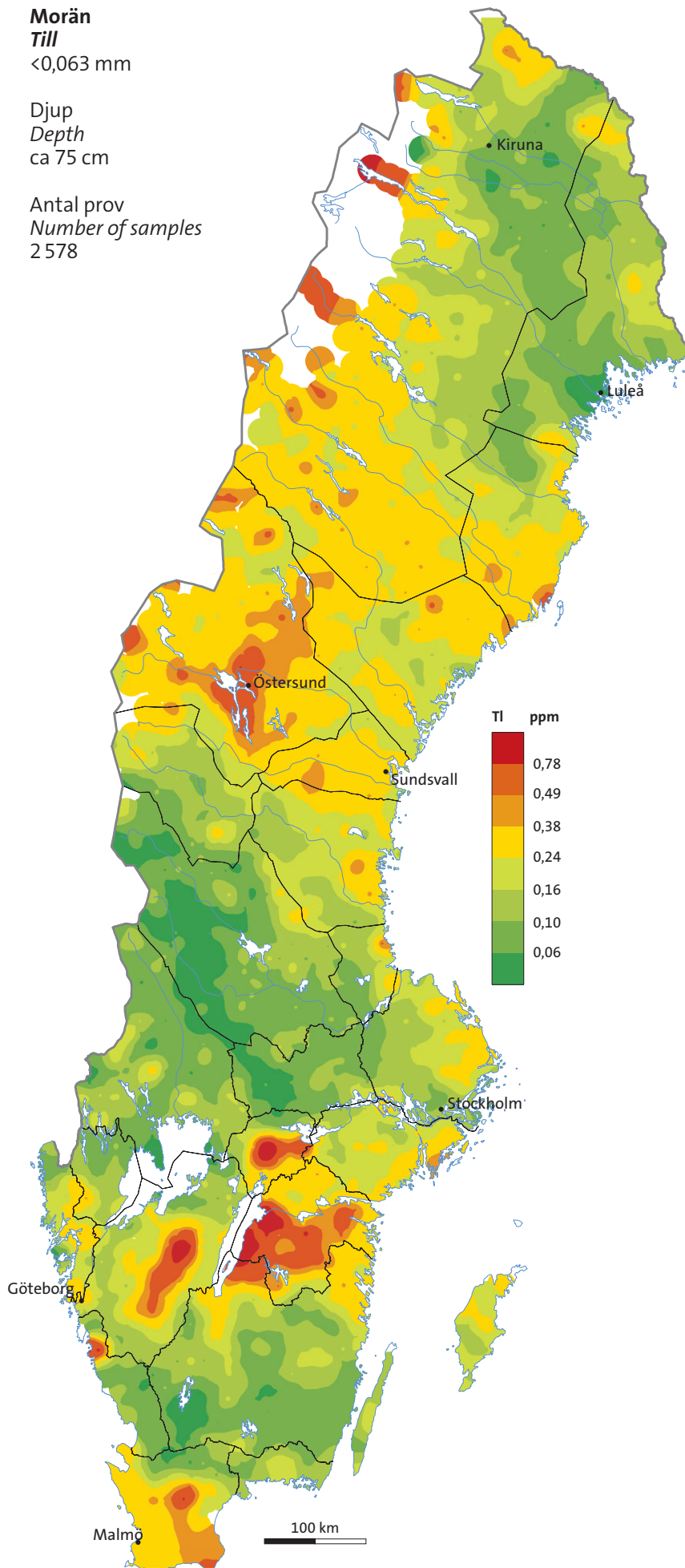
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

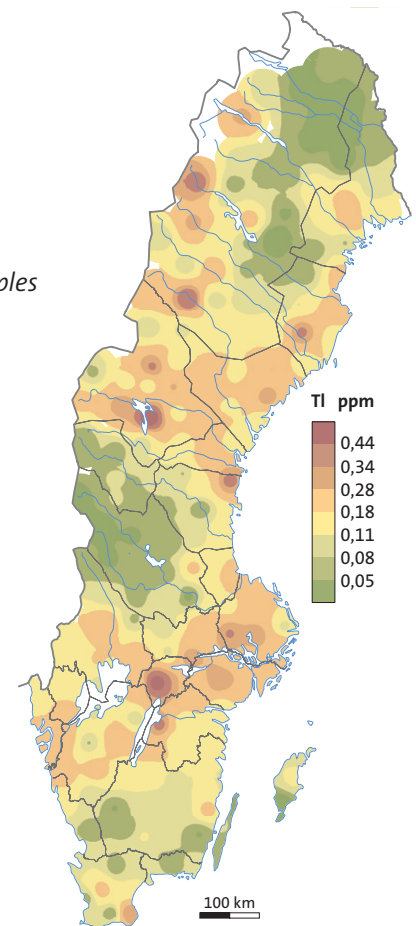
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



U

URAN

Uran är ett radioaktivt grundämne som tillhör aktiniderna. Uraninit är det vanligaste uranmineralet, men uran förekommer oftast som ett spårelement i accessoriska mineral som apatit, zirkon och monazit. I vanliga magmatiska bergarter förekommer de högsta uranhalterna i granit och pegmatit, samt i sura vulkaniska bergarter. Svartskiffer som är rik på organiskt material har vanligtvis höga uranhalter.

De flesta mineral som innehåller uran är vittringsresistenta. Lösligt uran adsorberas till lermineral, organiskt material och järnoxider samt binder till fosfater. Under oxiderande, sura till basiska förhållanden är uran lösligt, men mobiliteten minskar i reducerande miljöer.

I Sverige uppträder de högsta uranhalterna i morän som täcker kristallina bergarter i den Fennoskandiska skölden. Norra Sveriges urananomalier har sitt ursprung i proterozoiska graniter och pegmatiter. I centrala Sverige är det istället svekokarelska gnejser, yngre Rätanggranit och skarn med mineraliseringar av U, Mo, W och Fe som är källor till höga uranhalter i moränen. I Kaledoniderna uppträder urananomalier i morän som överlagrar magmatiska bergarter i de tektoniska fönstren och relaterade uranmineraliseringar. Uranrik svartskiffer och kvartssit framträder mindre tydligt i moränens geochemiska mönster. Förhöjda värden i glaciala avlagringar i Småland kommer från svekokarelsk granitgnejs och metavulkaniska bergarter, och speglar ofta uranmineraliseringar i paragnejs, kvartssit och kvartsgångar. Längre söderut, i Blekinge, utgör mesoproterozoiska graniter källan till uran i morän.

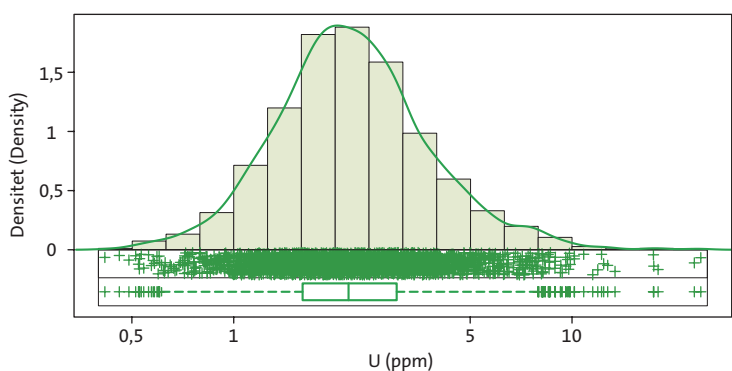
URANIUM

Uranium is a radioactive element that belongs to the actinide series. Uraninite is the most common uranium mineral, but uranium is more common as a trace element in accessory minerals like apatite, zircon and monazite. In common igneous rocks, the highest uranium concentrations occur in granite and pegmatite and in acid volcanic rocks. Black shale that is rich in organic matter usually has high uranium concentrations.

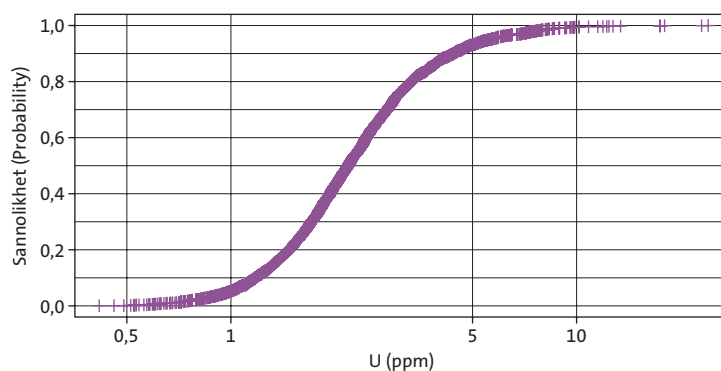
Most uranium-bearing minerals are resistant to weathering. Uranium that is released readily adsorbs to clay minerals, organic matter and iron oxides, and binds to phosphates. Uranium is soluble under oxidising, acidic to alkaline conditions, but rather immobile in reducing environments.

In Sweden, the highest uranium concentrations occur in till that overlies the crystalline rocks of the Fennoscandian Shield. Uranium anomalies in northern Sweden originate from Proterozoic granite and pegmatite. In central Sweden, Sveco-Karelian gneisses, younger Rätan granite and skarn with associated U, Mo, W and Fe mineralisations are major sources of uranium in the till. In the Caledonides, uranium anomalies in till point to igneous rocks of the tectonic windows and related uranium mineralisations. Uranium rich black shale and quartzite are less apparent in the geochemical pattern of till. Elevated uranium concentrations in glacial deposits in Småland originate from Sveco-Karelian granite gneiss and metavolcanic rocks, and often reflect uranium mineralisations hosted by paragneiss, quartzite and quartz veins. Further south, in Blekinge, Mesoproterozoic granite is the main source of uranium in till.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



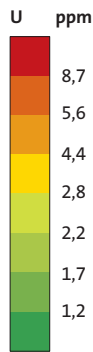
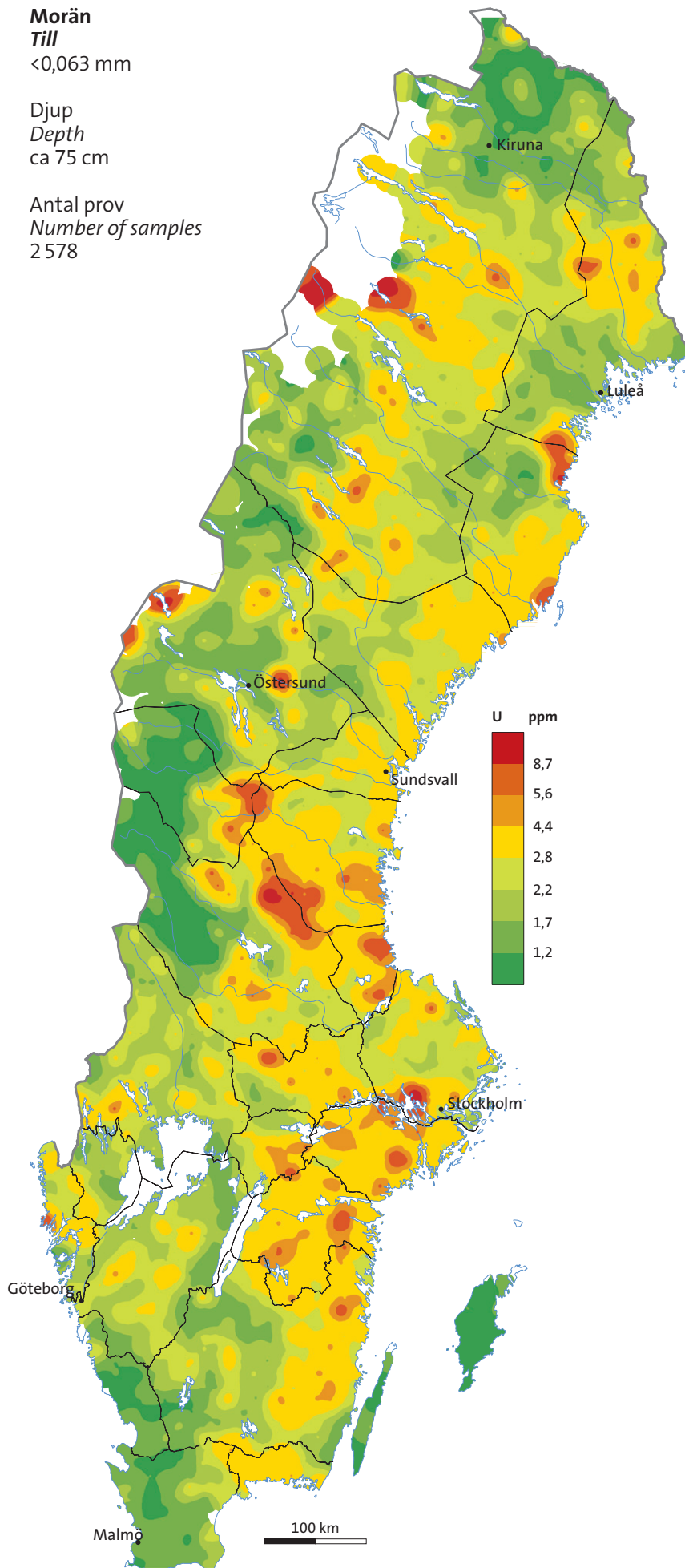
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

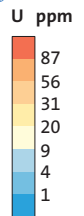
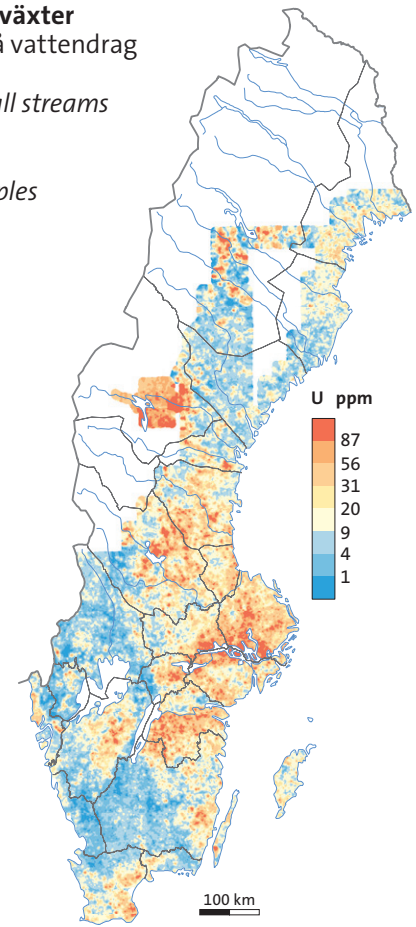
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

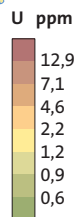
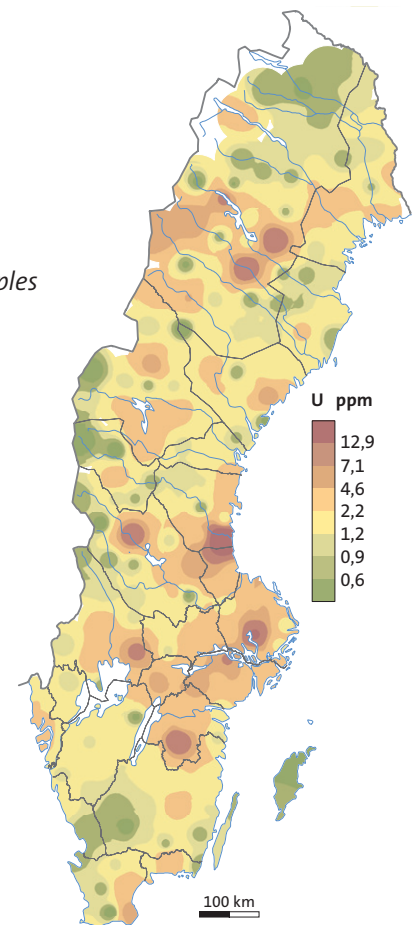
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



V

VANADIN

Vanadin är ett vanligt grundämne som bildar egna mineral (vanadater) och som förekommer i järnrika mineral (t.ex. magnetit) och bergartsbildande mineral (pyroxen, amfibol, glimmer). De högsta vanadinhalterna uppträder i mafiska till ultramafiska bergarter, men finkorniga sedimentära bergarter (skiffer), kol och bauxit kan också uppvisa högre koncentrationer.

Vanadin är mobilt i oxiderande miljöer och mindre mobilt vid lågt pH, reducerande förhållanden och vid metamorfa processer. Vanadin adsorberas till järn- och manganoxider och -hydroxider, lermineral och organiskt material.

De högsta vanadinhalterna förekommer i morän i norra Lappland där de korrelerar med mafiska och ultramafiska bergarter i grönstensbältet och relaterade järnoxidmineraliseringar, som de i Kirunaområdet. I norra Norrbotten förekommer ett antal anomalier som kan kopplas till grafitmineraliseringar i metagråvacka. I Kaledoniderna korrelerar höga vanadinhalter i morän med ultramafiska bergarter (peridotit, serpentin, täljsten) i de övre skollorna och med svartskiffer i den undre skollberggrunden. Förhöjda halter av vanadin förekommer även i morän som överlagrar svartskiffer utanför Kaledoniderna, t.ex. Billingen. I centrala och södra Sverige förekommer isolerade vanadinanomalier där källorna utgörs av ultramafiska och mafiska intrusivbergarter samt metavulkaniska bergarter och deras metamorfa motsvarigheter (t.ex. amfibolit). Anomalier speglar ofta Fe- och Ti-mineraliseringar. I sydvästra Sverige (Halland) korrelerar höga vanadinhalter med förekomsten av svekonorvegiska högmetamorfa bergarter som amfibolit, granulit och eklogit.

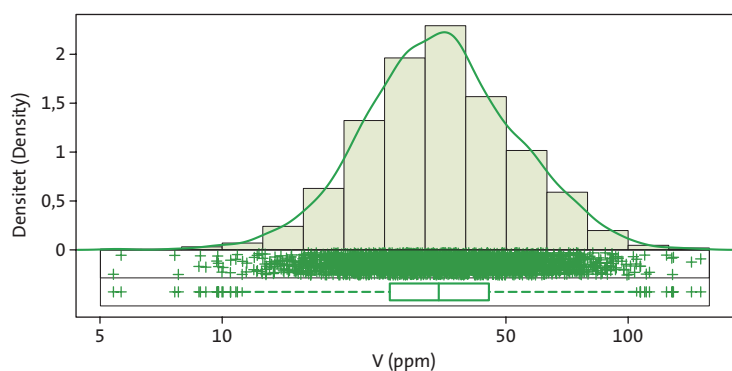
VANADIUM

Vanadium is a common element which forms its own minerals (vanadates) and occurs in iron-bearing minerals (e.g. magnetite) as well as in rock-forming minerals (pyroxene, amphibole, mica). The highest vanadium concentrations occur in mafic and ultramafic rocks, but fine-grained sedimentary rocks (shale), coal and bauxite may also show high concentrations.

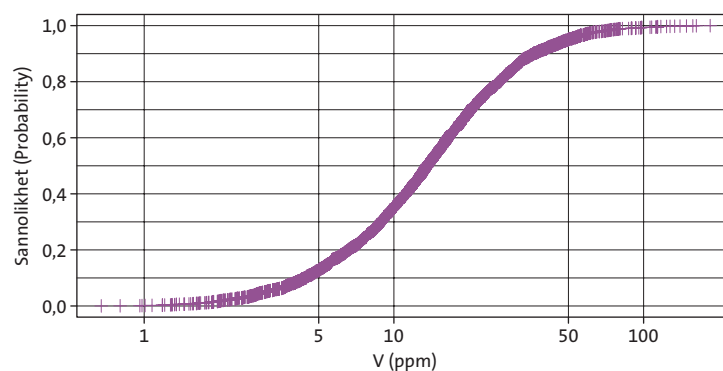
Vanadium is highly mobile under oxidising conditions and less mobile at low pH, reducing conditions and during metamorphism. Vanadium adsorbs to iron and manganese oxides and hydroxides, clay minerals and organic matter.

The highest vanadium concentrations in till occur in the northern part of Lappland where they are closely correlated with mafic and ultramafic rocks of the greenstone belts and related iron oxide mineralisations, such as those in the Kiruna region. In northern Norrbotten, a number of vanadium anomalies can be linked to graphite mineralisations in metagreywacke. In the Caledonides, high vanadium concentrations in till correlate with ultramafic rocks (peridotite, serpentinite, soapstone) in the higher nappes, and with black shale of the Lower Allochthon. Elevated vanadium concentrations also occur in till underlain by black shale outside the Caledonides, for example at Billingen. In central and southern Sweden, isolated vanadium anomalies can be explained by the presence of ultramafic and mafic intrusions and metavolcanic rocks and their metamorphic equivalents (e.g. amphibolite). Vanadium anomalies often reflect Fe and Ti mineralisations. In south-western Sweden (Halland), high vanadium concentrations correlate with occurrences of Sveconorwegian high-grade metamorphic rocks such as amphibolite, granulite and eclogite.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



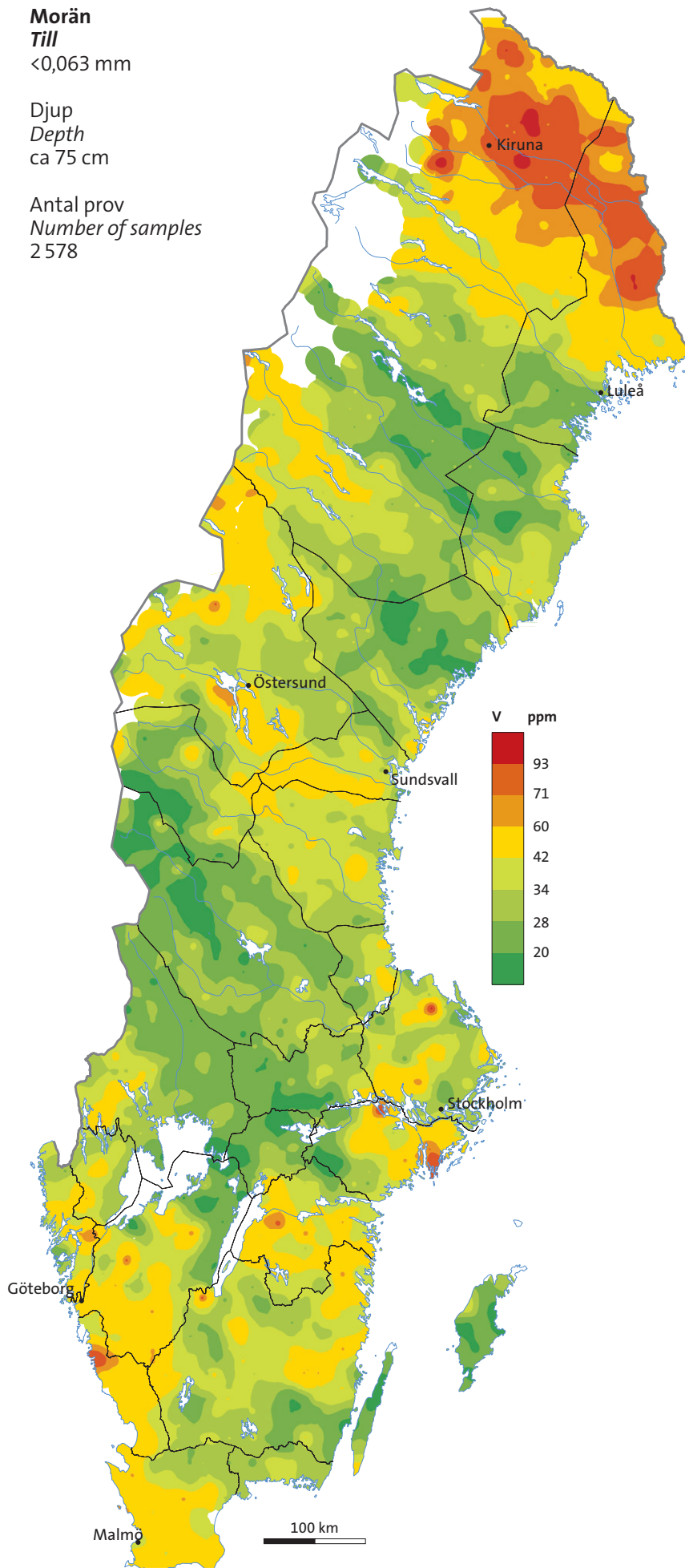
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

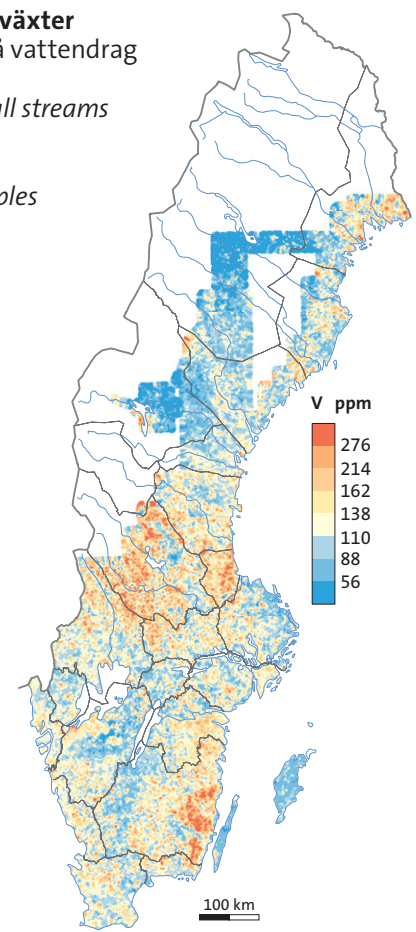
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

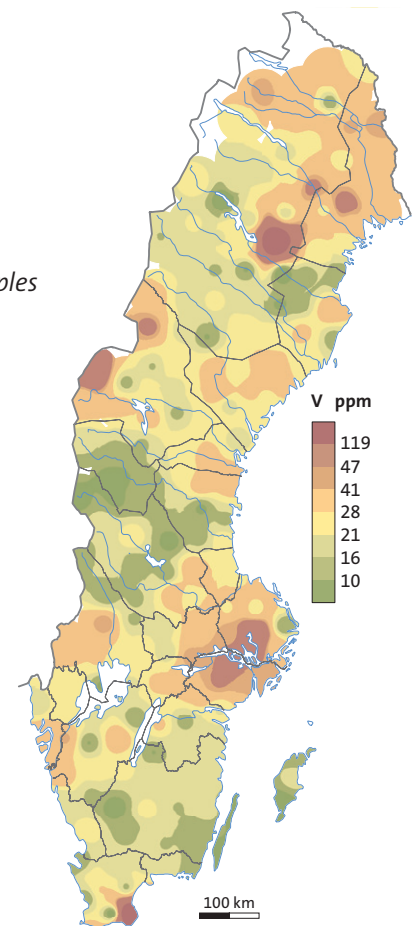
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



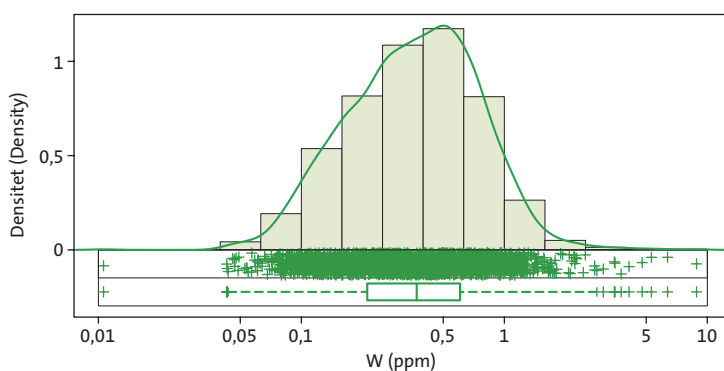
WOLFRAM

Wolftram är ett ganska sällsynt grundämne som förekommer i magmatiska bergarter (granit, pegmatit), metasedimentära bergarter (t.ex. grafit-skiffer, fyllit) och finkorniga sedimentära bergarter (lerskiffer). Scheelit och wolframit utgör de ekonomiska källorna till wolfram och finns huvudsakligen i kvartsgångar, pegmatiter och skarnmineraliseringar. De flesta wolframmineraliseringar har metasomatiskt eller hydrotermalt ursprung. Wolframmineral förekommer ofta tillsammans med kassiterit och fluorit. Små mängder wolfram finns i glimmer, magnetit och rutil, och elementet används som indikatorelement inom guldprospektering.

De geokemiska egenskaperna hos wolfram liknar de hos molybden. Metallens löslighet är låg och wolframmineral är generellt olösliga vid sura förhållanden. Frigjort wolfram är dock mobilt vid oxiderande förhållanden i alkalina vatten men adsorberas lätt till manganoxider och lermineral. Förhöjda wolframhalter i vissa svartskifferförekomster indikerar att det finns en tendens hos metallen att bindas till organiskt material.

Höga wolframhalter finns i morän som överlagrar magmatiska och metamorfa bergarter inom den Fennoskandiska skölden (huvudsakligen av paleoproterozoisk ålder). De största wolfram anomalier finns i Lappland, Bergslagen och längs Bottniska vikens kust. Dessa anomalier speglar kända wolframmineraliseringar i granit, gnejs och kvartsgångar (tillsammans med U, Au, Ag och Li). I Lappland uppträder wolfram anomalier inom Gulddinjen och de sammanfaller med Sn-, Mo-, Cu-, Fe-, U- och ädelmetallmineraliseringar med guld och silver. De viktigaste wolframmineraliseringarna finns i Bergslagen. De uppträder huvudsakligen i skarn, ofta i kontaktzonen med svekokarelska graniter. Lokala wolframmineraliseringar i centrala Sverige och Värmland förekommer ofta i samband med polymetalliska mineraliseringar (med Ag och Au) i kvartsgångar och pegmatiter. Förhöjda wolframhalter i morän finns längs östkusten, från Mälarenregionen och norrut, och de korrelerar med morän som överlagrar graniter och pegmatiter inom den Fennoskandiska skölden.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



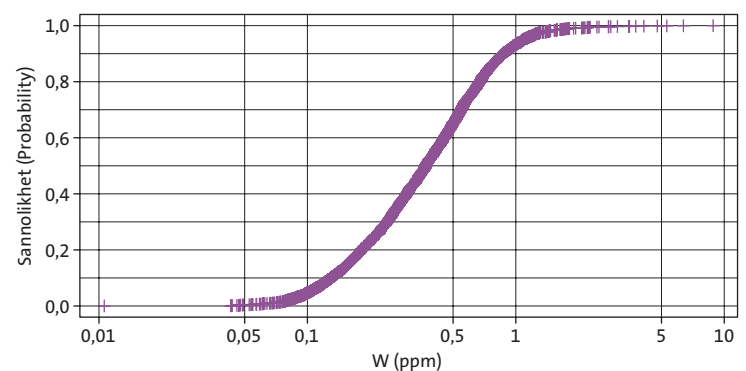
TUNGSTEN

Tungsten is a relatively rare element which occurs in igneous rocks (granite, pegmatite), metasedimentary rocks (e.g. graphitic schist, phyllite) and fine-grained sedimentary rocks (shale). Scheelite and wolframite are the economic sources of tungsten, and they are mainly found in quartz veins, pegmatites and skarn deposits. Most of the tungsten deposits are of metasomatic or hydrothermal origin. Tungsten minerals are often accompanied by cassiterite and fluorite. Trace amounts of tungsten occur in mica, magnetite and rutile, and the element is used as a pathfinder for gold deposits.

The geochemical behaviour of tungsten resembles that of molybdenum. Tungsten has very low leachability and tungsten minerals are generally insoluble under acidic conditions. When released during weathering, tungsten is mobile under oxidising conditions in alkaline waters but tends to adsorb to manganese oxides and clay minerals. Elevated tungsten levels in some types of black shale indicate the affinity of the element to bind to organic matter.

High tungsten concentrations occur in till that overlies igneous and metamorphic rocks of the Fennoscandian Shield (mainly of Paleoproterozoic age). The largest tungsten anomalies occur in Lappland, Bergslagen and along the coast of the Gulf of Bothnia. These anomalies reflect known tungsten mineralisations occurring in granite, gneiss and quartz veins (together with U, Au, Ag and Li). In Lappland, tungsten anomalies occur within the Gold Line and they follow Sn, Mo, Cu, Fe, U and precious metal deposits with gold and silver. The most important tungsten deposits are found in Bergslagen. They are hosted mainly by skarn, commonly in contact with Svecofennian granitic rocks. Local tungsten anomalies in central Sweden and Värmland point to polymetallic mineralisations (with Ag and Au) in quartz veins and pegmatites. Elevated concentrations of tungsten occur along the eastern coast, from the Mälaren region and northwards, and they correlate with till overlying granites and pegmatites of the Fennoscandian Shield.

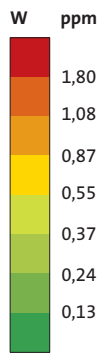
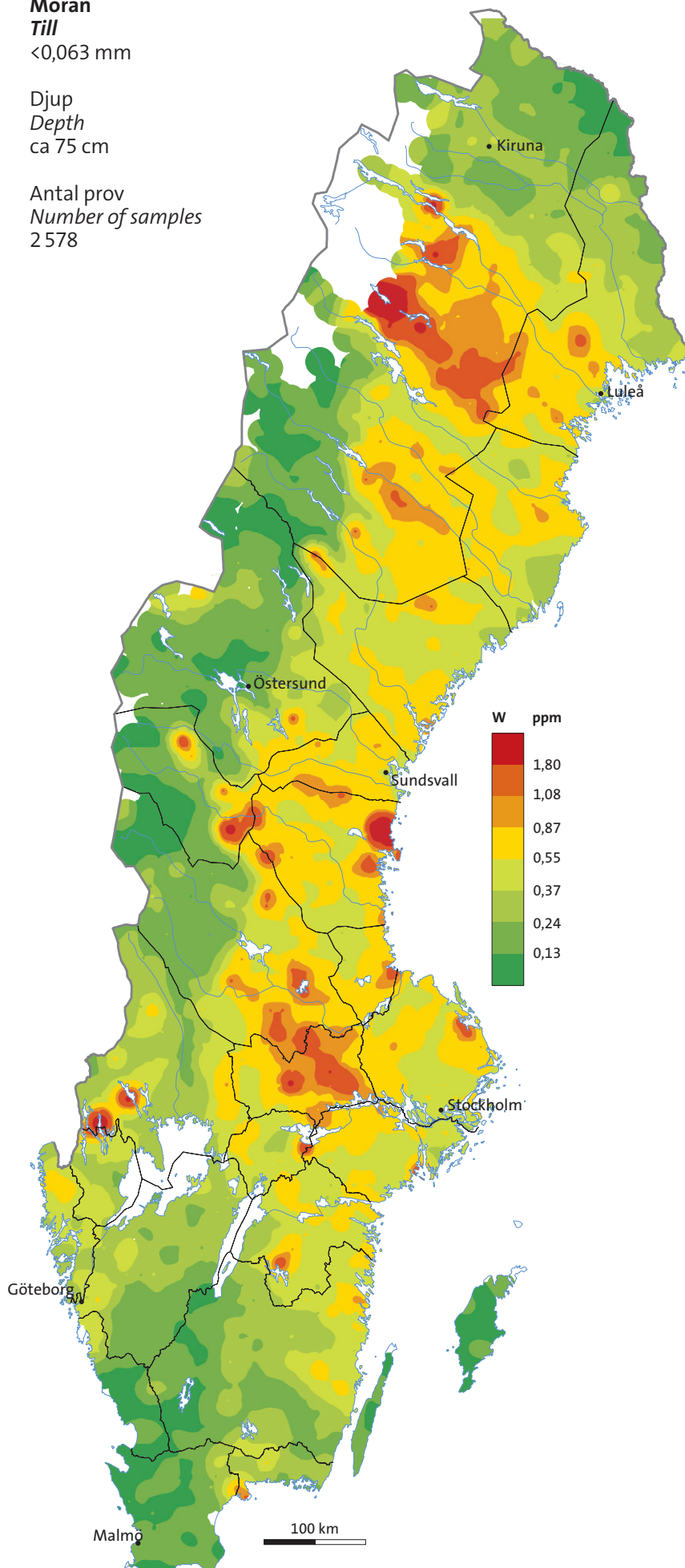
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

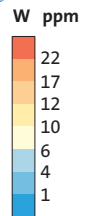
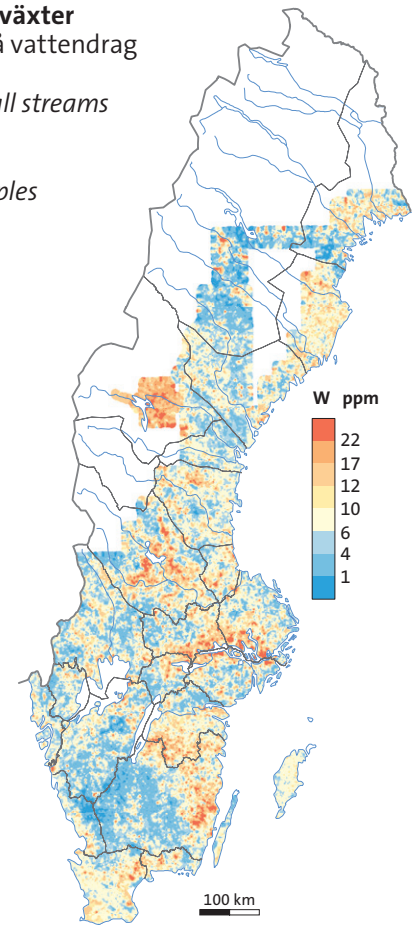
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

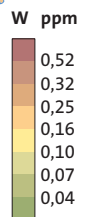
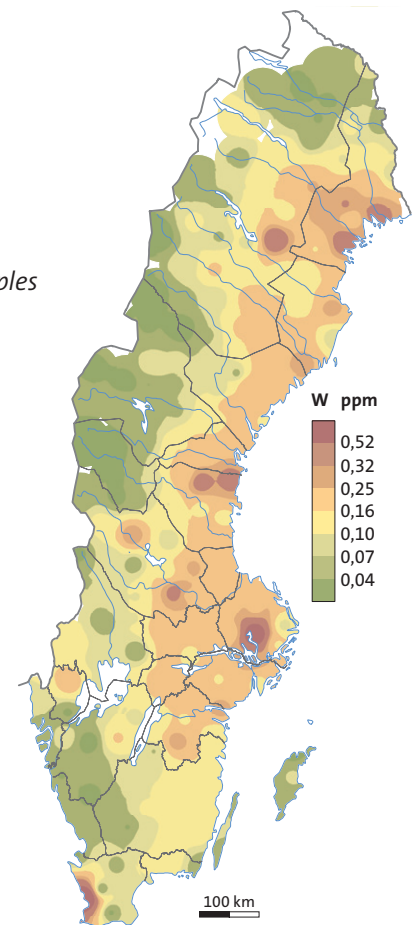
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Y

YTTRIUM

Yttrium är en övergångsmetall som traditionellt klassas som en av de sällsynta jordartsmetallerna eftersom yttrium uppvisar många liknande kemiska egenskaper. Xenotim, monazit och gadolinit är vanliga mineral som innehåller yttrium. Som spårelement förekommer yttrium även i accessoriska mineral (zirkon, apatit, granat) och i bergartsbildande mineral som bitot och pyroxen. Yttrium förekommer i senmagmatiska bergarter som granit och pegmatit, alkalina bergarter (syenit) och hydrotermalt omvandlade bergarter. Sekundära koncentrationer i sedimentära bergarter beror på förekomsten av tunga mineral (zirkon, monazit). Yttrium är ett relativt immobilt grundämne och har stark tendens att adsorberas till lermineral och till järn- och manganoxider och -hydroxider.

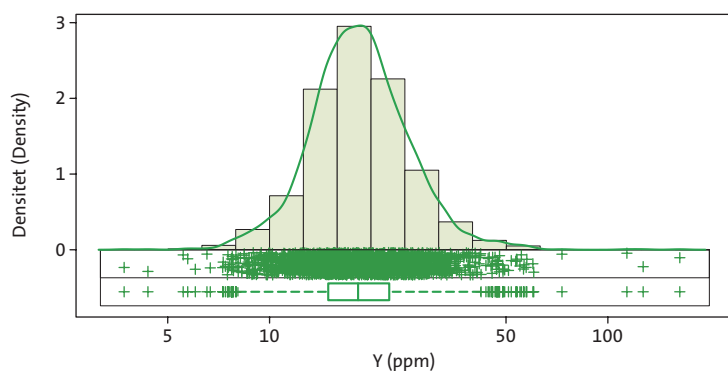
De högsta koncentrationerna av yttrium i morän uppträder i centrala Lappland och har sin källa i underliggande granitoider, alkalina bergarter, pegmatiter och sura metavulkaniter. Yttriumanomalier uppträder i samband med mineraliseringar av REE, Mo, Be, Cu, Ag, Au, Ti, U och skarn (Fe, Pb, Zn, Cu). I Jämtland visar sig moränen ha höga yttriumhalter inom de tektoniska fönstren i Kaledoniderna där de associeras med U-, Ag- och Pb-mineraliseringar. I centrala Sverige är höga yttriumhalter i morän karaktäristiska för områden med svekokarelska granitoider, yngre Rätangranit och sura metavulkaniska bergarter med associerade pegmatiter. Morän med hög lerhalt har högre yttriumhalter än sandig morän. I södra Sverige utgör svekonorvegiska höggradiga bergarter och hallandiska granitoider de huvudsakliga yttriumkällorna i glaciala avlagringar. Proterozoiska metasedimentära bergarter och yngre paleozoiska sandstenar kan också vara yttriumkällor.

YTTRIUM

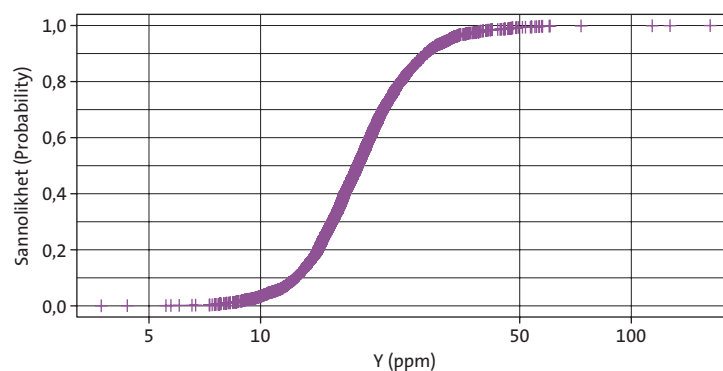
Yttrium is a transition metal which traditionally is classified as one of the rare earth elements due to its similar geochemical behaviour. Xenotime, monazite and gadolinite are common yttrium-bearing minerals. As a trace element, yttrium also occurs in common accessory minerals (zircon, apatite, garnet) and in rock-forming minerals such as biotite and pyroxene. Yttrium occurs in late magmatic rocks such as granite and pegmatite, in alkaline rocks (syenite) and in hydrothermally altered rocks. Secondary enrichments of yttrium in sedimentary rocks are caused by the presence of heavy minerals (zircon, monazite). Yttrium is a rather immobile element with a strong tendency to adsorb to clay minerals and to iron and manganese oxides and hydroxides.

The highest yttrium concentrations in till occur in central Lappland and they originate from underlying granitoids, alkaline rocks, pegmatites and acid metavolcanic rocks. Yttrium anomalies are associated with mineralisations of REE, Mo, Be, Cu, Ag, Au, Ti, U and skarn (Fe, Pb, Zn, Cu). In Jämtland, high yttrium concentrations occur in till within the tectonic windows of the Caledonides and they are associated with U, Ag and Pb mineralisations. In central Sweden, high yttrium concentrations in till are characteristic of areas with Sveco-Karelian granitoids, younger Rätan granite and acid metavolcanic rocks with associated pegmatites. Till with high clay contents have higher yttrium concentrations than sandy till. In the south, Sveconorwegian high-grade rocks and Hallandian granitoids are the main sources of yttrium in glacial deposits. Proterozoic meta-sedimentary rocks and younger Paleozoic sandstones are additional sources of yttrium.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



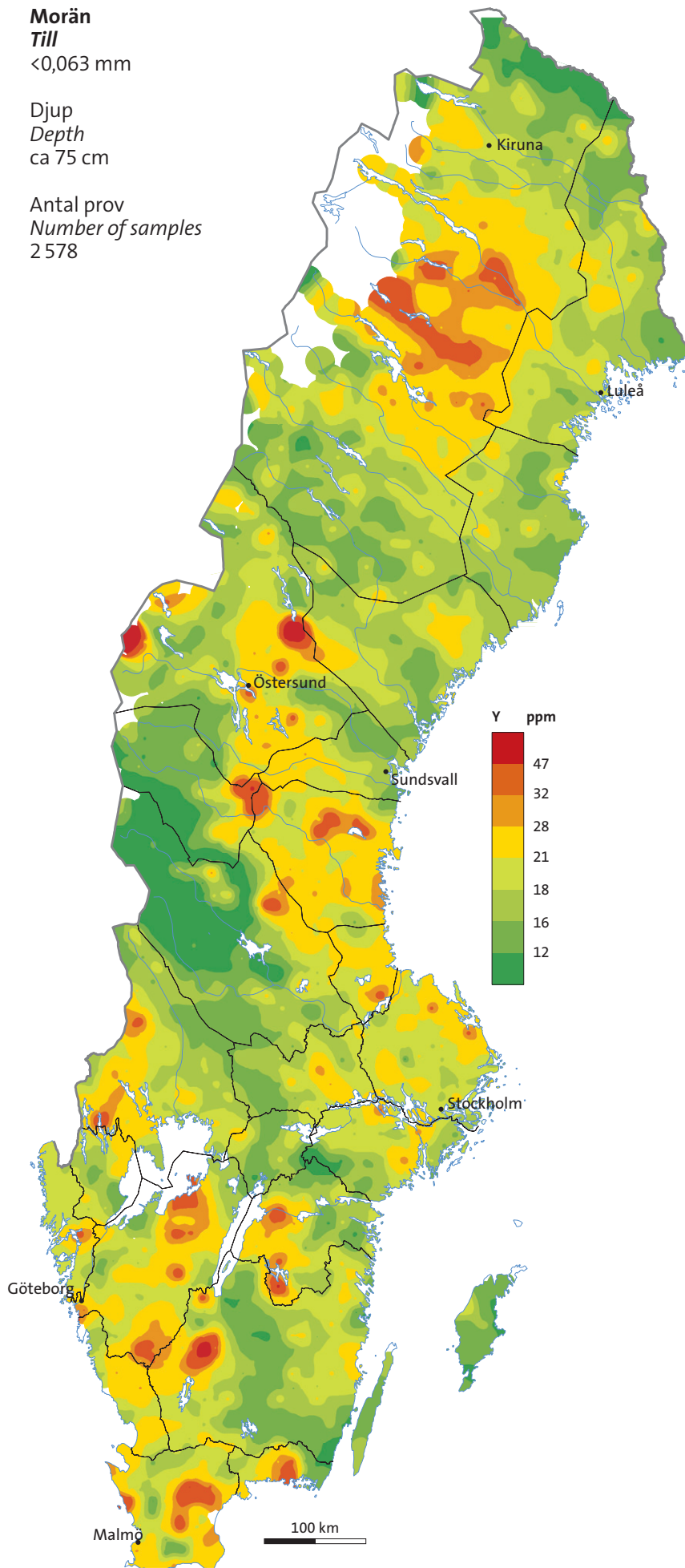
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

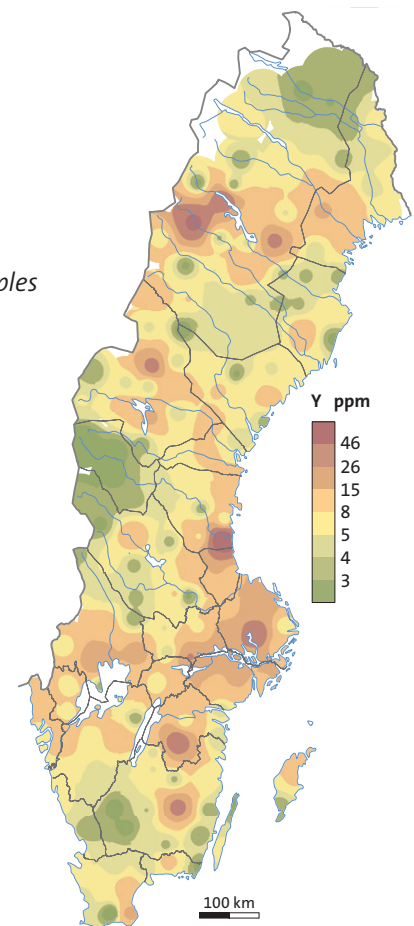
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Zn

ZINK

Zink är ett kalkofilt grundämne som bildar ekonomiskt viktiga förekomster med mineralet zinkblände, som vanligtvis uppträder tillsammans med blyglans och andra sulfider. Zink bildar också karbonater (t.ex. smithsonit) och oxider (t.ex. zinkit, gahnit). Som spårelement förekommer zink i många mineral, t.ex. i magnetit, pyroxen, amfibol, biotit, granat och dolomit. Zink tenderar att ackumulera i mafiska bergarter, metamorf skiffer och lerskiffer. I sedimentära bergarter finns zink i lermineral (t.ex. kaolinit), karbonater och magnetit. Järn-mangannoduler kan innehålla höga zinkhalter.

Då zink frigörs via vittring faller det ut tillsammans med järn-mangan-aluminium-oxhydroxider och adsorberar till lermineral och organiskt material. Zink är mobilt under oxiderande och sura förhållanden, men mobiliteten är lägre i reducerande (bildning av zinkblände) och basiska (bildning av karbonater) miljöer.

Höga zinkhalter i glaciala avlagringar förekommer i norra Sverige, speciellt inom Kaledoniderna. Dessa anomalier har sitt ursprung i polymetalliska sulfidmineraliseringar med blyglas och zinkblände, exempelvis i centrala Jämtland. I Kaledoniderna förekommer zinkmineraliseringar i metasedimentära bergarter (kvartssit, gråvacka) och kvartsgångar. Många spridda zinkanomalier i landet speglar sulfidmineraliseringar med Zn-Pb, Cu, Ag och Au i olika bergarter, t.ex. kalksten, diabas, skarn och metavulkaniter. Zinkanomalier i Jämtland, Östergötland och Västergötland speglar höga zinkhalter i morän som överlagrar svartskiffer. De höga zinkhalterna i morän i sydöstra Skåne kan kopplas till Pb-Zn-fluorit-mineraliseringar i kambrisk sandsten och till skiffer.

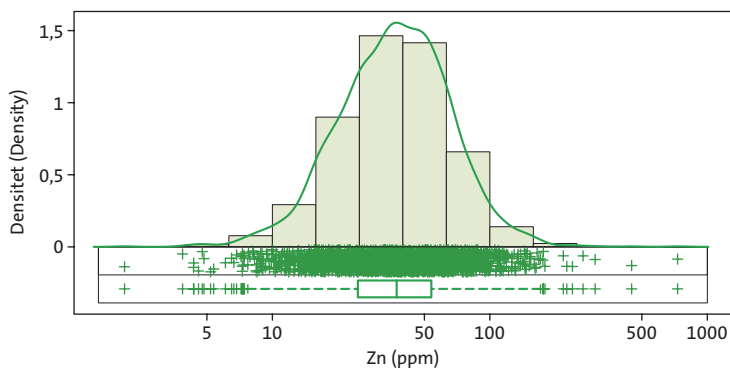
ZINC

Zinc is a strongly chalcophile element, which forms economically important deposits with the mineral sphalerite, which is usually accompanied by galena and other sulphides. Zinc also forms carbonates (e.g. smithsonite) and oxides (e.g. zincite, gahnite). As a trace element, zinc occurs in many minerals, for instance in magnetite, pyroxene, amphibole, biotite, garnet and dolomite. Zinc tends to be enriched in mafic rocks, metamorphic schist and shale. In sedimentary rocks, zinc occurs in clay minerals (e.g. kaolinite), carbonates and magnetite. Ferromanganese nodules can contain high zinc concentrations.

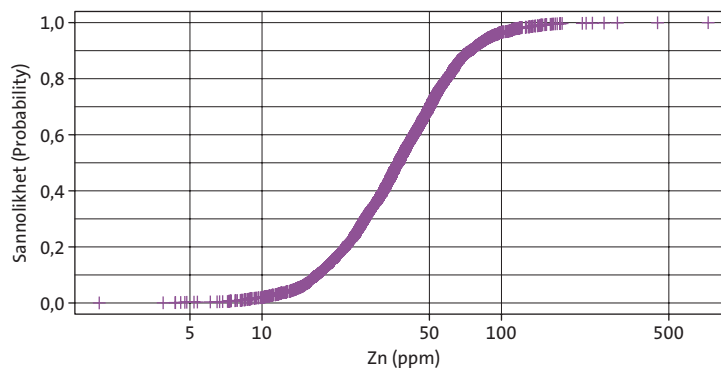
Zinc released during weathering co-precipitates with iron-manganese-aluminium oxyhydroxides, and is adsorbed to clay minerals and organic matter. Zinc is mobile under oxidising and acidic conditions, but the mobility decreases in reducing (formation of sphalerite) and alkaline (formation of carbonates) environments.

High zinc contents in glacial deposits occur in northern Sweden, especially within the Caledonides. These anomalies originate from polymetallic sulphide mineralisations with galena and sphalerite, for example in central Jämtland. In the Caledonides, zinc deposits are hosted mainly by metasedimentary rocks (quartzite, greywacke) and quartz veins. Many of the single zinc anomalies spread over the country reflect Zn-Pb, Cu, Ag and Au sulphide mineralisations, hosted by different rocks, for example limestone, dolerite, skarn, and metavolcanic rocks. Zinc anomalies in Jämtland, Östergötland and Västergötland reflect high zinc concentrations in till overlying black shale. The high zinc concentrations in till in south-eastern Skåne correspond to Pb-Zn-fluorite mineralisations in Cambrian sandstone and shale.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



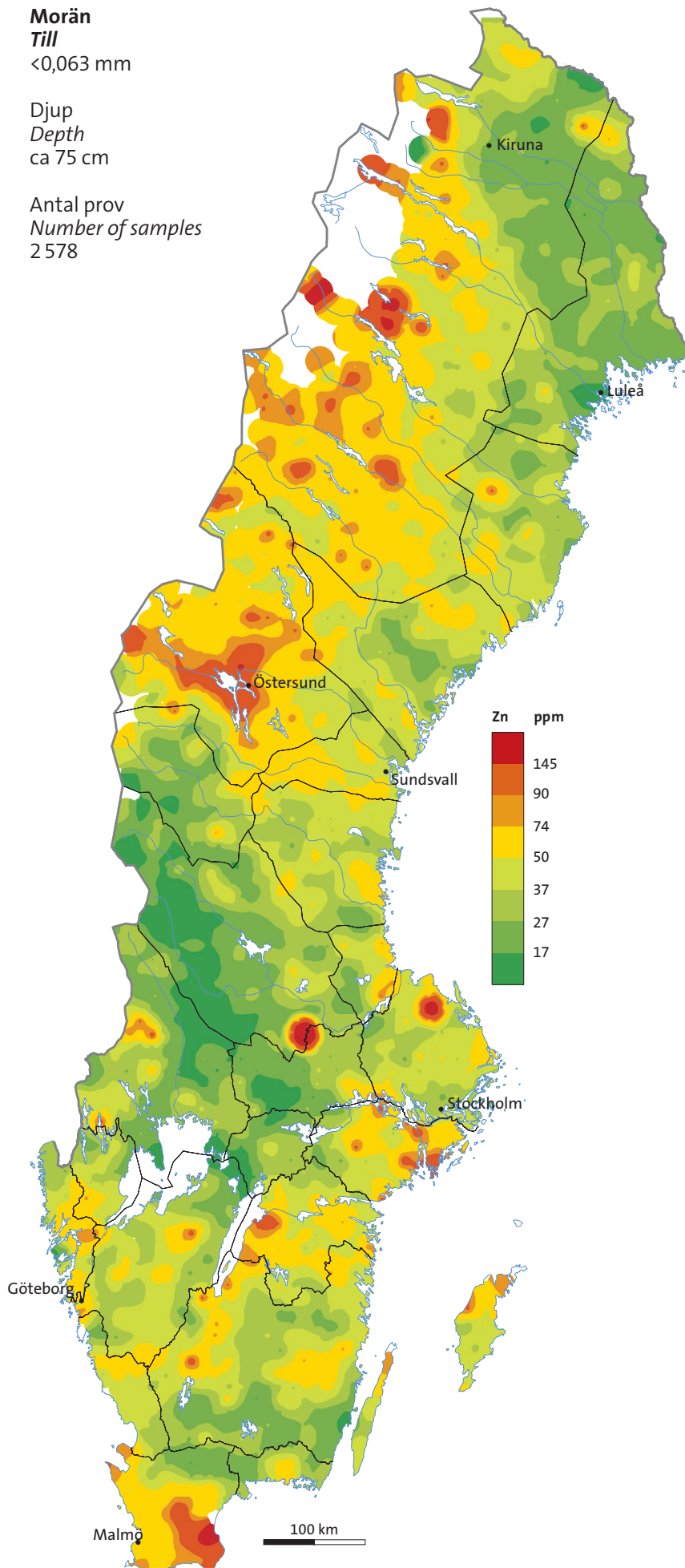
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

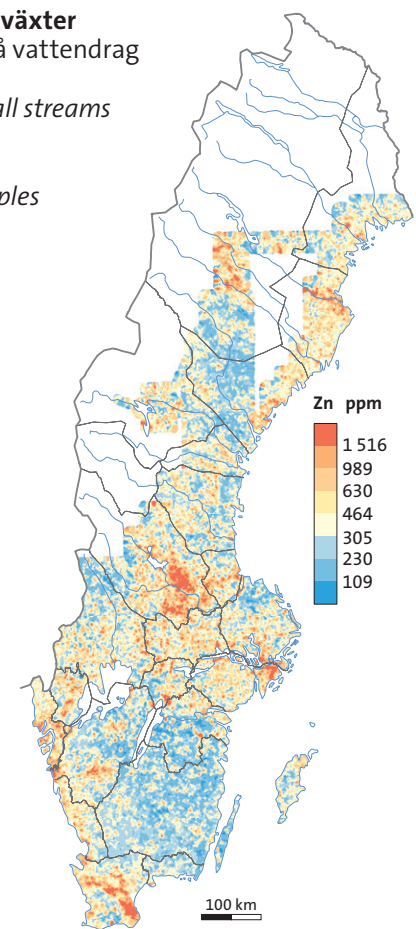
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



Vattenlevande växter
Insamlade i små vattendrag
Aquatic plants
Collected in small streams

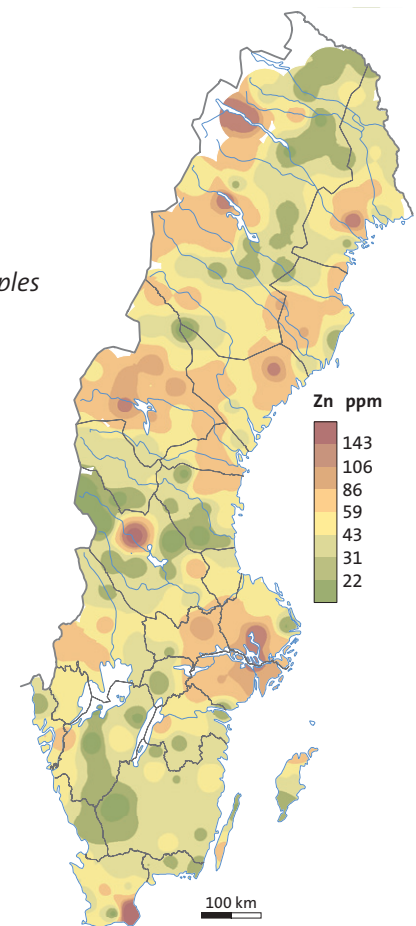
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Zr

ZIRKONIUM

Zirkonium är ett typiskt spårelement som främst förekommer i form av mineralet zirkon i granitiska och alkalina bergarter. Som spårelement finns zirkonium i bergartsbildande mineral som klinopyroxen, amfibol, granat och glimmer, och det ersätter titan i ilmenit, titanit och rutil. Mängden zirkonium i sedimentära bergarter beror på inslaget av tungmineral vilket kan vara högt i vissa sandstenar (t.ex. gråvacka och arkos).

Zirkonium har låg löslighet och mobilitet. Zirkonium som frigörs genom vittring av t.ex. biotit, pyroxen och amfibol kan adsorbera till lermineral och i viss mån till organiskt material.

Även om zirkoniums löslighet är låg kan de flesta zirkonium-anomalier i morän korreleras med underliggande kristallina bergarter, speciellt graniter och alkalina bergarter som syenit. Till exempel förekommer höga zirkoniumhalter i morän som överlagrar Ljusdalsbatoliten i centrala Sverige. Sedimentära bergarter (lerskiffer och sandsten) och deras metamorfa motsvarigheter bidrar till förhöjt zirkonium-innehåll i morän (t.ex. i Kaledoniderna). I Bergslagen speglar zirkoniumanomalier sura metavulkaniter samt svekokarelska och yngre graniter och pegmatiter. I Småland förekommer lokala anomalier som kan kopplas till graniter.

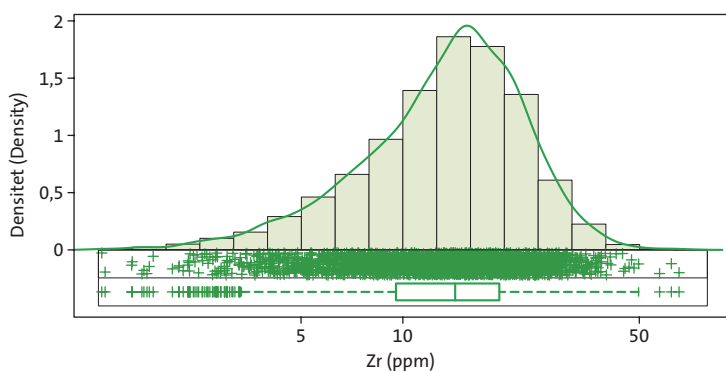
ZIRKONIUM

Zirconium is a typical trace element which occurs mainly as the mineral zircon in granitic and alkaline rocks. As a minor element, zirconium occurs in rock-forming minerals such as clinopyroxene, amphibole, garnet and mica, and it substitutes for titanium in ilmenite, titanite and rutile. The amount of zirconium in sedimentary rocks depends on the contribution of heavy minerals, which can be high in some sandstones (e.g. greywacke and arkose).

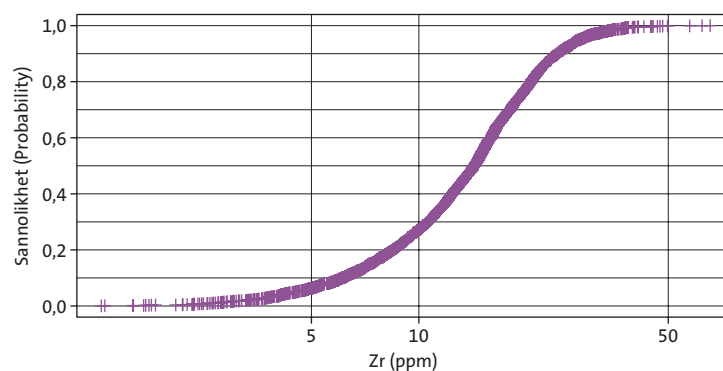
Zirconium has low solubility and mobility. Zirconium released from the weathering of e.g. biotite, pyroxene and amphibole can adsorb to clay minerals and, to a lesser extent, to organic matter.

Even though the zirconium solubility is very low, most of the zirconium anomalies in till can be correlated to the underlying crystalline rocks, especially granites and alkaline rocks, such as syenite. For instance, the till overlying the large Ljusdal batholith in central Sweden contains elevated zirconium concentrations. Sedimentary rocks (shale and sandstone) and their metamorphic equivalents contribute to elevated zirconium contents in till (e.g. in the Caledonides). In Bergslagen, zirconium anomalies reflect the presence of acid metavolcanic rocks, and Sveco-Karelian and younger granites and pegmatites. In Småland, local zirconium anomalies point to the occurrences of granites.

Histogram, endimensionellt spridningsdiagram och boxplot
Histogram, one-dimensional scatterplot and boxplot



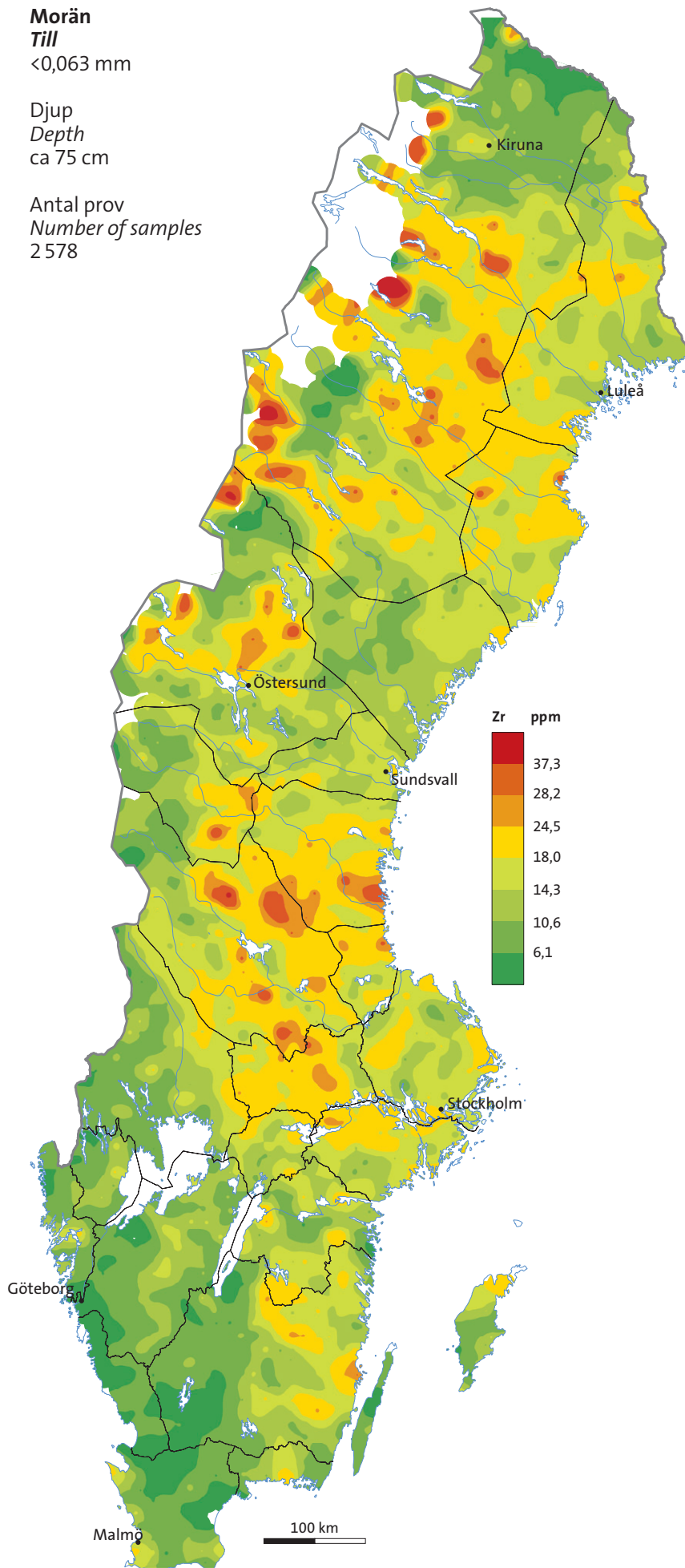
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179

