

Geokemisk atlas över Sverige

GEOCHEMICAL ATLAS OF SWEDEN

SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Geokemisk atlas över Sverige

GEOCHEMICAL ATLAS OF SWEDEN

Omslagsbild: Jörgen Larsson
Kartor: Alla kartor i atlasen är framställda av SGU.
Topografiska underlag från Lantmäteriet.
Maps: All maps have been produced by SGU.
Topographical data from Lantmäteriet.
Grafisk form: Jeanette Bergman Weihed, SGU
Tryck: Elanders Sverige AB, 2014
ISBN 978-91-7403-258-1

Sveriges geologiska undersökning
Box 670
SE-751 28 Uppsala
Tel.: +46 18 17 90 00
Mail: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Geokemisk atlas över Sverige

GEOCHEMICAL ATLAS OF SWEDEN

Madelen Andersson, Mikael Carlsson, Anna Ladenberger,
George Morris, Martiya Sadeghi & Jo Uhlbäck

SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Förord

Sveriges geologi har studerats och dokumenterats i hundratals år. Kunskapen om bergarter, malmer, mineral och jordar har använts för att bygga upp vårt samhälle. Hur förekomsten av kemiska ämnen i mark och vatten varierar är däremot inte lika känt trots att de naturliga förekomsterna av grundämnena påverkar mark- och vattenkvalitet, skogs- och jordbruk samt människors och djurs hälsa.

I naturen finns även några av de farligaste ämnen som människan känner till, t.ex. arsenik. Den europeiska kemikaliemyndigheten, ECHA, har därför påpekat behovet av att kartlägga och förstå förekomsten av kemiska ämnen i vår miljö.

Den geokemiska kartläggning som hittills gjorts vid Sveriges geologiska undersökning (SGU) täcker inte hela landet. Därför påbörjade vi år 2011 projektet *Geokemisk atlas över Sverige*. Målet var att ta fram en rikstäckande databas med moderna analysresultat. Dessa presenteras i 67 kartor över grundämnena och pH i morän, nästan lika många kartor över ämnen i betesmark samt 14 biogeokemiska kartor.

Vi hoppas att atlasen ska få ett brett användningsområde, bl.a. inom samhällsplanering, hälsoarbete, miljöarbete, forskning och mineralprospektering. På senare tid har nya användningsområden dykt upp, t.ex. inom rättsmedicin och vid krishantering.

Arbetet med den geokemiska atlasen initierades av Kaj Lax och jag vill rikta ett stort tack till deltagarna Madelen Andersson (projektledare), Mikael Carlsson, Anna Ladenberger, George Morris, Sten-Åke Ohlsson, Martiya Sadeghi och Jo Uhlbäck för deras hängivna arbete, liksom till Jeanette Bergman Weihed, som svarat för utformningen av atlasen.

Uppsala i september 2014
Lena Söderberg
Generaldirektör, SGU

Preface

The geology of Sweden has been studied and documented for hundreds of years. The knowledge of rock types, ores, minerals and soils has been used to build the society. However, the variation of chemical compounds in soil and water is not as well known, despite the fact that the natural distribution of chemical elements affects soil and water quality, forestry and agriculture, and the health of humans and animals.

Some of the most hazardous compounds known to man, e.g. arsenic, occur naturally. The European Chemicals Agency (ECHA) therefore emphasises the need to identify and understand the presence of chemical substances in our environment.

The geochemical mapping carried out to date by the Geological Survey of Sweden (SGU) does not cover the whole country. In order to create a countrywide database with modern geochemical data, we initiated the project *Geochemical Atlas of Sweden* in 2011. The results are presented as 67 maps of elements and acidity in glacial till, almost as many maps of elements in grazing land soil, and 14 biogeochemical maps.

We hope that the atlas will have a wide range of applications, for instance in infrastructure planning, health and environmental planning, academic research and mineral exploration. Recently, new fields of application, such as forensic medicine and crisis management, have emerged.

The geochemical atlas was initiated by Kaj Lax and I would like to thank the project members Madelen Andersson (project leader), Mikael Carlsson, Anna Ladenberger, George Morris, Sten-Åke Ohlsson, Martiya Sadeghi and Jo Uhlbäck for their dedicated work, as well as Jeanette Bergman Weihed, who was responsible for the design of the atlas.

Uppsala, September 2014
Lena Söderberg
General Director, SGU



Innehåll ♦ Contents

Inledning <i>Introduction</i>	8
Metoder <i>Methods</i>	26
Jordbruksmarkens geokemi <i>Geochemistry of agricultural soils</i>	30
Biogeokemi <i>Biogeochemistry</i>	40
Kartor <i>Maps</i>	47
Ordlista <i>Glossary</i>	160
Tack <i>Acknowledgement</i>	163
Referenser <i>References</i>	164
Appendix 1. Statistik <i>Statistics</i>	166
Appendix 2. Bakgrundshalter av grundämnen i morän i Sveriges län <i>Background levels of elements in till in Swedish counties</i>	174
Appendix 3. Grundämnenas egenskaper <i>Element properties</i>	195

Inledning

BAKGRUND

Sveriges geologiska undersökning har sammanställt denna geokemiska atlas på grund av det ökade behovet i samhället av kunskap om metaller och andra grundämnens förekomst i miljön. Geokemi är vetenskapen om huvudelement och spårämnen i vår miljö, oavsett om källan är naturlig eller antropogen. Geokemi ger oss information om förekomsten av de kemiska elementen i berggrund, jord, vatten och vegetation.

Från början bedrevs geokemiska studier på 1800-talet för att undersöka jordskorpans kemiska sammansättning. F.W. Clarke vid USAs geologiska undersökning (USGS) publicerade 1889 *The Relative Abundance of Geochemical Elements* som 1908 följdes av *The Data of Geochemistry*. I Ryssland sågs V.I. Vernadsky som en föregångsman då han 1924 publicerade (på ryska) *Geochemistry*, i vilken tyngdpunkten låg på atomerna och deras rörelsemönster. Han blev också pionjär inom biogeokemin när *Essays on Geochemistry and the Biosphere* publicerades, i vilken elementens uppträdande i växter och djur behandlades. Under 1900-talet utvecklades geokemin i Ryssland starkt med inriktning på sökandet efter värdefulla mineral. Efter andra världskriget analyserades tusentals prov från jordskorpan vid Vernadskyinstitutet i Moskva och genomsnittliga värden för huvudelement bestämdes.

Användningen av glaciala avlagringar för att bestämma jordskorpans genomsnittliga elementhalter initierades 1933 av Victor Goldschmidt vid universitetet i Göttingen. Goldschmidt noterade att den genomsnittliga sammansättningen av huvudelementen i 77 prov av glacial lera (avsatt framför kanten av en inlandsis), sammanföll med den genomsnittliga sammansättning som bestämts av Clarke & Washington (1924) och som beräknats från analyser av över 5 000 bergartsprov. Medelvärdena av jordskorpans innehåll av huvudelement som räknades fram av Clarke och Washington, av Goldschmidt och vid Vernadskyinstitutet visar god överensstämmelse (Enghag 1998).

Geokemisk kartläggning är en metod för att göra det osynliga synligt och består i systematisk insamling av prov med åtföljande kemiska analyser där resultatet avrapporteras i form av kartor och en tolkning av analysresultatet. Metoden med geokemisk kartläggning togs ursprungligen fram som ett verktyg för att söka efter mineralfyndigheter (Brundin 1939). I Sverige var det Nils Herman Brundin som utvecklade tekniken för att passa svenska förhållanden. Brundin, som utbildades av Goldschmidt i Göttingen på 1930-talet, anställdes 1969 vid SGU och införde huvudsakligen två metoder i syfte att söka mineralfyndigheter: biogeokemi och morängeokemi, den senare inriktad på tunga mineral. Under en intensiv period på

Introduction

BACKGROUND

The Geological Survey of Sweden has compiled this geochemical atlas because of the increased societal need for knowledge about the distribution of metals and other elements in the environment. Geochemistry, the science of major and trace elements in our environment, whether the source is natural or anthropogenic, gives us information about the abundance of chemical elements in bedrock, soil, water and vegetation.

Initially, geochemical studies were conducted during the 19th century to investigate the chemical composition of the Earth's crust. In 1889, F.W. Clarke at the U.S. Geological Survey published *The Relative Abundance of Geochemical Elements*, which was followed by *The Data of Geochemistry* in 1908. In Russia, V.I. Vernadsky was seen as one of the founders of the topic when he in 1924 published *Geochemistry* (in Russian), in which the main focus was atoms and their molecular movement. Vernadsky became a pioneer within biogeochemistry when he published *Essays on Geochemistry and the Biosphere* on the significance of elements in plants and animals. In the 20th century, the study of geochemistry developed strongly in Russia with particular focus on mineral exploration. After World War II, thousands of samples of the Earth's crust were analysed at the Vernadsky Institute in Moscow and the average concentration of the major elements was determined.

The method of using samples from glacial deposits to determine the average element composition of the Earth's crust was initiated by V.M. Goldschmidt in 1933 at the University of Göttingen. Goldschmidt observed that the average abundance of the major elements in 77 glacial clay samples (deposited at the edge of an ice sheet) was similar to that of the 5 000 bedrock samples that Clarke & Washington (1924) had analysed. The mean values of the major elements of the Earth's crust calculated by Clarke and Washington, by Goldschmidt and at the Vernadsky Institute all show good agreement (Enghag 1998).

Geochemical mapping is the method of revealing "the invisible", and it involves the systematic sampling, chemical analysing and reporting of results as maps and interpretations. Geochemical mapping was originally developed as a tool for mineral exploration (Brundin 1939). In Sweden, Nils Herman Brundin adapted this technique to match Swedish conditions. Brundin, who was educated by Goldschmidt at the University of Göttingen in the 1930s, was employed by the Geological Survey of Sweden (SGU) in 1969 and he introduced primarily two exploration methods: biogeochemistry and till geochemistry, the latter with a focus on heavy minerals. During an intense period in the 1970s, prospectivity mapping was the dominant operation in geochemistry. However, the methods were not ideal for environmental studies, and in the 1980s the methods were redeveloped to meet the societal needs. This methodology has been used

1970-talet var prospekteringen dominerande för den geokemiska verksamheten. Metoderna var dock inte optimala för miljöändamål utan utvecklades under 1980-talet för att få bredare användning i samhället. Metodiken har använts för mineralprospektering, samhällsplanering, inventering av förorenad mark, human- och veterinärmedicin samt basnäringar inom skogs- och lantbruk. Inom den relativt nya vetenskapen medicinsk geologi har den geokemiska fördelningen av element en central roll i den geologiska miljö som utgör allt levandes livsrum. Vetgirigheten om vad som påverkar vår hälsa har ökat kunskapen om spårämnenas goda och dåliga influenser på människokroppen. Redan för 450 år sedan visste man att vissa element var nödvändiga för människan, men att de också kunde vara toxiska, vilket Paracelsus (1493–1541) uttryckte i frasen ”det är dosen som förgiftar”.

En växande gren av tillämpad geokemi är tätortsgeokemi som fokuserar på de urbana systemen i samhället. Varje stad har sin unika historia med industriell och kommersiell uppbyggnad som fått metaller att cirkulera i teknosfären. Utöver det antropogena tillskottet av metaller finns också den naturgivna källan till elementen i en stads geologiska miljö. I de urbana kartläggningarna ingår ofta analyser av organiska miljögifter som komplement till de metaller man i huvudsak fokuserar på.

Internationellt har geologiska undersökningar de senaste 60 åren använt geokemisk kartläggning för att få information om de kemiska elementens naturliga förekomst och spridning i litosfären, biosfären och hydrosfären. Provtagningsmedia, avstånd mellan insamlade prov

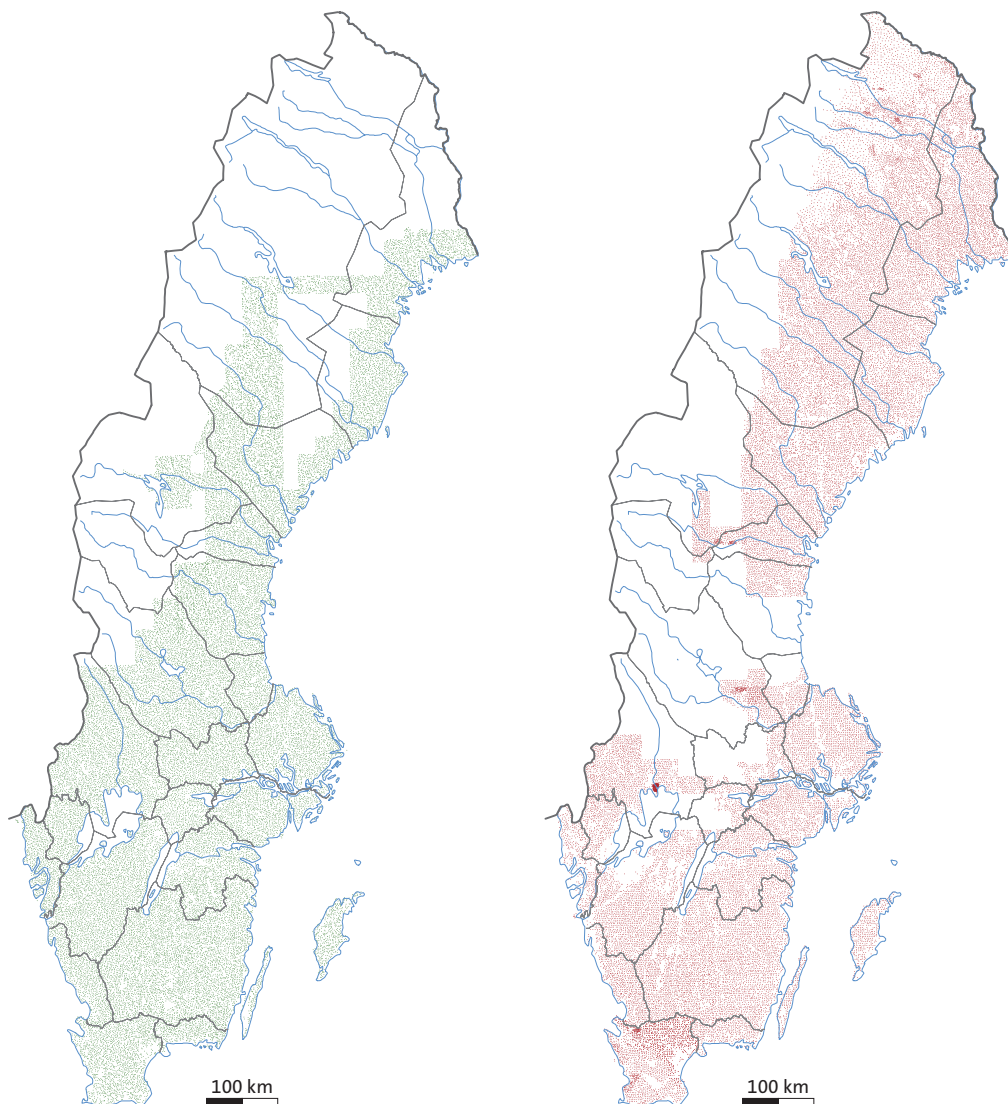
in fields like mineral exploration, social planning, inventorying of polluted ground, human and veterinary medicine, agriculture and forestry. Within a relatively new field of science called medical geology, the geochemical distribution of elements plays an essential role in the geological environment of all living organisms. The curiosity about what affects our health has led to increased knowledge of the good and bad influences of trace elements in the human body. More than 450 years ago, it was evident that some elements which were essential to the human body in small amounts became toxic at higher concentrations, something that Paracelsus (1493–1541) expressed in his phrase “the dose makes the poison”.

Urban geochemistry, a growing subject within the field of applied geochemistry, focuses on the presence of elements in the urban environment. Every city has its own history with industrial and commercial expansion which has deposited metals in the technosphere. In addition to anthropogenic sources of metals, there are natural sources of elements in the geological environment of a town. In the field of urban mapping, analyses of organic pollutants are often included as an additional feature to the mapping of metals that is the focus.

For the past 60 years, geological surveys around the world have used geochemical mapping to obtain information about the natural distribution of elements in the lithosphere, biosphere and hydrosphere. The sample media, distances between collected samples and analytical methods have been chosen to suit the particular survey. In cities, high sampling density is used (Johnson et al. 2011) and for specialised projects, for instance within prospectivity mapping, thousands of

Provtagning av bäckvattenväxter (till vänster) och morän (till höger).
Sampling of stream plants (left) and till (right).





Figur 1. Provtagna områden med bäckvattenväxter för den biogeokemiska karteringen 1982–2006 (till vänster) och med morän för den regionala markgeokemiska karteringen 1983–2013 (till höger). Provtagningsstätheten är lika för de båda metoderna med cirka ett prov per sex kvadratkilometer. *Sampled areas of stream plants for the biogeochemical mapping 1982–2006 (left) and till sampled for the regional geochemical mapping 1983–2013 (right). The sample density for both mapping programmes is about one sample per six square kilometres.*

och analysmetoder har anpassats till syftet med en undersökning. I städer används tät provtagning (Johnson m.fl. 2011) och vid särskilda undersökningar inom exempelvis mineralprospektering kan tusentals prov per kvadratkilometer samlas in. Vid kartläggningar där resultatet presenteras i liten skala används gles provtagning. I ett samarbete (Forum of European Geological Surveys, FOREGS) mellan de europeiska geologiska undersökningarna täcktes nästan hela Europa med en täthet av 1 prov per 5 000 km² med prov av jord från två djup, humus, älvsediment, översvämningssediment samt strömmande vatten (Salminen m.fl. 2005). Ett annat exempel på samprojekt är *Geochemical Mapping of Agricultural and Grazing Land Soil* (GEMAS) där 33 europeiska länder samlade in prov av åkermark och betesmark med en provtagningsstäthet av 1 prov per 2 500 km² (Reimann m.fl. 2013). Några resultat från GEMAS-projektet beskrivs i kapitlet Jordbruksmarkens geokemi i denna atlas.

Enligt det europeiska regelverket *Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH)*, som tillkom 2006, krävs säker industriell produktion och hantering av såväl antropogent framställda som naturligt förekommande metaller och andra spårämnen för att minimera risken för föroreningar. Det är därför viktigt att

samples per square kilometre can be collected. For mapping where the results are presented at a smaller scale, a lower sampling density is used. In a collaborative work, the Forum of European Geological Surveys (FOREGS) conducted by the European geological surveys, an area that covered almost all of Europe was sampled with a density of 1 sample per 5 000 km² with sample media of soil (from two depths), humus, river sediment, flood sediment and stream water (Salminen et al. 2005). Another example of a collaborative project is *Geochemical Mapping of Agricultural and Grazing Land Soil* (GEMAS), in which 33 countries participated and provided samples from agricultural and grazing land with a sample density of 1 sample per 2 500 km² (Reimann et al. 2013). Some results from the GEMAS project are presented in the chapter Geochemistry of agricultural soil in this atlas.

According to the European Regulation on the *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)* that was founded in 2006, safe handling and industrial production of anthropogenic and natural metals and trace elements are required to minimise potential pollutants. Therefore, it is important to know about the natural background levels of elements and their sources. Many countries have set limiting values for elements to allow for environ-

känna till naturliga bakgrundsnivåer av element och orsaken till dessa. Många länder har tagit fram gränsvärden som är anpassade till respektive lands förutsättningar för att arbeta för en säker miljö. I Sverige har Naturvårdsverket bestämt gränsvärden och riktvärden för bland annat dricksvatten, ytvatten, rötslam, jord, sjösediment och damm. För jord finns hittills riktvärden för antimon, arsenik, barium, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, molybden, nickel, vanadin och zink samt ett flertal organiska miljögifter (Naturvårdsverket 2009). Den naturliga bakgrunden av element är dock inte homogen utan varierar beroende på karaktären hos berggrunden och sammansättningen av det jordmaterial som överlagrar denna. Kartläggning av elementens rumsliga fördelning visar att det kan finnas så stora regionala skillnader att naturligt uppträdande metaller har halter som överstiger de uppsatta gränsvärdena.

Nya användningsområden inom elektronik och teknologi har gjort att efterfrågan under 2000-talet av tidigare inte använda metaller ökat dramatiskt. Hittills täcks Europas behov genom import, men mineralstrategiskt måste europeiska unionen (EU) säkra egna tillgångar på råvaror. Under ledning av EU-kommissionen har en arbetsgrupp, *Raw Materials Supply Group, Defining Critical Raw Materials*, identifierat metaller (metallgrupper) och råvaror som särskilt viktiga. EUs kritiska lista omfattade år 2010 antimon, beryllium, kobolt, flusspat, gallium, germanium, grafit, indium, magnesium, niob, tantal, platinagruppernas metaller, sällsynta jordartsmetaller och wolfram. En uppdaterad lista 2014 saknar tantal, men borater, fosfat, kisel, koks, krom och magnesit har tillkommit. Flertalet av dessa finns i den svenska berggrunden.

För Sveriges del baseras geokemiska databaser och kartor huvudsakligen på elementens förekomst och spridning i den morän som täcker 75 % av landet och som vanligtvis inte är påverkad antropogent eller av omfattande vittringsprocesser på det djup moränproven tas.

Noggrannhet vid provtagning, provberedning och analysering är nödvändig för att bygga upp de högkvalitativa databaser en kartläggning syftar till. Moderna analysmetoder med multielementteknik har möjliggjort att ett stort antal element kan bestämmas samtidigt. Över 50 element kan tillförlitligt analyseras med både röntgenfluorescenspektrometer (XRF) och med induktivt kopplad plasmasspektrometri (ICP-MS), vilket har sänkt kostnaderna radikalt för geokemisk kartläggning. Varje analysprogram kräver dock ett omfattande kvalitetsarbete för att undvika feltolkning av analysresultatet och för att ange hur data bör användas (Lax & Selinus 2005).

Huvudmålet för geokemisk kartläggning vid SGU har under drygt 30 år varit att med kontinuerlig provtagning ta fram analysdata av hög kvalitet. Två typer av provmedia har använts för detta ändamål (fig. 1). Den biogeokemiska metoden utvecklades från att samla in inhomogent, dött växtmaterial (bäcktorv) från bäck- och dikeskanter till att provta levande rötter och vattenmossa från strömmande små vattendrag. Den andra provtypen är morän och i mindre omfattning andra sediment. Provtätheten för båda provtyperna är 1 prov per 7 km² och båda typerna har analyserats med flera analysmetoder för att optimera antalet element. Den biogeokemiska databasen består av analyser av bäckvattenväxter insamlade under perioden 1982–2006 från 38 000 vattendrag. Med nuvarande karteringsmetodik har insamling av morän gjorts från mer än 40 000 lokaler. Införandet av förbättrade analysmetoder under åren har dock medfört olika yttäckning per analysmetod i de provtagna områdena.

mental safeguarding. The Swedish Environmental Protection Agency (EPA) has, so far, set benchmark values e.g. for drinking water, surface water, sludge, soil, lake sediments and dust. When it comes to soil, so far there are benchmark values for antimony, arsenic, barium, lead, cadmium, cobalt, copper, chromium, mercury, molybdenum, nickel, vanadium, zinc and several organic pollutants (Naturvårdsverket 2009). However, the natural background levels of elements are not homogeneous but vary depending on the character of the bedrock and the composition of the soil matter that overlies the bedrock. The geochemical maps reveal large regional differences in element distribution patterns, locally with naturally high metal concentrations above the established limiting values.

During the 2000s, the rapid development in electronics and technology has dramatically increased the market for previously overlooked metals. So far, the demand in Europe has been covered through import, but for a sustainable future the European Union (EU) must rely on sources within the European economic area. The European Commission leads the working group *Raw Materials Supply Group, Defining Critical Raw Materials*, which has identified metals (metal groups) and raw materials of major importance. In 2010, this, so-called, critical list comprised antimony, beryllium, cobalt, fluor spar, gallium, germanium, graphite, indium, magnesium, niobium, tantalum, platinum group elements, rare earth elements and tungsten. An updated list 2014 lacks tantalum, but borates, phosphate, silicon (rock), coking coal, chromium and magnesite have been added. Many of these are abundant in the Swedish bedrock.

Geochemical databases and maps of Sweden are mainly based on the distribution of elements in till, which covers about 75% of the country and only in rare cases is influenced by anthropogenic impact and extensive weathering processes at the sampling depth.

Accuracy in field sampling, sample preparation and analysis are necessary in order to build the high quality databases that a mapping programme contains. Modern methods that can do multi-element analysis have made it possible to determine the concentrations of many elements simultaneously. More than 50 elements can be consistently analysed both with X-ray fluorescence (XRF) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), which has lowered costs radically within geochemical mapping programmes. However, every analytical programme needs extensive groundwork in order to avoid misinterpretations of the analytical results and to specify how the data can be used (Lax & Selinus 2005).

For more than 30 years, the main goal of the geochemical mapping programme at SGU has been to provide high quality, consistently sampled and analysed data. Two types of sample media have been used for this purpose (Fig. 1). The biogeochemical method developed from sampling of heterogeneous, non-living vegetation (stream peat) from streams and ditches to the sampling of living roots and mosses from small streams. The other sampling medium is till, and to some extent other soils. The sample density for both methods is 1 sample per 7 km² and both types have been analysed with several analytical instruments to optimise the number of elements. The biogeochemical database consists of analyses of stream plants sampled between 1982 and 2006 from 38 000 watercourses. Today, till samples are available from more than 40 000 sites. The introduction of improved analytical methods has, however, led to disparate areal coverage per analytical method in the sampled regions.



Foto: Kajsa Bovin

Vid urban geokemisk kartläggning samlas ett flertal provtagningsmedier in. Här provtas ytlig jord på en lekplats i Karlstad. Provtagningstätheten i tätorter är cirka ett prov per kvadratkilometer.

In urban geochemistry mapping, several media are sampled. Here, a topsoil is collected at a day-care centre in Karlstad. The sample density in cities is about one sample per square kilometre.

Med början 1999 har SGU genomfört tätortsgeokemiska undersökningar där flera provtagningsmedia använts. Hittills är Göteborg, Västerås, Stockholm, Uppsala, Malmö, Lund, Helsingborg och Karlstad kartlagda med syftet att ge en bild av aktuell metallstatus, inte att spåra föroreningar. Resultaten visar att den naturliga bakgrunden av element påspädda med ett diffust antropogent tillskott varierar mellan städerna vilket möjliggör framtagande av lokala gränsvärden (Lax & Andersson 2011).

Alla oanvända rester av moränproven har sparats omsorgsfullt sedan 1983. Moränprov från denna provbank kombinerat med gles provtagning i tidigare okarterade områden har gett det underlag för analyser som denna geokemiska atlas baseras på. Analyser av 66 element med ICP-MS har gjorts efter lakning av proven med kungsvatten. Detta är en mångsidig metod som ger analysresultat för ett stort antal element. Provtätheten är 1 prov per 150 km² över hela landet med undantag av några mindre områden i fjällkedjan som saknar både morän och vägar. Generellt är avståndet mellan proven 12,5 km vilket gör att detaljeringsgraden för kartorna är anpassad för en småskalig presentation av elementens spridningsmönster.

Urban geochemical mapping started at SGU at the beginning of 1999 and several sample media have been used. So far, Göteborg, Västerås, Stockholm, Uppsala, Malmö, Lund, Helsingborg and Karlstad have been surveyed to define the metal status of these towns rather than to trace pollutants. The results show that the natural background of elements influenced by diffuse anthropogenic impact varies between the towns, and results can be used to define local limiting values (Lax & Andersson 2011).

Starting in 1983, all unused leftovers from all samples of the modern geochemical mapping programme have been carefully stored. Till samples from this collection, together with low-density sampling from previously non-sampled areas, have been used as the base for this geochemical atlas. 66 elements were analysed by ICP-MS after preparation by aqua regia digestion. This all-round method gives analytical results for a large number of elements. The sample density is 1 sample per 150 km² applied to the entire country, with exceptions of minor areas of the Caledonian mountain chain that lack both till and accessibility. Generally, the distance between samples is 12,5 km, which provides a precision adapted to small-scale presentation of the element distribution patterns.

GEOLOGI

Jordklotet, vårt planetsystem och solen anses ha bildats samtidigt i utkanten av galaxen Vintergatan för 4,6 miljarder (10^9) år sedan (Grotzinger & Jordan 2010). Det är så långt tillbaka geologisk aktivitet kan spåras med hjälp av datering med radioaktiva isotoper av de äldsta meteoriter och bergarter som hittats på jorden.

Tiden från bildningen av jordklotet delas in i tre eoner: arkeikum (för 4,6 till 2,5 miljarder år sedan), proterozoikum (för 2,5 miljarder till 541 miljoner år sedan) och fanerozoikum (för 541 miljoner år sedan till nutid), se figur 2.

Sett ur ett geologiskt perspektiv är den kvartära perioden, som inleddes för ca 2,6 miljoner år sedan, mycket kort. Ett varierande klimat under denna period ledde till att glaciärer bildades och att de smälte bort. Varje gång omformades landets relief genom erosion av landytan och avsättning av material.

Det landskap vi känner idag har i stort sett fått sin karaktär under de senaste ca 117 000 åren, som utgör Weichselistiden. De glaciala avlagringar som fanns kvar när den sista isen smälte bort för ungefär 10 000 år sedan är bland annat den morän som utgör grunden för denna atlas.

Berggrunden

Sveriges berggrund består av några av Europas äldsta bergarter (fig. 3). Berggrunden kan indelas i stora litotektoniska enheter (Stephens m.fl. 1997, Bergman m.fl. 2012) som består av bergarter med en särpräglad tektonisk historia och geokemisk karaktär. Huvuddelen av berggrunden tillhör den fennoskandiska skölden, som består av den svekokarelska orogenen inkluderande arkeiska bergarter i landets norra del, post-svekokarelska magmatiska och sedimentära provinser som inte påverkats av orogen aktivitet, Blekinge-Bornholmsorogenen i den sydöstra delen, samt den svekonorvegiska orogenen i den sydvästra delen av landet. De återstående enheterna är den kaledoniska orogenen och bergarter i det sedimentära täcket, diabas och basalt, som vilar på den fennoskandiska skölden (fig. 3).

De äldsta arkeiska bergarterna finns enbart i norra Sverige och består av 3,2–2,6 miljarder år gammal tonalit–trondhjemit–granodioritgnejs, granitoid, diorit, paragnejs och metavulkaniska bergarter. De flesta av dessa bergarter påverkades av en metamorf händelse för ca 2,7–2,6 miljarder år sedan, och de blev senare deformerade och metamorfoserade ytterligare en gång under den svekokarelska orogenesen. De sydligaste områdena där dessa bergarter går i dagen är mellan Luleå och Piteå, nära Boden samt norr om Jokkmokk.

Huvuddelen av Sveriges berggrund består av bergarter som bildades längs en aktiv kontinentkant i samband med subduktionsprocesser under den svekokarelska orogenesen (2,0–1,8 miljarder år sedan). Detta orogena system påverkade även äldre, 2,4–2,0 miljarder år gamla sedimentära och magmatiska bergarter som avsattes i riftbassänger på den arkeiska kontinenten. Den svekokarelska orogenen utmärks av stora batoliter, huvudsakligen sura vulkaniska bergarter och klastiska sedimentära bergarter. Alla dessa bergarter blev i varierande grad metamorfoserade under lågt tryck upp till amfibolit- och granulitfacies, delvis med migmatitbildning. De 1,9 miljarder år gamla bergarterna i den svekokarelska orogenen innehåller några av Europas viktigaste mineralförekomster och nästan alla aktiva gruvor, till exempel järnoxidmalmen i Kiruna i Norrbotten och Dannemora

GEOLOGY

The solar system with the Sun, the Earth and other planets was formed at the periphery of the Milky Way Galaxy 4,6 billion (10^9) years ago (Grotzinger & Jordan 2010). This formation event can be traced with the help of isotopic dating of the oldest meteorites and rocks found on the Earth.

Starting with the Earth's formation, the time scale is divided into three eons: Archean (4,6 to 2,5 billion years ago), Proterozoic (2,5 billion to 541 million years ago) and Phanerozoic (541 million years ago until present), see Figure 2.

From a geological perspective, the Quaternary period, which began about 2,6 million years ago, is very short. Climate variations during this period led to the multiple formations of ice sheets and their later retreat. Within every glacial cycle, the Earth's surface was deeply eroded and covered by sequences of deposits, resulting in a modified relief.

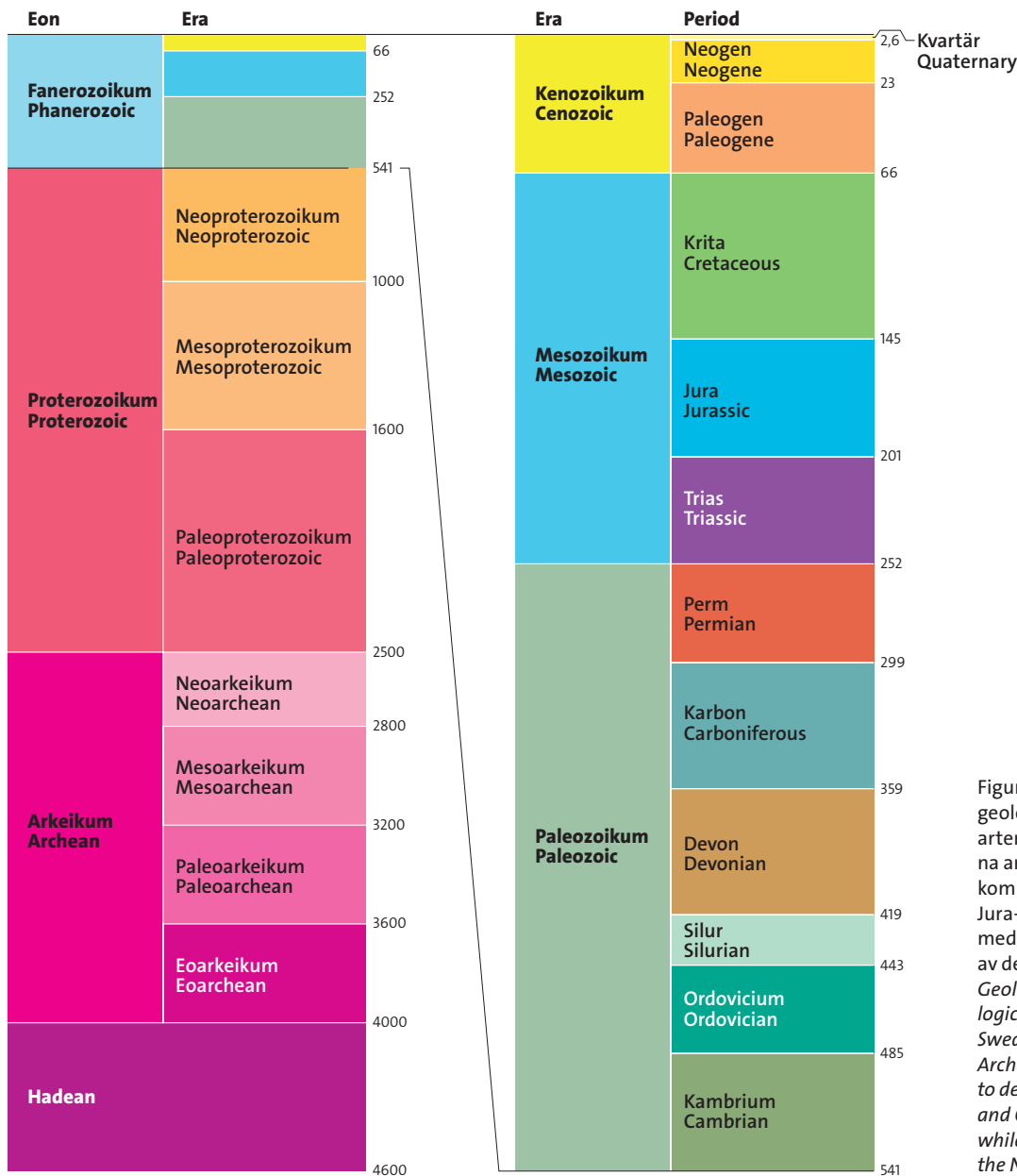
The landscape we know today has largely acquired its character during the last c. 117 000 years, which is the Weichselian glacial interval. Till represents the major type of glacial deposits that remain after the ice melted c. 10 000 years ago and constitutes the base sample type for this atlas.

Bedrock

The bedrock in Sweden includes some of the oldest rocks in Europe (Fig. 3). The Swedish bedrock can be divided into major lithotectonic units (Stephens et al. 1997, Bergman et al. 2012), many of which contain rocks with a distinct tectonothermal history and geochemical character. Most of the bedrock in Sweden belongs to the Fennoscandian Shield, which consists of the Svecokarelian orogen including Archean rocks in the northern part of the country, post-Svecokarelian magmatic and sedimentary provinces unaffected by orogenic activity, the Blekinge-Bornholm orogen in south-easternmost Sweden, and the Sveconorwegian orogen in the south-western part of the country. The remaining units include the Caledonian orogen and sedimentary cover rocks, dolerite and basalt, resting on the Fennoscandian Shield (Fig. 3).

The oldest Archean rocks occur exclusively in northern Sweden and are composed of 3,2–2,6 billion years old tonalit–trondhjemit–granodiorite gneiss, granitoid, diorite, paragneiss and metavolcanic rocks. Most of these units resulted from a metamorphic event at 2,7–2,6 billion years ago, and were subsequently deformed and metamorphosed again during the Svecokarelian orogeny. The southernmost outcrops of Archean rocks occur between Luleå and Piteå, near Boden, and north of Jokkmokk.

Most of the Swedish bedrock is composed of rocks that formed along an active continental margin related to subduction processes during the Svecokarelian orogeny (2,0–1,8 billion years ago). This orogenic system also affected older, 2,4–2,0 billion years, sedimentary and igneous rocks that were deposited in rift basins on the Archean continent. Characteristic features of the Svecokarelian orogen are the presence of large batholiths, predominantly acid volcanic rocks and siliciclastic sedimentary rocks. All these rocks were variably metamorphosed under low pressure conditions and with metamorphic grades reaching amphibolite to granulite facies, partly with migmatitisation. The 1,9 billion years old rocks within the Svecokarelian orogen host some of the most important mineral deposits in Europe and the most active mines. Some examples are the iron oxide deposits at Kiruna in Norrbotten and at Dannemora in Bergslagen, and the



Figur 2. Geologisk tidsskala med åldrar för de större geologiska perioderna i miljoner år. De flesta bergarter i Sverige bildades under prekambrium (eoner-na arkeikum och proterozoikum). Därefter började komplexa livsformer utvecklas under ordovicium. Jura- och kritaperioderna blev dinosauriernas tid, medan hominider började uppträda först mot slutet av den neogena perioden.
Geological time scale with ages of the main geological time periods in million years. Most rocks in Sweden formed during the Precambrian (the eons Archean and Proterozoic). Then complex life began to develop during the Ordovician period. The Jurassic and Cretaceous periods were the time of dinosaurs, while hominids began to appear towards the end of the Neogene period.

i Bergslagen, och de polymetalliska basmetallsulfidmalmerna i Skelleftefältet och Bergslagen.

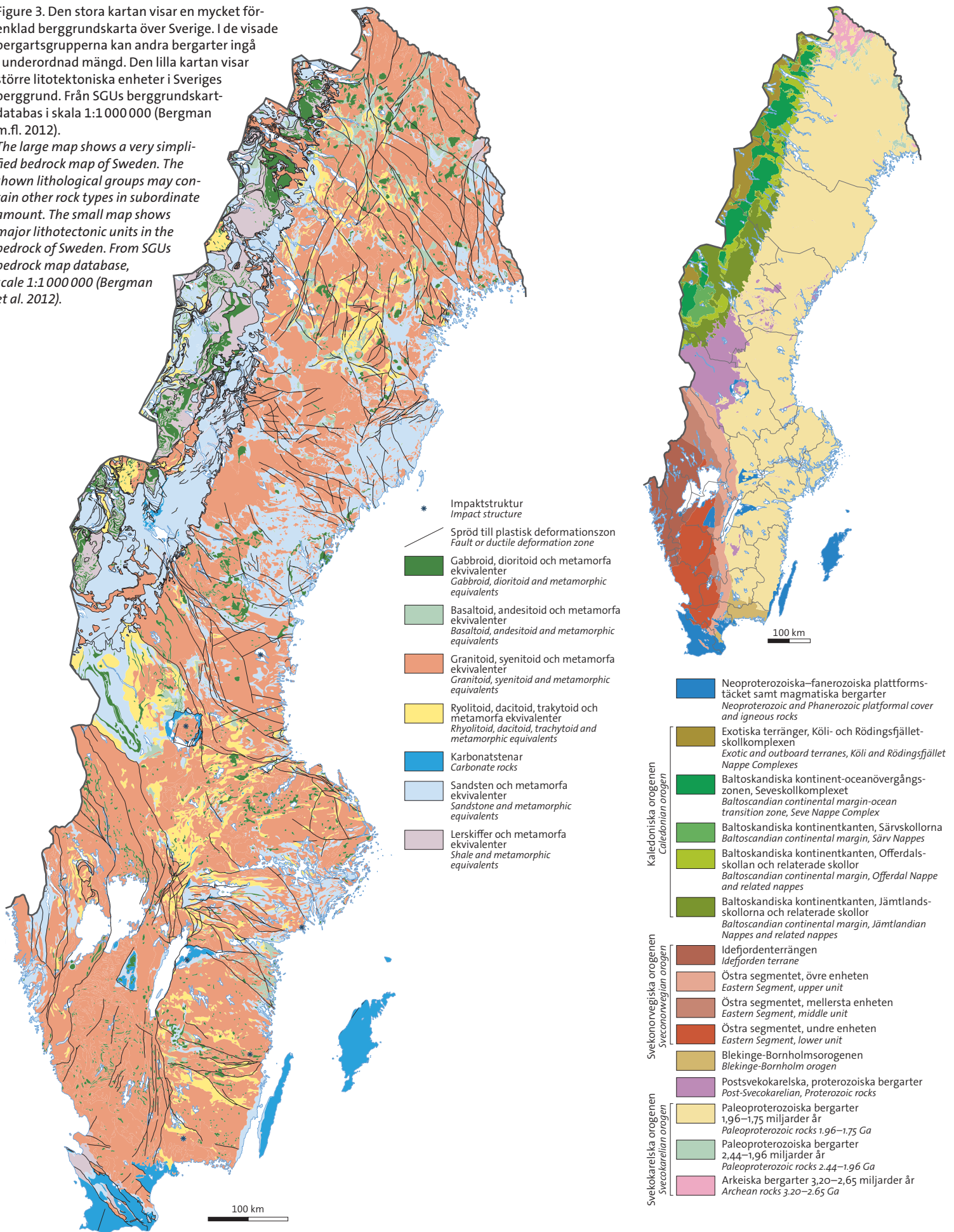
En större grupp av senpaleoproterozoiska magmatiska bergarter (det transskandinaviska magmatiska bältet) bildades under (för ca 1,87–1,84 och 1,8 miljarder år sedan) och efter (för ca 1,7 miljarder år sedan) den svekokarelska orogenesisen. De förekommer från sydligaste Sverige och norrut, in under den kaledoniska orogenen och upp till norra Norges kustområden. Bergarterna utgörs av gabbro, monzodiorit, syenitoid och granit och associerade vulkaniska bergarter. Den postsvekokarelska utvecklingen fortsatte med intrusion av mesoproterozoisk gabbro och rapakivigranit (ca 1,6–1,5 miljarder år sedan), avsättning av sandsten med inlagring av basalt (ca 1,5–1,4 miljarder år sedan) och intrusion av diabas som gångar och lagergångar (1,27–1,25 miljarder år sedan). Dessa bergarter utgör en volymmässigt underordnad men viktig komponent i centrala Sverige.

polymetallic base-metal sulphide deposits in the Skellefte district and in Bergslagen.

A major group of late Paleoproterozoic magmatic rocks (Transscandinavian Igneous Belt) formed during (c. 1,87–1,84 and 1,80 billion years ago) and after (1,7 billion years ago) the Sveco-Karelian orogeny. They extend from southernmost Sweden and northwards, beneath the Caledonian orogenic belt and up to the coastal regions in northern Norway. The rock types consist of gabbro, monzodiorite, syenitoid and granite, and associated volcanic rocks. The post-Sveco-Karelian evolution continued with the intrusion of Mesoproterozoic gabbro and rapakivi granite (at 1,6–1,5 billion years ago), deposition of sandstone with basalt intercalation (at 1,5–1,4 billion years ago) and the intrusion of dolerite dykes and sills (at 1,27–1,25 billion years ago). These rocks form a subordinate but important component in the central part of Sweden.

Figure 3. Den stora kartan visar en mycket förenklad berggrundskarta över Sverige. I de visade bergartsgrupperna kan andra bergarter ingå i underordnad mängd. Den lilla kartan visar större litotektoniska enheter i Sveriges berggrund. Från SGUs berggrundskartdatabas i skala 1:1 000 000 (Bergman m.fl. 2012).

The large map shows a very simplified bedrock map of Sweden. The shown lithological groups may contain other rock types in subordinate amount. The small map shows major lithotectonic units in the bedrock of Sweden. From SGUs bedrock map database, scale 1:1 000 000 (Bergman et al. 2012).



Blekinge-Bornholmorogenen i den sydöstra delen av den fennoskandiska skölden består av sedimentära, vulkaniska och intrusiva, 1,8–1,7 miljarder år gamla bergarter. De påverkades av plastisk deformation, medel- till höggradig metamorfos och magmatisk aktivitet under den danopoloniska orogenesen för 1,5–1,4 miljarder år sedan.

Den svekonorvegiska orogenen dominerar den sydvästra delen av den fennoskandiska skölden och kan indelas i flera nord–sydliga segment som begränsas av plastiska deformationszoner, till exempel den så kallade Mylonitzonen mellan Östra segmentet och Idefjordenterrängen. Orogenen består huvudsakligen av intrusiva, sedimentära och vulkaniska bergarter som bildats under tidigare orogena händelser: de svekokarelska, gotiska (1,6–1,5 miljarder år sedan) och hallandiska-danopoloniska (1,5–1,4 miljarder år sedan) orogenerna. Även intrusiva och övervägande klastiska sedimentära bergarter, som bildades för 1,3 miljarder år sedan eller senare, ingår. Alla dessa berggrundsenheter genomgick deformation och metamorfos för ca 1,1 miljarder år sedan i samband med kontinental subduktion och kontinent–kontinentkollision. Detta skedde vid höga tryck under amfibolit- och granulitfacies, lokalt med bildning av eklogit. Den senorogena fasen utmärks av intrusion av gabbro, granit och pegmatit och flera generationer av diabas (0,98–0,95 miljarder år gamla), samt avsättning av sandsten.

I nordvästra Sverige utgör den kaledoniska orogenen ett ca 1 000 km långt bälte som bildades under tidig- till medelpaleozoisk tid (kambrium till devon) när en gammal ocean (Iapetus) mellan kontinenterna Baltica (Skandinavien) och Laurentia (Nordamerika och Grönland) försvann och kontinenterna slutligen kolliderade. Den kaledoniska orogenen består huvudsakligen av neoproterozoiska till siluriska sedimentära, vulkaniska och intrusiva bergarter som bildades längs Balticas kontinentkant och i Iapetusocenen. Dessa enheter sköts, tillsammans med skivor av underlaget, ca 300 km mot öster upp på den fennoskandiska skölden i ett flertal stora överskjutningsskollor. Metamorfosen i skollorna varierar från grönskiffer- till amfibolitfacies och lokalt upp till högtrycksgranulit- och eklogitfacies.

Neoproterozoiska och tidigpaleozoiska bergarter utanför den kaledoniska orogenen finns i centrala och södra Sverige. Neoproterozoiska bergarter påträffas nära Sundsvall (det intrusiva, alkaliska och karbonatitiska Alnökomplexet) och nära Vättern (sandsten, lerskiffer, dolomit och konglomerat i Visingsögruppen). Huvuddelen av de paleozoiska enheterna är rester av kambrosiluriska plattformsavlagringar (540–420 miljoner år gammal sandsten, lerskiffer och kalksten) som tidigare täckte stora delar av centrala och norra Europa. Dessa sedimentära bergarter finns i centrala Sverige nära Östersund och runt Siljan, och i södra Sverige vid Billingen–Kinnekulle, i Skåne och på Gotland och Öland.

Sveriges yngsta berggrund finns bevarad i landets södra del där permisk, riftrelaterad magmatisk aktivitet följdes av mesozoisk och kenozoisk nedsänkning, avsättning av sandsten, lerskiffer och kalksten samt lokalt basaltisk vulkanism.

DEN KVARTÄRA PERIODEN

Under kvartärtiden, som inleddes för ca 2,6 miljoner år sedan, har området som idag utgör Sverige utsatts för flera glaciationer, speciellt under de senaste en miljon åren. Under kvartärtidens kallperioder utvecklades inlandsisar över hela eller delar av Sverige. Dessa glaciationer avbröts temporärt av interstadialer (tillfälliga varmperioder

The Blekinge-Bornholm orogen, located in the south-easternmost part of the Fennoscandian Shield, consists of sedimentary, volcanic and intrusive rocks that are 1,8–1,7 billion years old. They were affected by ductile deformation, medium- to high-grade metamorphism and igneous activity during an orogenic event at 1,5–1,4 billion years ago (Danopolonian).

The Sveconorwegian orogen dominates in the south-western part of the Fennoscandian Shield and can be divided into several north–south trending segments, which are separated by ductile deformation zones, including the so-called Mylonite Zone which separates the Eastern Segment from the Idefjorden terrane. The orogen consists predominantly of intrusive, sedimentary and volcanic rocks formed during older orogenic events, i.e. the Svekokarelian, Gothian (1,6–1,5 billion years old) and Hallandian-Danopolonian (1,5–1,4 billion years old) orogenies. Intrusive and predominantly siliciclastic sedimentary rocks, which formed 1,3 billion years ago or later, are also present. All these rock units were deformed and metamorphosed c. 1,0 billion years ago in connection with continental subduction and continent–continent collision. High pressure conditions prevailed, with the metamorphic grade reaching amphibolite and granulite facies conditions, and with the formation locally of eclogite. The late orogenic phase is characterised by the intrusion of gabbro, granite and pegmatite and several generations of dolerite (at 0,98–0,95 billion years ago) and the deposition of sandstone.

In north-western Sweden, the Caledonian orogen extends in the form of a c. 1 000 km long belt, which was formed during the early to mid Paleozoic (Cambrian to Devonian), when the old Iapetus ocean, separating the old continents Baltica (Scandinavia) and Laurentia (North America and Greenland), disappeared and the continents ultimately collided. The Caledonian orogen is mainly composed of Neoproterozoic to Silurian sedimentary, volcanic and intrusive rocks, which were deposited along the continental margin of Baltica and in the Iapetus ocean. These units, together with slices of older basement, were thrust c. 300 km eastwards onto the Fennoscandian Shield in several large thrust sheets. The metamorphic grade within the Caledonian thrust sheets varies from greenschist to amphibolite facies, and locally to high pressure granulite and eclogite facies.

Neoproterozoic and Early Paleozoic rocks outside the Caledonian orogen occur in central and southern Sweden. Neoproterozoic rocks outcrop near Sundsvall (the Alnö carbonatite complex) and close to Vättern (sandstone, shale, dolomite and conglomerate of the Visingsö Group). The majority of Paleozoic rocks are remnants of the Cambro-Silurian platformal deposits (540–420 million years old sandstone, shale and limestone) that once covered large parts of central and northern Europe. These sedimentary rocks occur in central Sweden near Östersund and around Siljan, and in southern Sweden at Billingen–Kinnekulle, Skåne and on Gotland and Öland.

The youngest bedrock in Sweden is preserved in the southern part of the country where Permian rift-related magmatic activity was followed by Mesozoic and Cenozoic subsidence, deposition of sandstone, shale and limestone, and locally by basaltic volcanism.

THE QUATERNARY PERIOD

During much of the Quaternary period, which started about 2,6 million years ago, Sweden was subjected to cycles of glaciations of varying magnitudes. This was especially pronounced during the last 1 million years. During the cold intervals of the Quaternary period, ice sheets

under en glacial) samt separerades av interglacialer (mellanistider). Under interglacialerna och i isfria områden under interstadialerna var temperaturerna tillräckligt höga för att vegetation skulle finnas i Sverige. Eftersom varje glaciation helt eller delvis förstör spår efter äldre glaciationer finns relativt få spår efter kvartära glaciationer kvar på land. Däremot kan cykliska klimatvariationer bestämmas i marina sediment och deras geokemiska signatur (Shackleton & Opdyke 1976).

I Sverige finns spår efter den senaste glaciationen, Weichsel, bevarade på land. Weichsel kan generellt separeras i tre stadialer (perioder med större inlandsisar) med interstadialer (med mindre inlandsisar) emellan. Under tidig Weichsel (för ca 117 000–105 000 år sedan) blev klimatet kallare och en inlandsis växte fram från fjällkedjan mellan Sverige och Norge och expanderade senare mot Östersjön (Lundqvist 2004). Spår efter denna tidiga inlandsis finns i norra Sverige där de flesta glacialt eroderade landformerna visar en isrörelseriktning från nordväst mot sydöst (Lagerbäck & Robertsson 1988). Inlandsisens omfattning i söder vet man mindre om, men troligtvis sträckte sig inlandsisen till de centrala delarna av Sverige (Lundquist 1992, Kleman m.fl. 1997).

Den tidiga Weichselstadialen följdes av Brörupinterstadialen (också kallad Peräpohjolainterstadialen). Under detta skede drog sig isranden tillbaka till fjällkedjan och avsatte istransporterade avlagringar i form av morän längs kanterna. Dessa moräner markerar föregående gränser för inlandsisen. Mest välkänd är veikimoränen i norra Sverige (Lagerbäck 1988a).

Under den andra Weichselstadialen (för ca 93 000–85 000 år sedan) växte istäcket åter fram från fjällkedjan. Utbredningen av inlandsisen är osäker men den uppskattas från att endast ha täckt fjällkedjan och dess närområden (Kleman m.fl. 1997) till att ha täckt hela norra delen av Sverige ner till Stockholmstrakten. Den vidsträckta förekomsten av flera distinkt skilda moränbäddar i stratigrafin visar att den andra Weichselisen hade en betydande utbredning i centrala Sverige (Lundqvist 1992, Robertsson m.fl. 2005). Trots detta är landformer från den tidigare Weichselisen i stort sett opåverkade av detta andra istäcke. Den nästan totala avsaknaden av erosion har tolkats som att denna senare inlandsis var kallbaserad och frusen till sitt underlag (Lagerbäck & Robertsson 1988).

Odderadeinterstadialen (också kallad Tarendöinterstadialen) följde på den andra Weichselstadialen. Även om istäcket drog sig tillbaka till bergskedjan var klimatet fortfarande relativt kallt. Bevarade periglaciala formationer, som sandfyllda iskilar, bekräftar de kalla förhållandena i norra Sverige (Lagerbäck 1988b).

Under den tredje och sista Weichselstadialen bredde inlandsisen ut sig över norra Europa (för ca 70 000–13 000 år sedan) med sin största utbredning under hela Weichsel (fig. 4). Vid sitt maximum för ca 20 000 år sedan täckte isen hela Norge, Sverige och Finland och sträckte sig söderut till kontinental Europa och österut in i Ryssland. I tillväxtfasen och under den maximala utbredningen var en stor del av ismassan kallbaserad och icke-eroderande, och landformer från tidigare Weichselstadialer bevarades nästan fullständigt i norra Sverige. Bottenfrusen is sträckte sig så långt söderut som 60,5° (Hättestrand 1997), men med färre bevarade äldre landformer på grund av de tempererade förhållandena under deglaciationen med erosiv bottenmältande is. Kanske är det de begränsade effekterna av bottenfrusen is som gör att det fortfarande pågår diskussioner huru-

utvecklade över parts or all of Sweden. These glacial intervals were interrupted by interstadials, brief periods of relatively warm climate within a glaciation, and were separated by interglacials. Temperatures were high enough during interglacials to support vegetation as well as in ice-free areas during interstadials. Because each glaciation destroys, in whole or part, the record of the previous glaciation, little evidence of early Quaternary glaciations remains on land. Nevertheless, the cyclical climate pattern can be determined from marine sediments and their geochemical signature (Shackleton & Opdyke 1976).

Records of the most recent glacial interval, the Weichselian, have been preserved on land in Sweden. During the Weichselian, there were three periods of extensive ice sheets (stadials) separated by less extensive ice sheets during interstadials. During the early Weichselian (c. 117 000–105 000 years ago), the climate cooled and an ice sheet developed over the Swedish and Norwegian mountains and expanded towards the Baltic Sea (Lundqvist 2004). Evidence of this early Weichselian ice sheet is found in northern Sweden where most of the glacially moulded landforms show a preferred orientation from north-west to south-east, the direction of early Weichselian ice flow (Lagerbäck & Robertsson 1988). The southern extent of the early Weichselian ice sheet is less well known, but is believed to have extended to somewhere in central Sweden (Lundquist 1992, Kleman et al. 1997).

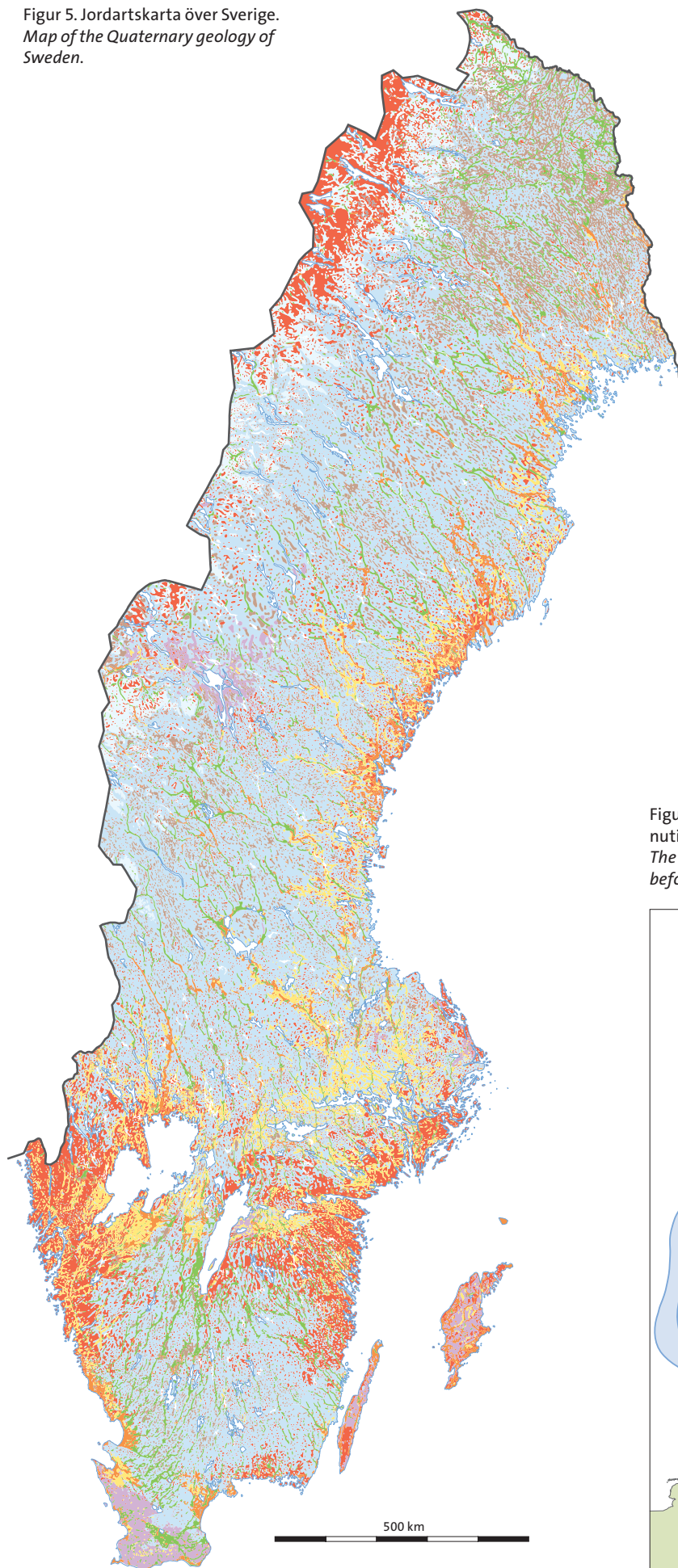
The early Weichselian stadial was followed by the Brörup interstadial (also called the Peräpohjola interstadial). During this interval, the margin of the ice sheet retreated towards the mountains and the ice sheet deposited moraines, piles of glacially transported debris, along its margin. These moraines mark the former limit of the ice sheet; the best known is the Veiki moraine in northern Sweden (Lagerbäck 1988a).

During the second Weichselian stadial (c. 93 000–85 000 years ago), an ice sheet again expanded from the mountains. The extent of this ice sheet is largely unknown, with estimates ranging from as small as only covering the mountains and near-mountain areas (Kleman et al. 1997) to as large as covering all of northern Sweden and extending as far south as Stockholm. The widespread presence of several distinct till beds in the stratigraphy shows that the second Weichselian ice advance covered extensive areas in central Sweden (Lundqvist 1992, Robertsson et al. 2005). Regardless, the landforms from the earlier Weichselian stadial were largely unaffected by the second ice sheet. This near absence of erosion suggests that the latter ice sheet was cold-based and frozen to its bed (Lagerbäck & Robertsson 1988).

The Odderade interstadial (also called the Tarendö interstadial), followed the second Weichselian stadial. Although the ice sheet retreated again into the mountains, the climate remained relatively cold. The presence of preserved periglacial features, such as sand-filled ice wedges, attests to these cold conditions in northern Sweden (Lagerbäck 1988b).

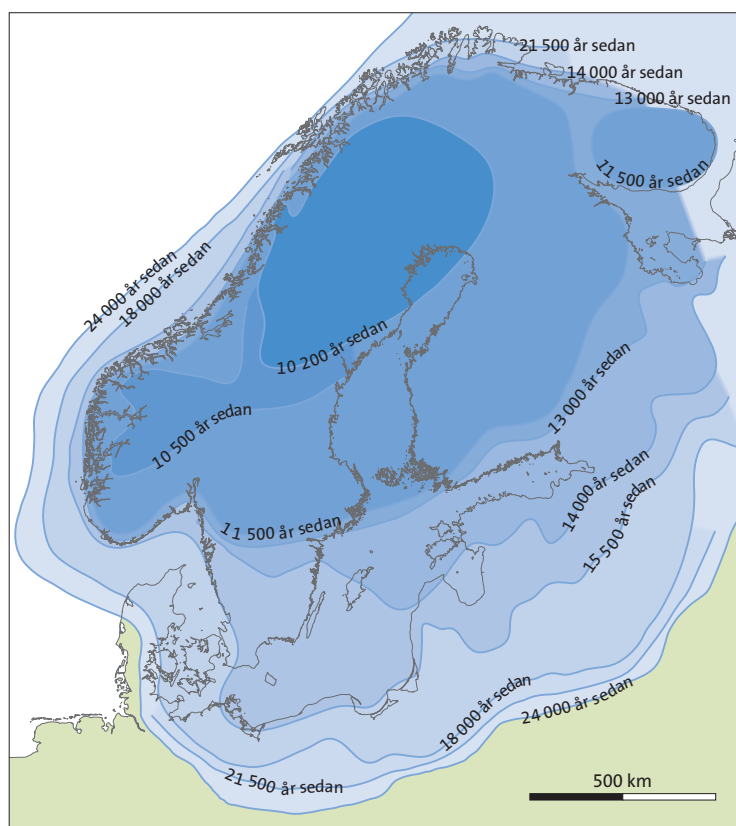
The ice sheet that spread across northern Europe during the third and final Weichselian stadial (c. 70 000–13 000 years ago) was the most extensive (Fig. 4). At its maximum about 20 000 years ago, this ice sheet covered all of Norway, Sweden and Finland, and extended south into continental Europe and east into Russia. During the advance and maximum extent phases, much of the ice sheet was cold-based and non-erosive. Thus, it left behind nearly perfectly preserved landforms from previous Weichselian stadials in northern Sweden. Cold-based ice extended as far south as 60,5° (Hättestrand 1997), but preservation appears to be more limited this far south due to the erosive, wet-based glacial conditions that prevailed during deglaciation.

Figur 5. Jordartskarta över Sverige.
Map of the Quaternary geology of Sweden.



- Torv
Peat
- Lera-silt
Clay-silt
- Sand, grus
Sand, gravel
- Isålvssediment
Glaciofluvial sediment
- Moränlera eller lerig morän
Clay till or clayey till
- Morän
Till
- Morän eller vittringsjord
Till or weathered surface layer
- Berg
Rock
- Glaciär
Glacier

Figur 4. Maximal utbredning av tredje Weichselisen. Tidsangivelserna från nutid markerar det krympande istäcket under avsmältningen.
The maximum extent of the third Weichselian ice sheet. The specified times before present indicate the retreating ice.



vida denna period avbröts av en interstadial (Wohlfarth m.fl. 2011) eller inte (Lundqvist 2004).

Då klimatet blev varmare började istäcket retirera. Under reträtten ändrades den basala isen på de flesta ställen från att vara bottenfrusen och icke-eroderande till att vara bottenmältande och eroderande. Det är alltså från reträttstadiet som spåren av den sista Weichselisen är bäst bevarade i stratigrafiska lagerföljder och morfologiska formelement.

Deglaciationen i Sverige började i Skåne, längst i söder, för ca 15 000 år sedan (Lundqvist & Wohlfarth 2001) och de sista fragmenten av inlandsisen försvann i Sarekregionen i norr (Kleman 1992). Det är fortfarande oklart när det allra sista av istäcket försvann från inlandet och norra Sverige, men det måste ha varit senare än för ca 10 500 år sedan då isen försvann från kustnära områden (Lindén m.fl. 2006).

Sediment som deponerades under deglaciationen kan indelas i tre grupper: morän, glaciofluviala grovkorniga sediment och glaciala finkorniga sediment. Morän, som strukturmässigt utgörs av partikelstorlekar från lera till block, deponerades över stora områden av en tempererad inlandsis. Det mesta av Sveriges yta täcks av morän (fig. 5) som dock lokalt överlagras av yngre sediment. Glaciofluviala sediment (sand, grus och sten) deponerades antingen under eller framför glaciärkanten av smältvattenströmmar. Även dessa sediment associeras endast med tempererade istäcken och finns ofta som linjära avlagringar i dalgångar. Finkorniga sediment (silt och lera) avsattes i större områden som täckts av uppdämda issjöar eller i låglandsområden där istäckets vikt pressat ned jordskorpan under havsnivån. Dessa sediment är mycket vanliga i södra och östra Sverige.

De två första sedimentgrupperna associeras med distinkta landformer, t.ex. moränryggar, som ofta markerar tidigare israndlägen. Under tempererade istäcken kunde moränen deformeras och bilda drumlinoida former, vilket är moränryggar utsträckta i isrörelseriktningen. Glaciofluviala sediment som deponerats i strömmande vatten under isen bildade vindlande ryggar, s.k. rullstensåsar. Där åsarna mynnade ut från glaciärkanterna kunde deltaområden bildas i stagnanta vattensamlingar. Dessa olika landformer kan, tillsammans med stratigrafiska lagerföljder, användas för att rekonstruera Sveriges glaciala historia.

TOPOGRAFI, KLIMAT OCH JORDMÅNER

I Sverige förekommer stora skillnader i höjd, terrängformer, nederbörd och klimat, där de två senare beror av landets långsmala form som sträcker sig 1 572 km från Treriksröset i norr till Smygehuk i söder. Höga berg i väster och slättland i söder samt längs kusterna gör att topografin är varierande. Fjällkedjan i nordväst når höjder upp till ca 2 000 m över havet (m ö.h.) medan den centrala delen av landet karakteriseras av nivåer på 200–800 m ö.h.

Klimatet varierar från subarktiskt i nordligaste delen av Sverige till ett mildare och fuktigare klimat i södra delen. Stora områden på högre altitud i nordväst har alpint tundraklimat. I fjällkedjan utgör de höga bergen en naturlig barriär för nederbörd, även om den västra delen får omfattande regn och snöstormar. Centrala Sverige domineras av ett kallt klimat. I sydväst är klimatet påverkat av Atlantens dominerande västliga och sydvästliga vindar med mycket nederbörd, medan den östra delen har ett kontinentalt klimat med mindre nederbörd.

Under den senaste istiden täcktes landet av enorma istäcken med en maximal tjocklek av 3 000 m. Tyngden av istäcket gjorde att

Perhaps due to the limited effect of cold-based glaciers, there is still debate about whether this period was interrupted by an interstadial (Wohlfarth et al. 2011) or not (Lundqvist 2004).

As climate warmed, the ice sheet began to retreat. As it did so, the basal ice changed in most places from a cold-based, non-erosive ice to a wet-based, erosive ice. It is therefore the retreat phase of the last Weichselian ice sheet that is best preserved in the stratigraphic and geomorphic records of glaciation.

Deglaciation of Sweden started in Skåne in the far south at around 15 000 years ago (Lundqvist & Wohlfarth 2001), and the last remnants of the ice sheet disappeared in the Sarek region of the far north (Kleman 1992). The timing of the final decay of ice from inland areas of northern Sweden is not well constrained, but is known to have occurred more recently than the deglaciation of the coastal areas at about 10 500 years ago (Lindén et al. 2006).

Sediments deposited during deglaciation can be divided into three groups: till, glaciofluvial coarse-grained sediments and glacial fine-grained sediments. Till, which is a composite of grain sizes from clay to boulders, was deposited directly by the ice throughout areas of wet-based ice. Till thus covers most of Sweden, but is locally buried by younger sediments (Fig. 5). Glaciofluvial sand, gravel and cobbles were deposited either beneath or in front of the glacier by meltwater streams. These sediments are also associated only with wet-based conditions and are often found as linear deposits in valleys. Fine-grained sediments (silt and clay) were deposited in broad areas once occupied by ice-dammed lakes and in low-lying areas where the weight of the ice had depressed the crust below sea level following deglaciation. These sediments cover much of southern and eastern Sweden.

The first two sediment groups, till and glaciofluvial sand, gravel and cobbles, can be associated with the presence of distinctive geomorphic landforms. As mentioned previously, moraines, ridges composed of till, often demarcate the past margins of an ice sheet. Additionally, till beneath wet-based ice can be deformed to create drumlinoids, linear ridges that are elongated in the direction of ice flow. Glaciofluvial sediments deposited in streams beneath the ice formed winding ridges known as eskers. When the eskers emerged from beneath the ice, they often formed deltas if they were in contact with a standing body of water. These landforms, in conjunction with the stratigraphy, can be used to reconstruct the history of glaciation and deglaciation in Sweden.

TOPOGRAPHY, CLIMATE AND SOIL FORMATION

In Sweden there are large differences in elevation, terrain, precipitation and climate, where the latter two are due to the country stretching 1 572 km from Treriksröset in the north to Smygehuk in the south. The topography varies, with mountains in the west and lowlands in the south and along the coasts. The Caledonian mountain range in north-west reaches altitudes of c. 2 000 m above sea level (m a.s.l.). The central part is characterised by altitudes of 200–800 m a.s.l.

The climate varies from subarctic conditions in northernmost Sweden to mild and humid in the south. Large areas at higher altitudes in the north-west exhibit alpine tundra climate. The mountain chain is a natural barrier for precipitation, although heavy rain and snow storms can occur in the western parts of the range. In central Sweden, a cold climate dominates. The climate of the south-west is strongly influenced by the Atlantic ocean with dominating westerly or

landmassan trycktes ner till åtminstone 800 m under dagens landyta. Under isavsmältningen började isostatiska processer att höja upp landet. Denna landhöjning pågår fortfarande och är som störst ca 10 mm per år vid kusten i Ångermanland. Inlandsisen fungerade som en gräns mot det salta havet, vars yta låg lägre än idag. Stora delar av landet låg lägre än havsyttenivån och även lägre än uppdämda issjöar i öster, t.ex. Baltiska issjön. Gränsen till land på högre nivåer dit Östersjön aldrig nått kallas högsta kustlinjen (HK), och är som högst där istäcket pressat ner jordskorpan maximalt. Nivån för HK (fig. 6) varierar därför från ca 289 m ö.h. i Ångermanland till ca 10 m ö.h. i södra Sverige.

När inlandsisen började smälta rann sötvatten från glaciärerna ut mot öster i den sänka som nu utgör Östersjön. En barriär av is förhindrade en förbindelse med Västerhavet ända tills iskantens reträtt nådde norr om Billingen i Västergötland och den uppdämda Baltiska issjön kunde dräneras ut till Nordsjön. Glaciala avlagringar och postglaciala processer är orsaker till utbredda moränområden, formationer av åsar och drumlinor och det stora antalet sjöar som finns över hela landet. Över 92 400 sjöar finns i Sverige och tack vare landhöjningen bildas fortfarande nya sjöar (Sveriges Nationalatlas 1995).

Markytans geomorfologi varierar beroende på den underliggande berggrundens relief och kvartära avlagringars landformer. Fjällkedjans toppar och plåtar har skapats genom erosion där "mjuka" bergarter nöts bort medan mer motståndskraftiga finns kvar som ryggar. Utanför fjällkedjan utbreder sig långsträckta höjdområden. De finns i stort sett i hela landet ovanför högsta kustlinjen och hit hör exempelvis Sydsvenska höglandet. Vidsträckta slätter med restberg (bergkullar och plåtar) som motstått erosion finns längs ostkusten, i mellansvenska sänkan, och i centrala och södra delen av landet men också i norr. Bergkullterrängen finns i Gästrikland, Hälsingland, Värmland och Västmanland medan plåtar finns i Västergötland och Dalarna. Slättlandet ligger i huvudsak under högsta kustlinjen, men restbergen kan nå upp till 400 m ö.h. Väl utvecklade och breda älvdalar liksom sprickdalar som följer berggrundens strukturer finns över hela landet, från fjälldalarna i nordväst till slätternas kustdalar och Höga kustens sprickdalar. Branter bildade genom erosion finns exempelvis på Öland och Gotland. Förkastningar har också skapat branta sluttningar, exempelvis kliporna vid Höga kusten i Ångermanland, Kullaberg i Skåne och Kilsbergen i västra Närke.

Skilnaderna i Sveriges klimat är avgörande för intensiteten av vittring i landet. Höjdnivåer och klimat är fundamentala parametrar som påverkar vittringen av minerogen och organisk jord och därmed också jordmänsbildningen. Utvecklingen av jordmänsregioner beror på tillgängligt ursprungsmaterial och vegetation, och på processer som mekanisk och kemisk vittring. Jordmänsbildningen når därför aldrig jämvikt utan fortsätter kontinuerligt.

Jord som utvecklats från näringsfattigt glacialt ursprungsmaterial bildar sura podsolprofiler, vilket är den vanligaste jordmånstypen i Sverige. Om ursprungsmaterialet är ler- och näringsrikt bildas en brunjordsprofil (cambisol), speciellt då mafiska mineral och kalk ingår. Cambisol förekommer speciellt i södra Sverige där temperatur (fig. 6A) och nederbörd (fig. 6B) bidrar till en snabbare jordmänsbildning. I tunna jordlager bildas lithosoler, som är svagt utvecklade jordprofiler. Dessa är vanliga i Bohuslän samt i kustnära områden i

south-westerly winds and high annual precipitation, while the eastern part is dominated by a continental climate and less precipitation.

During the most recent glaciation, ice sheets with a maximum thickness of 3 000 m depressed the crust to at least 800 m below the present land surface level. During deglaciation, the crust began to recover to its normal levels. This postglacial isostatic rebound continues today with a maximum uplift of 10 mm per year at the coast of Ångermanland. The ice sheet formed a barrier to the salt water ocean, which had a surface level much lower than it is today. Large parts of the country were situated below the surface level of the ocean or of ice-dammed lakes, such as the Baltic ice lake. The maximum extent of postglacial inundation is delimited by the highest coastline. The level of the highest coastline depends on how far the crust had been depressed. Therefore, the highest coastline (Fig. 6) varies between c. 289 m a.s.l. in Ångermanland and c. 10 m a.s.l. in the south of Sweden.

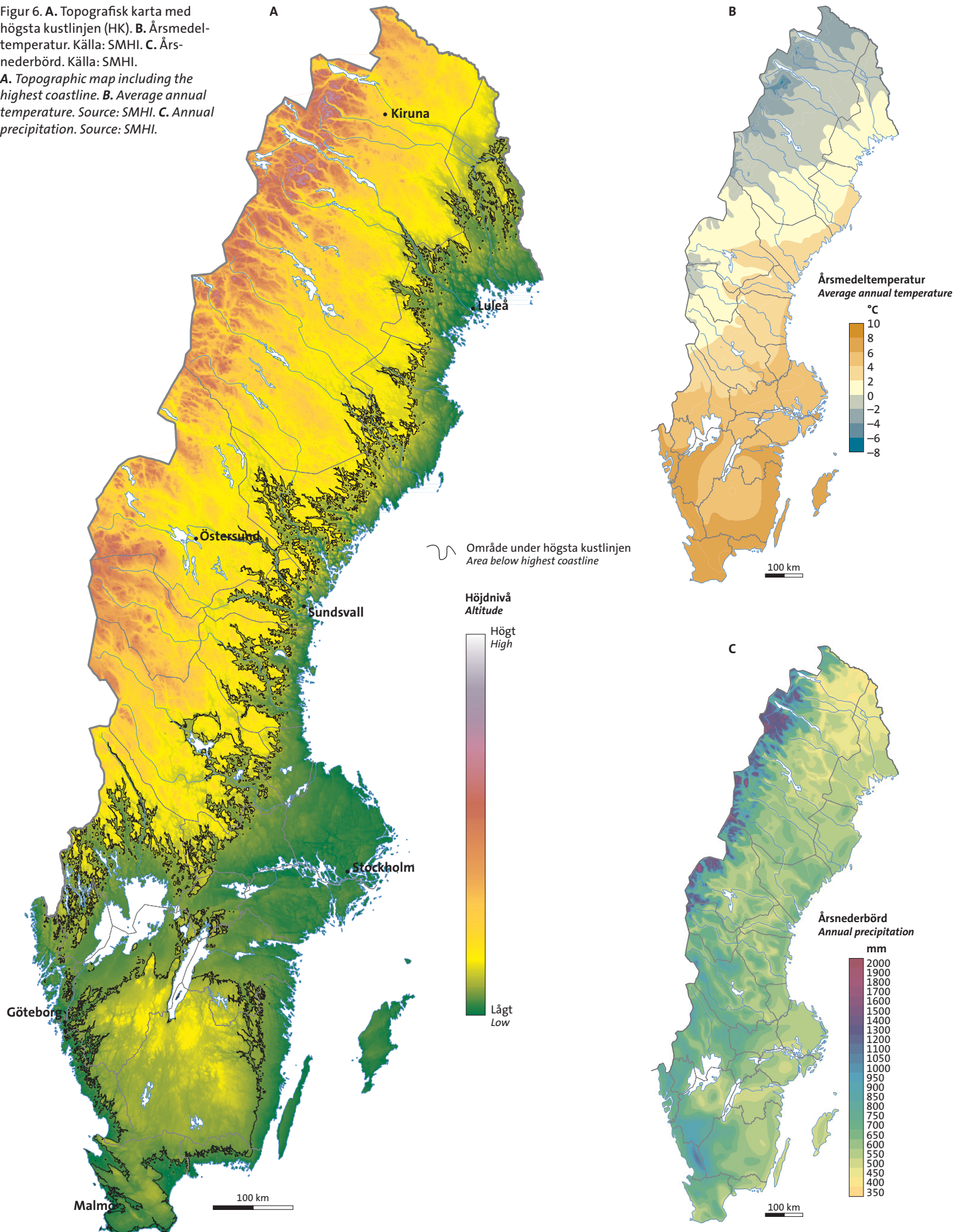
When deglaciation started, meltwater from the glaciers was trapped in an ice-dammed lake in the Baltic basin. As the ice margin retreated to the area north of Billingen in Västergötland, the lake drained westwards into the North Sea. Glacial deposition and the postglacial history are responsible for vast till deposits, landforms such as eskers and drumlins, and the large number of lakes all over the country. There are more than 92 400 lakes in Sweden and new lakes still form because of land uplift (Sveriges Nationalatlas 1995).

The geomorphology of the ground surface varies due to the underlying bedrock relief and landforms of Quaternary deposits. The mountain tops and plateaus were formed through physical and chemical weathering. When "soft rocks" eroded and were removed, more resistant rocks became relict features in the landscape. Above the highest coastline, extensive highlands are widely spread outside the mountainous areas, for example Sydsvenska höglandet. Widespread plains with relict mountains (hills of bedrock that resisted erosion) and plateau mountains are abundant along the eastern coast in the central and southern parts of the country and to some extent in the north. Terrain characterised by undulating bedrock hills is common in Gästrikland, Hälsingland, Värmland and Västmanland, while plateau mountains occur in Västergötland and Dalarna. The plains occur mainly below the highest coastline, but the relict mountains can reach 400 m a.s.l. Well-developed broad river valleys and ravines, that often follow bedrock structures, exist across the country, from the valleys in the mountain range in the north-west to the coastal plains and rifts at the coast. Scree slopes formed by erosion can be found on Öland and Gotland. Fault processes have also created steep slopes, for instance the cliffs of the High Coast (Höga kusten) in Ångermanland, at Kullaberg in Skåne and Kilsbergen in western Närke.

The differences in the Swedish climate are decisive for the intensity of weathering throughout the country. The altitude and varying climate affect the weathering conditions of both minerogenic and organogenic soils, and are therefore fundamental for soil formation. The evolution of soil regions depends on the available parent material and the vegetation, as well as on the processes of mechanical and chemical weathering. Therefore, the formation of soil never reaches a steady state but is a continuous process.

Soils developed from nutrient-poor glacial debris form an acidic podzol profile, which is the most common soil profile in Sweden. If the parent material is rich in clay and nutrients, a cambisol is developed, particularly in soil containing mafic minerals and carbonates.

Figur 6. A. Topografisk karta med högsta kustlinjen (HK). B. Årsmedeltemperatur. Källa: SMHI. C. Årsnederbörd. Källa: SMHI.
 A. Topographic map including the highest coastline. B. Average annual temperature. Source: SMHI. C. Annual precipitation. Source: SMHI.



nordöstra Småland, Östergötland och Södermanland. De nämnda jordmånstyperna förekommer mer eller mindre frekvent i områden med morän.

METALLOGENETISKA OMRÅDEN

Sverige är ett erkänt viktigt land för malmbrytning och har en stor metallpotential som inkluderar några av de största metallförekomsterna i Europa. Utnyttjandet av metallresurser har i själva verket bidragit till den ekonomiska utvecklingen i landet i mer än 1 000 år.

Dateringar med kol-14-metoden visar att exploatering av en av de viktigaste metallfyndigheterna, Falu gruva (koppar-guld) i Bergslagen i centrala Sverige, började för ca 700 år sedan (Eriksson & Qvarfort 1996). Efter i stort sett kontinuerlig brytning stängdes gruvan 1992, men prospektering har fortsatt i området. Exploateringen av Falu gruva resulterade i bildandet av ett av världens första aktiebolag år 1288. Företaget är inte längre involverat i gruvindustrin, men är i sin nuvarande form ett av de äldsta företagen i världen. I Sverige har malmbrytningen också varit en viktig faktor för utvecklingen av den moderna industrin och affärsverksamhet i allmänhet.

Potentiella metallogenetiska områden täcker omkring 22 % av landets yta (Hallberg m.fl. 2012) och de har delats upp i 42 områden som karaktäriseras av specifika grupper av metaller, historisk produktion, kända mineraliseringar och potentiella fyndigheter (fig. 7 och tabell 1). Basmetaller (Cu, Zn, Pb, Ni och Co) dominerar i 16 områden, järn och legeringsmetaller (Fe, Mn, Ti, V och Cr) i tretton områden, energimetall (U och Th) i sex områden, ädelmetaller (Au, Ag och platinagruppen) i fyra områden och "specialmetaller" (W, sällsynta jordartsmetaller m.fl.) i tre områden. De flesta malmförande områdena karaktäriseras dock av fler än en metallgrupp.

Fyra områden utgör de ekonomiskt viktigaste och anses som klassiska malmdistrikt i Sverige. Dessa är norra Norrbotten i nordligaste Sverige, Skelleftefältet i norra Sverige, Kaledoniderna längs gränsen mot Norge och Bergslagen i södra-centrala Sverige.

Malmdistriktet norra Norrbotten inkluderar både fyndigheter av massiv järnmalm i Kiruna, Gällivare–Malmberget, Vittangi och Lannavaara, och koppar-guldmineraliseringar som Aitik, Pajala och Viscaria. Alla dessa har bildats för mellan 2,1 och 1,86 miljarder år sedan. Även kobolt, molybden och zink är viktiga i norra Norrbotten.

Även om Skelleftefältet är relativt litet till ytan, ca 140 × 50 km, utgör det ett av de viktigaste guld- och basmetalldistriktet i Europa. Denna paleoproterozoiska (1,96–1,86 miljarder år gamla) magmatiska region omfattar mer än 150 massiva Zn-Cu-Pb-Ag-Au-sulfidmineraliseringar varav 30 har producerat metaller sedan 1924. Den östra delen av Skelleftefältet (nr 41 i fig. 7) är speciellt rik på guld och har producerat mer än 50 % av allt guld från Sverige.

Kaledoniderna skiljer sig geologiskt från resten av Sverige och består främst av yngre sedimentära bergarter som pressats upp på gammal berggrund. Denna region innehåller distinkta typer av mineraliseringar. Dominerande är bas- och ädelmetaller (främst Pb-Zn med Ag) i sedimentära bergarter, men en signifikant men fortfarande outnyttjad resurs är energimetallen uran som förekommer rikligt i låggradig svartskiffer.

Bergslagen är ett extremt rikt polymetalliskt område som har utgjort en central del för den svenska malminindustrin och ekonomin i över 1 000 år. Området kan generellt delas in i en nordlig del där

Cambisols är especially abundant in the southern part of Sweden, where temperature (Fig. 6A) and precipitation (Fig. 6B) contribute to the more rapid formation of soil. A very thin parent soil layer will form a lithosol, which is a poorly developed soil profile. Lithosols are common in areas in and surrounding Bohuslän, and in the coastal areas of north-eastern Småland, Östergötland and Södermanland. All these soil profiles are more or less frequent in till areas.

METALLOGENIC AREAS

Sweden is recognised as an important mining country and possesses a rich metal resource that includes some of the largest metallic deposits in Europe. Indeed, the exploitation of metallic resources has contributed to the country's economic development for well over 1 000 years.

Carbon-14 dating of charcoal shows that exploitation of one of the most important metal deposits, the Falun copper-gold deposit in the Bergslagen area of south-central Sweden, began around AD 700 (Eriksson & Qvarfort 1996). After almost continuous exploitation, the mine closed in 1992, but exploration continues in the area. Exploitation of the Falun deposit resulted in the formation of one of the world's first limited companies in 1288. Although no longer involved in the mining industry, the company constitutes one of the oldest extant companies in the world. As such, metal exploitation has also been an important factor in the development of modern business practises in Sweden.

Potential metallogenic areas cover approximately 22% of the country (Hallberg et al. 2012), and they have been divided into 42 areas characterised by particular sets of significant metals, past production, known deposits and estimated potential for future mineral discoveries (Fig. 7 and Table 1). Base metals (Cu, Zn, Pb, Ni and Co) dominate in 16 areas, ferrous metals (Fe, Mn, Ti, V and Cr) in thirteen areas, energy metal (U and Th) in six areas, precious metals (Au, Ag and the platinum group) in four areas, and "special" metals (W, REE and other) in three areas. Most metallogenic areas are, however, characterised by more than one metal group.

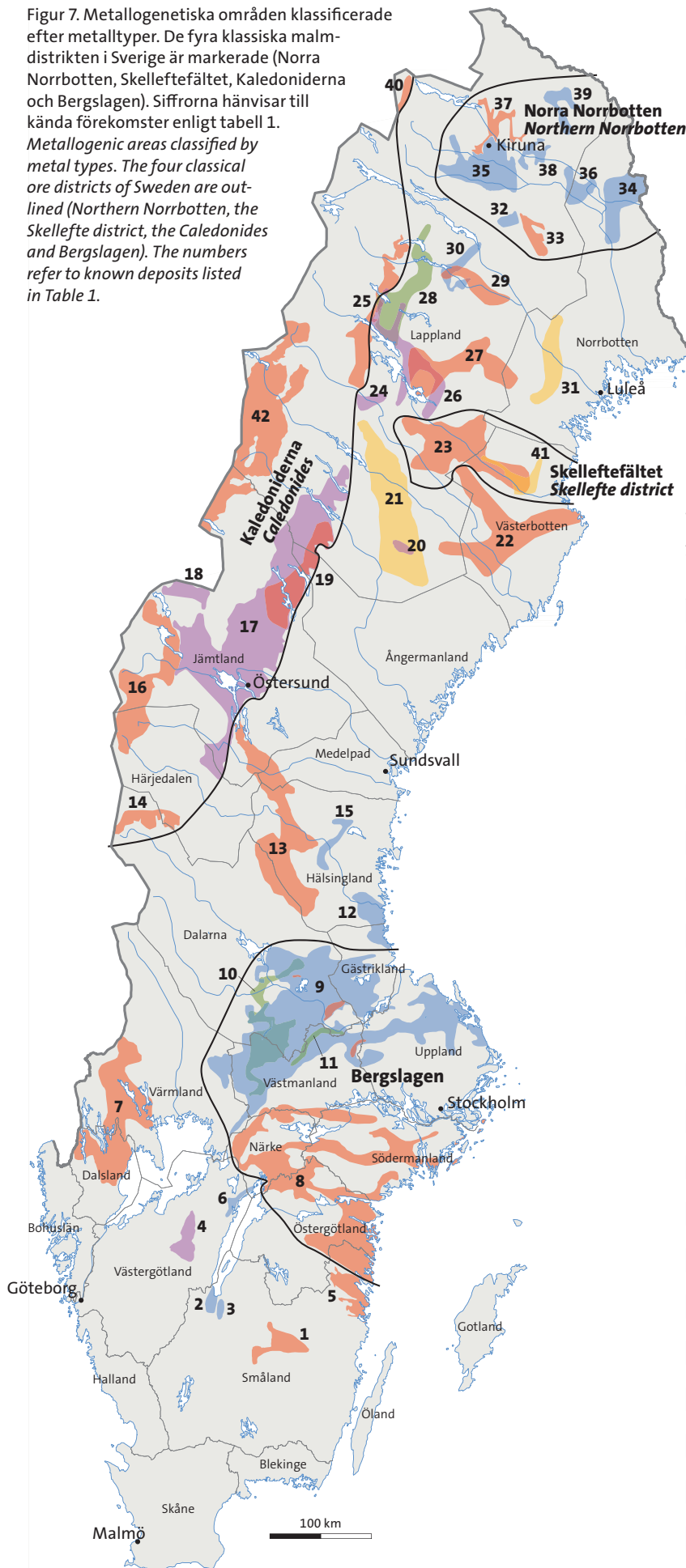
Economically, four areas stand out and are considered the classic ore districts of Sweden. These are northern Norrbotten in northernmost Sweden, the Skellefte district in northern Sweden, the Caledonides along the border with Norway, and the Bergslagen area in south-central Sweden.

The northern Norrbotten ore district contains the massive iron deposits of Kiruna, Gällivare–Malmberget, Vittangi and Lannavaara, as well as copper-gold deposits such as Aitik, Pajala and Viscaria, all formed between 2,1 and 1,86 billion years ago. In this district, Co, Mo and Zn are important in addition to copper and gold.

While being relatively small at approximately 140 × 50 km, the Skellefte district is one of the most important gold and base-metal districts in Europe. This Paleoproterozoic (1,96–1,86 billion years old) magmatic region hosts more than 150 Zn-Cu-Pb-Ag-Au massive sulphide deposits of which 30 have produced metals since 1924. The eastern end of the district (area 41 in Fig. 7) is especially rich in gold and has produced more than 50% of all gold mined in Sweden.

The Caledonides are geologically distinct from the rest of Sweden, consisting of younger sedimentary rocks thrust over the ancient basement rocks, and hosts distinctly different types of ore deposits. The majority are sedimentary hosted base and precious metal deposits (predominantly Pb-Zn with Ag), but a significant, as yet untapped reserve of the energy metal uranium exists in the extensive but low-grade black shale.

Figur 7. Metallogenetiska områden klassificerade efter metalltyper. De fyra klassiska malm-distrikten i Sverige är markerade (Norra Norrbotten, Skelleftefältet, Kaledoniderna och Bergslagen). Siffrorna hänvisar till kända förekomster enligt tabell 1. *Metallogenic areas classified by metal types. The four classical ore districts of Sweden are outlined (Northern Norrbotten, the Skellefte district, the Caledonides and Bergslagen). The numbers refer to known deposits listed in Table 1.*



- Basmetaller (Co, Cu, Ni, Pb, Zn)
Base metals
- Energimetaller (U, Th)
Energy metals
- Järn (Cr, Fe, Mn, Ti, V)
Ferrous metals
- Ädelmetaller (Ag, Au, Pd, Pt, Rh)
Precious metals
- Specialmetaller (Be, Li, Mo, Nb, REE, Sc, Sn, Ta, W, Zr)
Special metals

Tabell 1. Metallogenetiska områden i Sverige. *Metallogenic areas in Sweden.*

Område <i>Area name</i>	Huvudmetaller <i>Main metals</i>	Malmdistrikt <i>Ore district</i>
1 Vetlanda	Cu, Ni, Au	
2 Taberg	Fe, Ti, V	
3 Spexeryd	Mn	
4 Billingen	U, V, Mo	
5 Gladhammar–Västervik	Cu, Co, U, REE, Fe	
6 Bölet	Mn	
7 Dalsland–Värmland	Cu, Ag, U, Au, Fe, Mn	
8 Södra Bergslagen	Zn, Pb, Fe, Co, Ni	Bergslagen
9 Norra Bergslagen	Fe, Cu, Zn, Pb, Ag	Bergslagen
10 Västra Bergslagen	W, Mo	Bergslagen
11 Riddarhyttan	REE, Fe	Bergslagen
12 Hamrånge	Fe, Cu, W	
13 Överturingen–Los	Au, Zn, U	
14 Vassbo	Pb, Zn	Kaledoniderna
15 Dellen–Ljusdal	V	
16 Sylarna	Cu, Zn, Pb, Ag	Kaledoniderna
17 Kaledoniska svartskifferar	U, V, Mo	Kaledoniderna
18 Hotagen	U	Kaledoniderna
19 Dorotea	Pb, Zn, Ag	Kaledoniderna
20 Björkråmyran	U	
21 Guldlinjen	Au	
22 Lappvattnet	Ni, Cu	
23 Skelleftefältet	Zn, Cu, Pb, Ag, Au	Skelleftefältet
24 Duobblon	U	
25 Laisvall	Pb, Zn, Ag	Kaledoniderna
26 Arjeplog–Arvidsjaur	U	
27 Radnejaur–Moskosel	Cu, Au, Zn, Pb, Ag	
28 Rappen–Ultevis	Mo, Cu, Au	
29 Vaikijaur	Cu, Mo, Au	
30 Kallak	Fe, Mn, Cu, Au	
31 Boden	Au, Ag, Cu	
32 Gällivare–Malmberget	Fe	N. Norrbotten
33 Aitik–Nautanen	Cu, Au	N. Norrbotten
34 Pajala–Kolari	Fe, Cu, Au	N. Norrbotten
35 Kiruna	Fe, Cu, Au	N. Norrbotten
36 Tändö	Fe, Zn, Cu	N. Norrbotten
37 Viscaria–Sautusvaara	Cu, Fe, Au, Zn, Ag, Co	N. Norrbotten
38 Vittangi	Fe, Cu, Au, Co, Mo	N. Norrbotten
39 Lannavaara	Fe, Cu	N. Norrbotten
40 Sjangeli	Cu, Ag, Au, U	
41 Skelleftefältet guld	Au	Skelleftefältet
42 Grong–Stekenjokk–Hemnes	Cu, Zn, Pb, Au	Kaledoniderna

järnmalmsförekomster dominerar och en sydlig del där sulfidmineraliseringar med basmetaller dominerar. Denna uppdelning är inte exklusiv utan viktiga sulfidförekomster, som de i Falu gruva, finns också i den nordliga delen och mindre järnmalmsförekomster i den södra delen. Inom området förekommer även mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller. Många av dessa identifierades för första gången i Bergslagen och har fått sina namn från lokala platser, som yttrium, erbium, terbitium och ytterbitium efter byn Ytterby i Stockholms skärgård, och holmium efter Stockholms stad.

The Bergslagen area is an extremely rich, polymetallic region that has been at the heart of the Swedish mining industry and economy for over 1 000 years. The area can be roughly divided into a northern half, where iron deposits dominate, and a southern half, where base-metal sulphide deposits dominate. This division is, however, by no means exclusive with the important Falun copper sulphide deposit occurring in the northern area and many smaller iron deposits occurring in the south. The Bergslagen area is also host to some of the longest known rare earth element deposits. Indeed, many of these elements were first identified in the Bergslagen area and derive their names from local places such as yttrium, erbium, terbitium and ytterbitium after the village of Ytterby in the Stockholm archipelago, and holmium after Stockholm itself.

Nedan: Karta över Stora stöten i Falu koppargruva. Utsnitt ur "Karta öfver Fahlu eller Stora Kopparbergs grufwor, sammandragen och utgifven år 1845 af J.J. Tjäder, Löjtnant vid Kongl. Dahl Regementet". Motstående sida: Flygbild över Malmberget och järnmalmsgruvan där.

Below: Map of the open pit at Falun mine. Extract from a map of Falu or Stora Kopparberg mines, outlined and published in 1845 by J.J. Tjäder, lieutenant at Kongl. Dahl Regemente. Opposite page: The Malmberget iron mine from above.





Foto: Fredric Alm

Metoder

PROVTAGNING OCH PROVBEREDNING

Morän från sparade provrester från tidigare karteringsaktiviteter vid SGU, tillsammans med nya moränprov från tidigare inte undersökta områden, har använts för denna atlas. Ett provtagningsnät för hela landet definierades med 12,5 km mellan provlokaler vilket gett en provtäthet av 1 prov per 150 km² (fig. 8). Proven är tagna (grävda med spade) från C-horisonen på ett djup av ungefär 0,8 m där moränen vanligen inte har störts av vittring. Sandig morän dominerar, speciellt i områden ovanför högsta kustlinjen, men kan variera från lerig till grusig. Ungefär 0,8 kg prov frys- eller vakuumtorkades och siktades till finfraktionen <63 µm med nylonsikt. Provuppsättningen utgjordes av 2 578 moränprov och ytterligare 153 standardprov för analys och kvalitetskontroll.

KEMISKA ANALYSER

Proven lakades med kungsvatten och lösningen analyserades med ICP-MS. Denna teknik ger hög kvalitet på analyserna av element som förekommer i såväl låga som höga halter. Hur väl ett element kan lösas med syra styrs till största delen av provets mineralogi. Barium, som är strukturellt bundet i fältspatmineral som vanligen är vittringsresistenta, ger låga koncentrationer. Om barium istället är adsorberat på ytan av lermineral löser det sig lättare vilket ger högre koncentrationer i analysresultatet. Genom att använda partiell syralakning speglar analysresultaten mobiliteten hos elementen.

Kungsvattenlakning

Moränproven analyserades på ALS Scandinavia AB i Luleå. Två gram prov blandades med 20 ml kungsvattenlösning och analyserades med induktivt kopplad plasmasektorfältsmasspektrometer (ICP-SFMS).

Metoden hos ALS är optimerad för att ge data för grundämnen med ett brett koncentrationsintervall. För att klara av detta är detektionsgränserna i regel höga. För ett antal grundämnen som vanligtvis förekommer i låga halter i morän (Ag, Au, Pd, Pt, Re, Rh, Ta och Te) hamnar merparten av resultaten under detektionsgränsen. Därför har en separat analys av Ag, Au, Rh, Ta och Te gjorts på det geokemiska laboratoriet vid SGU med en metod som är optimerad för grundämnen med låga koncentrationer. SGU-metoden liknar ALS-metoden men använder 5 g prov i 20 ml kungsvatten. Lösningen innehåller därför högre nivåer av element som förekommer i låga halter vilket ger en noggrann bestämning av grundämnen ned till miljarddelar (ppb) i provet.

Methods

SAMPLING AND PREPARATION

Archived till samples from earlier mapping activities at the Geological Survey of Sweden (SGU), together with new, low-density sampling in previously non-surveyed areas, have been used for the atlas. A sampling grid was defined for the whole country with a distance of 12,5 km between sites, yielding a sampling density of 1 sample per 150 km² (Fig. 8). Samples were collected (hand-dug) from the C-horizon at a depth of approximately 0,8 m, where the till is generally not disturbed by weathering. Sandy till dominates, especially in areas above the highest coastline, but the till can vary from clayey to coarse grained. Approximately 0,8 kg of sample was freeze or vacuum dried and sieved with a nylon screen to a fine fraction <63 µm. The sample set consisted of 2 578 till samples with an additional 153 standards for analyses and quality control.

CHEMICAL ANALYSES

Samples were leached in aqua regia and the leachate analysed on an ICP-MS. This technique permits high quality analyses of elements occurring in both low and high concentrations. The leachability of an element is strongly controlled by the mineralogy of the sample. Barium, for example, which is structurally bound within feldspar minerals, is generally resistant to leaching and returns low concentrations. If, however, barium is adsorbed onto the surface of clay minerals, it dissolves more easily, yielding higher concentrations in the final result. The results from the partial leaching method reflect the mobility of the elements.

Aqua regia leach

The till samples were analysed at ALS Scandinavia AB in Luleå. Two grams of sample were mixed with 20 ml of aqua regia acid solution and analysed by an inductively coupled plasma sector field mass spectrometer (ICP-SFMS).

The ALS method is optimised to provide data for elements with a wide range of concentrations. In order to accommodate this, the detection limits are generally quite high. For a number of elements that usually occur in low concentrations in till (Ag, Au, Pd, Pt, Re, Rh, Ta and Te), this places almost all of the data below detection limit. Therefore, a separate analysis for Ag, Au, Rh, Ta and Te was carried out at the geochemical laboratory at SGU with a method optimised for low concentration elements. The SGU method is broadly similar to the ALS method but uses 5 g of sample in 20 ml of aqua regia acid solution. The leachate therefore contains higher levels of low concentration elements, allowing for accurate determination of these elements down to a few parts per billion (ppb) in the sample.

pH

Fyra gram torkat moränprov av fraktionen <63 µm blandades med 20 ml avjoniserat vatten (MilliQ®), och efter 48 timmar mättes pH med en elektrod av märket Radiometer CDM83 i ett system av typen MeterLab® pHM240 på SGU. pH har mätts sedan 1983 men inte för varje moränprov under de första tio åren. Ett provtagningsnät för atlasen kunde ändå konstrueras med ungefär samma avstånd mellan lokalerna som i datasetet för de kemiska analyserna. 2 614 prov analyserades med avseende på pH.

STATISTISKA METODER

Statistiska metoder har använts för att karaktärisera typ och distribution av erhållna geokemiska data. Tabeller med grundläggande statistik (morän), beräknade percentiler (morän och jordprov från betesmark) och korrelationskoefficienter (morän) finns i Appendix 1. En grafisk framställning av resultat för varje grundämne presenteras med varje kartbeskrivning.

Tabeller med grundläggande statistik inkluderar följande parametrar: medel, median, minimum, maximum, lägre kvartil (25:e percentilen), övre kvartil (75:e percentilen), standardavvikelse, variationskoefficient och detektionsgräns samt procentuell andel analysvärden under detektionsgränsen, se tabell 1, Appendix 1.

Beräknade percentiler för morän och betesmark visas i tabell 2–3, Appendix 1. En uppdelning i sju klasser har använts: 10:e, 30:e, 50:e, 70:e, 90:e, 95:e och 99:e percentilen, där 50:e percentilen utgör medianvärdet och 90:e percentilen indikerar att 10 % av data har högre koncentrationer än det givna värdet. Som tillägg finns i tabellerna den generella detektionsgränsen och den aktuella kvantifieringsgränsen för moränprov samt den praktiska detektionsgränsen för jordprov från betesmark.

För att presentera den statistiska korrelationen mellan grundämnen (bivariat korrelation) har koefficienter enligt Spearmans rangkorrelation beräknats (tabell 4, Appendix 1). Grundämnen med en hög andel analysvärden under kvantifieringsgränsen samt sällsynta jordartsmetaller (med undantag av Ce, La och Eu) har uteslutits. Korrelationsmatrisen för sällsynta jordartsmetaller presenteras separat (tabell 6, Appendix 1).

Till varje moränkarta hör ett kombinerat diagram med ett histogram, ett endimensionellt spridningsdiagram och en boxplot (fig. 9) samt ett kumulativt sannolikhetsdiagram (P-P-plot, fig. 9). Koncentrationer för grundämnen (x-axeln) på dessa diagram plottas med logaritmisk skala vilket möjliggör en relativt symmetrisk distribution av staplarna. Median-, maximum- och minimumvärden presenteras tillsammans med avvikande värden (outliers) i en boxplot. Det endimensionella spridningsdiagrammet ger kompletterande information om analysdata.

Sannolikhetsdiagrammet (P-P-plot) visar frekvensfördelningen och anpassningen av den teoretiska fördelningen mot observerade data. I sannolikhetsdiagrammen plottas den observerade kumulativa fördelningen mot den teoretiska kumulativa fördelningen.

DATABASHANTERING OCH KARTFRAMSTÄLLNING

Alla kartor för morän och betesmark har framställts i programvara från Esri. Moränanalyserna har interpolerats med en rutin som heter pointinterp i modulen GRID (ArcInfo for Workstation), medan betesmarksdata har interpolerats med metoden IDW (inverse distance weighted) i ArcMap 10.1 for Desktop.

För att klassificera data för morän och betesmark har 10:e, 30:e, 50:e, 70:e, 90:e, 95:e och 99:e percentilerna använts, och varje färgbox

pH

Four grams of till sample (<63 µm) was mixed with 20 ml deionised water (MilliQ®), and after 48 hours the pH was determined by a Radiometer CDM83 electrode on a MeterLab® pHM240 system at SGU. pH has been measured since 1983, but not for each till sample during the first ten years. The sampling density for the atlas regarding pH could still be constructed with approximately the same distance between the sampling points as the dataset for the chemical analyses. 2 614 samples have been analysed for pH.

STATISTICAL METHODS

Statistical methods have been used to characterise the type and distribution of the geochemical data obtained. Tables with basic statistics (till), percentiles (till and grazing land soil) and correlation coefficients (till) are presented in the Appendix 1. A graphical presentation of statistical results for each element is presented together with the map description.

The tables with basic statistics include the following parameters: mean, median, minimum, maximum, lower quartile (equal to 25th percentile), upper quartile (equal to 75th percentile), standard deviation and coefficient of variations as well as detection limits and percentage of analyses under detection limit (Table 1, Appendix 1).

Calculated percentiles for till and grazing land are shown in Tables 2–3, Appendix 1. A seven-class division has been applied: 10th, 30th, 50th, 70th, 90th, 95th and 99th percentile, where the 50th percentile equals the median value and the 90th percentile indicates that 10% of the data has higher concentrations than the given value. Additionally, the general detection limit, the actual limit of quantification for till samples and the practical detection limit for grazing land is shown.

In order to present the statistical correlation between elements (bivariate correlation), Spearman's rank correlation coefficients have been calculated (Table 4, Appendix 1). Elements with analyses below the limit of quantification and the rare earth elements (with the exception of Ce, La and Eu) have been excluded from the table. The correlation coefficients for rare earth elements are presented separately (Table 6, Appendix 1).

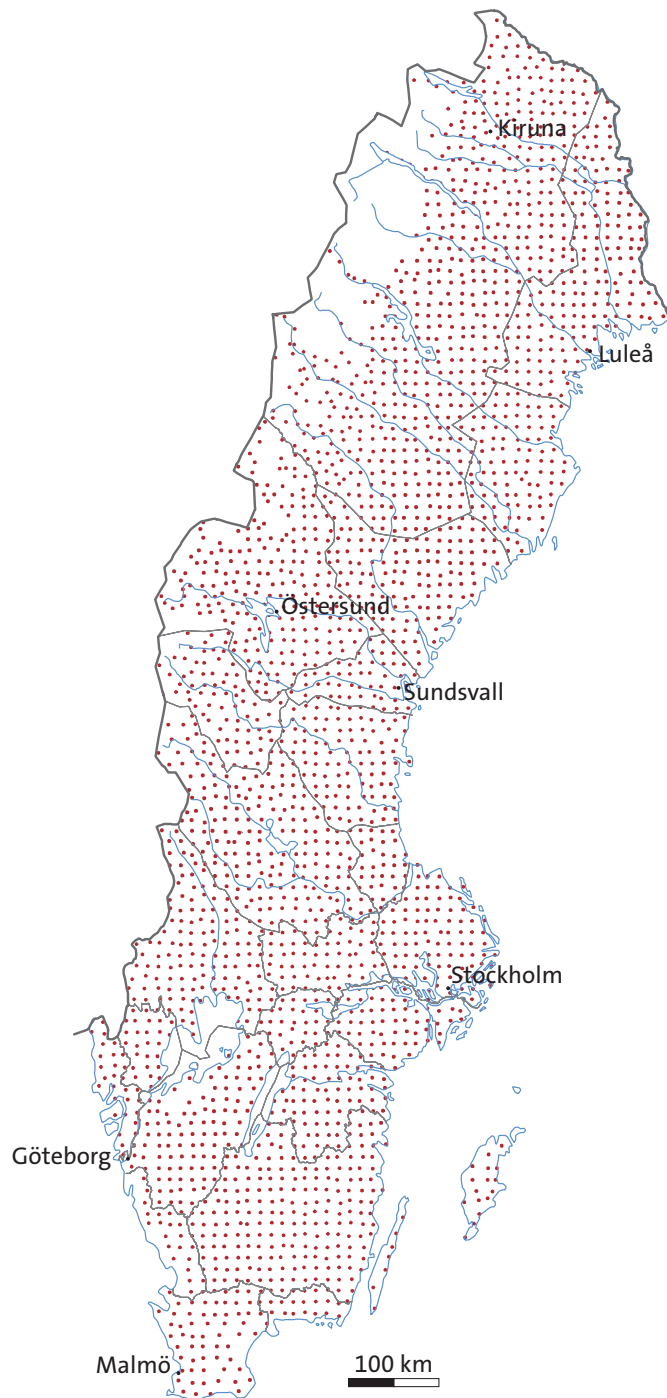
Each till map is accompanied by a combined diagram with a histogram, a one-dimensional scatter plot and a boxplot (Fig. 9), and a cumulative probability plot (P-P plot, Fig. 9). Element concentrations (x-axis) on these diagrams are plotted in logarithmic scale, which enables a relatively symmetric distribution of data intervals. The median, maximum and minimum values, together with outliers, are graphically presented in a boxplot. A one-dimensional scatter plot for each element provides complementary information about the distribution of data.

The cumulative probability plot (P-P plot) shows the frequency distribution and the fit of a theoretical distribution to the observed data. In a P-P plot, the observed cumulative distribution function is plotted against the theoretical cumulative distribution.

DATABASE MANAGEMENT AND MAP PRODUCTION

All maps for till and grazing land have been produced in software from Esri. The till data have been interpolated with a function called pointinterp in the module GRID (ArcInfo for Workstation), whereas the grazing land data have been interpolated with the inverse distance weighted method (ArcMap 10.1 for Desktop).

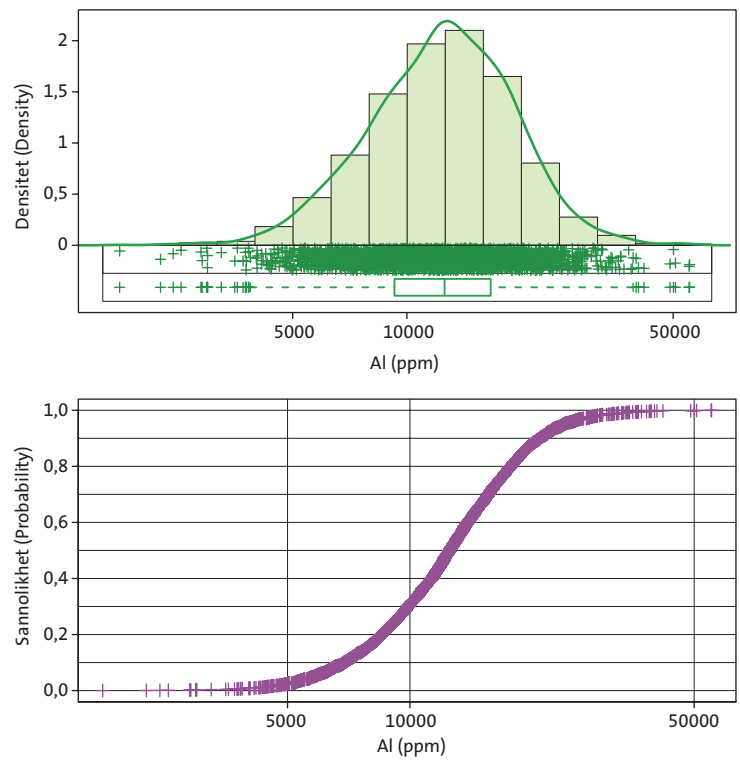
To classify the data for till and grazing land, the 10th, 30th, 50th, 70th, 90th, 95th and 99th percentiles were applied so that each col-



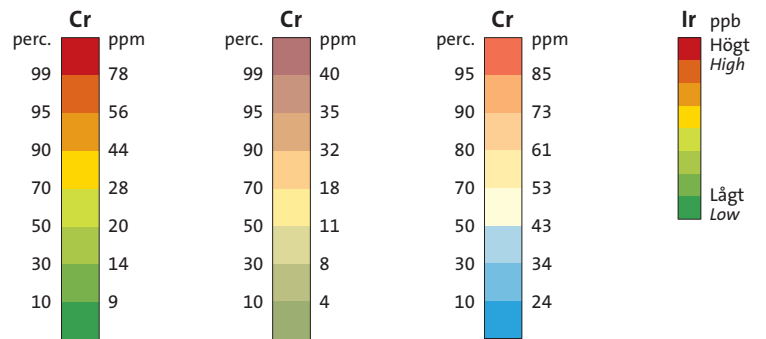
Figur 8. Platser för moränprov i atlasen. Antal prov: 2 578. Provtagningsstäthet: 1 prov per 150 km².
Locations of till samples used in the atlas. Number of samples: 2 578. Sample density: 1 sample per 150 km².

representerar ett percentilintervall (fig. 10). För bäckvattenväxter har 10:e, 30:e, 50:e, 70:e, 80:e, 90:e och 95:e percentilerna använts (fig. 10).

Om extremvärden har haft en tydlig effekt på kartornas utseende, har de högsta analysvärdena ersatts under interpolationen med nya, lägre extremvärden för att minska den grafiska effekten. Värden som understiger halva detektionsgränsen presenteras med det lägsta färgintervallet. Vissa grundämnen som har många värden under detektionsgränsen har tilldelats intervall i en relativ skala från lågt till högt (fig. 10).



Figur 9. Överst exempel på ett kombinerat diagram. Under visas ett exempel på ett sannolikhetsdiagram (P-P-plot).
On top is an example of a combined diagram. Below is an example of a cumulative probability plot (P-P-plot).



Figur 10. De färgade staplarna visar från vänster percentilindelningar som används på en moränkarta, en karta över jordbruksmark och en biogeokemisk karta. Färgstapeln längst till höger används på moränkartor baserade på element med hög andel analysvärden under detektionsgränsen.
The colour scales used for geochemical maps is defined by percentiles calculated for, from the left, till, grazing land and water plants. The colour scale to the right is used on till maps based on elements with a high proportion of analytical values below the detection limit.

our box represents one percentile interval (Fig. 10). Colour boxes for stream plants were characterised by the 10th, 30th, 50th, 70th, 80th, 90th and 95th percentile (Fig. 10).

If any extreme values had a pronounced effect on the maps, the highest values have been replaced during the interpolation by new, lower extremes to smooth the graphical representation. Values lower than half of the detection limit are represented by the lowest colour interval in the legend. Elements with a high percentage of results below the detection limit are presented with a relative scale (Fig. 10).



Ett prov tas från morän. Det ljusa materialet är uppgrävt från C-horisonten och gropen rensas och förbereds för provtagning.
Till sampling. The light-coloured material is from the C-horizon and the pit is prepared for sampling.

Foto: Madeira-Andersson.

Jordbruksmarkens geokemi

Geochemistry of agricultural soils

Projektet GEMAS, en kartläggning av europeisk åkermark och betesmark, initierades 2007 av de geokemiska expertgrupperna inom EuroGeoSurveys (EGS) under ledning av Norges geologiska undersökning (NGU). Från 33 länder i Europa har geologiska undersökningar, statliga och kontrakterade forskningsinstitutioner, universitet och industriorgan medverkat i projektet. Resultaten från kartläggningen har publicerats som en atlas i två delar (Reimann m.fl. 2014a, b). En regional rapport över geokemin i jordbruksmarker i Norge, Finland och

The GEMAS project, a survey on the geochemistry of European agricultural and grazing land soil, was initiated in 2007 by the Geochemistry Expert Group of EuroGeoSurveys (EGS) and managed for EGS by the Geological Survey of Norway (NGU). Institutions from 33 countries in Europe, including geological surveys, state and contract research organisations, universities and industry, have cooperated in the project. The results of this survey have been published in a two-volume atlas (Reimann et al. 2014a, b). A regional report on



Sverige har framställts av Sveriges geologiska undersökning (Ladenberger m.fl. 2012).

BAKGRUND

Markkvalitet har blivit en viktig fråga för beslutsfattare i hela världen och EU-kommissionen har definierat lokal och diffus kontamination som ett av flera hot mot jordbruksmarkens kvalitet. Livsmedelsproduktion är till stor del beroende av de fysiska och kemiska egenskaperna hos åker- och betesmarker, och den kemiska sammansättningen i jord har blivit ett viktigt instrument för att bedöma jordkvalitet, speciellt för att identifiera lokal och diffus kontaminering.

Ett tidigare projekt, Baltic Soil, var fokuserat på geokemin i jordbruksmark i norra Europa och resulterade i en geokemisk databas som täckte tio länder i den baltiska regionen (Reimann m.fl. 2003). Den geokemiska sammansättningen hos betesmarker undersöktes dock inte i det projektet.

GEMAS-projektet har resulterat i högkvalitativa data om grundämnen och markegenskaper från både åkermarker (Ap) och betes-

the agricultural soils in Norway, Finland and Sweden has been compiled by the Geological Survey of Sweden (Ladenberger et al. 2012).

BACKGROUND

Soil quality has become an important issue for decision makers, and the European Commission has defined local and diffuse contamination as one of several threats to the quality of agricultural soil. Food production is largely dependent on the physical and chemical properties of agricultural and grazing land soil, and the chemical properties of soil have become an important tool in soil quality assessments, especially in identifying local and diffuse pollution.

A former project, Baltic Soil, was focused on the geochemistry of agricultural soil in northern Europe and it resulted in a geochemical database that covered ten countries in the Baltic region (Reimann et al. 2003). However, the geochemical composition of grazing land was not assessed in that survey.

The GEMAS project provides high quality data on element concentrations and soil properties in both agricultural (Ap) and grazing

Motstående sida: En havreåker utanför Enköping i Uppland. Nedan till vänster: Skörd av potatis från en KRAV-certifierad åker. Nedan till höger: Expansion av tätorter utgör en risk för diffus kontamination.

Opposite page: An agricultural land with oat near Enköping, Uppland. Below left: Production of potatoes from a KRAV-certified field. Below right: Expansion of urban areas pose a risk of diffuse contamination.



marker (Gr) som kan användas för effektivisering av jordbruk och djurhållning. Data kan också användas för att utvärdera tillgången på näringsämnen för livsmedelsproduktion och dessas inverkan på hälsan hos djur och människor.

METODER

Alla europeiska jordprov samlades in enligt en gemensamt överenskommen metod (EuroGeoSurveys Geochemistry Working Group 2008). Totalt samlades 2 108 prov in från åkermark (Ap, Ap-horizonten, 0–20 cm) och 2 023 prov från betesmark (Gr, ”grassland”, 0–10 cm), med en provtätthet av 1 prov per 2 500 km².

Den senast odlade grödan (t.ex. majs, vete, korn) noterades för åkermarkens provlokaler och för betesmarkerna noterades vilket djur (häst, nötkreatur, får, get) som betat på platsen. Övriga provtagningslokaler noterades med okänd eller gräsbevuxen mark. I Sverige samlades 174 prov från åkermark och 179 prov från betesmark in av SGU (fig. 11A).

Efter lufttorkning, siktning till fraktionen <2 mm samt kungsvattenlakning, analyserades proven på 53 grundämnen med induktivt kopplad plasma-atomemissionsspektrometer (ICP-AES) och induktivt

land (Gr) soils, which can be used to improve the efficiency of agriculture and animal husbandry. It can also be used to evaluate the availability of nutrients in the food chain and their impact on animal and human health.

METHODS

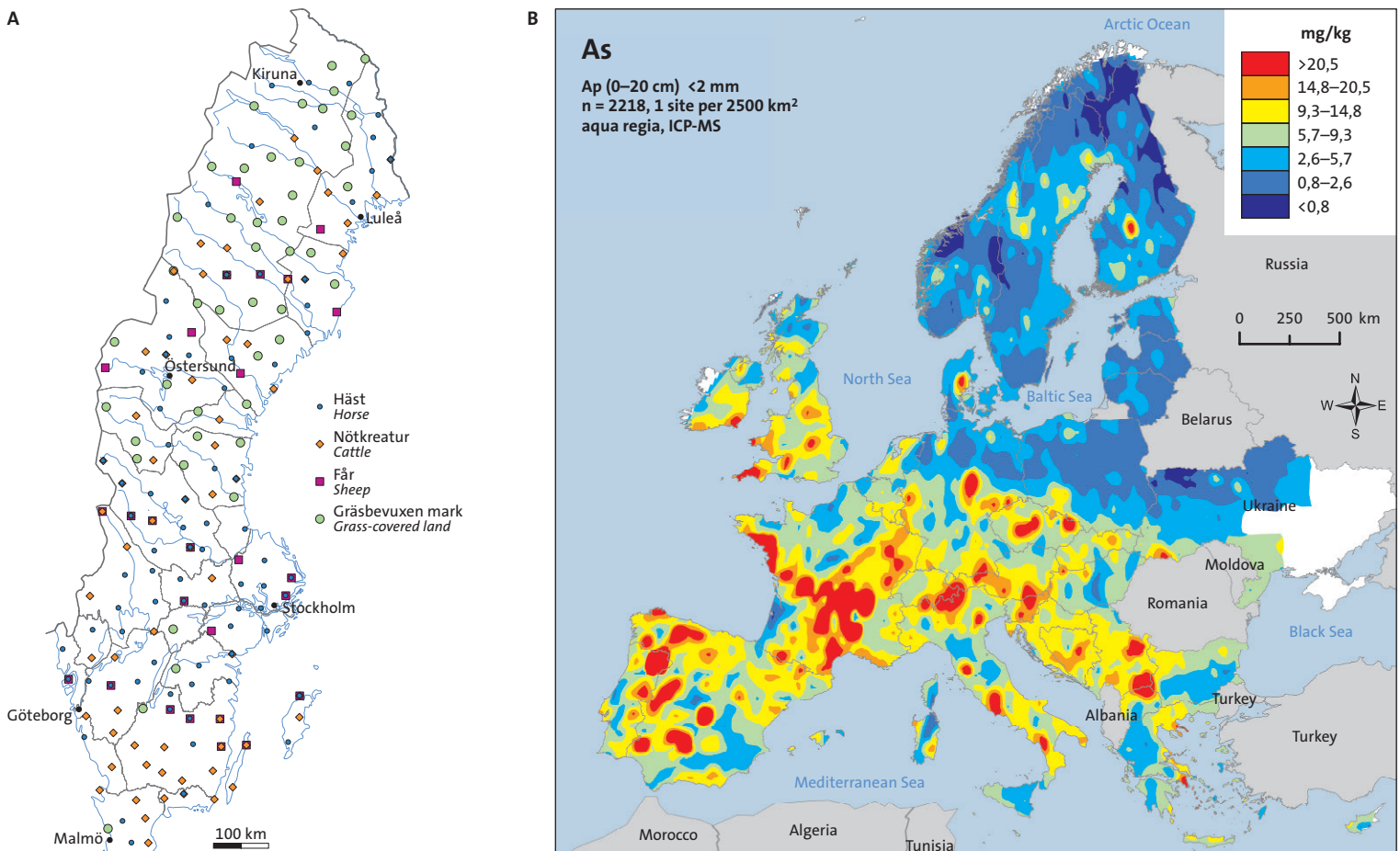
All the European soil samples were collected according to a jointly agreed field procedure (EuroGeoSurveys Geochemistry Working Group 2008). A total of 2 108 samples from agricultural soil (Ap, Ap-horizon, 0–20 cm) and 2 023 samples from grazing land soil (Gr, grassland, 0–10 cm) were collected with a density of 1 sample per 2 500 km².

The most recent crop cultivated on the sample sites on agricultural soil was observed (e.g. corn, wheat, barley), as were the animal species on the grazing land sites (horses, cattle, sheep, goats). The remaining sample sites were defined as unknown or permanent grass cover. In Sweden, SGU collected 174 samples from agricultural soil and 179 samples from grazing land soil (Fig. 11A).

The samples were air dried and sieved to <2 mm fraction, prepared by aqua regia digestion and analysed for 53 elements by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-

Figur 11. A. Provtagningslokaler för betesmark (n=179) och vilket djurslag som betat marken. B. Fördelningen av arsenik i åkermark (Ap) i Europa. Arsenik är ett av flera element vars geokemiska fördelningsmönster skiljer sig i en nordlig och en sydlig del av Europa med gränsen som markerar inlandsisens sydligaste läge. De relativt sett unga jordarna i norra Europa har lägre arsenikhalter än södra Europas äldre jordar som påverkats av vittring och markprocesser under längre tid. Källa: Reimann m.fl. 2014a.

A. Locations of grazing land samples (n=179), and grazing animals types. B. The distribution of arsenic in agricultural soil (Ap) in Europe. Arsenic is one of several elements whose geochemical distribution pattern differs in northern and southern Europe with the boundary at the southern extent of the last inland ice sheet. The relatively young soils in northern Europe have lower arsenic concentrations than the older soils of southern Europe, which have been affected by weathering and extensive soil processes over a longer time. Source: Reimann et al. 2014a.



tivt kopplad plasma-masspektrometer (ICP-MS, Reimann m.fl. 2009). Totalkoncentrationer för 41 grundämnen bestämdes med röntgenfluorescensspektrometri (WD-XRF, Reimann m.fl. 2011). Blyisotoper från åkermark analyserade med ICP-MS. Flera viktiga parametrar för jordkvalitet mättes, t.ex. pH, katjonbyteskapacitet (CEC), totalt organiskt kol (TOC), magnetisk susceptibilitet, jordtextur och kornstorlek.

Därtill analyserades mobila metalljoner för 55 grundämnen i åkermarksprov (Ap) med MMI[®]-extraktion och ICP-MS (Reimann m.fl. 2012). Användningen av denna svaga, pH-neutrala extraktionsmetod har blivit vanlig i geokemiska undersökningar vid till exempel prospektering (Mann m.fl. 1998). Denna metod är också användbar vid bedömning av tillgängligheten av näringsämnen för växter och djur och för att uppskatta påverkan av antropogen kontamination.

RESULTAT

Det är en stor skillnad i markens kemi mellan norra Europa och södra Europa, och gränsen mellan områdena finns där Weichselisen nådde sin maximala utbredning. Norge, Finland och Sverige har därför de yngsta och minst vittrade jordarna i Europa, men också den äldsta berggrunden. Vittringsprocesser och jordarnas ålder kan till stor del förklara de stora skillnaderna i den geografiska utbredningen av många grundämnen, t.ex. kalium, torium och arsenik (fig. 11B).

En annan viktig faktor som påverkar kemin i jordbruksmarken är vilken typ av bergartsmaterial som finns i jorden. Kristallina bergarter, särskilt de med granitisk sammansättning, bidrar till höga medianhalter av Ce, Ge, Mo, Na, Nb och U i jordbruksmark. Mafiska bergarter, vilka har en distinkt kemisk sammansättning med höga halter av Cr, Ni, Mg och Co, sätter stark prägel på jordartens geokemi och kan lätt identifieras i kartorna. Pegmatiter, även om de bara uppträder lokalt, kan ge upphov till höga koncentrationer av Li, Nb, Ta, Mo och W. Den fennoskandiska urbergssköldens unika geologi och geokemiska karaktär är också skälet till att Sverige har högre halter av Ag, Mo, Na, Nb, Sn, Ti och U i jordbruksmarken jämfört med övriga Europa (tabell 5, Appendix 1).

Jordartstypen är en annan faktor som påverkar förekomsten av flera grundämnen i jordbruksmark. Lerrika jordar har särskilt höga koncentrationer av kungsvattenextraherbart kalium, järn och aluminium samt många spårelement (B, Ba, Be, Bi, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Hf, In, La, Li, Mg, Ni, Pd, Rb, Sc, Th, Ti, Tl, V, Y, Zn och Zr). Denna anrikning är en effekt av dessa grundämnen tendens att adsorbera till lermineral och att lerrika bördiga jordarter används till jordbruk i Sverige. Många anomalier av grundämnen i centrala Sverige och södra Finland är kopplade till de marina och postglaciala leror som täcker till exempel Mälarenregionen i centrala Sverige, Åland och delar av södra Finland. Detta geokemiskt distinkta område har definierats som det centrala skandinaviska lerbältet (Central Scandinavian Clay Belt, CSCB) av Ladenberger m.fl. (2012). Förekomsten av biogenisk (organisk) jord har också en påtaglig påverkan på det geokemiska mönstret eftersom många grundämnen, t.ex. Hg, S och Se, är benägna att bindas till organiskt material.

Jordbruksmarkernas bördighet varierar beroende på deras fysikaliska och kemiska egenskaper, och det naturliga innehållet av näringsämnen beror huvudsakligen på mineralogiskt innehåll och jordart. Jordar som innehåller kalk och basiskt ursprungsmaterial är

AES) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS, Reimann et al. 2009). Total concentrations for 41 elements were determined by wavelength dispersive x-ray fluorescence spectrometry (WD-XRF, Reimann et al. 2011). Lead isotopes in agricultural soil samples were analysed by ICP-MS. Several important soil parameters were measured, including pH, cation exchange capacity (CEC), total organic carbon (TOC), magnetic susceptibility, soil texture and grain size.

In addition, the agricultural (Ap) soil samples were analysed for 55 elements by mobile metal ion (MMI[®]) extraction using ICP-MS (Reimann et al. 2012). The use of a weak, pH-neutral extraction method has become a common tool in geochemical exploration (Mann et al. 1998). This method is also useful for assessment of the availability of elements that are essential to plants and animals, and for evaluating the impact of anthropogenic contamination.

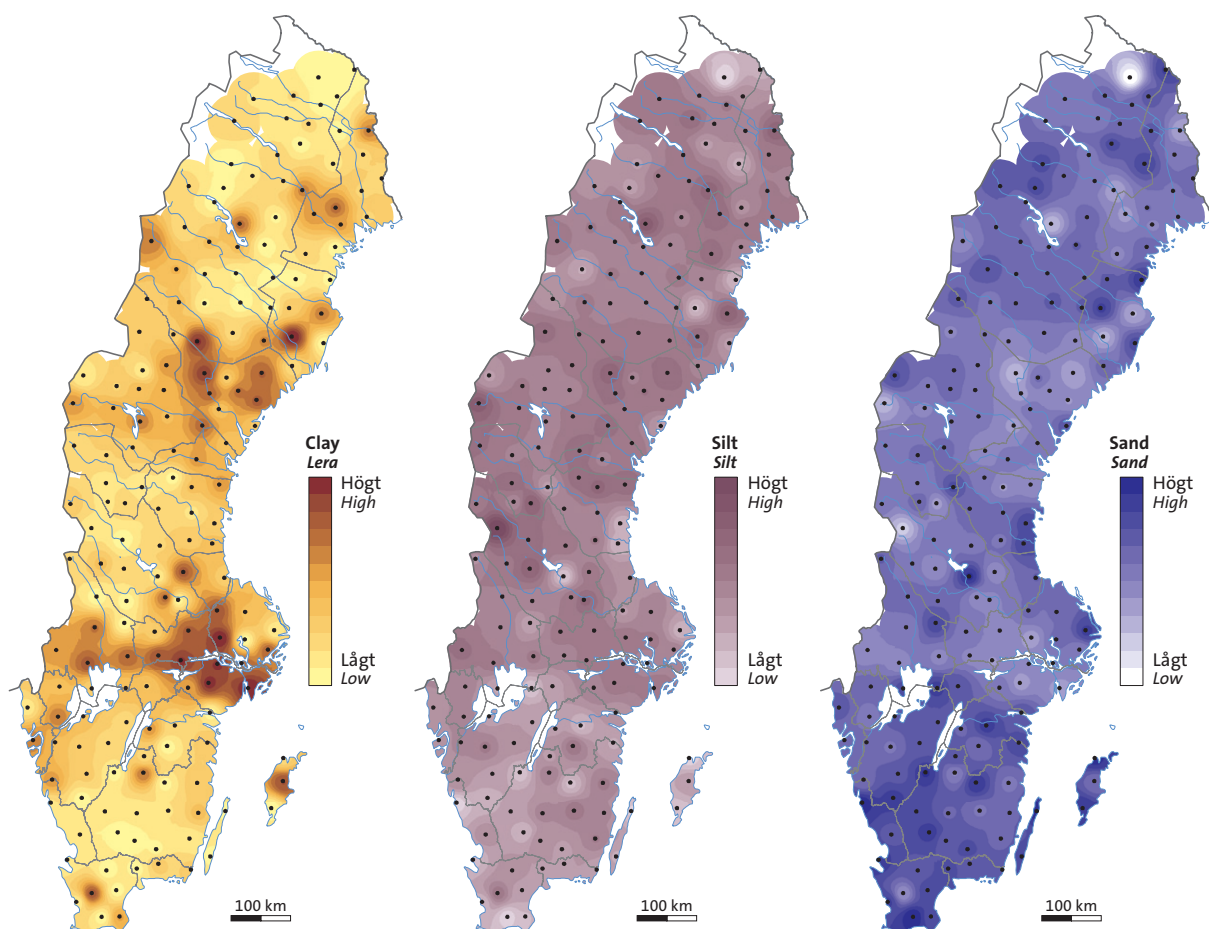
RESULTS

There is a large difference in soil chemistry between northern Europe and southern Europe, and the boundary between the areas outline where the Weichselian ice sheet reached its maximum extent. Therefore, Norway, Finland and Sweden have the youngest and least weathered soils in Europe, but also the oldest bedrock. Weathering processes and soil maturity can to a large extent explain the major differences in the geographical distribution of many elements, for example potassium, thorium and arsenic (Fig. 11B).

Another important factor influencing the chemistry of agricultural soil is the type of the bedrock material in the soil. Crystalline rocks, especially those with granitic composition, contribute to high median values of Ce, Ge, Mo, Na, Nb and U in agricultural soil. Mafic rocks, with their distinct chemical composition and high content of Cr, Ni, Mg and Co, have a very strong imprint on the soil geochemistry and can easily be seen on the maps. Pegmatites, in spite of their local distribution, can give rise to elevated concentrations of Li, Nb, Ta, Mo and W. The unique geology and geochemical character of the Fennoscandian Shield is also the reason why Sweden consequently has higher median values of Ag, Mo, Na, Nb, Sn, Ti and U when compared to the rest of Europe (Table 5, Appendix 1).

The soil type is another factor that affects the presence of several elements in agricultural soil. Clay-rich soils have particularly high concentrations of aqua regia extractable potassium, iron and aluminium, as well as many trace elements (B, Ba, Be, Bi, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Hf, In, La, Li, Mg, Ni, Pd, Rb, Sc, Th, Ti, Tl, V, Y, Zn and Zr). This enrichment is an effect of these elements' affinity to bind to clay minerals and the use of clay-rich, fertile soil for agriculture in Sweden. Many element anomalies in central Sweden and southern Finland are related to the occurrence of marine and postglacial clays that cover, for example, the Mälaren region in central Sweden and Åland and southern Finland. This area has a distinct geochemical signature and has been defined as the Central Scandinavian Clay Belt (CSCB) by Ladenberger et al. (2012). The presence of biogenic (organic) soil also has a pronounced impact on the geochemical pattern because some elements, like Hg, S and Se, have a strong tendency to bind to organic matter.

The fertility of the agricultural soil varies according to its physical and chemical composition, and the natural content of nutrients depends mainly on the mineralogy and type of soil. Soil containing



Figur 12. Kartorna visar den minerogena texturen i betesmarkens prover. Fördelningen av partikelstorlekar <0,002 mm (ler), 0,002–0,063 mm (silt) och 0,063–2 mm (sand) är relativ och avslöjar vilken partikelstorlek som dominerar. The maps show the minerogenic texture of grazing land samples. The division of particle sizes <0,002 mm (clay), 0,002–0,063 mm (silt) and 0,063–2 mm (sand) is relative, and based on the dominating particle size.

generellt rika på finkorniga partiklar och lermineral. Sådana jordar innehåller ofta höga halter av näringsämnen och är bördiga. Jord med ursprungsmaterial som domineras av sandsten och sura vulkaniska bergarter är grövre och har en sandig textur med relativt låga halter av näringsämnen.

Även om morän täcker upp till 75 % av Sveriges landyta är lerrika avlagringar vanliga. Leriga jordar finns i Göta älvs dalgång på västkusten, kring Vänern och längs med östkusten i Uppland, Södermanland och Östergötland. Lera och silt finns generellt i områden som ligger under högsta kustlinjen, till exempel i centrala Sverige, de sydvästra delarna av Skåne, på västkusten och i Ångermanland. Sandiga jordarter är vanliga i sydvästra Sverige, delar av östkusten, i norra delen av landet samt i fjällkedjan. Sandiga jordar är ofta starkt vittrade och påverkade av intensiv urlakning av mobila grundämnena. Figur 12 visar jordens sammansättning, baserat på kornstorlek, i 179 prov i betesmark.

DISTRIBUTIONSMÖNSTER FÖR UTVALDA NÄRINGSÄMNA I JORDBRUKSMARK

GEMAS-kartorna över betesmark är, liksom moränkartorna i denna atlas, baserade på kungsvattenlakade elementhalter. GEMAS-kartorna visar tillgängligheten av grundämnena som potentiellt kan tas upp av växter och andra organismer, och den geografiska fördelningen av grundämnena visar områden där höga eller låga halter av makro- och mikronäringsämnen kan finnas.

calcareous and basic parent material is generally rich in fine particles and clay minerals. Such soils usually have a high nutrient content and are fertile. On the contrary, soils with parent material dominated by sandstone and acid volcanic rocks have coarse and sandy textures with relatively low nutrient contents.

Although till covers up to 75% of the land area in Sweden, clay-rich deposits are common. Clayey soils occur in the Göta river valley on the west coast, around Vänern, and along the eastern coast of Uppland, Södermanland and Östergötland. Clay and silt are generally found in areas below the highest coastline, for example in central Sweden, south-western Skåne, on the west coast and in Ångermanland. Sandy soils are common in the south-west of Sweden, some parts of the east coast, in the north and in the Caledonian mountain chain. Sandy soils are often strongly weathered and influenced by the intense leaching of mobile elements. Figure 12 illustrates the soil texture determined by grain size in 179 samples from Swedish grazing land.

DISTRIBUTION PATTERN OF SELECTED NUTRIENTS IN AGRICULTURAL SOIL

The GEMAS maps of grazing land, as well as the maps of till in the atlas, are based on aqua regia extracted element concentrations. The GEMAS maps present the potential availability of elements for uptake by plants and organisms, and the geographical distribution patterns of the elements show areas where high or low contents of macro- and micronutrients may occur.



Till vänster: Sur podsolprofil i betesmark norr om Arjeplog i Lappland. Ett prov samlades in från det starkt vittrade översta jordlagret ner till 10 cm (vitgrå färg på bilden). Till höger: En typisk provtagningslokal i lerig åkermark i Södermanland. Ett prov togs från markytan ner till 20 cm. Skalstock i cm.



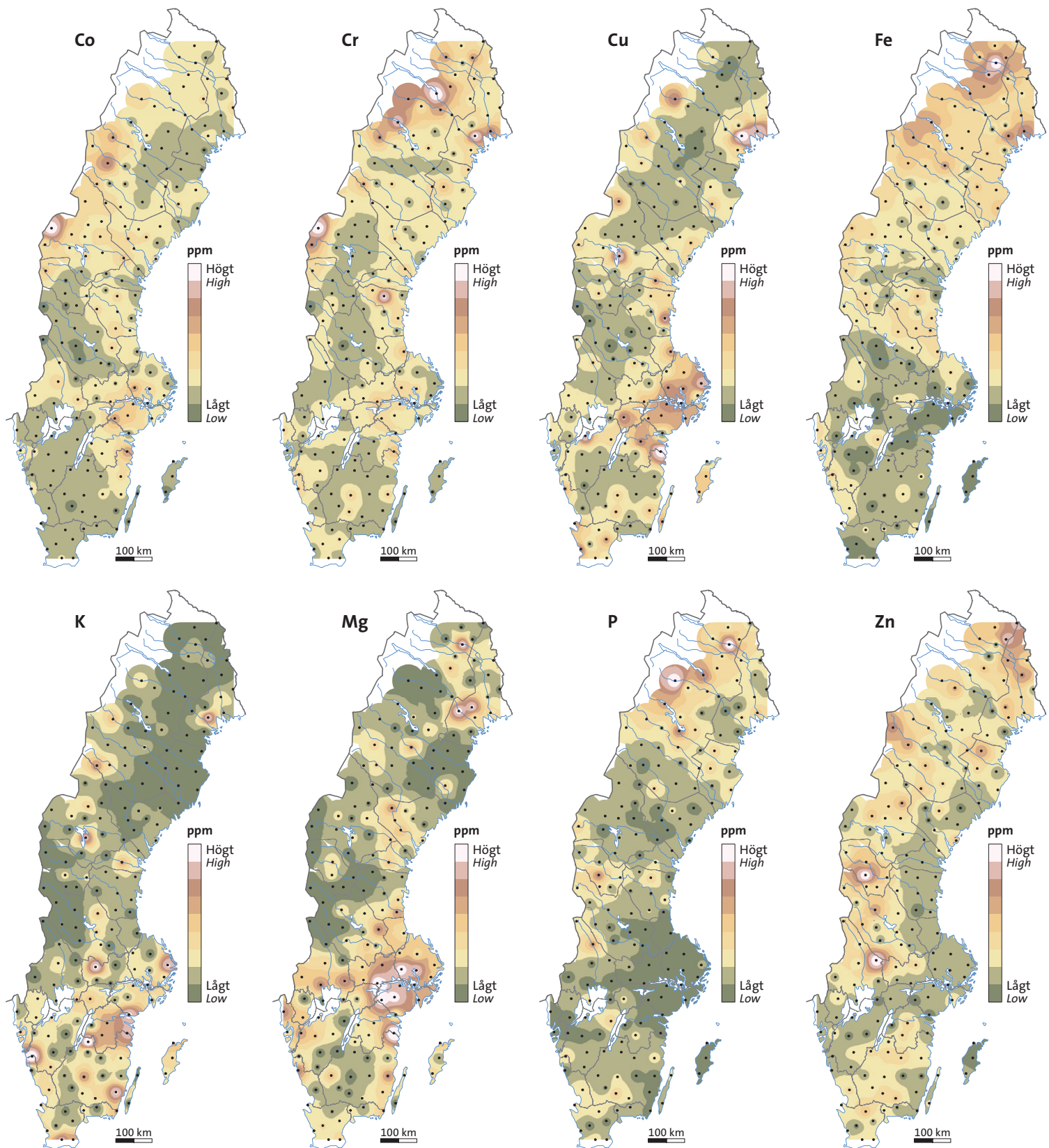
Left: An acidic podzol profile in grazing land north of Arjeplog in Lappland. A sample was collected from the strongly weathered uppermost layer down to 10 cm (white-grey in the photo). Right: A typical sample site of a clayey agricultural soil in Södermanland. A sample was collected from the surface down to 20 cm. Scale bar in cm.

Som komplement till kungsvattenlakningen användes en svag, pH-neutral extraktionsmetod (MMI[®]) för proven från åkermark (Ap). De elementkoncentrationer som fås efter en MMI[®]-extraktion är mycket lägre än de som fås genom kungsvattenlakning, men vanligen sammanfaller de anomalier som erhålls från båda metoderna. Det finns dock undantag, till exempel för järn, kalium och fosfor. Positiva anomalier som erhållits genom metoden med kungsvattenlakning visar regioner där tillgången av respektive grundämne antas gynna växtligheten. Antropogen påverkan (t.ex. från gödningsmedel) kan skapa falska anomalier som ofta syns på kartorna som enstaka höga halter. Negativa anomalier och låga koncentrationer för analysresultaten från båda extraktionsmetoderna markerar områden där det finns eller kan uppstå brist på näringsämnen. De följande jämförelserna av kobolt, krom, koppar, järn, kalium, magnesium, fosfor och zink är baserade på analysresultaten från både kungsvattenlakning och MMI[®]-metoden i åkermark (Ap). Kartorna i figur 13 visar spridningsmönstret för dessa åtta näringsämnen baserat på MMI[®]-metoden.

Kobolt är ett essentiellt näringsämne och brist på kobolt är vanligare än överskott av elementet. Tillgängligheten på kobolt är generellt låg i Småland, Västergötland, Blekinge, Öland, Gotland, norra Värmland, Dalarna, sydöstra Lappland, norra Västerbotten och södra Norrbotten.

In addition to the aqua regia extraction, a weak, pH-neutral extraction method (MMI[®]) was applied to the agricultural (Ap) samples. The element concentrations obtained by MMI[®] extraction are much lower than those obtained by aqua regia extraction but, in general, anomalies from both methods overlap. There are, however, exceptions, for example for iron, potassium and phosphorus. Positive element anomalies on the aqua regia extraction maps show regions where the supply of a given element is assumed to be favourable for plants. Anthropogenic input (e.g. from fertilisers) can create “false” anomalies, which are often visible as single high concentrations on the maps. Negative anomalies and very low values in the analytical results from both extraction methods indicate areas where nutrient deficiency is present or can arise. The following comparisons of cobalt, chromium, copper, iron, potassium, magnesium, phosphorus and zinc in agricultural soil (Ap) are based on the analytical results of both the aqua regia and MMI[®] extraction methods. The maps in Figure 13 illustrate the dispersion patterns of these eight nutrients based on MMI[®] extraction.

Cobalt is an essential element, and deficiency is more common than excess of the element. The availability of cobalt is generally low in Småland, Västergötland, Blekinge, Öland, Gotland, northern Värmland, Dalarna, south-eastern Lappland, northern Västerbotten and southern Norrbotten.



Figur 13. Kartorna visar tillgängligheten av några element som är nödvändiga för växter, djur och människor (kobolt, krom, koppar, järn, kalium, magnesium, fosfor och zink). Analysmetoden baseras på en pH-neutral MMI[®]-extraktion som bara löser ut den mest åtkomliga delen av ett element i ett prov.
The maps show the availability of several elements which are essential for plants, animals and humans (cobalt, chromium, copper, iron, potassium, magnesium, phosphorus and zinc). The analytical method is based on a pH-neutral MMI[®] extraction, which only leaches the most accessible part of an element in a sample.

Krom är ett essentiellt näringsämne. Brist på krom uppstår lokalt, medan överskott av elementet är ovanligt. Låga kromhalter finns i Småland, Blekinge, Öland, Gotland, Dalarna och i centrala Jämtland.

Koppar är essentiellt men kan också vara toxiskt i höga koncentrationer. Hälsoproblem uppstår när det finns en obalans i förhållandet mellan koppar och molybden eller mellan koppar och zink. Negativa kopparanomalier för båda extraktionsmetoderna finns i delar av Småland och Västergötland, Blekinge, delar av Värmland, Dalarna och i Lappland öster om fjällkedjan.

Järn är essentiellt för växter och djur och järnbrist kan finnas i regioner med kalkhaltiga jordar. Mer sällan kan järnintaget bli toxiskt. MMI[®]-metoden påvisar högre halter av järn i anslutning till vissa geologiska företeelser, till exempel Kirunas järnmalmsområden i norra delen av landet. Järnhalterna minskar generellt från norr till söder i landet, och områden med kalkhaltig jord har mycket låga järnhalter, t.ex. Öland, Gotland, Skåne och Mälarenregionen. I delar av södra Sverige är tillgängligheten på järn mycket låg.

Kalium är ett essentiellt grundämne. MMI[®]-metodens fördelningsmönster för kalium skiljer sig från kungsvattenmetodens fördelningsmönster. MMI[®]-resultaten visar på mycket låga halter i norra Värmland och västra Dalarna. Medan lerrika jordar innehåller höga halter av kungsvattenlakat kalium visas inte detta i MMI[®]-resultaten. Detta indikerar att lerrika områden inte bidrar med tillgängligt kalium. Illit, det vanligaste kaliumbärande lermineralet och en vittringsprodukt av muskovit och fältspat, visar sig vara inte särskilt reaktiv vid neutralt pH, vilket minskar urlakningen av kalium.

Magnesium är ett viktigt makronäringsämne och magnesiumbrist kan uppträda hos växter, djur och människor. Distributionsmönstren för magnesium baserade på resultat från MMI[®]- och kungsvattenextraktion är likartade och markerar tydligt områden med lerrika jordar. Magnesiuminnehållet i åkermarken är lågt i västra Småland, norra Värmland, västra Dalarna och i södra Härjedalen.

Fosfor är ett viktigt näringsämne som kan bli toxiskt i höga koncentrationer. Om det råder obalans i intaget av fosfor, zink och kalcium kan hälsoproblem uppstå hos djur och människor. Fosforanomalier i MMI[®]-data överlappar med fosforanomalier i kungsvattendata i de norra delarna av landet, t.ex. i malmförande områden. I resten av landet skiljer sig distributionsmönstren. Koncentrationerna av MMI[®]-extraherat fosfor är lågt i områden som det centrala skandinaviska lerbältet (CSCB), på Gotland och i östra delarna av Småland. Båda extraktionsmetoderna visar höga fosforhalter i norra Värmland och södra Härjedalen, men detta kan vara en effekt av gödning.

Zink är ett essentiellt mikronäringsämne och zinkbrist är globalt vanligt förekommande. Fördelningen av zinkanomalier är likartad för båda extraktionsmetoderna i norra Sverige och i Kaledoniderna, och speglar många regioner med mineraliseringar. Lerrika områden visar lägre zink-koncentrationer med MMI[®]-metoden jämfört med resultat från kungsvattenlakningen.

KOMMENTAR

Statistik för grundämnena (tabell 5, Appendix 1) extraherade med kungsvattenlakning visar att åkermark (Ap) vanligen har högre medianvärden än betesmark (Gr), men att de flesta maximala värdena finns i betesmark.

Chromium is an essential nutrient. Deficiency can occur locally, while excess of the element is uncommon. Low chromium contents are found in Småland, Blekinge, Öland, Gotland, Dalarna and central Jämtland.

Copper is essential but can be toxic at high concentrations. Health problems can arise if there is an unbalance in the ratio between copper and molybdenum or between copper and zinc. Negative copper anomalies for both extraction methods occur in parts of Småland and Västergötland, Blekinge, parts of Värmland, Dalarna and in Lappland, east of the Caledonian mountain chain.

Iron is essential for plants and animals and deficiency problems can occur in regions with calcareous soil. A high iron intake rarely becomes toxic. Results from the MMI[®] extraction method show high iron concentrations in connection with certain geological features, e.g. the Kiruna iron ore deposits in the northern part of the country. The content of iron decreases from north to south, and areas with calcareous soil show very low iron values, e.g. Öland, Gotland, Skåne and the Mälaren region. The supply of iron is very low in parts of southern Sweden.

Potassium is an essential element. The MMI[®] distribution pattern of potassium differs greatly from the aqua regia extraction results. The MMI[®] results show that potassium levels are very low in northern Värmland and western Dalarna. With the aqua regia extraction method, clay-rich soils have high potassium concentrations, whereas this is not evident in the MMI[®] results. This may indicate that clay-rich areas do not provide available potassium. Illite, the most common potassium-bearing clay mineral and an alteration product of muscovite and feldspar, is apparently not very reactive at near-neutral pH and therefore the release of potassium is limited.

Magnesium is an important macronutrient and deficiency problems can arise in plants, animals and humans. The distribution patterns for magnesium based on results of MMI[®] and aqua regia extraction are similar, with areas of clay-rich soil clearly indicated. The magnesium concentration in agricultural soil is low in western Småland, northern Värmland, western Dalarna and southern Härjedalen.

Phosphorus is a major nutrient but can be toxic in high concentrations. An unbalanced intake of phosphorus, zinc and calcium can cause harmful health effects to animals and humans. Anomalies for phosphorus extracted by the MMI[®] method overlap with the aqua regia anomalies in the northern part of the country, e.g. in the iron ore districts. In the rest of the country the distribution patterns are disparate. The concentrations of phosphorus extracted by the MMI[®] method are low in the Central Scandinavian Clay Belt (CSCB), on Gotland and in the eastern part of Småland. Both extraction methods show high phosphorus concentrations in northern Värmland and southern Härjedalen, but these may be caused by the use of fertilisers.

Zinc is an essential micronutrient and zinc deficiency is common worldwide. The distribution of zinc anomalies from both extraction methods is similar in northern Sweden and the Caledonides, and reflects several regions with mineralisations. Clay-rich areas have lower concentrations of zinc extracted by the MMI[®] method compared to the aqua regia method.

COMMENTS

The statistical results (Table 5, Appendix 1) for the elements extracted by aqua regia show that agricultural soil (Ap) generally shows higher median values compared to grazing land soil (Gr), but that most of the highest maximum values are found in grazing land.

Näringsämnen Ca, Co, Cr, Fe, K, Mg och Na förekommer med högre max-värden i åkermark, medan de högsta värdena för B, Mn, Mo, Ni, P, S, Se och Zn finns i betesmarker. Generellt visar åkermark ett mer homogent resultat och mindre variation än betesmark. Detta kan förklaras med att återkommande plöjning homogeniserar jorden, vilket bidrar till mer vittring och finare kornstorlekar. Trots skillnaderna visar kartorna baserade på kungsvattenlakning för både åkermark och betesmark liknande trender, där de geologiska förhållandena utgör den starkaste faktorn som påverkar distributionsmönstret.

Jämfört med kungsvattenlakning ger extraktionsmetoden med MMI® en bättre uppskattning av elementens (näringsämnenas) tillgänglighet för växter och djur.

The nutrients Ca, Co, Cr, Fe, K, Mg and Na have higher maximum values in agricultural soil than in grazing land soil, but the highest values of B, Mn, Mo, Ni, P, S, Se and Zn are found in grazing land samples. On average, agricultural soil displays more homogeneous results with lower variability than the grazing land soil. This can be explained by ploughing, which has homogenised the soil, and made it more weathered and fine-grained. Despite these differences, the geochemical maps based on aqua regia extraction for agricultural soil and grazing land soil show similar trends, with the geology being the strongest factor influencing the distribution pattern.

In comparison to aqua regia extraction, the MMI® method provides better estimates of element (nutrients) availability for plants and animals.

Nedan: Fjällkor inspekterar provtagningen av deras betesmark i Arjeplog, Lappland. Fjällkon är en svensk lantras med ursprung i norra delen av landet. Den är väl anpassad till kallt klimat, är tämligen liten och saknar horn. Motstående sida: Betesmark utanför Knivsta, Uppland.

Below: Cows of the Swedish mountain breed, fjäll cattle, inspect their field in Arjeplog, Lappland. The fjäll cattle is a local species bred in northern Sweden and it is well adapted to the rough climate, rather small and lacks horns. Opposite page: Grazing land outside Knivsta, Uppland.



Foto: Erland Sallerjö.



Foto: Wadelen Andersson

Biogeokemi

Konceptet för biogeokemisk provtagning utvecklades från början av mineralprospekteringsföretag för områden där morän inte utgjorde ett lämpligt provmaterial. Karteringsprogrammet baserades på kemin hos bäckvattenväxter, med användning av växter som olika *Carex*-arter (rötter), *Filipendula ulmaria* (rötter) och *Fontinalis antipyretica* (hela växten) som provtogs från mindre bäckar med en provtäthet av 1 prov per 7 km². I urbana miljöer, där tillgången på naturligt växande bäckvattenväxter är sparsam eller obefintlig, har transplantat av *Fontinalis antipyretica* använts. Provtagningsstätheten är högre i urbana områden, och prov har ofta tagits nära provtagningsplatser för jordprov. Bäckvattenväxter utsätts för både naturlig och antropogen påverkan, vilket är en skillnad från morän provtagen i C-horisonen.

Bäckvattenväxter (rötter) och mossor anses vara provmedier som utan åtskiljning tar upp spårelement och därför avspeglar bäckvattenkemin. På grund av kemiska vittringsprocesser visar metallkoncentrationerna i bäckvatten på den kemiska sammansättningen i omgivande berggrund och jord. Utbytet av metaller mellan vatten och växtrötter är en långsam process som inte påverkas av säsongsvariationer. Biogeokemiska prov visar biotillgängliga metallkoncentrationer i akvatiska växter.

Huvud- och spårelement i biogeokemiska växtprov kommer ursprungligen från de levande rötterna och bladmossan, samt från minerogent material och järn-manganhydroxider som är associerade med växten. Förekomsten av minerogent material och järn-manganhydroxider utgör ett kontaminationsproblem som kräver viss korrigering av analysresultat. Andra geokemiska källor, till exempel humuspartiklar, anses ha mindre betydelse. Kontaminering med organiskt och minerogent material kan minimeras genom att provet sköljs noggrant. Små skillnader i distributionen av element kan vara ett resultat av att olika växtarter använts som provmaterial, men denna faktor utvärderades tidigt i kartproduktionen och anses vara försumbar.

Växtproven har analyserats på 30 grundämnen med röntgenfluorescens (XRF), där Al, As, Ba, Ca, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Si, Sr, Ti, U, V, W, Y, Zn och Zr gett tillräckligt hög analyskvalitet för att kunna användas för tolkning. En delmängd av proven har också analyserats på Hg, Cd, Se, Au, Sb, Bi och Tl med syralakning kombinerat med atomabsorptionspektrometri (AAS) och induktivt kopplad plasmamasspektrometri (ICP-MS). Resultat från fjorton grundämnen (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, U, V, W och Zn) har regelbundet blivit publicerade på SGU i form av rapporter, kartor och databaser. Texten nedan beskriver elementens spridningsmönster som visas på de biogeokemiska kartorna i atlasen.

Biogeochemistry

The concept of biogeochemical mapping was developed by the mineral exploration sector for applications in areas where access to till was limited. The mapping programme was based on stream plant chemistry, using plants of the *Carex* species (roots) as well as *Filipendula ulmaria* (roots) and *Fontinalis antipyretica* (whole plant) which were collected from small streams at an average density of 1 sample per 7 km². In urban areas, where access to naturally growing stream plants often is difficult or impossible, transplants of *Fontinalis antipyretica* have been used. The sampling density in urban areas is higher, and samples have often been collected near sites of soil sampling. Stream plants are exposed to both natural and anthropogenic influence, and this is a distinction from glacial till collected from the C-horizon.

Water plants (roots) and mosses are considered to be barrier-free media for trace element uptake and therefore directly reflect the stream water chemistry. Due to chemical weathering processes, the metal concentrations in the stream water reflect the chemical composition of the surrounding bedrock and soil. The exchange of metals between the water and the roots is a slow process which is unaffected by seasonal variations. Biogeochemical samples provide information on bioavailable metal contents in aquatic plants.

Major and trace elements in the biogeochemical plant samples originate from the living root and the bryophyte tissue itself, and from minerogenic matter and iron-manganese hydroxides associated with the plant. The minerogenic matter and iron-manganese hydroxides present a contamination problem, which requires additional corrections of analytical results. Other sources of elements, for example humus particles, are assumed to be of minor importance. Contamination from organic and minerogenic matter can be minimised by careful rinsing of the plants. Small differences in element distribution could be a result of using different plant species. However, this potential influence was evaluated at an early stage of map production and regarded as negligible.

The plants have been analysed for 30 elements by x-ray fluorescence (XRF), of which Al, As, Ba, Ca, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Si, Sr, Ti, U, V, W, Y, Zn and Zr presented sufficiently high analytical quality and could be used for interpretation. In addition, a subset of samples has been analysed for Hg, Cd, Se, Au, Sb, Bi and Tl, using an acid leach method combined with atomic absorption spectrometry (AAS) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The results of fourteen elements (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, U, V, W and Zn) have been regularly published by SGU in the form of reports, maps and databases. The following text describes the element distribution patterns presented on the biogeochemical maps in the atlas.



Provtagning och sköljning av rötter.
Sampling and rinsing of roots.

Foto: Anders Damberg.

Arsenik från berggrunden och från kvartära avlagringar har hög mobilitet i naturliga vattendrag, både under sura och basiska förhållanden. Arsenik bildar komplex, lättlösliga joner, som mobiliseras i dräneringssystem. I norra Sverige, där bäckvattenväxter växer i områden med naturligt sur jord, finns förhöjda arsenikhalter. Arsenikinnehållet kan kopplas till viss berggrund och morän. Höga arsenikkoncentrationer finns bland annat i områden med polymetalliska sulfidmineraliseringar, t.ex. Skelleftefältet. I Gästrikland, Uppland och Västmanland, med deras kalkstensrika jord, finns förhöjda koncentrationer av arsenik i vattensystemen. Liknande förhållanden finns i Närke, Östergötland, Västergötland och Skåne på grund av förekomsten av kambro-silurisk kalksten och skiffer. Arsenik anrikas ofta i finkorniga sedimentära bergarter, speciellt i skiffer med högt organiskt innehåll (svartskiffer). Antropogena faktorer kan lokalt påverka den naturliga biogekemiska utbredningen av arsenik genom tillskott från förbränning av fossila bränslen, avfallshantering, hantering av metallskrot samt utsläpp från träimpregneringsindustrin och gruvindustrin (huvudsakligen från malmförädlingsprocessen snarare än brytningsprocessen).

Kadmium och zink förekommer i många sulfidmineral och associeras med polymetalliska sulfidmalmer. Lösligheten hos kadmium och zink ökar signifikant under sura förhållanden då metallerna frigörs till vattendrag och grundvatten, speciellt från sura jordar (morän och myr) i barrskogar. Zink och kadmium har hög extraherbarhet och vid vittring under sura förhållanden bildas lösliga joner och komplex med hög mobilitet. En faktor som i viss mån minskar mobiliteten är tendensen hos zink och kadmium att binda till järn- och manganhydroxider och organiskt material. Båda grundämnena visar en stark tendens att adsorbera till lermineral. Detta är tydligt i regioner under högsta kustlinjen där höga halter av zink och kadmium förekommer i bäckvattenväxter som växer i lerig jord.

I gruvregioner (t.ex. Falun i Bergslagen och i Skelleftefältet) pekar höga zink- och kadmiumhalter i bäckvattenväxter ofta på förekomster av zink-bly-mineraliseringar, bland annat i metavulkaniter och skarn. Vid Vätterns norra strand finns en stor zinkanomali som sammanfaller med läget för Zinkgruvan. Bly-zink-silver-mineraliseringar i dolomit nära Sala förekommer tillsammans med en stor kadmiumanomali, vilket syns tydligt i analyserna av bäckvattenväxterna. De höga zink- och kadmiumhalterna i Skåne härrör delvis från den zink- och kadmiumrika kambriska sandstenen. Växtrötter från regioner med karbonatbergarter (kalksten, marmor) tenderar att ha höga zink- och kadmiumhalter.

Förekomster av zink och kadmium i urbana miljöer beror huvudsakligen på utsläpp från förbränning av biobränsle och sopor, samt från zinkhaltigt konstruktionsmaterial (rännor, tak och rör). Metallindustrin bidrar lokalt till förhöjda metallhalter i bäckvattenväxter. Gödningsmedel och rötslam utgör andra källor till kadmium och zink i bäckar.

Koppar förekommer i sulfidmineral och som spårelement, huvudsakligen i mafiska och intermediära magmatiska bergarter. Koppar är mobilt, speciellt under sura förhållanden men även i neutrala och svagt basiska miljöer. Koppar har en relativt liten jonradie och har därför en stark tendens att binda till lermineral. Detta syns tydligt på geokemiska kartor där stora kopparanomalier finns i områden under högsta kustlinjen, t.ex. i kustnära områden i norra delen av Bottniska viken och i Mälarenregionen. Sulfidmineraliseringar i östra Skellefte-

Arsenic released from the bedrock and Quaternary deposits has a high mobility in natural waters, both under acidic and alkaline conditions. Arsenic forms complexes, easily dissolved ions, which are mobilised in drainage systems. In northern Sweden, water plants growing in areas with naturally acidic soil have elevated arsenic concentrations. The arsenic content can be linked to certain bedrock and till cover. For example, high arsenic concentrations are found in water plants in regions with polymetallic sulphide mineralisations, e.g. the Skellefte district. Gästrikland, Uppland and Västmanland, with their lime-rich soil, have elevated concentrations of arsenic in the water system. Similar conditions are found in Närke, Östergötland, Västergötland and Skåne with the presence of Cambro-Silurian limestone and shale. Arsenic is often enriched in fine-grained sedimentary rocks, especially in shale with high organic matter content (black shale). Anthropogenic factors may locally influence the natural biogeochemical distribution of arsenic with enrichment caused by combustion of fossil fuels, waste disposal, handling of scrap metal and emissions from wood impregnation facilities. The mining industry is responsible for local arsenic pollution, mainly related to ore processing rather than mining.

Cadmium and zinc occur in many sulphide minerals and are associated with polymetallic sulphide ores. The solubility of cadmium and zinc increases significantly under acidic conditions, with elements being released into watercourses and groundwater, especially from the acidic soils (tills and mires) of coniferous forest. Zinc and cadmium have high extractability, and during weathering under acidic conditions they form soluble ions and complexes which are highly mobile. A factor, which to some extent hinders the mobility in the drainage system, is their tendency to bind to iron and manganese hydroxides and to organic matter. Both elements have a strong tendency to adsorb to clay minerals. This is apparent in regions located below the highest coastline where high zinc and cadmium contents occur in water plants growing on clayey soil.

In mining regions (e.g. Falun in Bergslagen and the Skellefte district), high zinc and cadmium concentrations in aquatic plants point to the numerous zinc-lead deposits, hosted mainly by metavolcanic rocks and skarn. At the northern end of Vättern, a large zinc anomaly shows the position of the Zinkgruvan mine. Lead-zinc-silver mineralisation in dolomite near Sala is accompanied by a major cadmium anomaly in water plants. The high zinc and cadmium concentrations in Skåne originate partly from the zinc- and lead-rich Cambrian sandstone. Plant roots from regions with carbonate rocks (limestone, marble) tend to have elevated zinc and cadmium concentrations.

The presence of cadmium and zinc in urban areas is mainly caused by atmospheric deposition from biofuel emissions and waste combustion, and from leaching of zinc coated construction materials (e.g. gutters, roofs and pipes). The metal industry only locally contributes to increased metal levels in aquatic plants. Fertilisers and sewage sludge are additional sources of cadmium and zinc in streams.

Copper occurs in sulphide minerals and as a trace element, mainly in mafic and intermediate igneous rocks. Copper is mobile, especially under acidic conditions but also in neutral and slightly alkaline environments. As a metal with a relatively small ion radius, copper shows a strong tendency to bind to clay minerals. This feature is visible on the biogeochemical maps where large copper anomalies are found in areas below the highest coastline, for example in the coastal regions of the Gulf of Bothnia and in the Mälaren region. Sulphide mineralisations in the eastern Skellefte district, Bergslagen, Jämtland and

fältet, Bergslagen, Jämtland och Småland är den huvudsakliga orsaken till kopparanomalier. Antropogen spridning av koppar kan vara signifikant i gruv- och industriområden där förhöjda kopparhalter kan förekomma i jord och vatten. Atmosfäriskt nedfall från metallindustrier kan påvisas i de flesta urbana områden. Förr tillsattes koppar ofta till gödningsmedel, vilket kan vara anledningen till att metallen förekommer i vattendrag nära åkermarker.

Den huvudsakliga källan till kvicksilver i Sverige är vulkaniska bergarter och sulfidmineraliseringar. Regionala spridningsmönster för kvicksilver liknar de som finns för bly. Lösligheten hos kvicksilver är mycket låg men ökar i vatten vid lågt pH. Kvicksilver bildar relativt stabila komplex med humusmaterial och kan transporteras av humuspartiklar, vilket leder till höga koncentrationer i bäcksystem i sura, barrträdrika moränområden. Kvicksilver binder dock lätt till karbonater och finkorniga sediment, vilket resulterar i låg mobilitet av kvicksilver i vattensystem. Därför visar bäckvattenväxter från områden dominerade av kalkhaltig och lerig jord låga halter av kvicksilver (t.ex. Gotland och Mälarenregionen). Kvicksilverhalter i bäckvattenväxter är högst i Ångermanland och södra Lappland på grund av berggrundens geologi och flertalet sulfidmineraliseringar. En stor del av det kvicksilver som cirkulerar i systemet luft-jord-vatten kommer från antropogena källor. Kvicksilver är en mycket flyktig metall som frigörs till atmosfären och vattendrag från bland annat förbränningsanläggningar, slam, metallindustri och kemisk industri.

Primärt nickel, kobolt och krom förekommer som spårelement i ultramafiska och mafiska bergarter. Sekundär anrikning förekommer i sulfidrika sediment med högt innehåll av organiskt material samt i finkorniga sediment. Vid vittring är mobiliteten hos krom väldigt låg medan nickel och kobolt är lättlösliga i oxiderande miljöer och kan transporteras via markvatten och grundvatten till vattendrag. Mobiliteten styrs av adsorptionen till lermineral, bildningen av organiska komplex och bindningar till järn- och manganhydroxider. De högsta koncentrationerna av nickel, kobolt och krom förekommer i bäckvattenväxter från områden med exponerade postglaciala leror, t.ex. i Mälardalen och de östra och västra kustregionerna. Förhöjda halter finns i barrskogsterräng, t.ex. i norra, västra och södra Sverige, och korrelerar ofta med förekomsten av ultramafiska och mafiska bergarter. Lokalt höga nickelhalter finns i områden med svartskiffer (Jämtland och Västergötland).

Bly är en av de mindre mobila metallerna, men dess mobilitet ökar i sura miljöer. Förhöjda blykoncentrationer i bäckvattenväxter förekommer oftast i regioner med lågt pH, speciellt i myrrika områden med barrskog. I Bergslagen korrelerar höga blyhalter med förekomsten av mineraliseringar av basmetaller. I södra och sydvästra Sverige har höga koncentrationer delvis sitt ursprung i atmosfärisk nederbörd som transporterats av i huvudsak västliga vindar. Blyanomalier finns även i områden där surt regn faller. Kalkhaltiga bergarter, som förekommer i centrala Sverige samt på Öland och Gotland, innehåller typiskt låga halter av bly. Blyutsläpp på grund av antropogena aktiviteter är väldokumenterade och både urbana miljöer och gruvområden kan utgöra lokala källor.

Selen är ett viktigt näringsämne och huvudsakliga selenkällor är sulfider, vulkaniska bergarter och finkorniga sedimentära bergarter. Selen är mobilt under oxiderande och basiska förhållanden samt har en stark tendens att binda till organiskt material och ler-

Småland är de huvudsakliga orsakerna till kopparanomalier. Antropogen spridning av koppar kan vara signifikant i gruv- och industriområden, där kopparhalter kan vara lokalt förhöjda i jord och vatten. In addition, atmospheric fallout from metal industries can be detected in most urban areas. Copper was previously added to a number of fertilisers, which may explain the presence of copper in stream waters of agricultural plains.

The primary source of mercury in Sweden is volcanic rocks and sulphide deposits. The regional dispersal pattern of mercury is very similar to that of lead. The solubility of mercury is very low, but it increases in water with low pH. Mercury can form relatively stable complexes with organic matter, and can be transported by humus particles, which leads to high concentrations in stream systems in acidic, conifer-rich till areas. On the other hand, mercury is easily bound to carbonates and fine-grained sediments, which results in low mobility of mercury in the water system. Therefore, water plants from areas dominated by calcareous and clayey soils have generally low mercury concentrations (e.g. Gotland and the Mälaren region). The mercury levels in water plants are highest in Ångermanland and southern Lappland because of the bedrock geology and the presence of various sulphide mineralisations. A large proportion of the mercury circulating in the air-soil-water system is inferred to be of anthropogenic origin. Mercury is a highly volatile metal which is released into the atmosphere and water from, for example, combustion plants, sludge, and the metal and chemical industry.

Primary nickel, cobalt and chromium occur as trace elements in ultramafic and mafic rocks. Secondary concentrations occur in sulphide-rich sediments with a high content of organic matter and in fine-grained sediments. During weathering, the mobility of chromium is very low while nickel and cobalt become soluble under oxidising conditions and can be transported by soil water and groundwater into streams and watercourses. The mobility is controlled by adsorption to clay minerals, formation of organic complexes and binding to iron and manganese hydroxides. The highest nickel, cobalt and chromium concentrations are found in water plants growing in areas with exposed postglacial clay, for example in the Mälaren region and in the eastern and western coastal regions. Elevated concentrations of the elements are commonly found in the coniferous forest terrain, for example in areas of northern, western and southern Sweden, and often correlate with the occurrences of ultramafic and mafic rocks. Local high nickel contents can be explained by underlying black shale (Jämtland och Västergötland).

Lead is one of the least mobile metals, but its mobility increases in acidic environments. Elevated lead concentrations in water plants are commonly found in regions with low pH, especially in peatland areas with coniferous forest. In Bergslagen, high lead contents correlate with occurrences of base metal deposits. In southern and south-western Sweden, elevated lead concentrations may originate partly from atmospheric fallout, transported by westerly-dominated winds. Lead anomalies also coincide with areas of acid rain. The calcareous rocks and soils in parts of central Sweden and on Öland and Gotland typically have very low lead concentrations. Lead emissions due to anthropogenic activities are well known, and both urban areas and mining centres can be a major source of local lead pollution.

Selenium is an important nutrient and the main sources are sulphides, volcanic rocks and fine-grained sedimentary rocks. Selenium is mobile under oxidising and alkaline conditions and has a strong

mineral. I Jämtland, Lappland och Västerbotten korrelerar förhöjda selenhalter med svartskiffer, kalksten, finkorniga metasedimentära bergarter och sulfidmineraliseringar. De högsta koncentrationerna av selen i bäckvattenväxter förekommer i centrala och södra Sverige. I södra Sverige tenderar växter som växer i jord som utvecklats på fanerozoiska sedimentära bergarter att ha höga selenhalter (t.ex. i Skåne). En annan selenkälla är svartskiffer (t.ex. anomalier vid Billingen och på västra Öland). Intensivt jordbruk som använder gödningsmedel och tillsatser av selen kan förklara förhöjda selenhalter i bäckvattenväxter i t.ex. Skåne och Mälardalen. Kalkning för att neutralisera pH i marken kan lokalt öka den biologiska tillgängligheten av selen.

Wolfram är ett knappt rörligt och ganska olösligt element som ursprungligen härrör från sen-magmatiska bergarter och som kan ackumulera i finkorniga sediment. Wolfram blir mobilt i oxiderande och basiska miljöer men mobiliteten kontrolleras av adsorption till lermineral och organiskt material. Höga wolframhalter i bäckvattenväxter förekommer i områden som överlagras graniter och pegmatiter, och korrelerar ofta med wolfram- och molybdenmineraliseringar i skarn och kvartsgångar, t.ex. i Bergslagen och längs Västerbottenskusten. I centrala Jämtland kommer högre wolframhalter i bäckvattenväxter från underliggande finkorniga sedimentära (kaledoniska) bergarter samt sen-paleoproterozoiska intrusivbergarter på den Fennoskandiska skölden. Områden med karbonatbergarter och icke-försurade vattendrag tenderar att ha högre halter av biologiskt tillgängligt wolfram. Förekomsten av torvrik jord kan också påverka wolframhalter i vattendrag och växter.

Huvudsakliga källor till uran och molybden i Sverige är felsiska magmatiska bergarter (graniter och pegmatiter). Svartskiffer kan ha mycket högt innehåll av uran. Både uran och molybden har högst mobilitet vid basiska förhållanden men mobiliteten hindras av tendensen att binda till lermineral och organiskt material. Förhöjda koncentrationer av uran och molybden i akvatiska växter förekommer i centrala Sverige i Mälarenregionen. En kombination av lerrika jordar med höga karbonathalter och underliggande mangelsten och välutvecklade graniter har antagits utgöra den primära källan till dessa anomalier. En annan viktig källa till uran och molybden är kambrisk–ordovicisk svartskiffer. Bäckvattenväxter från Jämtland, Västergötland, Östergötland och sydöstra Skåne har påtagligt höga uran- och molybdenhalter som kommer från underliggande svartskiffer och jord innehållande svartskiffer som transporterats lokalt av inlandsisen så långt som 100 km (t.ex. området kring Billingen). Många lokala anomalier markerar kända mineraliseringar med uran och molybden, t.ex. i Jämtland och Lappland. I sydöstra Skåne korrelerar urananomalier i bäckvattenväxter med mineraliseringar av uran, torium, sällsynta jordartsmetaller och fluorit i kambrisk sandsten. Lokala förekomster av kalkrik jord bidrar till höga halter av uran i vattenväxter (t.ex. på Gotland och i Skåne). Uran kan också spridas genom antropogena aktiviteter, t.ex. användningen av importerade gödningsmedel som innehåller naturliga fosfater.

Den primära källan till vanadin är mafiska och ultramafiska bergarter, men sekundära höga koncentrationer förekommer i finkorniga sedimentära bergarter som är rika på organiskt material, t.ex. svartskiffer. Vanadin är mobilt under oxiderande och basiska förhållanden, men adsorberas lätt till järn-manganoxider och -hydroxider, lermineral och organiskt material. I bäckvattenväxter

tendency to bind to organic matter and clay minerals. In Jämtland, Lappland and Västerbotten, elevated selenium concentrations correlate with occurrences of black shale, limestone, fine-grained metasedimentary rocks and sulphide mineralisations. Water plants with the highest content of selenium are found in central and southern Sweden. In southern Sweden, plants growing on soils developed on the Phanerozoic sedimentary rocks tend to have high selenium contents (e.g. in Skåne). Another source of selenium is black shale (e.g. anomalies at Billingen and on western Öland). Intense agriculture with the use of fertilisers and selenium supplementation can explain enhanced selenium contents in water plants, for example in Skåne and the Mälaren region. Liming practices to prevent acidification of soil may locally enhance selenium bioavailability.

Tungsten is a barely mobile and rather insoluble element, which originates mainly from late magmatic rocks and can be concentrated in fine-grained sediments. Tungsten becomes mobile under oxidising and alkaline conditions, but its mobility is controlled by the adsorption to clay minerals and organic matter. High tungsten concentrations in water plants occur in areas underlain by granitic rocks and pegmatites, and often correlate with tungsten and molybdenum mineralisations in skarn and quartz veins, e.g. in Bergslagen and along the coast of Västerbotten. In central Jämtland, high tungsten contents in water plants originate from the underlying fine-grained sedimentary rocks of the Caledonian orogen and late Paleoproterozoic intrusive rocks of the Fennoscandian Shield. Areas with carbonate rocks and non-acidic watercourses tend to have enhanced levels of bioavailable tungsten. The presence of peaty soil may also influence the tungsten concentrations in watercourses and plants.

The main sources of uranium and molybdenum in Sweden are felsic igneous rocks (granites and pegmatites). Black shale may have a very high content of uranium. Both uranium and molybdenum are most mobile under alkaline conditions, but their mobility is hindered by their affinity to bind to clay minerals and organic matter. Aquatic plants with high contents of uranium and molybdenum occur in the Mälaren region in central Sweden. A combination of clay-rich soils with high carbonate contents and underlying marble and evolved granites has been inferred to constitute the primary source of these anomalies. Another important source of uranium and molybdenum is Cambrian–Ordovician black shale. Water plants collected in Jämtland, Västergötland, Östergötland and south-eastern Skåne have distinctly high uranium and molybdenum concentrations originating from underlying black shale and from soil containing black shale, which was locally transported by the inland ice as far as 100 km (e.g. at Billingen). Many local anomalies point to known uranium and molybdenum mineralisations, for example in Jämtland and Lappland. In south-eastern Skåne, uranium anomalies in water plants also correlate with mineralisations of uranium, thorium, rare earth elements and fluorite in Cambrian sandstone. Local occurrences of calcareous soil contribute to elevated levels of uranium in water plants (e.g. on Gotland and in Skåne). Uranium can also be spread through anthropogenic activities, e.g. by the use of imported fertilisers containing natural phosphates.

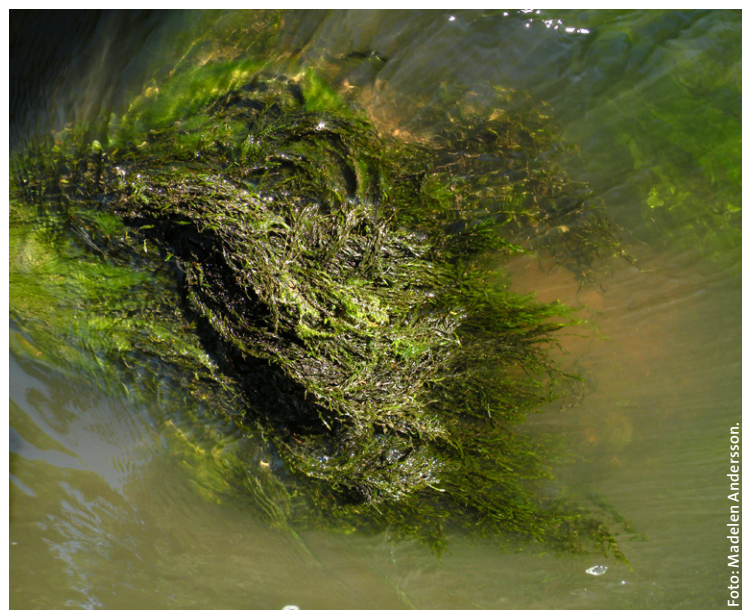
The primary source of vanadium is mafic and ultramafic rocks, but secondary high concentrations occur in fine-grained and organic-rich sedimentary rocks, such as black shale. Vanadium is mobile under alkaline and oxidising conditions but can readily be adsorbed to iron-manganese oxides and hydroxides, clay minerals and organic

förekommer de högsta vanadinhalterna i centrala Sverige (Dalarna och norra Bergslagen) och i sydöstra Sverige (Småland). I Dalarna utgör källan till vanadin post-svekokarelska vulkaniska bergarter (främst basalt) och yngre diabasgångar. Lokalt höga koncentrationer av vanadin sammanfaller med förekomster av svartskiffer (i närheten av Östersund i Jämtland), höggradiga metamorfa bergarter (t.ex. Halland) och järnmineraliseringar i skarn (norr om Gävle). Det generella distributionsmönstret för vanadin i bäckvattenväxter skiljer sig märkbart från det för morän, vilket indikerar att berggrundsgeologin inte har så stor betydelse för vanadins spridningsmönster i vattendrag och växter. Sannolikt är vittringsprocesser och jordmånsbildande processer viktiga faktorer som styr vanadinhalterna i bäckvattenväxter.

matter. In water plants, the highest vanadium concentrations occur in central Sweden (in Dalarna and northern Bergslagen) and in south-eastern Sweden (in Småland). In Dalarna, the source of vanadium is inferred to be post-Svecokarelian volcanic rocks (mainly basalts) and younger dolerite dykes. Local high contents of vanadium coincide with occurrences of black shale (e.g. near Östersund in Jämtland), high-grade metamorphic rocks (e.g. Halland) and iron mineralisations in skarn (north of Gävle). The general distribution pattern of vanadium in water plants is noticeably different from that of till, which indicates that the bedrock geology plays a secondary role in the dispersal pattern of vanadium in watercourses and plants. Weathering and soil forming processes are probably important factors controlling vanadium contents in water plants.

Arter som använts vid regional biogeokemisk provtagning. Överst till vänster: Älggräs, *Filipendula ulmaria*. Överst till höger en starr-art, *Carex*. Underst Näckmossa, *Fontinalis antipyretica* (båda bilderna).

Species used in the regional biogeochemical sampling programme. Top left: Meadowsweet, *Filipendula ulmaria*. Top right: a *Carex*-species. Below: the aquatic moss *Fontinalis antipyretica* (both pictures).



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 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	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

Alkalmimetall Alkali metal	Alkalis jordartsmetall Alkaline earth metal	Övergångsmetall Transition metal	Ickemetall Nonmetal
Övrig metall Basic metal	Halogen	Halvmetall Semimetal	Aktinoid Actinide
	Adelgas Noble gas	Lantanoid Lanthanide	

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

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.



Maps

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.

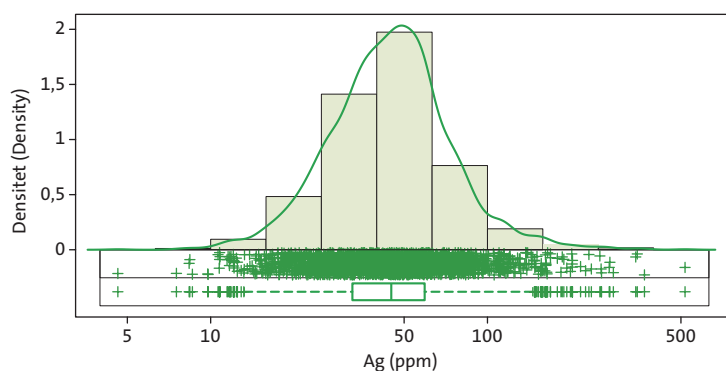
Det finns fler än 600 förekomster av silver i landet, och det geomiska mönstret för silver i morän ansluter tydligt till många av dem. I norra Sverige (Lappland och Västerbotten) och i de centrala delarna (Dalarna och Jämtland) förekommer höga silverkoncentrationer i moränen i samband med sulfider (Cu, 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

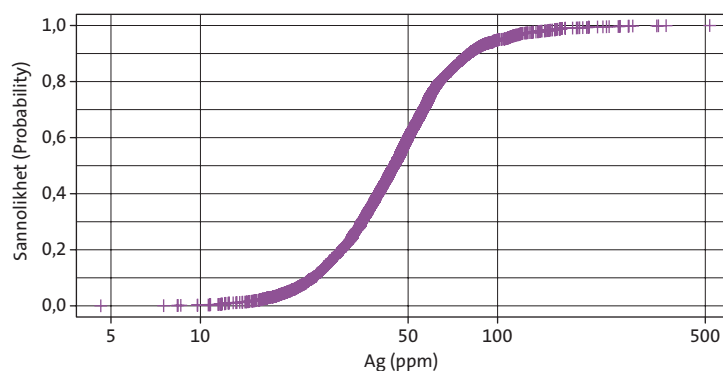
Silver occurs in native form in nature but is more common in sulphides and arsenides and as a trace element in galena, sphalerite and chalcopryrite. Volcanic rocks and some sedimentary rocks (shale, sandstone) may have high silver concentrations. The mobility of silver in soil depends on redox conditions, 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



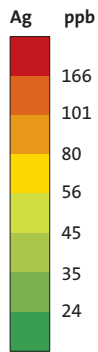
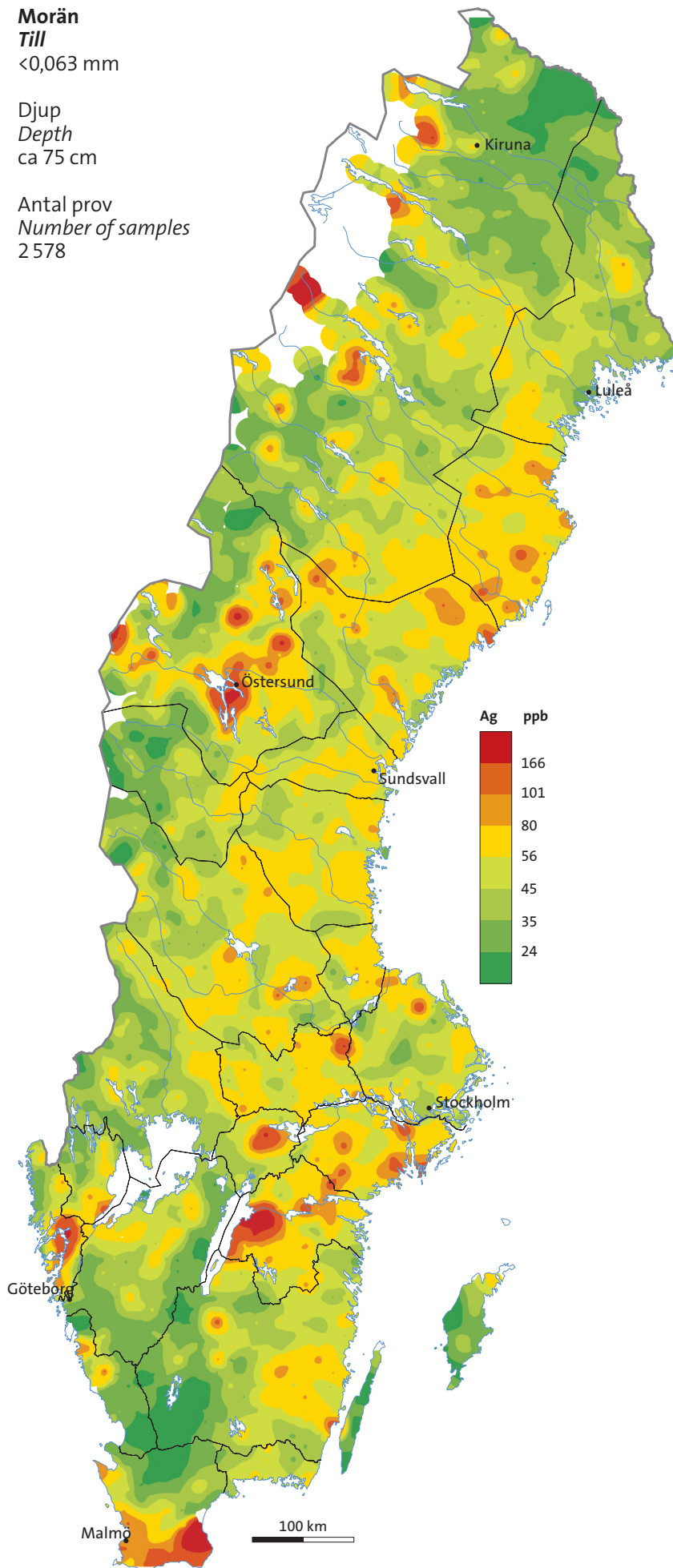
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

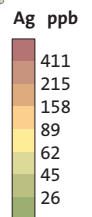
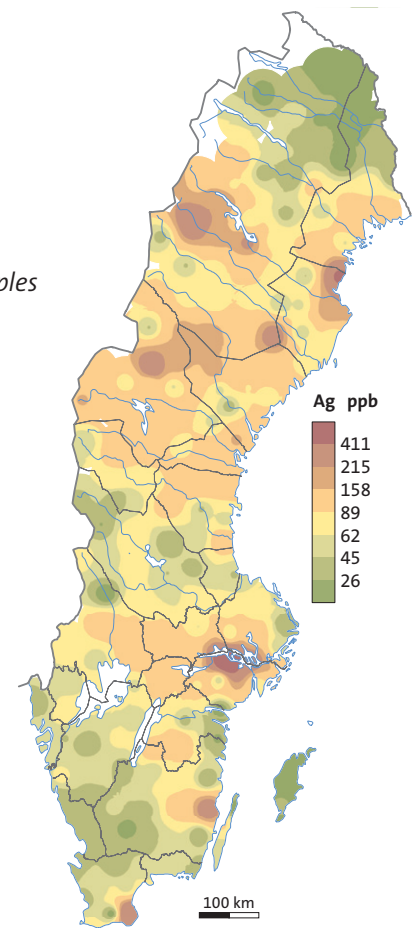
Antal prov
Number of samples
2578



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.

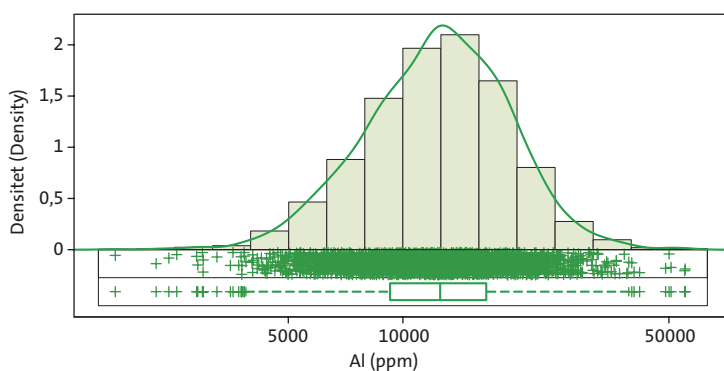
In Sweden, high aluminium concentrations in till occur in the Caledonian mountain chain where the till cover is thin and overlies Paleozoic sandstones and shales, metasedimentary rocks and, locally, crystalline rocks in the tectonic windows exposing the older basement.

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.

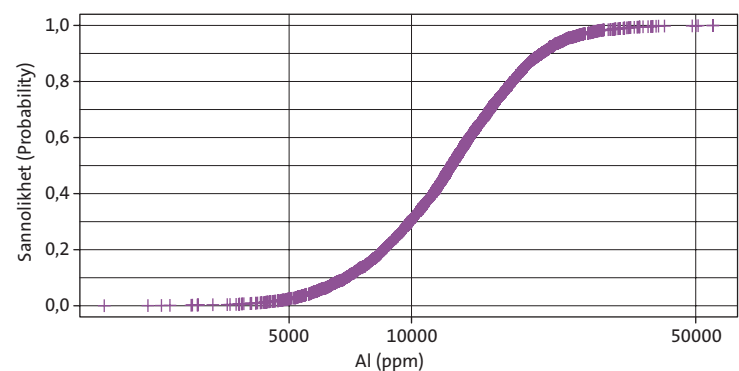
Scattered aluminium anomalies all over the country correlate with occurrences of Late Paleoproterozoic to Early Mesoproterozoic granitoids. Minor aluminium anomalies in till can be observed in areas overlain by marine clay, e.g. in the Mälaren region of central Sweden. In Skåne, high aluminium contents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



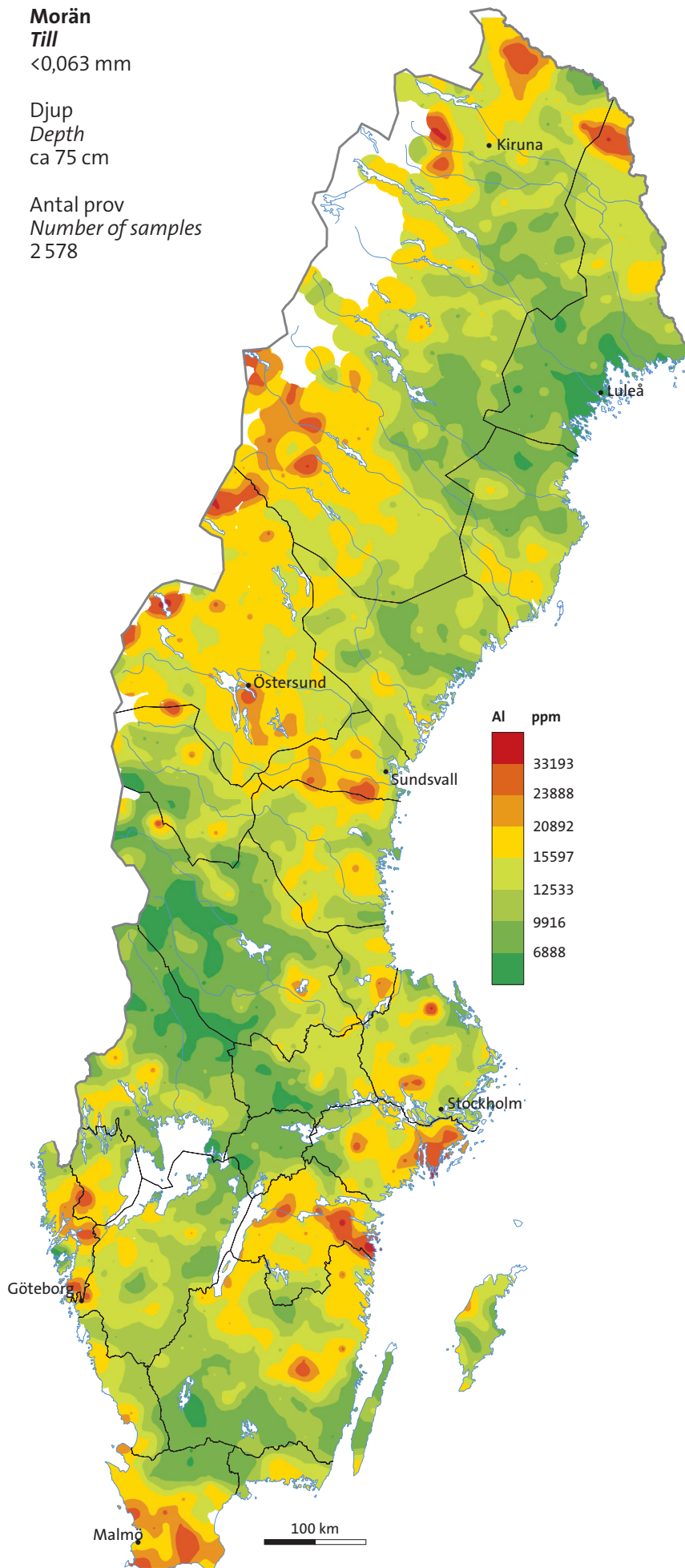
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

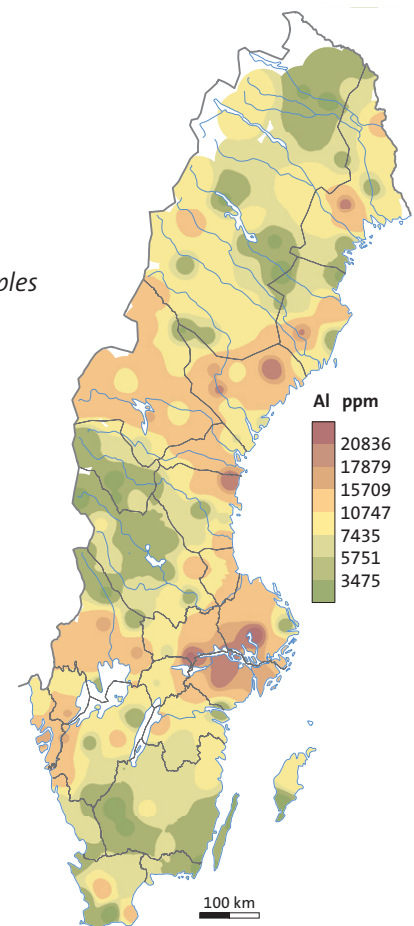
Antal prov
Number of samples
2578



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 mesotermala 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

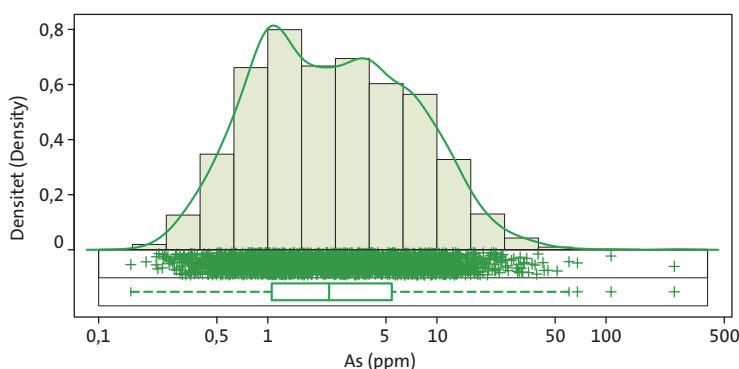
Arsenic shows a strong affinity to sulphur and occurs mainly in the form of sulphides and arsenides, e.g. arsenopyrite (FeAsS). In rock-forming minerals, arsenic substitutes iron and aluminium. Thus, trace amounts of arsenic can occur in common silicates, for instance in feldspar.

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.

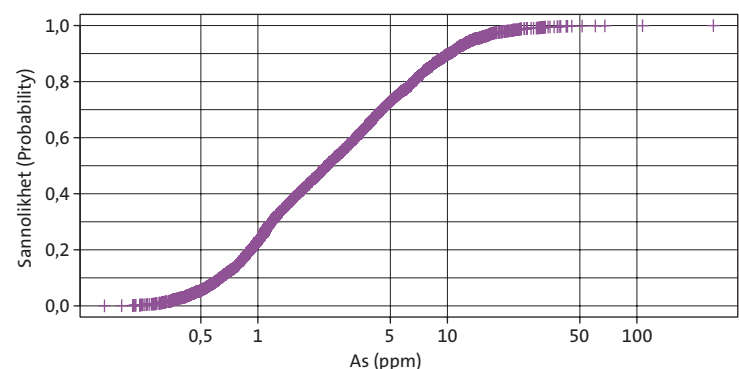
While the solubility of many arsenic compounds is high, the mobility of arsenic in soil and sediments is limited due to strong adsorption to clay minerals, iron-oxy-hydroxides and organic matter.

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



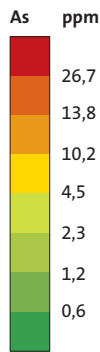
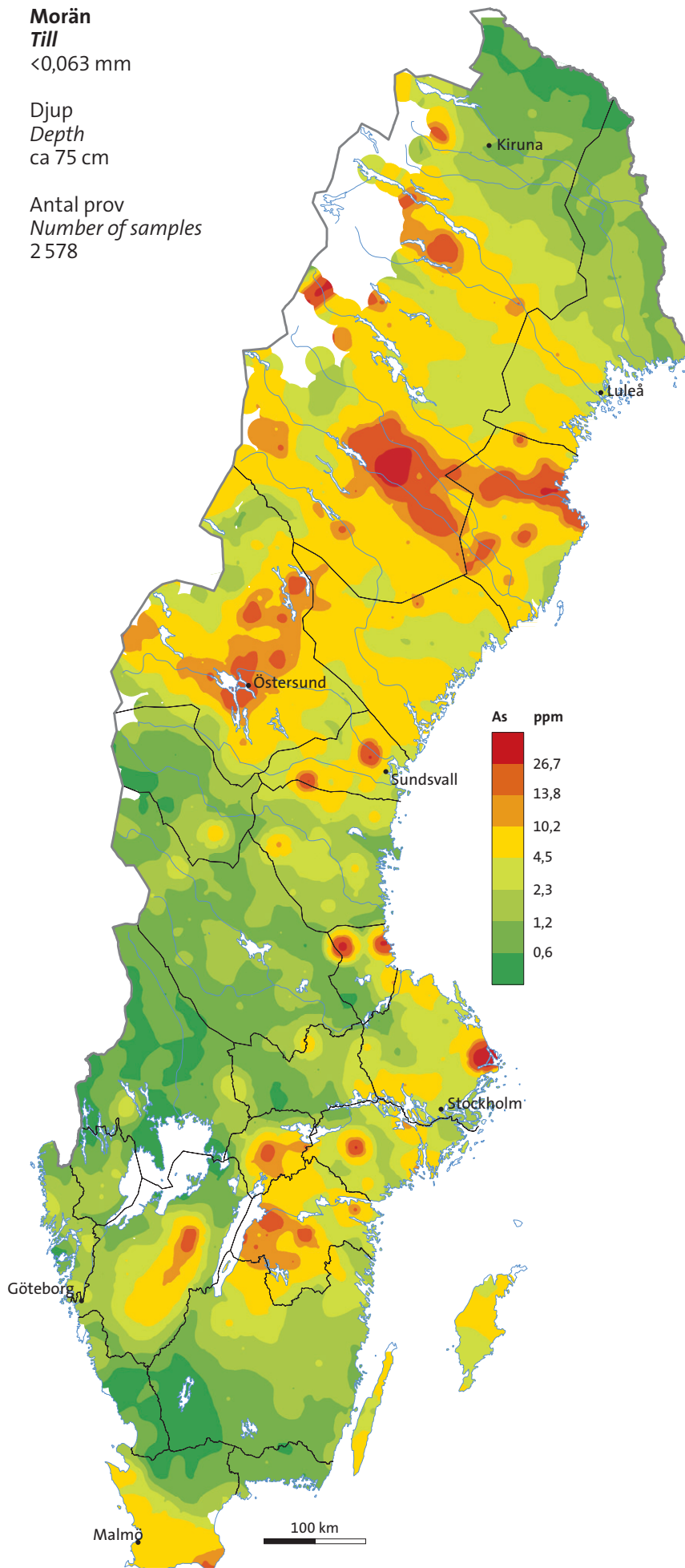
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

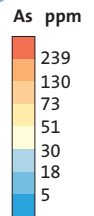
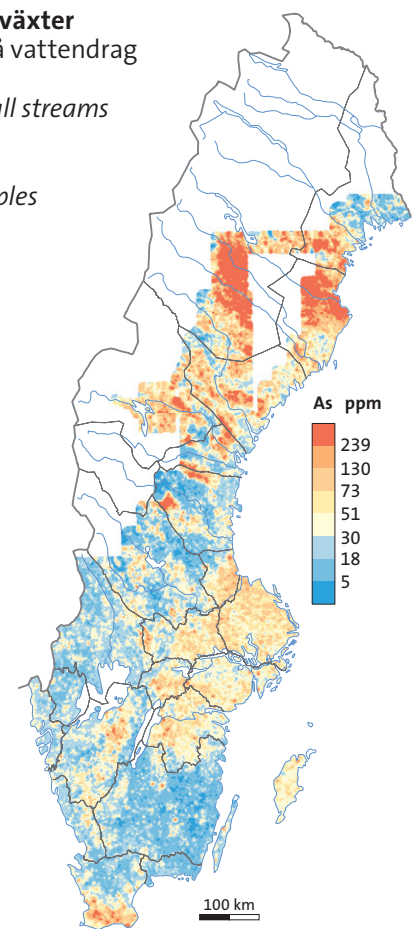
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

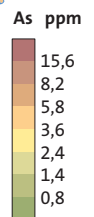
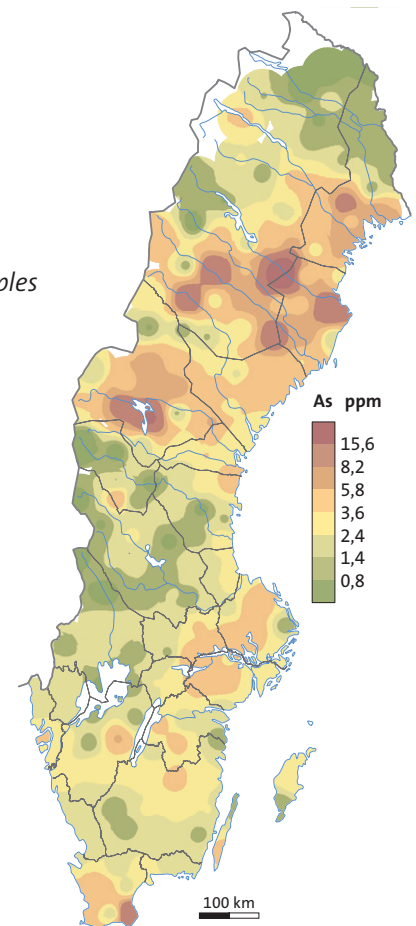
Antal prov
Number of samples
38 066



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



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.

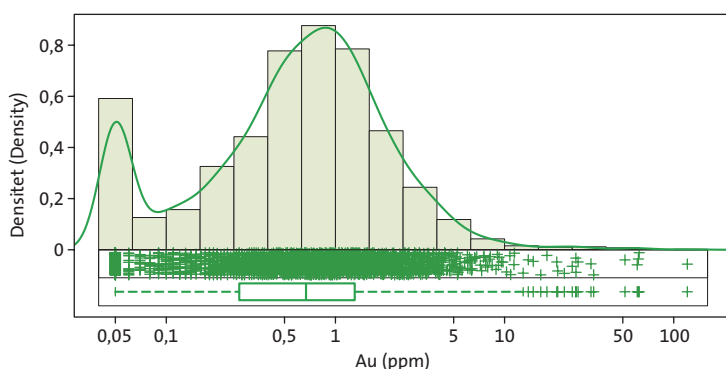
GOLD

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.

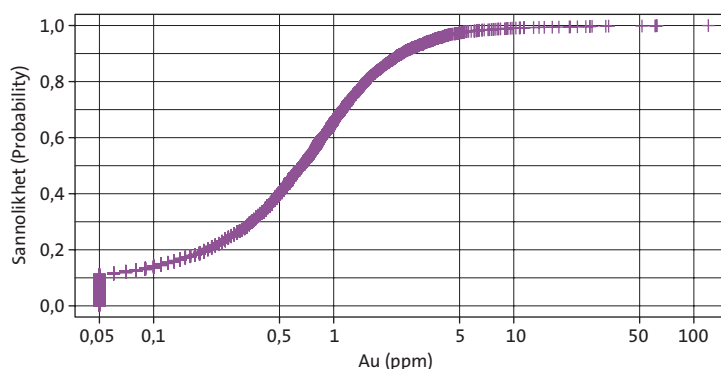
Gold is very immobile and non-reactive and, with the exception of its cyanide form, $\text{Au}(\text{CN})_2$, has low activity in solution. High gold concentrations in plants and humus-rich soils overlying gold deposits result from interactions with organic matter and bacteria.

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



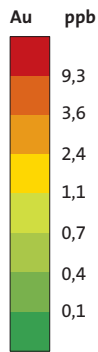
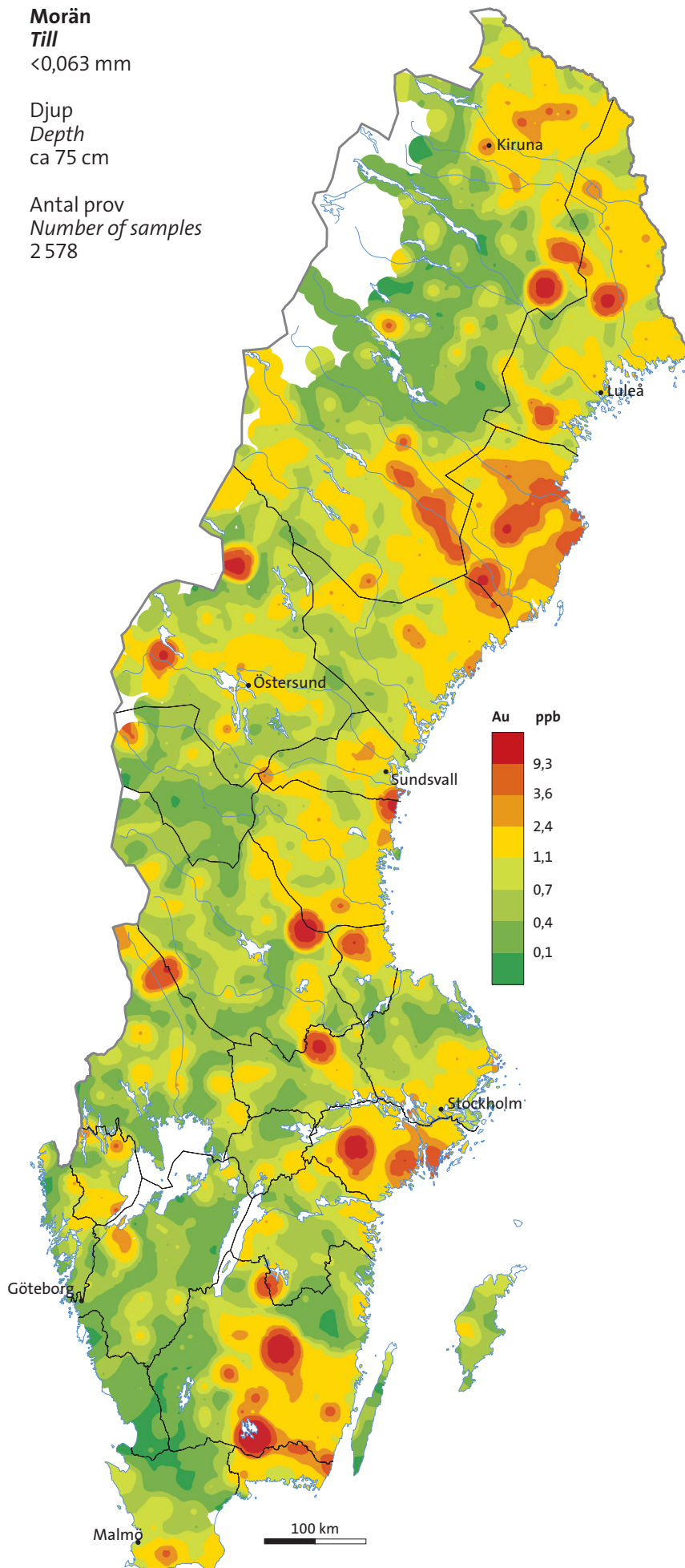
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

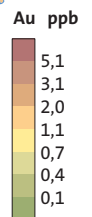
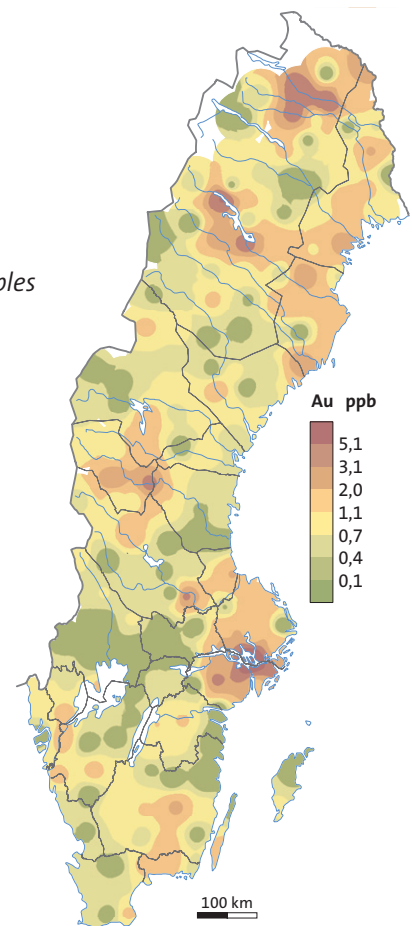
Antal prov
Number of samples
2578



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.

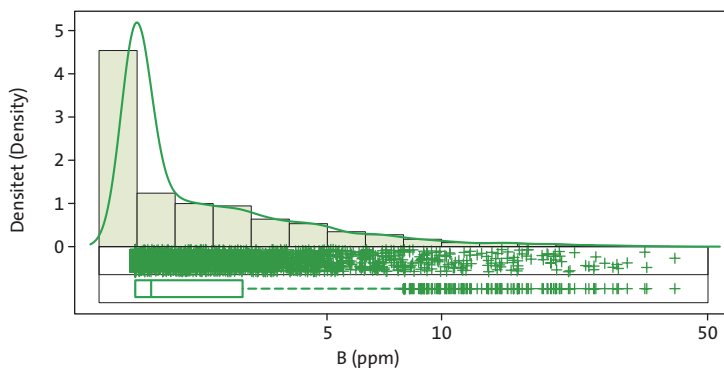
Although boron shows poor leachability from magmatic minerals (e.g. tourmaline), it can be soluble in soil and is strongly adsorbed to clay minerals (e.g. illite), organic matter and iron-aluminium oxides. Secondary deposits of boron can be found in clays and carbonates, and marine clay normally have 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).

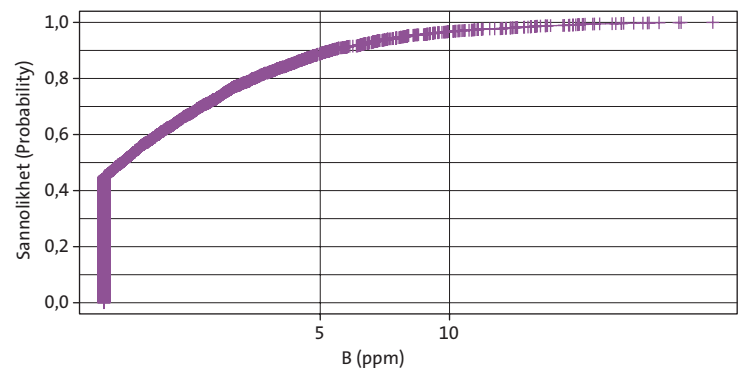
Elevated boron concentrations occur in till overlying marine black shale in Jämtland (near Storsjön) and northwards along the Caledonian front, between Vänern and Vättern (Billingen) and east and north of Vättern. There is a relationship between boron, aluminium and potassium concentrations which indicates 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



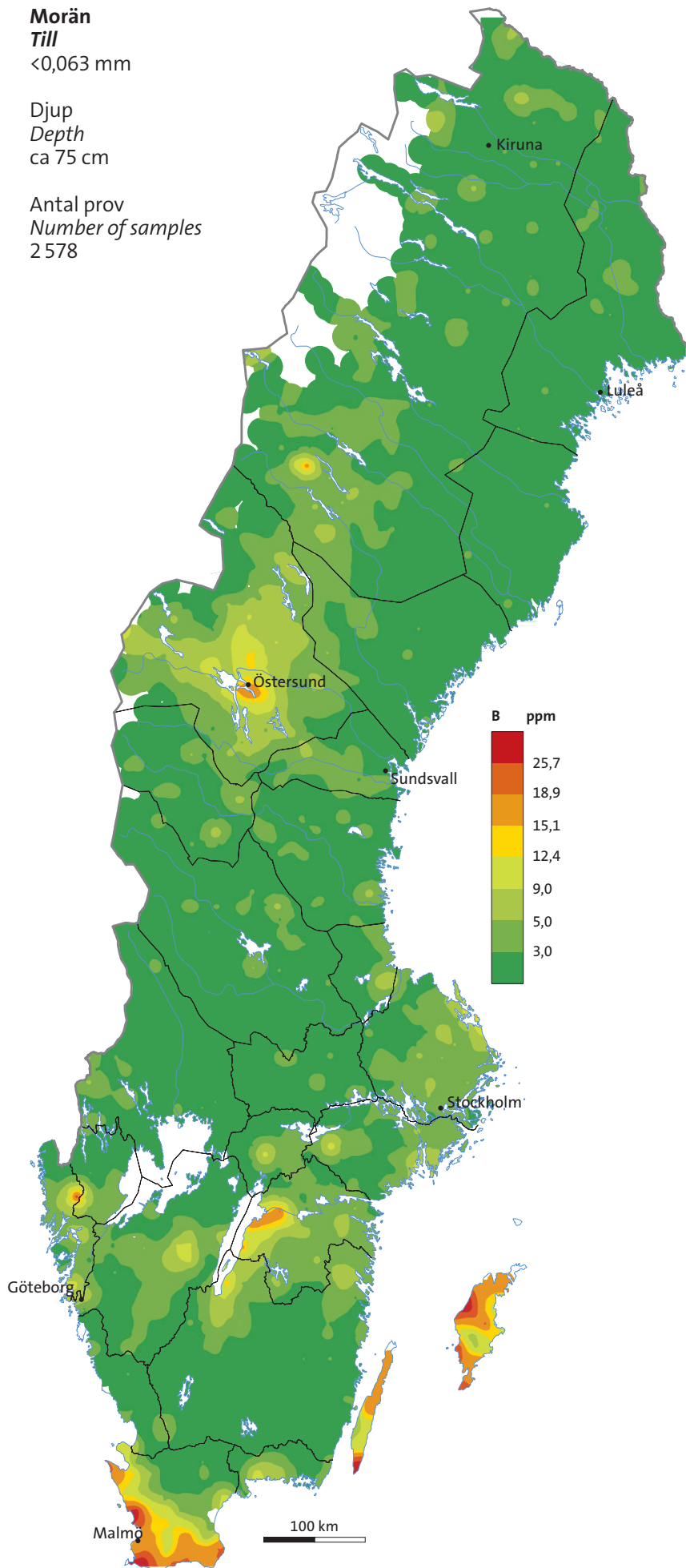
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

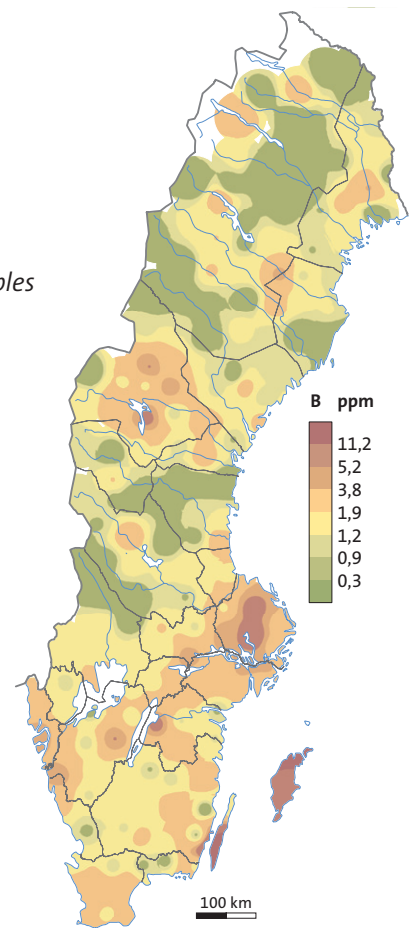
Antal prov
Number of samples
2578



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

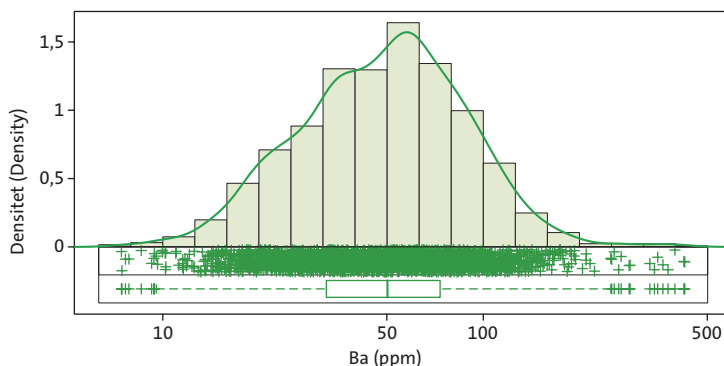
The most common mineral that barium forms is baryte. Barium also occurs in trace amounts in rock-forming silicates like feldspar and mica where it usually substitutes for potassium. The highest barium concentrations (up to 2000 ppm) are found in felsic and alkaline rocks. High concentrations also occur 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.

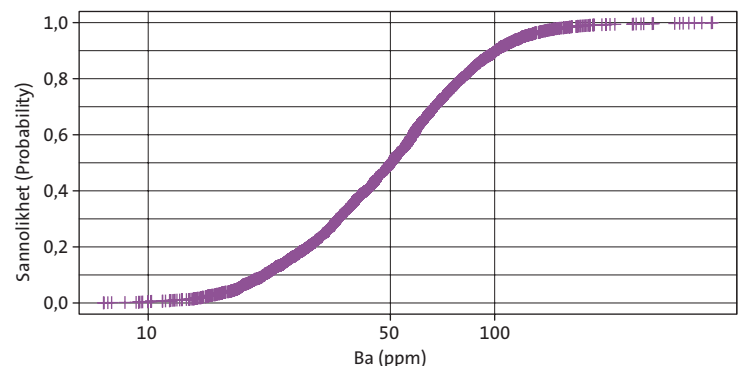
The highest barium concentrations in glacial deposits occur in north-western Sweden, where they mainly originate from sedimentary rocks (e.g. arkose) and their metamorphic equivalents. Barium anomalies in northernmost Sweden overlap with high aluminium concentrations in till that correlate with Archean 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



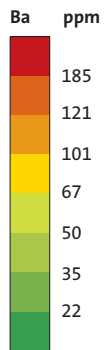
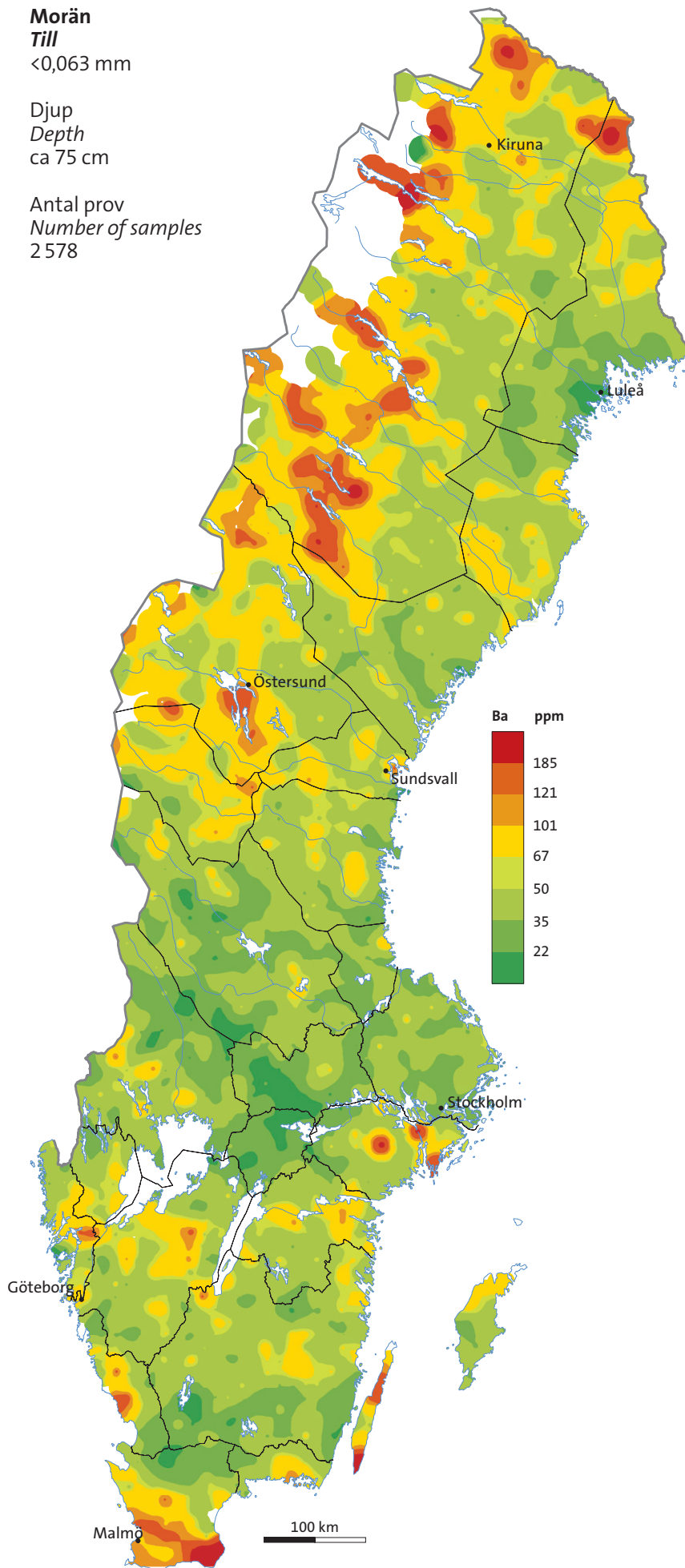
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

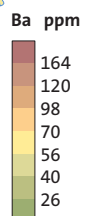
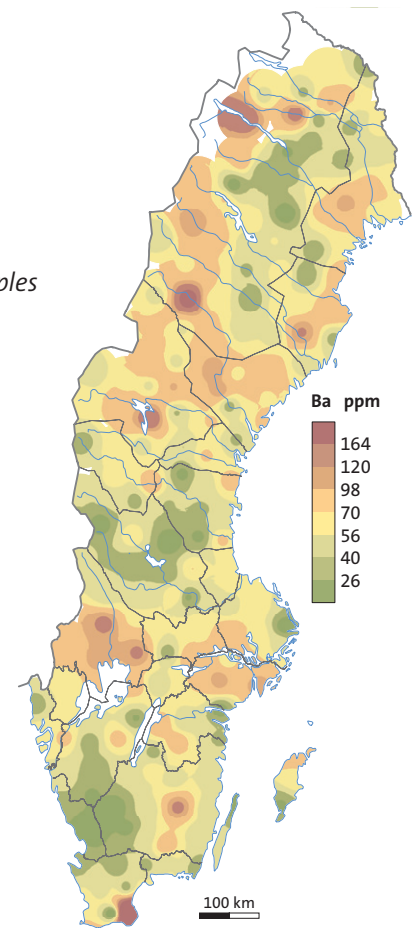
Antal prov
Number of samples
2578



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.

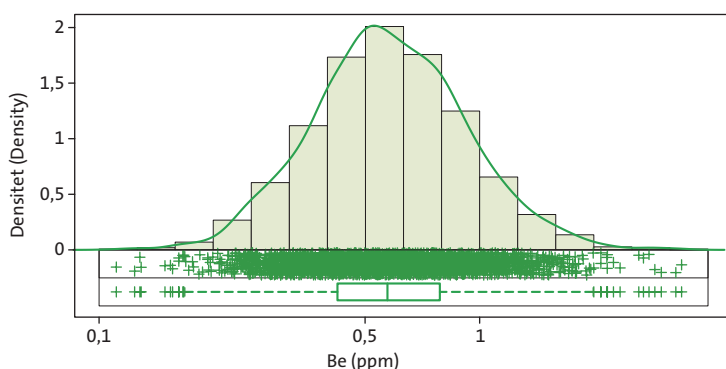
BERYLLIUM

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.

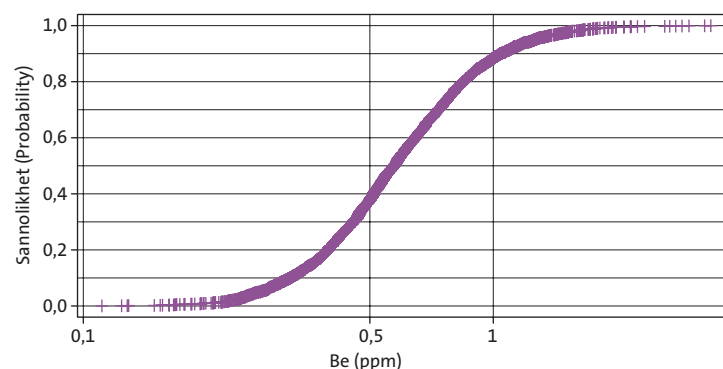
Beryllium is relatively mobile at low pH, and has a strong tendency to adsorb to clay minerals, organic matter and iron-manganese hydroxides.

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



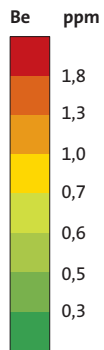
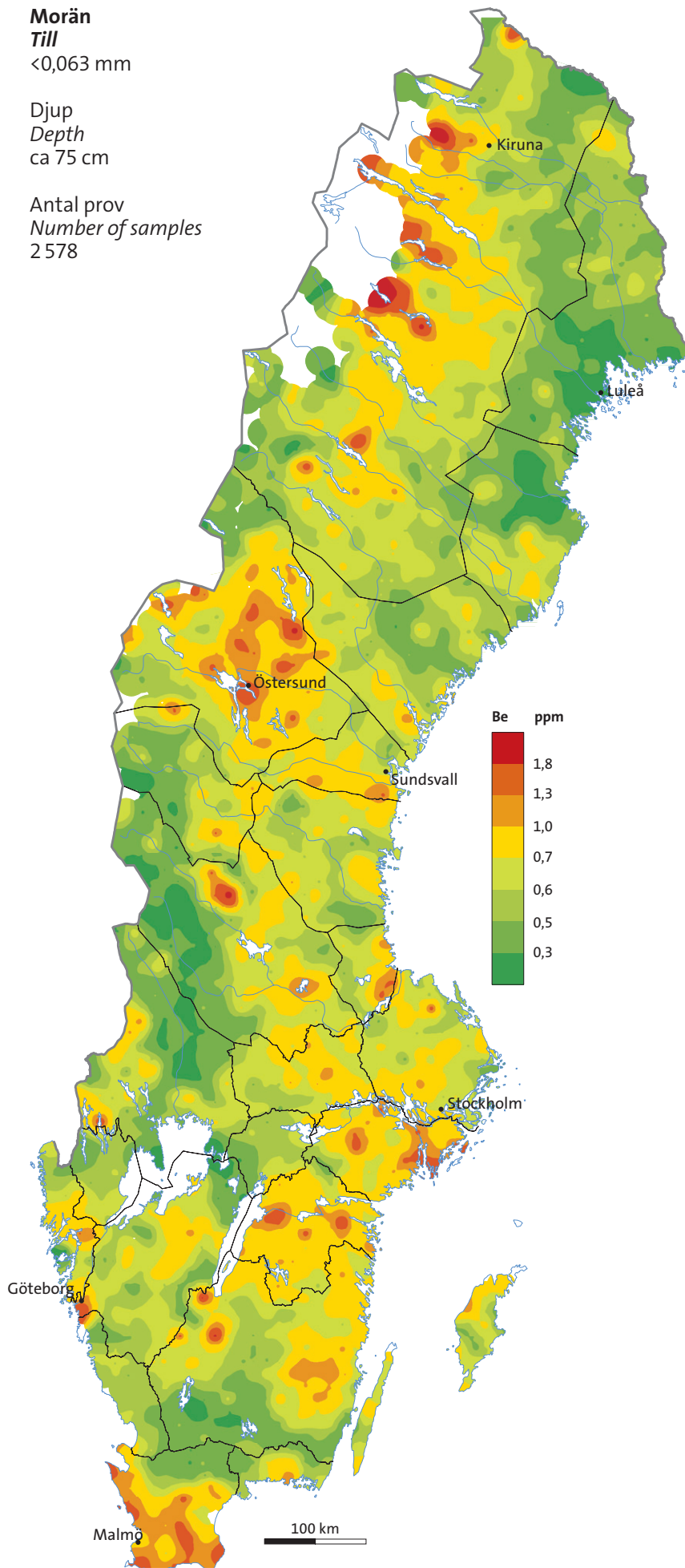
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

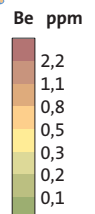
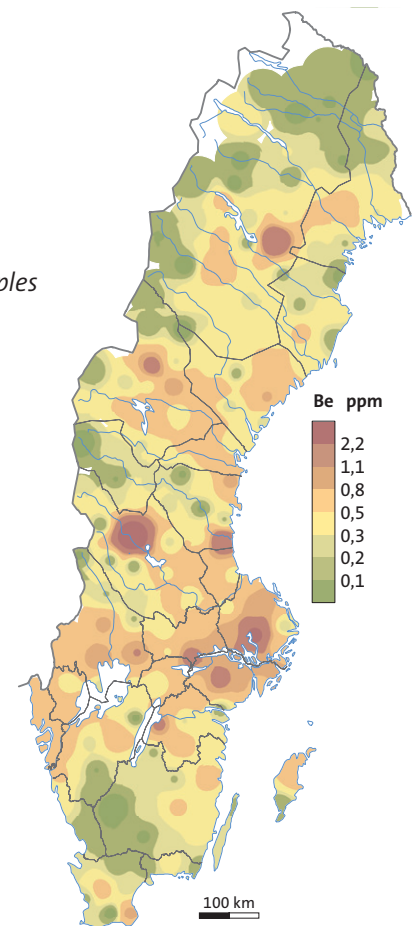
Antal prov
Number of samples
2578



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 Gulddinjen.

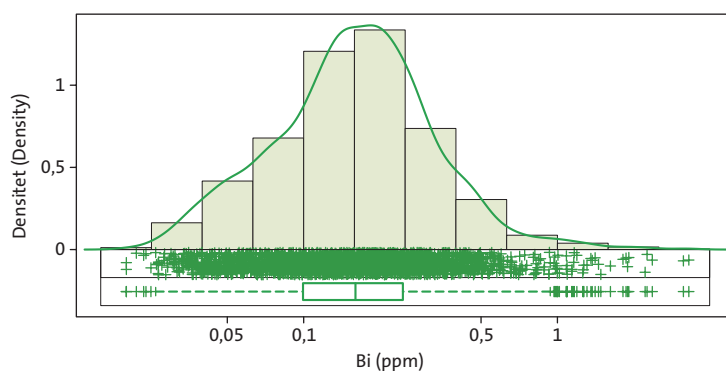
BISMUTH

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.

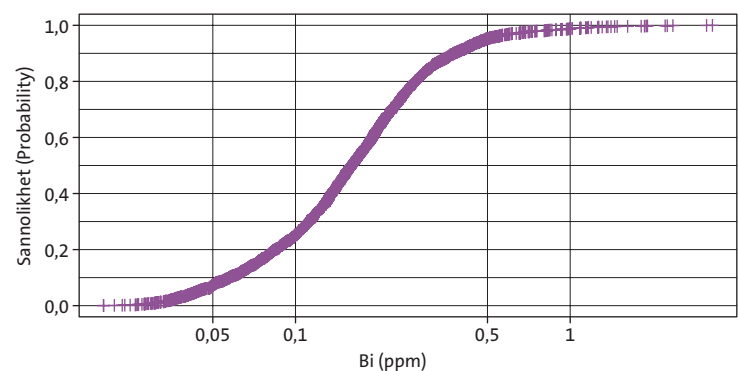
Bismuth has low mobility and tends to co-precipitate with iron and manganese hydroxides. It also forms insoluble salts and binds strongly to organic matter.

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



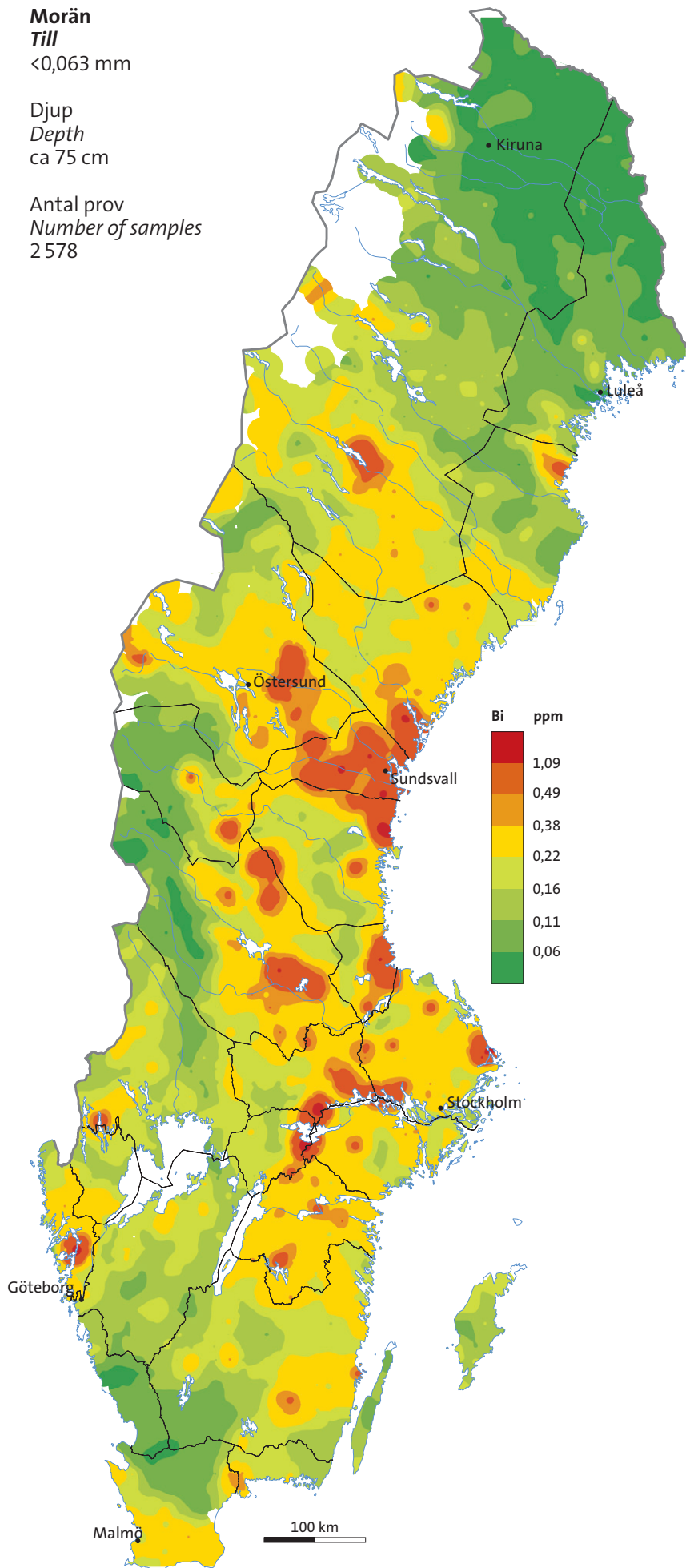
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

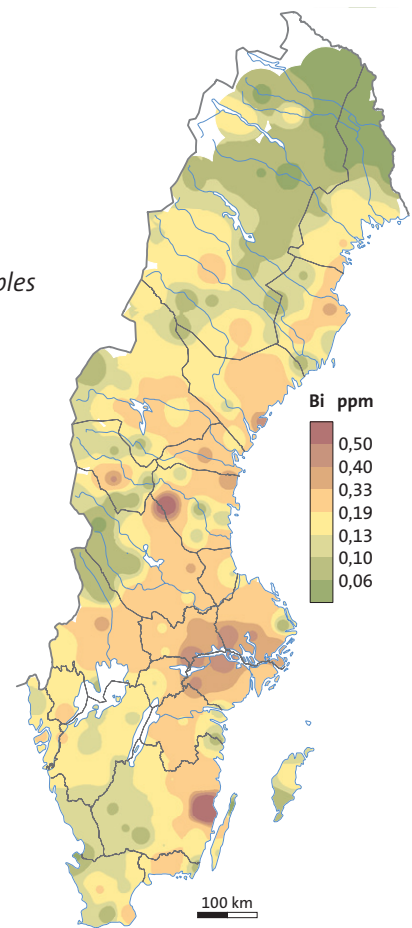
Antal prov
Number of samples
2578



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.

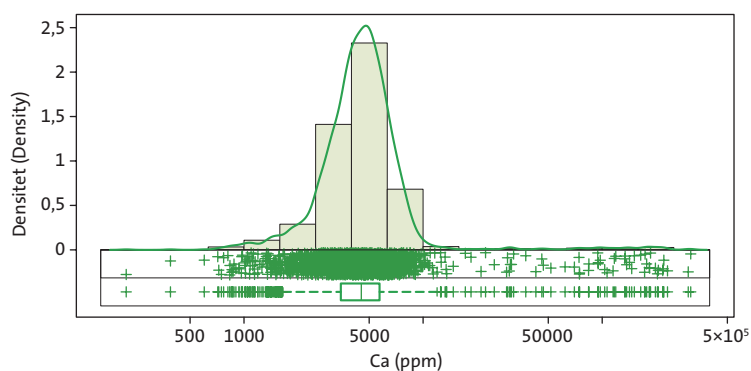
CALCIUM

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.

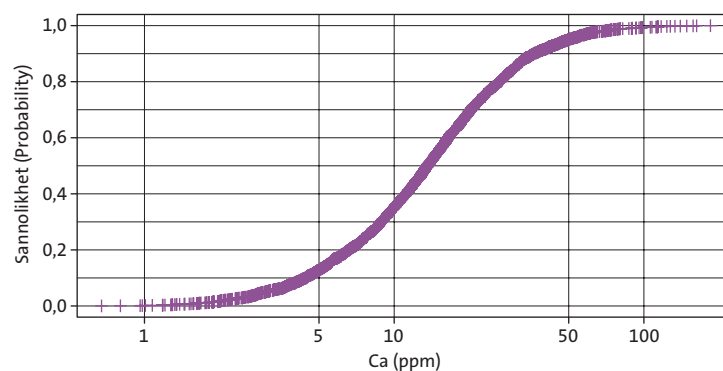
The solubility of calcium is high and the element is very mobile except under alkaline conditions. Consequently, the largest calcium anomalies in till occur on Öland and Gotland where the bedrock consists of Ordovician and Silurian limestone and marlstone.

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



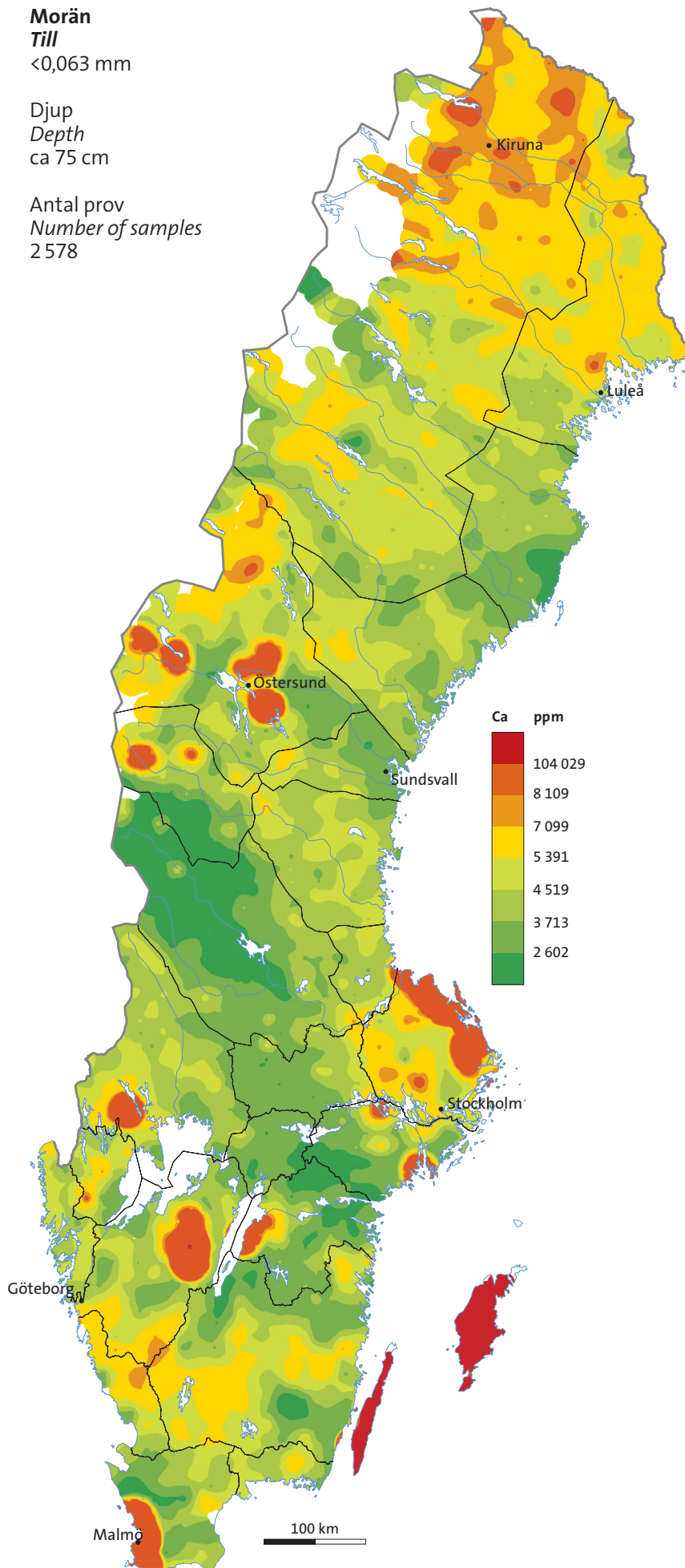
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

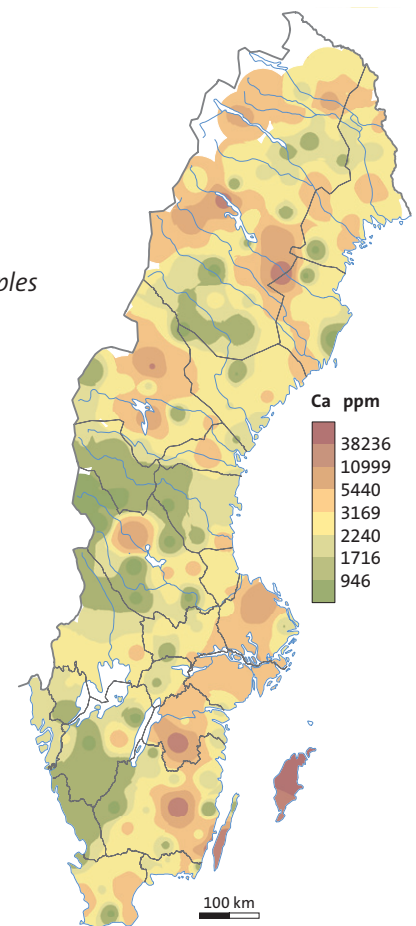
Antal prov
Number of samples
2578



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.

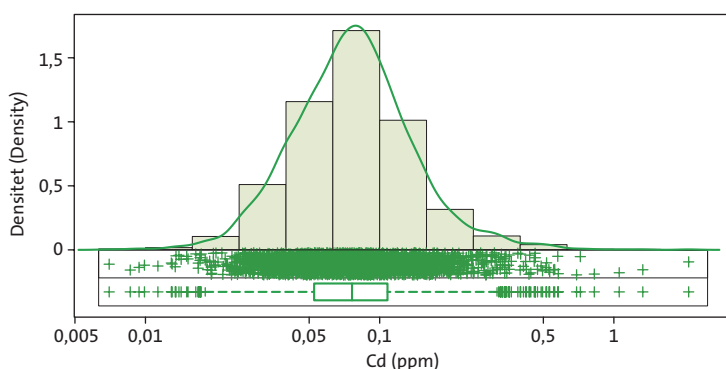
CADMIUM

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.

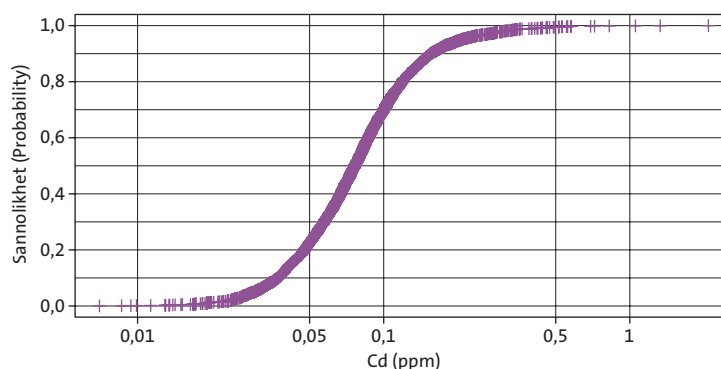
Cadmium is mobile under oxidising conditions and can be leached from sulphides at pH lower than 8. At a high pH, cadmium tends to precipitate with carbonates. Its mobility is limited by its tendency to adsorb to clay minerals and organic matter, and to co-precipitate with iron-manganese hydroxides.

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



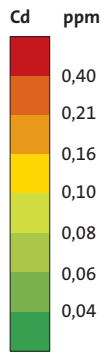
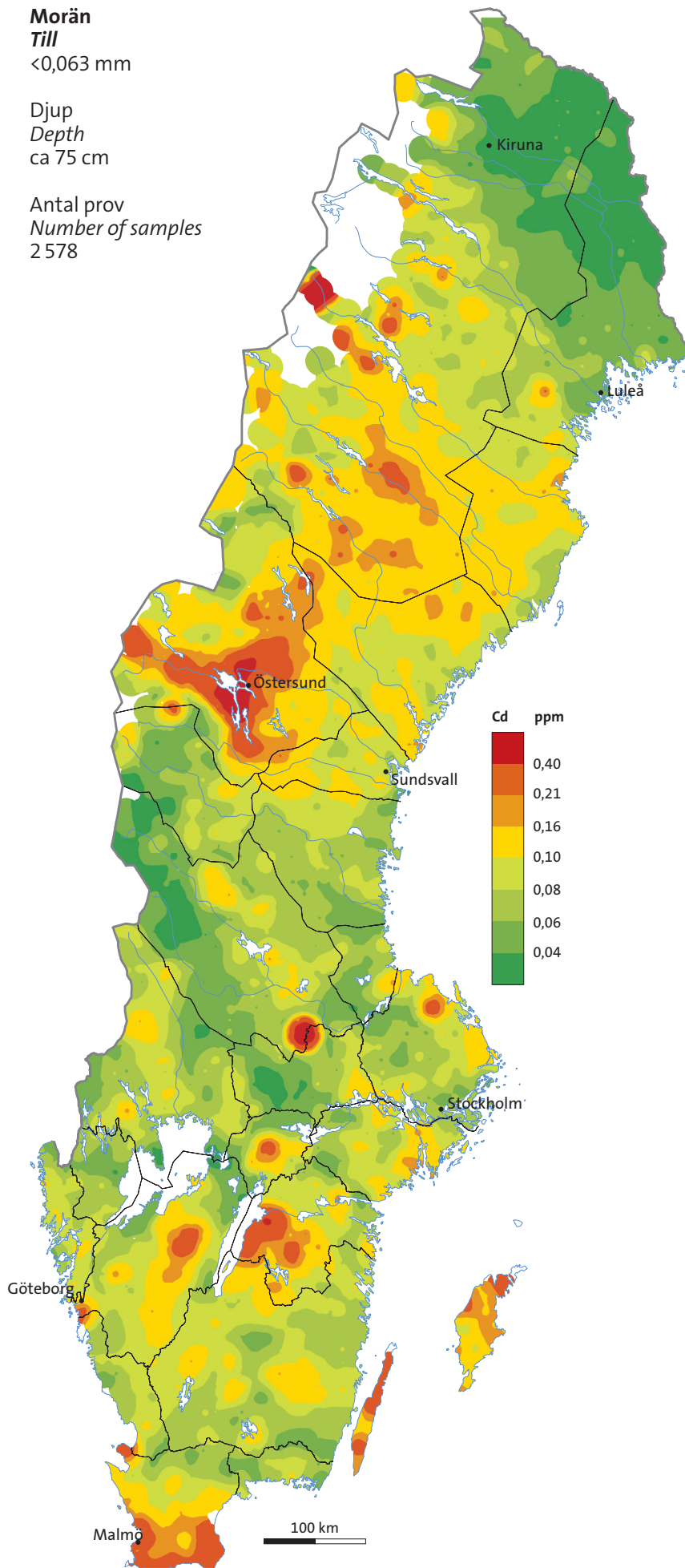
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

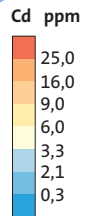
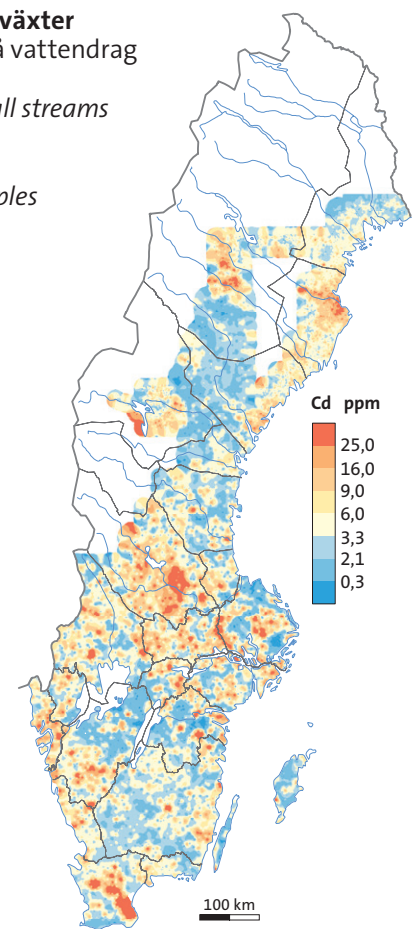
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

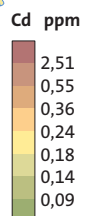
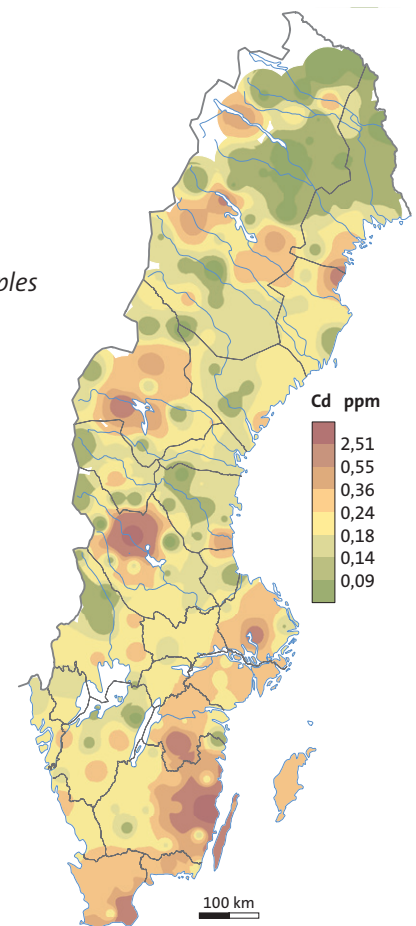
Antal prov
Number of samples
11 182



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.

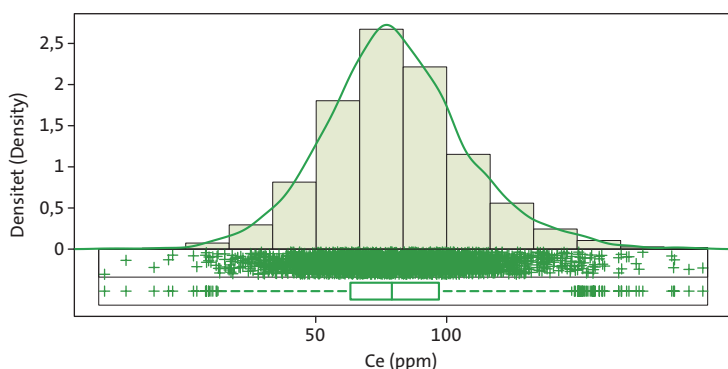
Höga ceriumkoncentrationer i morän förekommer i den norra delen av Sverige i områden med arkeiska gnejser och svecokarelska graniter, gnejser och pegmatiter. Ceriumanomalier i fjällkedjan överlappar med magmatiska och metamorfa bergarter inom de tektoniska fönstren och med metasedimentära bergarter, 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

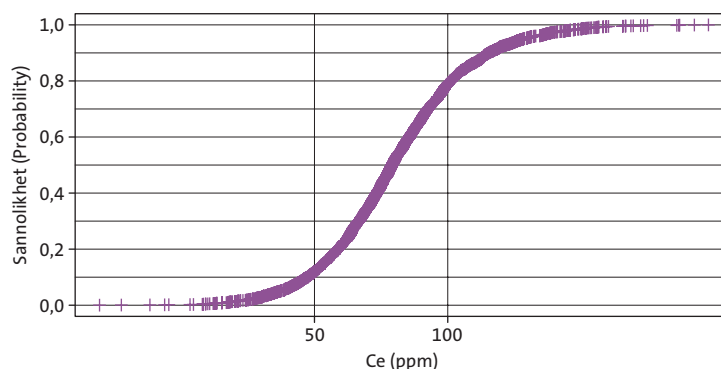
Cerium is the most abundant element among the rare earth elements (REE). It forms several minerals, for example monazite, xenotime, bastnäsite and cerite, and can substitute for calcium in feldspar. The cerium-bearing minerals are typically associated with granitoid rocks, but high concentrations of 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



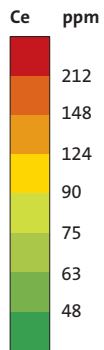
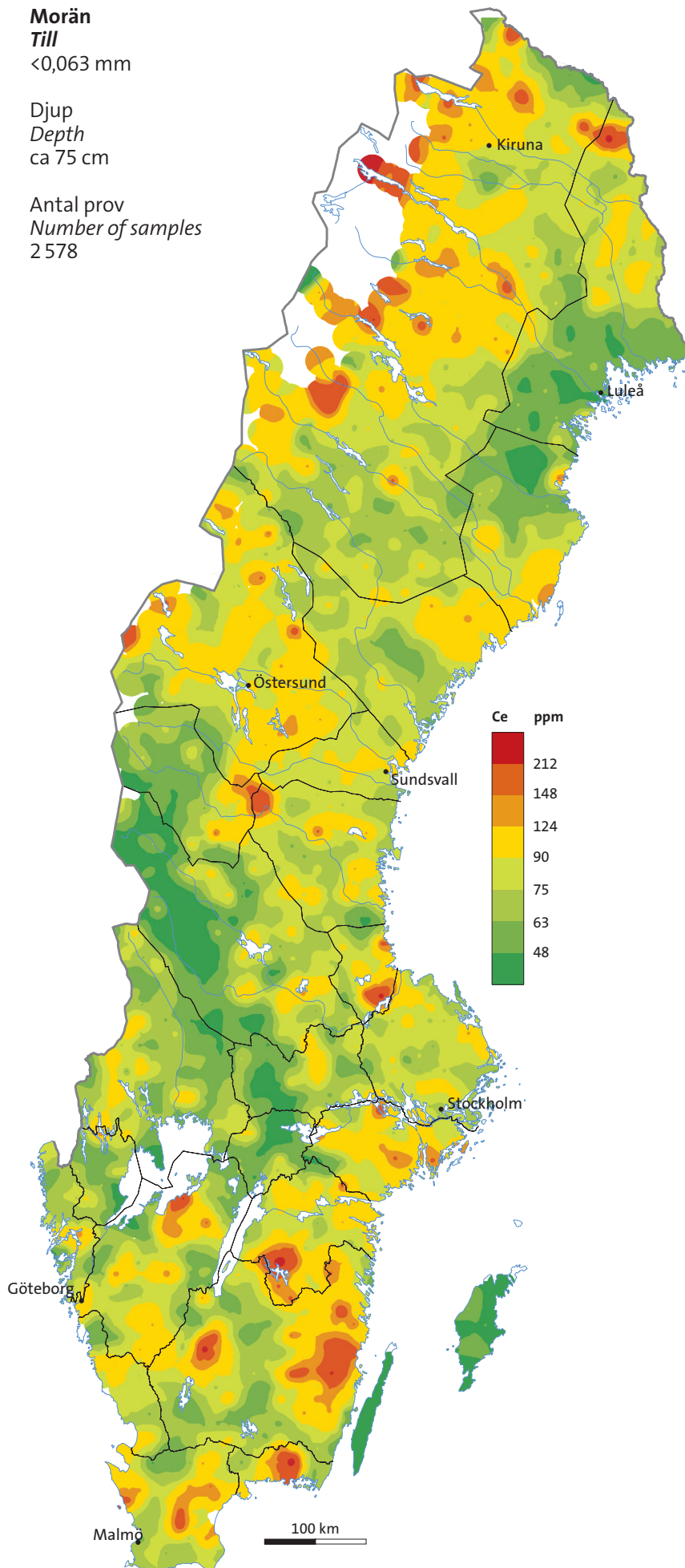
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

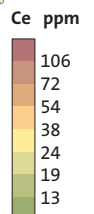
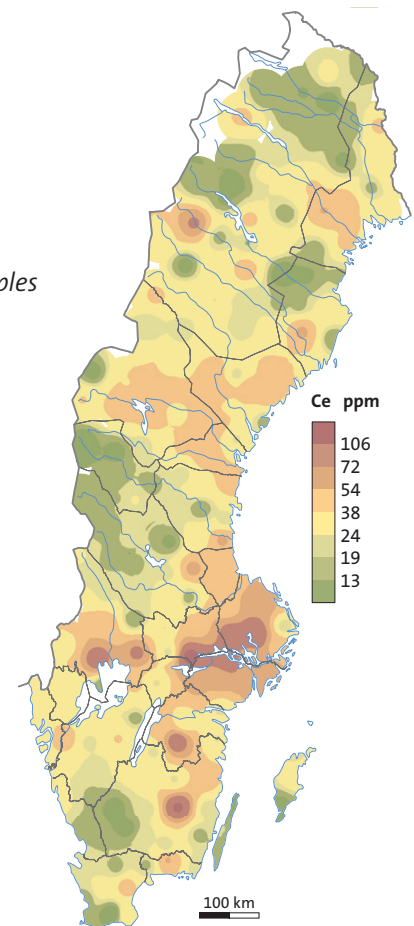
Antal prov
Number of samples
2578



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.

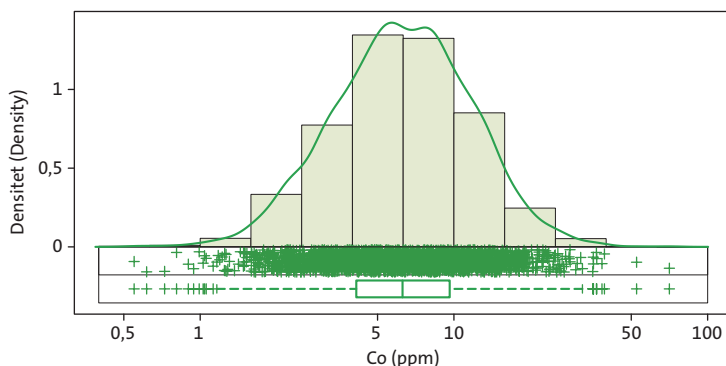
COBALT

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.

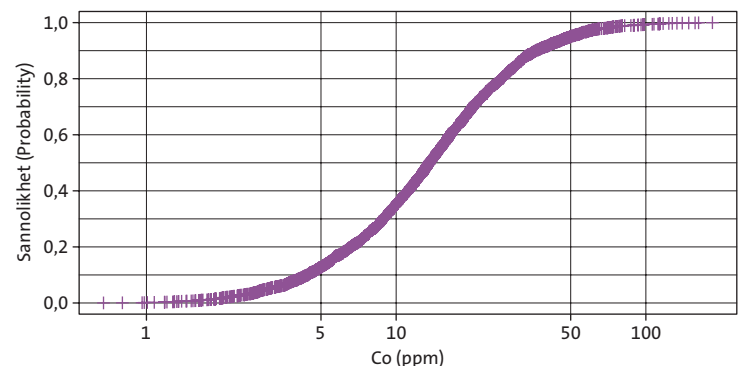
The mobility of cobalt is high at low pH and oxidising conditions and low under alkaline and reducing conditions. When mobilised, cobalt is readily concentrated in iron-manganese oxides, clays and fine-grained sediments.

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



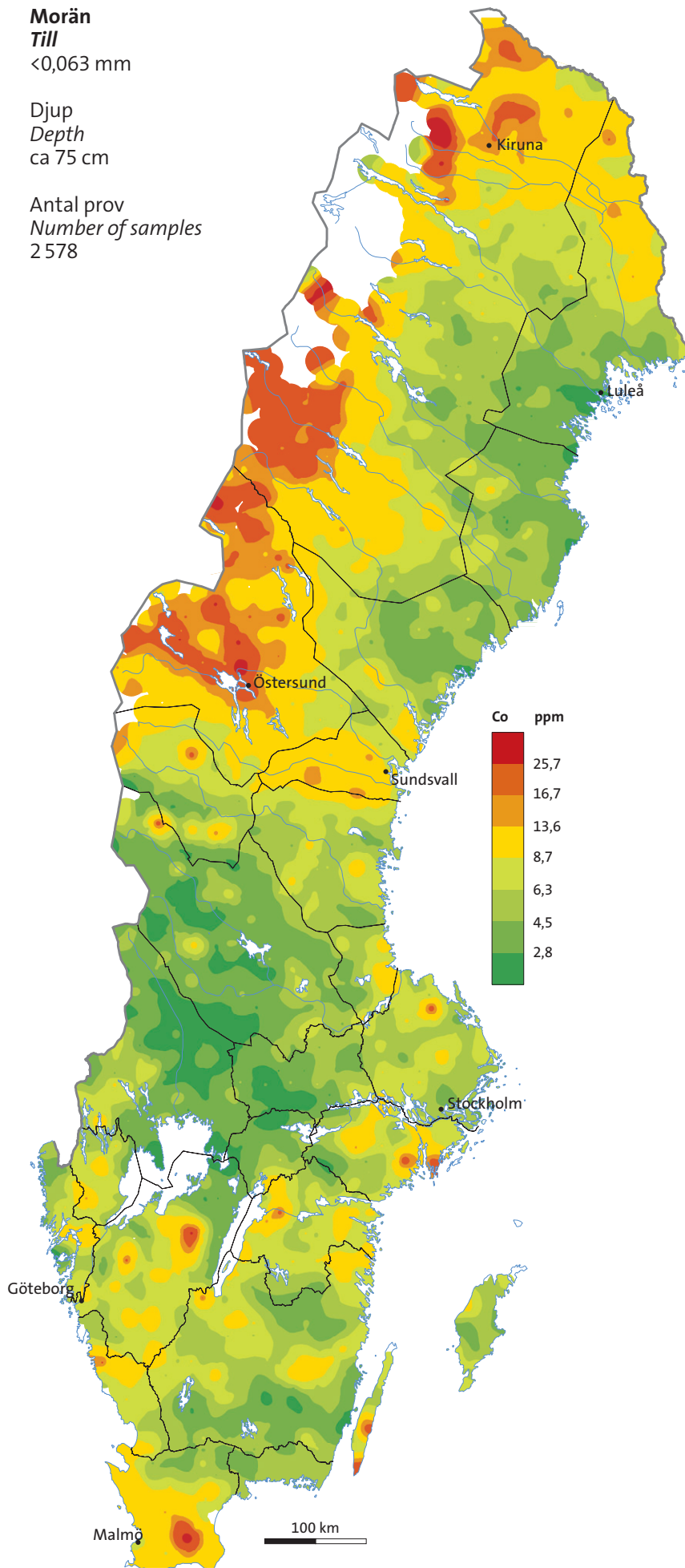
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
 <0,063 mm

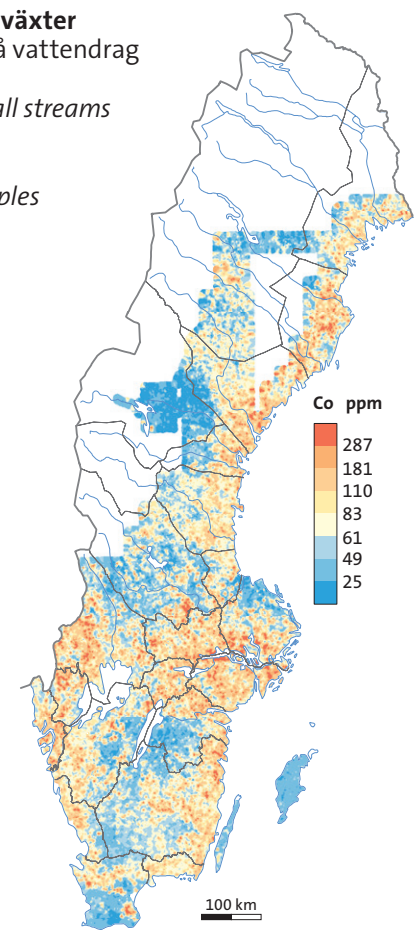
Djup
 Depth
 ca 75 cm

Antal prov
 Number of samples
 2578



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

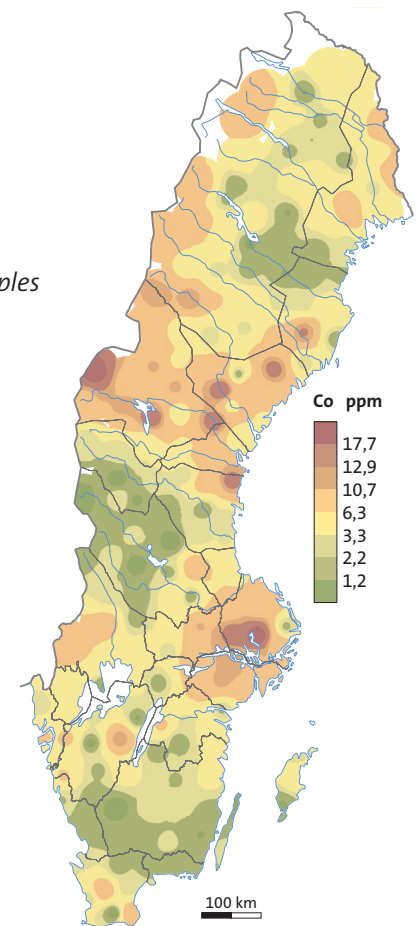
Antal prov
 Number of samples
 38 066



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.

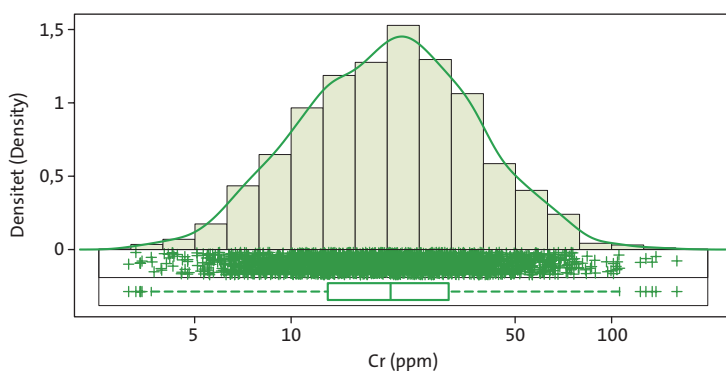
CHROMIUM

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.

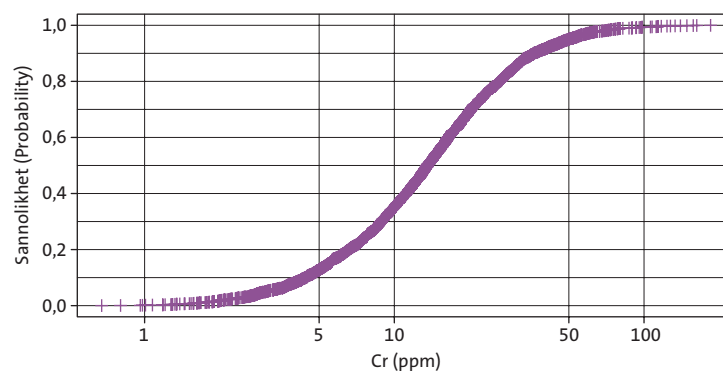
The highest concentrations of chromium in till occur in Lappland and are related to the presence of mafic and ultramafic rocks belonging to greenstone belts within the Archean and Paleoproterozoic units. The anomalies often correlate with Fe, Ni and Cu deposits.

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



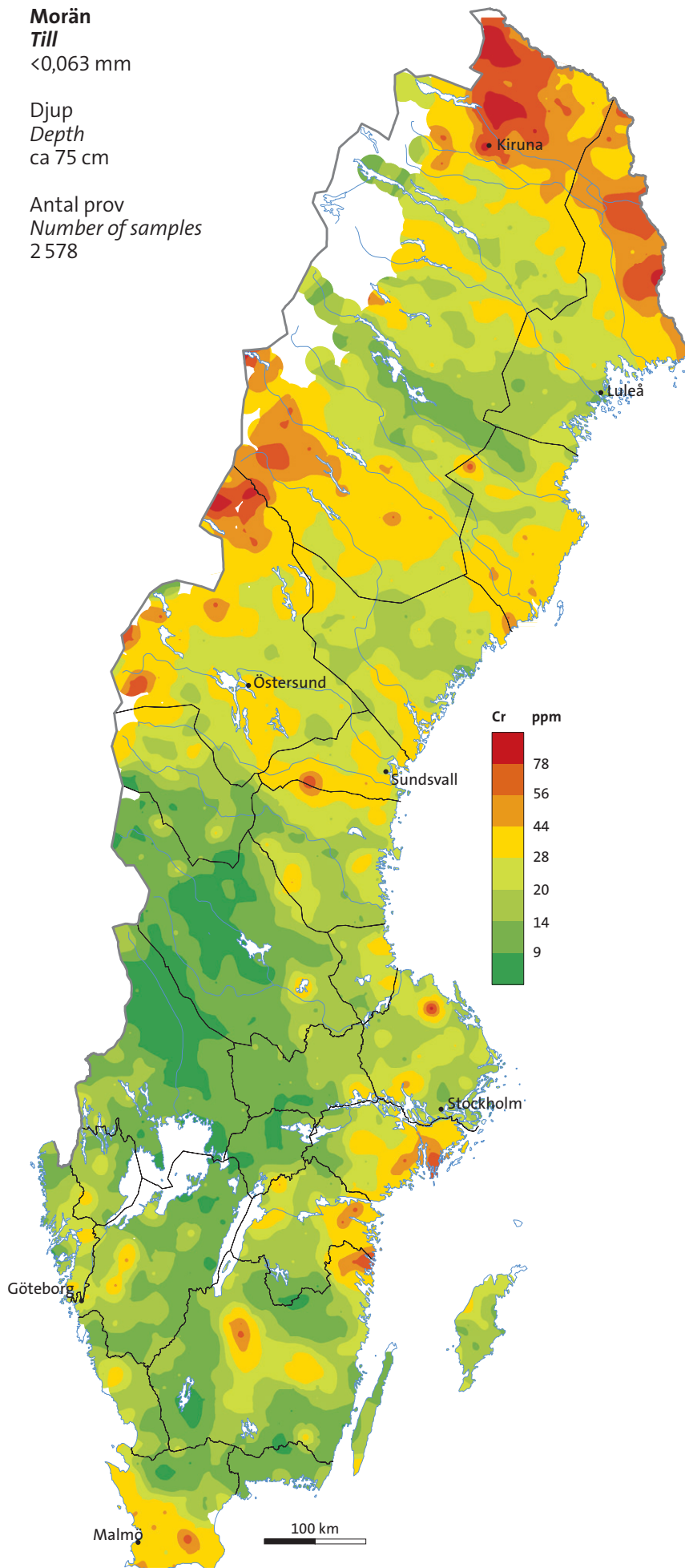
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

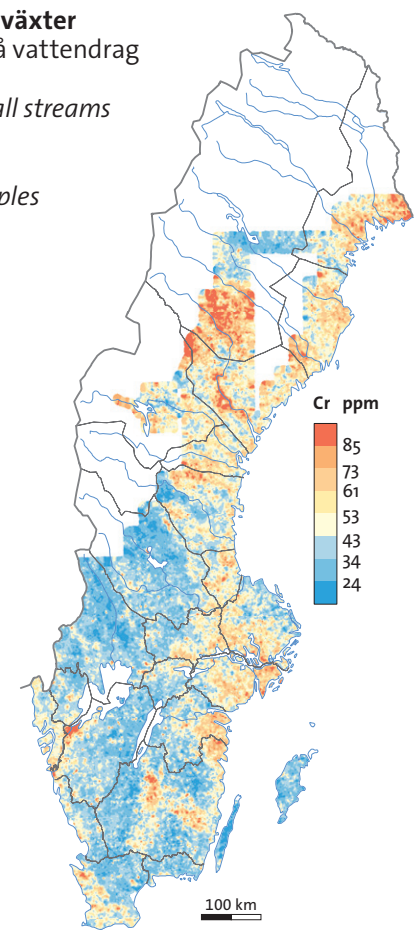
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

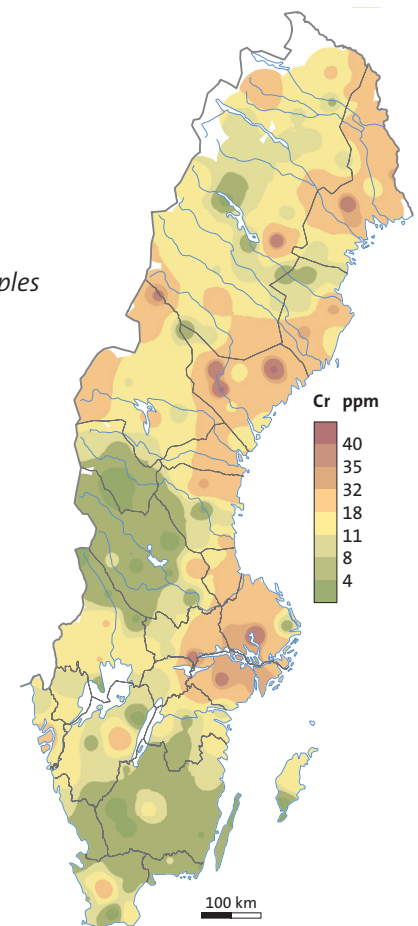
Antal prov
Number of samples
38 066



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.

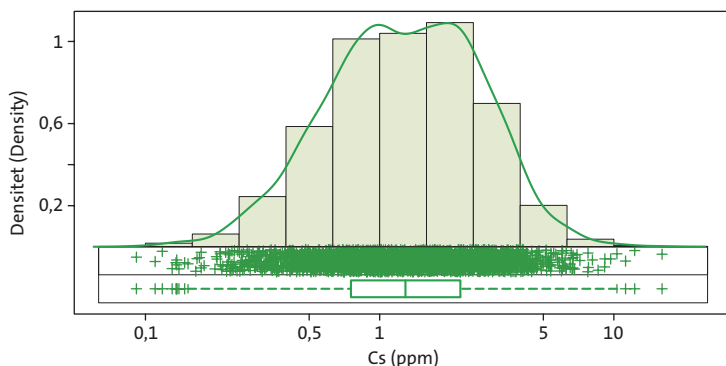
CESIUM

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.

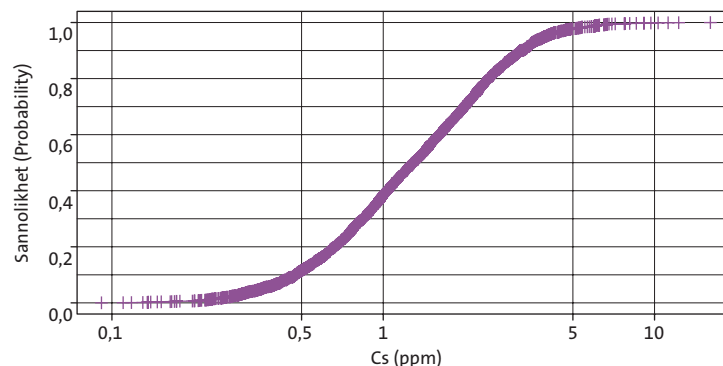
Cesium is very soluble and most of the elevated concentrations in soils are a result of the weathering of potassium-bearing minerals from igneous and alkaline rocks. Fine-grained shale and schist can have high cesium contents due to the strong tendency of the element to adsorb to clay minerals.

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



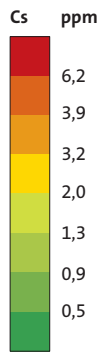
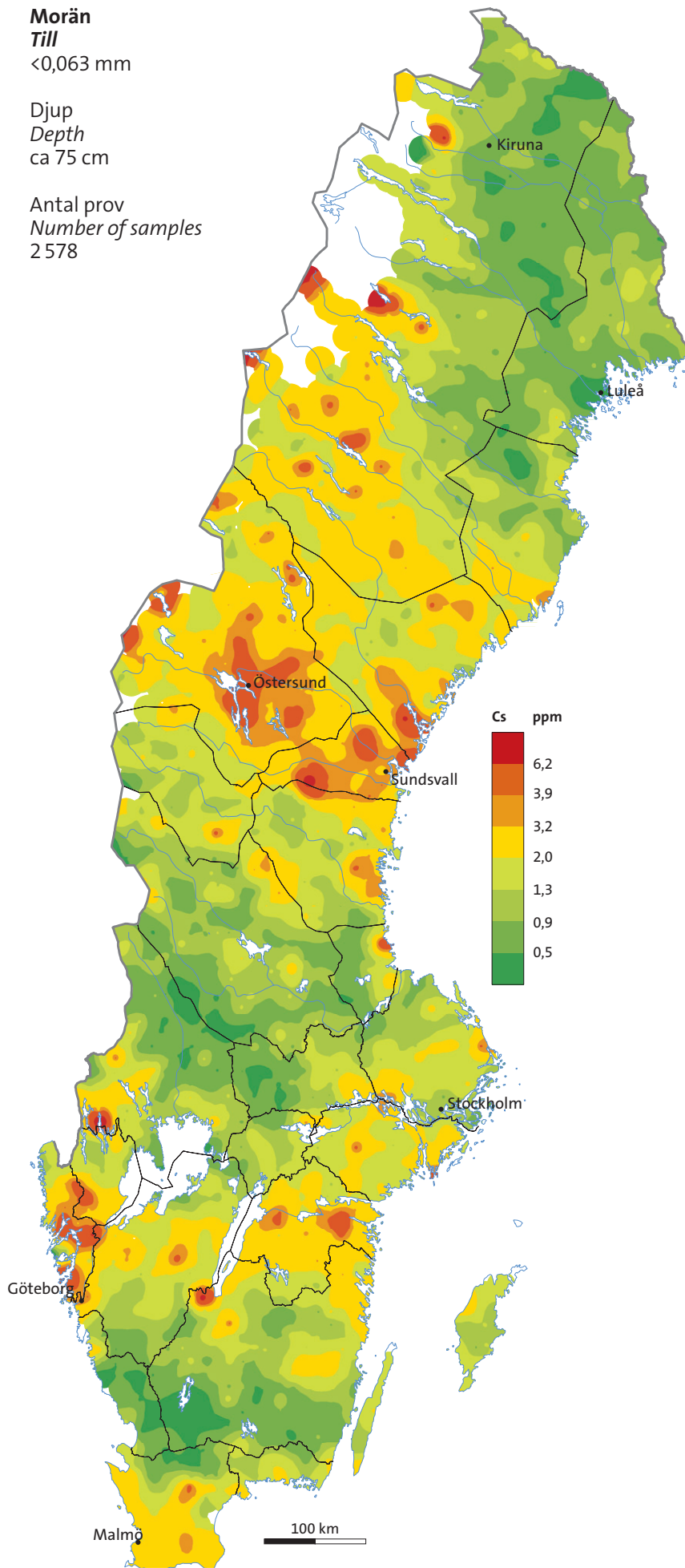
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

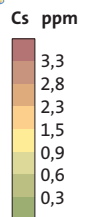
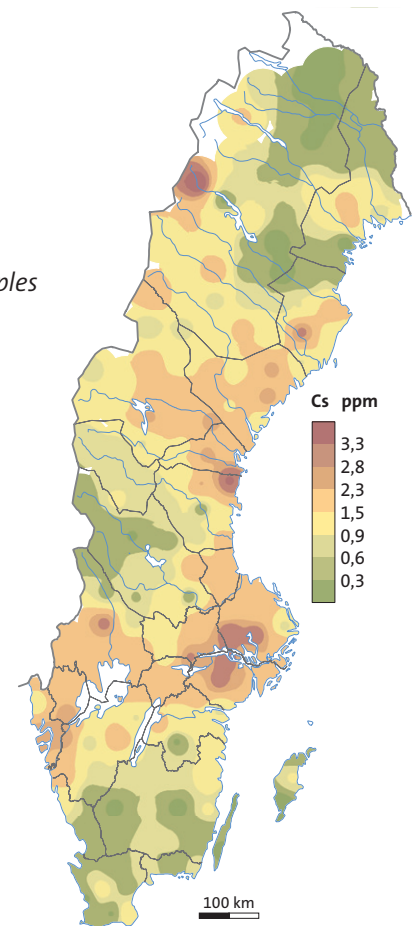
Antal prov
Number of samples
2578



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.

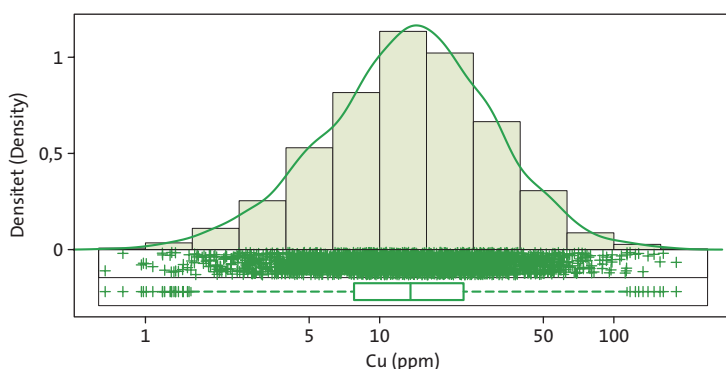
COPPER

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.

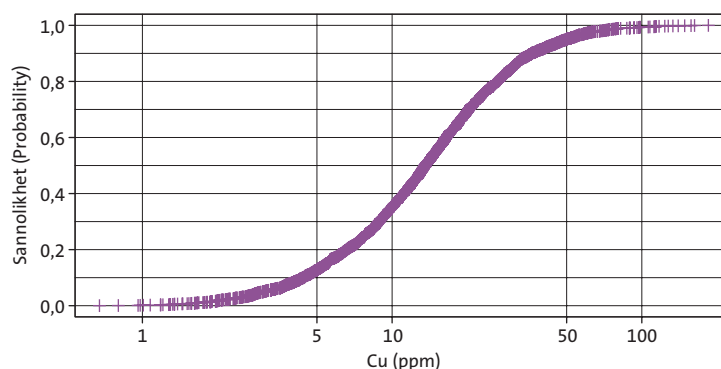
Copper is mobile under slightly acidic conditions and precipitates together with zinc and iron hydroxides. In organic-rich soils, the precipitation of copper is often controlled by microbial activity.

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



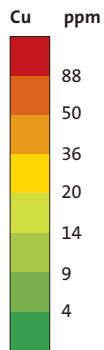
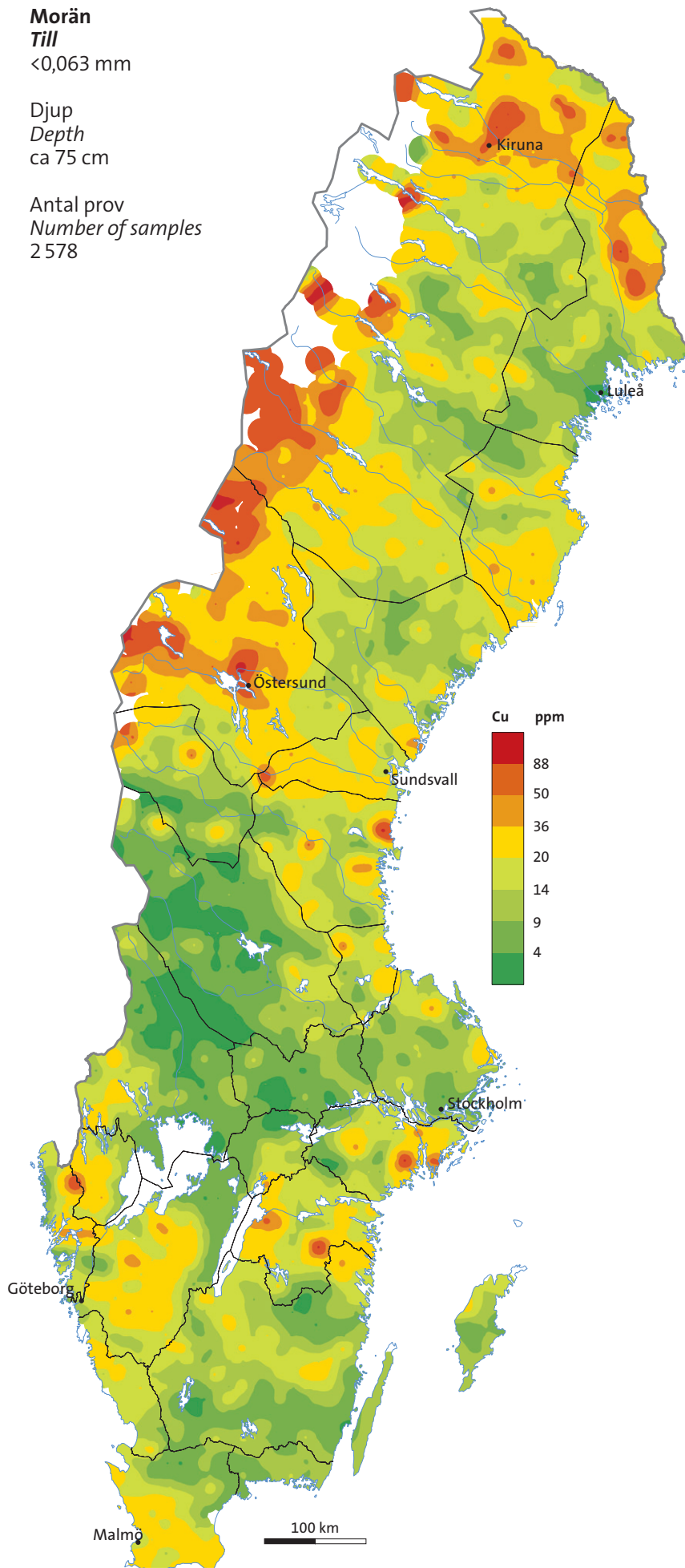
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

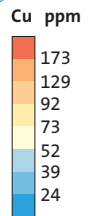
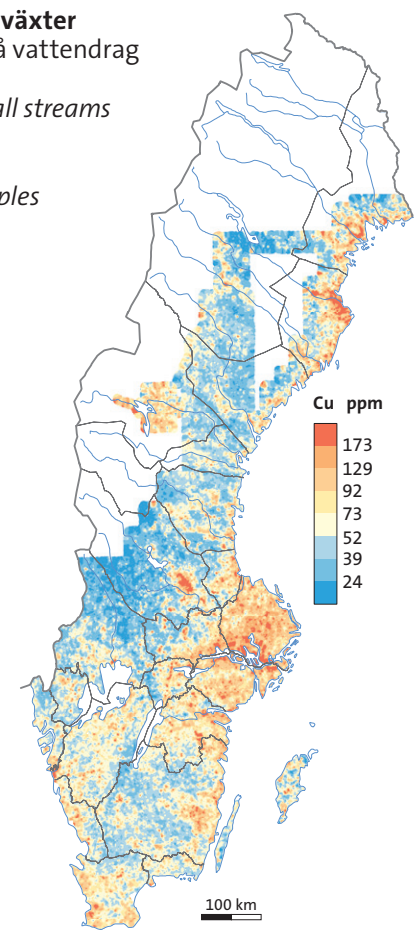
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

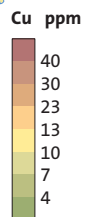
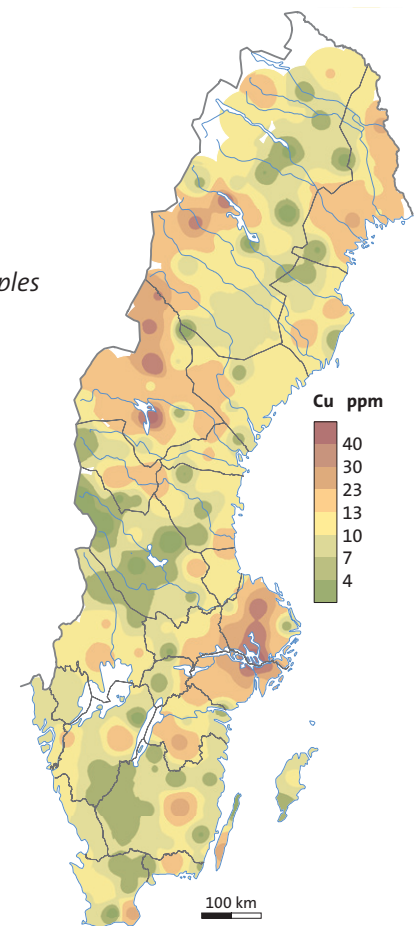
Antal prov
Number of samples
38 066



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), kopparsmineraliseringar 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.

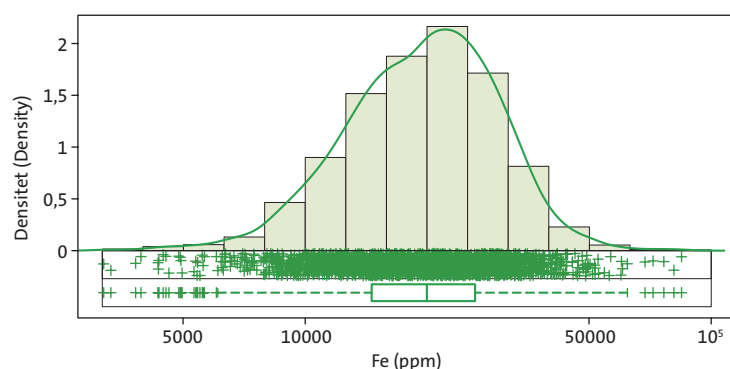
IRON

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).

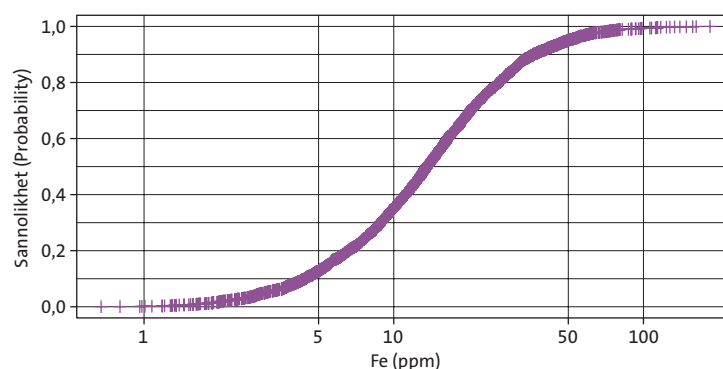
The solubility of iron depends on pH and Eh conditions and the presence of organic matter; it is low under oxidising conditions and decreases with an increase in pH. Iron is mobile at low pH and reducing conditions, when it is commonly bound in organic complexes.

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



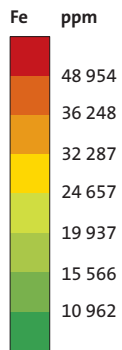
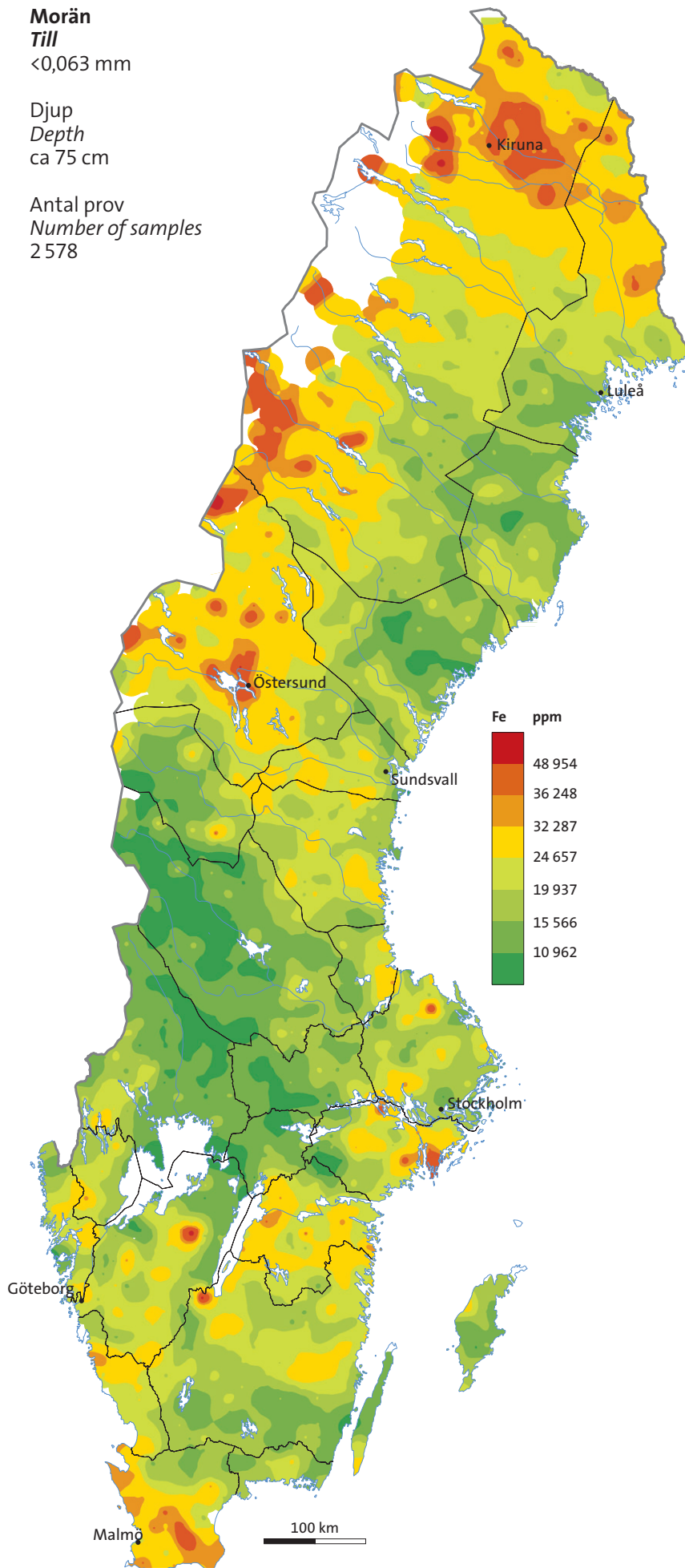
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

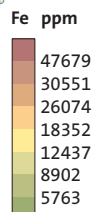
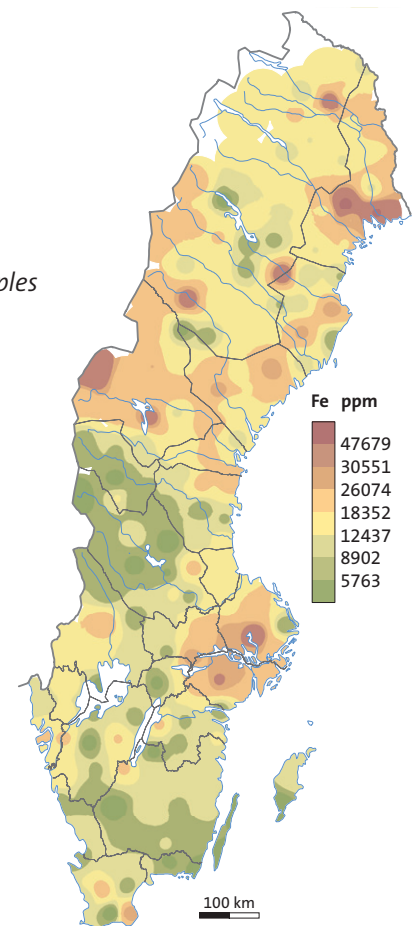
Antal prov
Number of samples
2578



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.

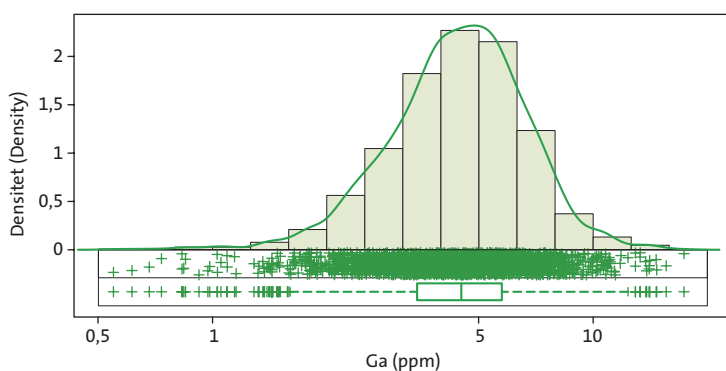
GALLIUM

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.

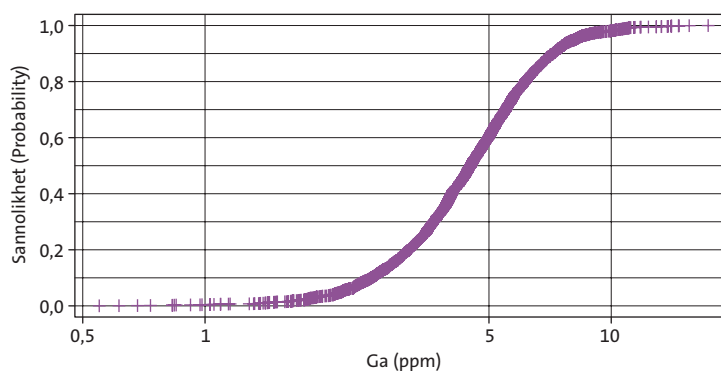
In northernmost Sweden, high gallium concentrations in till originate from a range of felsic to mafic igneous and metamorphic rocks (e.g. amphibolite) and from metasedimentary rocks (e.g. schist) that are rich in feldspar, biotite and amphibole which readily break down during weathering in acidic conditions. 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



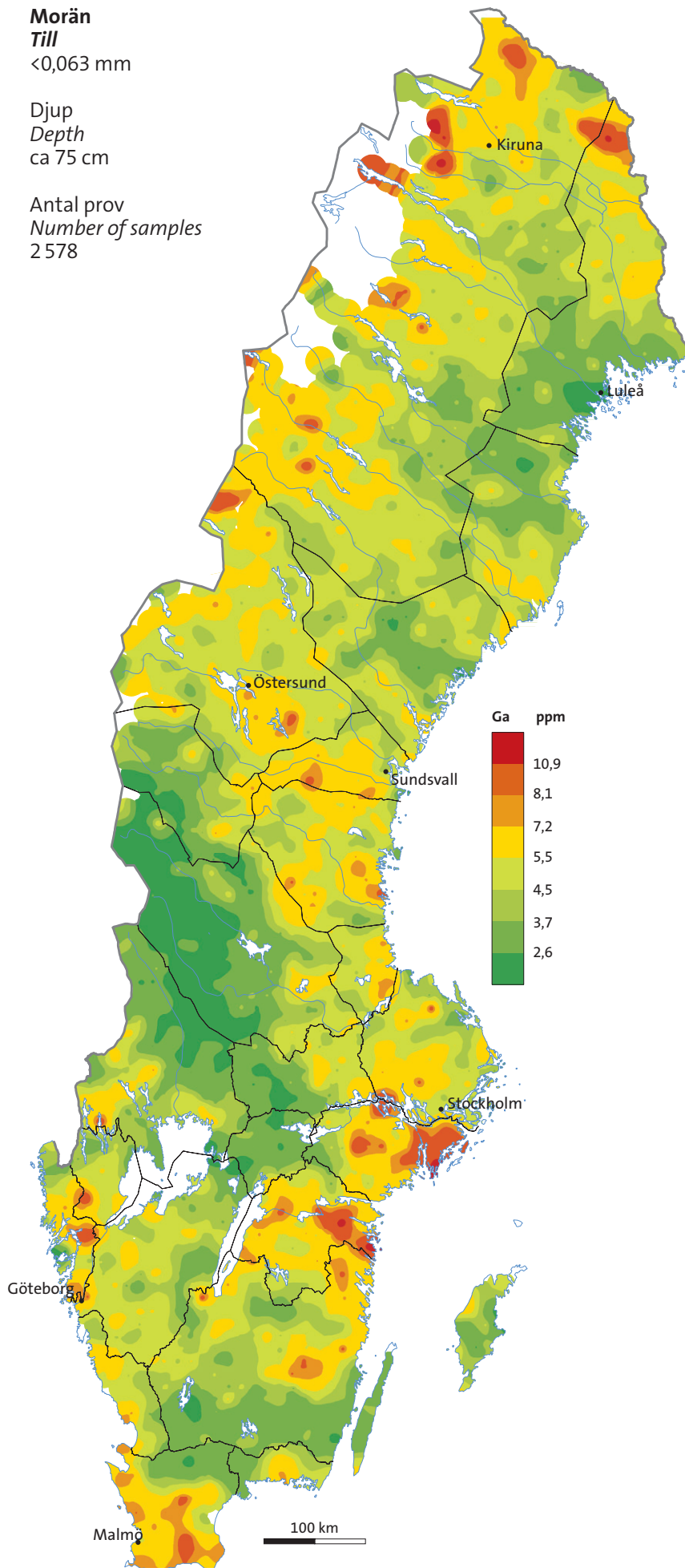
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

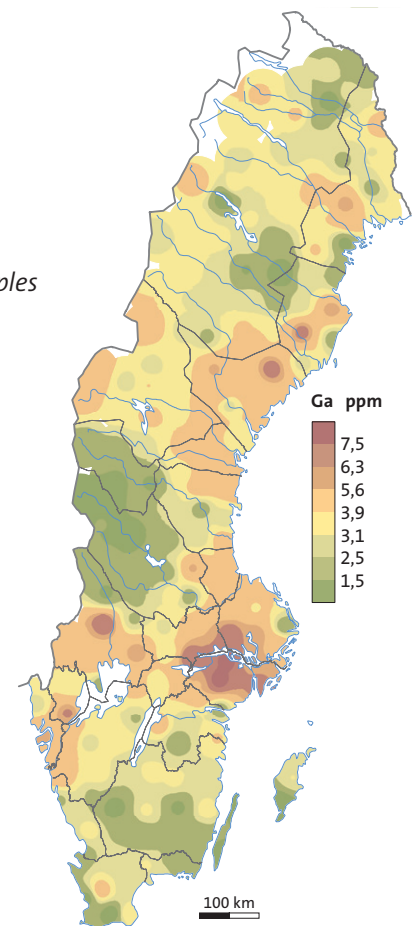
Antal prov
Number of samples
2578



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.

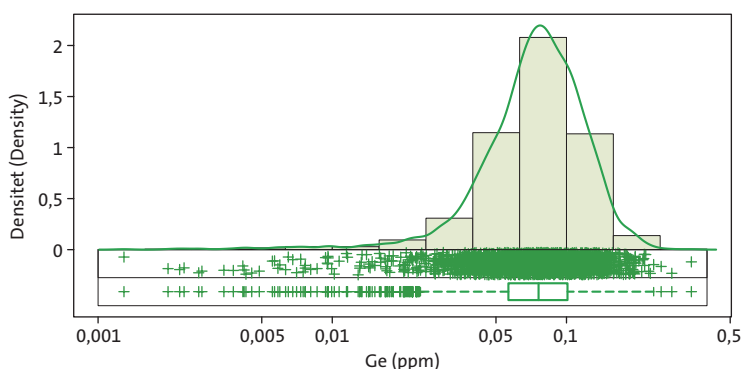
Koncentrationen av germanium i svenska glaciala avlagringar är mycket låg. Isolerade punktanomalier med relativt höga germaniumhalter i morän förekommer i Lappland, Dalarna, Hälsingland, Bergslagen, Värmland och i södra delen av landet. Dessa anomalier korrelerar med olika bergartstyper: mafiska till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

GERMANIUM

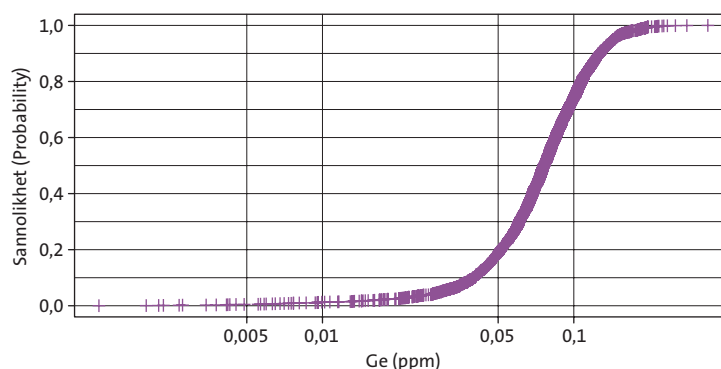
Germanium forms only a few of its own minerals (e.g. germanite), but it is a common trace element in Zn, Pb and Cu sulphides and in rock-forming minerals such as olivine, amphibole, feldspar and muscovite. Enrichment of germanium occurs in late magmatic rocks (pegmatite, greisen) and in hydrothermal 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



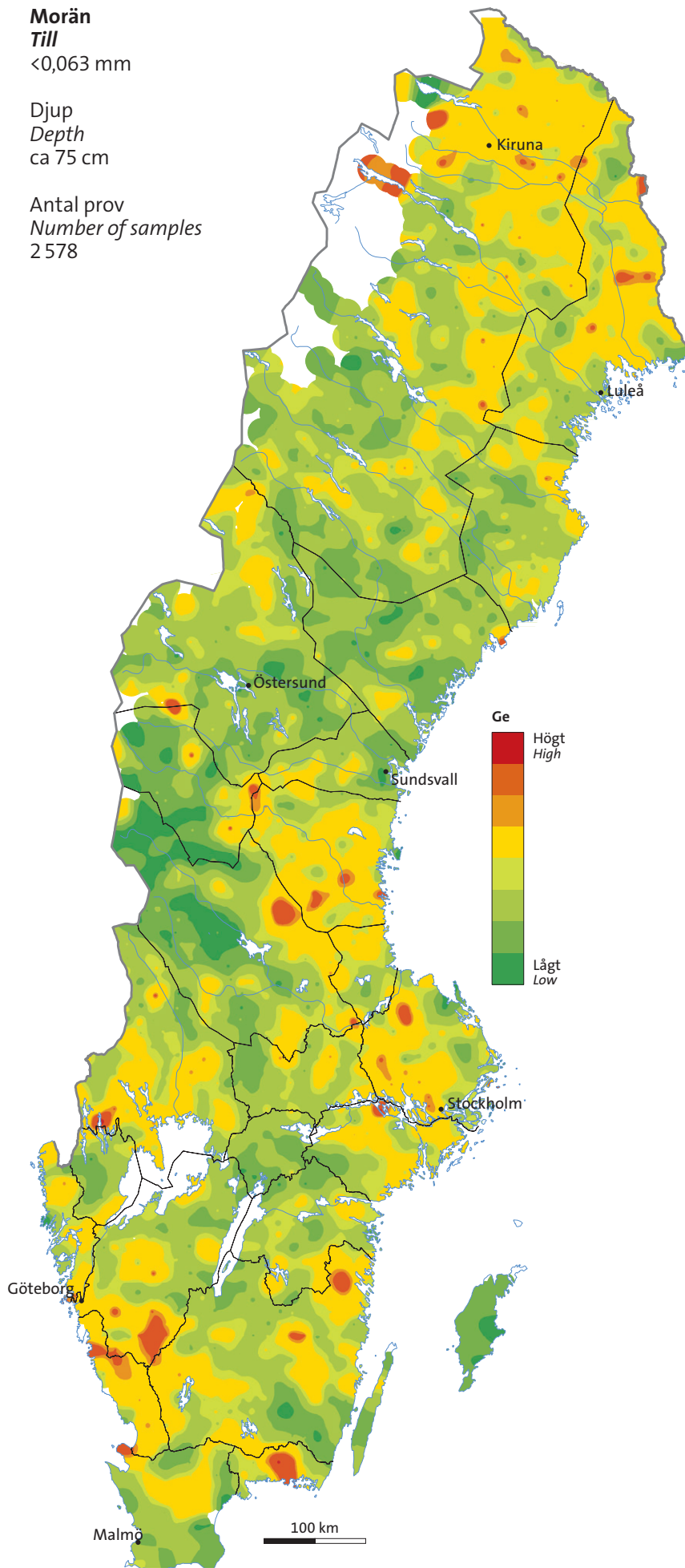
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

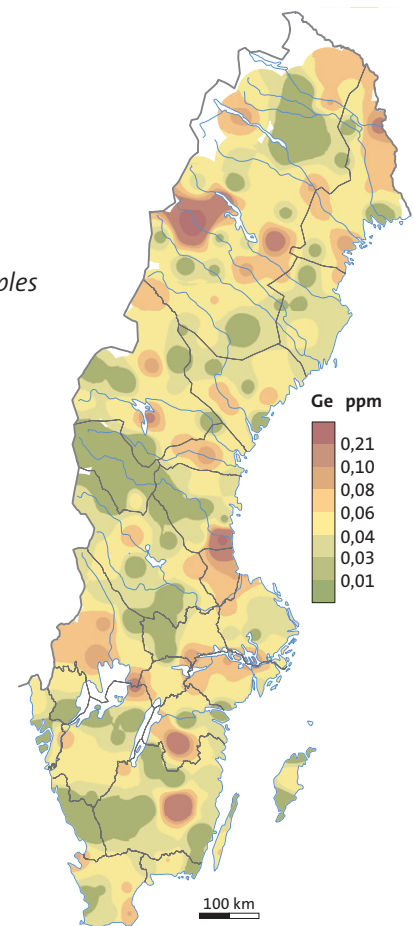
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Hf

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.

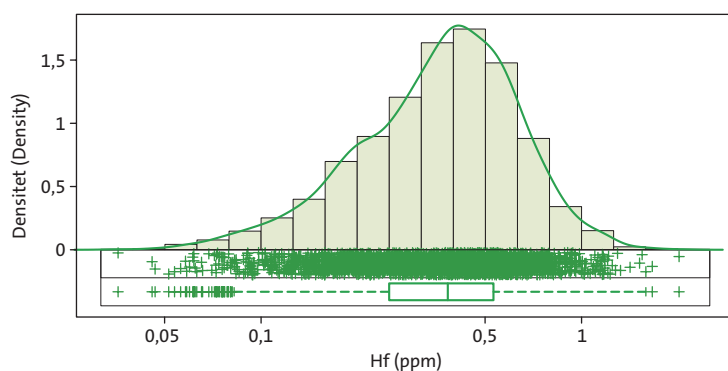
HAFNIUM

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).

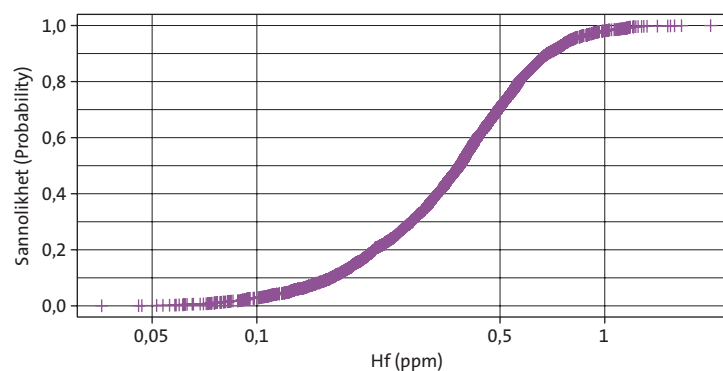
The solubility and mobility of hafnium is very low. Secondary enrichments can occur in clay-rich soils where leachable hafnium originates mainly from weathered rock-forming minerals (e.g. biotite).

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



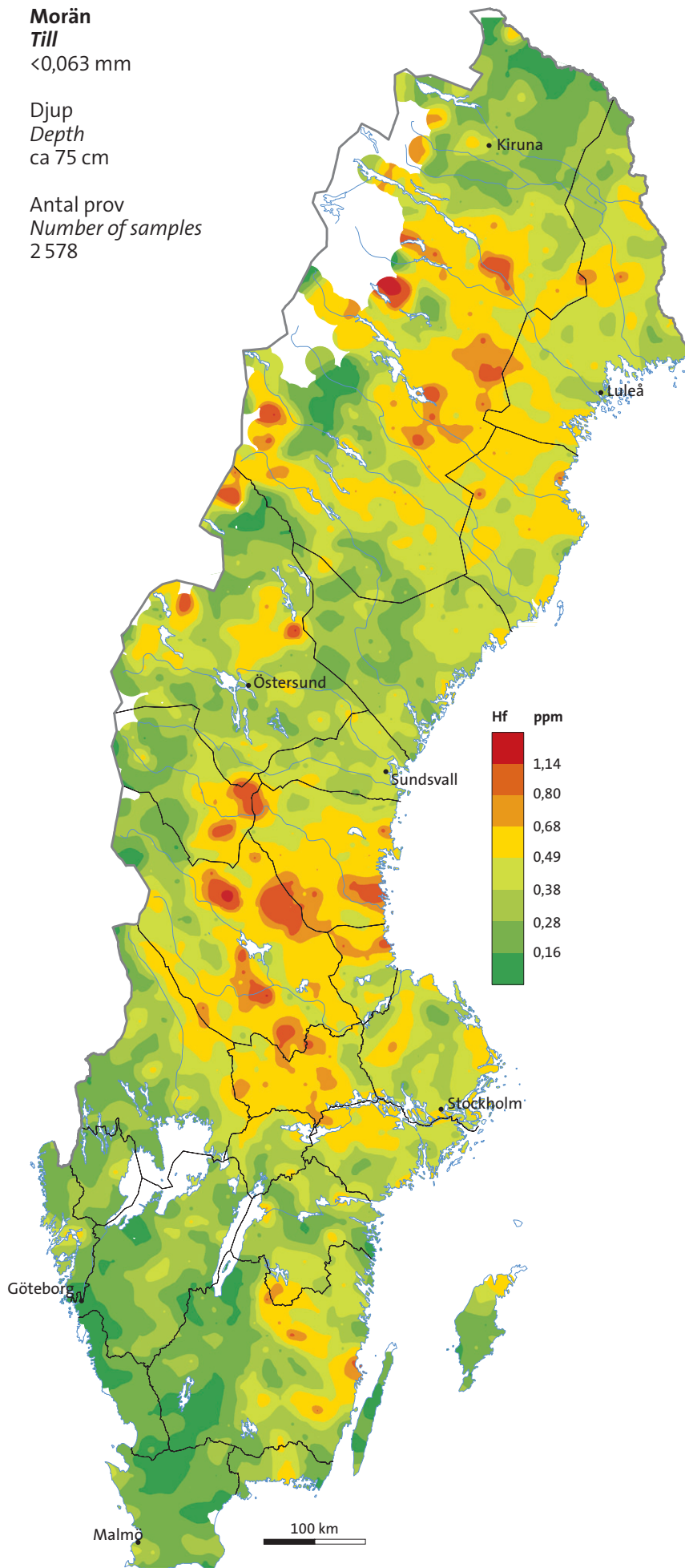
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

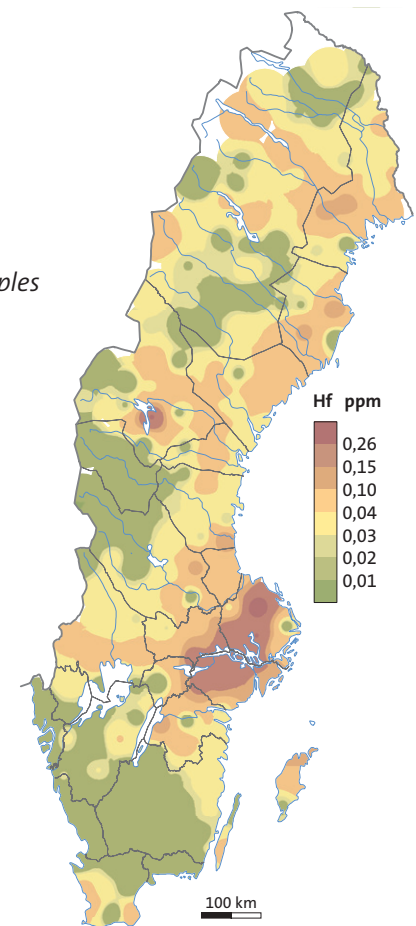
Antal prov
Number of samples
2578



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.

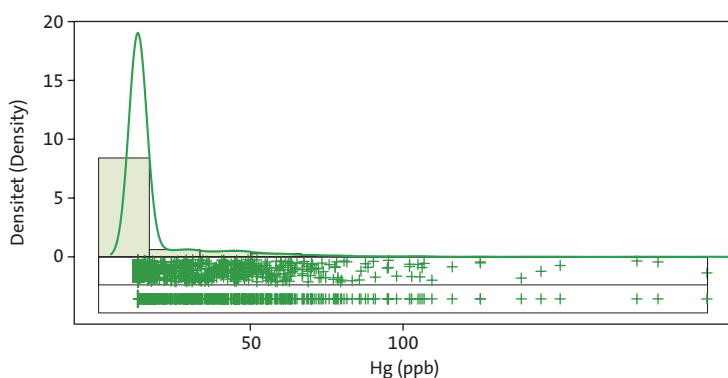
MERCURY

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.

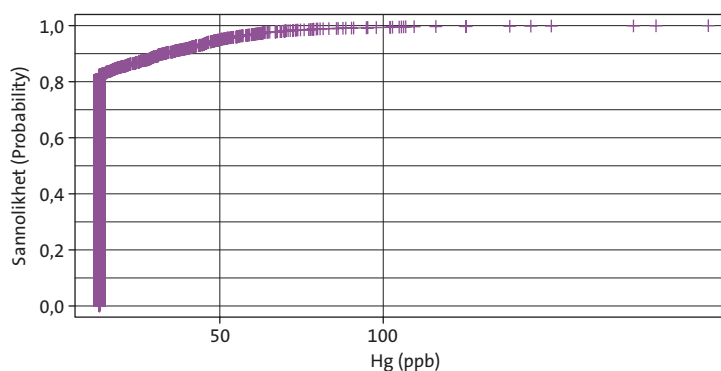
The mobility of mercury depends on its form. The element shows an exceptionally strong affinity to bind to organic matter, and to a lesser extent to clay minerals.

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



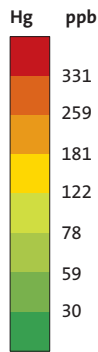
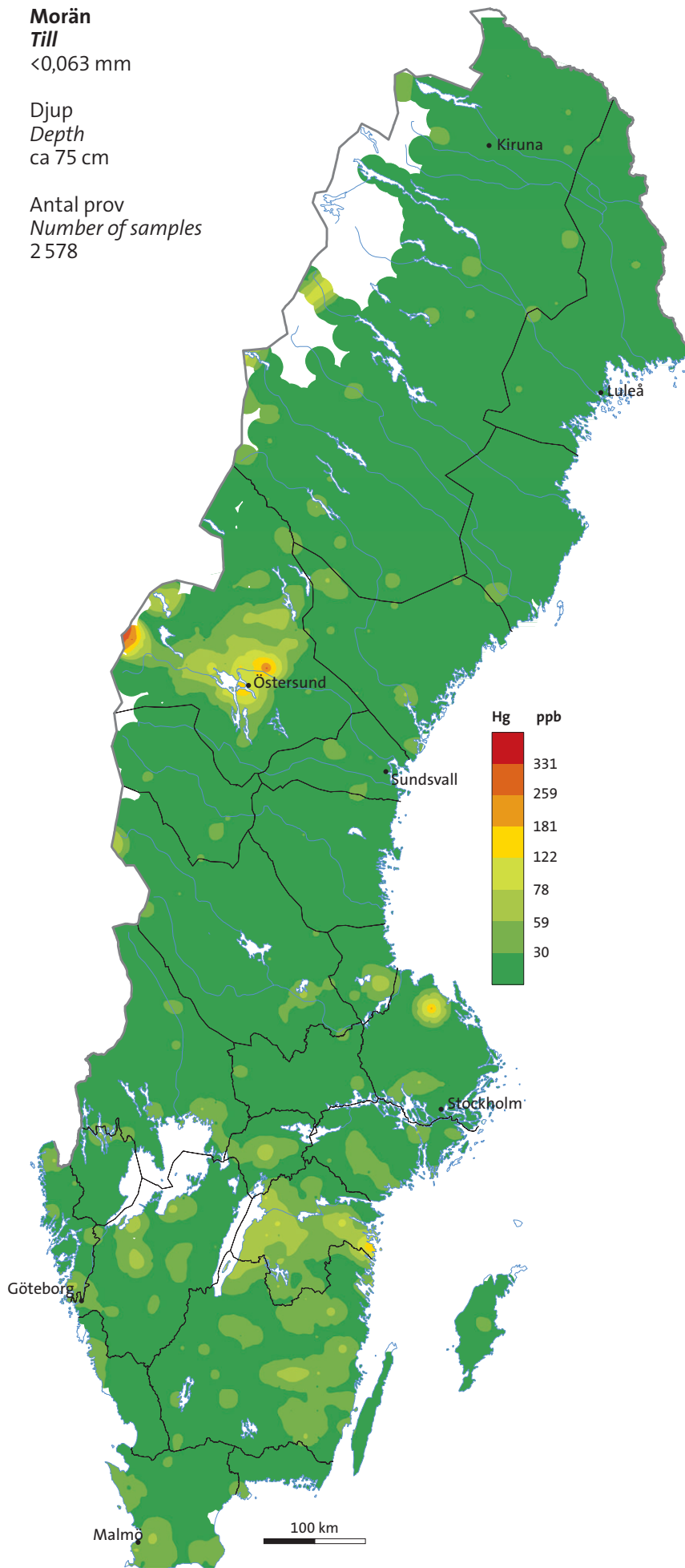
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

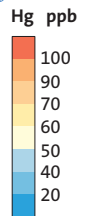
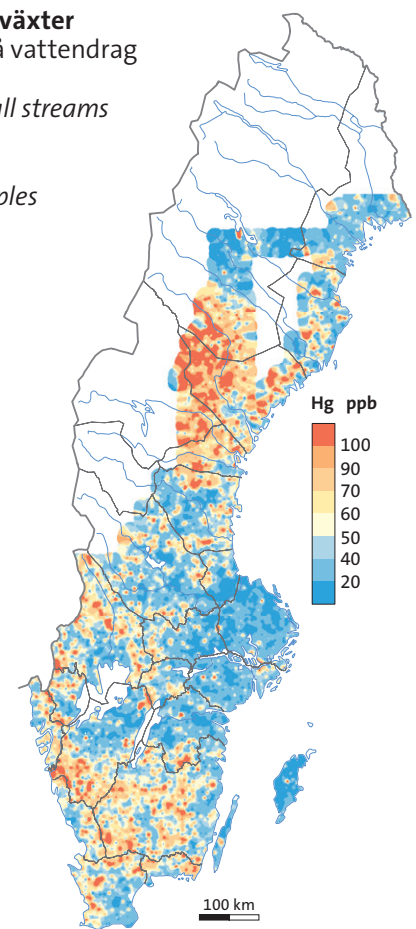
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

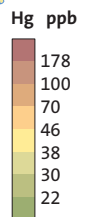
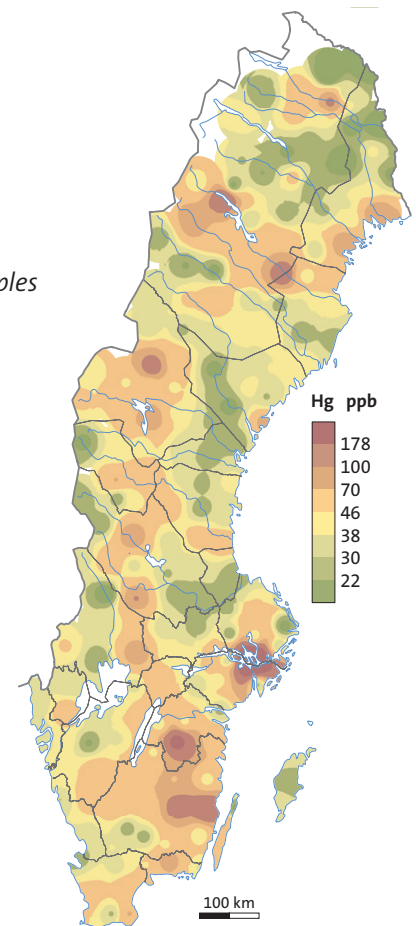
Antal prov
Number of samples
6 621



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.

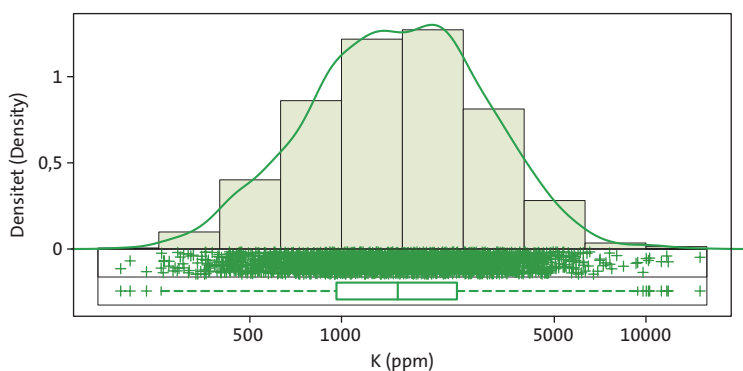
POTASSIUM

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.

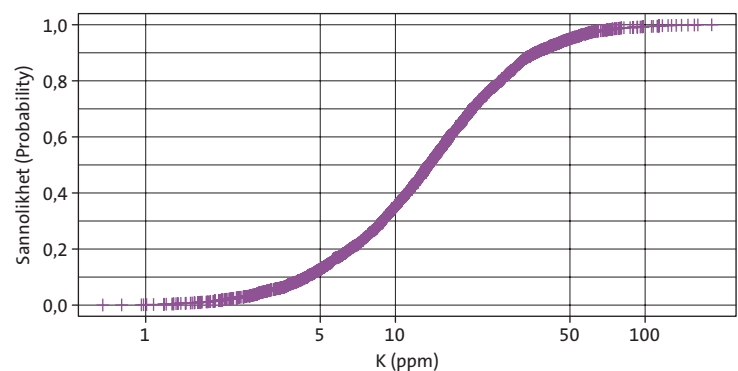
Potassium that is released from the mineral structure during weathering is very soluble and mobile, but has a strong tendency to adsorb to clay minerals. In general, high potassium concentrations occur in areas with granitic and alkaline rocks rich in potassium feldspar and mica.

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



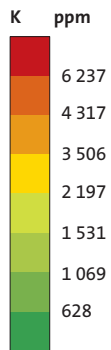
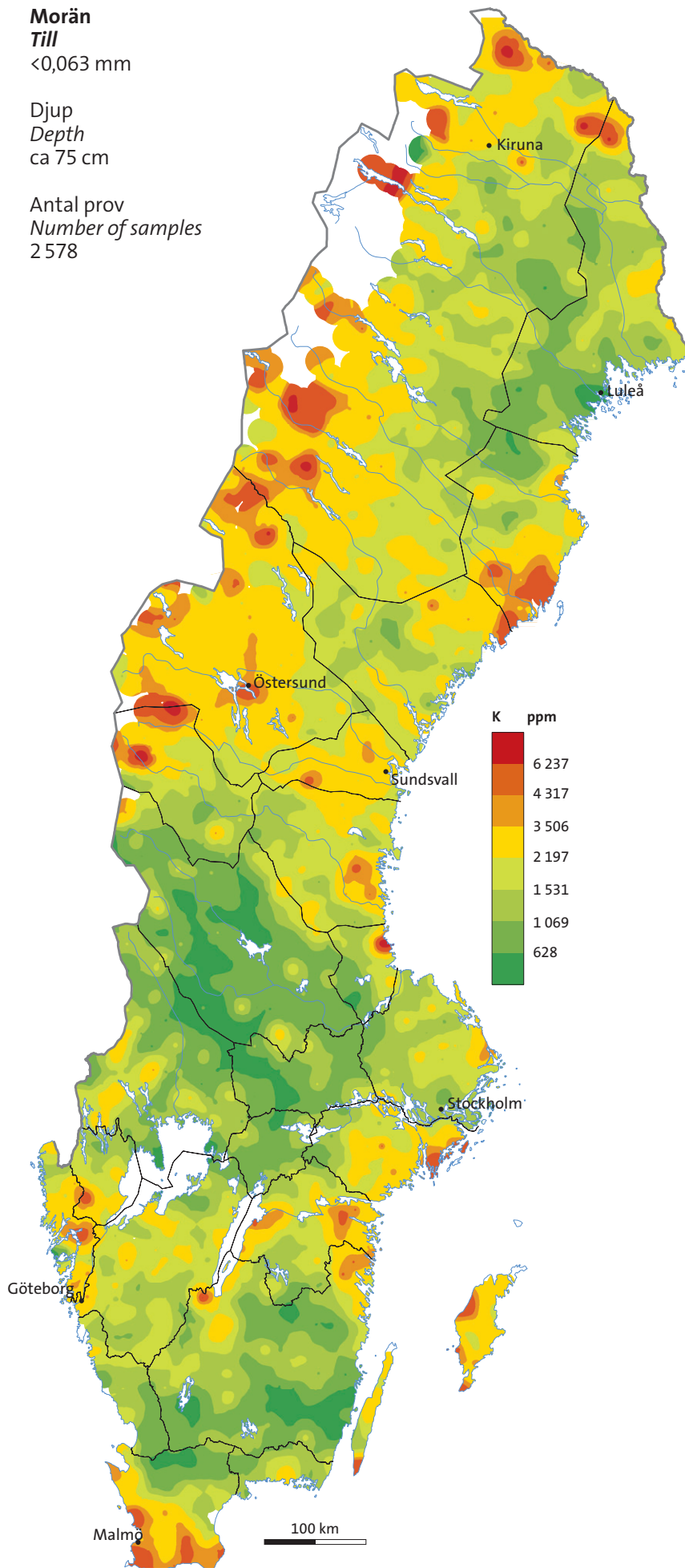
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

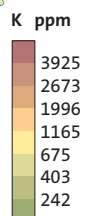
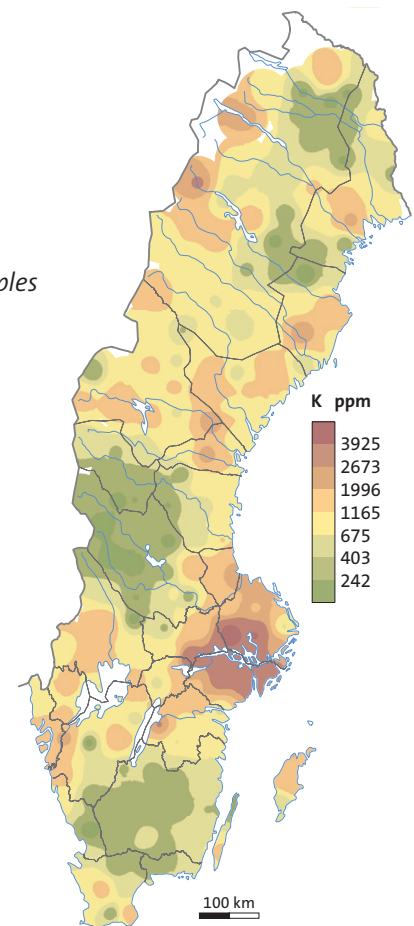
Antal prov
Number of samples
2578



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.

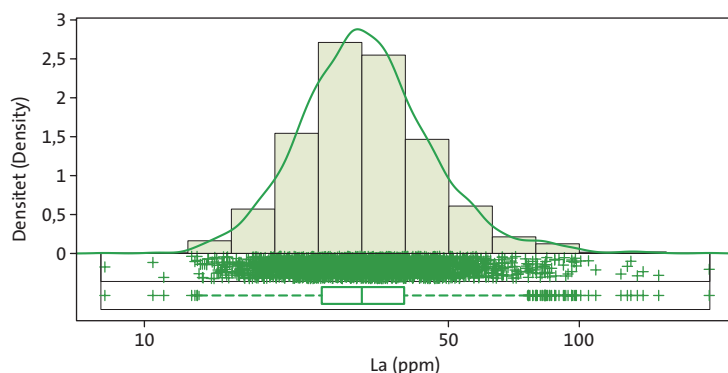
LANTHANUM

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.

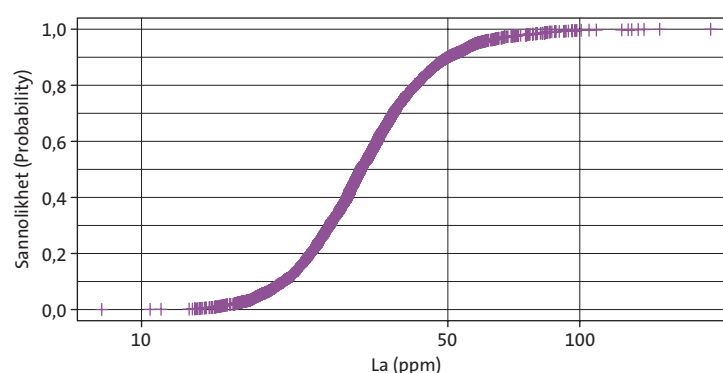
Lanthanum has a low mobility and can be adsorbed to iron oxides, phosphates and clay minerals. All rare earth elements tend to accumulate in alkaline rather than in acidic environments, and soils developed from calcareous parent material can have high concentrations of lanthanum.

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



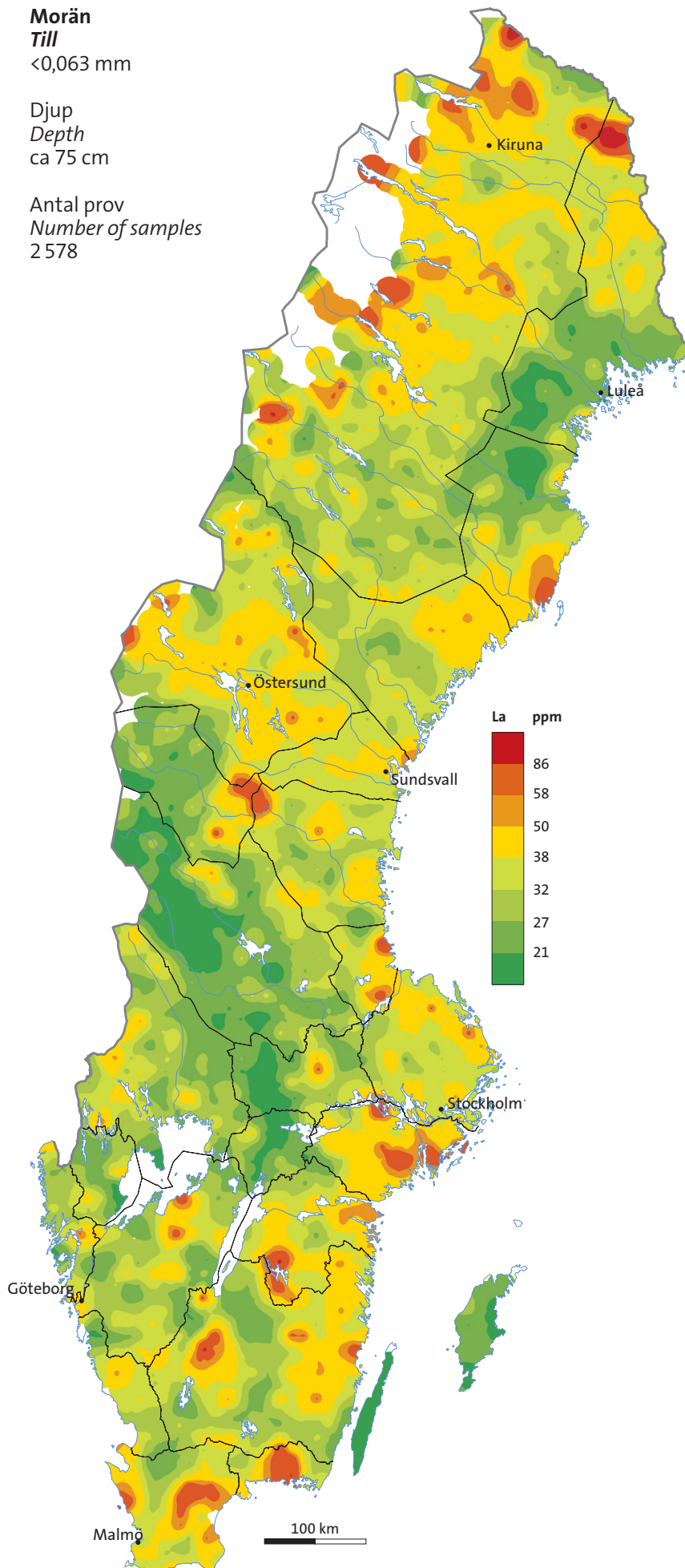
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

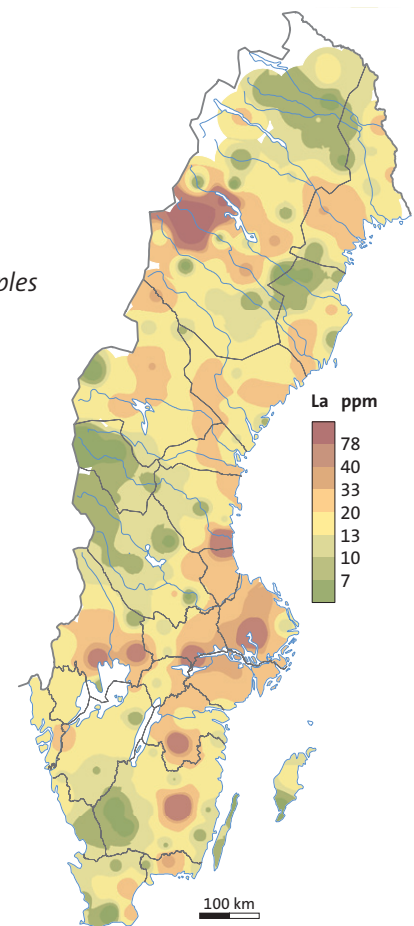
Antal prov
Number of samples
2578



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.

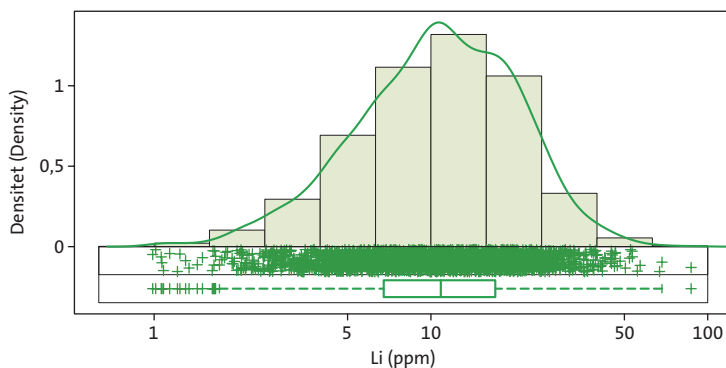
Höga litiumhalter i morän förekommer i de centrala delarna av landet, från Hälsingland till Jämtland, samt norrut till södra Lappland. Dessa anomalier kan kopplas till metasedimentära bergarter som lerskiffer, metagråvacka, glimmerskiffer och grafitiskiffer. I Kaledoniderna är finkornig skiffer den huvudsakliga 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

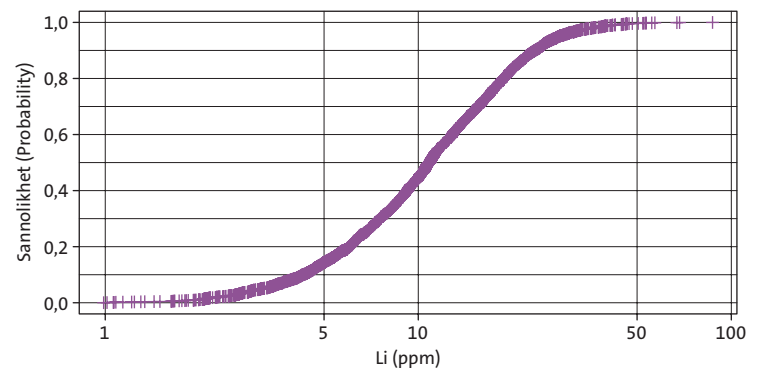
Lithium is an alkaline metal that occurs in rock-forming minerals such as biotite, feldspar and amphibole, and in clay minerals. Lithium minerals, like spodumene (pyroxene) and lepidolite (mica), are characteristic for late magmatic rocks, e.g. granite, aplite, pegmatite, greisen and quartz veins. The 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



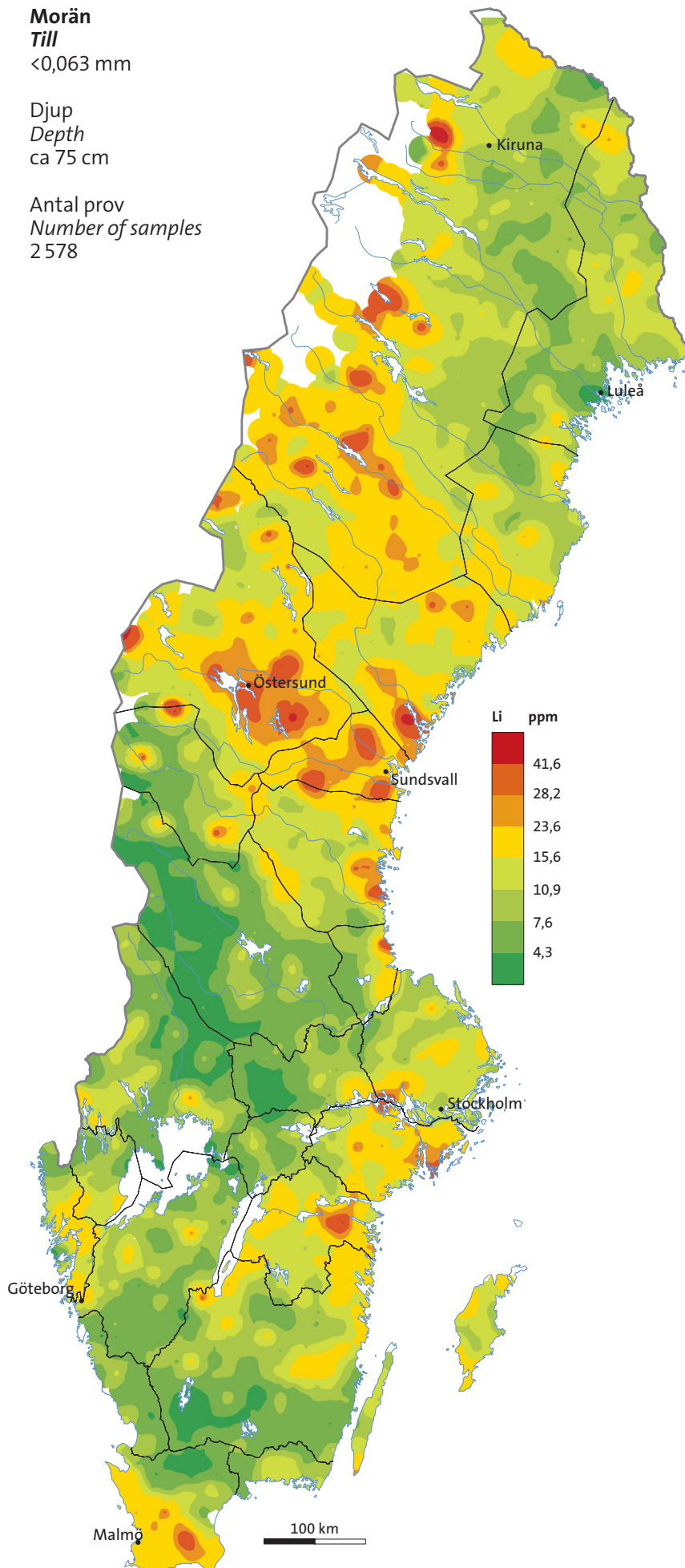
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

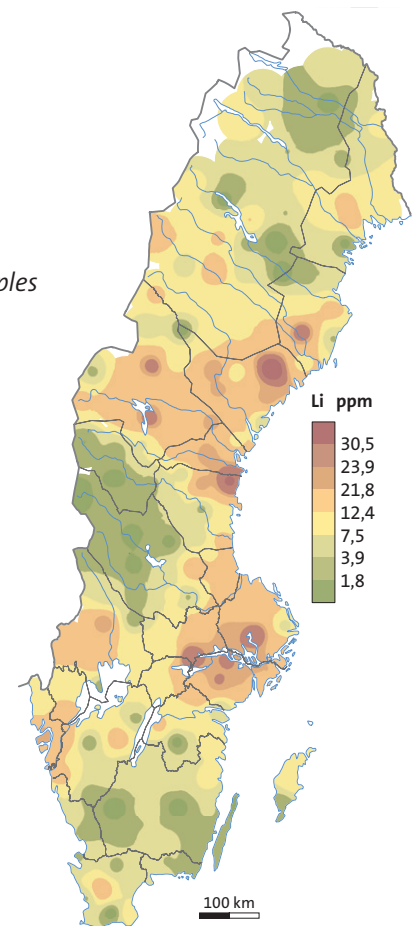
Antal prov
Number of samples
2578



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 mörklera är den viktigaste källan för magnesium i de tunna glaciala avlagringarna på Gotland.

MAGNESIUM

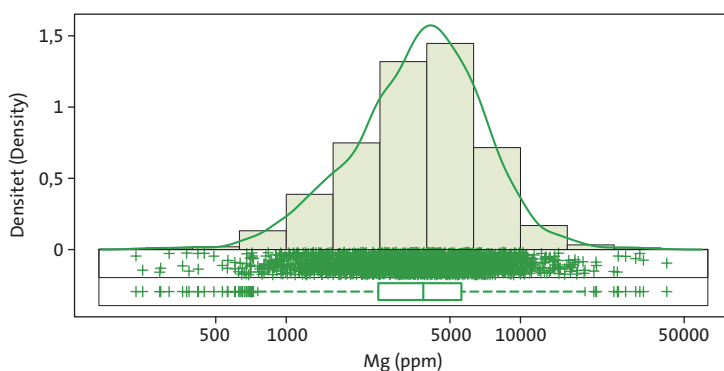
Magnesium is one of the most abundant elements in the Earth's continental crust. There is a large variety of magnesium minerals, from silicates and phosphates to carbonates and borates. Magnesium is a major component in ferromagnesian rock-forming minerals such as olivine, biotite, amphibole and pyroxene.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

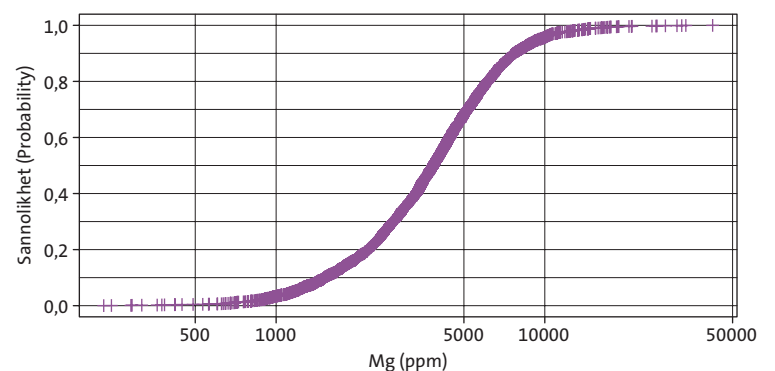
The largest concentrations of magnesium in till occur in the central part of the Caledonian mountain chain, where they correlate with the presence of mafic and ultramafic rocks (e.g. peridotite, serpentinite, eclogite, amphibolite, gabbro and dolerite), and with limestone and dolomite. Deposits of magnesium-rich 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



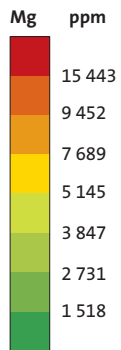
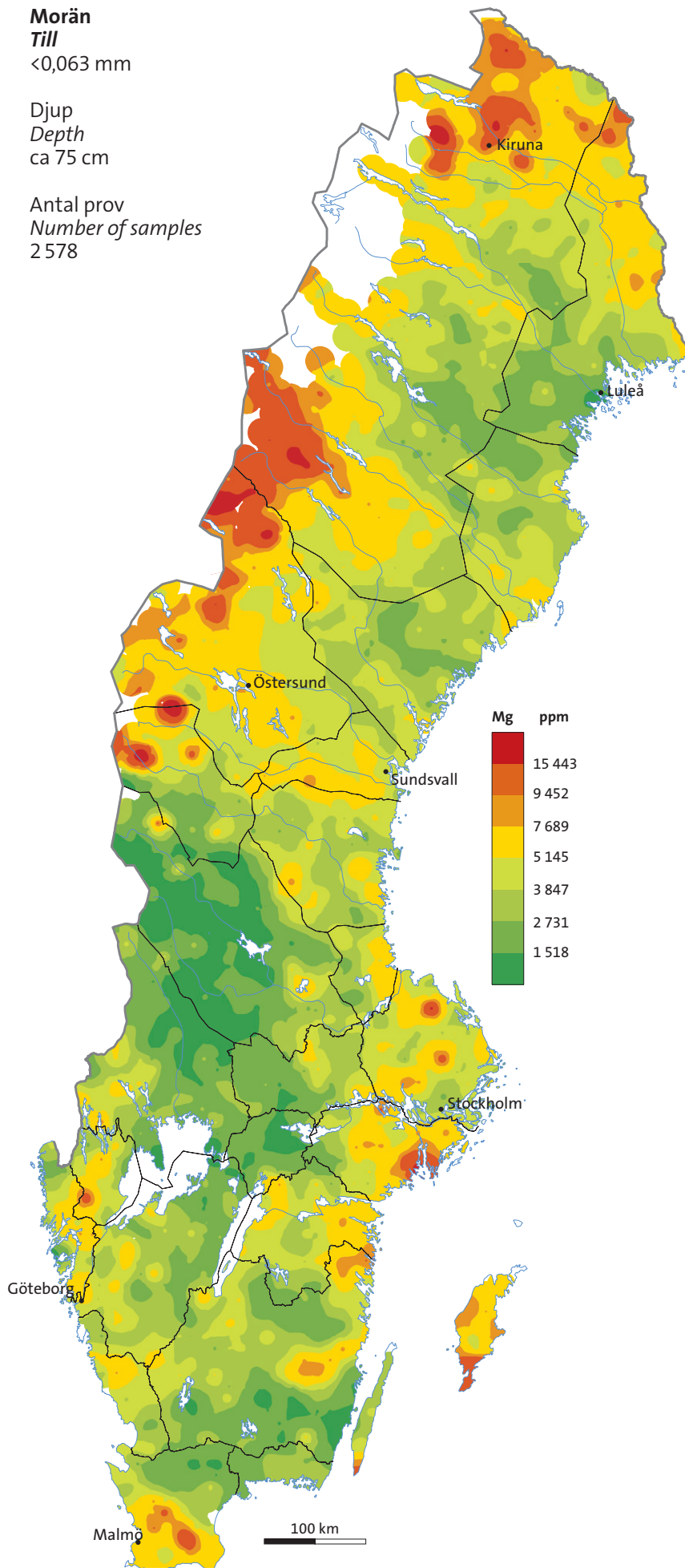
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

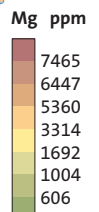
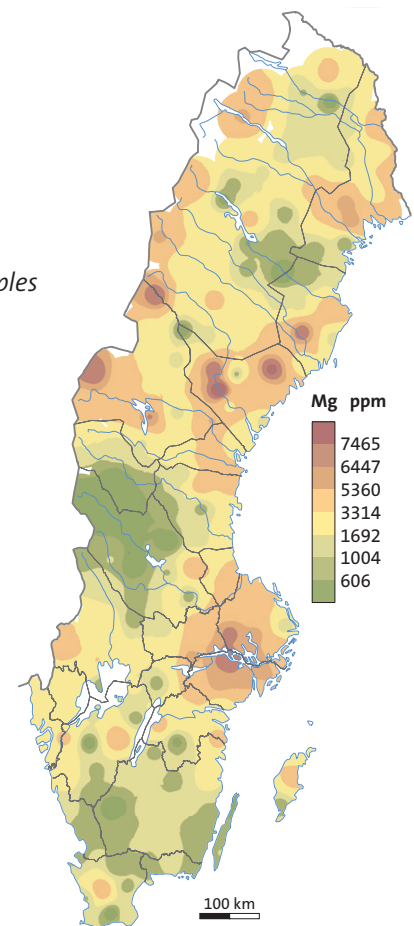
Antal prov
Number of samples
2 578



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.

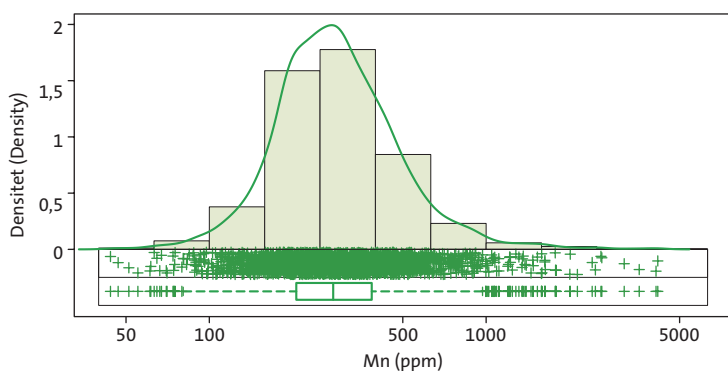
Höga manganhalter i morän påträffas i Västergötland och längs randen av Kaledoniderna i Jämtland och Lappland, och de har sitt ursprung från underlagrande svartskiffer. Relativt höga manganhalter finns i morän som överlagrar metasedimentära bergarter i högre skolor i Kaledoniderna. I Bergslagen korrelerar 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

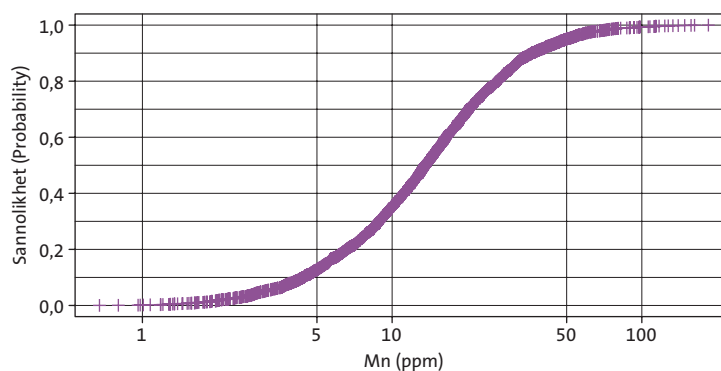
Manganese forms a variety of minerals (oxides, hydroxides, carbonates, silicates) and occurs as an accessory element in many rock-forming minerals, for example garnet, pyroxene, amphibole and olivine. The ion Mn^{2+} substitutes for Fe^{2+} and Mg^{2+} in ferromagnesian minerals. It is therefore abundant 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



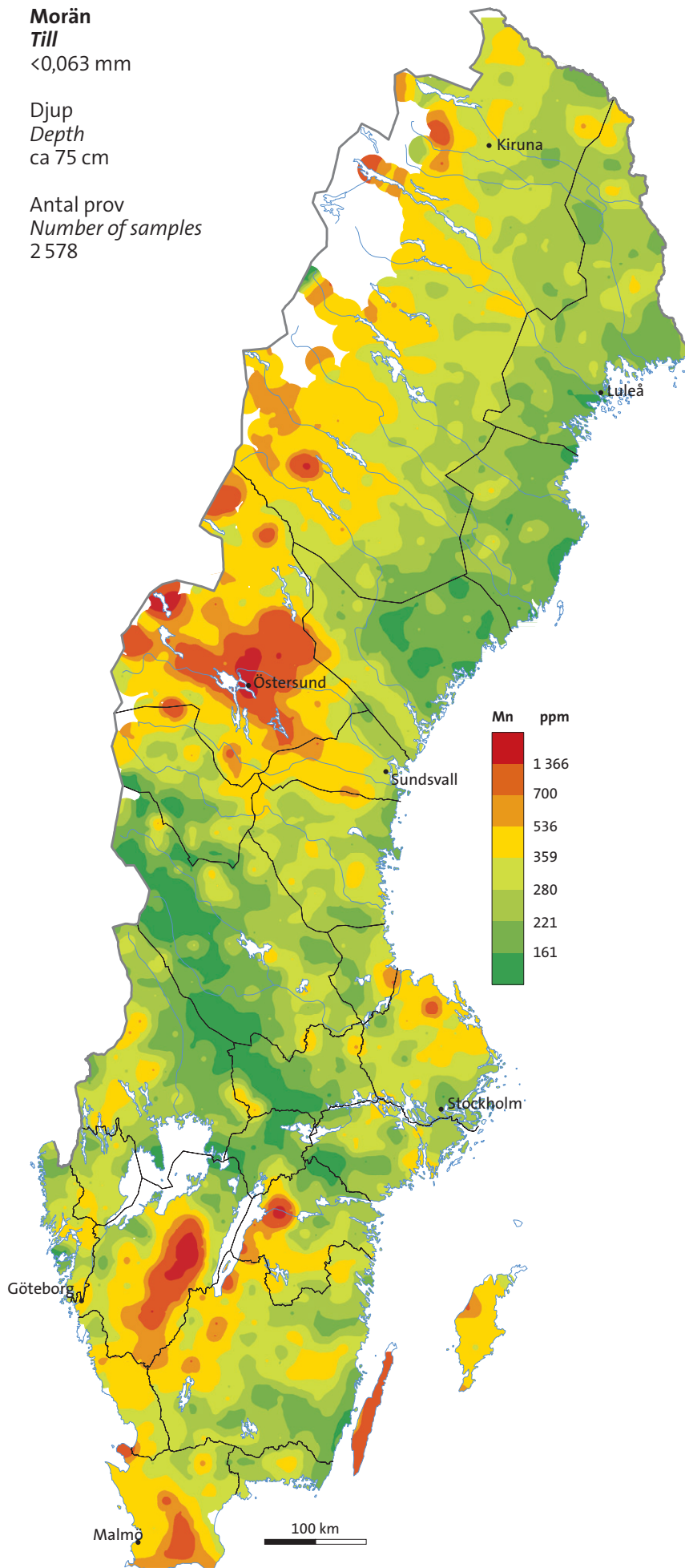
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

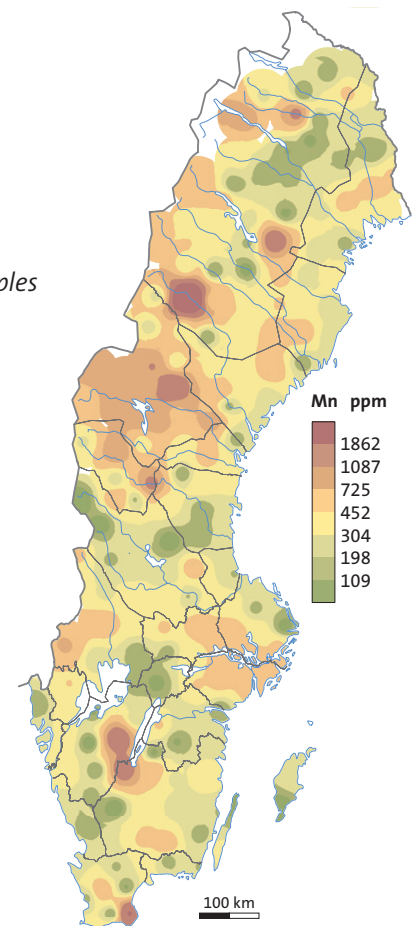
Antal prov
Number of samples
2578



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 (molybdat). 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 Väneren 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

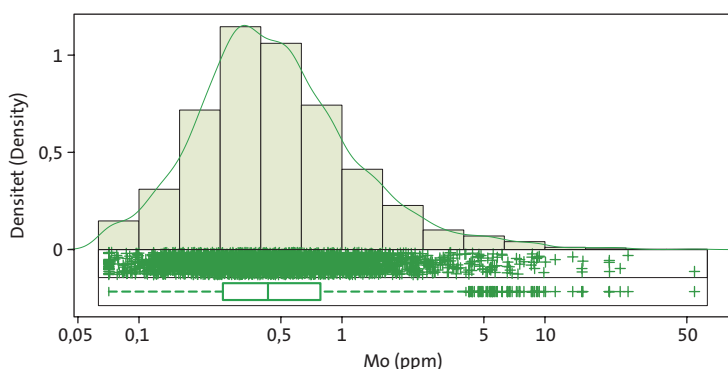
Molybdenum occurs mainly as a sulphide but also forms compounds with oxygen (molybdates). As a trace element, molybdenum is abundant in pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, wolframite, scheelite, titanite and magnetite, and in feldspar and biotite. Molybdenum is enriched in felsic igneous rocks, 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.

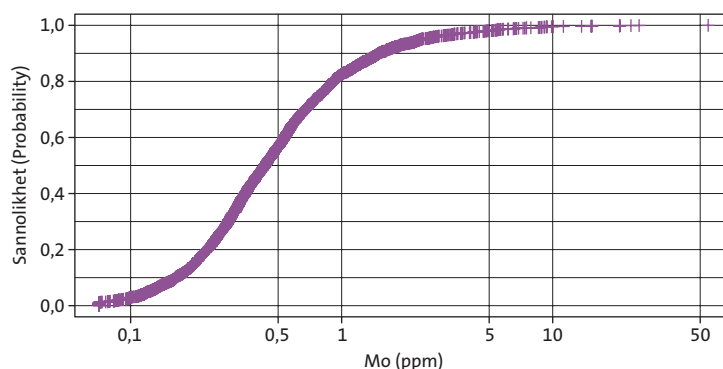
High molybdenum concentrations in till occur in the northern part of the Caledonian mountain chain, along the mountain front in Jämtland and Lappland, and in the vicinity of Väneren and Vättern. Most of the molybdenum anomalies correlate with sulphide deposits (Cu, Pb, Zn, Ag, Bi, Co, Fe and Sb) and 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



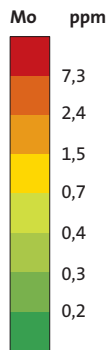
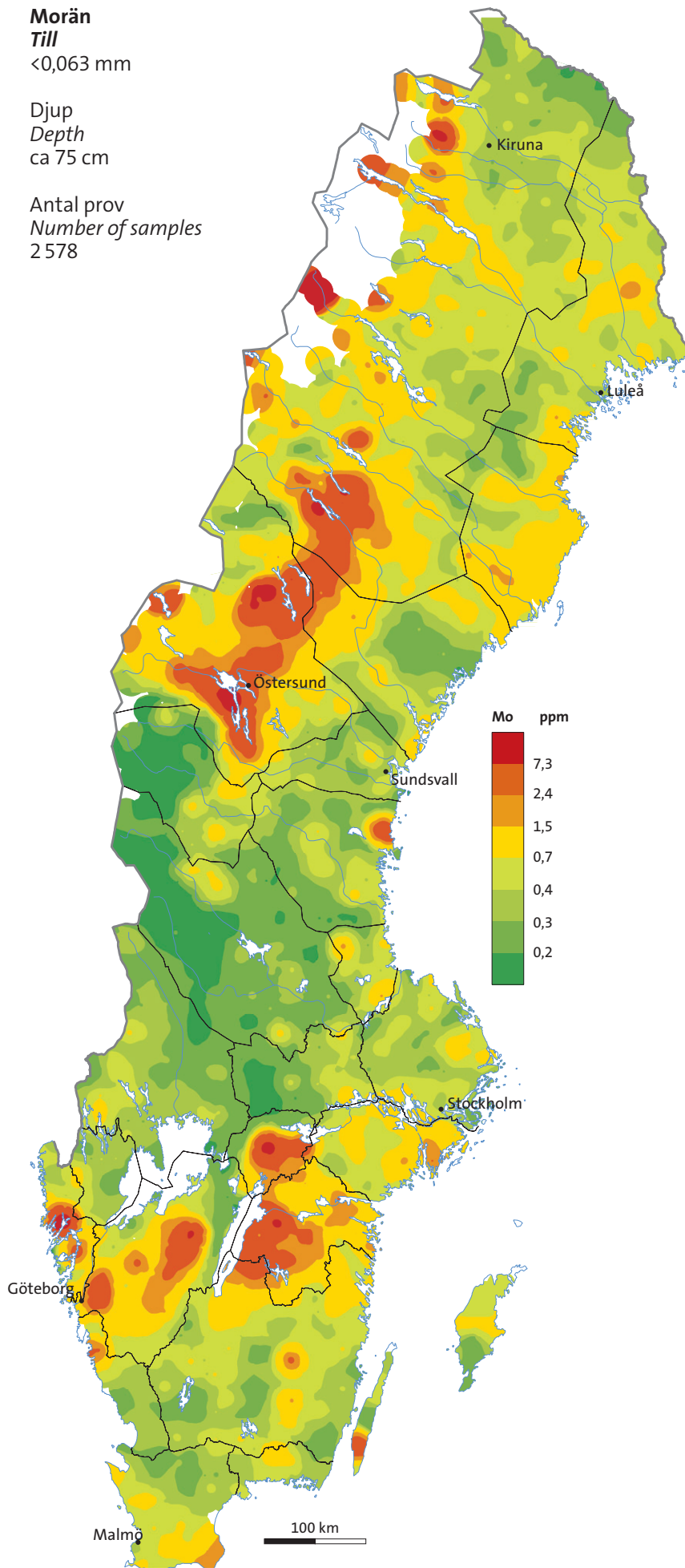
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

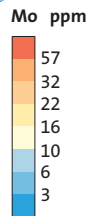
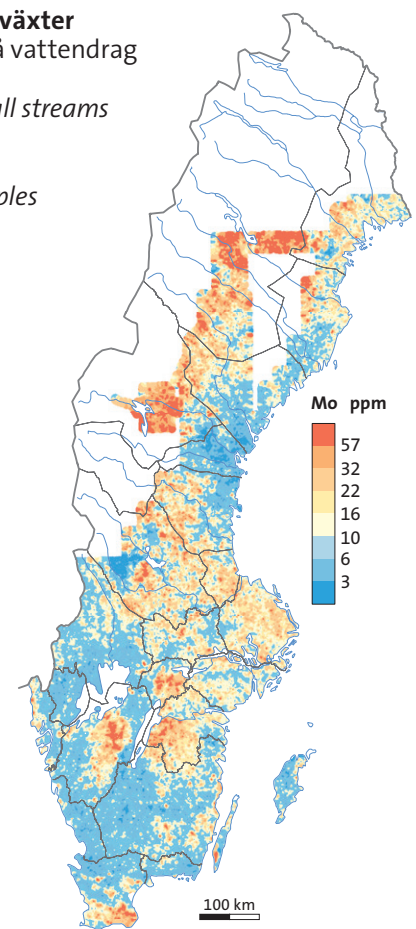
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

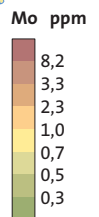
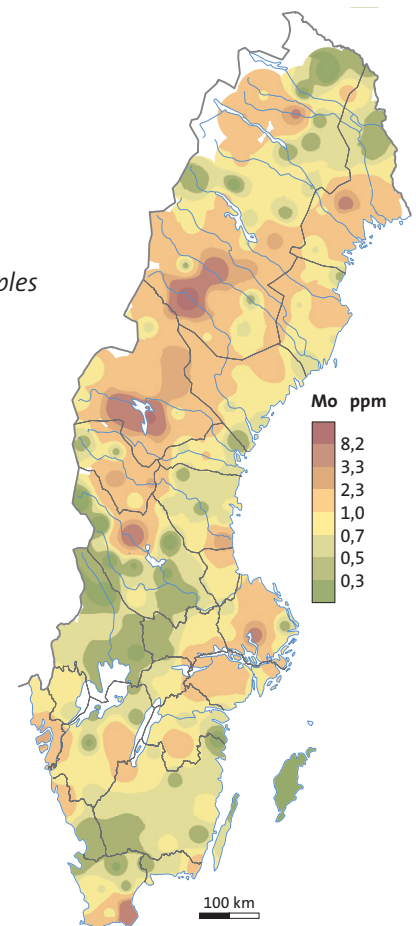
Antal prov
Number of samples
38 066



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

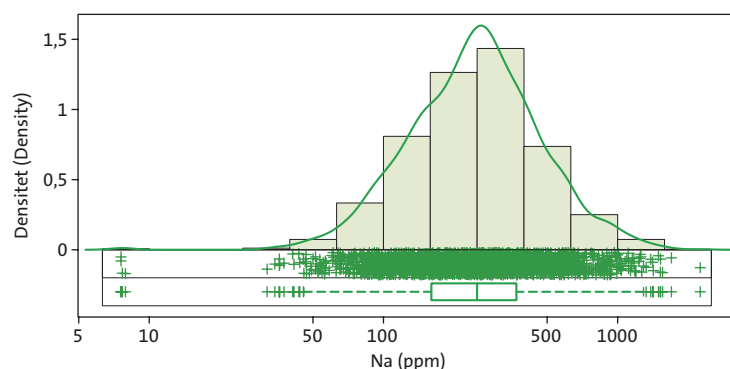
Sodium is one of the major crust-forming elements and an important component in a large variety of rock-forming minerals (feldspar, mica, amphibole). It is a major element in evaporite deposits (halite, mirabilite) and in clay deposits. Sodium is enriched in felsic igneous rocks, especially alkaline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

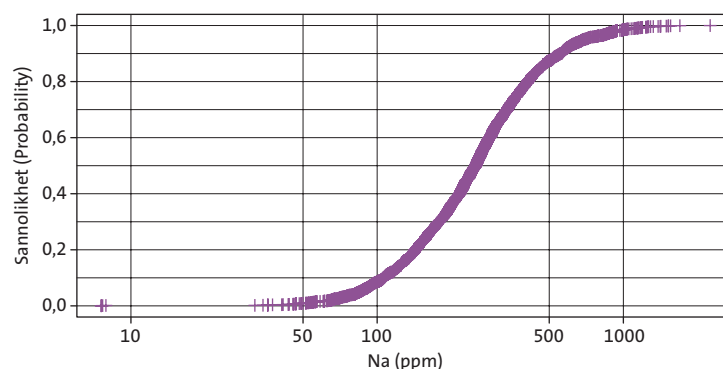
Clay-rich till derived from felsic intrusive rocks shows elevated sodium contents where the leachable sodium originates from minerals susceptible to weathering, predominantly mica and mafic minerals and, to a minor extent, potassium feldspar. Elevated sodium concentrations are common in clay-rich till 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



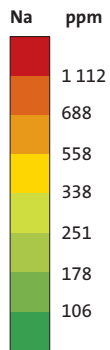
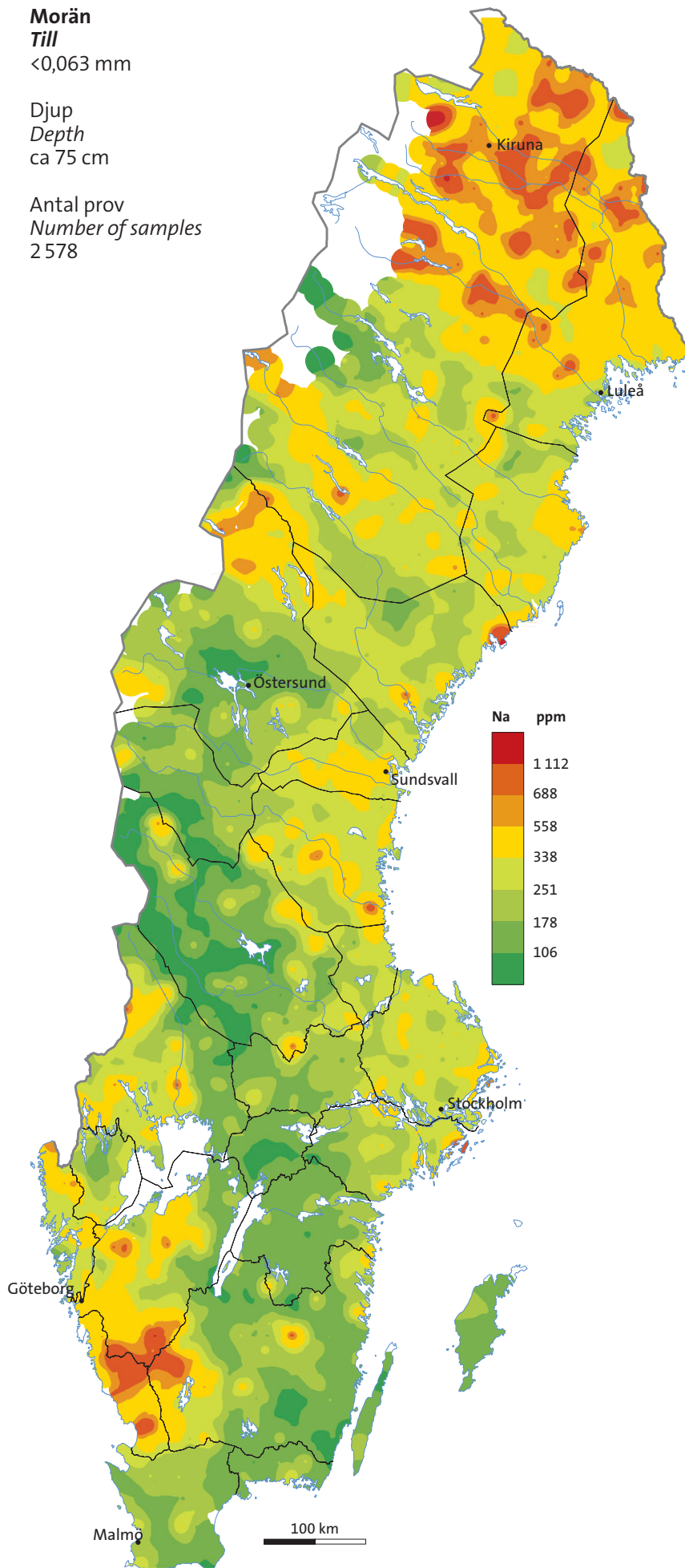
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

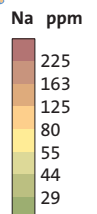
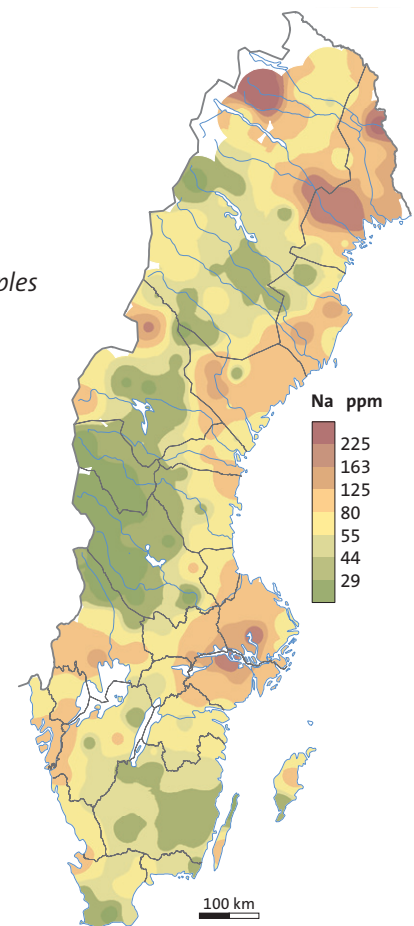
Antal prov
Number of samples
2578



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

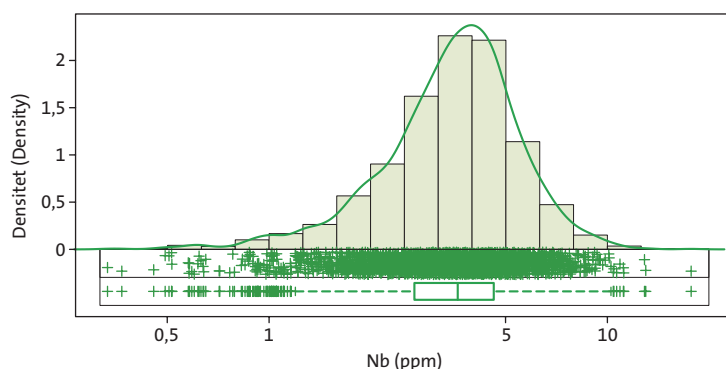
Niobium is a rare element occurring typically in felsic igneous rocks and pegmatites. Alkaline rocks can contain high niobium concentrations. Typical minerals are pyrochlore and the columbite–tantanite series. Trace amounts of niobium can be found in biotite, rutil, ilmenite, sphene, cassiterite and 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.

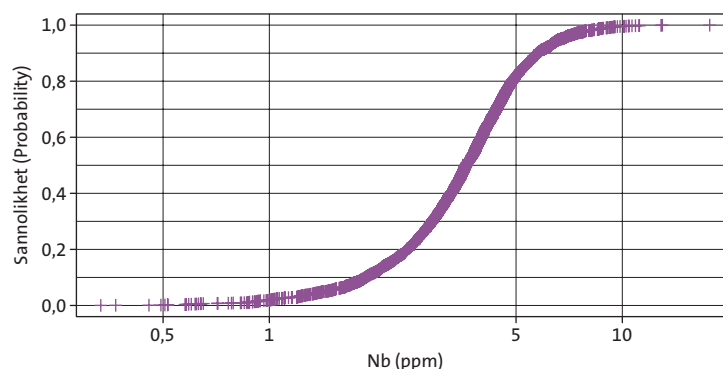
High concentrations of niobium occur in till overlying evolved crystalline rocks (especially granite and pegmatite) in the southern and northern part of the country. Two large anomalies, north of Jokkmokk and north of Arjeplog in Lappland, occur in till overlying granite and pegmatite that are rich in 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



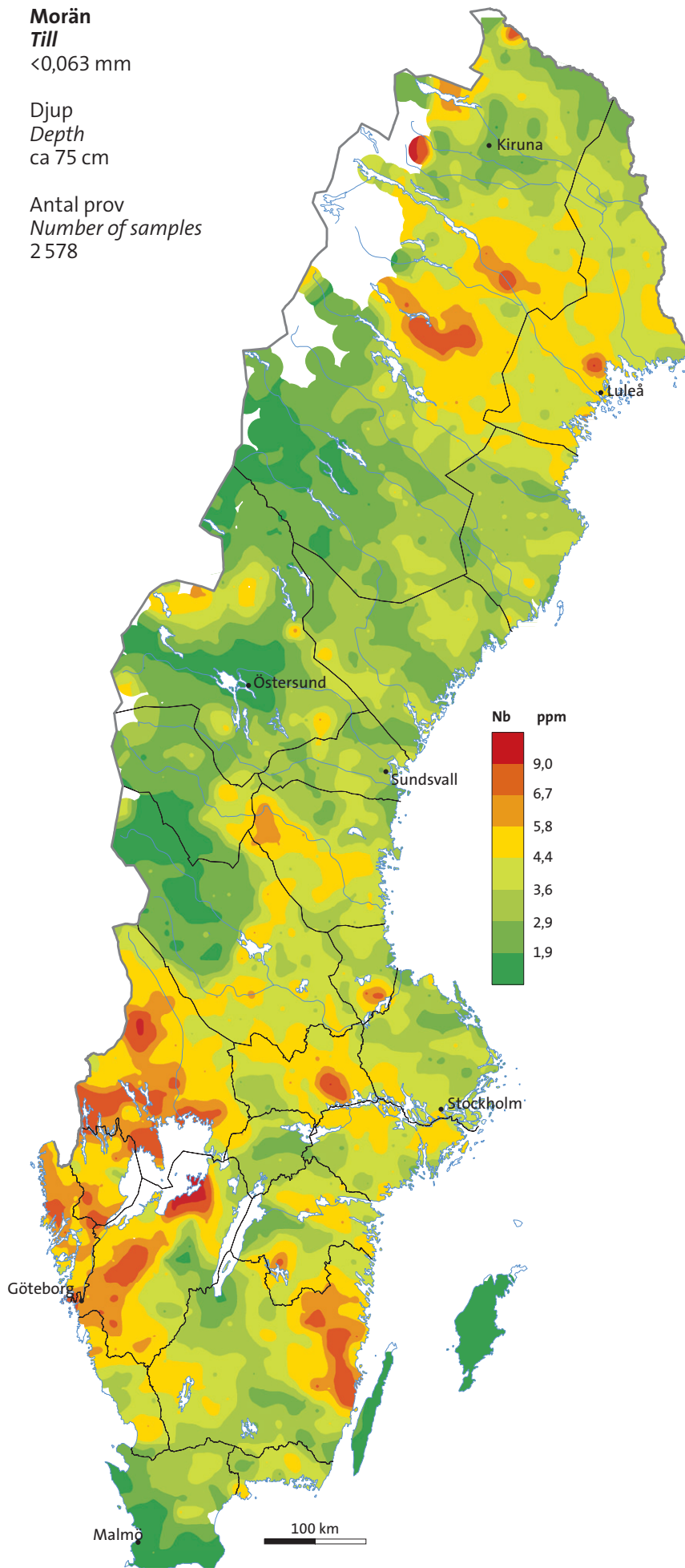
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

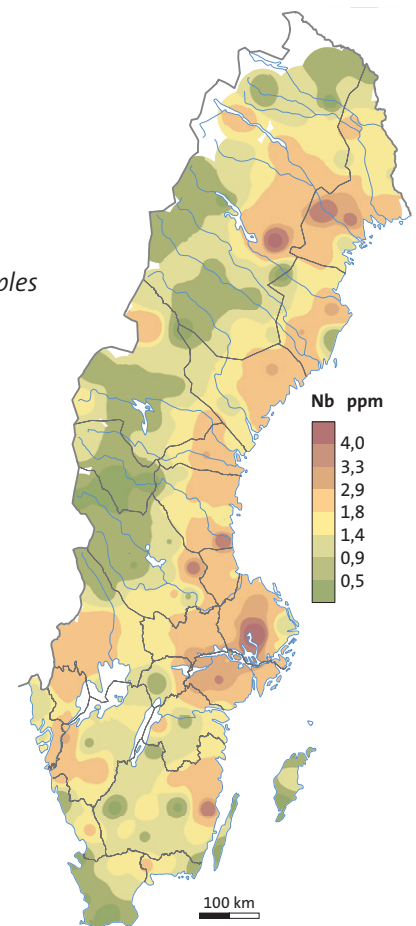
Antal prov
Number of samples
2578



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.

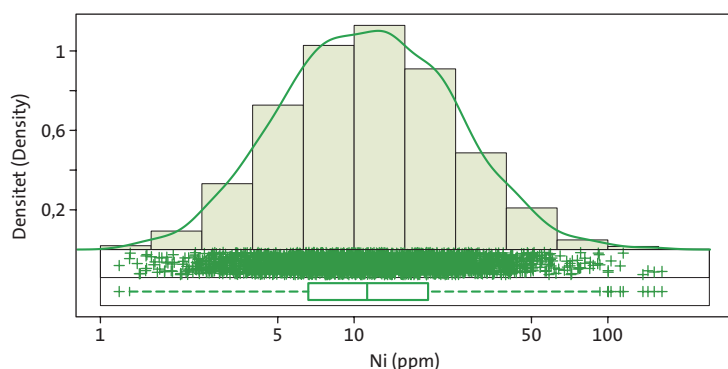
NICKEL

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.

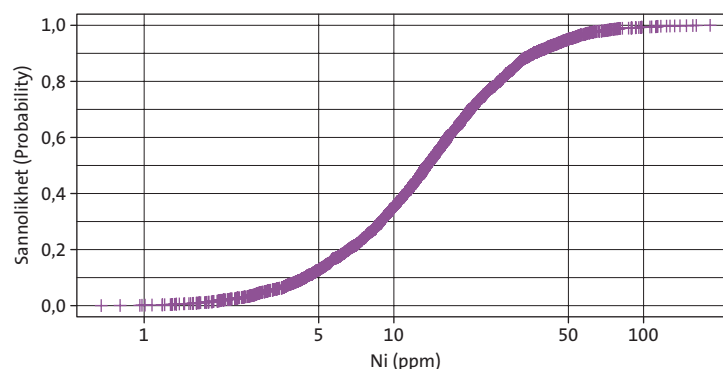
Nickel is mobile in acidic and oxidising environments, but its mobility is limited by the co-precipitation with iron and manganese hydroxides and the adsorption to clay minerals.

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



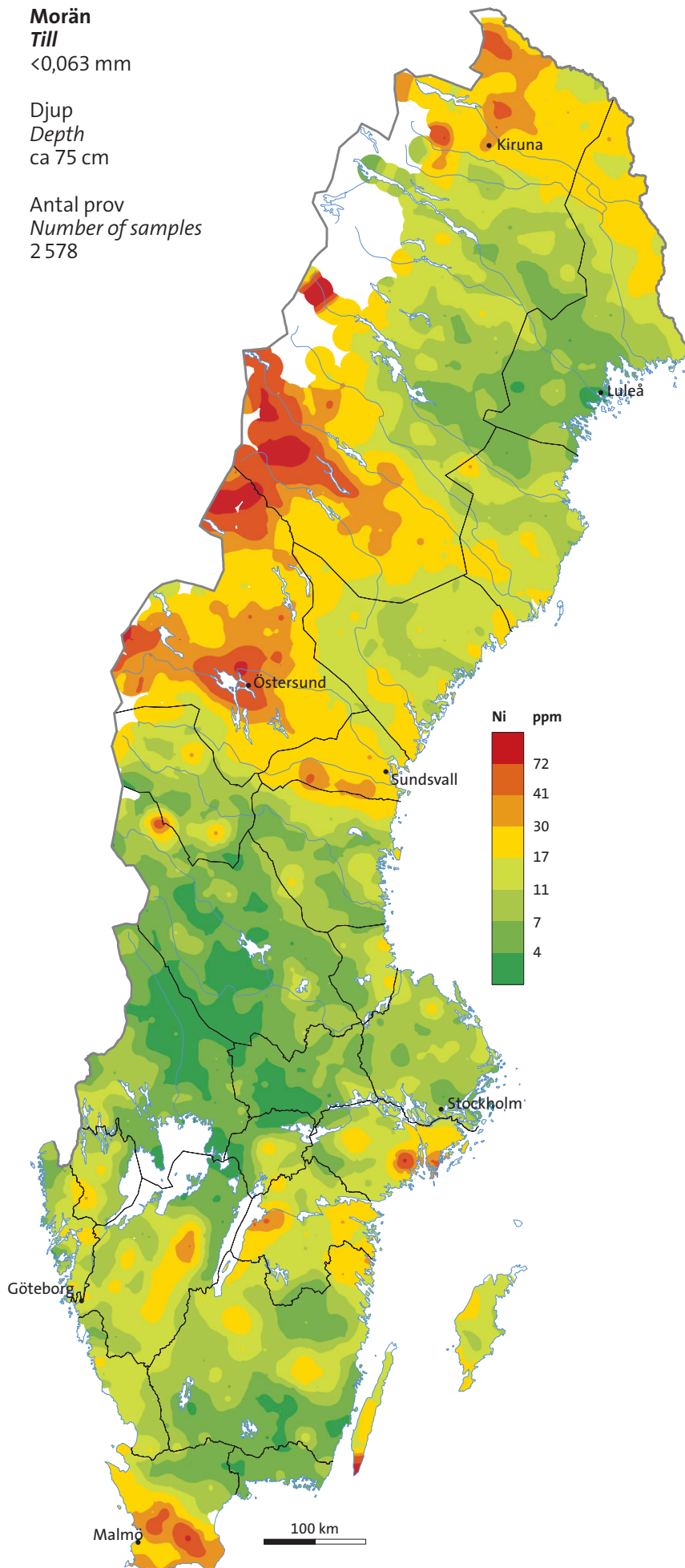
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

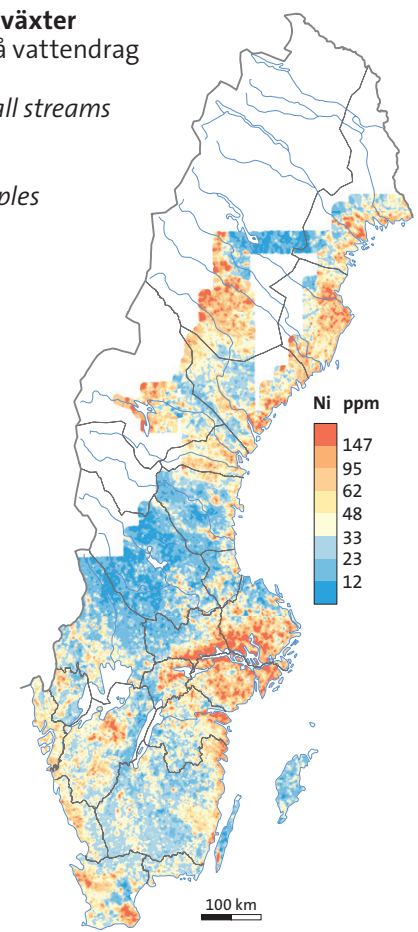
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

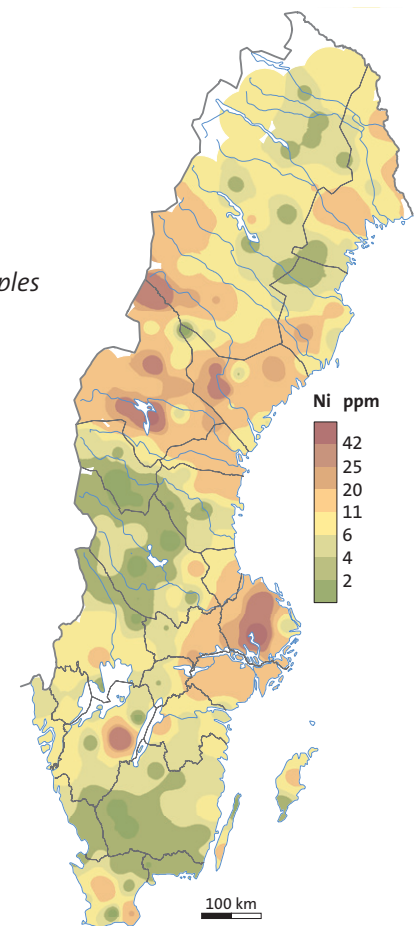
Antal prov
Number of samples
38 066



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

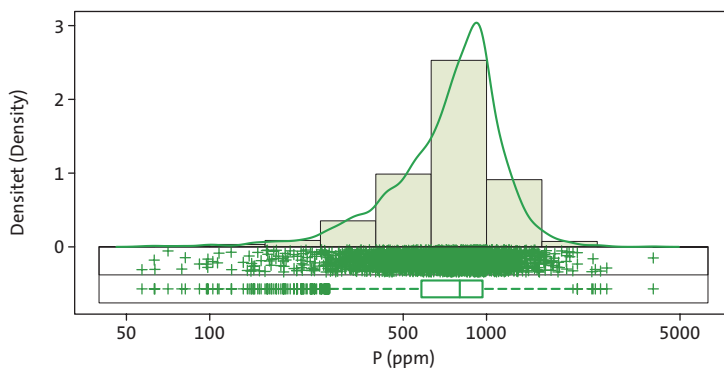
Phosphorus forms a variety of minerals, phosphates, among which the most important are apatite and monazite. Trace amounts of phosphorus occur in rock-forming minerals such as olivine, pyroxene, amphibole, garnet, mica and feldspar. Mafic and alkaline rocks commonly have higher phosphorus contents than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

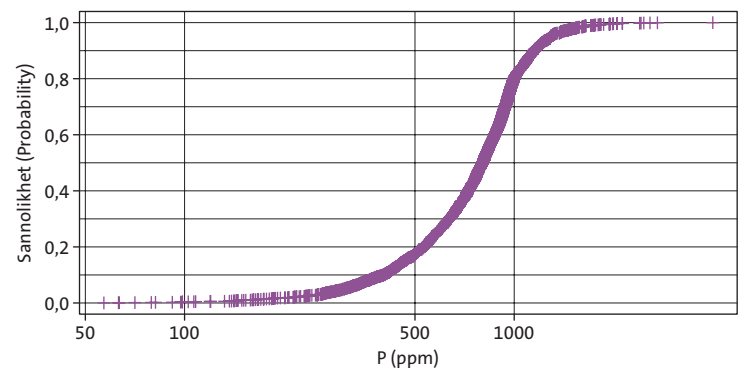
The high concentrations of phosphorus in till originate from the bedrock which is generally rich in apatite. The highest phosphorus concentrations are found in northern Sweden (e.g. in the Kiruna area) and reflect apatite-iron deposits, local alkaline rocks (lamprophyre and carbonatite), skarn, and Fe,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



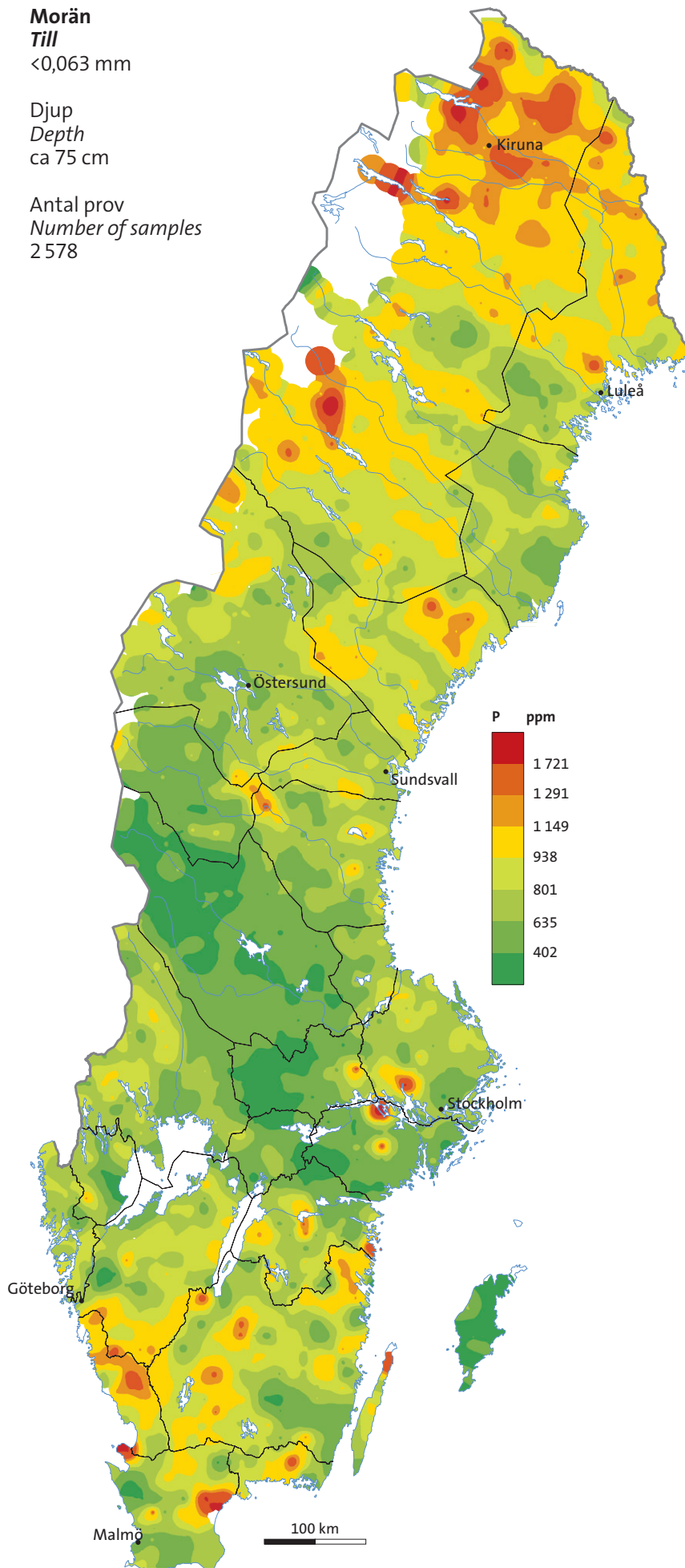
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

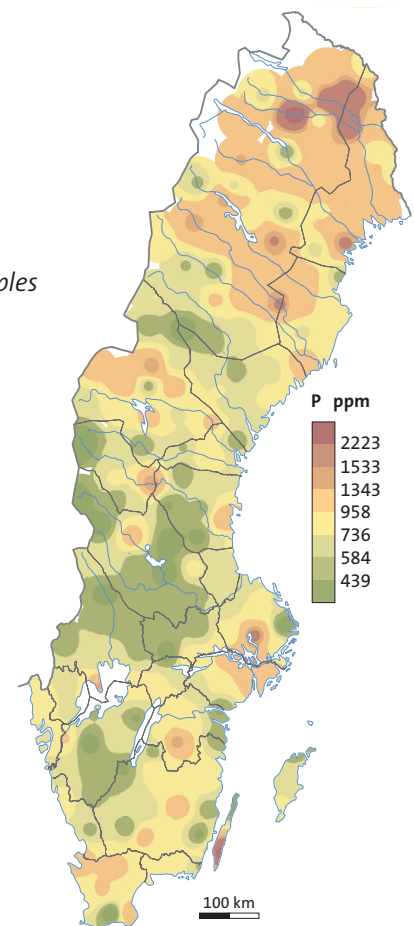
Antal prov
Number of samples
2578



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 överlagras 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.

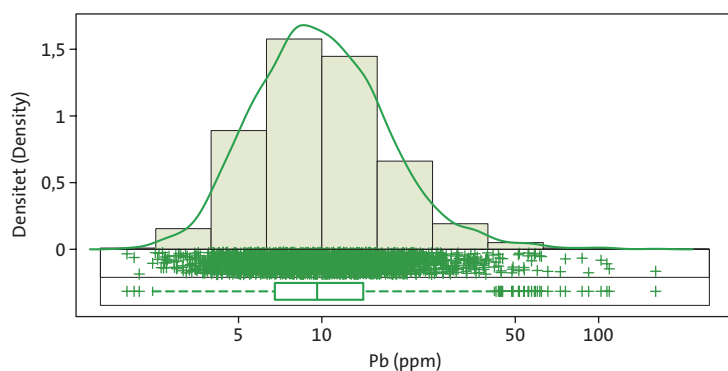
The mobility of lead is low due to strong adsorption to clay minerals, iron-manganese hydroxides and organic matter.

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.

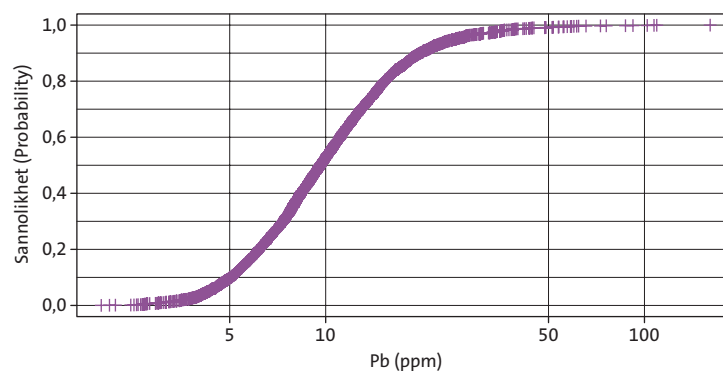
In the Caledonides (Jämtland), till overlying sedimentary rocks of the Lower Allochthon contain elevated lead concentrations. In Bergslagen, lead anomalies correlate well with known lead mineralisations accompanied mainly by iron oxide and copper deposits hosted by skarn. However, many of the lead-bearing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



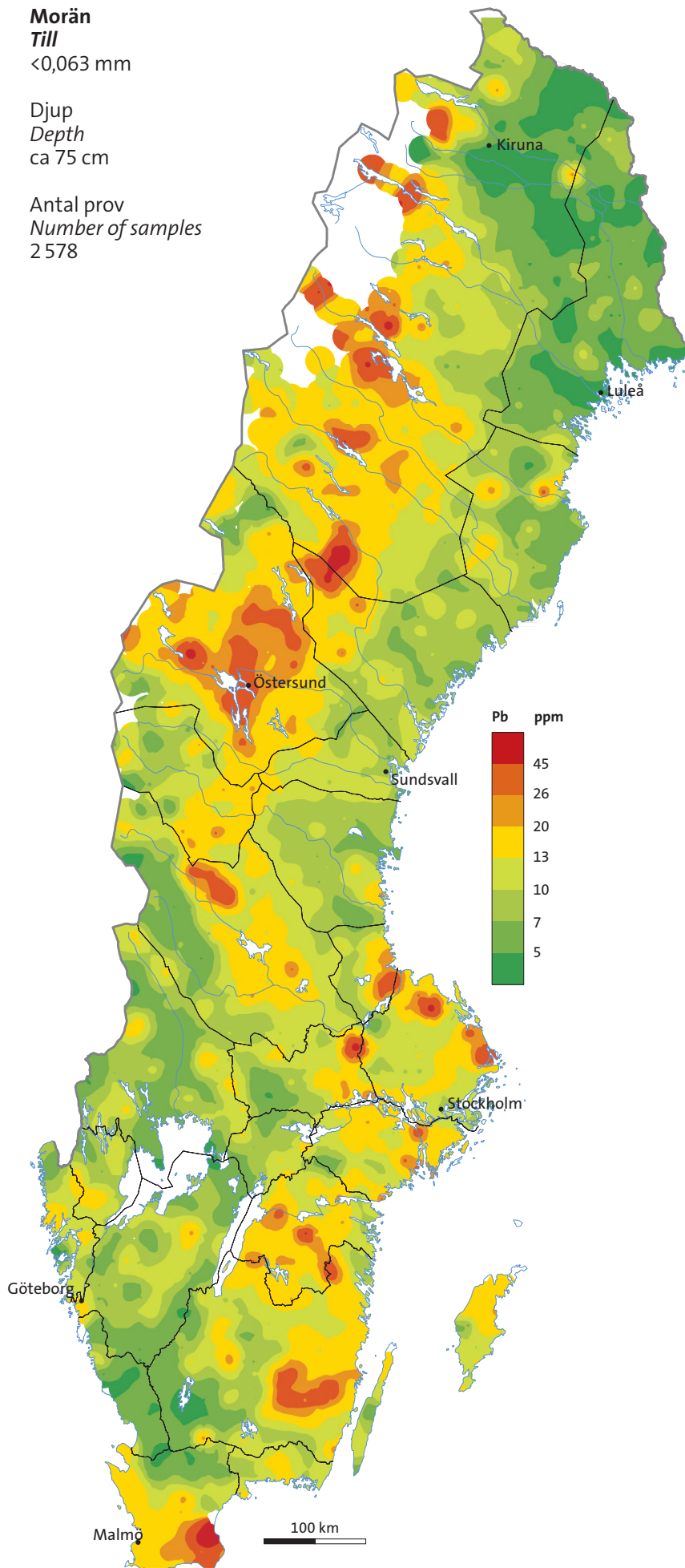
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

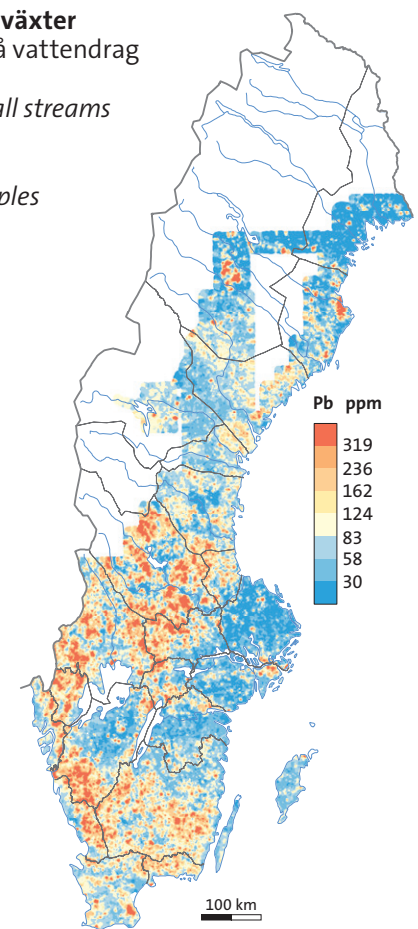
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

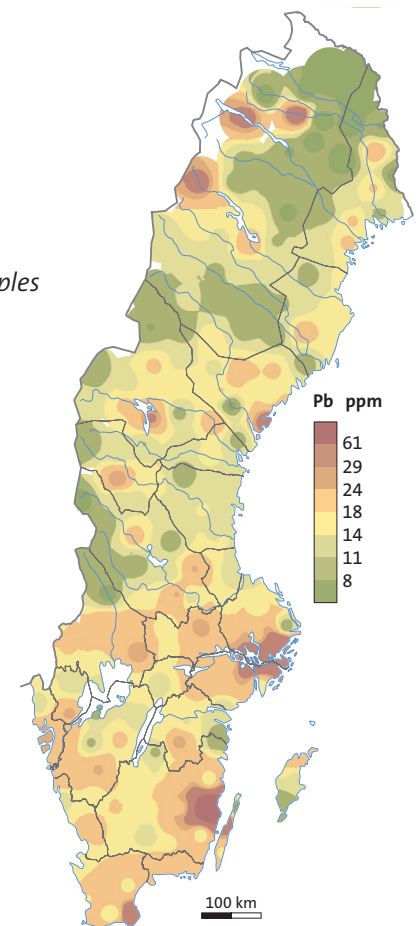
Antal prov
Number of samples
38 066



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

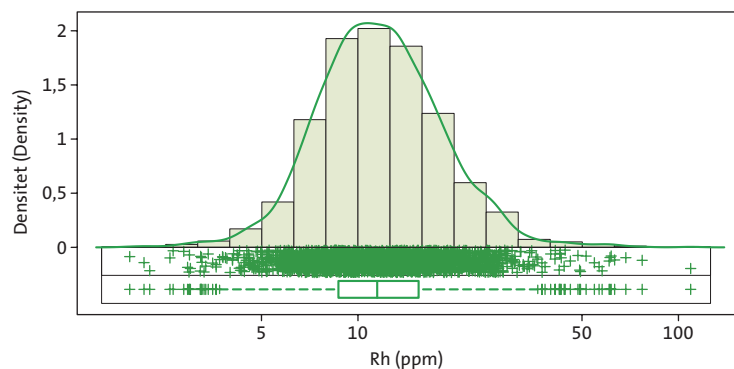
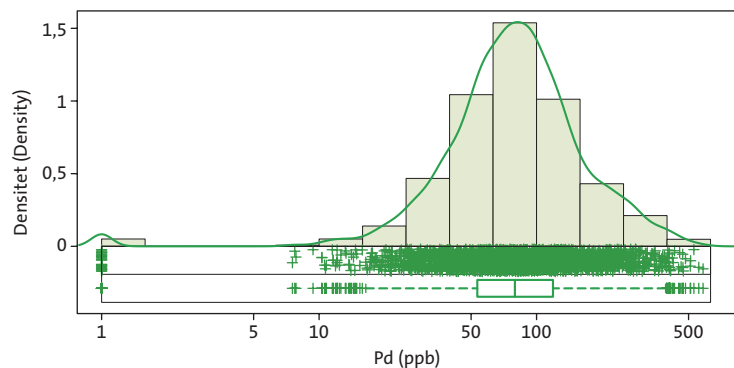
uthålliga anomalin över Kaledoniderna och nordligaste Lappland, vilken speglar mafiska och ultramafiska bergarter, svartskiffer och ett antal mineraliseringar med sulfider (Co, Cu, Ni) och oxider (Mn, Fe).

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.

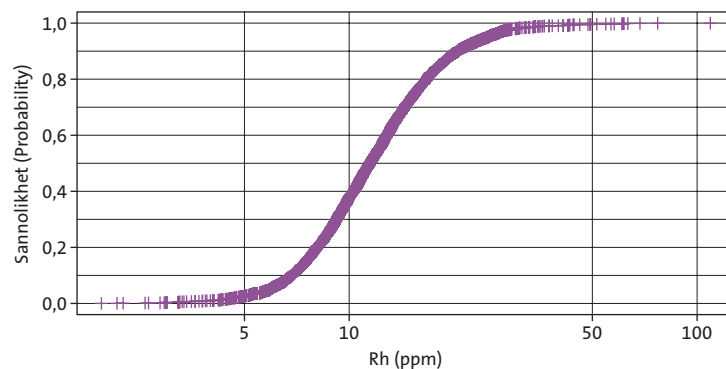
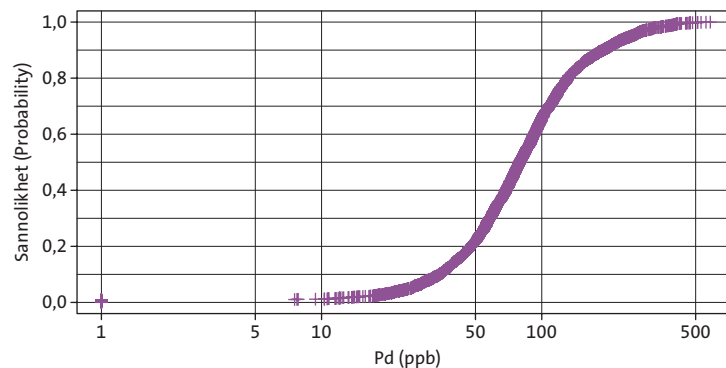
chain and northern Lappland, which reflects mafic and ultramafic rocks, black shale and a number of mineralisations with sulphides (Co, Cu, Ni) and oxides (Mn, Fe).

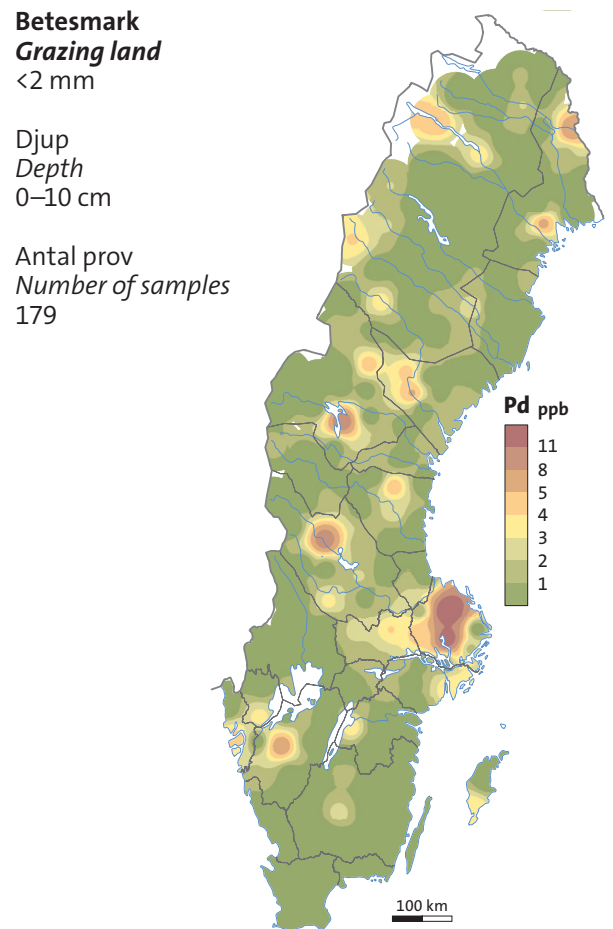
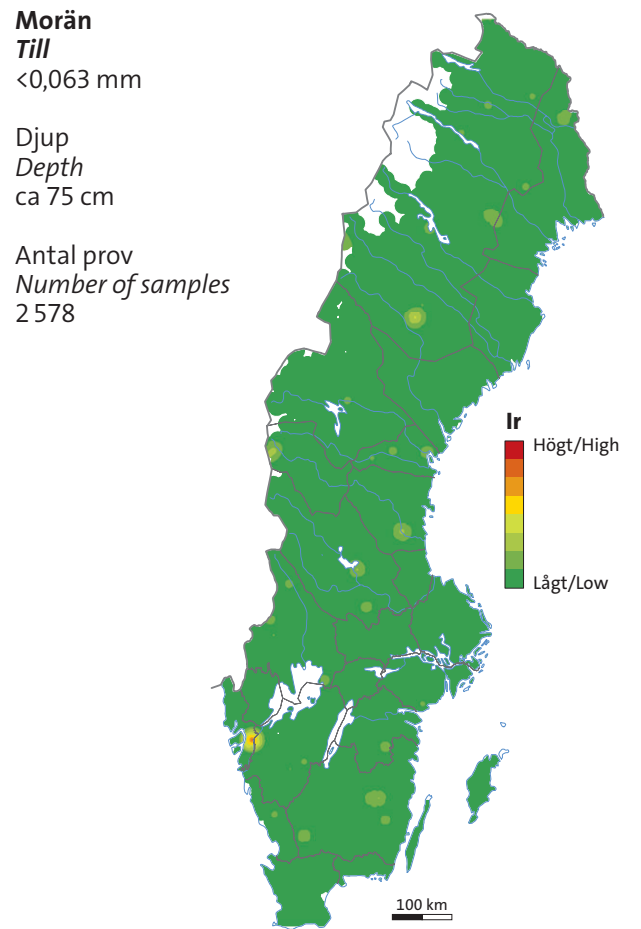
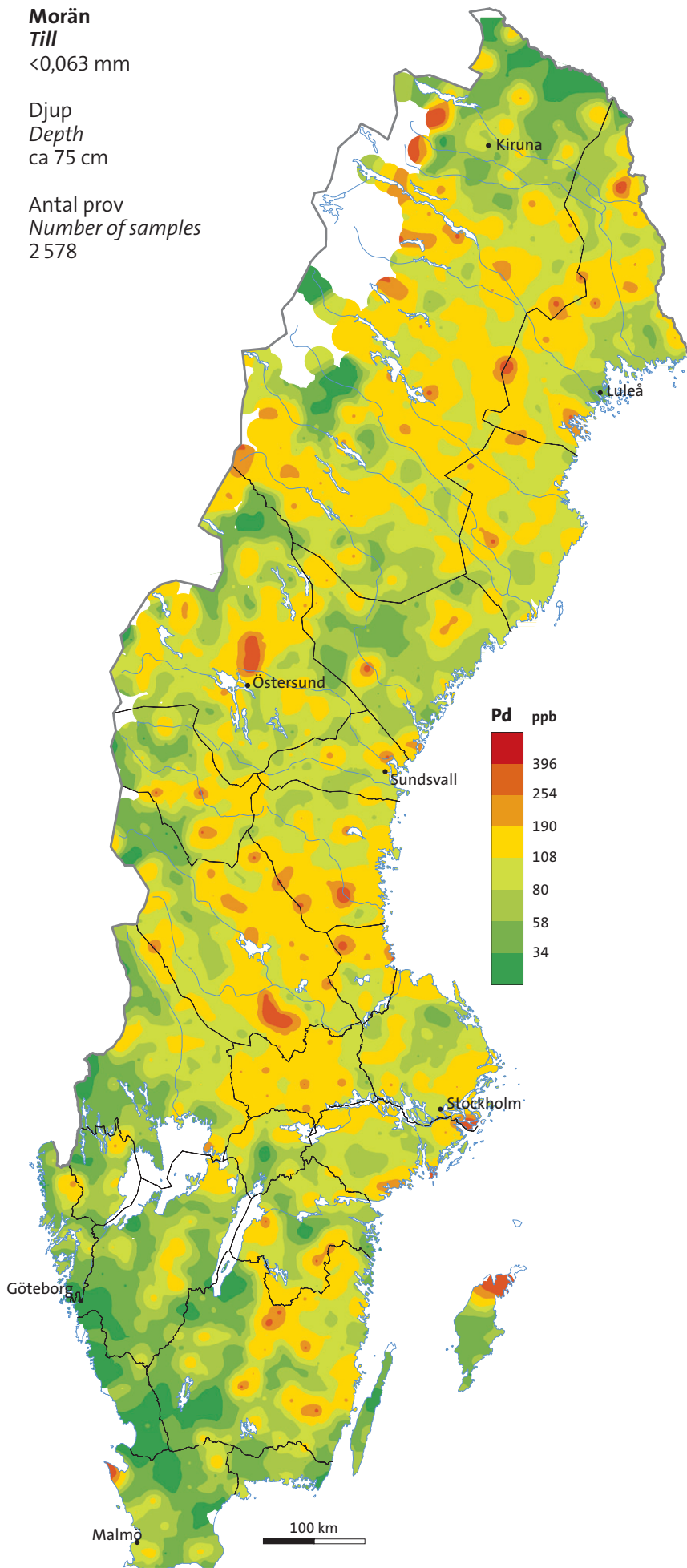
The rhodium anomalies in Skåne probably reflect black shale and limestone, and the high concentrations on Öland and Gotland can be connected to siderite, which is abundant in shale, sandstone and limestone.

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



Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot

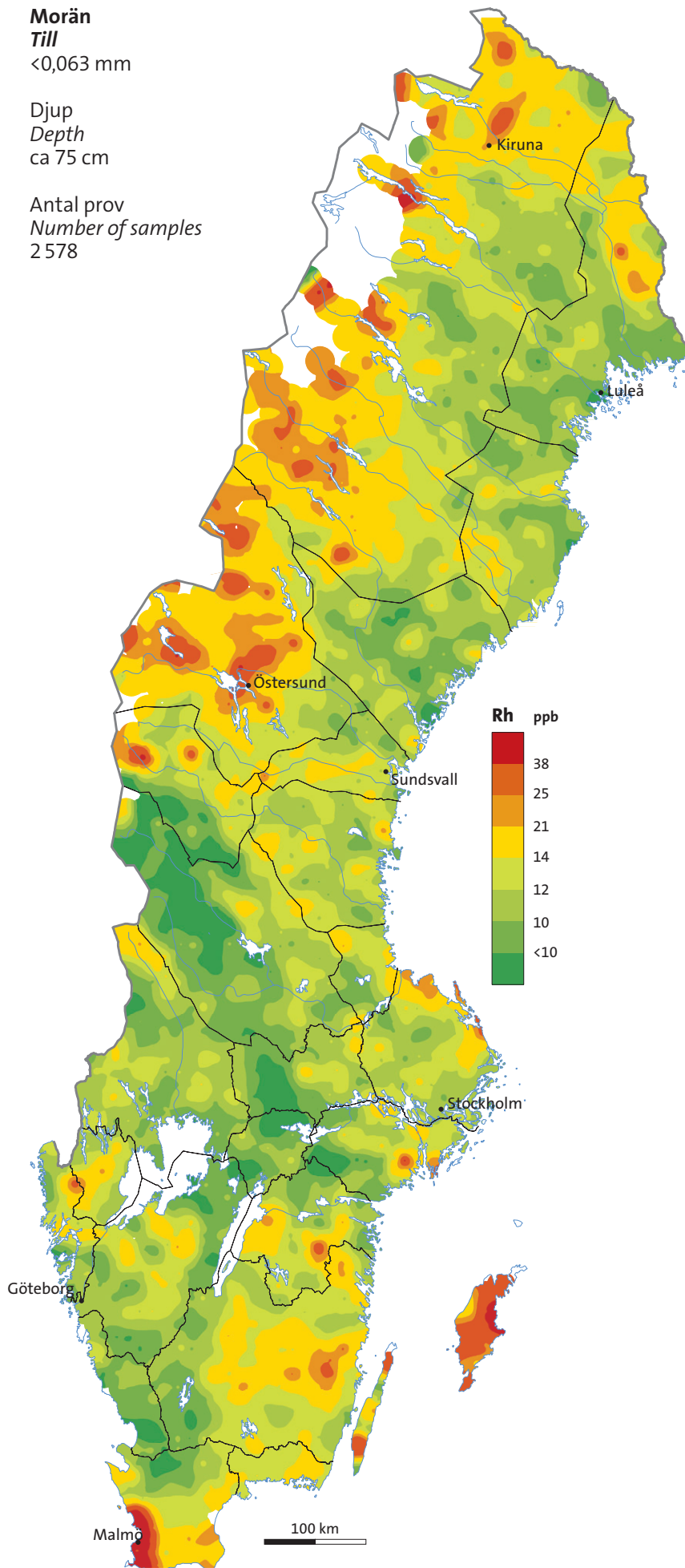




Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

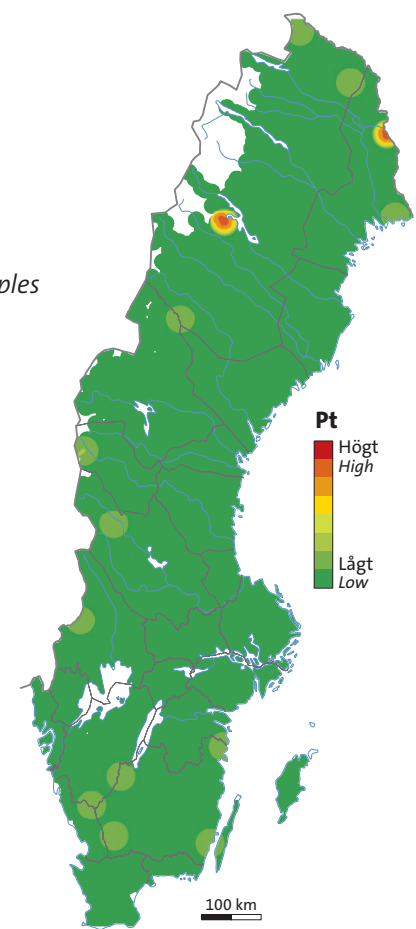
Antal prov
Number of samples
2 578



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

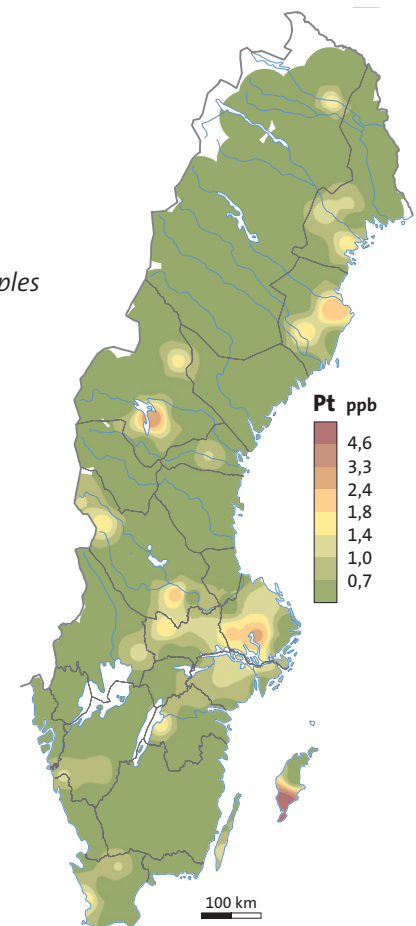
Antal prov
Number of samples
2 578



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.

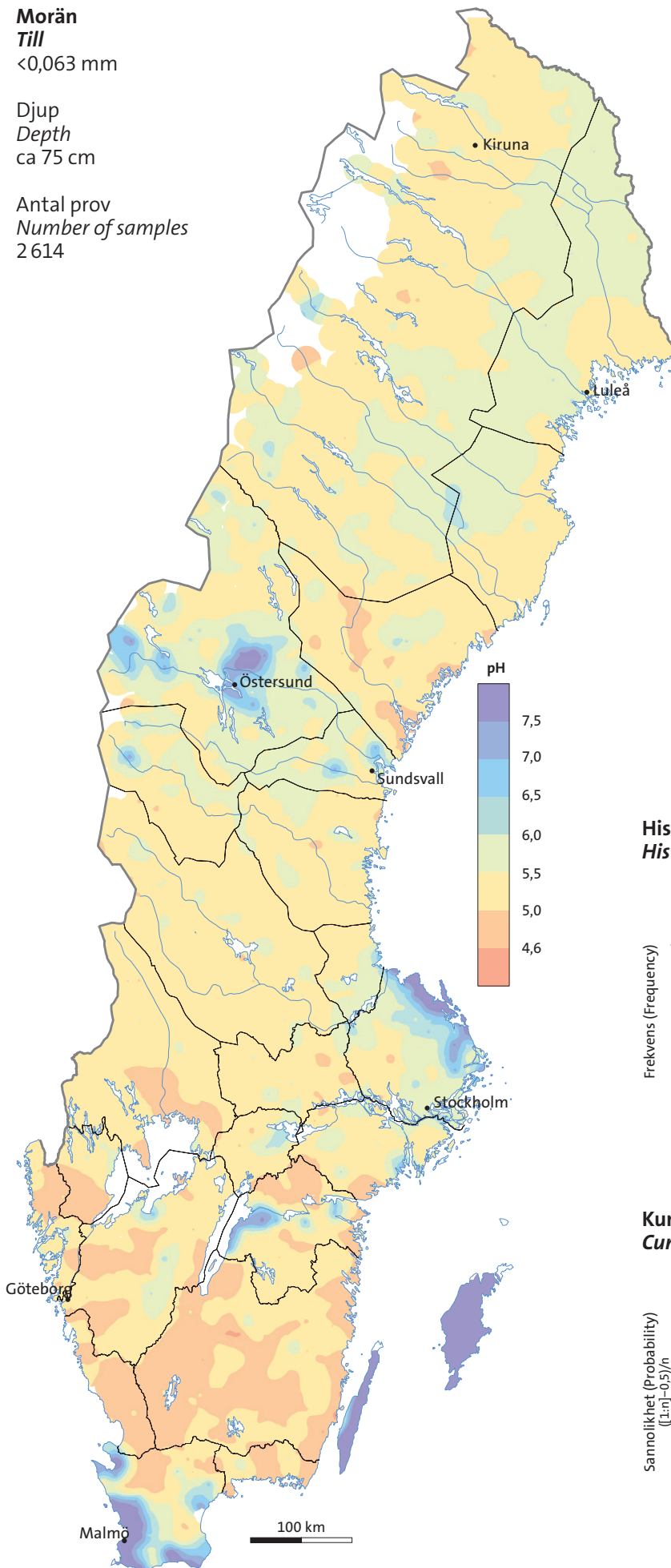
Since decreasing pH values are a result of time and natural chemical weathering, the southern part of Sweden generally has lower pH values in till than the northern part. The felsic, granitic parent material in till of southern Sweden contributes to these lower pH values. Alkaline conditions ($pH > 7$) 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

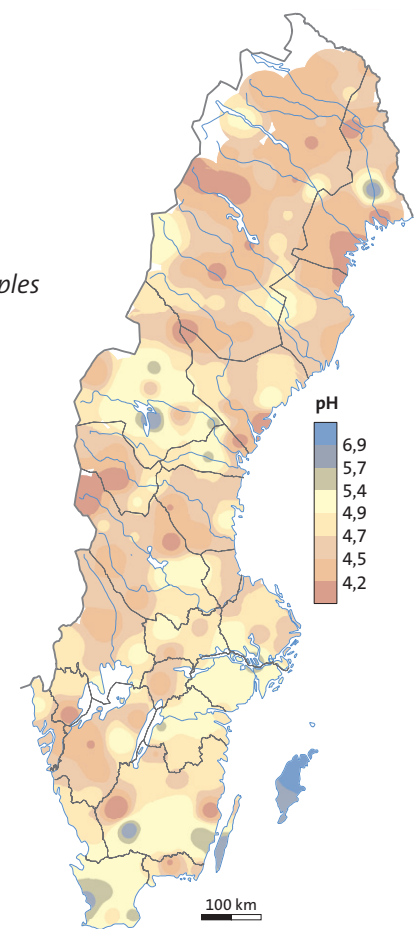
Antal prov
Number of samples
2 614



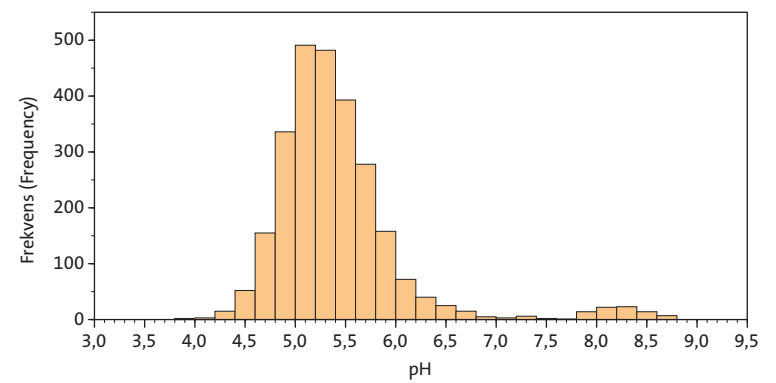
Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

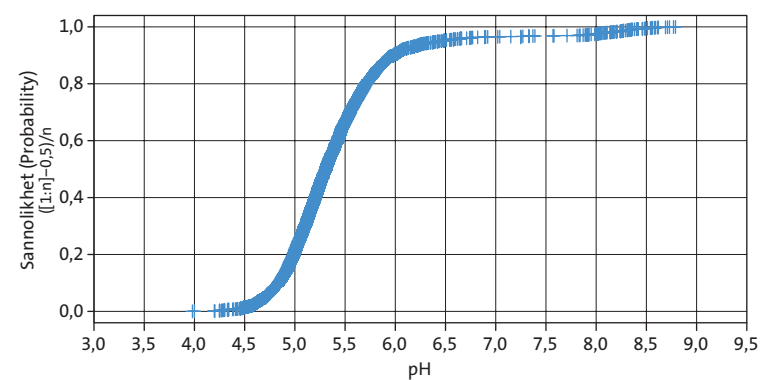
Antal prov
Number of samples
179



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

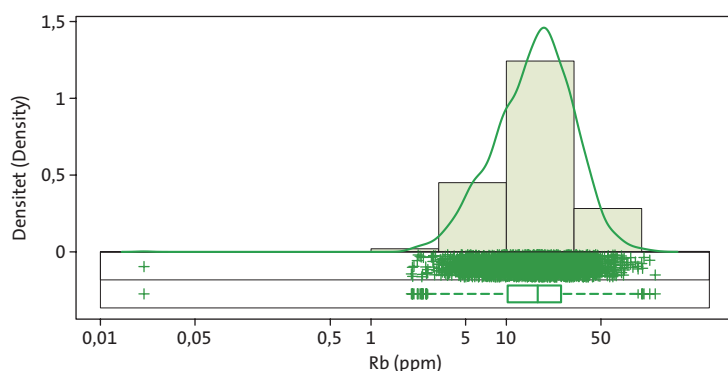
Rubidium is a rather common element that substitutes mainly for potassium in rock-forming, accessory and clay minerals (e.g. mica, potassium feldspar, leucite, lepidolite, zinnwaldite, carnallite, pollucite, illite, montmorillonite). Due to the large ionic radius and the oxidation state (+1), rubidium 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.

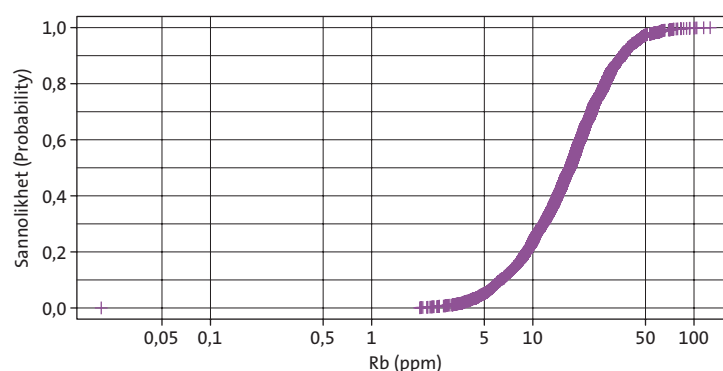
High rubidium concentrations in till occur in the Caledonian mountain chain, where thin glacial deposits overlie metasedimentary rocks rich in potassium feldspar and mica. Rubidium anomalies located on the Fennoscandian Shield, from north to south, are indicative of the presence of potassium-bearing 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



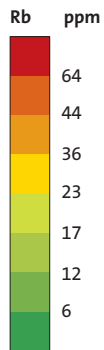
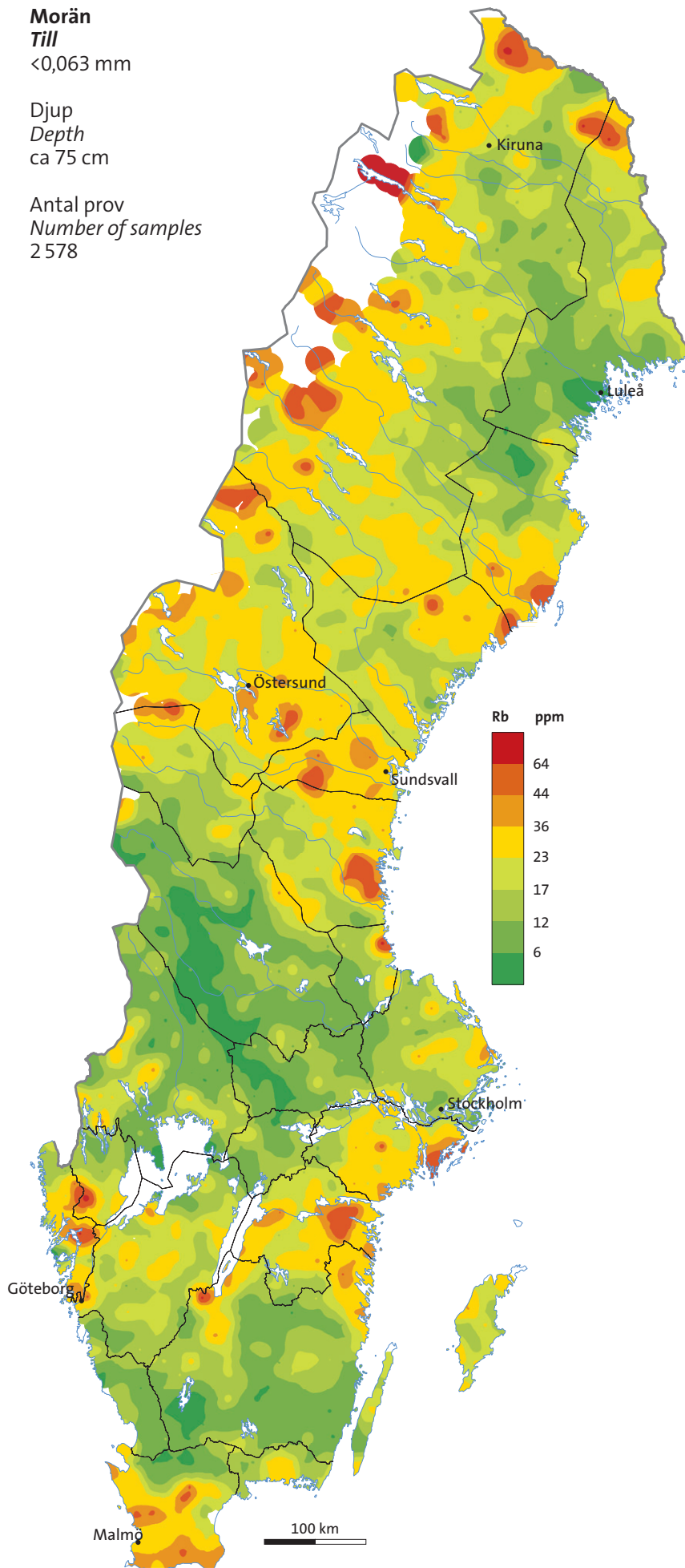
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

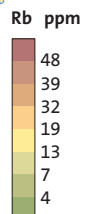
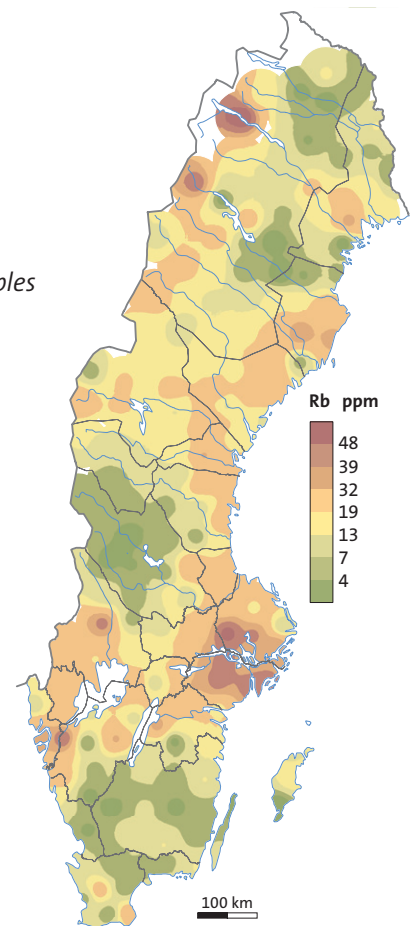
Antal prov
Number of samples
2578



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.

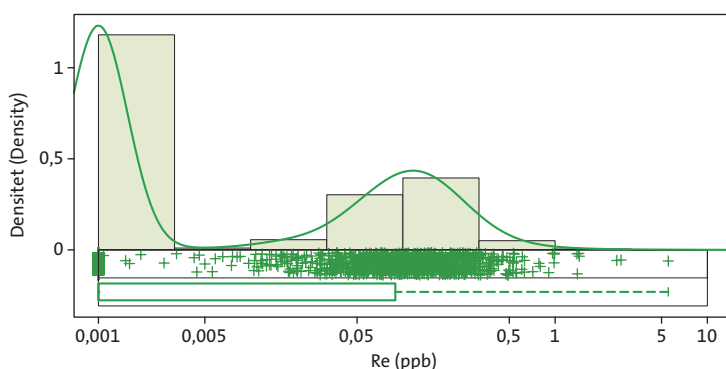
Det geokemiska mönstret av rhenium i morän i Sverige domineras av metallens tendens att anrikas i anoxisk svartskiffer. Svartskiffer som förekommer i stråk längs randen av Kaledoniderna och som mindre områden i de södra delarna av landet (Billingen, öster om Vättern och Skåne) utgör den största källan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

RHENIUM

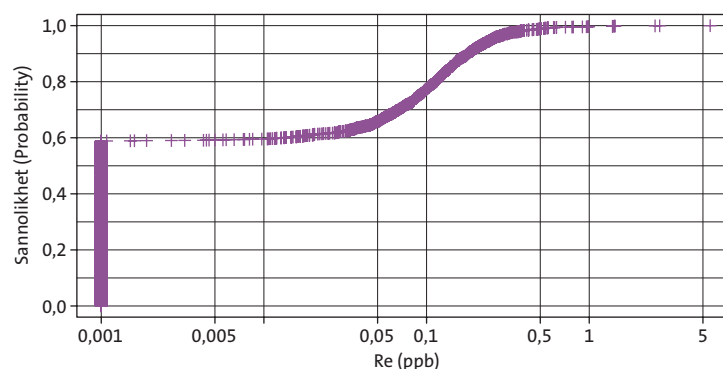
Rhenium is a very rare metal that mainly occurs in sulphides and selenides. It commonly substitutes for molybdenum in molybdenite, wulfenite and powellite. Rhenium can be found in trace amounts in pyrite, chalcopyrite, columbite–tantalite and chromite, and in precious alloys with platinum group elements. 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



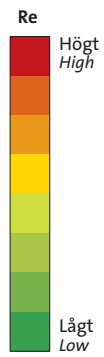
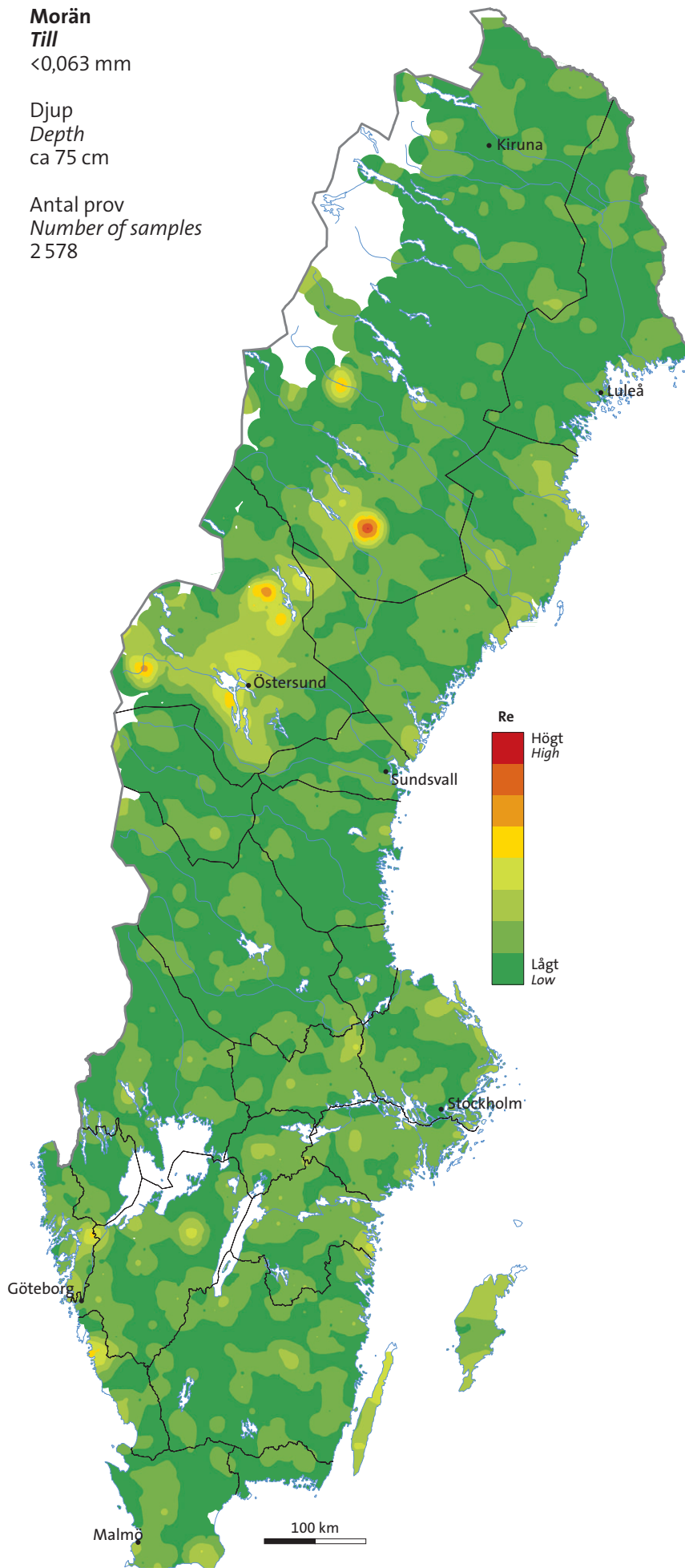
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

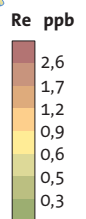
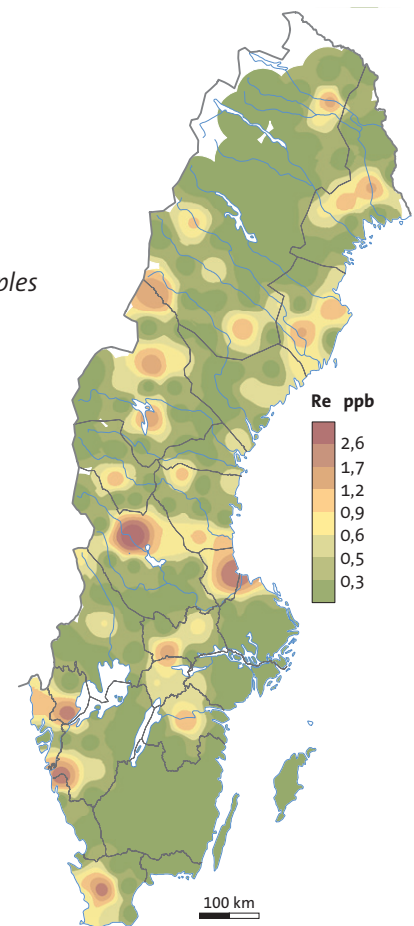
Antal prov
Number of samples
2578



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 Bastnäs-fältet 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 Bastnäs-fältet 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 Bastnäs-fältet 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 Bastnäs-fältet 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 elementanomalier, 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 anomalier 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 moränanomalier 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 magnetit-skarnmalm 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
Kukharenkoitgruppen	Kukharenkoite 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.

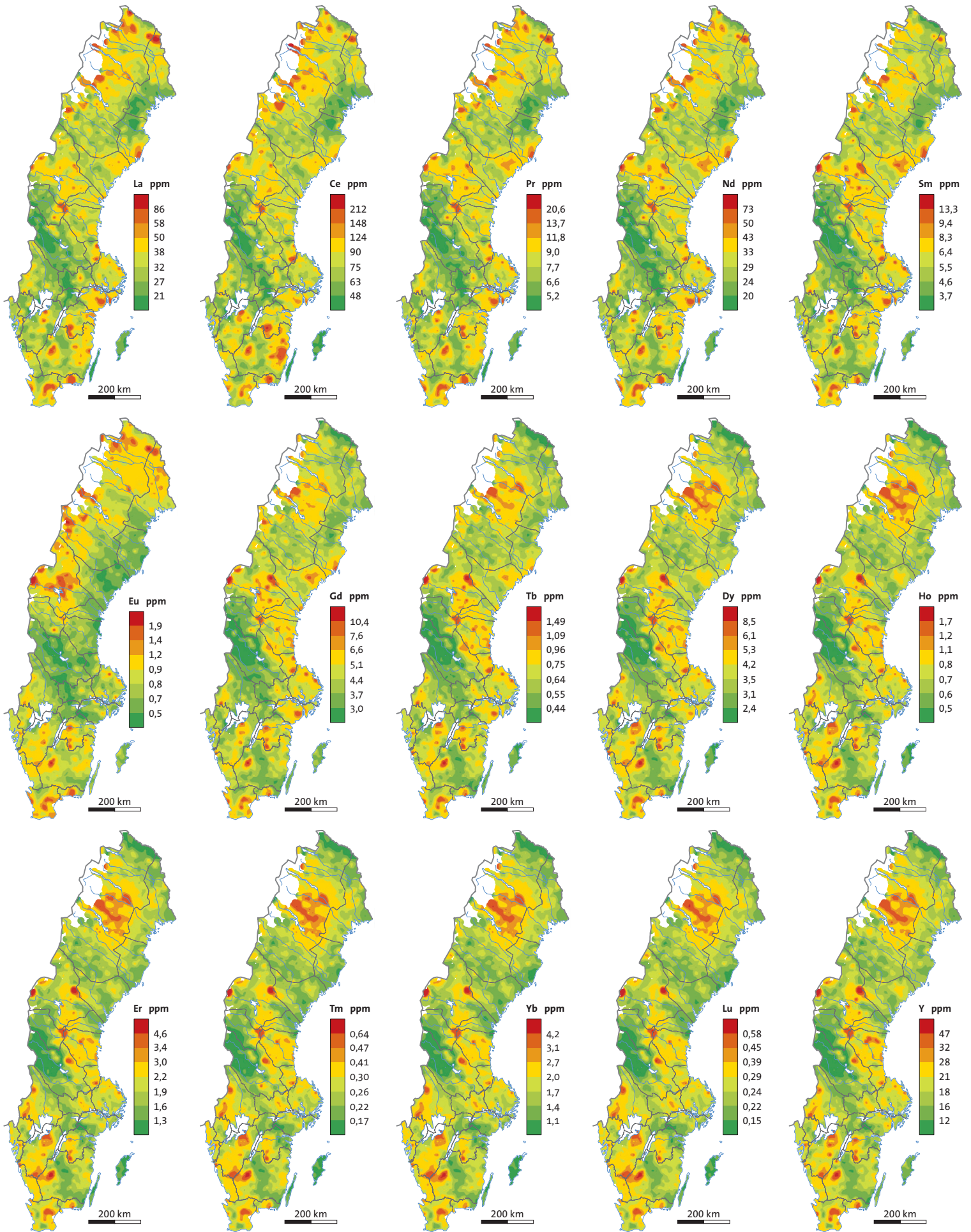
Unlike the LREEs, the distribution patterns for the HREEs do not reflect the Archean rocks in northern Sweden. Neither are the anomalies as strong in the Caledonian mountain chain or in eastern Småland. The geographically largest anomaly of the HREEs is found in Lappland in connection with granitoids, 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

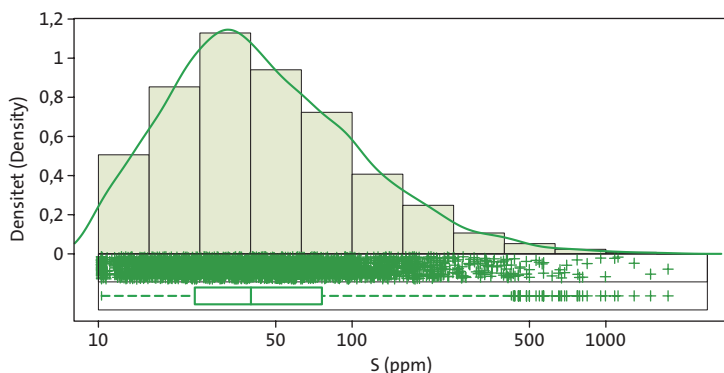
Native sulphur is rare and the element occurs mainly in the form of sulphide (e.g. pyrite, sphalerite, galena, pyrrhotite) and as sulphate (e.g. baryte, gypsum, anhydrite). Trace amounts of sulphur can be found in feldspar, mica, pyroxene, apatite and sodalite. Shale with high sulphur content is usually 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.

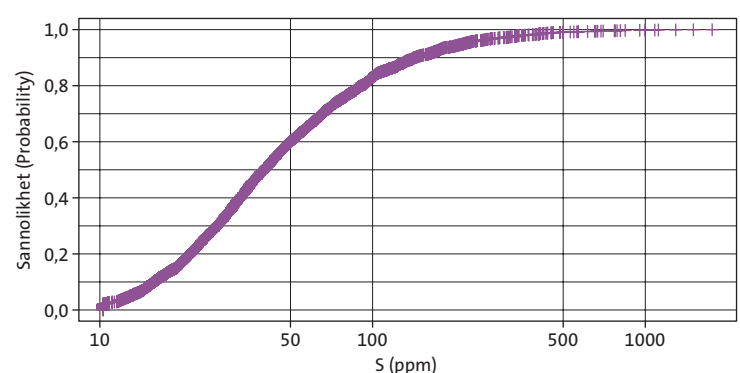
The till in southern Sweden generally has higher sulphur concentrations than till in the northern part of the country, which can be explained by variations in climate and weathering intensity. Areas located below the highest coastline have elevated sulphur concentrations.

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



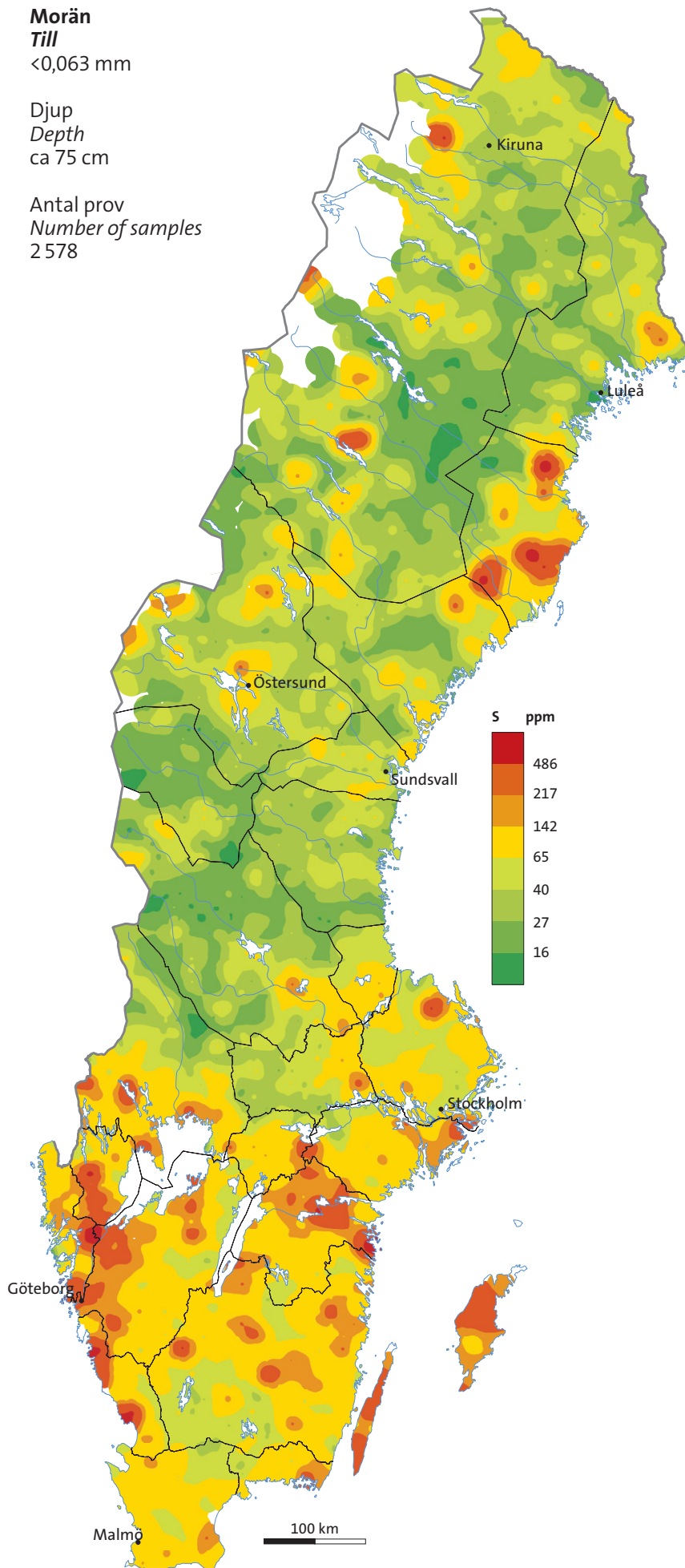
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

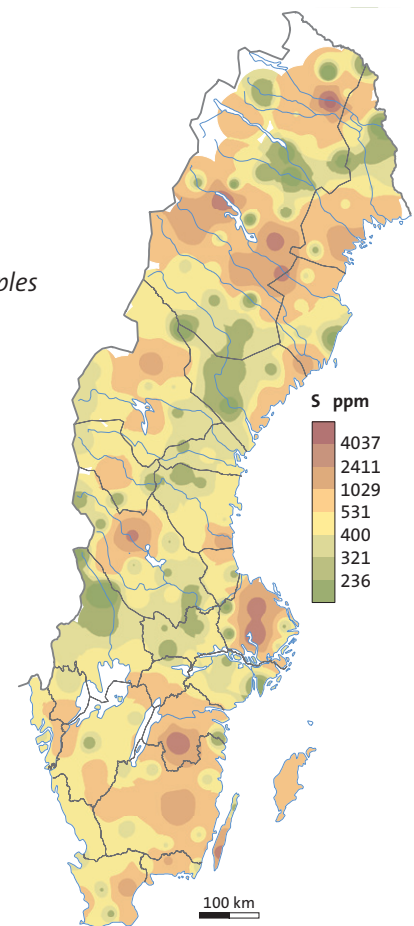
Antal prov
Number of samples
2578



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

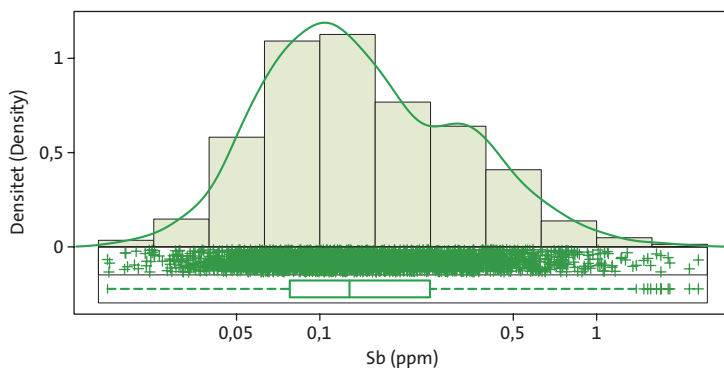
Antimony is a strongly chalcophile element that rarely forms its own minerals (e.g. stibnite). It usually occurs as a trace element in sulphides (e.g. galena, sphalerite and pyrite) but also in ilmenite and olivine (where it substitutes for iron). Antimony is used together with arsenic and bismuth as 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.

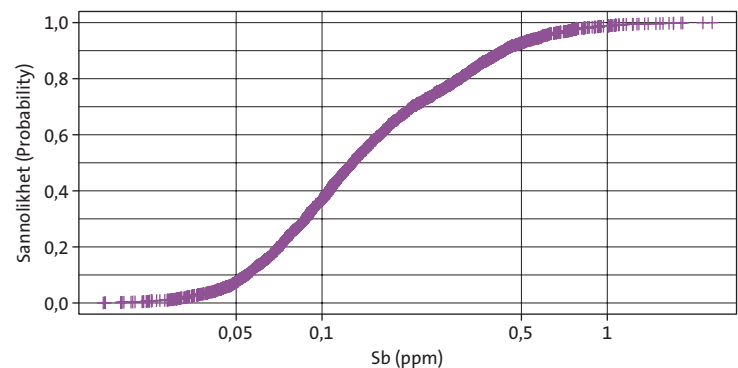
The highest antimony contents in till occur in the northern part of the country where anomalies mainly correlate with occurrences of Pb-Zn mineralisations. High concentrations of antimony occur west and north-west of Jokkmokk. They reflect uranium, manganese and iron mineralisations in skarn, pegmatite 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



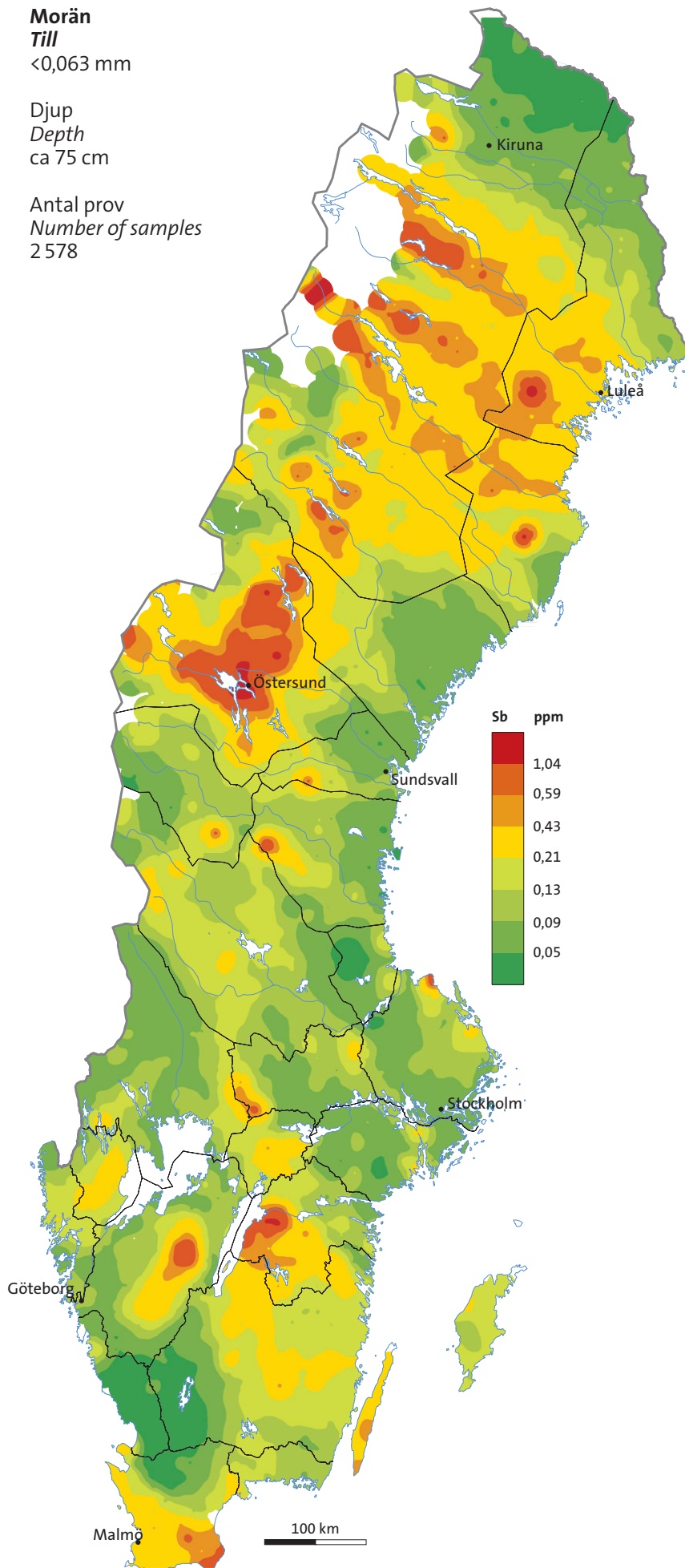
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

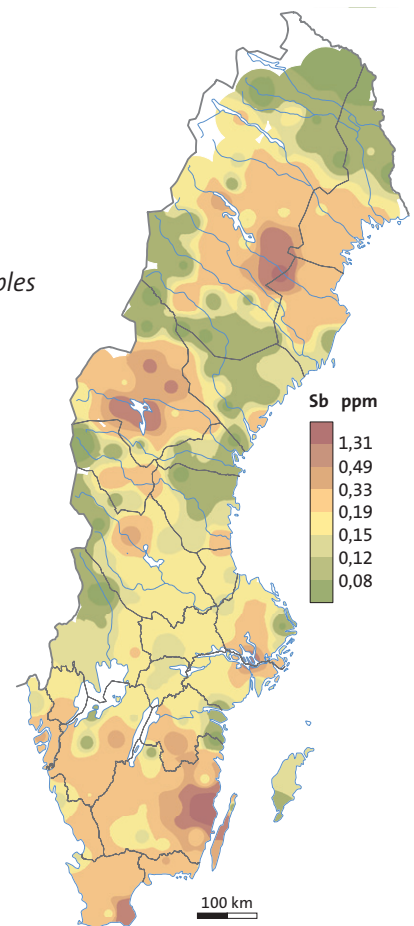
Antal prov
Number of samples
2578



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

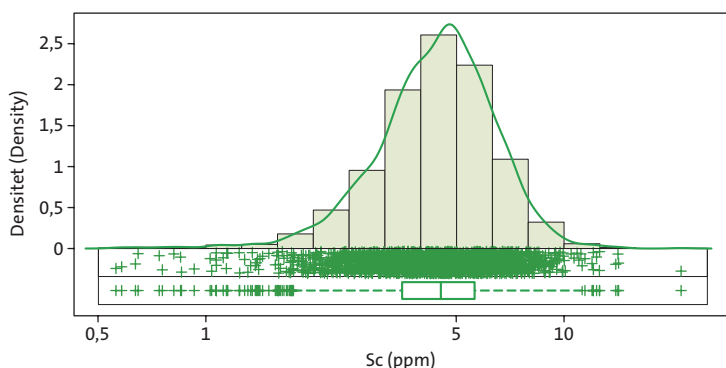
Scandium is a transition metal which rarely forms its own minerals (e.g. thortveitite). It occurs as a trace element in rock-forming minerals such as amphibole, biotite, pyroxene and garnet, and in accessory minerals (e.g. monazite). Mafic rocks usually have higher scandium concentrations than felsic 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.

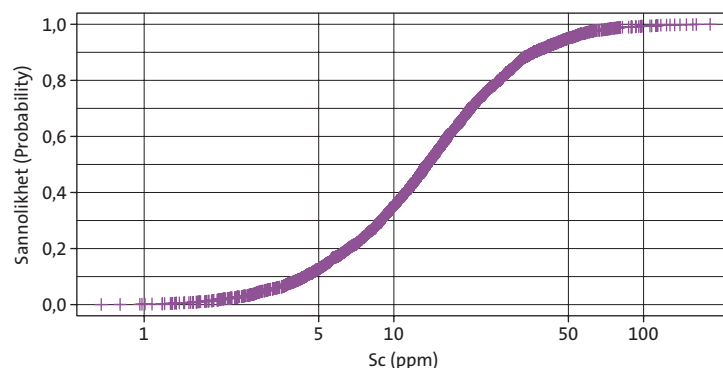
High scandium concentrations in till occur in northern Sweden where they are related to mafic and ultramafic rocks of greenstone belts. A number of anomalies in Lappland can be correlated with hydrothermal alteration and related Cu, Fe, Mo and Au mineralisations. In the Caledonian mountain chain, high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



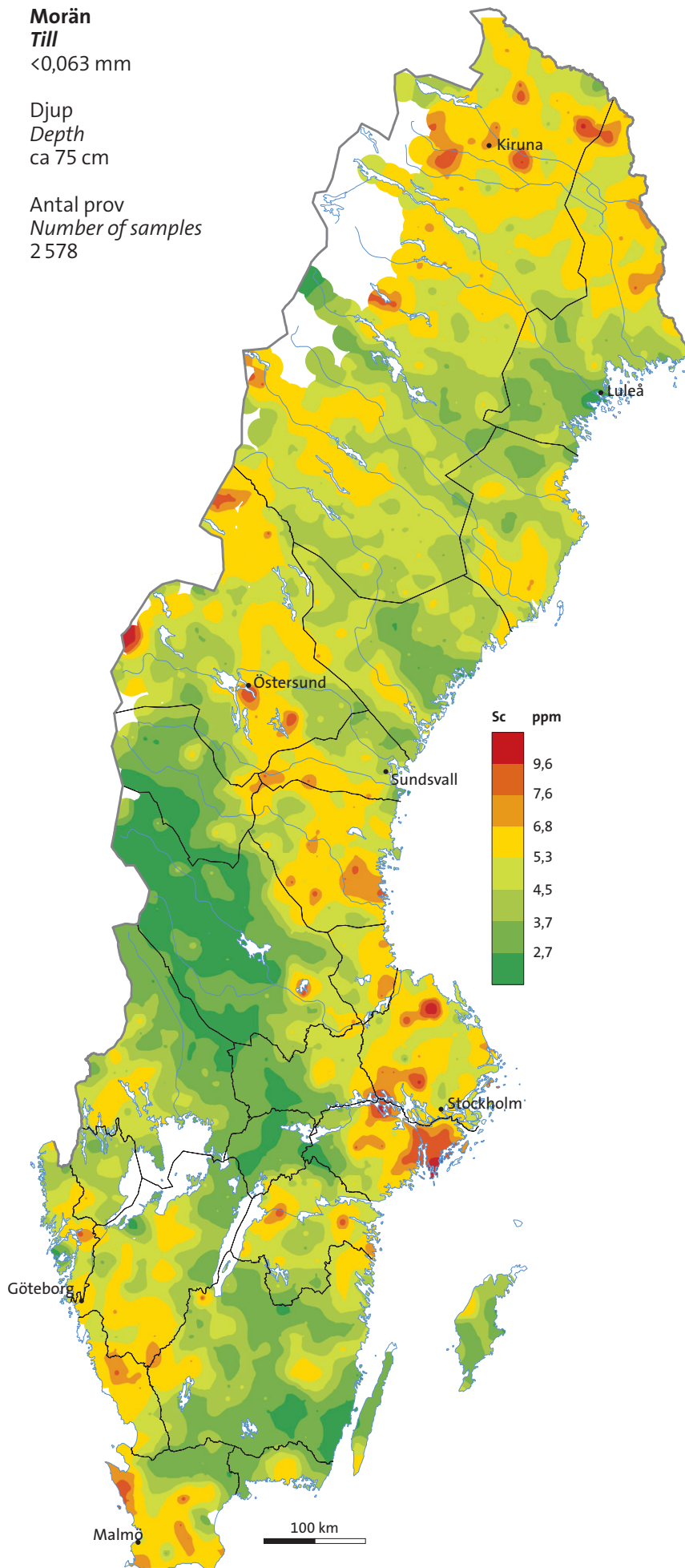
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

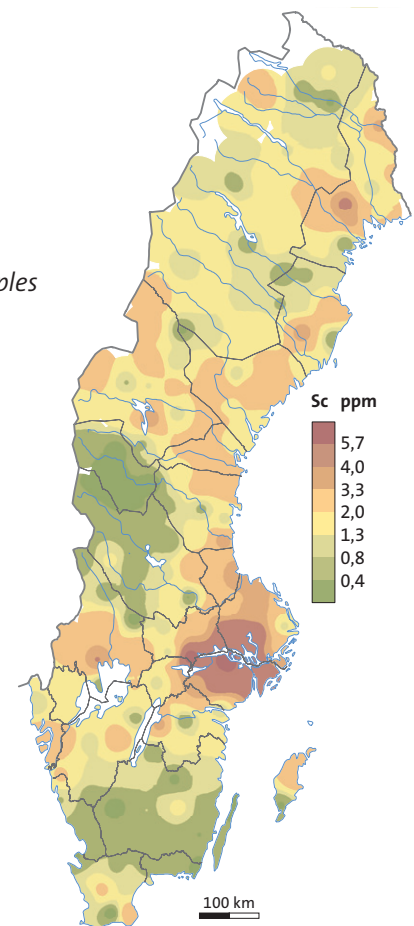
Antal prov
Number of samples
2578



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

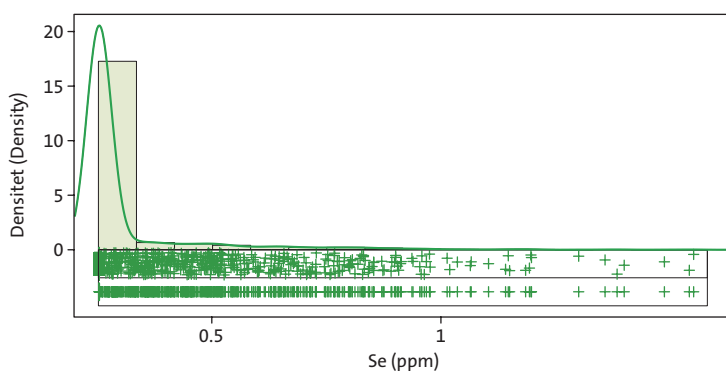
Selenium forms selenides, e.g. claushtalite and crookesite, and occurs in sulphides where it commonly substitutes for sulphur (in pyrite, chalcopyrite and sphalerite). Selenium is volatile and common in areas with volcanic activity. Basic rocks and sulphide minerals are the main sources of selenium. 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.

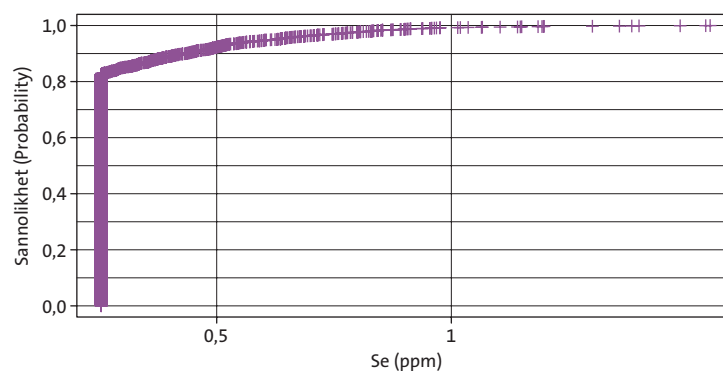
Due to the high detection limit (1 ppm) and low selenium content in till, only a few isolated selenium anomalies are seen on the geochemical map. In most cases, the presence of acid to basic metavolcanic rocks and associated polymetallic sulphide mineralisations contribute to the selenium concentrations 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



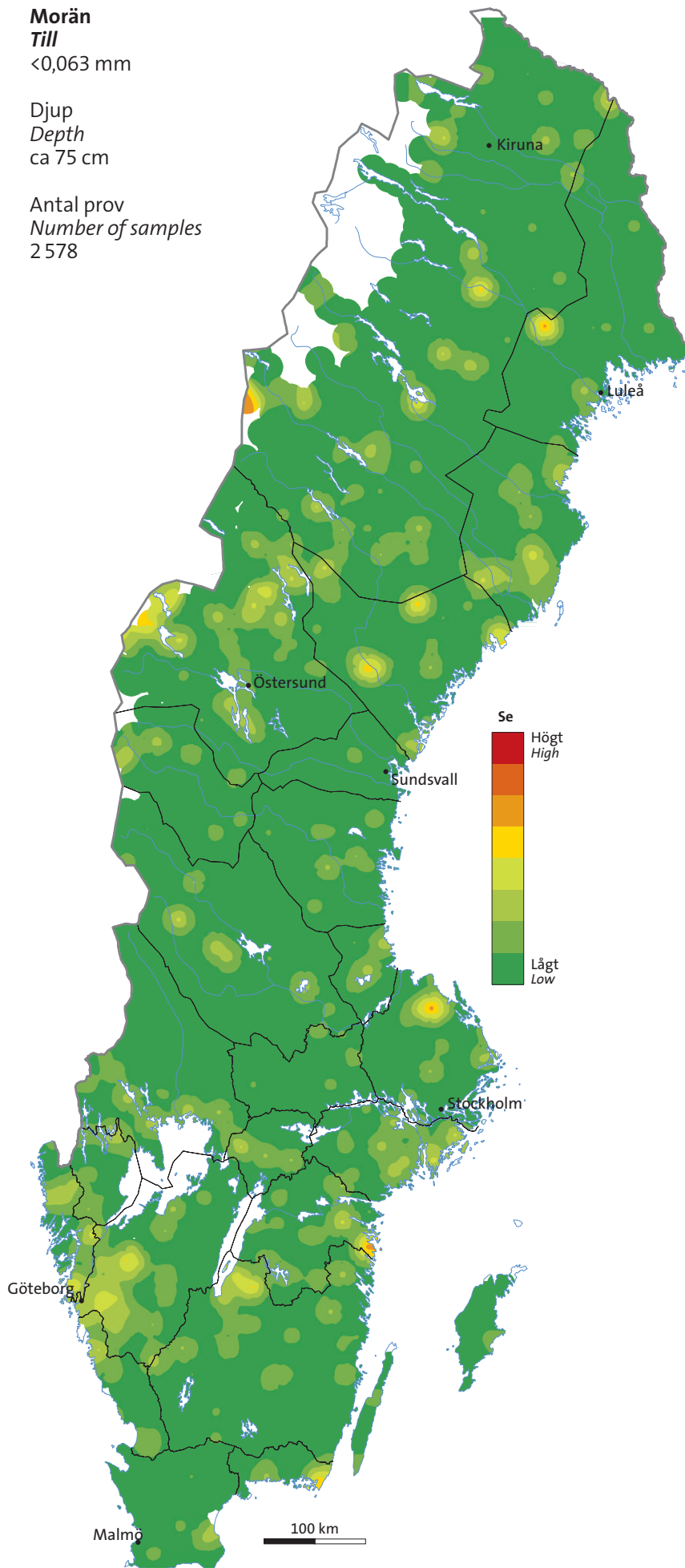
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

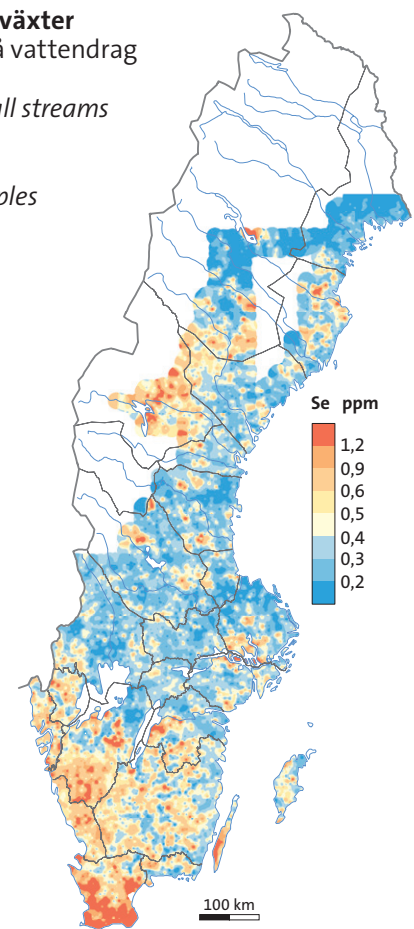
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

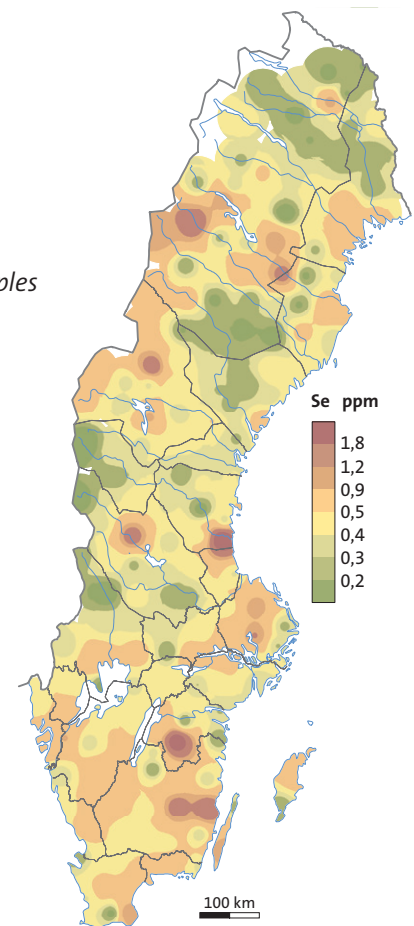
Antal prov
Number of samples
6 743



Betesmark
Grazing land
<math><2\text{ mm}</math>

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, ler-skiffer 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.

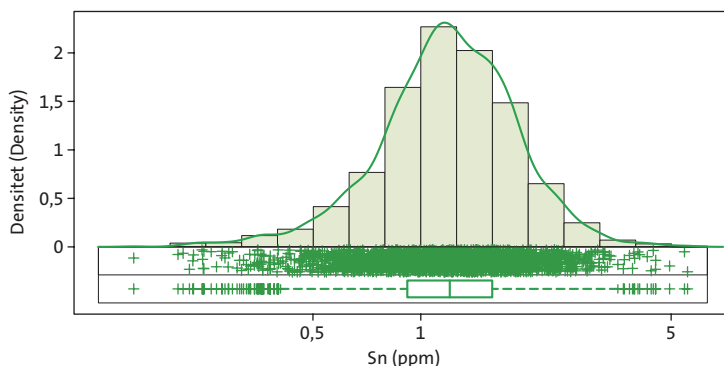
TIN

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.

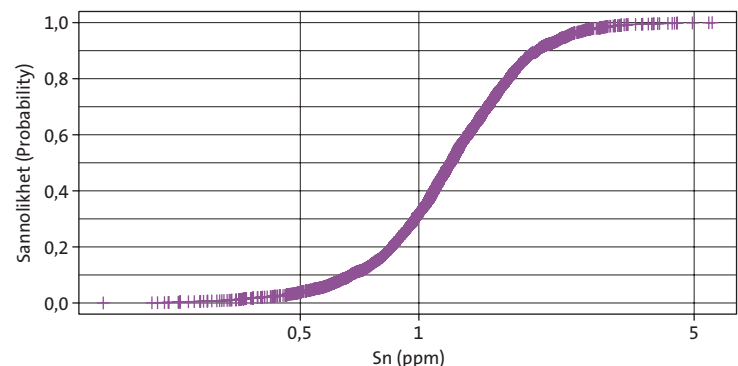
Tin is rather immobile and precipitates together with iron and aluminium hydroxides, adsorbs to clay minerals and forms both soluble and insoluble complexes with organic compounds. The mobility of tin is high at low pH.

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



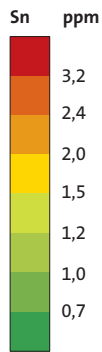
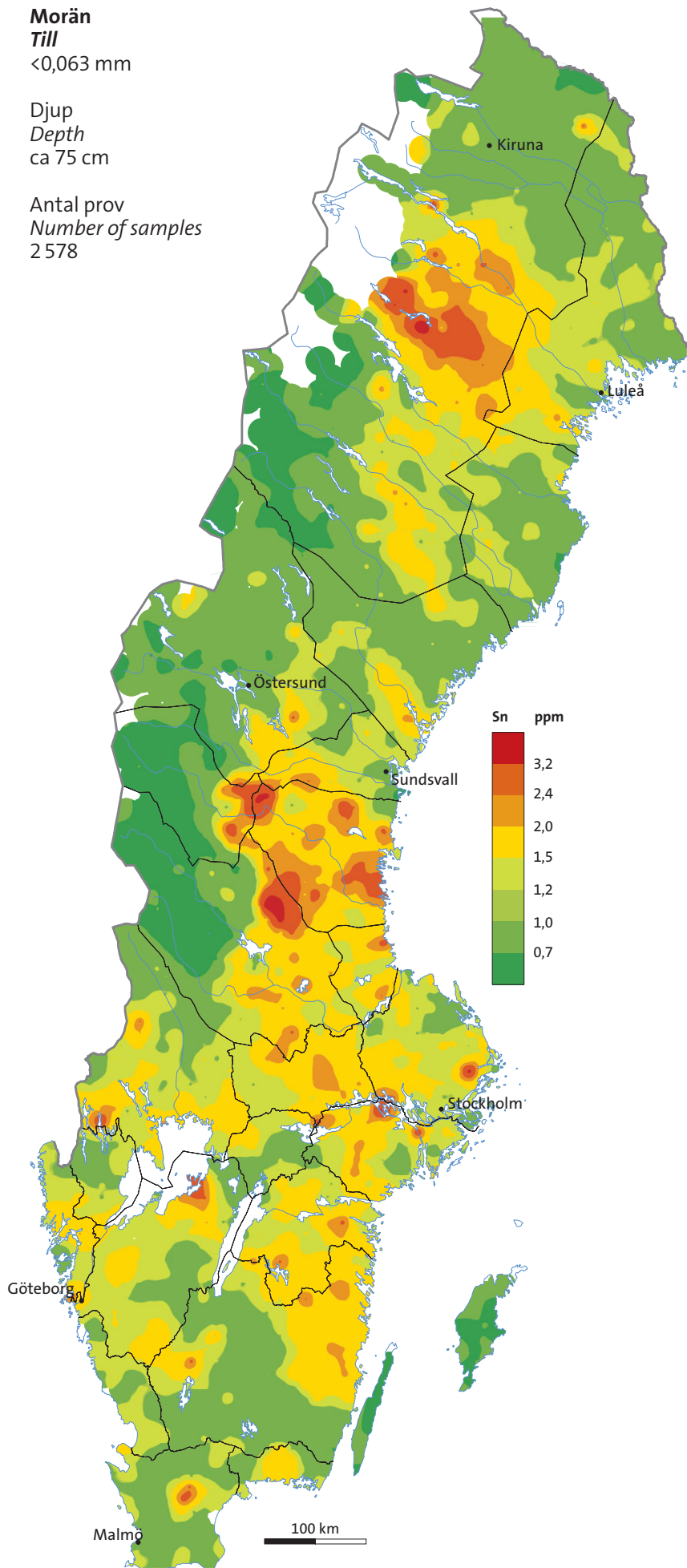
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

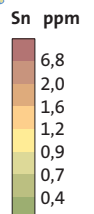
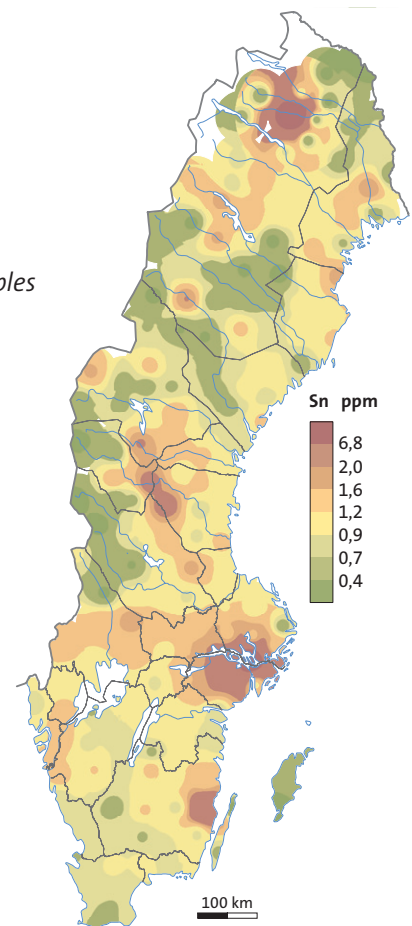
Antal prov
Number of samples
2 578



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.

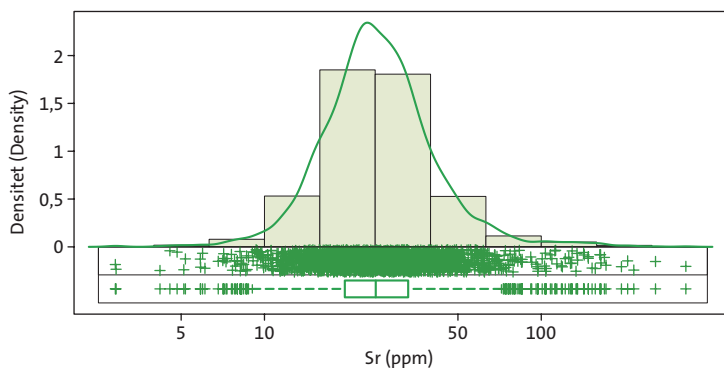
STRONTIUM

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.

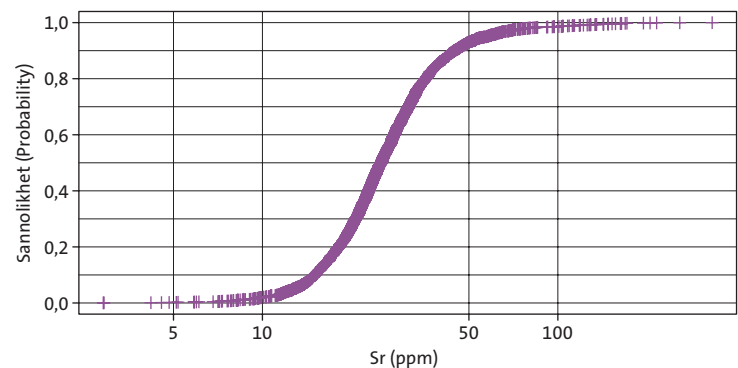
Strontium is very mobile during weathering, especially under acidic conditions. It is usually adsorbed to clay minerals and binds to organic matter. Although strontium is very soluble and mobile, the element has relatively low extractability in Swedish till because most strontium resides in feldspars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



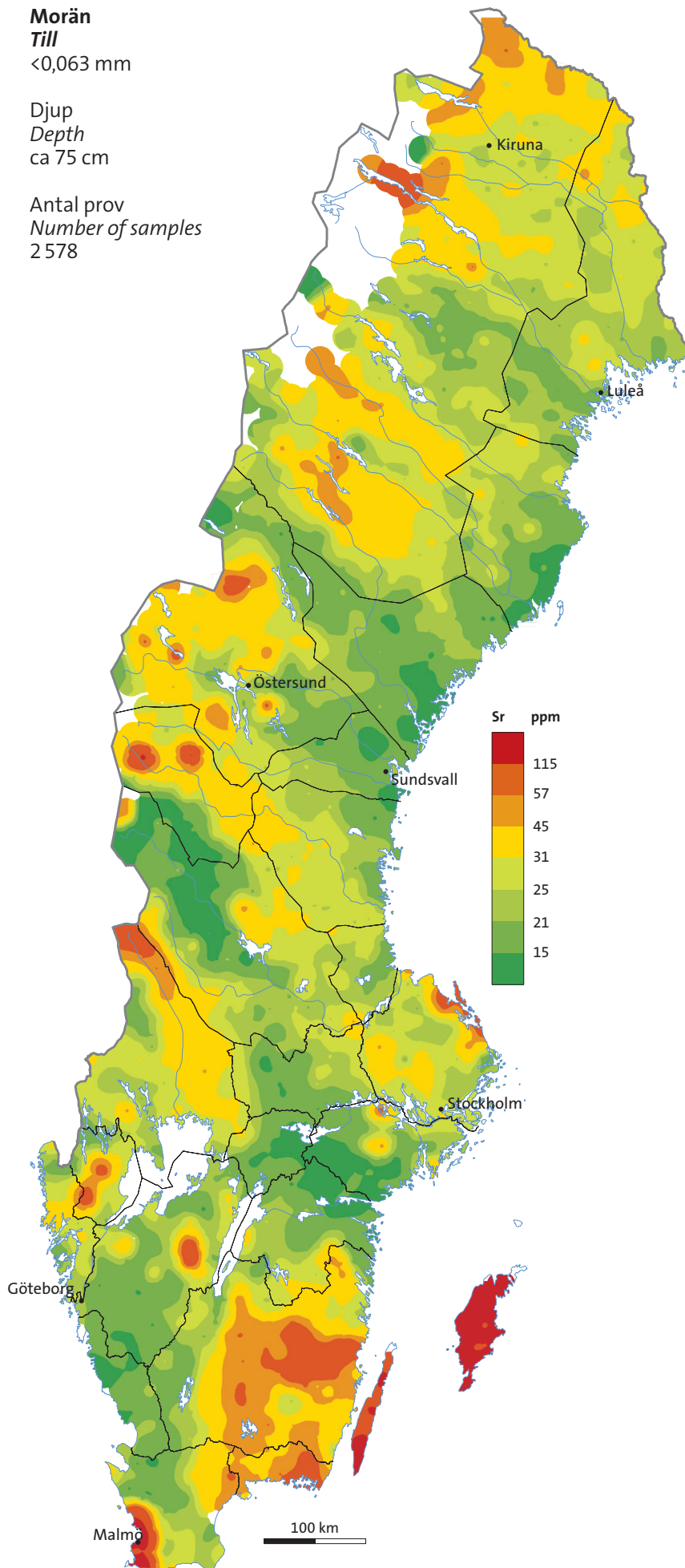
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

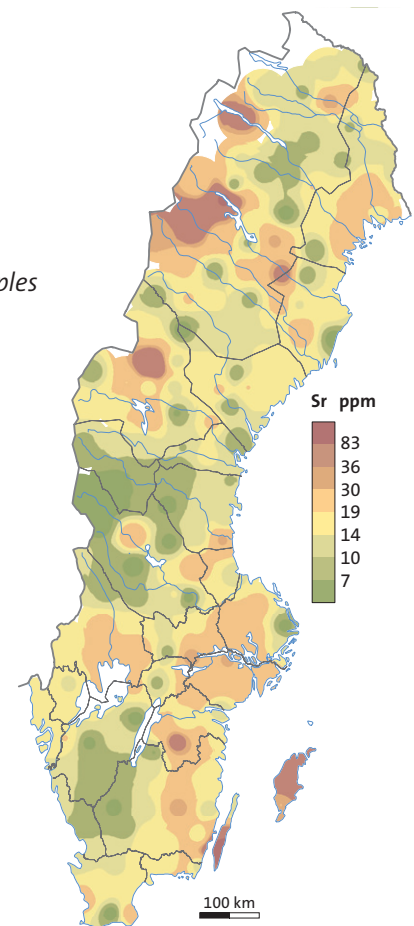
Antal prov
Number of samples
2578



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.

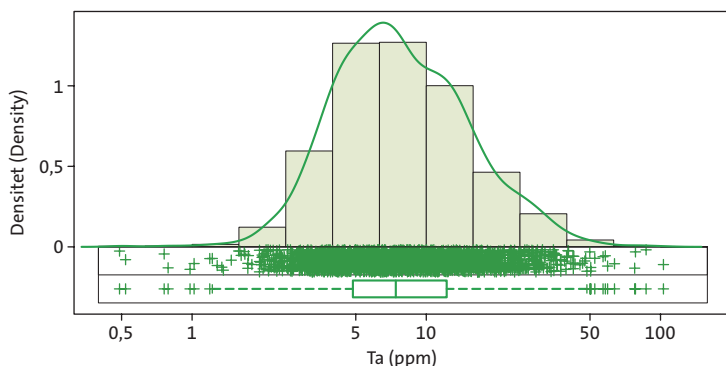
TANTALUM

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.

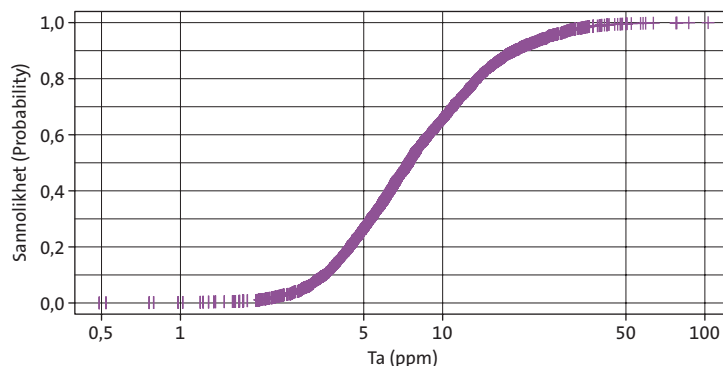
Minerals containing tantalum are resistant to weathering and the element is rather immobile. Secondary enrichments of tantalum occur in heavy mineral deposits (placers) and in fine-grained sedimentary rocks (shale). During weathering, tantalum forms soluble complexes with organic compounds.

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



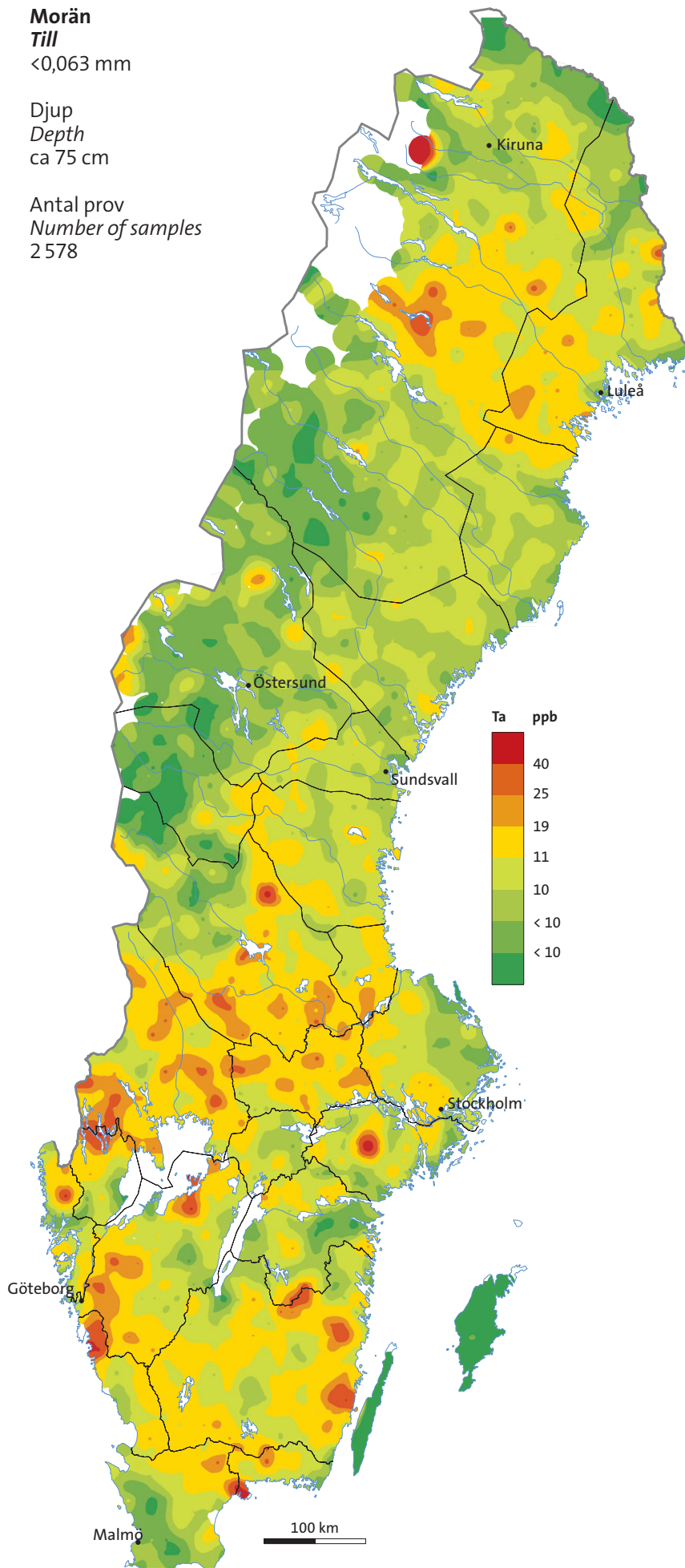
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

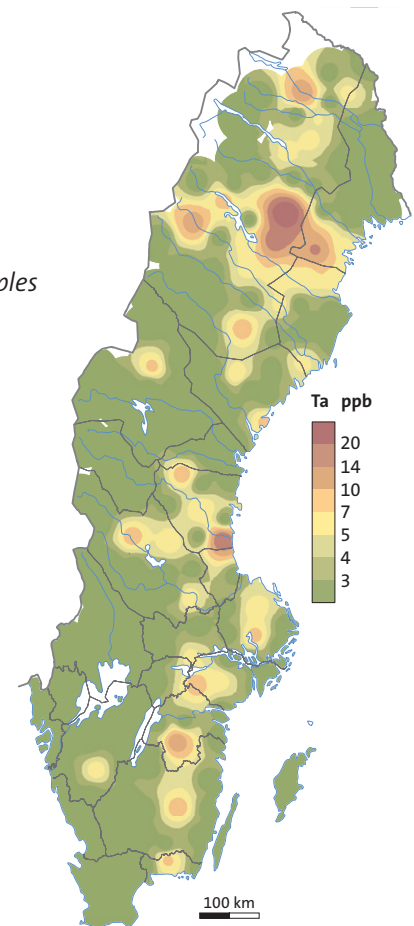
Antal prov
Number of samples
2578



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.

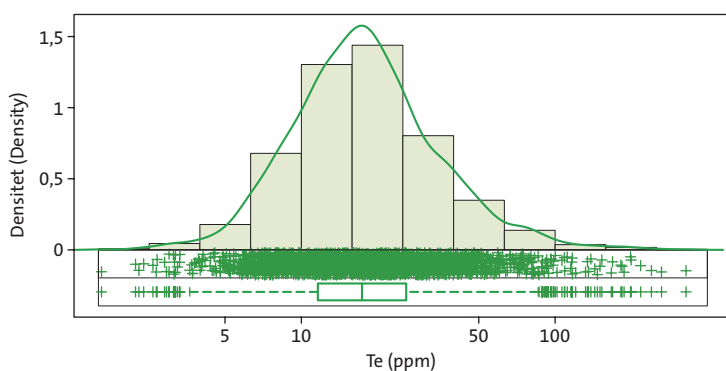
De högsta koncentrationerna av tellur i morän uppträder i Kaledoniderna, där de korrelerar med svartskiffer i den undre skollberggrunden, med ultramafiska bergarter som uppträder i högre skollor samt med ädelmetall- och sulfidmineraliseringar. I Lappland förekommer mindre telluranomalier tillsammans 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

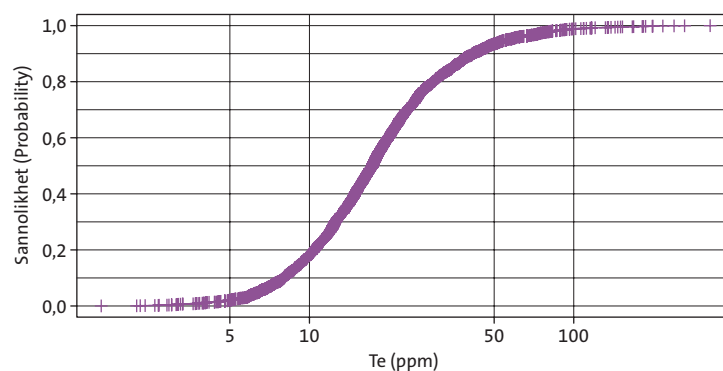
Tellurium is a semimetal with chemical properties similar to those of selenium and sulphur. Tellurium occurs in its native form and as tellurides, tellurites and arsenosulphides. Tellurium also forms minerals with bismuth and copper, and with precious metals such as gold, silver and platinum. Many common 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



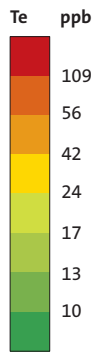
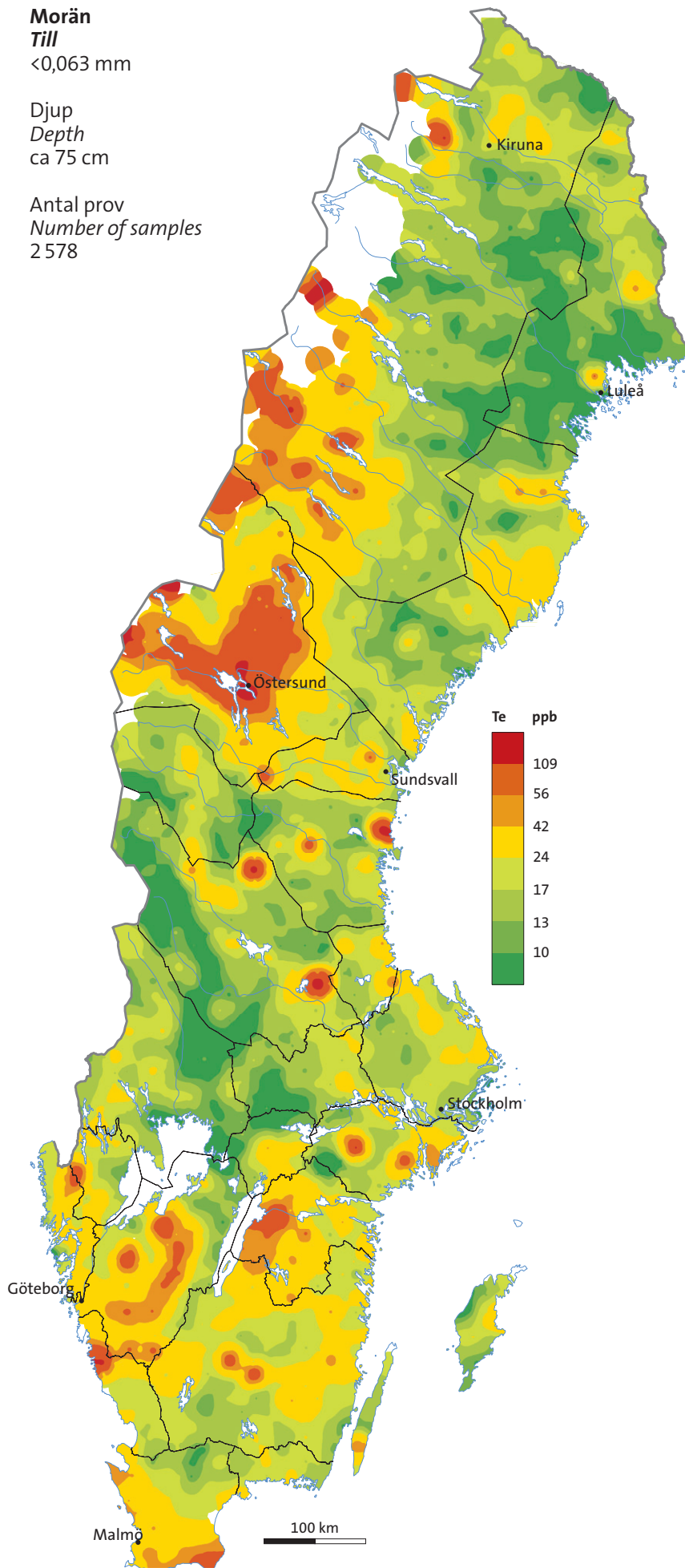
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

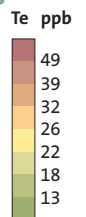
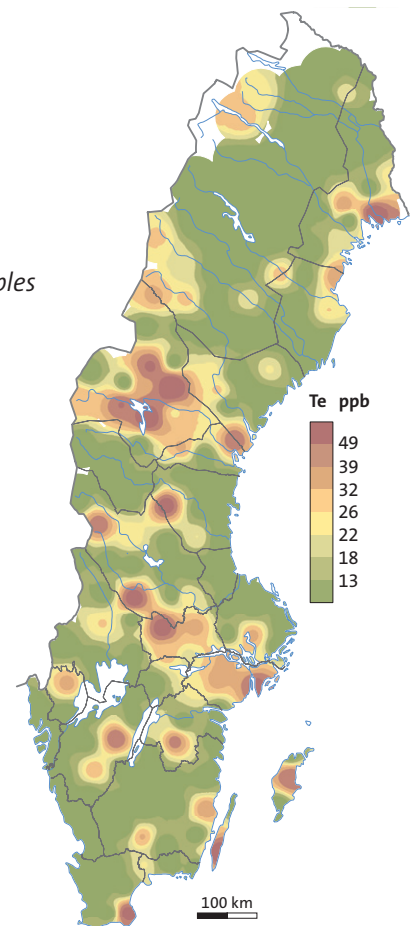
Antal prov
Number of samples
2578



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 orogenesisen). 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.

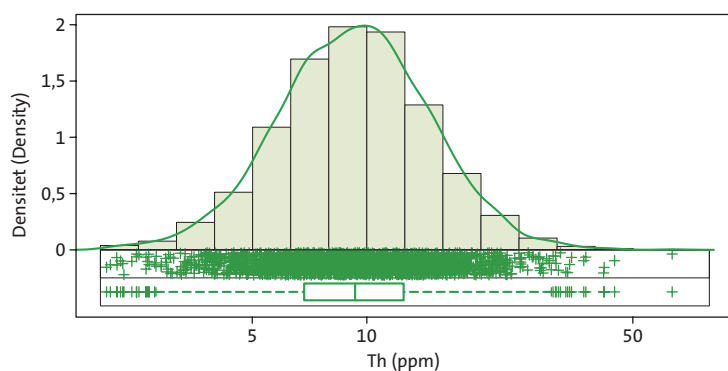
THORIUM

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.

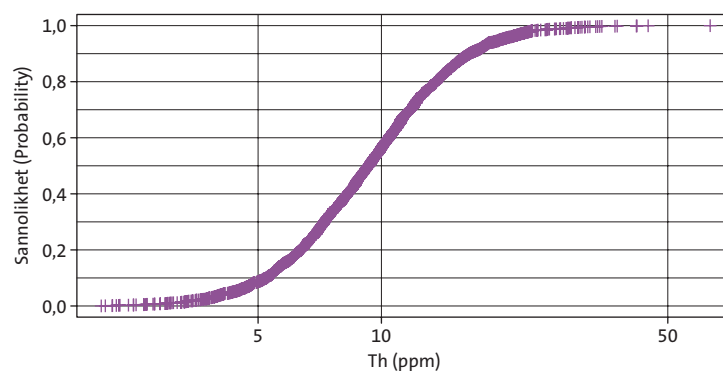
Thorium is oxidised during weathering and mobile in reducing environments. The element readily adsorbs to clay minerals and, to a minor extent, to organic matter.

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



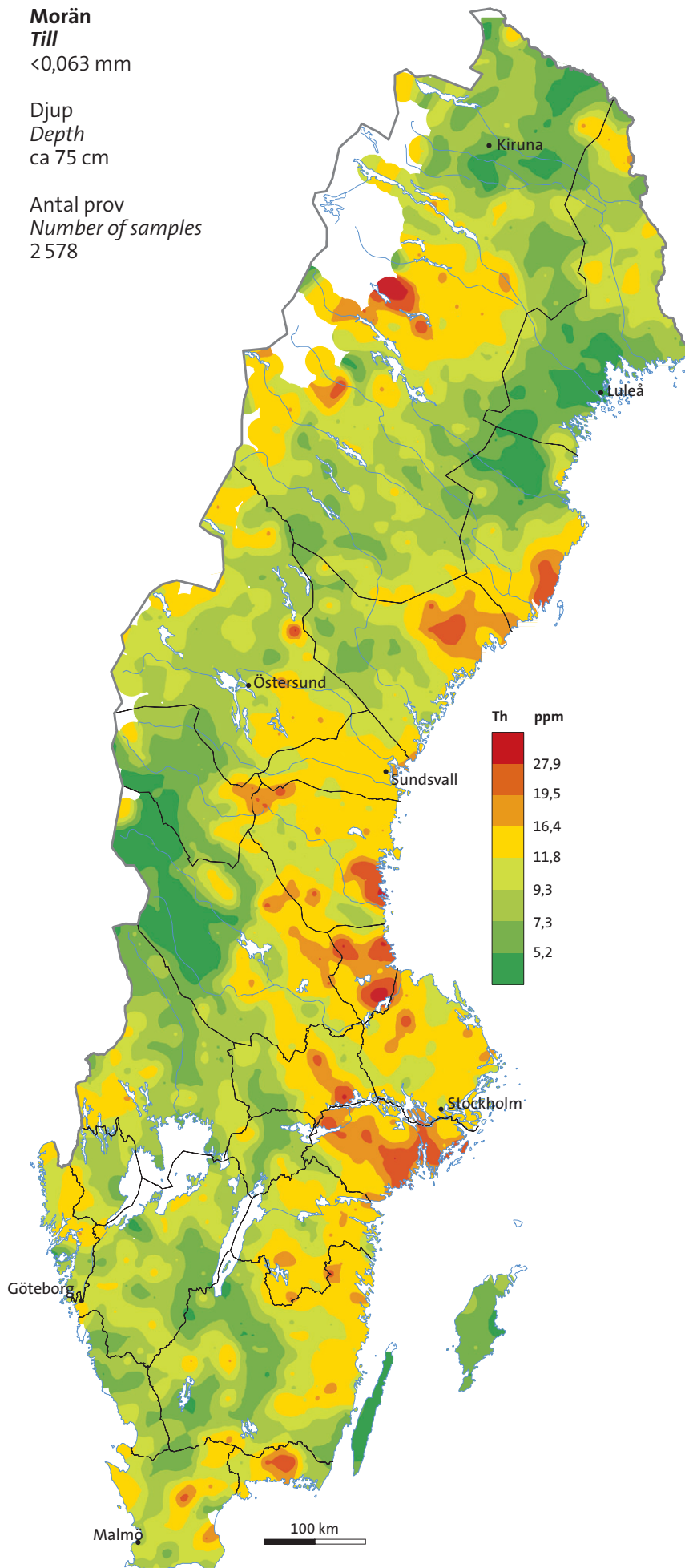
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

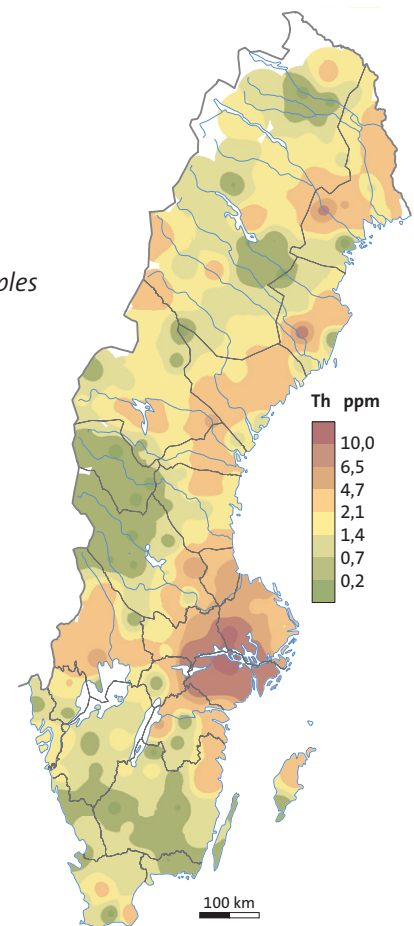
Antal prov
Number of samples
2 578



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 anriktat 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).

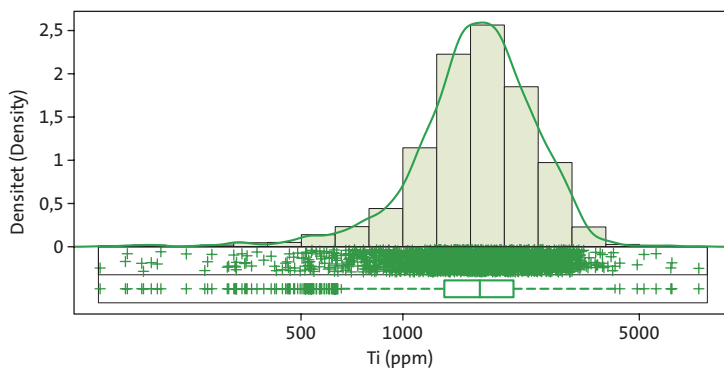
TITANIUM

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.

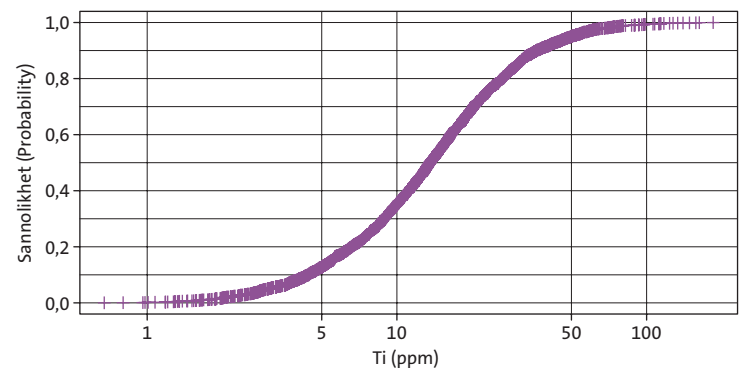
During weathering, titanium is largely immobile and remains in resistant minerals. Leachable titanium mainly originates from the weathering of iron-magnesium silicates from mafic rocks. The element has a strong tendency to adsorb to clay minerals, and precipitates with iron-manganese (hydro)oxides.

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



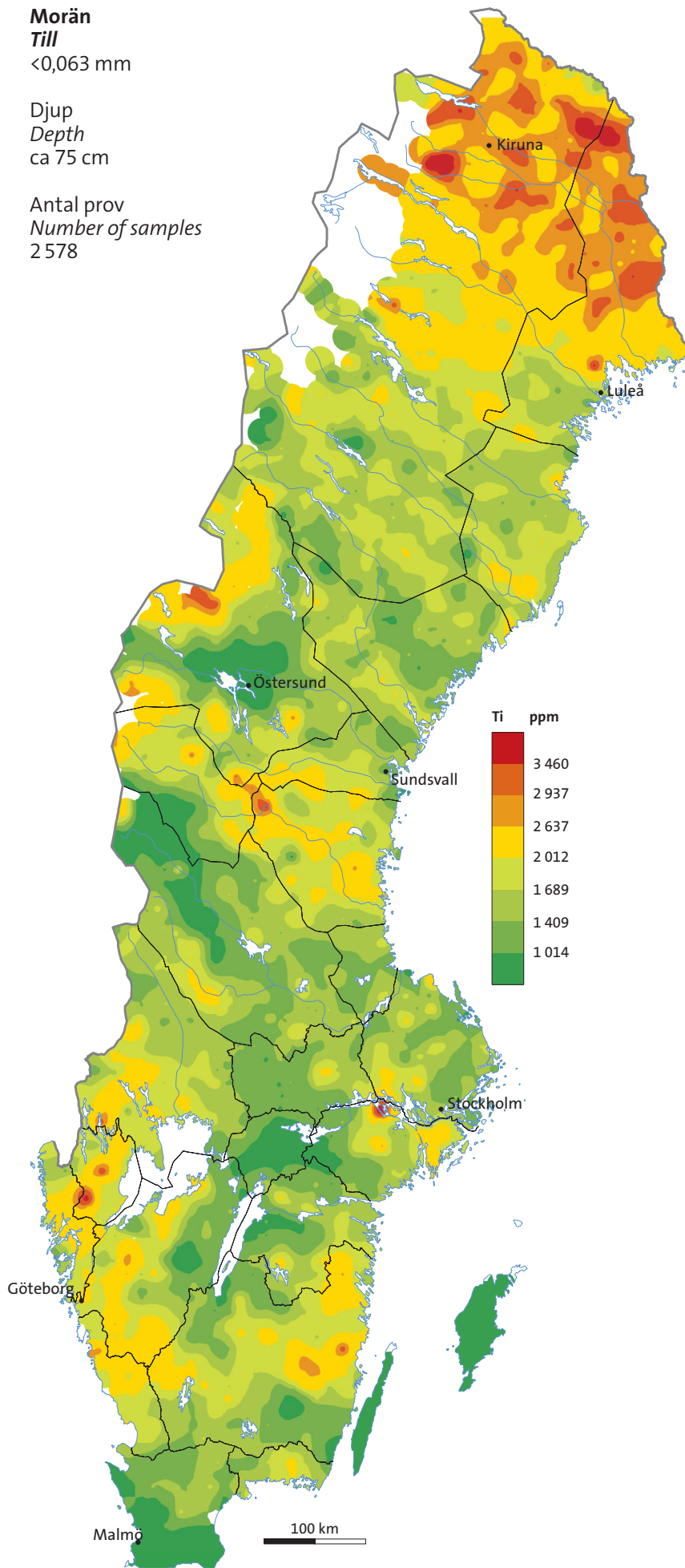
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

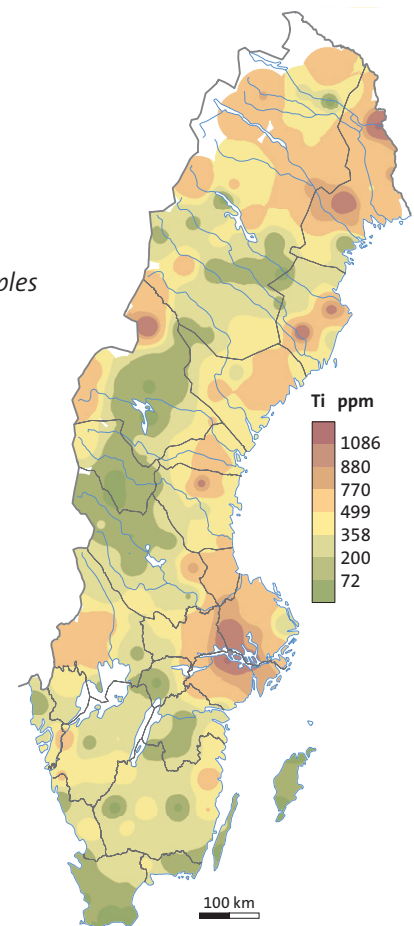
Antal prov
Number of samples
2578



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.

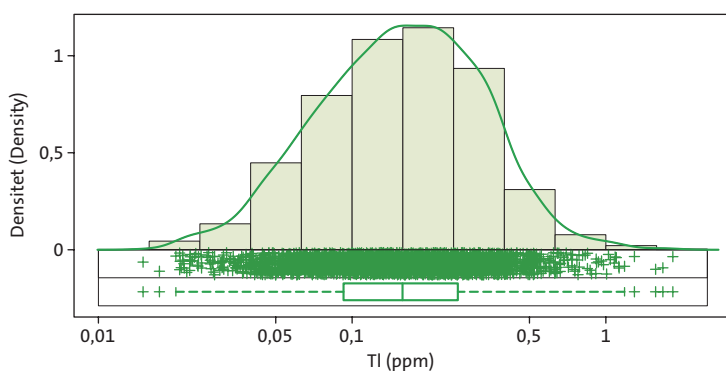
THALLIUM

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.

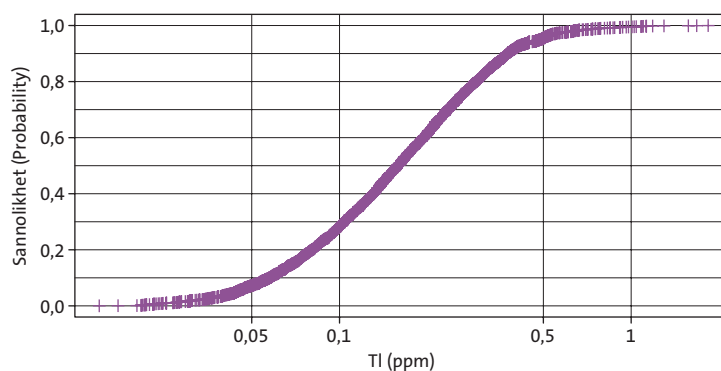
Thallium is soluble and readily released during weathering. The low mobility of thallium is a result of its affinity to bind to clay minerals and organic matter, and its co-precipitation with iron-manganese oxides and hydroxides. Some plants can accumulate thallium, replacing the major nutrient potassium.

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



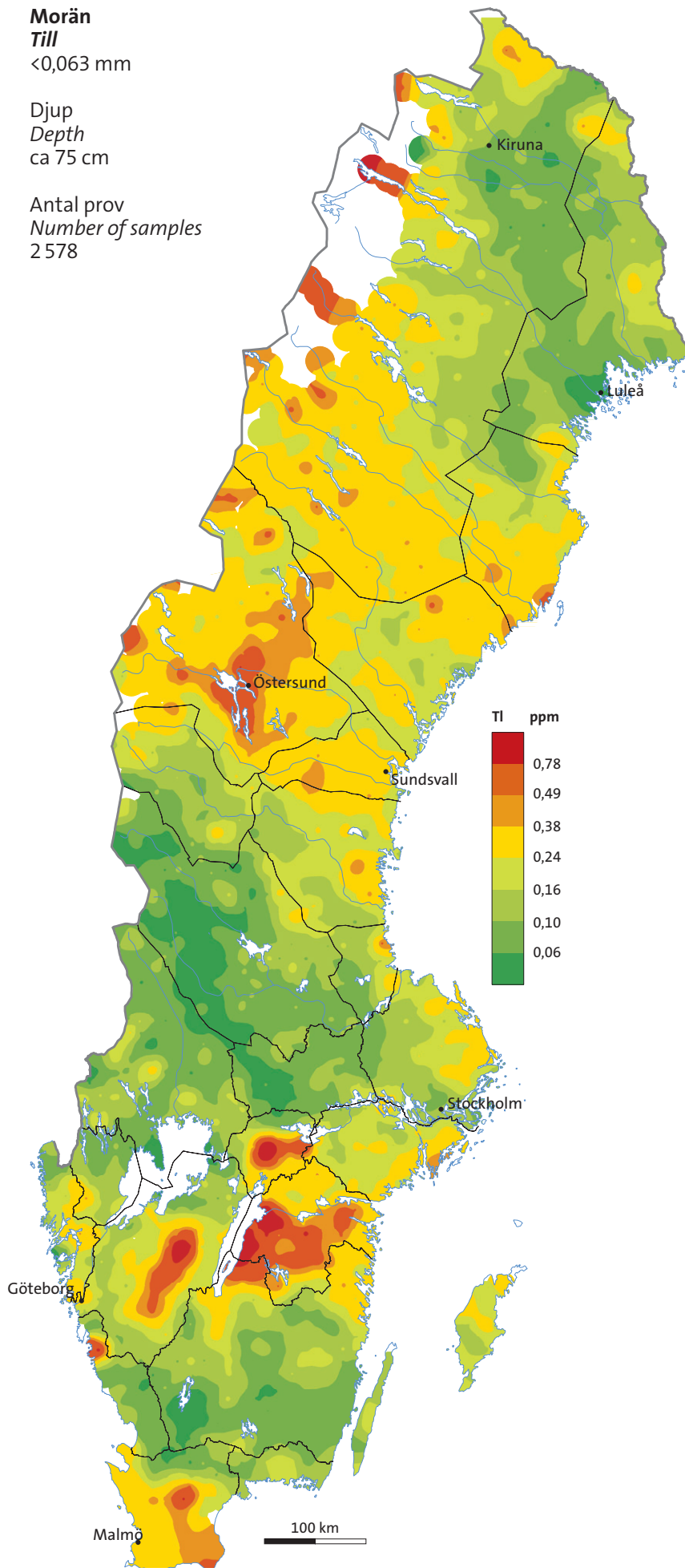
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

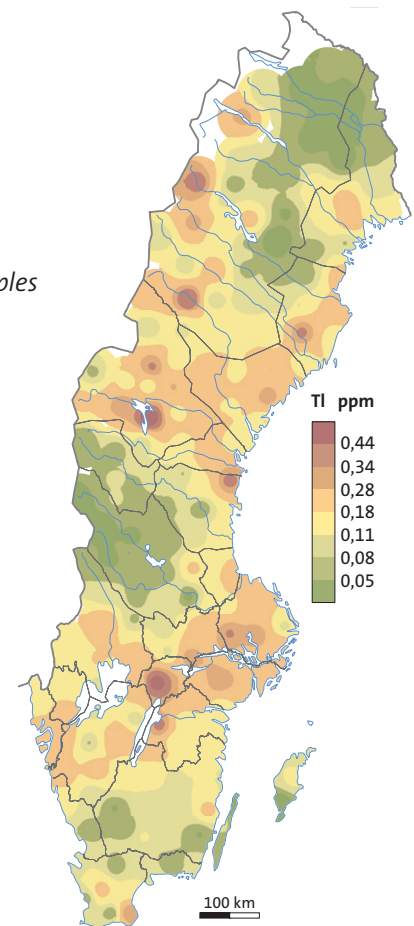
Antal prov
Number of samples
2578



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 kvartsit 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, kvartsit och kvartsgångar. Längre söderut, i Blekinge, utgör mesoproterozoiska graniter källan till uran i morän.

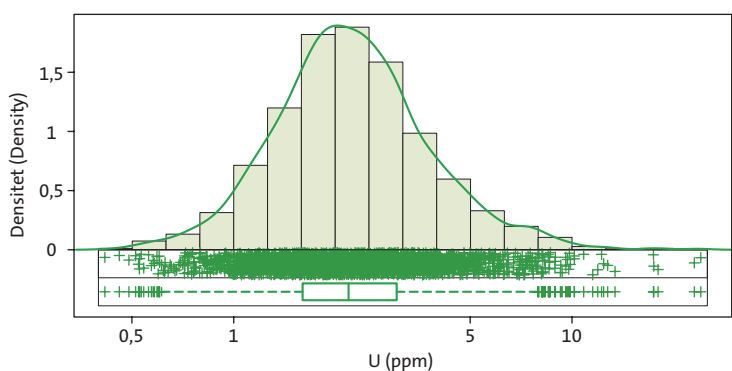
URANIUM

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.

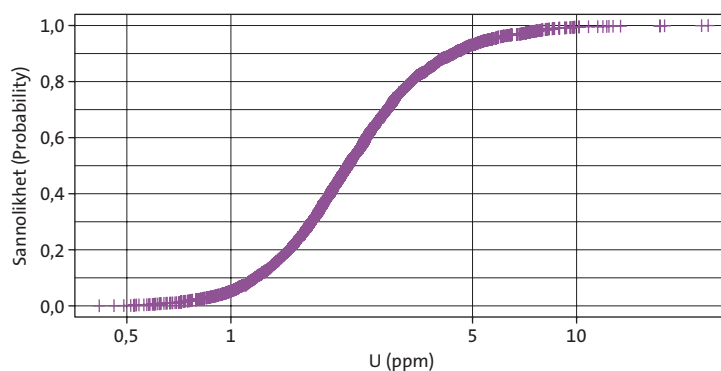
Most uranium-bearing minerals are resistant to weathering. Uranium that is released readily adsorbs to clay minerals, organic matter and iron oxides, and binds to phosphates. Uranium is soluble under oxidising, acidic to alkaline conditions, but rather immobile in reducing environments.

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, Svecofennian 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 Svecofennian 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



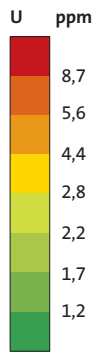
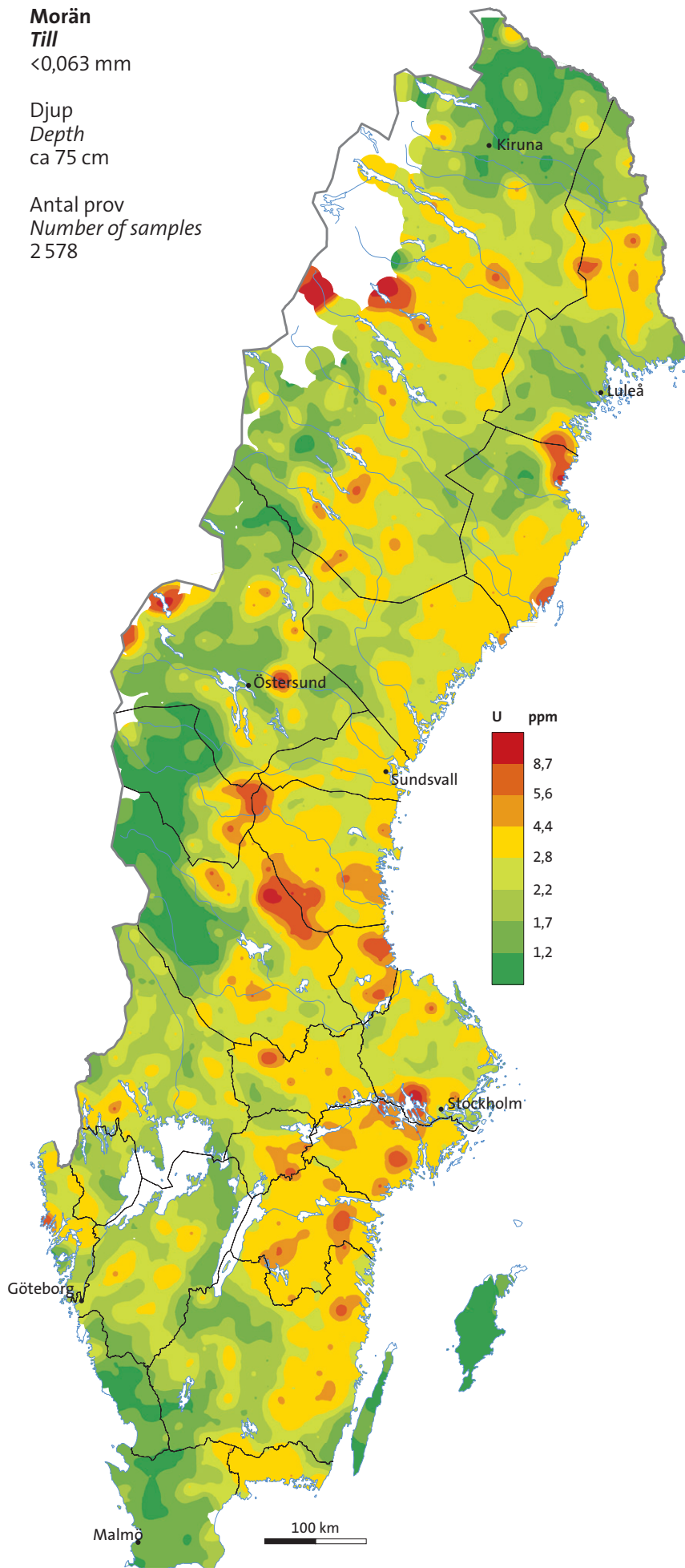
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

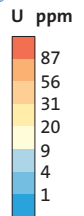
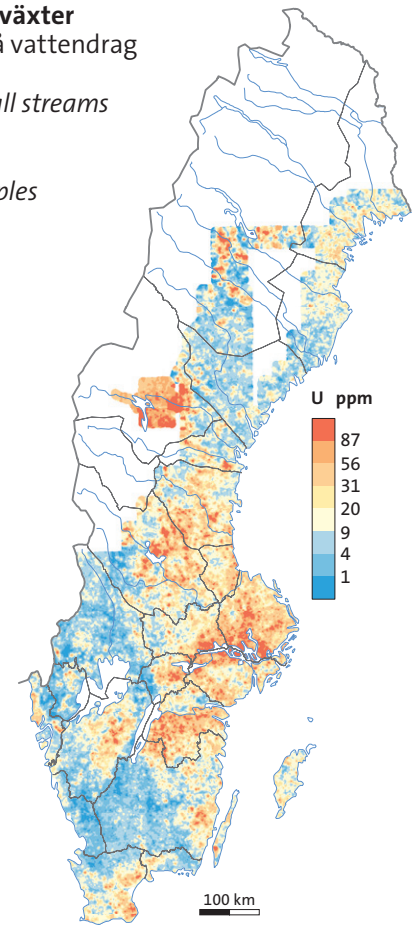
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

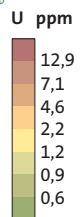
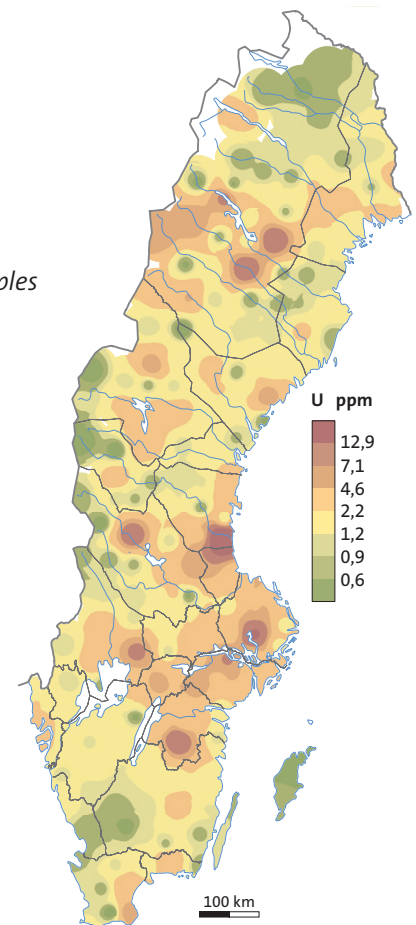
Antal prov
Number of samples
38 066



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.

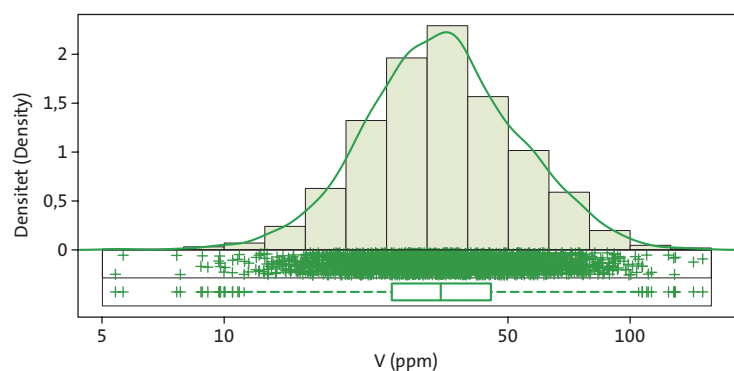
VANADIUM

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.

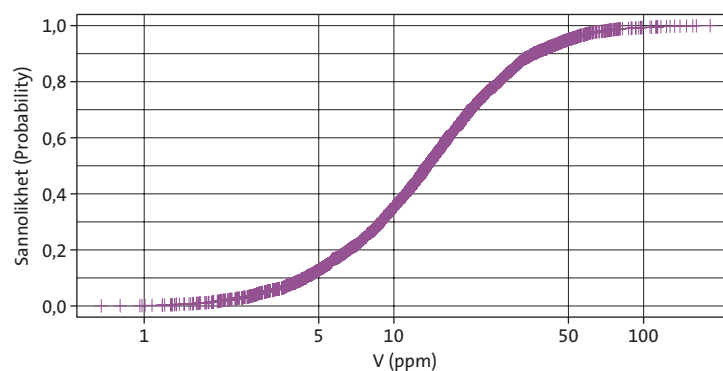
Vanadium is highly mobile under oxidising conditions and less mobile at low pH, reducing conditions and during metamorphism. Vanadium adsorbs to iron and manganese oxides and hydroxides, clay minerals and organic matter.

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



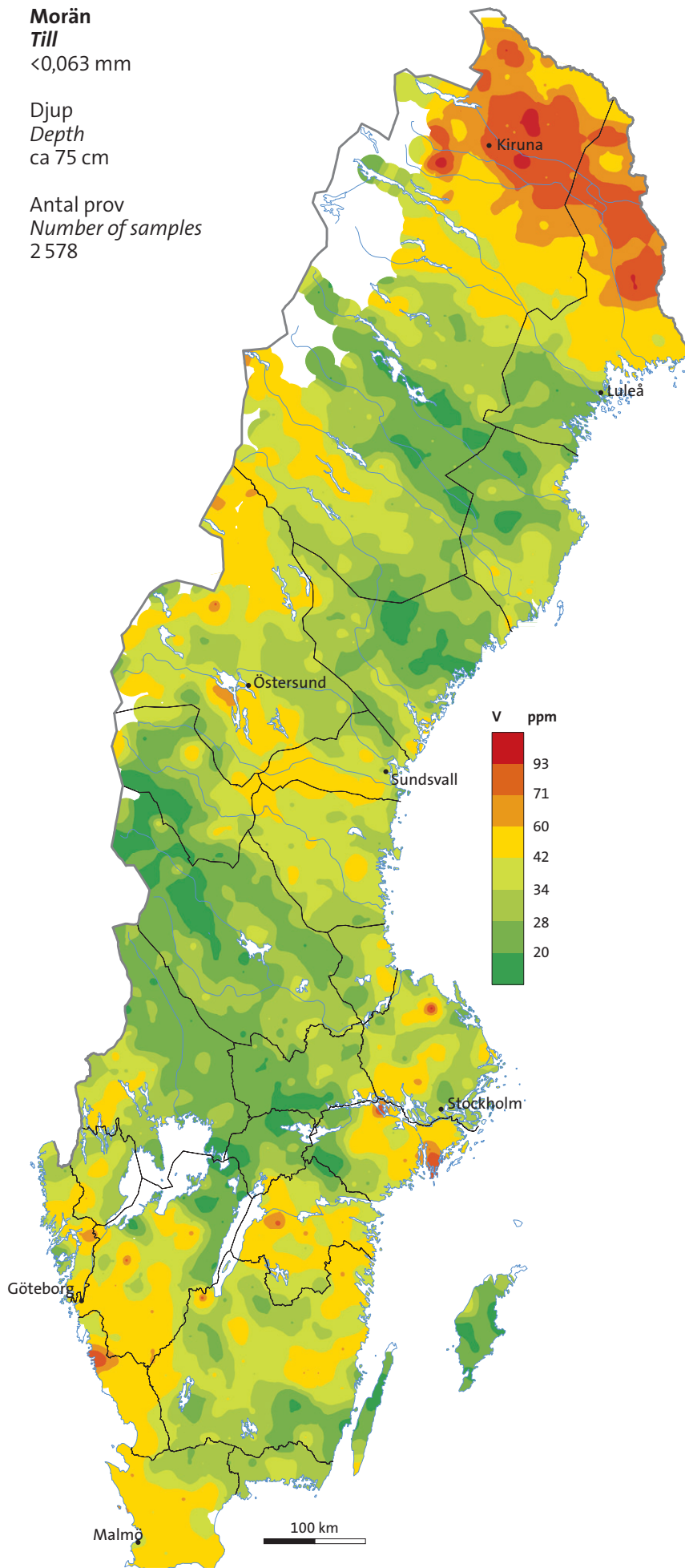
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
 <0,063 mm

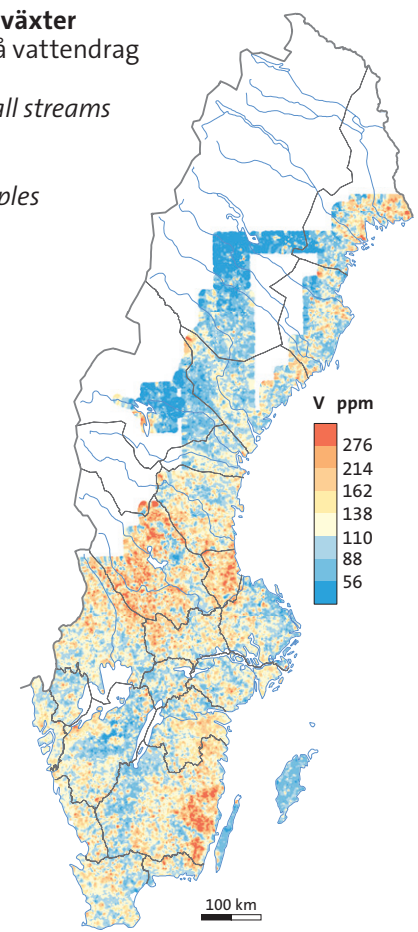
Djup
 Depth
 ca 75 cm

Antal prov
 Number of samples
 2578



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

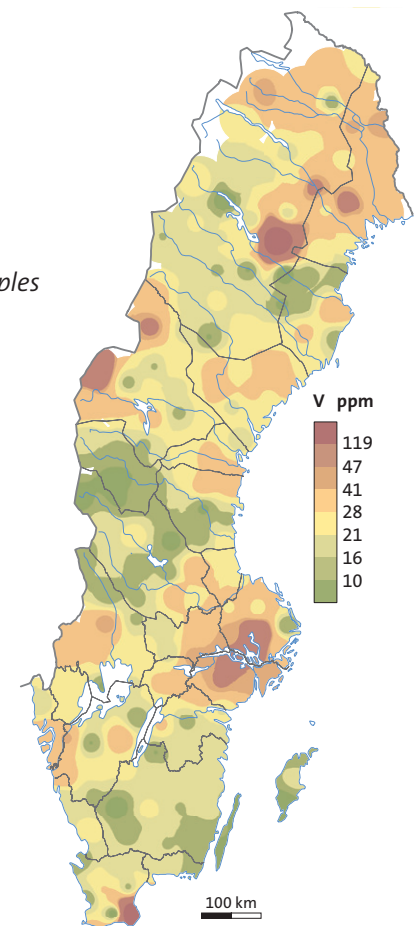
Antal prov
 Number of samples
 38 066



Betesmark
Grazing land
 <2 mm

Djup
 Depth
 0–10 cm

Antal prov
 Number of samples
 179



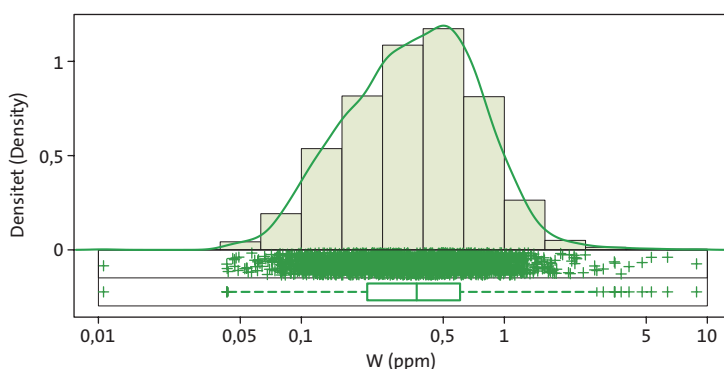
WOLFRAM

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



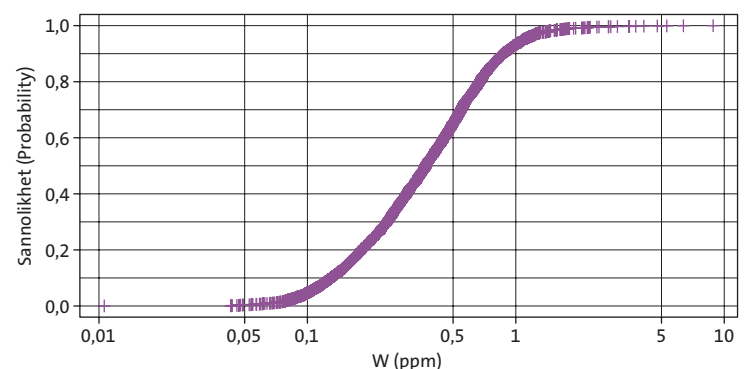
TUNGSTEN

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.

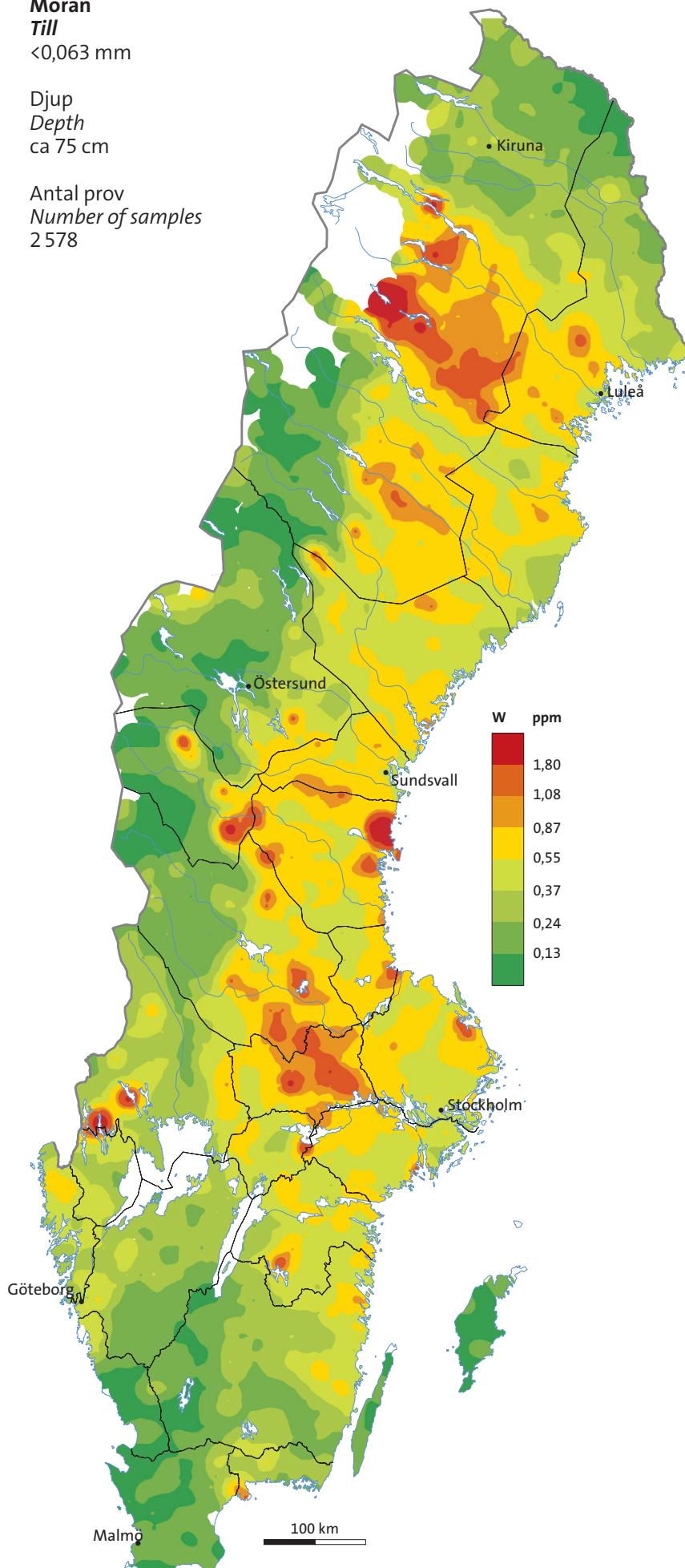
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

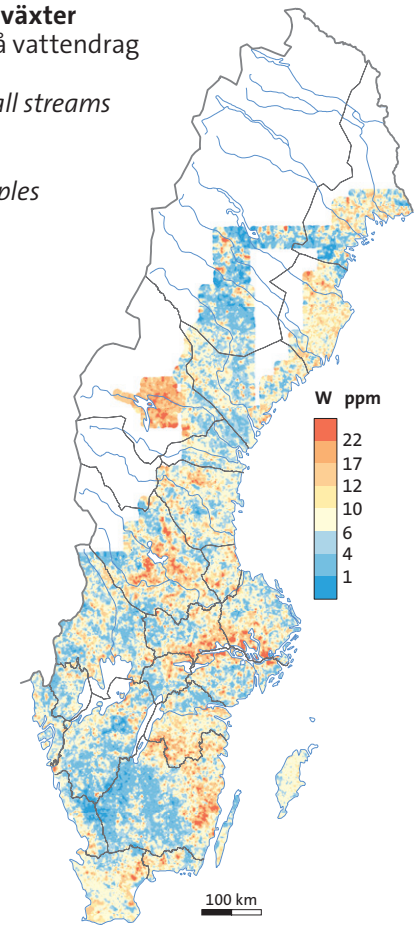
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

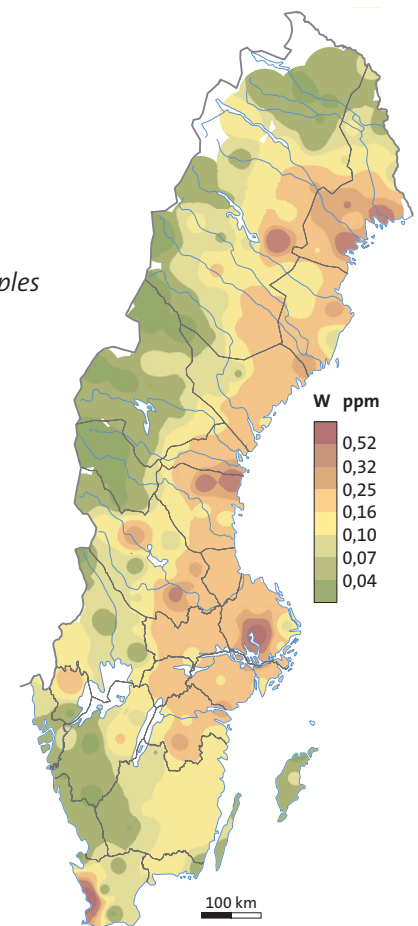
Antal prov
Number of samples
38 066



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.

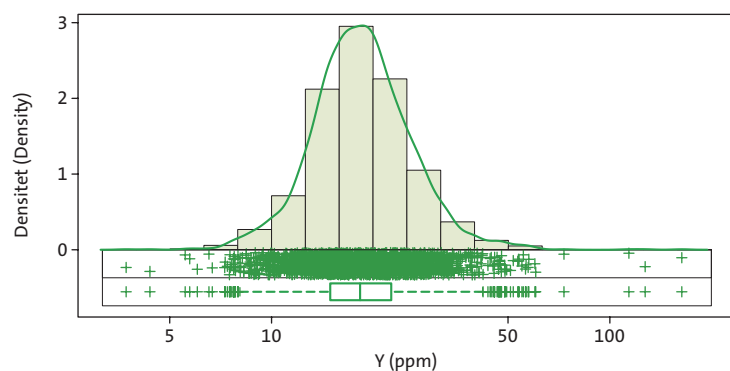
De högsta koncentrationerna av yttrium i morän uppträder i centrala Lappland och har sin källa i underliggande granitoider, alkalina bergarter, pegmatiter och sura metavulkaniter. Yttriumanomalier uppträder i samband med mineraliseringar av REE, Mo, Be, Cu, Ag, Au, Ti, U och skarn (Fe, Pb, Zn, Cu). I 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

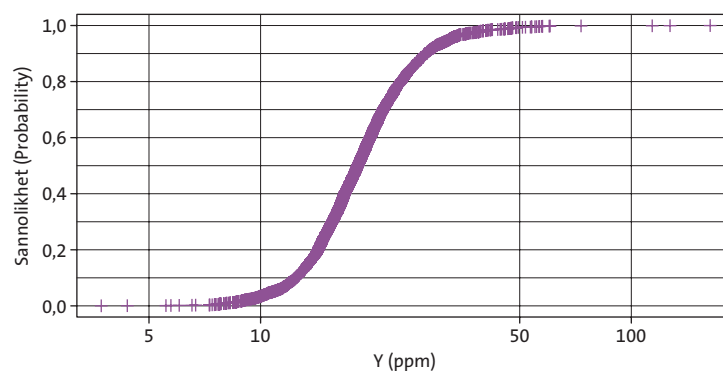
Yttrium is a transition metal which traditionally is classified as one of the rare earth elements due to its similar geochemical behaviour. Xenotime, monazite and gadolinite are common yttrium-bearing minerals. As a trace element, yttrium also occurs in common accessory minerals (zircon, apatite, garnet) 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 Svecofennian 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



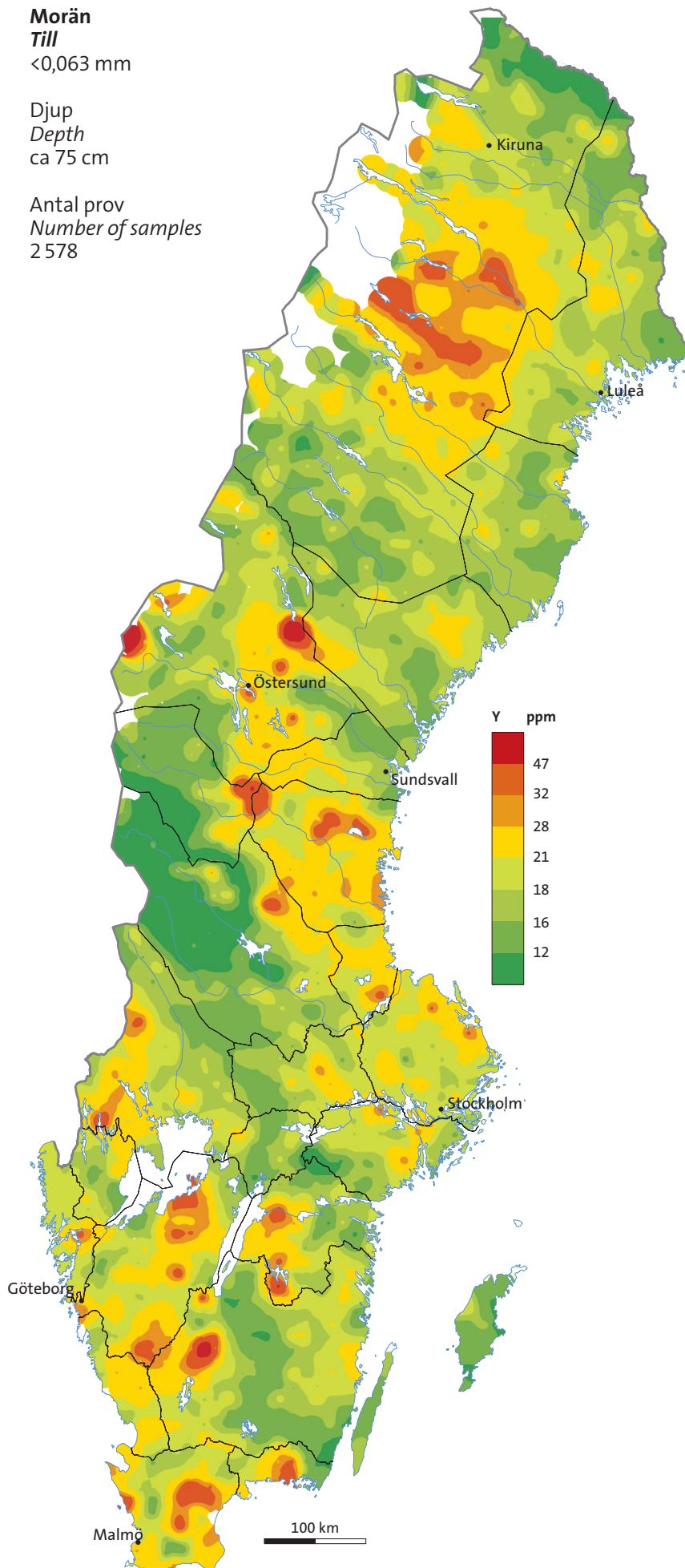
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

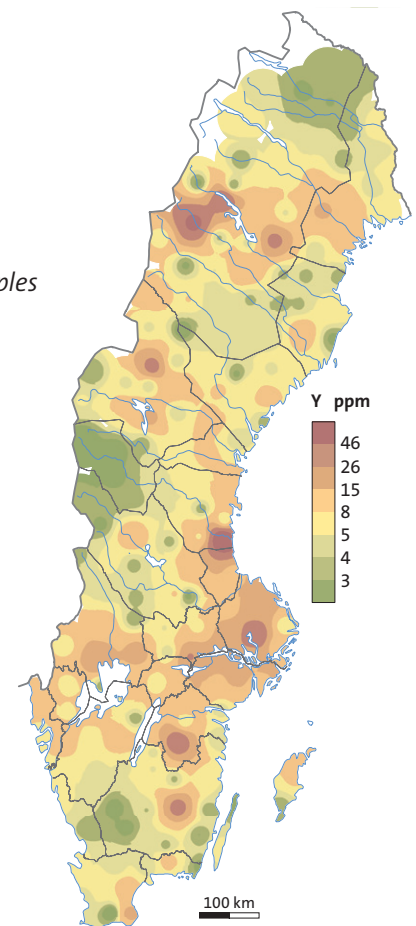
Antal prov
Number of samples
2578



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 blyglans 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.

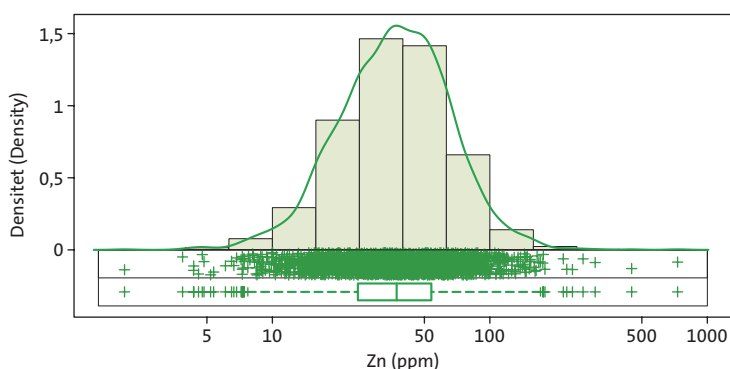
ZINC

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.

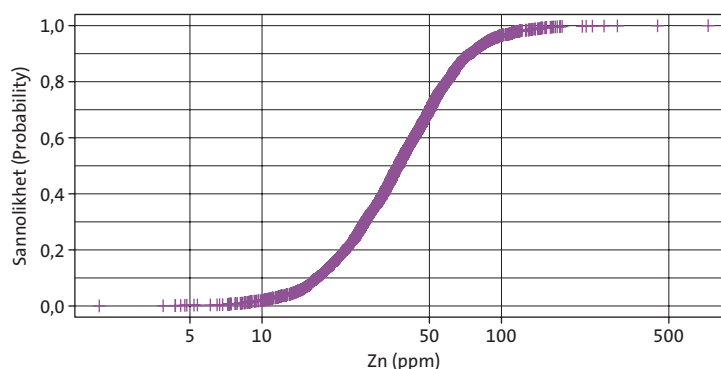
Zinc released during weathering co-precipitates with iron-manganese-aluminium oxyhydroxides, and is adsorbed to clay minerals and organic matter. Zinc is mobile under oxidising and acidic conditions, but the mobility decreases in reducing (formation of sphalerite) and alkaline (formation of carbonates)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



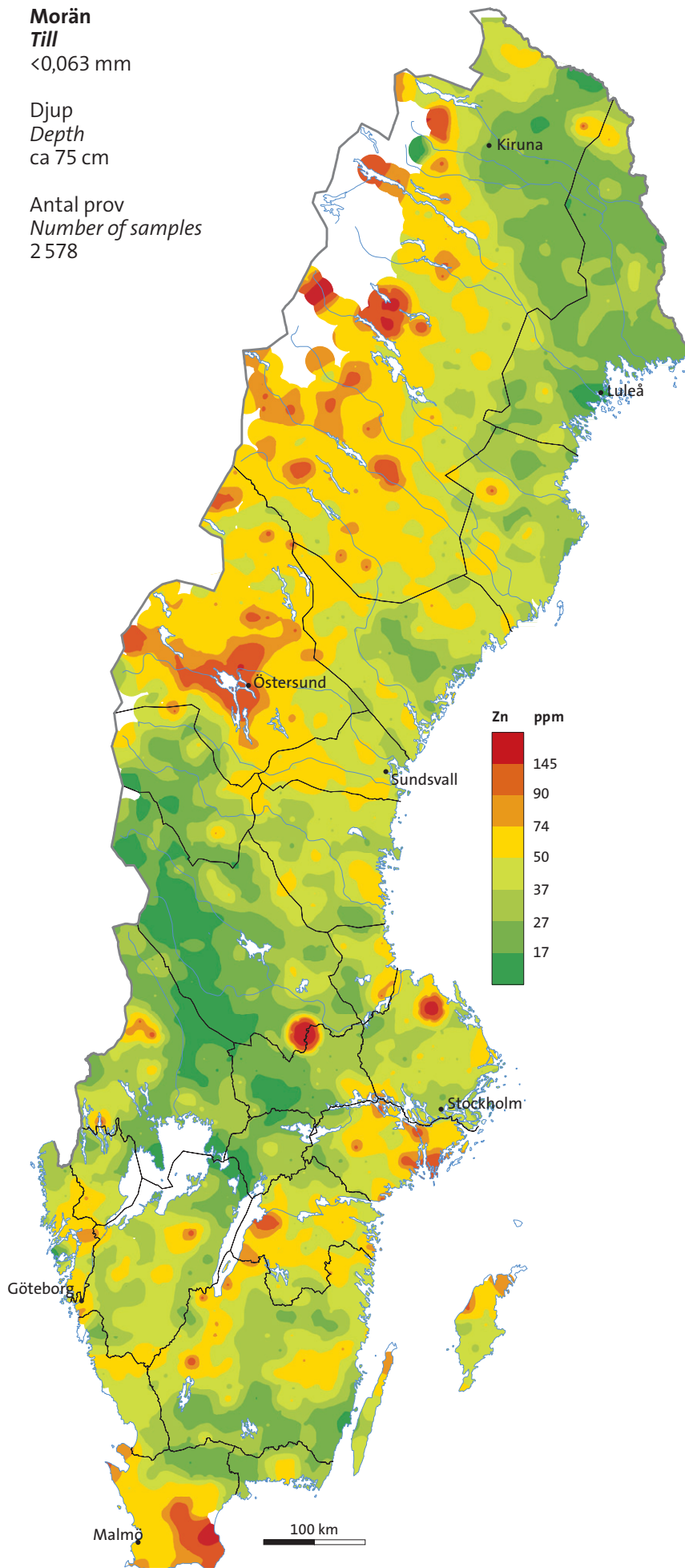
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

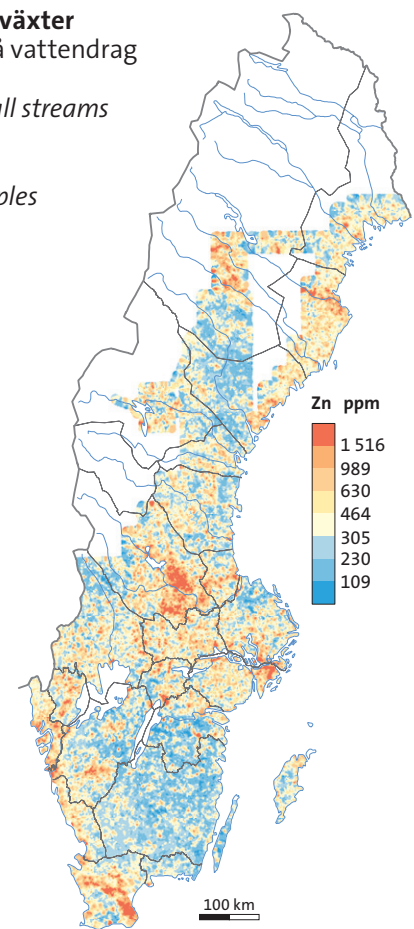
Djup
Depth
ca 75 cm

Antal prov
Number of samples
2 578



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

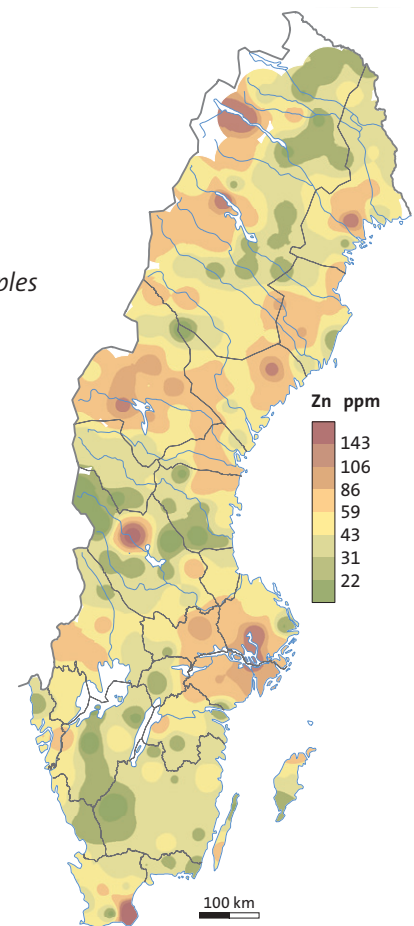
Antal prov
Number of samples
38 066



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.

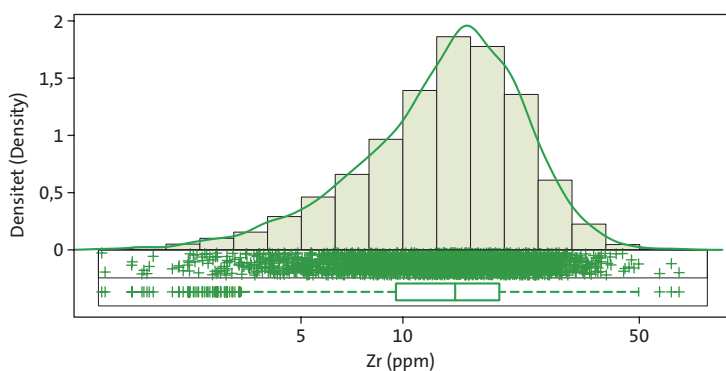
ZIRKONIUM

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).

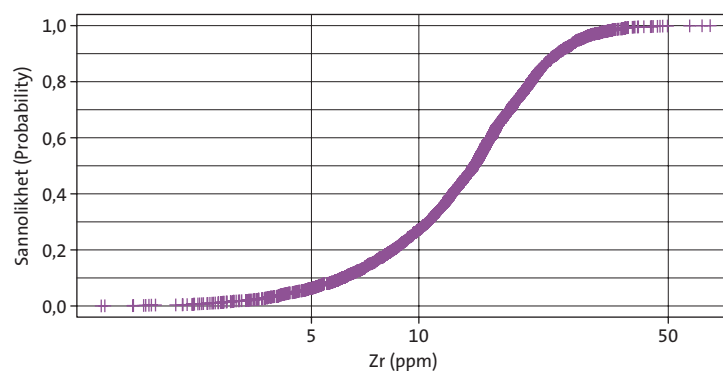
Zirconium has low solubility and mobility. Zirconium released from the weathering of e.g. biotite, pyroxene and amphibole can adsorb to clay minerals and, to a lesser extent, to organic matter.

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 Svecofennian 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



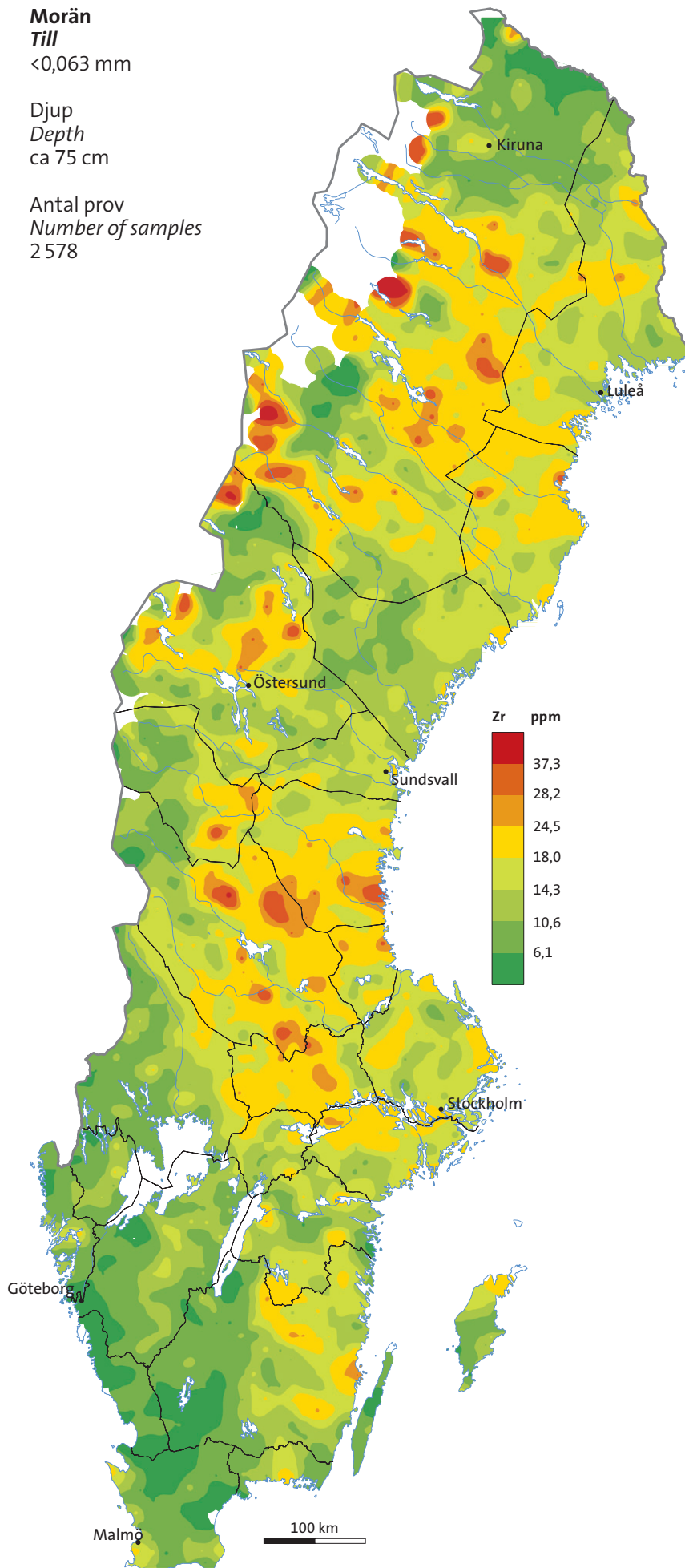
Kumulativ sannolikhetsfördelning
Cumulative probability plot



Morän
Till
<0,063 mm

Djup
Depth
ca 75 cm

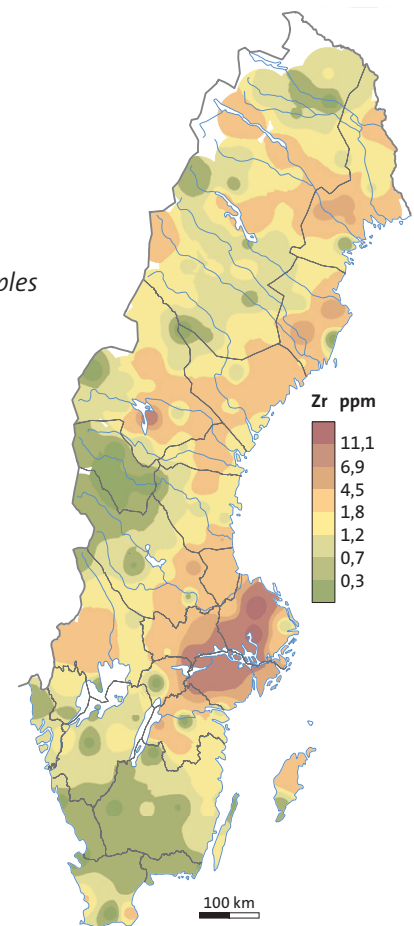
Antal prov
Number of samples
2578



Betesmark
Grazing land
<2 mm

Djup
Depth
0–10 cm

Antal prov
Number of samples
179



Ordlista

Glossary

Accessoriskt mineral	Ett mineral i en bergart i så låg koncentration att det är betydelselöst för bergartsklassificering.	Accessory mineral	A mineral present in such small amounts in a rock that it is insignificant for rock classification.
Adsorption	Vidhäftning till en partikelyta.	Adsorption	Adhesion to the surface of a particle.
Alkalin bergart	Magmatisk bergart med högt innehåll av natrium och kalium.	Alkaline rock	A magmatic rock with a high content of sodium and potassium.
Allokton (skollan)	Överskjuten och transporterad berggrund.	Allochthon (nappe)	A rock unit that has been moved from its original site of formation.
Andesitoid*	En samlingsterm för vulkaniska bergarter, vanligen porfyrisk, med intermediärt kiselinnehåll (57–63 viktsprocent SiO ₂), och sammansatta av plagioklas, pyroxen, hornblände och biotit.	Andesitoid*	A collective term for volcanic rocks, usually porphyritic, with intermediate silica content (57–63 weight per cent SiO ₂) and composed of plagioclase, pyroxene, hornblende and biotite.
Anoxisk	Syrefattig.	Anoxic	Depleted in oxygen.
Antropogen	Påverkad av mänsklig aktivitet.	Anthropogenic	Influenced by human activity.
Autokton	Bergart som är kvar på platsen där den bildades.	Autochthon	A rock unit that is located at its original site of formation.
Basaltoid*	En samlingsterm för mörka vulkaniska bergarter med lågt kiselinnehåll (mindre än 52 viktsprocent SiO ₂), och i huvudsak sammansatta av plagioklas, pyroxen och olivin.	Basaltoid*	A collective term for dark-coloured volcanic rocks with low silica content (less than 52 weight per cent SiO ₂) and composed mainly of plagioclase, pyroxene and olivine.
Basisk (pH)	Förhållande där pH är högre än 7.	Basic (pH)	Conditions with pH values higher than 7.
Basisk vulkanit	Vulkanisk bergart med lågt kiselinnehåll (mindre än 52 viktsprocent SiO ₂).	Basic rock	A volcanic rock with low silica content (less than 52 weight per cent SiO ₂).
Dacitoid*	En samlingsterm för vulkaniska bergarter med högt kiselinnehåll (63–77 viktsprocent SiO ₂), och i huvudsak sammansatta av kvarts och natriumrik plagioklas, och i mindre grad biotit, hornblände och pyroxen.	Dacitoid*	A collective term for volcanic rocks with high SiO ₂ content (63–77 weight per cent SiO ₂) and composed mainly of quartz and sodic plagioclase, and minor biotite, hornblende and pyroxene.
Dioritoid*	En samlingsterm för mörka, plutoniska bergarter, sammansatta av plagioklas, hornblände, biotit och pyroxen.	Dioritoid*	A collective term for dark-coloured plutonic rocks composed of plagioclase, hornblende, biotite and pyroxene.
Epitermal mineralisering	Mineralisering bildad under närvaro av varma (ca 50–250 °C) lösningar vid grunda djup (mindre än ca 1 km).	Epithermal mineralisation	Mineralisation formed in the presence of warm fluids (ca 50–250 °C) at shallow depths (less than ca 1 km).
Felsisk	Benämning för ljusa mineral (t.ex. kvarts, fältspat) eller magmatiska bergarter dominerade av ljusa mineral (t.ex. ryolit, granit).	Felsic	A term for a light-coloured mineral (e.g. quartz, feldspar) or a magmatic rock (e.g. rhyolite, granite) dominated by light-coloured minerals.

Gabbroid*	En samlingsterm för mörka, plutoniska bergarter, vanligen grovkorniga, sammansatta av kalkrik plagioklas, pyroxen, järnoxid och i mindre grad olivin.	Gabbroid*	A collective term for dark-coloured plutonic rocks, usually coarse-grained, composed mainly of calcic plagioclase, pyroxene and iron oxides, and minor olivine.
Granitoid*	En samlingsterm för plutoniska bergarter, i huvudsak sammansatta av kvarts, alkalifältspat, natriumrik plagioklas och i mindre grad glimmer och hornblände.	Granitoid*	A collective term for plutonic rocks composed mainly of quartz, alkali feldspar and sodic plagioclase, and minor mica and hornblende.
Huvudelement	Grundämne som förekommer i stor mängd. Hit räknas Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Ti och P.	Major element	A chemical element present in large quantities, e.g. Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Ti and P.
Intrusiv	Skapad genom kristallisation av djup magma.	Intrusive	Formed by the crystallisation of magma at depth.
Isostatisk	Gravitationsjämvikt. Jordskorpans höjning efter avlägsnandet av en tyngd (t.ex. inlandsis).	Isostatic	Gravitational equilibrium of the Earth's lithosphere after removal of a load (e.g. an ice sheet).
Kalkofil	Ett elements tendens att reagera med svavel.	Chalcophile	An elements affinity to react with sulphur.
Klastisk bergart	Bergart bestående av fragment av äldre bergarter och mineral.	Clastic rock	A rock composed of fragments and clasts of older rocks and minerals.
Laterit	Jord med stort innehåll av järn och aluminium, och skapat i ett fuktigt och varmt klimat.	Laterite	Soil rich in iron and aluminium, formed in a wet and hot climate.
Litofil	Ett elements tendens att reagera med syre.	Lithophile	An elements affinity to react with oxygen.
Mafisk	Benämning för mörka mineral (t.ex. amfibol, pyroxen) eller magmatiska bergarter (t.ex. basalt, gabbro) dominerade av mörka mineral.	Mafic	A term for a dark-coloured mineral (e.g. amphibole, pyroxene) or a magmatic rock (e.g. basalt, gabbro) dominated by dark-coloured minerals.
Makronäringsämne	Grundämne som behövs i stor mängd som näring för en organism	Macronutrient	A chemical element required in large quantities by living organisms.
Mesotermal mineralisering	Mineralisering bildad under närvaro av varma (250–400 °C) lösningar (vid djup över 1 km).	Mesothermal mineralisation	Mineralisation formed in the presence of warm fluids (250–400 °C) at intermediate depths (larger than 1 km).
Metamorfos	Förändringsprocess som leder till bildning av metamorfa bergarter under olika temperatur- och tryckförhållanden.	Metamorphism	Solid-state processes which lead to the formation of metamorphic rocks under the range of temperature and pressure.
Mikronäringsämne	Grundämne som behövs i liten mängd som näring för en organism.	Micronutrient	A chemical element required in small quantities by living organisms.
Orogenes	Geologisk process som leder till bergskedjebildning.	Orogeny	The geological process of mountain belt formation.
Ryolitoid*	En samlingsterm för vulkaniska bergarter med högt kiselinnehåll (mindre än 77 viktprocent SiO ₂), och i huvudsak sammansatta av kvarts och alkalifältspat, och i mindre grad plagioklas och biotit.	Rhyolitoid*	A collective term for volcanic rocks with high silica content (less than 77 weight percent SiO ₂) and composed mainly of quartz and alkali feldspar, and minor plagioclase and biotite.
Siderofil	Ett elements tendens att reagera med järn.	Siderophile	An elements affinity to react with iron.
Spårelement	Grundämne som förekommer i liten mängd, t.ex. Rb, Sr, U, Zr.	Trace element	A chemical element present in minor quantity, e.g. Rb, Sr, U, Zr.

Subduktion	Geologisk process när en tektonisk platta rör sig under en annan tektonisk platta och sjunker mot jordens mantel.	Subduction	A geological process in which one tectonic plate moves under another tectonic plate and sinks into the Earth's mantle.
Supergen	Under markytan.	Supergene	Below the ground surface.
Sur (pH)	Förhållande där pH är lägre än 7.	Acid (pH)	Conditions with pH values lower than 7.
Sur vulkanit	Vulkanisk bergart med högt kiselinnehåll (mer än 63 viktsprocent SiO ₂).	Acid rock	A volcanic rock with high silica content (more than 63 weight per cent SiO ₂).
Syenitoid*	En samlingsterm för alkalina, kvartsfattiga plutoniska bergarter, i huvudsak sammansatta av alkalifältspat, natriumrik plagioklas och fältspatoid och i mindre grad biotit, amfibol och pyroxen.	Syenitoid*	A collective term for alkaline plutonic rocks, poor in quartz and composed mainly of alkali feldspar, sodic plagioclase, feldspathoids and minor biotite, amphibole and pyroxene.
Tektonik	Geologisk process, vanligen deformation, som påverkar jordskorpans struktur.	Tectonics	Geological processes, mainly deformation, affecting the structure of the Earth's crust.
Trakytoid*	En samlingsterm för vulkaniska bergarter med relativt högt kiselinnehåll (58–69 viktsprocent SiO ₂), och i huvudsak sammansatt av alkalifältspat, plagioklas, hornblände och glimmer.	Trachytoid*	A collective term for volcanic rocks with relatively high silica content (58–69 weight per cent SiO ₂) and composed mainly of alkali feldspar, plagioclase, hornblende and mica.
Vaskavlagring	Naturlig anrikning av ekonomiskt viktiga mineral genom sedimentationsprocesser.	Placer deposit	Natural accumulation of economical minerals during sedimentary processes.

* Förklaringen baseras på Le Maitre m.fl. 2002.
Explanation based on Le Maitre et al. 2002.

Tack

Arbetet med en geokemisk atlas över Sverige har varit ett gemensamt engagemang från SGU, våra kollegor, projektledare, extrageologer och även studenter. Vi är tacksamma för hjälpen, för utbytet av erfarenheter och tekniska kunskaper.

Först skulle vi vilja tacka Erland Sellersjö, Harry Eriksson och de många fältgeologer (över 50 personer) som samlat in de prov som använts i denna atlas. Många tack till Birgitta Löwenhielm och Alicja Kawalec-Majka för provberedning och pH-mätning och till Sten-Åke Ohlsson för kompletterande analyser. För tolkningsarbetet tackas även flera av de kollegor från SGU som bidragit med sin expertis: Michael Stephens och Stefan Bergman med det geologiska avsnittet, Erik Jonsson och Per Nysten med de mineralogiska och malmgeologiska tolkningarna, och Colby Smith och Gustav Peterson för granskning av de kvartärgeologiska avsnitten. Andra kollegor vid SGU som välvilligt granskat och förbättrat texten är Edward Lynch och Kerstin Finn. Ett tack riktas även till praktikanten Jingjing Jiao som sammanställt statistik för länen i Sverige.

Ett speciellt tack vill vi ge till Jeanette Bergman Weihed för hennes outtröttliga redigeringsarbete, goda råd och största omsorg om den grafiska utformningen.

Acknowledgement

The Geochemical Atlas of Sweden is a result of the work by many people including our colleagues at SGU, programme leaders, summer geologists and students. We are grateful for all of their help and assistance and for providing their knowledge and technical skills.

Firstly, we would like to thank Erland Sellersjö, Harry Eriksson and the many field geologists (over 50 individuals) who collected the samples used in this atlas. Many thanks go to Birgitta Löwenhielm and Alicja Kawalec-Majka for sample preparation and pH measurements and to Sten-Åke Ohlsson for additional analyses. During the interpretation work, several of our SGU colleagues contributed with their knowledge and expertise: Michael Stephens and Stefan Bergman helped with the geology description, Erik Jonsson and Per Nysten with the mineralogy and ore geology aspects, while Colby Smith and Gustaf Peterson helped and reviewed the chapter on Quaternary geology. Other colleagues at SGU who have reviewed and improved the text are Edward Lynch and Kerstin Finn. The trainee Jingjing Jiao is acknowledged for compiling the statistics for counties in Sweden.

Particular thanks go to Jeanette Bergman Weihed for her untiring editorial work, good advice and great care with the layout of the atlas.

Referenser

References

- Bergman, S., Stephens, M.B., Andersson, J., Kathol, B. & Bergman, T., 2012: Sveriges berggrund, skala 1:1 miljon. *Sveriges geologiska undersökning K 423*.
- Brundin, N.H., 1939: *Method of locating metals and minerals in the ground*. United States Patent Office, 2,158,980. Patented May 16th 1939.
- Enghag, P.E., 1998: *Jordens grundämnen del 1*. Industrilitteratur, 301 s.
- Eriksson, J.A. & Qvarfort, U., 1996: Age determination of the Falu Copper Mine by ¹⁴C-dating and palynology. *GFF* 118, 43–47.
- EuroGeoSurveys Geochemistry Working Group, 2008: EuroGeoSurveys geochemical mapping of agricultural and grazing land soil of Europe (GEMAS) – field manual. *NGU report 2008.038, Geological Survey of Norway*, 46 s.
- Grotzinger, J. & Jordan, T.H., 2010: *Understanding Earth, 6th Ed.* W.H. Freeman, New York. 680 s.
- Hallberg, A., Bergman, T., Gonzales, J., Larsson, D., Morris, G.A., Perdahl, J.A., Ripa, M., Niiranen, T. & Eilu, P., 2012: Metallogenic areas in Sweden. *Geological Survey of Finland, Special Paper 53*, 139–206.
- Hattori, K. & Cameron, M., 2004: Using the high mobility of palladium in surface media in exploration for platinum group element deposits: Evidence from the Lac des Iles region, northwestern Ontario. *Economic geology* 99, 157–171.
- Hättestrand, C., 1997: Ribbed moraines in Sweden – distribution pattern and palaeoglaciological implications. *Sedimentary Geology* 111, 41–56.
- Johnson, C., Demetriades, A., Locutura, J. & Ottesen, R.T. (red.), 2011: *Mapping the chemical environment of urban areas*. Wiley & Blackwell, Oxford, 616 s.
- Kleman, J., 1992: The palimpsest glacial landscape in northwestern Sweden. *Geografiska Annaler* 74A, 305–325.
- Kleman, J., Hättestrand, C., Borgström, I. & Stroeven, A., 1997: Fennoscandian palaeoglaciology reconstructed using a glacial inversion model. *Journal of Glaciology* 43, 283–299.
- Ladenberger, A., Andersson, M., Reimann, C., Tarvainen, T., Filzmoser, P., Uhlbäck, J., Morris, G., Eklund, M. & Sadeghi, M., 2012: Geochemical mapping of agricultural soils and grazing land (GEMAS) in Norway, Finland and Sweden – regional report. *SGU-rapport 2012:17*, 160 s.
- Lagerbäck, R., 1988a: The Veiki moraines in northern Sweden – widespread evidence of an Early Weichselian deglaciation. *Boreas* 17, 469–486.
- Lagerbäck, R., 1988b: Periglacial phenomena in the wood areas of Northern Sweden – relicts from the Täreändö Interstadial. *Boreas* 17, 487–499.
- Lagerbäck, R. & Robertsson, A., 1988: Kettle holes – stratigraphical archives for Weichselian geology and palaeoenvironment in northernmost Sweden. *Boreas* 17, 439–468.
- Lax, K. & Andersson, M., 2011: Geochemical baseline levels and suggested local guideline values in urban areas in Sweden. I C. Johnson, A. Demetriades, J. Locutura & R.T. Ottesen (red.): *Mapping the chemical environment of urban areas*. Wiley & Blackwell, Oxford, 207–222.
- Lax, K. & Selinus, O., 2005: Geochemical mapping at the Geological Survey of Sweden. *Geochemistry. Exploration, Environment, Analysis* 5, 337–346.
- Le Maitre, R.W. (red.), 2002: *Igneous rocks: a classification and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. ISBN 052166215X, Cambridge University Press, United Kingdom, 254 s.
- Lindén, M., Möller, P., Björk, S. & Sandgren, P., 2006: Holocene shore displacement and deglaciation chronology in Norbotten, Sweden. *Boreas* 35, 1–22.
- Lundqvist, J., 1992: Glacial stratigraphy in Sweden. *Geological Survey of Finland Special Paper 15*, 43–59.
- Lundqvist, J., 2004: Glacial history of Sweden. I J. Ehlers & P.L. Gibbard (red.): *Developments in Quaternary sciences. Volym 2, Del 1*. Elsevier, 401–412.
- Lundqvist, J. & Wohlfarth, B., 2001: Timing and east-west correlation of south Swedish ice marginal lines during the Late Weichselian. *Quaternary Science Reviews* 20, 1127–1148.
- Mann, A.W., Birrell, R.D., Mann, A.T., Humphreys, D.B. & Perdix, J.L., 1998: Application of the mobile metal ion technique to routine geochemical exploration. *Journal of Geochemical exploration* 61, 87–102.
- Naturvårdsverket, 2009: Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. *Naturvårdsverket Rapport 5976*, 270 s.
- Reimann, C., Siewers, U., Tarvainen, T., Bityukova, L., Eriksson, J., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Lukashev, V.K., Matinian, N.N. & Pasieczna, A., 2003: Agricultural Soils in Northern Europe: A Geochemical Atlas. *Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, Reihe D, Heft SD 5*, 279 s.
- Reimann, C., Demetriades, A., Eggen, O.A., Filzmoser, P. & the EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group, 2009: The EuroGeoSurveys geochemical mapping of agricultural and grazing land

- soils project (GEMAS) – evaluation of quality control results of aqua regia extraction analysis. *NGU Report 2009.049*, 94 s.
- Reimann, C., Demetriades, A., Eggen, O.A., Filzmoser, P. & the EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group, 2011: The EuroGeoSurveys geochemical mapping of agricultural and grazing land soils project (GEMAS) – evaluation of quality control results of total C and S, total organic carbon (TOC), cation exchange capacity (CEC), XRF, pH, and particle size distribution (PSD) analysis. *NGU Report 2011.043*, 90 s.
- Reimann, C., Demetriades, A., Birke, M., Eggen, O.A., Filzmoser, P., Kriete, C. & the EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group, 2012: The EuroGeoSurveys geochemical mapping of agricultural and grazing land soils project (GEMAS) – evaluation of quality control results of particle size estimation by MIR-prediction, Pb-isotope and MMI®-extraction analysis and results of the GEMAS ring test for the standards Ap and Gr. *NGU Report 2012.051*, 138 s.
- Reimann, C., Birke, M., Demetriades, A., Filzmoser, P. & O'Connor, P. (red.), 2014a: Geochemistry of Europe's agricultural soil – Part A: Methodology and interpretation of the GEMAS data set. *Geologisches Jahrbuch (Reihe A), Schweizerbarth, Hannover*, 528 s.
- Reimann, C., Birke, M., Demetriades, A., Filzmoser, P. & O'Connor, P. (red.), 2014b: Geochemistry of Europe's agricultural soil – Part B: General background information and further analysis of the GEMAS data set. *Geologisches Jahrbuch (Reihe B), Schweizerbarth, Hannover*, 352 s.
- Robertsson, A., Lundqvist, J. & Brunnberg, L., 2005: Dark clayey till in central and northern Sweden – microfossil content and stratigraphical importance. *GFF* 127, 169–178.
- Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, B., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.-Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A. & Tarvainen, T., 2005: *Geochemical atlas of Europe Part I*. Geological Survey of Finland, 526 s.
- Shackleton, N.J. & Opdyke, N.D., 1976: Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific Core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10⁵ year and 10⁶ year scale. *Quaternary Research* 3, 39–55.
- Stephens, M.B., Wahlgren, C.H. & Weihed, P., 1997: Sweden. Tectonic framework. I.E.M. Moores, & R.W. Fairbridge (red.): *Encyclopedia of European and Asian geology*. Chapman & Hall, 690–704.
- Sveriges Nationalatlas, 1995: *Klimat, sjöar och vattendrag*. SNA.
- Wohlfarth, B., Alexanderson, H., Ampel, L., Bennike, O., Engels, S., Johnsen, T., Lundqvist, J. & Reimer, P., 2011: Pilgrimstad revisited – a multi-proxy reconstruction of Early/Middle Weichselian climate and environment at a key site in central Sweden. *Boreas* 40, 211–230.

Appendix 1.

Statistik

Statistics

Statistik över analysresultaten från morän <63 µm (kungsvattenlakning och analys med ICP-MS) omfattar 66 element (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Ge, Gd, Hf, Hg, Ho, Ir, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, S, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn och Zr) samt pH. Samtliga element ingår i tabell 1, alla element och pH i tabell 2. Korrelationsmatrisen i tabell 4 omfattar 47 element och i tabell 6 ingår 29 element.

Statistik över GEMAS-projektets analysresultat från betesmarkers jord <2 mm (kungsvattenlakning och analys med ICP-AES och ICP-MS) omfattar 52 element (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn och Zr) samt pH och visas i tabell 3. I tabell 5 visas undre och övre kvartil, medianvärde och maximalt värde för 46 element från GEMAS betesmark och åkermark, samt Europas medianvärden. Tabellen innehåller också åkermarkens medianvärden i Sverige för mobila metalljoner, baserade på extraktion med MMI® och ICP-MS.

Statistical results for the till <63 µm analyses (aqua regia extraction and ICP-MS) compares 66 elements (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Ge, Gd, Hf, Hg, Ho, Ir, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, S, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn and Zr) and pH. All elements are included in Table 1, all elements together with pH in Table 2. The correlation coefficients in Table 4 include 47 elements and Table 6 includes 29 elements.

Statistics for the analytical results regarding the GEMAS-project's grazing land soil <2 mm (aqua regia extraction and ICP-AES and ICP-MS) comprises 52 elements (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn and Zr) and pH, and they are shown in Table 3. Table 5 shows the lower and upper quartile, median value and maximum value of 46 elements in GEMAS grazing land soil and agricultural soil, and the medians for Europe. The table comprises also median values in Sweden according to mobile metal ions, based on MMI® extraction and ICP-MS.

Tabell 1. Statistiska resultat för kungsvattenlakad morän (<63 µm) analyserad med ICP-MS. Antal analyser: 2 578. DL = detektionsgräns, %<DL = andel analyser under DL, p25 = undre kvartil, p75 = övre kvartil, CV% = variationskoefficient.

Statistical results for aqua regia extracted till (<63 µm) analysed by ICP-MS. Number of analyses: 2 578. DL = detection limit, %<DL = percentage of analyses lower than DL, p25 = lower quartile, p75 = upper quartile, CV% = coefficient of variation.

Element	Enhet	DL	%<DL	Minimum	p25	Medel	Median	p75	Maximum	Standardavvikelse	CV%
Element	Unit	DL	%<DL	Minimum	p25	Mean	Median	p75	Maximum	Standard deviation	CV%
Ag	ppb	10	0	<DL	33	51	45	59	517	32	63
Al	ppm	50	0	1755	9258	13461	12533	16562	55192	5982	44
As	ppm	5	73	<DL	<DL	<DL	<DL	5	253		
Au	ppb	0,1	0	<DL	0,3	1,3	0,7	1,3	120	3,9	305
B	ppm	5	89	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	41		
Ba	ppm	1	0	7	32	58	50	73	425	39	67
Be	ppm	0,1	0	0,1	0,4	0,6	0,6	0,8	3,4	0,3	52
Bi	ppm	0,1	24	<DL	0,1	0,2	0,2	0,3	3,3	0,2	102
Ca	ppm	50	0	220	3473	6905	4519	5713	312191	19145	277
Cd	ppm	0,1	67	<DL	<DL	<DL	<DL	0,1	2,1		
Ce	ppm	0,1	0	16	60	83	75	96	388	36	44
Co	ppm	0,5	0	0,5	4	8	6	10	71	5,1	68
Cr	ppm	0,5	0	3	13	24	20	31	160	16	67
Cs	ppm	0,1	0	0,1	0,8	1,6	1,3	2,2	16,1	1,3	78
Cu	ppm	0,5	0	0,7	8	18	14	23	185	17	93
Dy	ppm	0,1	0	0,9	2,9	3,8	3,5	4,3	22,6	1,4	37
Er	ppm	0,1	0	0,4	1,5	2,0	1,9	2,3	14,3	0,8	40
Eu	ppm	0,1	0	0,1	0,6	0,8	0,8	0,9	5,5	0,3	41
Fe	ppm	5	0	3188	14575	21068	19937	26198	84518	8930	42
Ga	ppm	0,5	0	0,5	3	5	5	6	17	1,9	41
Gd	ppm	0,1	0	1,1	3,6	4,7	4,4	5,4	22,3	1,7	36
Ge	ppm	5	100	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL		
Hf	ppm	0,1	0	<DL	0,3	0,4	0,4	0,5	2,0	0,2	54
Hg	ppb	100	99	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	397		
Ho	ppm	0,1	0	0,1	0,6	0,7	0,7	0,9	4,8	0,3	39
Ir	ppb	-	-	-	-	-	-	-	23		
K	ppm	50	0	188	962	1874	1531	2394	15058	1330	71
La	ppm	0,1	0	8,1	25,6	34,5	31,6	39,6	199	14	41
Li	ppm	1	0	1	7	13	11	17	87	8	66
Lu	ppm	0,1	0	<DL	0,2	0,3	0,2	0,3	2,6	0,1	44
Mg	ppm	5	0	228	2472	4437	3847	5595	42148	3093	70
Mn	ppm	0,5	0	44	206	338	280	386	4171	262	78
Mo	ppm	0,5	56	<DL	<DL	0,8	0,4	0,8	55	1,9	225
Na	ppm	50	0	<DL	160	299	251	369	2252	211	70
Nb	ppm	0,1	0	0,3	2,7	3,8	3,6	4,6	17,7	1,6	43
Nd	ppm	0,1	0	7,0	23,3	30,5	28,5	34,9	129	11	37
Ni	ppm	0,5	0	1,2	6,6	15,4	11,3	19,6	163	14	92
P	ppm	5	0	57	582,0	795	801	967,0	4004	318	40
Pb	ppm	0,1	0	2,0	6,8	11,8	9,6	14,1	161	9,0	77
Pd	ppb	500	99	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	583		
Pr	ppm	0,1	0	1,9	6,3	8,2	7,7	9,4	38,1	3,1	38
Pt	ppb	100	99	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	3846		
Rb	ppm	0,5	0	<DL	10	20	17	25	126	13	67
Re	ppb	100	100	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL		
Rh	ppb	10,0	40	<DL	<DL	13	11	15	109	7,0	54
S	ppm	50	60	<DL	<DL	70	<DL	76	1759	104	148
Sb	ppm	0,1	35	<DL	<DL	0,2	0,1	0,3	2,3	0,2	104
Sc	ppm	0,1	0	0,6	3,5	4,7	4,5	5,6	21,2	1,7	37
Se	ppm	1	99	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	2		
Sm	ppm	0,1	0	1,4	4,4	5,8	5,4	6,7	24,2	2,1	36
Sn	ppm	0,5	0,5	<DL	0,9	1,3	1,2	1,6	5,6	0,6	45
Sr	ppm	0,5	0	2,9	20	29	25	33	333	20	67
Ta	ppb	10	60	<DL	<DL	10	<DL	12	103	0,2	82
Tb	ppm	0,1	0	0,2	0,5	0,7	0,6	0,8	3,6	0,2	36
Te	ppb	10	20	<DL	12	23	17	26	328	22	95
Th	ppm	0,1	0	2,1	6,8	10,3	9,3	12,5	63,4	5,1	49
Ti	ppm	1	0	127	1326	1759	1689	2123	7494	671	38
Tl	ppm	0,1	30	<DL	<DL	0,2	0,2	0,3	1,8	0,2	80
Tm	ppm	0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	2,0	0,1	42
U	ppm	0,1	0	0,4	1,6	2,6	2,2	3,0	24,0	1,7	66
V	ppm	0,1	0	5,4	25,9	37,7	34,2	45,4	151	17	46
W	ppm	0,1	4	<DL	0,2	0,5	0,4	0,6	8,9	0,4	93
Y	ppm	0,1	0	3,7	14,9	19,6	18,3	22,6	163	8,1	41
Yb	ppm	0,1	0	0,3	1,3	1,8	1,7	2,1	14,6	0,8	43
Zn	ppm	1	0	2	25	43	37	54	730	31	72
Zr	ppm	0,1	0	1,3	9,5	15,0	14,3	19,3	65,5	7,5	50

Tabell 2. Beräknade percentiler (p10–p99), detektionsgräns (DL), aktuell kvantifieringsgräns (LOQa) för kungsvattenlakad morän (<63 µm) analyserad med ICP-MS. Antal analyser: 2 578.

Calculated percentiles (p10–p99) of concentrations, detection limit (DL), actual limit of quantification (LOQa) for aqua regia extracted till (<63 µm) analysed by ICP-MS. Number of analyses: 2 578.

Element	Enhet	DL	LOQa	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99
Element	Unit	DL	LOQa	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99
Ag	ppb	10	10	24	35	45	56	80	101	166
Al	ppm	50	30	6888	9916	12533	15597	20892	23888	33193
As	ppm	5	0,06	0,6	1,2	2,3	4,5	10,2	13,8	26,7
Au	ppb	0,1	0,1	0,1	0,4	0,7	1,1	2,4	3,6	9,3
B	ppm	5	3	<LOQa	<LOQa	<LOQa	2,6	5,3	7,9	19,0
Ba	ppm	1	0,3	22	35	50	67	101	121	185
Be	ppm	0,1	0,01	0,32	0,46	0,57	0,73	1,04	1,26	1,78
Bi	ppm	0,1	0,04	0,06	0,11	0,16	0,22	0,38	0,49	1,09
Ca	ppm	50	23	2602	3713	4519	5391	7099	8109	104029
Cd	ppm	0,1	0,025	0,037	0,057	0,076	0,100	0,155	0,206	0,403
Ce	ppm	0,1	0,09	48	63	75	90	124	148	212
Co	ppm	0,5	0,03	2,8	4,5	6,3	8,7	13,6	16,7	25,7
Cr	ppm	0,5	0,2	8,8	14,3	20,4	28,2	44,4	56,0	77,6
Cs	ppm	0,1	0,004	0,47	0,85	1,29	2,00	3,22	3,94	6,21
Cu	ppm	0,5	0,1	4,4	8,9	13,5	20,3	36,2	49,9	87,6
Dy	ppm	0,1	0,004	2,44	3,05	3,53	4,15	5,34	6,15	8,49
Er	ppm	0,1	0,003	1,27	1,61	1,89	2,23	2,96	3,42	4,59
Eu	ppm	0,1	0,004	0,52	0,65	0,77	0,92	1,22	1,42	1,92
Fe	ppm	5	8,2	10962	15566	19937	24657	32287	36248	48954
Ga	ppm	0,5	0,03	2,6	3,7	4,5	5,5	7,2	8,1	10,9
Gd	ppm	0,1	0,006	2,99	3,73	4,38	5,14	6,61	7,56	10,41
Ge	ppm	5	3,8	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa
Hf	ppm	0,1	0,002	0,16	0,28	0,38	0,49	0,68	0,80	1,14
Hg	ppb	100	59	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	82
Ho	ppm	0,1	0,001	0,47	0,59	0,69	0,81	1,06	1,21	1,70
Ir	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	ppm	50	41	628	1069	1531	2197	3506	4317	6237
La	ppm	0,1	0,04	21,1	26,9	31,6	37,6	49,9	58,3	85,5
Li	ppm	1	0,4	4,3	7,6	10,9	15,6	23,6	28,2	41,6
Lu	ppm	0,1	0,001	0,15	0,20	0,24	0,29	0,39	0,45	0,58
Mg	ppm	5	4,9	1518	2731	3847	5145	7689	9452	15443
Mn	ppm	0,5	0,7	161	221	280	359	536	700	1366
Mo	ppm	0,5	0,1	0,16	0,29	0,43	0,68	1,49	2,37	7,27
Na	ppm	50	28	106	178	251	338	558	688	1112
Nb	ppm	0,1	0,03	1,88	2,90	3,61	4,40	5,75	6,67	9,02
Nd	ppm	0,1	0,04	19,5	24,3	28,5	33,4	43,4	49,9	73,1
Ni	ppm	0,5	0,5	4,2	7,4	11,3	17,4	30,3	41,2	71,7
P	ppm	5	4	402	635	801	938	1149	1291	1721
Pb	ppm	0,1	0,09	5,0	7,4	9,6	12,9	19,8	25,6	44,6
Pd	ppb	500	4	34	58	80	108	190	254	396
Pr	ppm	0,1	0,01	5,2	6,6	7,7	9,0	11,8	13,7	20,6
Pt	ppb	100	1	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa
Rb	ppm	0,5	0,05	6,3	11,6	17,1	23,2	35,8	43,9	63,8
Re	ppb	100	0	<LOQa	<LOQa	<LOQa	0,067	0,179	0,249	0,526
Rh	ppb	10	10	<LOQa	<LOQa	11,5	14,4	20,6	25,0	37,5
S	ppm	50	21	<LOQa	27	40	65	142	217	486
Sb	ppm	0,1	0,008	0,05	0,09	0,13	0,21	0,43	0,59	1,04
Sc	ppm	0,1	0,01	2,7	3,7	4,5	5,3	6,8	7,6	9,6
Se	ppm	1	0,78	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	<LOQa	0,94
Sm	ppm	0,1	0,007	3,74	4,64	5,45	6,36	8,27	9,36	13,26
Sn	ppm	0,5	0,2	0,67	0,98	1,21	1,50	2,00	2,36	3,23
Sr	ppm	0,5	0,2	15,1	20,7	25,2	31,3	44,6	57,3	114,9
Ta	ppb	10	10	<LOQa	<LOQa	<LOQa	10,9	18,8	25,3	39,9
Tb	ppm	0,1	0,001	0,44	0,55	0,64	0,75	0,96	1,09	1,49
Te	ppb	10	10	<LOQa	12,5	17,3	23,5	41,5	55,8	108,9
Th	ppm	0,1	0,02	5,2	7,3	9,3	11,8	16,4	19,5	27,9
Ti	ppm	1	2,1	1014	1409	1689	2012	2637	2937	3460
Tl	ppm	0,1	0,006	0,058	0,104	0,158	0,235	0,378	0,486	0,784
Tm	ppm	0,1	0,001	0,17	0,22	0,26	0,30	0,41	0,47	0,64
U	ppm	0,1	0,006	1,2	1,7	2,2	2,8	4,4	5,6	8,7
V	ppm	0,1	0,08	20,1	27,5	34,2	42,4	60,4	71,4	93,1
W	ppm	0,1	0,007	0,13	0,24	0,37	0,55	0,87	1,08	1,80
Y	ppm	0,1	0,03	12,4	15,6	18,3	21,4	27,9	32,2	47,1
Yb	ppm	0,1	0,004	1,10	1,42	1,69	2,00	2,70	3,13	4,19
Zn	ppm	1	0,7	17	27	37	50	74	90	145
Zr	ppm	0,1	0,08	6,1	10,6	14,3	18,0	24,5	28,2	37,3
pH (H ₂ O)				4,6	5	5,5	6	6,5	7	7,5

Tabell 3. Beräknade percentiler (p10–p99), detektionsgräns (DL), praktisk detektionsgräns (DL/2) för kungsvattenlakade prov från betesmark (<2 mm) analyserade med ICP-AES och ICP-MS. Antal prov: 179.

Calculated percentiles (p10–p99), minimum and maximum of concentrations, detection limit (DL), practical detection limit (DL/2) for aqua regia extracted grazing land samples (<2 mm) analysed by ICP-AES and ICP-MS. Number of samples: 179.

Element	Enhet	DL	DL/2	Minimum	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	Maximum
Element	Unit	DL	DL/2	Minimum	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	Maximum
Ag	ppb	2	1	4	26	45	62	89	158	215	411	1935
Al	ppm	50	25	863	3475	5751	7435	10747	15709	17879	20836	23709
As	ppm	0,05	0,025	0,1	0,8	1,5	2,5	3,7	5,9	8,2	15,7	245,0
Au	ppb	0,2	0,1	<0,1	0,1	0,4	0,7	1,1	2,0	3,1	5,1	21,0
B	ppm	0,5	0,25	<0,25	0,25	0,9	1,2	1,9	3,8	5,2	11,2	28,9
Ba	ppm	0,5	0,25	14	27	41	56	71	99	121	165	2043
Be	ppm	0,05	0,025	0,03	0,13	0,21	0,29	0,46	0,82	1,07	2,24	4,67
Bi	ppm	0,005	0,003	0,01	0,06	0,10	0,13	0,19	0,33	0,39	0,50	0,97
Ca	ppm	100	50	223	946	1716	2240	3169	5440	10999	38236	77549
Cd	ppm	0,01	0,005	0,03	0,09	0,14	0,18	0,24	0,36	0,55	2,51	6,02
Ce	ppm	0,1	0,05	4	13	19	25	38	54	72	107	121
Co	ppm	0,1	0,05	0,4	1,2	2,2	3,3	6,3	10,7	12,9	17,7	21,8
Cr	ppm	0,2	0,1	1,2	4,2	7,8	11,2	17,6	31,6	34,9	39,9	40,6
Cs	ppm	0,02	0,01	0,05	0,30	0,61	0,85	1,51	2,34	2,79	3,32	3,73
Cu	ppm	0,01	0,005	1,8	4,2	6,6	9,6	13,3	23,2	29,6	40,0	52,5
Fe	ppm	100	50	1284	5763	8902	12437	18352	26074	30551	47679	52789
Ga	ppm	0,05	0,025	0,3	1,5	2,5	3,1	3,9	5,6	6,3	7,4	8,0
Ge	ppm	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,21	0,31
Hf	ppm	0,01	0,005	<0,005	0,005	0,015	0,024	0,040	0,098	0,151	0,262	0,304
Hg	ppb	3	1,5	<1,5	22	30	38	46	70	100	178	582
K	ppm	20	10	135	242	403	675	1165	1996	2673	3925	4595
La	ppm	0,1	0,05	2,7	6,8	9,7	12,8	20,1	33,1	40,3	78,3	229,6
Li	ppm	0,1	0,05	0,1	1,8	3,9	7,5	12,4	21,8	23,9	30,5	37,5
Mg	ppm	50	25	159	606	1004	1692	3314	5360	6447	7465	8750
Mn	ppm	1	0,5	19	109	198	304	452	725	1087	1862	4414
Mo	ppm	0,01	0,005	0,09	0,30	0,46	0,67	0,99	2,25	3,27	8,17	12,12
Na	ppm	2	1	8	29	44	55	80	125	163	225	373
Nb	ppm	0,02	0,01	0,13	0,48	0,94	1,44	1,84	2,94	3,32	4,03	5,40
Ni	ppm	0,1	0,05	0,8	1,9	3,7	6,4	10,9	20,1	25,4	42,2	64,6
P	ppm	10	5	258	439	584	736	958	1343	1533	2223	2784
Pb	ppm	0,01	0,005	1,9	7,6	11,1	14,4	17,7	24,4	29,0	61,1	1089,7
Pd	ppb	1	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	1,1	3,0	4,0	11,0	17,0
Pt	ppb	1	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	1,2	2,0	3,0	6,0
Rb	ppm	0,1	0,05	0,4	3,8	7,4	12,8	18,5	31,7	39,2	48,4	54,3
Re	ppb	0,5	0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,25	0,9	1,3	2,2	3,9
S	ppm	5	2,5	79	236	321	400	531	1029	2411	4037	4672
Sb	ppm	0,02	0,01	<0,01	0,08	0,12	0,15	0,19	0,33	0,49	1,31	24,61
Sc	ppm	0,05	0,025	0,2	0,4	0,8	1,3	2,0	3,3	4,0	5,7	6,5
Se	ppm	0,05	0,025	0,08	0,19	0,28	0,36	0,49	0,90	1,16	1,77	2,40
Sn	ppm	0,1	0,05	0,2	0,4	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0	6,8	17,3
Sr	ppm	0,5	0,25	2,0	6,7	10,4	14,1	18,7	29,5	35,7	82,9	131,1
Ta	ppb	5	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	3	7	8	16	31
Te	ppb	20	10	<10	<10	<10	<10	20	40	50	60	70
Th	ppm	0,02	0,01	0,04	0,17	0,65	1,35	2,13	4,71	6,50	10,04	12,72
Ti	ppm	5	2,5	31	72	200	358	499	770	880	1086	1099
Tl	ppm	0,005	0,003	<0,003	0,049	0,077	0,113	0,177	0,276	0,337	0,435	0,525
U	ppm	0,04	0,02	0,23	0,61	0,92	1,22	2,18	4,63	7,07	12,86	73,32
V	ppm	0,2	0,1	1,8	9,8	15,7	21,3	27,9	41,3	46,8	119,3	381,8
W	ppm	0,01	0,005	0,010	0,04	0,07	0,10	0,16	0,25	0,32	0,52	0,79
Y	ppm	0,01	0,005	0,8	2,7	3,9	5,4	7,9	14,5	25,8	46,3	71,2
Zn	ppm	0,1	0,05	7	22	31	43	59	86	105	143	228
Zr	ppm	0,1	0,05	<0,5	0,3	0,7	1,2	1,8	4,5	6,9	11,1	13,3
pH (CaCl ₂)				3,5	4,2	4,5	4,7	4,9	5,4	5,7	6,9	7,1

Tabell 5. Jämförelse av medianvärden, p25, p75 och maximalt värde i åkermark (Ap) och betesmark (Gr) från Sverige (n=174 respektive n=179) och Europa (n=2 108 respektive n=2 023) med kungsvatten som extraktionsmetod. I tabellen finns även medianvärden från åkermark (Ap) med MMI® som extraktionsmetod.

Comparison of the median, p25, p75 and maximum values in agricultural soil (Ap) and grazing land soil (Gr) from Sweden (n=174 and n=179, respectively) with median values in Europe (n=2 108 and n=2 023, respectively) from aqua regia extraction method. Additionally, median values for MMI® extraction method in Swedish agricultural soil are provided.

Element	Enhet/Unit	MMI®	AQUA REGIA			AQUA REGIA	
		Sverige, Ap p 50 (Median)	Sverige, Ap: N=174, Gr: N=179		Europa, Ap: N=2108, Gr: N=2023		
			p 25	p 50 (Median)	p 75	Maximum	p 50 (Median)
Ag_Ap	ppm	0,006	0,035	0,058	0,096	0,257	0,038
Ag_Gr	ppm		0,041	0,062	0,102	1,935	0,039
Al_Ap	ppm	170	6544	9222	12865	24185	10993
Al_Gr	ppm		5195	7435	12072	23709	10751
As_Ap	ppm	0,01	1,5	2,7	4,7	16,2	5,5
As_Gr	ppm		1,4	2,5	4,0	245,0	5,6
B_Ap	ppm		<1	1,3	2,3	15,2	2,4
B_Gr	ppm		<1	1,2	2,3	28,9	2,6
Ba_Ap	ppm	1,2	36	52	77	191	62
Ba_Gr	ppm		39	56	74	2043	63
Be_Ap	ppm		0,21	0,39	0,56	2,01	0,52
Be_Gr	ppm		0,18	0,29	0,52	4,67	0,51
Bi_Ap	ppm	0,001	0,09	0,14	0,20	0,49	0,16
Bi_Gr	ppm		0,10	0,13	0,20	0,97	0,18
Ca_Ap	ppm	285	1592	2505	3345	133163	3035
Ca_Gr	ppm		1577	2240	3349	77549	3135
Cd_Ap	ppm	0,05	0,10	0,15	0,21	0,67	0,18
Cd_Gr	ppm		0,13	0,18	0,25	6,02	0,20
Ce_Ap	ppm	0,3	20	31	46	141	28
Ce_Gr	ppm		18	25	40	121	27
Co_Ap	ppm	0,1	2,3	4,8	7,9	31,2	7,5
Co_Gr	ppm		1,9	3,3	7,2	21,8	7,2
Cr_Ap	ppm	0,1	8	14	23	118	20
Cr_Gr	ppm		7	11	20	41	20
Cs_Ap	ppm	0,002	0,6	1,0	1,8	3,8	1,1
Cs_Gr	ppm		0,5	0,8	1,7	3,7	1,1
Cu_Ap	ppm	0,7	7	10	16	52	15
Cu_Gr	ppm		6	10	15	52	15
Fe_Ap	ppm	99	9230	15654	21323	64159	17200
Fe_Gr	ppm		8200	12437	19349	52789	17018
Ga_Ap	ppm	0,007	2,5	3,5	4,6	8,5	3,4
Ga_Gr	ppm		2,3	3,1	4,2	8,0	3,4
Ge_Ap	ppm		<0,1	<0,1	0,1	0,2	<0,1
Ge_Gr	ppm		<0,1	<0,1	0,1	0,3	<0,1
Hf_Ap	ppm		0,015	0,03	0,058	0,366	0,05
Hf_Gr	ppm		0,013	0,02	0,048	0,304	0,05
Hg_Ap	ppm	0,001	0,023	0,03	0,042	0,114	0,03
Hg_Gr	ppm		0,028	0,04	0,051	0,582	0,03
K_Ap	ppm	37	368	792	1473	4790	1250
K_Gr	ppm		362	675	1313	4595	1125
La_Ap	ppm	0,1	10	16	23	85	14
La_Gr	ppm		9	13	22	230	14
Li_Ap	ppm	0,003	5	9	16	32	11
Li_Gr	ppm		4	8	14	38	11
Mg_Ap	ppm	28	1280	2332	3873	15736	2860
Mg_Gr	ppm		887	1692	3716	8750	2822
Mn_Ap	ppm	19	210	344	528	2824	445
Mn_Gr	ppm		177	304	496	4414	435
Mo_Ap	ppm	0,02	0,41	0,79	1,30	6,70	0,42
Mo_Gr	ppm		0,40	0,67	1,12	12,12	0,42
Na_Ap	ppm		38	59	96	462	48
Na_Gr	ppm		39	55	86	373	50
Nb_Ap	ppm	0,004	0,83	1,36	1,88	4,41	0,48
Nb_Gr	ppm		0,79	1,44	2,07	5,40	0,52
Ni_Ap	ppm	0,3	4	9	14	52	15
Ni_Gr	ppm		3	6	13	65	14
P_Ap	ppm	8	588	756	919	2397	653
P_Gr	ppm		554	736	1061	2784	643
Pb_Ap	ppm	0,4	9	12	16	52	16
Pb_Gr	ppm		10	14	18	1090	18
Rb_Ap	ppm	0,1	7	14	23	56	14
Rb_Gr	ppm		6	13	21	54	14

Element	Enhhet/Unit	MMI®	AQUA REGIA			AQUA REGIA	
		Sverige, Ap p 50 (Median)	Sverige, Ap: N=174, Gr: N=179			Europa, Ap: N=2108, Gr: N=2023	
			p 25	p 50 (Median)	p 75	Maximum	p 50 (Median)
S_Ap	ppm	29	217	289	367	4426	207
S_Gr	ppm		311	400	579	4672	295
Sb_Ap	ppm	0,002	0,11	0,14	0,18	0,91	0,23
Sb_Gr	ppm		0,10	0,15	0,22	24,61	0,28
Sc_Ap	ppm	0,05	0,9	1,7	2,9	7,2	2,2
Sc_Gr	ppm		0,8	1,3	2,4	6,5	2,0
Se_Ap	ppm	0,01	0,25	0,34	0,49	1,43	0,35
Se_Gr	ppm		0,27	0,36	0,56	2,40	0,40
Sn_Ap	ppm	0,001	0,61	0,76	1,16	2,97	0,72
Sn_Gr	ppm		0,64	0,90	1,25	17,29	0,81
Sr_Ap	ppm	0,7	10	15	21	195	18
Sr_Gr	ppm		9	14	19	131	18
Th_Ap	ppm	0,06	0,9	1,9	3,8	14,2	2,9
Th_Gr	ppm		0,5	1,4	2,5	12,7	2,5
Ti_Ap	ppm	0,4	211	384	646	1494	86
Ti_Gr	ppm		178	358	545	1099	74
Tl_Ap	ppm	0,001	0,07	0,12	0,21	0,56	0,12
Tl_Gr	ppm		0,07	0,11	0,20	0,52	0,11
U_Ap	ppm	0,19	0,84	1,38	2,50	23,55	0,77
U_Gr	ppm		0,80	1,22	2,53	73,32	0,74
V_Ap	ppm	0,04	17	23	36	100	25
V_Gr	ppm		15	21	31	382	26
W_Ap	ppm	0,001	<0,1	<0,1	0,17	0,61	<0,1
W_Gr	ppm		<0,1	0,1	0,17	0,79	<0,1
Y_Ap	ppm	0,4	4,1	6,4	10,8	38,3	6,7
Y_Gr	ppm		3,7	5,4	8,9	71,2	6,5
Zn_Ap	ppm	2	30	47	64	137	45
Zn_Gr	ppm		28	43	63	228	46
Zr_Ap	ppm	0,08	0,7	1,4	2,8	17,4	1,8
Zr_Gr	ppm		0,6	1,2	2,0	13,3	1,6

Element	MMI®	CaCl ₂			CaCl ₂	
	Sverige, Ap p 50 (Median)	Sverige, Ap: N=174, Gr: N=179			Europa, Ap: N=2108, Gr: N=2023	
		p 25	p 50 (Median)	p 75	Maximum	p 50 (Median)
pH_Ap		4,6	4,9	5,4	7,3	5,8
pH_Gr		4,4	4,7	4,9	7,1	5,5

Tabell 6. Spearmans korrelationsmatris för de sällsynta jordartsmetallerna och skandium, yttrium, barium, beryllium, koppar, uran samt huvudelementen baserade på kungsvattenlakad morän (<63 µm) analyserad med ICP-MS. Antal analyser: 2 578.

Spearman's correlation coefficients of rare earth elements, scandium, yttrium, barium, beryllium, copper, uranium and the major elements based on aqua regia extracted till (<63 µm) analysed by ICP-MS. Number of analyses: 2 578.

	Sc	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Al	Ba	Be	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Ti	U	
Sc	1,0	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,6	0,4	0,6	0,3	
La	0,6	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,2	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,5	
Ce	0,5	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5	
Pr	0,6	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,6	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,5	
Nd	0,6	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,5	
Sm	0,6	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2	0,5	
Eu	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5	0,5	0,1	
Gd	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,6	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,4	0,3	0,6	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,5	
Tb	0,6	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	0,6	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5	
Dy	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,6	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	
Ho	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	
Er	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4		
Tm	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	
Yb	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	
Lu	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	
Y	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,5	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	0,2	0,2	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	
Al	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	1,0	0,7	0,7	0,1	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,2	0,2	0,4	0,2	
Ba	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,7	1,0	0,5	0,3	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,3	0,3	0,4	0,2	
Be	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,5	1,0	0,0	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,1	0,0	0,2	0,5	
Ca	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,0	1,0	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	-0,1	
Cu	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,7	0,4	0,3	1,0	0,8	0,7	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,1	
Fe	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	0,7	0,6	0,4	0,8	1,0	0,6	0,8	0,7	0,4	0,5	0,6	0,2	
K	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,8	0,5	0,3	0,7	0,6	1,0	0,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	
Mg	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	0,7	0,5	0,4	0,8	0,8	0,8	1,0	0,7	0,4	0,4	0,5	0,1	
Mn	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	1,0	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	
Na	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	1,0	0,5	0,6	0,0	0,0	
P	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,0	0,6	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	1,0	0,5	0,0
Ti	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,6	0,4	0,6	0,3	0,5	0,3	0,6	0,5	1,0	0,2	
U	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,5	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	1,0	

Appendix 2.

Bakgrundshalter av grundämnen i morän i Sveriges län

Uppgiften att bestämma bakgrundshalter av olika grundämnen i miljön är en viktig del i Sveriges geologiska undersöknings arbete. I samhällsplaneringen, vid miljöarbeten och i forskning görs jämförelser av medelvärden eller medianvärden då erhållna värden t.ex. ställs mot fixerade gränsvärden. De naturliga koncentrationerna av huvudelement och spårämnen varierar dock regionalt i landet, vilket beror på förutsättningar som ges av de geologiska förhållandena.

Följande tabeller redovisar grundämnenas bakgrundshalter och medianvärden på regional nivå. Sammanställningen omfattar 58 element (Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Hf, Ho, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, P, Pb, Pd, Pr, Rb, Rh, S, Sb, Sc, Sm, Sn, Sr, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) i Sveriges 21 län. Element med stor andel analysvärden under detektionsgränsen har utelutits. Det statistiska resultatet över elementhalterna baseras på kungsvattenlakade moränprov (<63 µm) analyserade med ICP-MS. Antal prover per län varierar från 16 på Gotland till 545 i Norrbotten, totalt 2 578 prov. Klassindelningen är gjord efter percentilerna: p10, p25 (undre kvartil), p50 (medianvärde), p75 (övre kvartil), p90 och p99.



Background levels of elements in till in Swedish counties

Determining background levels of various elements in the environment is an important task for the Geological Survey of Sweden. For societal planning, environmental and research work, measured mean or median values are compared with fixed guideline values. The natural concentration of macro and trace elements, however, varies across the country due to differing conditions given by geology.

The following tables present the element background levels on a regional scale. Tables are compiled of 58 elements (Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Hf, Ho, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, P, Pb, Pd, Pr, Rb, Rh, S, Sb, Sc, Sm, Sn, Sr, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) in 21 counties in Sweden. Elements with a significant amount of values below detection limit are excluded. The resulting statistics of the element values are derived from analyses of element concentrations obtained from aqua regia extraction of till samples (<63 µm) analysed by ICP-MS. The number of samples per county varies from 16 from Gotland to 545 from Norrbotten, a total of 2 578 samples. The classification for the tables correspond to 10th, 25th (lower quartile), 50th (median), 75th (upper quartile), 90th and 99th percentile.



Statistiska resultat över elementhalter i Sveriges län. Klassindelning i percentilerna p10, p25 (undre kvartil), p50 (medianvärde), p75 (övre kvartil), p90 och p99. Kungsvattenlakad morän (<63 µm) analyserad med ICP-MS. Totalt antal analyser: 2 578.

Statistical results for element concentrations in Swedish counties. Class selection in percentiles p10, p25 (lower quartile), p50 (median), p75 (upper quartile), p90 and p99. Aqua regia extracted till (<63 µm) analysed by ICP-MS. Total number of analyses: 2 578.

Silver, µg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ag, Silver	Blekinge (n=19)	32	40	46	57	68	73
DL: 10 ppb	Dalarna (n=182)	27	37	50	61	78	122
	Gotland (n=16)	14	24	29	40	49	57
	Gävleborg (n=128)	34	44	52	67	84	109
	Halland (n=26)	18	20	25	32	39	147
	Jämtland (n=306)	22	32	44	59	88	203
	Jönköping (n=71)	20	26	32	45	71	143
	Kalmar (n=76)	29	37	46	58	80	126
	Kronoberg (n=61)	15	21	34	45	67	103
	Norrbottnen (n=545)	22	29	39	50	65	125
	Skåne (n=61)	18	27	38	74	110	304
	Stockholm (n=50)	31	42	55	74	87	170
	Södermanland (n=46)	32	43	57	72	105	161
	Uppsala (n=58)	28	37	48	57	68	161
	Värmland (n=127)	23	32	40	57	63	84
	Västerbotten (n=336)	28	36	50	66	85	141
	Västernorrland (n=144)	34	41	50	62	82	135
	Västmanland (n=36)	37	48	57	70	91	231
	Västra Götaland (n=151)	22	27	36	51	85	209
	Örebro (n=60)	30	35	47	65	98	210
	Östergötland (n=79)	31	43	59	85	135	280
Aluminium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Al, Aluminium	Blekinge (n=19)	6866	9460	12171	15625	19594	21384
DL: 50 ppm	Dalarna (n=182)	4618	6222	8915	12173	16727	24957
	Gotland (n=16)	4877	8525	12013	15038	20374	23692
	Gävleborg (n=128)	8997	10395	12992	16904	20632	26756
	Halland (n=26)	9387	9990	11386	14935	17716	23377
	Jämtland (n=306)	9927	12179	15270	18658	22415	33236
	Jönköping (n=71)	8056	9977	12745	15803	19010	26445
	Kalmar (n=76)	7155	8825	12580	16682	19595	32336
	Kronoberg (n=61)	6165	6841	8887	11165	17090	27543
	Norrbottnen (n=545)	6929	9211	11907	15378	18879	32052
	Skåne (n=61)	7034	9787	16050	22542	26215	32536
	Stockholm (n=50)	9179	10944	14611	19898	27792	36378
	Södermanland (n=46)	7847	10149	14115	17248	22564	34245
	Uppsala (n=58)	7737	10015	12855	16487	21005	40564
	Värmland (n=127)	5472	6705	8812	12193	17226	27837
	Västerbotten (n=336)	8087	10532	13643	17535	21078	29074
	Västernorrland (n=144)	7598	9533	12891	16876	20826	31343
	Västmanland (n=36)	7105	8955	12836	15155	16996	24919
	Västra Götaland (n=151)	7394	10349	12511	16466	21648	36364
	Örebro (n=60)	4948	6281	8117	10917	13390	17559
	Östergötland (n=79)	9643	12688	16304	21112	25743	49383

Arsenik, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
As, Arsenic	Blekinge (n=19)	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5
DL: 5 ppm	Dalarna (n=182)	0,6	0,8	1,0	1,3	1,8	3,5
LOQactual: 0,06 ppm	Gotland (n=16)	2,4	3,6	4,3	5,5	8,4	10,1
	Gävleborg (n=128)	0,8	1,1	1,7	2,8	4,6	38,9
	Halland (n=26)	0,3	0,4	0,5	0,9	1,1	2,3
	Jämtland (n=306)	0,8	1,5	4,1	8,8	13,1	23,4
	Jönköping (n=71)	0,6	0,9	1,7	2,9	5,2	9,9
	Kalmar (n=76)	0,8	1,1	1,5	2,3	4,5	6,5
	Kronoberg (n=61)	0,3	0,4	0,8	1,2	1,6	2,3
	Norrbottnen (n=545)	0,8	1,2	2,4	4,3	7,5	19,7
	Skåne (n=61)	0,4	0,8	2,5	6,1	8,1	13,3
	Stockholm (n=50)	1,6	2,1	3,1	4,8	9,1	65,6
	Södermanland (n=46)	0,9	1,5	2,1	3,3	6,0	37,0
	Uppsala (n=58)	1,0	1,7	2,9	4,4	8,1	12,8
	Värmland (n=127)	0,4	0,5	0,6	0,8	1,3	5,3
	Västerbotten (n=336)	2,7	4,5	7,0	11,3	17,4	37,5
	Västernorrland (n=144)	2,3	2,9	4,1	6,4	8,8	33,1
	Västmanland (n=36)	0,7	1,0	1,5	2,3	4,0	12,0
	Västra Götaland (n=151)	0,5	0,9	1,4	3,1	6,5	19,0
	Örebro (n=60)	0,6	0,7	1,0	4,4	12,2	24,0
	Östergötland (n=79)	2,1	3,0	5,0	10,3	15,1	27,2
Guld, µg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Au, Gold	Blekinge (n=19)	0,6	0,9	1,4	2,7	4,6	6,2
DL: 0,1 ppb	Dalarna (n=182)	<DL	0,2	0,5	0,9	1,5	3,2
	Gotland (n=16)	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1	1,5
	Gävleborg (n=128)	0,2	0,5	1,0	1,6	2,7	14,7
	Halland (n=26)	<DL	<DL	0,1	0,4	0,6	0,7
	Jämtland (n=306)	<DL	0,3	0,6	1,0	1,6	4,7
	Jönköping (n=71)	<DL	0,1	0,5	0,9	2,7	27,8
	Kalmar (n=76)	<DL	0,2	0,7	1,2	1,9	9,1
	Kronoberg (n=61)	<DL	0,2	1,0	2,5	4,8	53,9
	Norrbottnen (n=545)	<DL	0,2	0,6	1,2	2,2	8,2
	Skåne (n=61)	<DL	<DL	0,5	1,0	1,3	4,0
	Stockholm (n=50)	0,3	0,6	1,2	2,4	3,7	7,2
	Södermanland (n=46)	0,4	0,7	1,2	1,9	4,7	40,8
	Uppsala (n=58)	0,1	0,2	0,6	0,9	1,5	2,4
	Värmland (n=127)	<DL	0,1	0,4	0,8	1,4	11,5
	Västerbotten (n=336)	0,4	0,7	1,2	2,1	3,7	11,1
	Västernorrland (n=144)	0,3	0,5	0,9	1,3	2,0	5,2
	Västmanland (n=36)	<DL	0,2	0,7	1,1	2,1	23,1
	Västra Götaland (n=151)	<DL	0,1	0,4	0,7	1,5	5,8
	Örebro (n=60)	<DL	0,2	0,5	0,8	1,4	3,4
	Östergötland (n=79)	0,2	0,3	0,7	1,2	1,6	7,2
Barium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ba, Barium	Blekinge (n=19)	20	40	51	69	93	119
DL: 1 ppm	Dalarna (n=182)	17	22	34	50	74	110
	Gotland (n=16)	21	29	57	67	78	84
	Gävleborg (n=128)	23	28	41	58	75	112
	Halland (n=26)	27	30	49	62	84	192
	Jämtland (n=306)	34	46	64	86	113	154
	Jönköping (n=71)	22	33	45	62	89	133
	Kalmar (n=76)	22	30	49	66	91	211
	Kronoberg (n=61)	17	19	29	48	69	86
	Norrbottnen (n=545)	27	40	57	81	108	238
	Skåne (n=61)	21	31	60	99	131	266
	Stockholm (n=50)	20	28	37	59	76	292
	Södermanland (n=46)	18	28	37	55	83	267
	Uppsala (n=58)	19	25	34	45	63	103
	Värmland (n=127)	18	22	31	52	70	164
	Västerbotten (n=336)	34	46	63	90	121	232
	Västernorrland (n=144)	26	34	46	66	88	129
	Västmanland (n=36)	17	20	27	43	61	90
	Västra Götaland (n=151)	22	31	52	74	100	161
	Örebro (n=60)	12	17	25	34	44	70
	Östergötland (n=79)	26	36	51	66	93	137

Beryllium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Be, Beryllium	Blekinge (n=19)	0,3	0,4	0,4	0,8	0,9	1,3
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,3	0,3	0,5	0,7	1,0	1,7
	Gotland (n=16)	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3
	Gävleborg (n=128)	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,5
	Halland (n=26)	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
	Jämtland (n=306)	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,9
	Jönköping (n=71)	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	2,7
	Kalmar (n=76)	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5
	Kronoberg (n=61)	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1,4
	Norrbottn (n=545)	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,8
	Skåne (n=61)	0,3	0,5	0,8	1,2	1,5	1,6
	Stockholm (n=50)	0,4	0,5	0,8	1,0	1,4	1,9
	Södermanland (n=46)	0,5	0,6	0,8	0,9	1,3	1,8
	Uppsala (n=58)	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6
	Värmland (n=127)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,6
	Västerbottn (n=336)	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,4
	Västernorrland (n=144)	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,6
	Västmanland (n=36)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6
	Västra Götaland (n=151)	0,3	0,5	0,6	0,7	1,0	1,5
	Örebro (n=60)	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2
	Östergötland (n=79)	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	2,2
Vismut, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Bi, Bismuth	Blekinge (n=19)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,9
	Gotland (n=16)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	Gävleborg (n=128)	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	1,6
	Halland (n=26)	<DL	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	Jämtland (n=306)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	1,3
	Jönköping (n=71)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
	Kalmar (n=76)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,6
	Kronoberg (n=61)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6
	Norrbottn (n=545)	<DL	<DL	0,1	0,1	0,2	0,3
	Skåne (n=61)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5
	Stockholm (n=50)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	1,3
	Södermanland (n=46)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,8
	Uppsala (n=58)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	1,1
	Värmland (n=127)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
	Västerbottn (n=336)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8
	Västernorrland (n=144)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	1,9
	Västmanland (n=36)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,9	2,5
	Västra Götaland (n=151)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
	Örebro (n=60)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	1,9
	Östergötland (n=79)	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5	1,0
Kalcium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ca, Calcium	Blekinge (n=19)	3 493	3 802	4 272	5 194	5 612	8 088
DL: 50 ppm	Dalarna (n=182)	1 097	1 816	2 731	3 661	4 718	7 149
	Gotland (n=16)	109 156	118 533	161 869	218 144	226 287	291 716
	Gävleborg (n=128)	3 204	3 691	4 252	4 901	5 669	6 712
	Halland (n=26)	3 700	5 010	5 984	7 017	7 522	8 618
	Jämtland (n=306)	2 403	3 327	4 320	5 518	6 872	29 046
	Jönköping (n=71)	2 115	3 174	4 372	5 489	6 283	8 588
	Kalmar (n=76)	2 308	2 797	3 989	5 564	8 883	232 463
	Kronoberg (n=61)	3 322	4 257	4 955	5 729	6 556	8 270
	Norrbottn (n=545)	3 933	4 829	5 903	6 995	7 933	10 391
	Skåne (n=61)	2 101	3 325	4 135	5 038	6 020	122 362
	Stockholm (n=50)	3 034	3 781	4 807	6 109	11 400	84 939
	Södermanland (n=46)	1 637	2 541	3 094	4 235	5 422	42 467
	Uppsala (n=58)	4 177	4 679	5 780	8 322	35 880	114 451
	Värmland (n=127)	3 146	3 572	4 324	5 002	5 616	8 973
	Västerbottn (n=336)	3 053	3 722	4 409	5 140	5 860	7 207
	Västernorrland (n=144)	2 917	3 535	4 090	4 992	5 387	6 761
	Västmanland (n=36)	2 651	2 982	3 845	4 521	6 064	7 051
	Västra Götaland (n=151)	2 890	3 620	4 589	5 600	6 644	89 719
	Örebro (n=60)	2 062	2 604	3 082	3 468	4 097	6 374
	Östergötland (n=79)	1 826	2 489	3 141	4 184	6 110	25 957

Kadmium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Cd, Cadmium	Blekinge (n=19)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,13
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,03	0,04	0,06	0,07	0,10	0,21
LOQactual: 0,025 ppm	Gotland (n=16)	0,08	0,10	0,16	0,22	0,24	0,25
	Gävleborg (n=128)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,15
	Halland (n=26)	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10	0,12
	Jämtland (n=306)	0,05	0,07	0,10	0,16	0,26	0,69
	Jönköping (n=71)	0,05	0,07	0,08	0,10	0,13	0,17
	Kalmar (n=76)	0,05	0,06	0,07	0,09	0,14	0,34
	Kronoberg (n=61)	0,05	0,06	0,07	0,10	0,12	0,21
	Norrbottnen (n=545)	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	0,29
	Skåne (n=61)	0,05	0,07	0,11	0,18	0,29	0,39
	Stockholm (n=50)	0,04	0,06	0,08	0,12	0,14	0,23
	Södermanland (n=46)	0,04	0,05	0,07	0,10	0,12	0,26
	Uppsala (n=58)	0,04	0,05	0,07	0,09	0,13	0,33
	Värmland (n=127)	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,19
	Västerbotten (n=336)	0,07	0,09	0,11	0,14	0,17	0,31
	Västernorrland (n=144)	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,21
	Västmanland (n=36)	0,03	0,04	0,06	0,09	0,13	0,18
	Västra Götaland (n=151)	0,05	0,06	0,08	0,11	0,14	0,37
	Örebro (n=60)	0,03	0,03	0,05	0,08	0,14	0,37
	Östergötland (n=79)	0,05	0,07	0,09	0,16	0,29	0,49
Cerium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ce, Cerium	Blekinge (n=19)	55	60	69	134	180	331
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	35	42	57	75	99	139
	Gotland (n=16)	34	39	47	50	55	65
	Gävleborg (n=128)	53	62	76	93	130	223
	Halland (n=26)	55	70	75	93	114	147
	Jämtland (n=306)	54	65	80	99	123	204
	Jönköping (n=71)	46	58	70	94	137	261
	Kalmar (n=76)	44	67	93	132	172	275
	Kronoberg (n=61)	52	59	67	84	112	193
	Norrbottnen (n=545)	52	65	81	102	128	218
	Skåne (n=61)	53	64	77	98	152	198
	Stockholm (n=50)	57	65	76	105	131	182
	Södermanland (n=46)	54	72	87	103	147	229
	Uppsala (n=58)	54	63	73	89	109	132
	Värmland (n=127)	45	53	62	76	106	144
	Västerbotten (n=336)	52	63	74	89	110	200
	Västernorrland (n=144)	61	69	79	91	103	128
	Västmanland (n=36)	52	59	74	82	120	150
	Västra Götaland (n=151)	48	59	71	93	123	188
	Örebro (n=60)	35	41	53	69	91	130
	Östergötland (n=79)	59	69	91	118	151	248
Kobolt, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Co, Cobalt	Blekinge (n=19)	3	4	5	6	7	7
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	2	2	3	5	7	13
	Gotland (n=16)	3	4	6	7	8	10
	Gävleborg (n=128)	3	5	6	8	10	15
	Halland (n=26)	5	6	8	9	10	20
	Jämtland (n=306)	5	7	10	14	19	35
	Jönköping (n=71)	4	4	6	8	10	20
	Kalmar (n=76)	3	3	5	7	11	19
	Kronoberg (n=61)	3	3	4	6	8	13
	Norrbottnen (n=545)	4	5	8	11	14	24
	Skåne (n=61)	4	6	9	11	13	30
	Stockholm (n=50)	4	4	6	8	11	20
	Södermanland (n=46)	3	4	5	8	12	28
	Uppsala (n=58)	4	5	6	8	10	22
	Värmland (n=127)	2	2	3	5	7	12
	Västerbotten (n=336)	3	5	7	11	15	28
	Västernorrland (n=144)	3	4	6	9	12	18
	Västmanland (n=36)	2	3	5	5	7	10
	Västra Götaland (n=151)	3	4	6	9	12	23
	Örebro (n=60)	2	2	3	4	7	10
	Östergötland (n=79)	4	5	7	9	11	19

Krom, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Cr, Chromium	Blekinge (n=19)	10	12	13	14	15	18
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	6	8	10	13	18	38
	Gotland (n=16)	9	14	18	23	30	35
	Gävleborg (n=128)	12	14	20	27	33	51
	Halland (n=26)	10	12	16	20	21	48
	Jämtland (n=306)	12	18	25	33	42	74
	Jönköping (n=71)	8	10	14	23	29	70
	Kalmar (n=76)	8	10	14	22	36	63
	Kronoberg (n=61)	7	9	15	20	31	41
	Norrbottn (n=545)	15	20	28	43	60	104
	Skåne (n=61)	8	11	23	36	48	68
	Stockholm (n=50)	12	15	21	35	50	70
	Södermanland (n=46)	11	17	22	30	36	69
	Uppsala (n=58)	12	16	19	25	32	102
	Värmland (n=127)	5	6	8	12	19	29
	Västerbotten (n=336)	15	21	30	38	49	72
	Västernorrland (n=144)	14	18	22	30	37	55
	Västmanland (n=36)	8	12	17	21	26	45
	Västra Götaland (n=151)	8	11	14	18	27	61
	Örebro (n=60)	7	8	10	13	17	24
	Östergötland (n=79)	11	13	20	29	43	81
Cesium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Cs, Cesium	Blekinge (n=19)	0,6	0,7	1,2	1,7	2,1	2,5
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,4	0,6	0,8	1,2	1,8	3,9
	Gotland (n=16)	0,6	0,9	1,4	1,8	2,0	2,8
	Gävleborg (n=128)	0,7	0,8	1,5	2,4	3,6	5,5
	Halland (n=26)	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,6
	Jämtland (n=306)	1,0	1,5	2,2	3,1	4,1	6,8
	Jönköping (n=71)	0,6	0,7	1,1	1,6	2,1	7,9
	Kalmar (n=76)	0,5	0,8	1,4	2,1	2,8	3,9
	Kronoberg (n=61)	0,2	0,3	0,5	0,9	1,5	2,5
	Norrbottn (n=545)	0,4	0,6	0,8	1,2	1,8	4,2
	Skåne (n=61)	0,3	0,8	1,9	2,8	3,3	4,9
	Stockholm (n=50)	0,7	0,9	1,4	2,2	3,2	4,9
	Södermanland (n=46)	0,8	1,1	1,9	2,4	3,1	5,6
	Uppsala (n=58)	0,7	0,9	1,1	2,0	2,8	4,5
	Värmland (n=127)	0,3	0,5	0,8	1,4	2,6	5,1
	Västerbotten (n=336)	0,8	1,2	1,9	2,4	3,2	5,9
	Västernorrland (n=144)	1,1	1,6	2,3	3,4	4,3	7,8
	Västmanland (n=36)	0,5	0,7	1,2	2,2	3,2	4,5
	Västra Götaland (n=151)	0,7	1,0	1,6	2,6	4,0	7,1
	Örebro (n=60)	0,3	0,5	0,8	1,3	1,6	2,3
	Östergötland (n=79)	1,1	1,6	2,2	3,1	4,0	5,9
Koppar, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Cu, Copper	Blekinge (n=19)	5	6	9	12	13	16
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	2	3	5	10	16	27
	Gotland (n=16)	5	8	11	13	14	24
	Gävleborg (n=128)	6	10	14	20	33	76
	Halland (n=26)	9	11	16	22	32	36
	Jämtland (n=306)	6	12	22	35	54	98
	Jönköping (n=71)	6	7	12	17	22	40
	Kalmar (n=76)	4	6	9	13	19	48
	Kronoberg (n=61)	4	5	8	13	18	26
	Norrbottn (n=545)	7	10	16	28	44	110
	Skåne (n=61)	4	7	15	23	29	34
	Stockholm (n=50)	5	8	11	18	28	80
	Södermanland (n=46)	3	6	10	17	28	119
	Uppsala (n=58)	6	7	10	13	17	43
	Värmland (n=127)	2	3	6	11	17	39
	Västerbotten (n=336)	9	13	19	29	46	88
	Västernorrland (n=144)	6	10	15	22	28	53
	Västmanland (n=36)	3	5	6	12	16	19
	Västra Götaland (n=151)	5	8	15	24	37	57
	Örebro (n=60)	2	4	7	10	17	43
	Östergötland (n=79)	6	11	17	26	33	85

Dysprosium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Dy, Dysprosium	Blekinge (n=19)	2,4	2,7	3,4	5,3	7,3	7,6
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	1,8	2,0	2,7	3,4	4,5	6,9
	Gotland (n=16)	2,0	2,3	2,4	2,7	3,2	3,7
	Gävleborg (n=128)	3,2	3,5	4,2	5,2	6,3	8,9
	Halland (n=26)	3,2	3,7	4,1	4,9	5,4	6,0
	Jämtland (n=306)	2,4	2,8	3,4	4,2	5,6	9,4
	Jönköping (n=71)	2,2	2,6	3,1	4,2	5,7	12,3
	Kalmar (n=76)	2,4	2,8	3,4	4,1	4,8	5,3
	Kronoberg (n=61)	2,4	2,6	3,0	3,8	4,4	5,5
	Norrbottnen (n=545)	2,6	3,0	3,7	4,7	5,7	8,1
	Skåne (n=61)	2,6	3,4	4,0	5,2	6,3	8,8
	Stockholm (n=50)	2,9	3,5	3,8	4,4	4,9	8,0
	Södermanland (n=46)	2,5	3,1	4,0	4,5	5,2	7,9
	Uppsala (n=58)	3,2	3,5	3,9	4,5	4,9	7,6
	Värmland (n=127)	2,6	3,0	3,3	3,9	4,9	8,4
	Västerbotten (n=336)	2,6	2,9	3,3	3,9	4,6	6,1
	Västernorrland (n=144)	3,0	3,2	3,8	4,2	4,8	6,1
	Västmanland (n=36)	2,9	3,3	3,7	4,5	5,9	6,4
	Västra Götaland (n=151)	2,8	3,3	3,9	4,6	5,8	8,6
	Örebro (n=60)	2,3	2,6	3,1	3,5	4,3	5,2
	Östergötland (n=79)	2,4	3,0	3,9	5,0	6,0	10,1
Erbium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Er, Erbium	Blekinge (n=19)	1,3	1,5	1,9	3,0	3,9	4,2
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,9	1,0	1,5	1,9	2,5	3,9
	Gotland (n=16)	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6	1,9
	Gävleborg (n=128)	1,6	1,9	2,2	2,7	3,3	5,0
	Halland (n=26)	1,9	2,1	2,4	2,8	3,1	3,6
	Jämtland (n=306)	1,3	1,5	1,8	2,2	3,0	5,0
	Jönköping (n=71)	1,2	1,4	1,7	2,4	3,1	7,1
	Kalmar (n=76)	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,7
	Kronoberg (n=61)	1,3	1,4	1,7	2,2	2,5	3,0
	Norrbottnen (n=545)	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	4,5
	Skåne (n=61)	1,3	1,9	2,2	2,8	3,4	4,8
	Stockholm (n=50)	1,4	1,6	2,0	2,2	2,6	4,3
	Södermanland (n=46)	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	3,8
	Uppsala (n=58)	1,7	1,8	2,1	2,3	2,7	3,9
	Värmland (n=127)	1,5	1,7	1,9	2,3	3,0	5,2
	Västerbotten (n=336)	1,3	1,5	1,7	2,1	2,4	3,2
	Västernorrland (n=144)	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	3,0
	Västmanland (n=36)	1,6	1,8	2,1	2,4	3,3	3,5
	Västra Götaland (n=151)	1,6	1,9	2,2	2,6	3,3	4,9
	Örebro (n=60)	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,9
	Östergötland (n=79)	1,1	1,4	2,0	2,5	3,1	5,3
Europium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Eu, Europium	Blekinge (n=19)	0,7	0,7	0,8	1,4	1,8	2,1
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
	Gotland (n=16)	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0
	Gävleborg (n=128)	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,2
	Halland (n=26)	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4
	Jämtland (n=306)	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	2,5
	Jönköping (n=71)	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	2,6
	Kalmar (n=76)	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,5
	Kronoberg (n=61)	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	Norrbottnen (n=545)	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,8
	Skåne (n=61)	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,2
	Stockholm (n=50)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	2,1
	Södermanland (n=46)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	2,3
	Uppsala (n=58)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,9
	Värmland (n=127)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,6
	Västerbotten (n=336)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,8
	Västernorrland (n=144)	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3
	Västmanland (n=36)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,4
	Västra Götaland (n=151)	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,8
	Örebro (n=60)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
	Östergötland (n=79)	0,6	0,7	0,8	1,1	1,3	2,3

Järn, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Fe, Iron	Blekinge (n=19)	11 814	13 514	15 542	20 453	23 816	31 168
DL: 5 ppm	Dalarna (n=182)	7 178	9 257	12 122	15 881	21 019	27 853
	Gotland (n=16)	9 780	12 792	15 921	19 051	22 566	28 275
	Gävleborg (n=128)	13 828	16 070	19 543	23 290	27 970	37 106
	Halland (n=26)	16 978	19 199	24 498	27 531	31 870	39 311
	Jämtland (n=306)	13 085	17 071	23 268	29 291	34 844	52 579
	Jönköping (n=71)	12 589	15 400	19 199	23 048	28 805	49 626
	Kalmar (n=76)	12 373	14 806	19 801	24 246	29 347	38 195
	Kronoberg (n=61)	11 472	13 603	15 923	20 031	23 666	32 593
	Norrbottn (n=545)	16 524	20 297	24 996	30 272	35 495	49 031
	Skåne (n=61)	14 641	17 638	26 139	32 639	37 735	48 128
	Stockholm (n=50)	13 835	14 980	19 059	25 986	34 899	45 845
	Södermanland (n=46)	10 672	13 951	19 621	23 368	31 432	57 607
	Uppsala (n=58)	12 883	14 625	17 683	23 567	30 730	54 235
	Värmland (n=127)	8 675	10 497	12 334	16 382	21 508	29 114
	Västerbotten (n=336)	12 042	14 883	20 089	25 617	32 000	49 703
	Västernorrland (n=144)	9 677	12 487	17 039	22 376	26 352	33 798
	Västmanland (n=36)	10 351	11 406	15 298	20 158	22 925	28 308
	Västra Götaland (n=151)	11 170	14 887	19 145	24 225	29 181	43 304
	Örebro (n=60)	7 806	10 238	12 144	15 239	20 283	27 061
	Östergötland (n=79)	15 357	19 395	23 967	29 047	34 199	44 716
Gallium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ga, Gallium	Blekinge (n=19)	3	3	4	6	7	8
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	1	2	3	4	6	8
	Gotland (n=16)	2	3	4	5	6	7
	Gävleborg (n=128)	3	4	5	6	8	10
	Halland (n=26)	3	4	5	6	7	8
	Jämtland (n=306)	3	4	5	6	7	10
	Jönköping (n=71)	3	4	4	6	7	10
	Kalmar (n=76)	3	3	5	6	8	11
	Kronoberg (n=61)	2	3	3	4	6	9
	Norrbottn (n=545)	3	4	5	6	7	11
	Skåne (n=61)	3	3	6	7	8	10
	Stockholm (n=50)	4	4	6	8	10	13
	Södermanland (n=46)	3	4	6	7	9	14
	Uppsala (n=58)	3	4	5	6	8	12
	Värmland (n=127)	2	2	3	4	6	9
	Västerbotten (n=336)	3	4	5	6	7	9
	Västernorrland (n=144)	3	3	5	6	7	9
	Västmanland (n=36)	3	4	5	6	7	8
	Västra Götaland (n=151)	3	4	5	6	7	11
	Örebro (n=60)	2	2	3	4	4	6
	Östergötland (n=79)	4	5	6	8	9	15
Gadolinium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Gd, Gadolinium	Blekinge (n=19)	3,0	3,2	3,9	6,3	9,1	9,7
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	2,1	2,5	3,1	4,0	5,3	7,8
	Gotland (n=16)	2,8	3,1	3,4	3,8	4,5	5,0
	Gävleborg (n=128)	3,8	4,2	5,2	6,2	7,3	11,6
	Halland (n=26)	3,6	4,1	4,5	5,2	6,2	7,1
	Jämtland (n=306)	3,0	3,5	4,4	5,6	7,5	11,9
	Jönköping (n=71)	2,8	3,2	3,7	4,7	6,4	14,3
	Kalmar (n=76)	3,0	3,3	4,0	4,8	5,9	7,0
	Kronoberg (n=61)	2,9	3,2	3,5	4,2	5,3	6,8
	Norrbottn (n=545)	3,2	3,7	4,5	5,4	6,6	8,9
	Skåne (n=61)	3,3	3,9	5,1	6,7	7,8	10,8
	Stockholm (n=50)	3,8	4,4	4,9	6,1	7,4	10,5
	Södermanland (n=46)	3,4	4,4	5,3	6,4	7,2	11,6
	Uppsala (n=58)	4,1	4,4	4,9	5,7	6,7	10,7
	Värmland (n=127)	2,9	3,2	3,7	4,5	5,5	8,7
	Västerbotten (n=336)	3,2	3,7	4,3	5,1	6,2	8,3
	Västernorrland (n=144)	4,1	4,4	5,0	5,7	6,5	8,4
	Västmanland (n=36)	3,4	3,8	4,3	5,3	6,9	8,1
	Västra Götaland (n=151)	3,2	3,7	4,4	5,2	6,2	9,6
	Örebro (n=60)	2,5	3,0	3,4	4,2	5,1	6,6
	Östergötland (n=79)	3,4	4,0	5,1	6,5	7,4	12,3

Hafnium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Hf, Hafnium	Blekinge (n=19)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3
	Gotland (n=16)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6
	Gävleborg (n=128)	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1
	Halland (n=26)	<DL	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
	Jämtland (n=306)	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7	1,2
	Jönköping (n=71)	<DL	0,1	0,2	0,4	0,5	1,1
	Kalmar (n=76)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,0
	Kronoberg (n=61)	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7
	Norrbottn (n=545)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	1,2
	Skåne (n=61)	<DL	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	Stockholm (n=50)	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8
	Södermanland (n=46)	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8
	Uppsala (n=58)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9
	Värmland (n=127)	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8
	Västerbotten (n=336)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	1,1
	Västernorrland (n=144)	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7
	Västmanland (n=36)	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
	Västra Götaland (n=151)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7
	Örebro (n=60)	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9
	Östergötland (n=79)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	1,0
Holmium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ho, Holmium	Blekinge (n=19)	0,5	0,5	0,7	1,0	1,4	1,5
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,4
	Gotland (n=16)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
	Gävleborg (n=128)	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,8
	Halland (n=26)	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2
	Jämtland (n=306)	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,8
	Jönköping (n=71)	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	2,5
	Kalmar (n=76)	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0
	Kronoberg (n=61)	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1
	Norrbottn (n=545)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6
	Skåne (n=61)	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,8
	Stockholm (n=50)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,6
	Södermanland (n=46)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,5
	Uppsala (n=58)	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5
	Värmland (n=127)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,8
	Västerbotten (n=336)	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,2
	Västernorrland (n=144)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2
	Västmanland (n=36)	0,6	0,6	0,7	0,9	1,2	1,3
	Västra Götaland (n=151)	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,7
	Örebro (n=60)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
	Östergötland (n=79)	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	2,0
Kalium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
K, Potassium	Blekinge (n=19)	783	855	1128	1588	2416	3083
DL: 50 ppm	Dalarna (n=182)	384	483	735	1072	1467	3577
	Gotland (n=16)	1408	1962	3104	4163	5065	5984
	Gävleborg (n=128)	844	1135	1601	2381	3216	6123
	Halland (n=26)	802	877	1182	1724	1974	2625
	Jämtland (n=306)	1123	1621	2191	3227	4150	7497
	Jönköping (n=71)	615	887	1260	1776	2595	5687
	Kalmar (n=76)	465	631	964	1888	2816	6040
	Kronoberg (n=61)	433	545	759	1080	1723	2402
	Norrbottn (n=545)	785	1030	1497	2185	3164	6230
	Skåne (n=61)	533	842	1821	3730	4720	6498
	Stockholm (n=50)	944	1167	1500	2891	4588	5966
	Södermanland (n=46)	700	1214	1658	2682	3501	5850
	Uppsala (n=58)	794	967	1311	1810	3108	4135
	Värmland (n=127)	450	605	943	1674	2469	4846
	Västerbotten (n=336)	1037	1521	2181	2997	4158	7338
	Västernorrland (n=144)	910	1280	1913	2511	3217	5549
	Västmanland (n=36)	545	634	917	1392	2136	2644
	Västra Götaland (n=151)	811	1099	1649	2425	3512	6539
	Örebro (n=60)	390	511	807	1155	1611	2350
	Östergötland (n=79)	832	1199	1600	2815	4672	5605

Lantan, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
La, Lanthanum	Blekinge (n=19)	26	29	36	62	93	98
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	16	18	23	29	35	56
	Gotland (n=16)	16	20	22	24	27	31
	Gävleborg (n=128)	25	27	33	38	47	88
	Halland (n=26)	25	30	33	35	41	64
	Jämtland (n=306)	22	26	34	42	52	85
	Jönköping (n=71)	21	24	29	36	56	111
	Kalmar (n=76)	20	28	36	44	55	79
	Kronoberg (n=61)	22	25	29	37	48	59
	Norrbottn (n=545)	23	28	35	43	54	84
	Skåne (n=61)	24	29	36	46	65	90
	Stockholm (n=50)	27	31	37	46	67	87
	Södermanland (n=46)	26	32	40	48	54	118
	Uppsala (n=58)	25	29	33	38	50	73
	Värmland (n=127)	21	24	27	34	46	65
	Västerbotten (n=336)	21	26	31	38	47	67
	Västernorrland (n=144)	28	30	34	39	46	58
	Västmanland (n=36)	22	25	30	37	42	75
	Västra Götaland (n=151)	21	24	29	35	45	77
	Örebro (n=60)	16	18	22	26	34	51
	Östergötland (n=79)	27	30	35	47	57	110
Litium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Li, Lithium	Blekinge (n=19)	5	5	8	13	15	17
DL: 1 ppm	Dalarna (n=182)	2	3	5	8	11	26
	Gotland (n=16)	6	10	14	19	21	23
	Gävleborg (n=128)	7	8	12	18	26	41
	Halland (n=26)	4	5	6	7	11	16
	Jämtland (n=306)	6	9	15	22	28	53
	Jönköping (n=71)	5	6	9	11	17	33
	Kalmar (n=76)	4	6	11	16	21	27
	Kronoberg (n=61)	2	3	4	7	13	19
	Norrbottn (n=545)	6	7	10	14	19	39
	Skåne (n=61)	3	5	12	21	25	41
	Stockholm (n=50)	8	10	14	20	26	44
	Södermanland (n=46)	6	11	15	19	25	38
	Uppsala (n=58)	6	8	10	15	23	41
	Värmland (n=127)	3	4	6	10	16	29
	Västerbotten (n=336)	8	12	16	20	25	42
	Västernorrland (n=144)	9	13	18	24	30	44
	Västmanland (n=36)	4	5	8	15	20	26
	Västra Götaland (n=151)	4	6	8	11	20	32
	Örebro (n=60)	3	3	5	8	11	17
	Östergötland (n=79)	8	11	14	21	26	40
Lutetium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Lu, Lutetium	Blekinge (n=19)	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	Gotland (n=16)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
	Gävleborg (n=128)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
	Halland (n=26)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
	Jämtland (n=306)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7
	Jönköping (n=71)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,9
	Kalmar (n=76)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Kronoberg (n=61)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Norrbottn (n=545)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
	Skåne (n=61)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
	Stockholm (n=50)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6
	Södermanland (n=46)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5
	Uppsala (n=58)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5
	Värmland (n=127)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
	Västerbotten (n=336)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Västernorrland (n=144)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
	Västmanland (n=36)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
	Västra Götaland (n=151)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,7
	Örebro (n=60)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Östergötland (n=79)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6

Magnesium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Mg, Magnesium	Blekinge (n=19)	1480	1628	2895	3399	3846	4180
DL: 5 ppm	Dalarna (n=182)	702	1009	1486	2609	4481	8187
	Gotland (n=16)	4244	6858	8232	9441	13109	15113
	Gävleborg (n=128)	2279	2913	3725	5216	6876	9404
	Halland (n=26)	2474	3235	4533	5319	6018	9172
	Jämtland (n=306)	2640	3725	5019	6825	9022	25886
	Jönköping (n=71)	1666	2181	3364	4330	5910	8595
	Kalmar (n=76)	1210	1735	3011	4669	7919	11477
	Kronoberg (n=61)	1130	1425	2183	3390	3882	8938
	Norrbottnen (n=545)	2193	3082	4326	6120	8012	15634
	Skåne (n=61)	1379	1994	3488	5644	7719	16088
	Stockholm (n=50)	2767	3413	4202	6847	9432	12541
	Södermanland (n=46)	2154	3342	4780	6456	9862	20437
	Uppsala (n=58)	2735	3680	4313	6145	7951	21206
	Värmland (n=127)	920	1319	2018	3375	5032	7425
	Västerbotten (n=336)	2381	3259	4645	6443	8979	16582
	Västernorrland (n=144)	2139	2767	3839	4923	5949	8531
	Västmanland (n=36)	1543	2229	3486	4595	6705	8160
	Västra Götaland (n=151)	1581	2385	3326	4747	6581	10240
	Örebro (n=60)	1090	1304	1708	2602	3123	5815
	Östergötland (n=79)	2224	2906	4093	6020	7471	10555
Mangan, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Mn, Manganese	Blekinge (n=19)	189	205	230	289	388	524
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	99	133	192	255	355	593
	Gotland (n=16)	317	353	435	517	597	735
	Gävleborg (n=128)	189	217	270	328	406	694
	Halland (n=26)	252	315	415	491	548	687
	Jämtland (n=306)	208	285	414	620	944	2458
	Jönköping (n=71)	201	255	331	479	592	1047
	Kalmar (n=76)	169	199	256	348	580	1217
	Kronoberg (n=61)	183	213	259	335	370	549
	Norrbottnen (n=545)	194	225	282	347	423	696
	Skåne (n=61)	228	282	386	511	769	1082
	Stockholm (n=50)	183	221	253	343	437	633
	Södermanland (n=46)	123	169	229	312	467	590
	Uppsala (n=58)	215	254	324	397	521	1120
	Värmland (n=127)	146	183	218	302	395	769
	Västerbotten (n=336)	166	200	270	390	473	680
	Västernorrland (n=144)	146	188	260	355	475	833
	Västmanland (n=36)	131	161	233	274	339	844
	Västra Götaland (n=151)	167	221	340	519	752	2645
	Örebro (n=60)	90	115	160	264	345	730
	Östergötland (n=79)	142	214	279	438	568	1702
Molybden, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Mo, Molybdenum	Blekinge (n=19)	0,2	0,3	0,4	0,6	1,1	1,5
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	<DL	0,1	0,2	0,2	0,4	1,3
LOQactual: 0,1 ppm	Gotland (n=16)	0,1	0,3	0,4	0,7	0,8	1,0
	Gävleborg (n=128)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	2,7
	Halland (n=26)	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	2,7
	Jämtland (n=306)	0,1	0,3	0,7	1,5	3,4	11,2
	Jönköping (n=71)	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	3,9
	Kalmar (n=76)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	1,9
	Kronoberg (n=61)	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8	1,7
	Norrbottnen (n=545)	0,3	0,3	0,5	0,7	1,0	3,6
	Skåne (n=61)	0,2	0,3	0,4	0,7	0,9	2,1
	Stockholm (n=50)	0,2	0,3	0,6	0,8	1,4	2,8
	Södermanland (n=46)	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	2,3
	Uppsala (n=58)	0,2	0,2	0,3	0,5	0,9	1,5
	Värmland (n=127)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	1,0
	Västerbotten (n=336)	0,2	0,4	0,7	1,2	2,0	8,8
	Västernorrland (n=144)	0,2	0,2	0,4	0,5	0,9	1,8
	Västmanland (n=36)	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	1,3
	Västra Götaland (n=151)	0,2	0,3	0,6	1,0	2,2	11,5
	Örebro (n=60)	<DL	0,1	0,2	0,8	2,5	12,9
	Östergötland (n=79)	0,5	0,8	1,4	2,1	4,3	8,4

Natrium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Na, Sodium	Blekinge (n=19)	87	107	120	188	272	413
DL: 50 ppm	Dalarna (n=182)	52	75	113	201	336	898
	Gotland (n=16)	106	127	145	166	207	249
	Gävleborg (n=128)	177	215	269	344	476	845
	Halland (n=26)	353	415	543	759	1071	1334
	Jämtland (n=306)	93	130	194	268	414	669
	Jönköping (n=71)	92	122	171	258	594	1058
	Kalmar (n=76)	85	106	141	179	258	482
	Kronoberg (n=61)	97	139	183	278	384	681
	Norrbottn (n=545)	204	296	399	562	818	1372
	Skåne (n=61)	109	135	173	221	281	382
	Stockholm (n=50)	172	222	283	359	472	1080
	Södermanland (n=46)	127	141	220	287	374	562
	Uppsala (n=58)	196	227	263	317	427	531
	Värmland (n=127)	92	126	226	315	459	880
	Västerbotten (n=336)	172	223	279	363	506	896
	Västernorrland (n=144)	170	206	261	330	398	652
	Västmanland (n=36)	134	151	210	255	305	421
	Västra Götaland (n=151)	142	187	283	428	581	1026
	Örebro (n=60)	79	118	146	186	225	430
	Östergötland (n=79)	95	111	142	187	228	484
Niob, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Nb, Niobium	Blekinge (n=19)	2,4	2,8	3,8	4,2	4,6	6,7
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	1,3	1,9	3,1	4,2	5,3	7,0
	Gotland (n=16)	0,6	1,0	1,0	1,1	1,5	2,0
	Gävleborg (n=128)	2,7	3,1	3,8	4,6	5,5	8,2
	Halland (n=26)	2,8	3,7	4,7	5,3	5,9	6,3
	Jämtland (n=306)	1,3	1,9	2,7	3,5	4,5	6,8
	Jönköping (n=71)	2,3	3,0	3,6	4,3	4,7	6,1
	Kalmar (n=76)	1,6	3,2	4,8	6,1	7,8	9,6
	Kronoberg (n=61)	2,6	3,2	3,6	4,1	4,6	5,5
	Norrbottn (n=545)	2,6	3,4	4,1	4,9	5,7	8,9
	Skåne (n=61)	1,0	1,5	2,6	3,3	3,7	5,9
	Stockholm (n=50)	2,6	3,2	3,9	4,7	5,3	5,8
	Södermanland (n=46)	2,6	3,1	3,9	4,8	5,7	6,4
	Uppsala (n=58)	2,2	2,7	3,4	4,2	4,8	6,0
	Värmland (n=127)	3,9	4,6	5,5	6,5	8,1	11,0
	Västerbotten (n=336)	1,7	2,2	2,9	3,6	4,3	5,6
	Västernorrland (n=144)	2,2	2,5	3,1	3,8	4,4	5,6
	Västmanland (n=36)	2,9	3,8	4,7	5,6	7,2	10,2
	Västra Götaland (n=151)	3,1	4,1	5,2	6,5	7,7	10,7
	Örebro (n=60)	2,3	2,8	3,5	4,4	4,9	7,3
	Östergötland (n=79)	2,2	3,3	4,0	4,6	5,8	8,0
Neodym, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Nd, Neodymium	Blekinge (n=19)	21	23	28	47	73	80
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	14	17	20	26	32	43
	Gotland (n=16)	17	18	21	24	26	29
	Gävleborg (n=128)	22	25	31	36	42	79
	Halland (n=26)	23	27	30	32	38	53
	Jämtland (n=306)	20	24	31	38	46	80
	Jönköping (n=71)	18	22	25	32	45	98
	Kalmar (n=76)	20	24	30	35	43	55
	Kronoberg (n=61)	20	22	25	29	37	44
	Norrbottn (n=545)	21	25	30	36	44	64
	Skåne (n=61)	22	26	32	41	55	76
	Stockholm (n=50)	26	28	31	41	59	74
	Södermanland (n=46)	22	27	35	41	49	91
	Uppsala (n=58)	24	27	30	34	44	68
	Värmland (n=127)	19	21	24	30	38	58
	Västerbotten (n=336)	20	24	28	34	42	59
	Västernorrland (n=144)	26	28	32	36	44	55
	Västmanland (n=36)	20	23	27	31	38	59
	Västra Götaland (n=151)	20	22	27	33	40	67
	Örebro (n=60)	14	17	20	24	30	44
	Östergötland (n=79)	24	26	32	42	46	83

Nickel, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ni, Nickel	Blekinge (n=19)	3	5	6	7	8	8
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	3	4	5	7	11	23
	Gotland (n=16)	7	11	15	20	21	27
	Gävleborg (n=128)	5	6	9	14	18	31
	Halland (n=26)	7	8	11	13	15	26
	Jämtland (n=306)	7	12	22	34	47	93
	Jönköping (n=71)	6	7	10	14	22	28
	Kalmar (n=76)	4	5	8	14	21	52
	Kronoberg (n=61)	3	4	5	8	14	26
	Norrbottnen (n=545)	5	8	12	19	26	52
	Skåne (n=61)	5	6	16	28	41	92
	Stockholm (n=50)	5	7	11	17	24	46
	Södermanland (n=46)	5	8	11	15	20	95
	Uppsala (n=58)	5	7	8	11	16	28
	Värmland (n=127)	2	3	5	7	11	17
	Västerbotten (n=336)	7	12	19	28	47	90
	Västernorrland (n=144)	8	11	16	23	27	42
	Västmanland (n=36)	3	5	7	8	12	19
	Västra Götaland (n=151)	4	7	10	16	24	46
	Örebro (n=60)	3	3	5	8	12	28
	Östergötland (n=79)	7	10	14	20	32	48
Fosfor, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
P, Phosphorus	Blekinge (n=19)	532	683	840	955	1088	1947
DL: 5 ppm	Dalarna (n=182)	225	326	428	531	643	793
	Gotland (n=16)	257	303	353	408	461	656
	Gävleborg (n=128)	427	544	662	815	915	1359
	Halland (n=26)	708	879	1060	1291	1467	1632
	Jämtland (n=306)	411	563	733	872	991	1513
	Jönköping (n=71)	554	746	859	974	1159	1817
	Kalmar (n=76)	349	528	789	1010	1282	1544
	Kronoberg (n=61)	569	675	820	1015	1114	1457
	Norrbottnen (n=545)	714	864	970	1139	1327	1915
	Skåne (n=61)	365	545	773	948	1088	1960
	Stockholm (n=50)	411	510	619	742	941	1085
	Södermanland (n=46)	204	331	453	619	753	3160
	Uppsala (n=58)	564	648	725	834	1139	1801
	Värmland (n=127)	405	539	716	831	981	1132
	Västerbotten (n=336)	607	745	881	974	1137	1452
	Västernorrland (n=144)	635	752	893	970	1113	1400
	Västmanland (n=36)	292	416	536	692	828	1569
	Västra Götaland (n=151)	428	612	795	968	1094	1497
	Örebro (n=60)	235	301	415	589	762	973
	Östergötland (n=79)	309	457	758	970	1178	1772
Bly, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Pb, Lead	Blekinge (n=19)	7	8	10	13	15	17
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	6	7	10	14	19	37
	Gotland (n=16)	8	10	14	16	21	27
	Gävleborg (n=128)	6	7	9	12	17	35
	Halland (n=26)	4	5	6	7	8	12
	Jämtland (n=306)	7	10	15	20	26	59
	Jönköping (n=71)	5	7	9	12	18	26
	Kalmar (n=76)	8	10	13	18	22	58
	Kronoberg (n=61)	5	5	7	13	23	43
	Norrbottnen (n=545)	4	5	7	10	15	41
	Skåne (n=61)	5	7	14	18	22	64
	Stockholm (n=50)	8	11	13	15	21	56
	Södermanland (n=46)	7	8	11	16	23	38
	Uppsala (n=58)	7	9	10	14	17	59
	Värmland (n=127)	5	6	7	10	14	21
	Västerbotten (n=336)	6	8	12	15	20	44
	Västernorrland (n=144)	6	7	9	12	15	30
	Västmanland (n=36)	7	8	11	14	23	86
	Västra Götaland (n=151)	5	6	8	11	15	23
	Örebro (n=60)	5	6	8	10	16	23
	Östergötland (n=79)	8	10	13	18	26	51

Palladium, µg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Pd, Palladium	Blekinge (n=19)	34	41	60	72	92	179
DL: 500 ppb	Dalarna (n=182)	46	69	98	139	215	422
LOQactual: 4 ppb	Gotland (n=16)	28	38	64	82	164	352
	Gävleborg (n=128)	60	75	99	139	224	454
	Halland (n=26)	10	17	32	43	66	98
	Jämtland (n=306)	33	55	81	129	196	409
	Jönköping (n=71)	21	31	49	87	173	424
	Kalmar (n=76)	41	57	81	114	177	400
	Kronoberg (n=61)	23	32	47	66	143	332
	Norrbottn (n=545)	39	57	85	124	207	390
	Skåne (n=61)	20	28	46	73	117	284
	Stockholm (n=50)	52	74	96	127	229	379
	Södermanland (n=46)	56	69	94	120	155	292
	Uppsala (n=58)	44	59	75	112	154	251
	Värmland (n=127)	31	43	63	101	132	249
	Västerbotten (n=336)	46	65	88	129	203	322
	Västernorrland (n=144)	42	55	71	96	145	385
	Västmanland (n=36)	63	92	116	154	250	354
	Västra Götaland (n=151)	24	35	50	81	143	292
	Örebro (n=60)	48	64	95	152	191	289
	Östergötland (n=79)	39	56	72	105	180	384
Praseodym, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Pr, Praseodymium	Blekinge (n=19)	5,9	6,3	7,9	13,6	20,8	22,9
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	3,9	4,5	5,7	7,0	8,5	12,7
	Gotland (n=16)	4,3	4,8	5,6	6,3	6,7	7,7
	Gävleborg (n=128)	5,9	6,7	8,2	9,5	11,6	21,4
	Halland (n=26)	6,2	7,1	8,0	8,4	10,1	15,3
	Jämtland (n=306)	5,4	6,4	8,3	10,1	12,5	21,7
	Jönköping (n=71)	4,7	6,0	6,9	8,5	12,4	26,5
	Kalmar (n=76)	5,1	6,6	8,4	9,8	12,0	15,7
	Kronoberg (n=61)	5,4	6,1	6,8	7,9	10,2	12,3
	Norrbottn (n=545)	5,6	6,7	8,2	9,9	12,0	18,4
	Skåne (n=61)	5,7	7,0	8,7	11,3	15,3	21,0
	Stockholm (n=50)	6,8	7,5	8,4	10,9	15,8	20,0
	Södermanland (n=46)	6,0	7,3	9,6	11,1	13,1	25,6
	Uppsala (n=58)	6,4	7,2	8,0	9,0	12,1	17,8
	Värmland (n=127)	5,2	5,9	6,7	8,1	10,7	15,7
	Västerbotten (n=336)	5,3	6,3	7,5	9,1	11,3	15,8
	Västernorrland (n=144)	7,0	7,7	8,5	9,5	11,3	14,5
	Västmanland (n=36)	5,4	6,1	7,4	8,6	10,3	16,3
	Västra Götaland (n=151)	5,3	6,0	7,2	8,8	11,0	18,3
	Örebro (n=60)	3,8	4,5	5,5	6,5	8,2	12,2
	Östergötland (n=79)	6,6	7,0	8,5	11,1	12,4	23,4
Rubidium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Rb, Rubidium	Blekinge (n=19)	9	10	13	24	29	37
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	4	5	9	13	18	33
	Gotland (n=16)	9	13	20	28	32	38
	Gävleborg (n=128)	9	13	19	26	40	78
	Halland (n=26)	6	7	9	14	18	22
	Jämtland (n=306)	13	16	22	29	39	63
	Jönköping (n=71)	6	8	13	20	30	68
	Kalmar (n=76)	6	9	14	19	29	50
	Kronoberg (n=61)	4	5	8	13	20	26
	Norrbottn (n=545)	8	11	17	24	33	70
	Skåne (n=61)	6	10	26	37	41	59
	Stockholm (n=50)	9	13	17	34	44	64
	Södermanland (n=46)	10	15	22	32	43	63
	Uppsala (n=58)	8	10	13	20	30	55
	Värmland (n=127)	5	6	9	15	27	57
	Västerbotten (n=336)	10	15	21	29	37	63
	Västernorrland (n=144)	11	15	23	30	39	68
	Västmanland (n=36)	5	7	11	17	22	30
	Västra Götaland (n=151)	8	12	17	24	38	76
	Örebro (n=60)	4	6	9	14	19	30
	Östergötland (n=79)	11	17	23	34	47	65

Rodium, µg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Rh, Rhodium	Blekinge (n=19)	10	11	14	16	18	21
DL: 10 ppb	Dalarna (n=182)	<DL	<DL	<DL	11	14	19
	Gotland (n=16)	18	25	27	34	47	60
	Gävleborg (n=128)	<DL	<DL	11	14	16	26
	Halland (n=26)	<DL	<DL	<DL	11	13	15
	Jämtland (n=306)	<DL	11	15	19	25	46
	Jönköping (n=71)	<DL	<DL	12	14	18	26
	Kalmar (n=76)	<DL	10	13	18	25	34
	Kronoberg (n=61)	<DL	<DL	12	15	18	30
	Norrbottnen (n=545)	<DL	<DL	12	16	20	38
	Skåne (n=61)	<DL	<DL	13	19	23	90
	Stockholm (n=50)	<DL	<DL	12	14	21	32
	Södermanland (n=46)	<DL	<DL	<DL	12	17	46
	Uppsala (n=58)	<DL	<DL	12	15	21	29
	Värmland (n=127)	<DL	<DL	10	13	16	19
	Västerbotten (n=336)	<DL	10	13	17	23	32
	Västernorrland (n=144)	<DL	<DL	10	13	16	22
	Västmanland (n=36)	<DL	<DL	10	13	16	27
	Västra Götaland (n=151)	<DL	<DL	10	13	18	29
	Örebro (n=60)	<DL	<DL	<DL	10	11	17
	Östergötland (n=79)	<DL	<DL	11	14	19	33
Svavel, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
S, Sulphur	Blekinge (n=19)	25	46	63	140	186	334
DL: 50 ppm	Dalarna (n=182)	<LOQactual	<LOQactual	27	49	83	243
LOQactual: 21 ppm	Gotland (n=16)	93	171	217	250	316	384
	Gävleborg (n=128)	<LOQactual	22	34	50	73	179
	Halland (n=26)	46	54	66	105	391	681
	Jämtland (n=306)	<LOQactual	21	30	46	80	222
	Jönköping (n=71)	32	49	80	115	198	574
	Kalmar (n=76)	36	58	95	154	277	451
	Kronoberg (n=61)	27	34	50	96	132	423
	Norrbottnen (n=545)	<LOQactual	21	31	47	73	199
	Skåne (n=61)	36	49	72	110	146	262
	Stockholm (n=50)	33	49	71	152	226	403
	Södermanland (n=46)	30	43	73	98	157	243
	Uppsala (n=58)	31	37	45	98	153	481
	Värmland (n=127)	<LOQactual	25	46	98	170	496
	Västerbotten (n=336)	<LOQactual	21	31	59	123	746
	Västernorrland (n=144)	<LOQactual	<LOQactual	31	52	83	156
	Västmanland (n=36)	23	33	48	85	127	347
	Västra Götaland (n=151)	38	60	95	172	271	843
	Örebro (n=60)	<LOQactual	27	48	88	153	572
	Östergötland (n=79)	56	73	107	184	338	964
Antimon, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Sb, Antimony	Blekinge (n=19)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
	Gotland (n=16)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	Gävleborg (n=128)	<DL	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
	Halland (n=26)	<DL	<DL	<DL	<DL	0,1	0,2
	Jämtland (n=306)	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	1,6
	Jönköping (n=71)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5
	Kalmar (n=76)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
	Kronoberg (n=61)	<DL	<DL	0,1	0,2	0,2	0,4
	Norrbottnen (n=545)	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,9
	Skåne (n=61)	<DL	0,1	0,2	0,3	0,4	0,8
	Stockholm (n=50)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
	Södermanland (n=46)	<DL	<DL	0,1	0,1	0,1	0,4
	Uppsala (n=58)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
	Värmland (n=127)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	Västerbotten (n=336)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8
	Västernorrland (n=144)	<DL	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
	Västmanland (n=36)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
	Västra Götaland (n=151)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	1,0
	Örebro (n=60)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	1,0
	Östergötland (n=79)	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	1,3

Scandium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Sc, Scandium	Blekinge (n=19)	2,7	3,1	3,7	5,1	6,4	6,8
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	1,3	1,9	2,7	3,8	5,2	9,3
	Gotland (n=16)	2,3	2,7	3,8	4,4	5,2	6,9
	Gävleborg (n=128)	3,7	4,4	5,1	6,6	7,7	9,5
	Halland (n=26)	4,2	5,2	5,8	6,8	7,5	8,9
	Jämtland (n=306)	2,9	3,5	4,5	5,7	6,7	10,0
	Jönköping (n=71)	2,7	3,1	3,7	4,9	5,7	9,6
	Kalmar (n=76)	2,3	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4
	Kronoberg (n=61)	2,4	2,9	3,5	4,1	4,9	6,2
	Norrbottn (n=545)	3,4	4,1	5,0	6,0	7,1	9,5
	Skåne (n=61)	2,7	3,4	4,5	6,8	7,8	8,9
	Stockholm (n=50)	4,0	4,8	5,6	7,5	9,4	13,4
	Södermanland (n=46)	2,8	3,8	4,7	6,4	8,5	12,2
	Uppsala (n=58)	3,6	4,6	5,3	6,3	8,2	15,6
	Värmland (n=127)	2,5	2,9	3,7	4,6	6,0	7,8
	Västerbotten (n=336)	3,5	4,0	4,6	5,5	6,3	7,9
	Västernorrland (n=144)	2,8	3,4	4,5	5,4	6,2	8,7
	Västmanland (n=36)	2,7	3,8	4,7	5,3	6,7	8,6
	Västra Götaland (n=151)	3,1	3,8	4,7	5,7	6,8	8,2
	Örebro (n=60)	2,0	2,5	2,8	3,5	4,0	7,1
	Östergötland (n=79)	3,1	3,7	4,7	5,7	7,3	11,0
Samarium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Sm, Samarium	Blekinge (n=19)	3,8	4,0	5,0	8,2	11,9	13,8
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	2,7	3,2	3,9	4,9	6,5	9,1
	Gotland (n=16)	3,3	3,8	4,2	4,7	5,2	5,9
	Gävleborg (n=128)	4,5	5,0	6,2	7,3	8,6	14,5
	Halland (n=26)	4,4	5,0	5,6	6,3	7,5	9,0
	Jämtland (n=306)	3,8	4,5	5,8	7,2	8,9	15,4
	Jönköping (n=71)	3,2	4,2	4,8	6,0	8,1	17,4
	Kalmar (n=76)	3,7	4,2	5,5	6,4	7,5	9,2
	Kronoberg (n=61)	3,6	4,1	4,4	5,3	6,7	7,8
	Norrbottn (n=545)	4,0	4,6	5,5	6,7	8,1	10,7
	Skåne (n=61)	4,0	4,9	6,2	7,9	9,6	14,1
	Stockholm (n=50)	4,9	5,4	6,0	7,9	10,8	14,0
	Södermanland (n=46)	4,3	5,7	6,9	7,9	9,5	15,2
	Uppsala (n=58)	4,9	5,4	6,0	6,8	8,4	12,9
	Värmland (n=127)	3,7	4,0	4,5	5,4	6,9	10,7
	Västerbotten (n=336)	3,9	4,6	5,4	6,5	8,0	10,9
	Västernorrland (n=144)	5,2	5,6	6,2	7,2	8,3	10,5
	Västmanland (n=36)	4,1	4,6	5,5	6,3	8,1	10,6
	Västra Götaland (n=151)	3,8	4,5	5,3	6,2	7,4	12,8
	Örebro (n=60)	3,0	3,7	4,2	4,9	6,4	8,6
	Östergötland (n=79)	4,6	5,0	6,3	8,0	8,7	14,5
Tenn, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Sn, Tin	Blekinge (n=19)	0,9	0,9	1,1	1,9	2,1	2,4
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	0,3	0,5	1,1	1,7	2,3	4,1
LOQactual: 0,2 ppm	Gotland (n=16)	0,4	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0
	Gävleborg (n=128)	1,2	1,4	1,8	2,3	2,6	3,6
	Halland (n=26)	1,0	1,1	1,3	1,5	1,5	1,7
	Jämtland (n=306)	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	3,2
	Jönköping (n=71)	0,8	1,0	1,1	1,4	1,7	2,9
	Kalmar (n=76)	0,7	1,0	1,6	1,9	2,1	2,5
	Kronoberg (n=61)	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	2,1
	Norrbottn (n=545)	0,8	1,0	1,2	1,6	2,2	3,3
	Skåne (n=61)	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	2,9
	Stockholm (n=50)	0,9	1,0	1,3	1,6	1,8	5,0
	Södermanland (n=46)	1,0	1,1	1,5	1,9	2,4	3,7
	Uppsala (n=58)	0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,6
	Värmland (n=127)	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,9
	Västerbotten (n=336)	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6	2,2
	Västernorrland (n=144)	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,5
	Västmanland (n=36)	1,3	1,5	1,6	2,0	2,5	3,0
	Västra Götaland (n=151)	1,0	1,1	1,3	1,6	1,9	2,6
	Örebro (n=60)	1,0	1,1	1,3	1,5	1,9	2,5
	Östergötland (n=79)	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	3,0

Strontium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Sr, Strontium	Blekinge (n=19)	35	41	51	59	63	82
DL: 0,5 ppm	Dalarna (n=182)	10	15	23	29	34	60
	Gotland (n=16)	102	112	145	164	183	213
	Gävleborg (n=128)	17	20	25	29	33	41
	Halland (n=26)	14	15	17	20	23	27
	Jämtland (n=306)	15	20	26	37	43	103
	Jönköping (n=71)	16	22	30	47	65	72
	Kalmar (n=76)	25	32	43	62	96	150
	Kronoberg (n=61)	20	27	41	52	61	85
	Norrbottn (n=545)	19	22	27	33	40	68
	Skåne (n=61)	14	20	24	36	50	288
	Stockholm (n=50)	15	22	25	31	40	76
	Södermanland (n=46)	8	12	17	20	25	88
	Uppsala (n=58)	18	23	29	35	51	102
	Värmland (n=127)	20	24	29	36	48	65
	Västerbotten (n=336)	17	21	27	34	42	60
	Västernorrland (n=144)	12	15	19	23	26	32
	Västmanland (n=36)	14	18	23	26	29	34
	Västra Götaland (n=151)	14	16	21	28	39	128
	Örebro (n=60)	13	14	17	23	30	37
	Östergötland (n=79)	12	16	19	24	32	54
Terbium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Tb, Terbium	Blekinge (n=19)	0,4	0,5	0,6	0,9	1,3	1,4
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2
	Gotland (n=16)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
	Gävleborg (n=128)	0,6	0,6	0,8	0,9	1,1	1,6
	Halland (n=26)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Jämtland (n=306)	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,7
	Jönköping (n=71)	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0	2,1
	Kalmar (n=76)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0
	Kronoberg (n=61)	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0
	Norrbottn (n=545)	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3
	Skåne (n=61)	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,6
	Stockholm (n=50)	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	1,5
	Södermanland (n=46)	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,5
	Uppsala (n=58)	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4
	Värmland (n=127)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,4
	Västerbotten (n=336)	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1
	Västernorrland (n=144)	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2
	Västmanland (n=36)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
	Västra Götaland (n=151)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,4
	Örebro (n=60)	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9
	Östergötland (n=79)	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,8
Tellur, µg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Te, Tellurium	Blekinge (n=19)	12	14	16	24	30	37
DL: 10 ppb	Dalarna (n=182)	<DL	<DL	13	18	25	57
	Gotland (n=16)	<DL	11	12	21	33	38
	Gävleborg (n=128)	<DL	11	16	21	28	190
	Halland (n=26)	15	18	22	31	45	150
	Jämtland (n=306)	10	16	27	48	76	143
	Jönköping (n=71)	12	17	22	27	32	73
	Kalmar (n=76)	12	16	22	29	36	63
	Kronoberg (n=61)	<DL	15	18	22	29	92
	Norrbottn (n=545)	<DL	<DL	13	18	25	59
	Skåne (n=61)	11	19	26	37	50	65
	Stockholm (n=50)	10	15	21	25	35	60
	Södermanland (n=46)	<DL	11	14	22	33	167
	Uppsala (n=58)	10	13	18	23	25	40
	Värmland (n=127)	<DL	<DL	13	18	25	34
	Västerbotten (n=336)	11	14	21	32	47	82
	Västernorrland (n=144)	<DL	12	17	23	31	68
	Västmanland (n=36)	10	12	16	19	26	50
	Västra Götaland (n=151)	11	16	23	38	52	116
	Örebro (n=60)	<DL	<DL	12	19	27	50
	Östergötland (n=79)	13	19	28	43	61	101

Torium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Th, Thorium	Blekinge (n=19)	7,0	8,2	10,5	18,0	23,8	31,2
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	3,4	4,6	7,5	12,8	16,0	24,6
	Gotland (n=16)	4,5	5,2	6,1	7,0	7,8	8,5
	Gävleborg (n=128)	8,3	9,9	12,5	17,5	21,8	37,5
	Halland (n=26)	5,8	6,8	8,1	9,8	11,9	12,4
	Jämtland (n=306)	5,7	7,0	8,7	11,3	14,7	25,4
	Jönköping (n=71)	4,3	5,6	7,5	10,2	13,4	21,5
	Kalmar (n=76)	5,4	8,7	11,7	13,7	17,2	25,2
	Kronoberg (n=61)	5,2	6,0	7,5	9,7	13,8	20,1
	Norrbottn (n=545)	4,7	6,1	8,1	11,1	14,7	26,9
	Skåne (n=61)	6,0	7,1	10,1	12,4	15,8	23,5
	Stockholm (n=50)	9,8	11,2	14,1	17,9	22,5	28,8
	Södermanland (n=46)	10,2	13,8	16,0	19,5	22,7	31,8
	Uppsala (n=58)	9,2	10,7	12,1	14,6	18,0	26,5
	Värmland (n=127)	5,2	6,5	8,1	10,0	13,6	18,9
	Västerbotten (n=336)	5,4	6,9	9,0	11,4	15,6	21,8
	Västernorrland (n=144)	7,0	8,4	10,8	13,6	17,2	24,4
	Västmanland (n=36)	9,8	10,9	13,5	14,9	19,7	37,3
	Västra Götaland (n=151)	5,6	7,2	9,4	11,2	14,0	17,2
	Örebro (n=60)	5,3	6,2	8,2	10,5	13,5	20,3
	Östergötland (n=79)	7,9	9,9	12,2	15,0	17,6	22,6
Titan, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Ti, Titanium	Blekinge (n=19)	1224	1509	1629	1749	2103	2561
DL: 1 ppm	Dalarna (n=182)	722	1087	1340	1704	2005	2553
	Gotland (n=16)	275	353	523	584	754	850
	Gävleborg (n=128)	1269	1465	1723	2026	2331	3031
	Halland (n=26)	1490	1604	2031	2276	2514	2924
	Jämtland (n=306)	784	1185	1621	1952	2451	3762
	Jönköping (n=71)	973	1201	1543	1944	2299	2792
	Kalmar (n=76)	784	1142	1764	2135	2513	3545
	Kronoberg (n=61)	1062	1325	1601	1717	2097	2728
	Norrbottn (n=545)	1634	1949	2369	2798	3149	3912
	Skåne (n=61)	616	836	1155	1431	1561	2053
	Stockholm (n=50)	1068	1330	1469	1881	2261	2991
	Södermanland (n=46)	887	1069	1327	1691	2083	4954
	Uppsala (n=58)	901	1156	1493	1949	2273	3076
	Värmland (n=127)	1256	1444	1677	1984	2298	2936
	Västerbotten (n=336)	1209	1422	1626	1890	2116	2605
	Västernorrland (n=144)	1063	1236	1549	1841	2149	2500
	Västmanland (n=36)	1030	1178	1361	1549	2046	2534
	Västra Götaland (n=151)	1123	1475	1780	2192	2711	3746
	Örebro (n=60)	681	887	1117	1295	1531	1845
	Östergötland (n=79)	846	1113	1439	1729	1986	2893
Tallium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Tl, Thallium	Blekinge (n=19)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	<DL	<DL	0,1	0,1	0,2	0,3
	Gotland (n=16)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
	Gävleborg (n=128)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6
	Halland (n=26)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9
	Jämtland (n=306)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8
	Jönköping (n=71)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,8
	Kalmar (n=76)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5
	Kronoberg (n=61)	<DL	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	Norrbottn (n=545)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6
	Skåne (n=61)	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,8
	Stockholm (n=50)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	Södermanland (n=46)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
	Uppsala (n=58)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
	Värmland (n=127)	<DL	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
	Västerbotten (n=336)	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
	Västernorrland (n=144)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
	Västmanland (n=36)	<DL	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	Västra Götaland (n=151)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0
	Örebro (n=60)	<DL	0,1	0,1	0,2	0,4	1,4
	Östergötland (n=79)	0,2	0,2	0,4	0,5	0,8	1,4

Tulium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Tm, Thulium	Blekinge (n=19)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
	Gotland (n=16)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	Gävleborg (n=128)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,7
	Halland (n=26)	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
	Jämtland (n=306)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7
	Jönköping (n=71)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	1,0
	Kalmar (n=76)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Kronoberg (n=61)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4
	Norrbottnen (n=545)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6
	Skåne (n=61)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,7
	Stockholm (n=50)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6
	Södermanland (n=46)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5
	Uppsala (n=58)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
	Värmland (n=127)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7
	Västerbotten (n=336)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Västernorrland (n=144)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Västmanland (n=36)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5
	Västra Götaland (n=151)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
	Örebro (n=60)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	Östergötland (n=79)	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7
Uran, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
U, Uranium	Blekinge (n=19)	1,9	2,4	3,2	4,5	4,6	5,0
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,7	1,1	1,9	3,0	5,4	8,3
	Gotland (n=16)	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5
	Gävleborg (n=128)	2,0	2,5	3,0	4,6	5,9	11,6
	Halland (n=26)	0,9	1,1	1,4	1,6	2,2	2,9
	Jämtland (n=306)	1,0	1,3	1,7	2,3	3,9	9,2
	Jönköping (n=71)	1,2	1,4	1,9	2,5	3,1	4,6
	Kalmar (n=76)	1,3	2,0	2,7	3,7	4,8	7,4
	Kronoberg (n=61)	1,2	1,5	1,9	2,5	3,9	5,7
	Norrbottnen (n=545)	1,2	1,6	2,1	2,8	3,9	8,7
	Skåne (n=61)	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	4,3
	Stockholm (n=50)	1,8	2,2	2,8	3,8	5,4	16,1
	Södermanland (n=46)	2,1	2,7	3,5	4,5	7,2	9,8
	Uppsala (n=58)	1,6	1,9	2,4	3,1	3,7	8,2
	Värmland (n=127)	1,3	1,6	2,0	2,6	3,8	6,1
	Västerbotten (n=336)	1,2	1,7	2,3	3,1	4,1	8,1
	Västernorrland (n=144)	1,6	1,8	2,4	3,0	3,6	5,8
	Västmanland (n=36)	2,0	2,3	3,0	3,7	4,9	7,2
	Västra Götaland (n=151)	1,4	1,7	2,1	2,5	3,2	7,1
	Örebro (n=60)	1,5	1,8	2,2	3,5	5,4	11,2
	Östergötland (n=79)	2,3	2,8	3,3	4,1	5,7	9,0
Vanadin, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
V, Vanadium	Blekinge (n=19)	21	27	34	36	39	43
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	15	21	25	30	37	52
	Gotland (n=16)	13	16	23	28	31	40
	Gävleborg (n=128)	26	30	35	40	48	58
	Halland (n=26)	37	44	51	60	64	86
	Jämtland (n=306)	23	28	35	43	54	76
	Jönköping (n=71)	23	25	33	41	51	82
	Kalmar (n=76)	20	27	34	44	53	83
	Kronoberg (n=61)	22	26	31	39	44	62
	Norrbottnen (n=545)	24	35	49	65	78	109
	Skåne (n=61)	28	32	44	53	59	71
	Stockholm (n=50)	25	28	34	50	67	90
	Södermanland (n=46)	17	25	32	41	61	107
	Uppsala (n=58)	23	27	35	48	56	99
	Värmland (n=127)	19	22	26	33	44	57
	Västerbotten (n=336)	19	25	32	38	45	61
	Västernorrland (n=144)	16	22	29	39	48	61
	Västmanland (n=36)	17	23	29	33	43	54
	Västra Götaland (n=151)	21	28	37	47	58	85
	Örebro (n=60)	15	20	24	27	35	51
	Östergötland (n=79)	27	34	40	50	60	97

Wolfram, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
W, Tungsten	Blekinge (n=19)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,8
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,1	0,2	0,4	0,6	1,0	1,6
	Gotland (n=16)	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	Gävleborg (n=128)	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	2,2
	Halland (n=26)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
	Jämtland (n=306)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	2,2
	Jönköping (n=71)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	Kalmar (n=76)	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0
	Kronoberg (n=61)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5
	Norrbottn (n=545)	0,2	0,2	0,4	0,7	1,1	2,3
	Skåne (n=61)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,8
	Stockholm (n=50)	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,4
	Södermanland (n=46)	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,7
	Uppsala (n=58)	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,6
	Värmland (n=127)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	2,9
	Västerbotten (n=336)	0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	1,3
	Västernorrland (n=144)	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	1,4
	Västmanland (n=36)	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	2,5
	Västra Götaland (n=151)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8
	Örebro (n=60)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	3,2
	Östergötland (n=79)	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	1,3
Yttrium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Y, Yttrium	Blekinge (n=19)	12	13	18	29	37	46
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	9	10	13	18	24	37
	Gotland (n=16)	11	12	13	14	19	22
	Gävleborg (n=128)	16	19	22	26	32	49
	Halland (n=26)	17	20	22	26	29	32
	Jämtland (n=306)	12	14	17	21	29	57
	Jönköping (n=71)	13	13	16	21	29	76
	Kalmar (n=76)	12	14	18	21	25	28
	Kronoberg (n=61)	12	14	16	20	24	30
	Norrbottn (n=545)	13	16	20	25	30	42
	Skåne (n=61)	14	17	21	27	34	54
	Stockholm (n=50)	14	17	20	23	26	43
	Södermanland (n=46)	12	15	18	22	24	43
	Uppsala (n=58)	16	19	20	23	26	39
	Värmland (n=127)	14	16	18	22	27	44
	Västerbotten (n=336)	13	15	17	20	23	30
	Västernorrland (n=144)	14	16	18	21	24	31
	Västmanland (n=36)	15	17	19	22	28	36
	Västra Götaland (n=151)	15	17	21	25	31	50
	Örebro (n=60)	12	14	16	19	22	30
	Östergötland (n=79)	12	14	19	24	30	59
Ytterbium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Yb, Ytterbium	Blekinge (n=19)	1,2	1,3	1,7	2,6	3,4	3,8
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	0,8	0,9	1,3	1,8	2,4	3,7
	Gotland (n=16)	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6
	Gävleborg (n=128)	1,4	1,6	1,9	2,4	2,9	4,4
	Halland (n=26)	1,7	1,9	2,3	2,6	3,0	3,4
	Jämtland (n=306)	1,1	1,3	1,6	2,0	2,7	4,6
	Jönköping (n=71)	1,0	1,2	1,5	2,1	2,9	6,7
	Kalmar (n=76)	1,1	1,3	1,6	2,0	2,2	2,5
	Kronoberg (n=61)	1,2	1,3	1,6	2,0	2,4	2,9
	Norrbottn (n=545)	1,1	1,5	1,9	2,4	2,9	4,2
	Skåne (n=61)	1,1	1,6	1,9	2,4	2,9	4,3
	Stockholm (n=50)	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	3,8
	Södermanland (n=46)	0,8	1,1	1,6	1,8	2,2	3,2
	Uppsala (n=58)	1,4	1,6	1,9	2,0	2,4	3,5
	Värmland (n=127)	1,4	1,6	1,9	2,2	2,8	4,5
	Västerbotten (n=336)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,9
	Västernorrland (n=144)	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,6
	Västmanland (n=36)	1,5	1,7	1,9	2,3	3,0	3,5
	Västra Götaland (n=151)	1,4	1,7	2,0	2,5	3,0	4,4
	Örebro (n=60)	1,2	1,3	1,6	1,9	2,0	2,6
	Östergötland (n=79)	0,9	1,2	1,7	2,2	2,6	4,7

Zink, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Zn, Zinc	Blekinge (n=19)	20	22	24	40	60	67
DL: 1 ppm	Dalarna (n=182)	9	14	21	31	42	70
	Gotland (n=16)	28	38	50	59	76	99
	Gävleborg (n=128)	21	28	38	50	63	95
	Halland (n=26)	25	33	41	50	63	71
	Jämtland (n=306)	22	33	51	72	97	149
	Jönköping (n=71)	23	27	37	51	68	152
	Kalmar (n=76)	18	25	36	49	67	102
	Kronoberg (n=61)	16	18	25	40	61	82
	Norrbottnen (n=545)	17	23	32	48	65	146
	Skåne (n=61)	18	31	62	78	90	197
	Stockholm (n=50)	26	33	45	65	81	162
	Södermanland (n=46)	23	34	42	56	82	162
	Uppsala (n=58)	24	27	37	46	64	248
	Värmland (n=127)	12	16	24	35	47	155
	Västerbotten (n=336)	27	37	50	64	79	130
	Västernorrland (n=144)	22	31	42	53	64	84
	Västmanland (n=36)	14	20	27	38	63	102
	Västra Götaland (n=151)	18	26	37	49	69	99
	Örebro (n=60)	9	13	21	29	36	60
	Östergötland (n=79)	25	35	47	63	87	118
Zirkonium, mg/kg	Län/County	p10	p25	p50	p75	p90	p99
Zr, Zirconium	Blekinge (n=19)	7	8	12	14	21	22
DL: 0,1 ppm	Dalarna (n=182)	10	13	17	22	28	41
	Gotland (n=16)	4	7	11	16	18	23
	Gävleborg (n=128)	12	15	18	23	28	37
	Halland (n=26)	3	4	6	7	9	11
	Jämtland (n=306)	6	10	14	20	25	40
	Jönköping (n=71)	4	5	8	12	17	33
	Kalmar (n=76)	7	11	14	18	23	31
	Kronoberg (n=61)	4	5	9	14	15	21
	Norrbottnen (n=545)	7	10	15	20	25	38
	Skåne (n=61)	3	4	7	11	16	20
	Stockholm (n=50)	11	14	17	21	23	28
	Södermanland (n=46)	11	13	16	22	27	28
	Uppsala (n=58)	9	12	15	19	23	27
	Värmland (n=127)	6	8	10	14	18	24
	Västerbotten (n=336)	8	13	16	21	26	40
	Västernorrland (n=144)	8	11	13	16	19	23
	Västmanland (n=36)	12	18	21	24	27	35
	Västra Götaland (n=151)	5	6	9	12	16	24
	Örebro (n=60)	10	12	17	22	25	30
	Östergötland (n=79)	6	10	14	16	24	32

Appendix 3.

Grundämnenas egenskaper

Element properties

Ag Silver ▪ Silver

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 53 ppb [1]	1. Abundance in the UCC: 53 ppb [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: 0, +1, +2, +3	3. Oxidation state: 0, +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: gediget silver, argentit, elektrum	5. Typical minerals: native silver, argentite, electrum
6. Typiska värdmineral: blyglans, zinkblände, kopparkis, arsenider	6. Typical host minerals: galena, sphalerite, chalcopyrite, arsenides
7. Mobilitet: under sura och oxiderande förhållanden	7. Mobility: under acidic and oxidising conditions

Al Aluminium ▪ Aluminium

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 81 529 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 81 529 ppm [1]
2. Karaktär: övrig metall	2. Character: basic metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: korund, spinell, sillimanit, kyanit, andalusit, kaolinit, gibbsit	5. Typical minerals: corundum, spinel, sillimanite, kyanite, andalusite, kaolinite, gibbsite
6. Typiska värdmineral: silikater (t.ex. fältspat, glimmer, amfibol, granat), lermineral (t.ex. smektit), hydroxider	6. Typical host minerals: silicates (e.g. feldspar, mica, amphibole, garnet), clay minerals (e.g. smectite), hydroxides
7. Mobilitet: vid mycket låga (<5,5) och höga (>8) pH-värden	7. Mobility: under very low (<5,5) and high (>8) pH

As Arsenik ▪ Arsenic

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 5,7 ppm [2]	1. Abundance in the in the UCC: 5,7 ppm [2]
2. Karaktär: halvmetall	2. Character: semimetal
3. Oxidationstal: -3, +3, +5	3. Oxidation state: -3, +3, +5
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: arsenikkis, realgar, orpiment, arsenolit, gedigen arsenik, stibarsen, koboltit, arsenider (t.ex. nickelin, sperrylit)	5. Typical minerals: arsenopyrite, realgar, orpiment, arsenolite, native arsenic, stibarsen, cobaltite, arsenides (e.g. nickeline, sperrylite)
6. Typiska värdmineral: pyrit, blyglans, zinkblände, apatit, fältspat, magnetit, ilmenit	6. Typical host minerals: pyrite, galena, sphalerite, apatite, feldspar, magnetite, ilmenite
7. Mobilitet: löslig och mobil i trevärd form vid lågt pH och eH; adsorberar till leror, organiskt material och hydroxider	7. Mobility: soluble and mobile in trivalent form under low pH and Eh conditions; adsorption to clays, organic matter and hydroxides

Au Guld ▪ Gold

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 1,5 ppb [1]	1. Abundance in the UCC: 1,5 ppb [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: siderofil	4. Geochemical affinity: siderophile
5. Typiska mineral: gediget guld, elektrum, auricuprid, aurostibit, calaverit, sylvanit, maldonit	5. Typical minerals: native gold, electrum, auricupride, aurostibite, calaverite, sylvanite, maldonite
6. Typiska värdmineral: pyrit, gediget silver, magnetkis, kopparkis, blyglans, zinkblände, pentlandit, kromit	6. Typical host minerals: pyrite, native silver, pyrrhotite, chalcopyrite, galena, sphalerite, pentlandite, chromite
7. Mobilitet: inte mobil, mobil som cyanidjon, Au(CN) ²⁻	7. Mobility: not mobile, mobile as cyanide Au(CN) ²⁻

B Bor ▪ *Boron*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 47 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 47 ppm [2]
2. Karaktär: halvmetall	2. Character: semimetal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: sassolit, borater (ulexit, borax, kernit, colemanit, kotoit), silikater (turmalin, axinit, datolit)	5. Typical minerals: sassolite, borates (ulexite, borax, kernite, colemanite, kotoite), silicates (tourmaline, axinite, datolite)
6. Typiska värdmineral: fyllosilikater (glimmer, t.ex. muskovit, lepidolit, paragonit; lermineral, t.ex. illit, montmorillonit, fältspat)	6. Typical host minerals: phyllosilicates (mica, e.g. muscovite, lepidolite, paragonite; clay mineral, e.g. illite, montmorillonite), feldspar
7. Mobilitet: flyktig, mobil	7. Mobility: volatile, mobile

Ba Barium ▪ *Barium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 628 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 628 ppm [1]
2. Karaktär: alkalisk jordartsmetall	2. Character: alkaline earth metal
3. Oxidationstal: +2	3. Oxidation state: +2
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: baryt, witherit, celsian, hollandit	5. Typical minerals: barite, witherite, celsian, hollandite
6. Typiska värdmineral: kalifältspat, glimmer, fältspatoider, amfibol, pyroxen, apatit, kalcit	6. Typical host minerals: potassium feldspar, mica, feldspathoids, amphibole, pyroxene, apatite, calcite
7. Mobilitet: låg, stark adsorption till leror och järnoxider	7. Mobility: low, strong adsorption to clays and iron oxides

Be Beryllium ▪ *Beryllium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 1,9 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 1,9 ppm [2]
2. Karaktär: alkalisk jordartsmetall	2. Character: alkaline earth metal
3. Oxidationstal: +2	3. Oxidation state: +2
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: beryll, krysoberyll, bertrandit, fenakit, gadolinit	5. Typical minerals: beryl, chrysoberyl, bertrandite, phenakite, gadolinite
6. Typiska värdmineral: glimmer (muskovit, lepidolit), nefelin, plagioklas, pyroxen, turmalin, lermineral (montmorillonit)	6. Typical host minerals: mica (muscovite, lepidolite), nepheline, plagioclase, pyroxene, tourmaline, clay minerals (montmorillonite)
7. Mobilitet: mobilt vid lågt pH, adsorberar till leror, järn-manganhydroxider och organiskt material	7. Mobility: mobile at low pH, strong adsorption to clays, iron-manganese hydroxides and organic matter

Bi Vismut ▪ *Bismuth*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,23 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,23 ppm [2]
2. Karaktär: övrig metall	2. Character: basic metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: bismut, vismutnit	5. Typical minerals: bismite, bismuthinite
6. Typiska värdmineral: blyglans, zinkblände, kopparkis, apatit	6. Typical host minerals: galena, sphalerite, chalcopyrite, apatite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järn-manganhydroxider och organiskt material	7. Mobility: low, adsorption to iron-manganese hydroxides and organic matter

Ca Calcium ▪ *Calcium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 25 657 ppm	1. Abundance in the UCC: 25 657 ppm
2. Karaktär: alkalisk jordartsmetall	2. Character: alkaline earth metal
3. Oxidationstal: +2	3. Oxidation state: +2
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: kalcit, gips, anhydrit, dolomit, flusspat, wollastonit, apatit, plagioklas, amfibol, pyroxen	5. Typical minerals: calcite, gypsum, anhydrite, dolomite, fluorite, wollastonite, apatite, plagioclase, amphibole, pyroxene
6. Typiska värdmineral: vanligt spårelement i många mineral	6. Typical host minerals: common trace element in many minerals
7. Mobilitet: hög, utom vid högt pH	7. Mobility: high, exception: low under high pH

Cd Kadmium ▪ *Cadmium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,06 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,06 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +2	3. Oxidation state: +2
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: octavit, monteponit, grenockit	5. Typical minerals: octavite, monteponite, greenockite
6. Typiska värdmineral: zinkblände, smithsonit, blyglans, biotit, amfibol	6. Typical host minerals: sphalerite, smithsonite, galena, biotite, amphibole
7. Mobilitet: mobil vid oxiderande förhållanden vid pH<8, adsorberar till leror, organiskt material och järn-manganhydroxider	7. Mobility: mobile under oxidising condition at pH<8; adsorption to clays, organic matter and iron-manganese hydroxides

Ce Cerium ▪ *Cerium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 63 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 63 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, xenotim, bastnäsit, cerit, fluocerit	5. Typical minerals: monazite, xenotime, bastnäsite, cerite, fluocerite
6. Typiska värdmineral: allanit, apatit, zirkon, titanit, fältspat	6. Typical host minerals: allanite, apatite, zircon, titanite, feldspar
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järnoxider, fosfater och leror	7. Mobility: low, adsorption to iron oxides, phosphates and clays

Co Kobolt ▪ *Cobalt*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 15 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 15 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, +1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: -1, +1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och siderofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and siderophile
5. Typiska mineral: koboltglans, smaltit, linnaeit, erythrit	5. Typical minerals: cobaltite, smaltite, linnaeite, erythrite
6. Typiska värdmineral: olivin, pyroxen, amfibol, glimmer, granat, pyrit, zinkblände, magnetit	6. Typical host minerals: olivine, pyroxene, amphibole, mica, garnet, pyrite, sphalerite, magnetite
7. Mobilitet: hög vid sura och oxiderande förhållanden, låg vid neutrala till alkalina förhållanden; klorid-, sulfat- och nitratsalter med kobolt är extremt lösliga	7. Mobility: high under acidic and oxidising conditions, low under neutral to alkaline conditions; chloride, sulphate and nitrate salts of cobalt are extremely soluble

Cr Krom ▪ *Chromium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 73 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 73 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: kromit, krokoit, eskolait, fuchsit	5. Typical minerals: chromite, crocoite, eskolaite, fuchsite
6. Typiska värdmineral: spinell, amfibol, pyroxen, glimmer, granat, rutil	6. Typical host minerals: spinel, amphibole, pyroxene, mica, garnet, rutile
7. Mobilitet: mycket låg, men sexvärdigt krom är lösligt och mobilt	7. Mobility: very low, but hexavalent Cr species are soluble and mobile

Cs Cesium ▪ *Cesium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 4,9 ppm [1, 2]	1. Abundance in the UCC: 4,9 ppm [1, 2]
2. Karaktär: alkalimetall	2. Character: alkali metal
3. Oxidationstal: +1	3. Oxidation state: +1
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: pollucit	5. Typical minerals: pollucite
6. Typiska värdmineral: glimmer, kalifältspat, beryll, lermineral	6. Typical host minerals: mica, potassium feldspar, beryl, clay mineral
7. Mobilitet: föreningar är mycket lösliga men stark adsorption till leror och jordpartiklar begränsar mobiliteten	7. Mobility: Cs compounds are highly soluble but strong adsorption to clays and soil particles limits the mobility

Cu Koppär ▪ *Copper*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 27 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 27 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: gedigen koppär, kopparkis, covellin, bornit, malakit	5. Typical minerals: native copper, chalcopyrite, covellite, bornite, malachite
6. Typiska värdmineral: glimmer, pyroxen, amfibol, olivin	6. Typical host minerals: mica, pyroxene, amphibole, olivine
7. Mobilitet: mobil vid oxiderande och sura förhållanden, låg vid alkalina och reducerande förhållanden	7. Mobility: mobile under oxidising and acidic conditions, low under alkaline and reducing conditions

Dy Dysprosium ▪ *Dysprosium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 3,9 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 3,9 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: xenotim, monazit, bastnäsit, fergusonit	5. Typical minerals: xenotime, monazite, bastnäsite, fergusonite,
6. Typiska värdmineral: gadolinit, euxenit, apatit, zirkon, granat, pyroxen	6. Typical host minerals: gadolinite, euxenite, apatite, zircon, garnet, pyroxene
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror, järnoxider och fosfater	7. Mobility: low; adsorption to clays, iron oxides and phosphates

Er Erbium ▪ *Erbium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 2,3 ppm [1, 2]	1. Abundance in the UCC: 2,3 ppm [1, 2]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: xenotim, monazit, euxenit, samarskit, weinschenkit	5. Typical minerals: xenotime, monazite, euxenite, samarskite, weinschenkite
6. Typiska värdmineral: gadolinit, hellandit, granat, apatit, titanit	6. Typical host minerals: gadolinite, hellandite, garnet, apatite, titanite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror, järnoxider och fosfater	7. Mobility: low; adsorption to clays, iron oxides and phosphates

Eu Europium ▪ *Europium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 1,0 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 1,0 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, xenotim, loparit, bastnäsit	5. Typical minerals: monazite, xenotime, loparite, bastnäsite
6. Typiska värdmineral: plagioklas, strontianit, allanit, apatit, zirkon, fluorit, titanit	6. Typical host minerals: plagioclase, strontianite, allanite, apatite, zircon, fluorite, titanite
7. Mobilitet: mycket låg, adsorberar till leror, järnoxider och fosfater	7. Mobility: very low; adsorption to clays, iron oxides and phosphates

Fe Järn ▪ *Iron*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 35 242 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 35 242 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +2, +3, +4, +6	3. Oxidation state: +2, +3, +4, +6
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och litofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and lithophile
5. Typiska mineral: magnetit, hematit, götit, limonit, siderit, pyrit	5. Typical minerals: magnetite, hematite, goethite, limonite, siderite, pyrite
6. Typiska värdmineral: pyroxen, amfibol, glimmer, granat, olivin	6. Typical host minerals: pyroxene, amphibole, mica, garnet, olivine
7. Mobilitet: mobil vid sura och reducerande förhållanden och i organiska komplex, låg vid oxiderande och alkalina förhållanden	7. Mobility: mobile under acidic and reducing conditions and in organic complexes, low mobility under oxidising and alkaline conditions

Ga Gallium ▪ *Gallium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 18,6 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 18,6 ppm [2]
2. Karaktär: övrig metall	2. Character: basic metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och litofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and lithophile
5. Typiska mineral: gallit, söngheit	5. Typical minerals: gallite, söngheite
6. Typiska värdmineral: bauxit, zinkblände, fältspat, amfibol, magnetit, andalusit, glimmer, lermineral	6. Typical host minerals: bauxite, sphalerite, feldspar, amphibole, magnetite, andalusite, mica, clay mineral
7. Mobilitet: låg, hög vid sura förhållanden, adsorberar till leror	7. Mobility: low; high under acidic conditions, adsorption to clays

Gd Gadolinium ▪ *Gadolinium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 4,0 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 4,0 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: gadolinit, bastnäsit, monazit	5. Typical minerals: gadolinite, bastnäsite, monazite
6. Typiska värdmineral: allanit, apatit, titanit	6. Typical host minerals: allanite, apatite, titanite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror, järnoxider och fosfater	7. Mobility: low; adsorption to clays, iron oxides and phosphates

Ge Germanium ▪ *Germanium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 1,3 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 1,3 ppm [2]
2. Karaktär: halvmetall	2. Character: semimetal
3. Oxidationstal: -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och litofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and lithophile
5. Typiska mineral: argyrodit, briartit, germanit, renierit	5. Typical minerals: argyrodite, briartite, germanite, renierite
6. Typiska värdmineral: zinkblände, blyglans, kopparkis, bornit, olivin, fältspat, amfibol, pyroxen, glimmer, topas, kassiterit	6. Typical host minerals: sphalerite, galena, chalcopyrite, bornite, olivine, feldspar, amphibole, pyroxene, mica, topaz, cassiterite
7. Mobilitet: låg, högre löslighet vid pH>8, adsorberar till leror, organiskt material och järnoxider	7. Mobility: low; higher solubility at pH>8, adsorption to clays, organic matter and iron oxides

Hf Hafnium ▪ *Hafnium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 5,3 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 5,3 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +2, +3, +4	3. Oxidation state: +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: zirkon, baddeleyit, thortveitit, hafnon	5. Typical minerals: zircon, baddeleyite, thortveitite, hafnon
6. Typiska värdmineral: pyroxen, granat, biotit, ilmenit	6. Typical host minerals: pyroxene, garnet, biotite, ilmenite
7. Mobilitet: mycket låg, faller ut med manganoxider	7. Mobility: very low; precipitation with manganese oxides

Hg Kvicksilver ▪ *Mercury*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,05 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 0,05 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +4
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: gediget kvicksilver, amalgam, cinnober, livingstonit, corderoit, calomel	5. Typical minerals: native mercury, amalgam, cinnabar, livingstonite, corderoite, calomel
6. Typiska värdmineral: zinkblände, tetrahedrit, ägirin, arfvedsonit, astrofyllit, fältspat, hornblände, pyroxen, magnetit, titanit	6. Typical host minerals: sphalerite, tetrahedrite, aegirine, arfvedsonite, astrophyllite, feldspar, hornblende, pyroxene, magnetite, titanite
7. Mobilitet: flyktigt, mobilt i organiska föreningar vid sura förhållanden	7. Mobility: volatile; mobile in organic complexes under acidic conditions

Ho Holmium ▪ *Holmium*

1. Koncentration i övre kontinentala jordskorpan: 0,83 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 0,83 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, gadolinit	5. Typical minerals: monazite, gadolinite
6. Typiska värdmineral: apatit, allanit, titanit, zirkon, hornblände, biotit, granat	6. Typical host minerals: apatite, allanite, titanite, zircon, hornblende, biotite, garnet
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror och järnoxider	7. Mobility: low; adsorption to clays and iron oxides

Ir Iridium ▪ *Iridium*

1. Koncentration i övre kontinentala jordskorpan: 0,022 ppb [1]	1. Abundance in the UCC: 0,022 ppb [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -3, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -3, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: siderofil och kalkofil	4. Geochemical affinity: siderophile and chalcophile
5. Typiska mineral: Ir-Os-legeringar (osmiridium, iridiosmium), irarsit	5. Typical minerals: Ir-Os alloys (osmiridium, iridiosmium), irarsite
6. Typiska värdmineral: Pt-Pd-sulfider (t.ex. sperrylit), Pt-tellurider, Pt-arsenider, kromit, columbit, thortveitit	6. Typical host minerals: Pt-Pd sulphides (e.g. sperrylite), Pt-tellurides, Pt-arsenides, chromite, columbite, thortveitite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror och järn-manganoxider, möjligen hög vid sura förhållanden (t.ex. i varphögar)	7. Mobility: low, adsorption to clays and iron-manganese oxides; possibly high under acidic conditions (e.g. mine tailings)

K Kalium ▪ *Potassium*

1. Koncentration i övre kontinentala jordskorpan: 23 234 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 23 234 ppm [1]
2. Karaktär: alkalimetall	2. Character: alkali metal
3. Oxidationstal: +1	3. Oxidation state: +1
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: sylvit, carnallit, fältspat (ortoklas, mikroklin, sanidin), leucit, glimmer (muskovit, biotit), lermineral (illit)	5. Typical minerals: sylvite, carnallite, feldspar (orthoclase, microcline, sanidine), leucite, mica (muscovite, biotite), clay mineral (illite)
6. Typiska värdmineral: glimmer, amfibol, lermineral	6. Typical host minerals: mica, amphibole, clay mineral
7. Mobilitet: löslig, adsorberar starkt till leror	7. Mobility: soluble; strong adsorption to clays

La Lantan ▪ *Lanthanum*

1. Koncentration i övre kontinentala jordskorpan: 31 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 31 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +2, +3	3. Oxidation state: +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, bastnäsit, cerit, allanit, fluocerit, davidit	5. Typical minerals: monazite, bastnäsite, cerite, allanite, fluocerite, davidite
6. Typiska värdmineral: biotit, apatit, pyroxen, fältspat, amfibol	6. Typical host minerals: biotite, apatite, pyroxene, feldspar, amphibole
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järnoxider, fosfater och leror	7. Mobility: low; adsorption to iron oxides, phosphates and clays

Li Litium ▪ *Lithium*

1. Koncentration i övre kontinentala jordskorpan: 41 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 41 ppm [2]
2. Karaktär: alkalimetall	2. Character: alkali metal
3. Oxidationstal: +1	3. Oxidation state: +1
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: spodumen, lepidolit, petalit, eukryptit	5. Typical minerals: spodumene, lepidolite, petalite, eucryptite
6. Typiska värdmineral: biotit, amfibol, kalifältspat, lermineral	6. Typical host minerals: biotite, amphibole, potassium feldspar, clay minerals
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror och järn-manganoxider	7. Mobility: low; adsorption to clays and iron-manganese oxides

Lu Lutetium ▪ *Lutetium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,36 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,36 ppm [2]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, bastnäsit, cerit, allanit	5. Typical minerals: monazite, bastnäsite, cerite, allanite
6. Typiska värdmineral: biotit, apatit, pyroxen, amfibol, granat	6. Typical host minerals: biotite, apatite, pyroxene, amphibole, garnet
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järnoxider och leror	7. Mobility: low; adsorption to iron oxides and clays

Mg Magnesium ▪ *Magnesium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 14955 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 14955 ppm [1]
2. Karaktär: alkalisk jordartsmetall	2. Character: alkaline earth metal
3. Oxidationstal: +2	3. Oxidation state: +2
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: magnesit, dolomit, brucit, periklas, amfibol, pyroxen, olivin, spinell, glimmer, klorit, talk, montmorillonit	5. Typical minerals: magnesite, dolomite, brucite, periclase, amphibole, pyroxene, olivine, spinel, mica, chlorite, talc, montmorillonite
6. Typiska värdmineral: vanligt spårelement i många mineral	6. Typical host minerals: common trace element in many minerals
7. Mobilitet: hög	7. Mobility: high

Mn Mangan ▪ *Manganese*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 774 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 774 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7	3. Oxidation state: -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7
4. Geokemisk affinitet: siderofil och litofil	4. Geochemical affinity: siderophile and lithophile
5. Typiska mineral: pyrolusit, hausmannit, manganit, braunit, psilomelan, rodokrosit, kryptomelan	5. Typical minerals: pyrolusite, hausmannite, manganite, braunite, psilomelane, rhodochrosite, cryptomelane
6. Typiska värdmineral: granat, olivin, glimmer, pyroxen, amfibol, kalcit	6. Typical host minerals: garnet, olivine, mica, pyroxene, amphibole, calcite
7. Mobilitet: låg, faller ut som järn-manganoxider	7. Mobility: low; precipitation as iron-manganese oxides

Mo Molybden ▪ *Molybdenum*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,6 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,6 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -2, -1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -2, -1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och siderofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and siderophile
5. Typiska mineral: molybdenit, wulfenit, powellit	5. Typical minerals: molybdenite, wulfenite, powellite
6. Typiska värdmineral: pyrit, kopparkis, blyglans, zinkblände, wolframit, scheelit, titanit, magnetit	6. Typical host minerals: pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, wolframite, scheelite, titanite, magnetite
7. Mobilitet: hög vid högt pH, löslig vid oxiderande förhållanden, låg vid reducerande förhållanden	7. Mobility: high at high pH; soluble under oxidising conditions; low under reducing conditions

Na Natrium ▪ *Sodium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 24 261 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 24 261 ppm [1]
2. Karaktär: alkalimetall	2. Character: alkali metal
3. Oxidationstal: +1	3. Oxidation state: +1
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: halit, kryolit, albit	5. Typical minerals: halite, cryolite, albite
6. Typiska värdmineral: många bergartsbildande mineral (glimmer, amfibol, fältspat, pyroxen), lermineral	6. Typical host minerals: many rock forming minerals (mica, amphibole, feldspar, pyroxene), clay mineral
7. Mobilitet: hög, adsorberar till leror	7. Mobility: high; adsorption to clays

Nb Niob ▪ *Niobium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 11,6 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 11,6 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: -1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: kolumbit–tantalit, pyroklor, stibiokolumbit, loparit, fergusonit	5. Typical minerals: columbite–tantalite, pyrochlore, stibiocolumbite, loparite, fergusonite
6. Typiska värdmineral: biotit, rutil, ilmenit, titanomagnetit, pyroxen, titanit, kassiterit, wolframit, zirkon, euxenit, bauxit	6. Typical host minerals: biotite, rutile, ilmenite, titanomagnetite, pyroxene, titanite, cassiterite, wolframite, zircon, euxenite, bauxite
7. Mobilitet: låg	7. Mobility: low

Nd Neodym ▪ *Neodymium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 27 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 27 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, bastnäsit, cerit, allanit	5. Typical minerals: monazite, bastnäsite, cerite, allanite
6. Typiska värdmineral: apatit, fluorit, biotit, titanit, pyroxen, fältspat, zirkon	6. Typical host minerals: apatite, fluorite, biotite, titanite, pyroxene, feldspar, zircon
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järnoxider, fosfater och leror	7. Mobility: low; adsorption to iron oxides, phosphates and clays

Ni Nickel ▪ *Nickel*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 34 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 34 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: -1, +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: siderofil och kalkofil	4. Geochemical affinity: siderophile and chalcophile
5. Typiska mineral: pentlandit, millerit, nickelin, nickelglans, kullerudit, mackinawit, garnierit	5. Typical minerals: pentlandite, millerite, nickeline, gersdorffite, kullerudite, mackinawite, garnierite
6. Typiska värdmineral: blyglans, olivin, pyroxen, spinell, granat, amfibol, glimmer, pyrit, kopparkis, klorit, limonit (i laterit)	6. Typical host minerals: galena, olivine, pyroxene, spinel, garnet, amphibole, mica, pyrite, chalcopyrite, chlorite, limonite (in laterite)
7. Mobilitet: mobil vid sura och oxiderande förhållanden, låg vid alkaliska förhållanden	7. Mobility: mobile under acidic, oxidising conditions; low under alkaline conditions

P Fosfor ▪ *Phosphorus*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 655 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 655 ppm [1]
2. Karaktär: ickemetall	2. Character: nonmetal
3. Oxidationstal: -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: fosfater (apatit, monazit, xenotim)	5. Typical minerals: phosphates (apatite, monazite, xenotime)
6. Typiska värdmineral: olivin, pyroxen, amfibol, granat, glimmer, fältspat	6. Typical host minerals: olivine, pyroxene, amphibole, garnet, mica, feldspar
7. Mobilitet: hög vid sura förhållanden, låg vid högt och mycket lågt pH	7. Mobility: high under acidic conditions; low at high pH and very low pH

Pb Bly ▪ *Lead*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 17 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 17 ppm [1]
2. Karaktär: övrig metall	2. Character: basic metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: blyglans, cerrusit, anglesit, minium, krokoit, pyromorfit	5. Typical minerals: galena, cerrusite, anglesite, minium, crocoite, pyromorphite
6. Typiska värdmineral: fältspat, glimmer, zirkon, magnetit, apatit	6. Typical host minerals: feldspar, mica, zircon, magnetite, apatite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror, organiskt material och järn-manganhydroxider	7. Mobility: low; adsorption to clays, organic matter and iron-manganese hydroxides

Pd Palladium ▪ *Palladium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,52 ppb [1]	1. Abundance in the UCC: 0,52 ppb [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: 0, +1, +2, +4, +6	3. Oxidation state: 0, +1, +2, +4, +6
4. Geokemisk affinitet: siderofil och kalkofil	4. Geochemical affinity: siderophile and chalcophile
5. Typiska mineral: Pt-Pd-legeringar, Pt-Pd-sulfider (braggit), Pd-tellurider (moncheit), stibiopalladinit	5. Typical minerals: Pt-Pd alloys, Pt-Pd sulphides (braggite), Pd tellurides (moncheite), stibiopalladinite
6. Typiska värdmineral: gediget guld, kolumbit, kromit, olivin, zirkon, gadolinit, ilmenit, magnetit	6. Typical host minerals: native gold, columbite, chromite, olivine, zircon, gadolinite, ilmenite, magnetite
7. Mobilitet: mycket låg, relativt mobil i jämförelse med Au, Ag och andra PGE-metaller	7. Mobility: very low; relatively mobile in comparison with Au, Ag and other PGE

Pr Praseodym ▪ *Praseodymium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 7,1 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 7,1 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +2, +3, +4	3. Oxidation state: +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, bastnäsit	5. Typical minerals: monazite, bastnäsite
6. Typiska värdmineral: apatit, zirkon	6. Typical host minerals: apatite, zircon
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järnoxider, fosfater och leror	7. Mobility: low; adsorption to iron oxides, phosphates and clays

Pt Platina ▪ *Platinum*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,5 ppb [1]	1. Abundance in the UCC: 0,5 ppb [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: siderofil och kalkofil	4. Geochemical affinity: siderophile and chalcophile
5. Typiska mineral: sperrylit, cooperit, braggit, geversit	5. Typical minerals: sperrylite, cooperite, braggite, geversite
6. Typiska värdmineral: kromit, magnetit, ilmenit, olivin, serpentin, kolumbit, zirkon, rutil, gadolinit	6. Typical host minerals: chromite, magnetite, ilmenite, olivine, serpentine, columbite, zircon, rutile, gadolinite
7. Mobilitet: mycket låg	7. Mobility: very low

Rb Rubidium ▪ *Rubidium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 94 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 94 ppm [2]
2. Karaktär: alkalimetall	2. Character: alkali metal
3. Oxidationstal: +1	3. Oxidation state: +1
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: –	5. Typical minerals: –
6. Typiska värdmineral: glimmer, kalifältspat, leucit, lepidolit, zinnwaldit, carnallit, pollucit, illit, montmorillonit	6. Typical host minerals: mica, potassium feldspar, leucite, lepidolite, zinnwaldite, carnallite, pollucite, illite, montmorillonite
7. Mobilitet: låg vid oxiderande, sura och alkaliska förhållanden, mycket låg vid reducerande förhållanden, stark adsorption till lermineral	7. Mobility: low under oxidising, acid and alkaline conditions, very low under reducing conditions; strong adsorption to clay minerals

Re Rhenium ▪ *Rhenium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,2 ppb [1]	1. Abundance in the UCC: 0,2 ppb [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7	3. Oxidation state: -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7
4. Geokemisk affinitet: siderofil och kalkofil	4. Geochemical affinity: siderophile and chalcophile
5. Typiska mineral: rheniit	5. Typical minerals: rheniite
6. Typiska värdmineral: molybdenit, wulfenit, powellit, bornit, kopparkis, pyrit, magnetkis, pentlandit, kromit, kolumbit-tantalit, wolframit, gadolinit, fergusonit, ädelmetallegeringar	6. Typical host minerals: molybdenite, wulfenite, powellite, bornite, chalcopyrite, pyrite, pyrrhotite, pentlandite, chromite, columbite-tantalite, wolframite, gadolinite, fergusonite, precious metals alloys
7. Mobilitet: mobil vid reducerande förhållanden, lågt pH och högt Eh, ackumuleras i anoxiska och suboxiska sediment, faller ut med järnmanganoxider	7. Mobility: mobile under reducing conditions, low pH and high Eh, accumulates in anoxic and suboxic sediments; precipitation with iron-manganese oxides

Rh Rodium ▪ *Rhodium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: inga data	1. Abundance in the UCC: no data
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och siderofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and siderophile
5. Typiska mineral: hollingworthit	5. Typical minerals: hollingworthite
6. Typiska värdmineral: kromit, kolumbit, thortveitit, gadolinit, platinalegeringar, pentlandit	6. Typical host minerals: chromite, columbite, thortveitite, gadolinite, platinum alloys, pentlandite
7. Mobilitet: låg, mobil vid lågt pH och högt Eh, ackumulerar i pelagiska sediment och havsvatten, faller ut med järn-manganoxider	7. Mobility: low; mobile at low pH and high Eh; accumulates in pelagic sediments and sea water; precipitation with iron-manganese oxides

S Svavel ▪ *Sulphur*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 62 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 62 ppm [1]
2. Karaktär: ickemetall	2. Character: nonmetal
3. Oxidationstal: -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: gediget svavel, sulfider (t.ex. pyrit, blyglans, zinkblände), sulfater (t.ex. gips, baryt, anhydrit)	5. Typical minerals: native sulphur, sulphides (e.g. pyrite, galena, sphalerite), sulphates (e.g. gypsum, barite, anhydrite)
6. Typiska värdmineral: fältspat, glimmer, pyroxen, amfibol, apatit, sodalit	6. Typical host minerals: feldspar, mica, pyroxene, amphibole, apatite, sodalite
7. Mobilitet: mobil vid oxiderande, sura och alkaliska förhållanden (som SO_4^{2-} och HSO_4^-), låg vid reducerande förhållanden (sulfidbildning)	7. Mobility: mobile under oxidising, acid and alkaline conditions (as SO_4^{2-} and HSO_4^-), low under reducing conditions (sulphide formation)

Sb Antimon ▪ *Antimony*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,75 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,75 ppm [2]
2. Karaktär: halvmetall	2. Character: semimetal
3. Oxidationstal: -3, +3, +5	3. Oxidation state: -3, +3, +5
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: gediget antimon, stibnit, valentinit, allemontit, stibioconit	5. Typical minerals: native antimony, stibnite, valentinite, allemontite, stibioconite
6. Typiska värdmineral: ilmenit, olivin, blyglans, zinkblände, pyrit, guldlegeringar	6. Typical host minerals: ilmenite, olivine, galena, sphalerite, pyrite, gold alloys
7. Mobilitet: löslig och mobil som Sb^{5+} , särskilt vid oxiderande förhållanden, lägre mobilitet vid reducerande förhållanden, faller ut med järnhydroxider och organiskt material	7. Mobility: soluble and mobile as Sb^{5+} , especially under oxidising conditions; lower mobility under reducing conditions, precipitation with iron hydroxides and organic matter

Sc Scandium ▪ *Scandium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 14 ppm [1, 2]	1. Abundance in the UCC: 14 ppm [1, 2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: thortveitit, kolbeckit, bazzit	5. Typical minerals: thortveitite, kolbeckite, bazzite
6. Typiska värdmineral: euxenit, gadolinit, pyroxen, biotit, amfibol, granat, xenotim, monazit, zirkon, kolumbit, pyroklor, baddeleyit	6. Typical host minerals: euxenite, gadolinite, pyroxene, biotite, amphibole, garnet, xenotime, monazite, zircon, columbite, pyrochlore, baddeleyite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror och organiskt material	7. Mobility: low, adsorption to clays and organic matter

Se Selen ▪ *Selenium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,09 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 0,09 ppm [1]
2. Karaktär: ickemetall	2. Character: nonmetal
3. Oxidationstal: -2, +1, +2, +4, +6	3. Oxidation state: -2, +1, +2, +4, +6
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: gediget selen, claushtalit, crookesit, ferroselit, berzelianit, tiemannit	5. Typical minerals: native selenium, claushtalite, crookesite, ferroselite, berzelianite, tiemannite
6. Typiska värdmineral: pyrit, kopparkis, zinkblände, magnetkis, molybdenit, pentlandit, vismutinit, cinnober, bornit	6. Typical host minerals: pyrite, chalcopyrite, sphalerite, pyrrhotite, molybdenite, pentlandite, bismuthinite, cinnabar, bornite
7. Mobilitet: mycket hög vid oxiderande, sura och alkaliska förhållanden, mobiliteten minskar med sjunkande pH, immobilt vid reducerande förhållanden, adsorberar till leror och järnoxider	7. Mobility: very high under oxidising, acidic and alkaline conditions; mobility decreases with decreasing pH; immobile under reducing conditions; adsorption to clays and iron oxides

Sm Samarium ▪ *Samarium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 4,7 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 4,7 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, xenotim, bastnäsit, cerit, samarskit, gadolinit	5. Typical minerals: monazite, xenotime, bastnäsite, cerite, samarskite, gadolinite
6. Typiska värdmineral: allanit, apatit, fluorit, zirkon, biotit, fältspat, pyroxen	6. Typical host minerals: allanite, apatite, fluorite, zircon, biotite, feldspar, pyroxene
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järnoxider, fosfater och leror	7. Mobility: low; adsorption to iron oxides, phosphates and clays

Sn Tenn ▪ *Tin*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 2,2 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 2,2 ppm [2]
2. Karaktär: övrig metall	2. Character: basic metal
3. Oxidationstal: -4, +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: -4, +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: kassiterit, stannit	5. Typical minerals: cassiterite, stannite
6. Typiska värdmineral: glimmer, amfibol, pyroxen, titanit, rutil, magnetit	6. Typical host minerals: mica, amphibole, pyroxene, titanite, rutile, magnetite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till järn- och aluminiumhydroxider	7. Mobility: low; adsorption to iron and aluminium hydroxides

Sr Strontium ▪ *Strontium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 320 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 320 ppm [1]
2. Karaktär: alkalisk jordartsmetall	2. Character: alkaline earth metal
3. Oxidationstal: +1, +2	3. Oxidation state: +1, +2
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: celestin, strontianit, strontiumapatit	5. Typical minerals: celestine, strontianite, strontium-apatite
6. Typiska värdmineral: kalifältspat, plagioklas, kalцит, dolomit, gips, baryt, apatit, lamprophyllit	6. Typical host minerals: potassium feldspar, plagioclase, calcite, dolomite, gypsum, barite, apatite, lamprophyllite
7. Mobilitet: löslig, mycket mobil vid sura förhållanden, adsorberar till leror och organiskt material	7. Mobility: soluble, very mobile under acidic conditions; adsorption to clays and organic matter

Ta Tantal ▪ *Tantalum*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,92 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,92 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: -1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: tantalit–kolumbitserien, fergusonit–formanitserien, tapiolit, pyroklor–betafitserien, samarskit, euxenit	5. Typical minerals: tantalite–columbite series, fergusonite–formanite series, tapiolite, pyrochlore–betafite series, samarskite, euxenite
6. Typiska värdmineral: pyroxen, amfibol, biotit, muskovit, ilmenit, titanit, titanomagnetit, rutil, perovskit, zirkon, baddeleyit, kassiterit, klorit, hematit, wolframit	6. Typical host minerals: pyroxene, amphibole, biotite, muscovite, ilmenite, titanite, titanomagnetite, rutile, perovskite, zircon, baddeleyite, cassiterite, chlorite, hematite, wolframite
7. Mobilitet: mycket låg	7. Mobility: very low

Tb Terbium ▪ *Terbium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,7 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 0,7 ppm [1]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: xenotim, monazit, euxenit	5. Typical minerals: xenotime, monazite, euxenite,
6. Typiska värdmineral: allanit, gadolinit, bastnäsit, apatit, zirkon, granat, pyroxen	6. Typical host minerals: allanite, gadolinite, bastnäsite, apatite, zircon, garnet, pyroxene
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror, järnoxider och fosfater	7. Mobility: low; adsorption to clays, iron oxides and phosphates

Te Tellur ▪ *Tellurium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,027 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,027 ppm [2]
2. Karaktär: halvmetall	2. Character: semimetal
3. Oxidationstal: -2, +2, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -2, +2, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: tellurit, tellurider (t.ex. sylvanit, calaverit, frohbergit, melonit, tellurobismutit)	5. Typical minerals: tellurite, tellurides (e.g. sylvanite, calaverite, frohbergite, melonite, tellurobismuthite)
6. Typiska värdmineral: pyrit, molybdenglans, kopparkis, pentlandit, guld, silver	6. Typical host minerals: pyrite, molybdenite, chalcopyrite, pentlandite, gold, silver
7. Mobilitet: låg, adsorberar som tellurit till järn-manganoxhydroxider	7. Mobility: low; as tellurite is adsorped to iron-manganese oxyhydroxides

Th Torium ▪ *Thorium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 10,5 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 10,5 ppm [1]
2. Karaktär: aktinoid	2. Character: actinide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: torianit, huttonit–torit, monazit	5. Typical minerals: thorianite, huttonite–thorite, monazite
6. Typiska värdmineral: zirkon, epidot, apatit, titanit, cerianit, samarskit, allanit, uraninit	6. Typical host minerals: zircon, epidote, apatite, titanite, cerianite, samarskite, allanite, uraninite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror och organiskt material	7. Mobility: low; adsorption to clays and organic matter

Ti Titan ▪ *Titanium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 3 837 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 3 837 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: ilmenit, rutil, titanit, brookit–anatas, titanomagnetit	5. Typical minerals: ilmenite, rutile, titanite, brookite–anatase, titanomagnetite
6. Typiska värdmineral: pyroxen, amfibol, glimmer, granat, bauxit	6. Typical host minerals: pyroxene, amphibole, mica, garnet, bauxite
7. Mobilitet: mycket låg, faller ut med järn-mangan(hydr)oxider	7. Mobility: very low; precipitation with iron-manganese (hydro) oxides

Tl Tallium ▪ *Thallium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,55 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,55 ppm [2]
2. Karaktär: övrig metall	2. Character: basic metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: kalkofil och litofil	4. Geochemical affinity: chalcophile and lithophile
5. Typiska mineral: crookesit, hutchinsonit, lorandit, weissbergit, cuprostibit	5. Typical minerals: crookesite, hutchinsonite, lorandite, weissbergite, cuprostibite
6. Typiska värdmineral: pyrit, fältspat, glimmer, leucit	6. Typical host minerals: pyrite, feldspar, mica, leucite
7. Mobilitet: löslig, låg mobilitet på grund av adsorption till leror, organiskt material, järn-manganoxider och järn-manganhydroxider	7. Mobility: soluble; low mobility due to adsorption to clays, organic matter and iron-manganese oxides and hydroxides

Tm Tulium ▪ *Thulium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 0,37 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 0,37 ppm [2]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +2, +3, +4	3. Oxidation state: +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: monazit, bastnäsit, xenotim	5. Typical minerals: monazite, bastnäsite, xenotime
6. Typiska värdmineral: gadolinit, euxenit, samarskit, hellandit, fergusonit, apatit, zirkon, allanit	6. Typical host minerals: gadolinite, euxenite, samarskite, hellandite, fergusonite, apatite, zircon, allanite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror, järnoxider och fosfater	7. Mobility: low, adsorption to clays, iron oxides and phosphates

U Uran ▪ *Uranium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 2,6 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 2,6 ppm [2]
2. Karaktär: aktinoid	2. Character: actinide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: uraninit, brannerit, torianit	5. Typical minerals: uraninite, brannerite, thorianite
6. Typiska värdmineral: monazit, zirkon, allanit, apatit, samarskit, tantalit-kolumbit	6. Typical host minerals: monazite, zircon, allanite, apatite, samarskite, tantalite-columbite
7. Mobilitet: löslig och mobil vid oxiderande, sura till alkaliska förhållanden, immobil vid reducerande förhållanden, adsorberar till organiskt material, järnoxider och fosfater	7. Mobility: soluble and mobile under oxidising, acidic to alkaline conditions, immobile under reducing conditions; adsorption to organic matter, iron oxides and phosphates

V Vanadin ▪ *Vanadium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 106 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 106 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -1, +1, +2, +3, +4, +5	3. Oxidation state: -1, +1, +2, +3, +4, +5
4. Geokemisk affinitet: litofil och siderofil	4. Geochemical affinity: lithophile and siderophile
5. Typiska mineral: vanadinit, coulsonit, carnotit, patronit	5. Typical minerals: vanadinite, coulsonite, carnotite, patronite
6. Typiska värdmineral: magnetit, titanomagnetit, pyroxen, apatit, glimmer, amfibol, bauxit	6. Typical host minerals: magnetite, titanomagnetite, pyroxene, apatite, mica, amphibole, bauxite
7. Mobilitet: hög löslighet vid oxiderande förhållanden, låg vid reducerande förhållanden, adsorberar till leror, organiskt material och järn-manganoxider	7. Mobility: high solubility under oxidising conditions; low under reducing conditions; adsorption to clays, organic matter and iron-manganese oxides

W Wolfram ▪ *Tungsten*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 1,4 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 1,4 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6	3. Oxidation state: -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6
4. Geokemisk affinitet: litofil och kalkofil	4. Geochemical affinity: lithophile and chalcophile
5. Typiska mineral: wolframit, scheelit, ferberit, hübnerit, tungstenit	5. Typical minerals: wolframite, scheelite, ferberite, hübnerite, tungstenite
6. Typiska värdmineral: glimmer, magnetit, rutil, kolumbit-tantalit, hausmannit, manganit, pyrolusit	6. Typical host minerals: mica, magnetite, rutile, columbite-tantalite, hausmannite, manganite, pyrolusite
7. Mobilitet: mobil vid oxiderande och alkaliska förhållanden (pH>8), adsorberar starkt till leror och manganoxider	7. Mobility: mobile under oxidising and alkaline conditions (pH>8); strong adsorption to clays and manganese oxides

Y Yttrium ▪ *Yttrium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 21 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 21 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: xenotim, monazit, bastnäsit, gadolinit, fergusonit, britholit, allanit, thortveitit, euxenit	5. Typical minerals: xenotime, monazite, bastnäsite, gadolinite, fergusonite, britholite, allanite, thortveitite, euxenite
6. Typiska värdmineral: zirkon, rutil, apatit, uraninit, granat, biotit, pyroxen	6. Typical host minerals: zircon, rutile, apatite, uraninite, garnet, biotite, pyroxene
7. Mobilitet: mycket låg, adsorberar starkt till leror	7. Mobility: very low; strong adsorption to clays

Yb Ytterbium ▪ *Ytterbium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 2,34 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 2,34 ppm [2]
2. Karaktär: lantanoid	2. Character: lanthanide
3. Oxidationstal: +1, +2, +3	3. Oxidation state: +1, +2, +3
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: xenotim, monazit, bastnäsit, cerit, allanit, euxenit	5. Typical minerals: xenotime, monazite, bastnäsite, cerite, allanite, euxenite
6. Typiska värdmineral: biotit, granat, apatit, pyroxen, amfibol, zirkon, samarskit	6. Typical host minerals: biotite, garnet, apatite, pyroxene, amphibole, zircon, samarskite
7. Mobilitet: låg, adsorberar till leror och järnoxider	7. Mobility: low; adsorption to clays and iron oxides

Zn Zink ▪ *Zinc*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 75 ppm [2]	1. Abundance in the UCC: 75 ppm [2]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: 0, +1, +2	3. Oxidation state: 0, +1, +2
4. Geokemisk affinitet: kalkofil	4. Geochemical affinity: chalcophile
5. Typiska mineral: zinkblände, wurzit, zinkit, willemite, hemimorfit, smithsonit, gahnit, franklinit, reinerit	5. Typical minerals: sphalerite, wurtzite, zincite, willemite, hemimorphite, smithsonite, gahnite, franklinite, reinerite
6. Typiska värdmineral: pyroxen, amfibol, glimmer, granat, magnetit, kromit, dolomit, sulfider, klorit, kaolinit, montmorillonit	6. Typical host minerals: pyroxene, amphibole, mica, garnet, magnetite, chromite, dolomite, sulphides, chlorite, kaolinite, montmorillonite
7. Mobilitet: mycket hög vid oxiderande och sura förhållanden, lägre vid reducerande (bildning av zinkblände) och alkaliska (bildning av karbonater) förhållanden, adsorberar till leror, organiskt material, järn-mangan-aluminiumhydroxider	7. Mobility: very high under oxidising and acidic conditions, lower under reducing (formation of sphalerite) and alkaline (formation of carbonates) conditions; adsorption to clays, organic matter, iron-manganese-aluminium hydroxides

Zr Zirkonium ▪ *Zirconium*

1. Koncentration i övre kontinental jordskorpan: 193 ppm [1]	1. Abundance in the UCC: 193 ppm [1]
2. Karaktär: övergångsmetall	2. Character: transition metal
3. Oxidationstal: +1, +2, +3, +4	3. Oxidation state: +1, +2, +3, +4
4. Geokemisk affinitet: litofil	4. Geochemical affinity: lithophile
5. Typiska mineral: baddeleyit, zirkon, zirkonolit	5. Typical minerals: baddeleyite, zircon, zirconolite
6. Typiska värdmineral: ilmenit, rutil, amfibol, klinopyroxen, glimmer, granat, xenotim, kolumbit, pyroklor, titanit, apatit	6. Typical host minerals: ilmenite, rutile, amphibole, clinopyroxene, mica, garnet, xenotime, columbite, pyrochlore, titanite, apatite
7. Mobilitet: mycket låg, adsorberar till organiskt material och leror	7. Mobility: very low; adsorption to organic matter and clays

[1] Rudnick, R.L. & Gao, S., 2003: The composition of the continental crust. *I* R.L. Rudnick (red.): *The crust*, vol. 3, treatise on geochemistry. Elsevier-Pergamon, Oxford, 1–64.

[2] Hu, Z. & Gao, S., 2008: Upper crustal abundances of trace elements: A revision and update. *Chemical Geology* 253, 205–221.

Sverige har en lång geologisk historia med en berggrund vars äldsta delar bildades för 3,2 miljarder år sedan. De jordarter, främst morän, som täcker berggrunden är desto yngre och bildades huvudsakligen för ca 10 000 år sedan i samband med den senaste istiden. Moränen täcker omkring tre fjärdedelar av landets yta och ligger till grund för denna atlas. Genom kemiska analyser av denna jordart har vi nu en uppfattning om grundämnenas förekomst i morän, och hur de varierar i olika delar av landet. Grundämnena påverkar bland annat vattnets kvalitet och människors och djurs hälsa. Kunskapen om grundämnenas fördelning är värdefull vid mineralprospektering men också i samband med samhällsplanering och vid hälso- och miljöarbete. Vår förhoppning är att atlasen ska få ett brett användningsområde.

The bedrock of Sweden has a long geological history and the oldest rocks formed 3,2 billion years ago. The Quaternary deposits covering the bedrock mostly consist of till and are younger, mainly formed c. 10 000 years ago during the latest glaciation. About 75% of Sweden's land surface is covered by glacial till, the material on which this atlas is based. Through chemical analyses of the till we now have a better understanding of how the elements vary in the till in different parts of the country. These variations affect e.g. water quality and the health of humans and animals. Knowledge of the natural distribution of elements is of great value in mineral exploration but also in infrastructure planning and health and environmental work. We hope that this atlas will have a wide range of applications.

