

NGU Rapport 2011.044

Nye geokjemiske data fra en samling
moreneprøver fra Nordland, Troms og
Finnmark

Rapport nr.: 2011.044		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Nye geokjemiske data fra en samling moreneprøver fra Nordland, Troms og Finnmark			
Forfatter: Clemens Reimann, Tor Erik Finne og Peter Filzmoser		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Nordland, Troms, Finnmark		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 152	Pris: 200 kr
Feltarbeid utført: 1980-1986		Rapportdato: 16.06.2011	Prosjektnr.: 338500
			Ansvarlig: <i>Roy Tor Ottosen</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>For hele området som omfattes av MINN-prosjektet fantes det på lager prøver av mineraljord (morene) som opprinnelig ble samlet inn gjennom første halvdel av 1980-årene, med en gjennomsnittlig prøvetakingstetthet på 1/50 km² gjennom prosjektene Nordkalotten og Nordland-Troms geokjemi. Disse prøvene har vært lagret på NGU i 25-30 år. Det ble vurdert som hensiktsmessig å hente fram materiale fra prøvelageret og se hvilke resultater som kan oppnås gjennom reanalyse ved hjelp av moderne analyseteknikker. Prøver fra 1144 lokaliteter i Finnmark og siktet til <0,063 mm hadde tilstrekkelig materiale. Fra Nordland-Troms var det kun ubetydelige mengder materiale <0,063 mm tilbake. Men 979 originale, usiktede prøver med vekt mellom 2 og 7 kg ble hentet fram fra NGU prøvelager. Sikting av tilstrekkelig materiale til <0,063 mm ble vurdert for tidkrevende. Flere prosjekter de siste 15 årene har med gode resultater benyttet <2 mm fraksjonen. Det ble derfor valgt å sikte disse prøvene til <2 mm før analyse. Prøveprepareringen omfattet randomisering av alle prøvene, og standardprøver og prøvedoubletter ble satt inn i prøveserien for hver tjuende prøve for kvalitetskontrollformål. Basert på tidligere gode erfaringer, ble analysene gjennomført ved et kommersielt laboratorium i Canada (ACME) etter ekstraksjon med Aqua Regia. For Finnmark-prøvene ble det benyttet 7,5 g innvekt, for de grovere Nordland-Troms prøvene var innvekten 15 g. Ekstraktene ble analysert ved bruk av en kombinasjon av ICP-MS og ICP-AES, og konsentrasjon av 65 elementer ble rapportert. Resultatene for reanalysene av <0,06 mm-fraksjonen av 1144 moreneprøver (Finnmark) og <2 mm-fraksjonen av 979 moreneprøver (Nordland-Troms) er overraskende sammenliknbare mhp mediankonsentrasjon og variasjon, og det konkluderes med at det er formålstjenlig å benytte <2 mm-fraksjonen så lenge innvekten er stor nok.</p> <p>Geokjemiske kart for alle elementer er trykket i rapporten, og datasettene er lagt ved på CD. Kvalitetskontrollen viser at kartene for 12 av de 65 elementene bør leses med forsiktighet: Au, B, Be, Ge, Hf, Hg, In, Pd, Pt, Re, Se, Ta og Te. For disse elementene er ytterligere forbedringer (lavere deteksjonsgrenser) ønskelig. Men selv for disse elementene ansees anomaliene å være ganske pålitelige, særlig når verdiene for mer enn en prøve er høye. Generelt sett viser kartene et stort antall multi-element anomalier; noen indikerer kjente mineraliseringer eller mineralprovinser, andre peker på nye områder som så langt ikke er vurdert som mål for mineralleting. På grunn av den lave prøvetakingstettheten synes det riktig å gjennomføre målrettede oppfølgingsundersøkelser i en rekke områder. Det konkluderes med at reanalyse av lagrede prøver med moderne teknikkskaffet viktig ny viten om undersøkelsesområdet.</p>			
Emneord: Aqua Regia	Finnmark	Nordland-Troms	
morene	geokjemi	Geokjemisk kartlegging	

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. METODER	5
2.1 Feltarbeid.....	5
2.2 Prøvepreparering	5
2.3 Analysemetode	5
2.4 Kvalitetskontroll	6
2.5 Dataanalyse.....	6
3. RESULTATER OG KOMMENTARER.....	6
3.1 Datatabeller.....	6
3.2 "Cumulative Probability" (CP-) Plot, (Kumulative frekvensfordelingsdiagram)	7
3.3 Kartframstilling	7
4. KONKLUSJONER	8
5. ANNERKJENNELSE.....	9
6. REFERANSER	9

FIGURER

Figur 1. Kart over Nord-Norge.	4
Figur 2 Tegnforklaring berggrunnskart.....	13

TABELLER

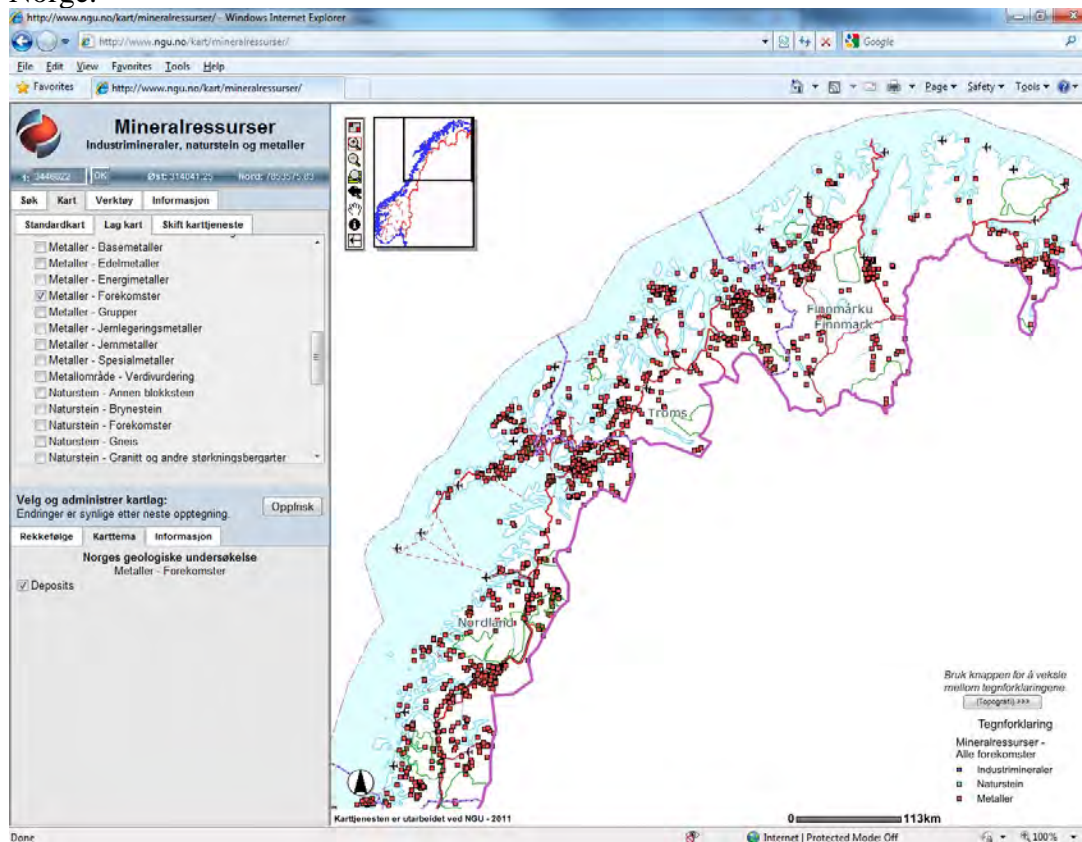
Tabell 1. Analyseresultater for prosjektstandard "Nidelv". Aqua regia ekstraksjon, tall i mg/kg (ppm).	10
Tabell 2 Statistiske parametre NORDLAND & TROMS DATASETTE	11
Tabell 3 Statistiske parametre FINNMARK DATASETTE	12

VEDLEGG

Appendix 1 Kumulative frekvensdiagrammer alle elementer, Nordland og Troms, Finnmark	
Appendix 2 Geokjemiske kart Nordland og Troms	
Appendix 3 Geokjemiske kart Finnmark	

1. INNLEDNING

Data framlagt i denne rapporten er basert på nye kjemiske analyser av prøver av løsmasser (hovedsaklig C-horisont i morene) innsamlet gjennom tre NGU-prosjekter mellom 1980 og 1986. Prøvetakingsstrategi og prøvetakingsinstruks var henimot identisk for disse tre prosjektene. Den lave arealmessige prøvetaingstettheten ble utviklet gjennom pionerarbeid ved geokjemigruppene ved de geologiske undersøkelsene i Norge, Finland og Sverige initiert i 1980 gjennom "Nordkalottprosjektet" (Bølviken m.fl, 1986). Da Nordkalottprosjektet ble avsluttet, var dekingen i Norge ikke komplett i henhold til opprinnelig plan (nord for Polarsirkelen), og supplerende feltarbeid ble gjennomført i 1985 for å fullføre prøvetakingen i Finnmark. Med finansiell støtte fra fylkeskommunene ble prøvetakingen av Nord-Norge fullført i 1986 i prosjektene Geokjemisk kartlegging i Nordland/Troms; resultatene for morene ble rapportert av Kjeldsen (1987) og Kjeldsen og Ottesen (1988). Etter de ulike prøvetakingsperiodene ble prøvematerialet bearbeidet på tilnærmet samme måte, alltid inkluderende sikting av en fraksjon <0,063 mm. Da finansiering av "MINN"-programmet kom på plass i slutten av 2010, viste det seg imidlertid at lagerbeholdning av løsmasse fra de tre feltarbeidene var ganske forskjellig. Selv om noe materiale var tilgjengelig for det store flertallet av prøver, var de eneste hensiktsmessige prøvesett fra de to prosjektene i Finnmark en serie små prøver (1-50g) av <0,063 mm-fraksjonen, mens Nordland-Troms samlingen bestod av store (2-7 kg) prøver av usiktet materiale i tillegg til små mengder <0,063 mm-fraksjonen. Sikting av om lag 1000 prøver ble vurdert å være for tidkrevende gitt forutsetningen at de første nye geokjemidata skulle være klare i løpet av første år i MINN-prosjektet. En rekke storskala geokjemiske prosjekter har produsert gode data fra < 2mm-fraksjonen av løsmasser (Reimann m.fl, 1996, Salminen m.fl, 2004, Salminen m.fl, 2005), og det ble derfor bestemt å benytte den grovere fraksjonen for de to sørligste fylkene i Nord-Norge.



Figur 1. Kart over Nord-Norge.

De røde kvadratene viser mineraliseringer i henhold til NGUs mineralressursdatabase.

2. METODER

En kort beskrivelse av det opprinnelige feltarbeidet og det nye arbeidet gjort med de om lag 30 år gamle prøvene er gitt under.

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet til de tre opprinnelige prosjektene fulgte de samme retningslinjer med hensyn til valg av prøvelokaliteter og prøvetakingsteknikk. Prosjektene omfattet innsamling av en rekke ulike naturlige prøvetakingsmedia, og av den grunn ble prøvelokalitetene i hovedsak valgt for å etterkomme kravet om noenlunde like store dreneringsfelt oppstrøms en prøvelokalitet for innsamling av bekkevann og bekkesediment. Når morene (eller andre løsmasser med antatt kort transportlengde) var tilgjengelig ble det tatt løsmasseprøve. Fra 1532 lokaliteter i Finnmark ble det samlet 1162 løsmasseprøver. Antallet lokaliteter i Nordland-Troms var 1303, fra disse ble det samlet 1053 prøver.

Prøvetakingsgrop ble grav med malingsfri stålspace til godt under utfellingslaget i podsol-jord, som er den vanligste jordsmonntypen i området: Prøvene ble spadd inn i bomullsposer ved bruk av spaden eller ei mindre stål hageskje. Feltarbeiderne benyttet ikke smykker, eller hadde maskert disse med tape under arbeidet med prøvene.

2.2 Prøvepreparering

Ved ankomst til NGUs laboratorium på 1980-tallet ble prøvene tørket ved temperatur under 40 °C, deretter splittet og tørrsiktet ved bruk av nylon sikter til flere konstrørrelsesfraksjoner, bl.a. <63 µm-fraksjonen (Tyler 250mesh). Etter fullføringen av de opprinnelige prosjektene ble prøvene lagret på NGU's prøvelager på Løkken oppbevart enten i de opprinnelige lerretssekkene eller i HDPE prøveglass. Etter flere tidlige analyseaktiviteter var dette den eneste hensiktsmessige prøvesamlingen fra Finnmark, mens prøvevekt av <63 µm-fraksjonen fra Nordland-Troms var for lav til å komme i betraktning for den valgte analyseprosedyre. Den eneste gjenværende fraksjon fra det området var store, usiktede prøver. På denne bakgrunn ble derfor (en splitt) av alle prøvene tørrsiktet på nylonsikt til <2 mm (9 mesh), igjen med bemanning uten smykker. Krysskontaminering av de svært støvende prøvene ble holdt under kontroll ved å sikte en og en prøve i avtrekksskap, og ved å vaske av all redskap med vann mellom hver enkelt prøve.

Antallet prøver for de to samlingene ble noe avvikende i forhold til tallene nevnt ovenfor på grunn av for lav prøvevekt i <63 µm-glassene, eller manglende prøver blant de flere tonn med prøver fra Nordland og Troms.

2.3 Analysemetode

Alle prøvene ble sendt til ACME Laboratories i Vancouver, Canada. For det store GEMAS-prosjektet hadde dette laboratoriet vunnet den internasjonale anbudskonkurransen om analyser av aqua regia ekstrakter (Reimann m.fl., 2009). Fordi ulike prøvemengder var tilgjengelige for de to prøvesettene, ble det valgt å basere analysene av prøvene fra Finnmark (<0,063 mm) på ekstraksjon av 7,5 g prøve, mens det for prøvene fra Nordland-Troms (<2 mm) ble benyttet 15 g innvekter. Prøvemengdene 7,5 g (15 g) ble løst i 45 (90) ml i 1 time på vannbad ved 95 °C. Etter avkjøling ble løsningen fortynnet til 150 (300) ml med 5 % HCl. Forholdet prøvevekt til løsningsvolum ble dermed 1 g per 20 ml. Løsningene ble analysert med et Spectro Ciros Vision

emisjonsspektrometer (ICP-AES) og et Perkin Elmer Elan 6000/9000 induktivt koblet plasma emisjons massespektrometer (ICP-MS). Analyseresultatene ble rapportert i løpet av 2-3 uker etter prøveankomst i Vancouver.

2.4 Kvalitetskontroll

Prøvene ble analysert i to separate batcher, først alle Finnmark-prøvene i en batch på ca 1000 prøver, og om lag en måned senere Nordland-Troms-prøvene i en annen batch på ca 1000 prøver. Før forsendelse var alle prøvene i hver batch randomisert, dvs gitt nye prøvenummer i tilfeldig rekkefølge. En standardprøve ("Nidelv") ble satt inn i seriene med jevne mellomrom (blant 20 og 20 prøver). I tillegg ble de satt inn dublettprøver med samme hyppighet. Nærmere detaljer om kvalitetskontrollen er gitt av Reimann m.fl (2009), der forfatterne brukte det samme laboratoriet og analysepakken som i denne rapporten. Tabell 1 viser statistiske parametre for analyseresultatene av standard "Nidelv" skjult 53 og 49 ganger i de to analysebatchene. Alt i alt var resultatene tilfredsstillende. Tabell 1 peker med tydelighet ut de problematiske elementene, der kartene bør leses med forsiktighet: Au, B, Be, Ge, Hf, Hg, Pd, Pt, Re, S, Se, Ta and Te. For de fleste elementene skyldes disse problemene lav konsentrasjon av elementet i standarden, dvs i forhold til deteksjonsgrensene. Resultatene av dublettprøvene viser imidlertid dårligst reproducerbarhet for de samme elementene. Tabellen viser også at selv om det er noen små forskjeller i medianverdien for standarden i de to batchene, så er resultatene fortsatt sammenliknbare når det gjelder rapportert nivå. Den noe bedre presisjonen oppnådd for standarden skjult i Nordland-Troms-batchen skyldes sannsynligvis at det ble benyttet høyere innvekt.

2.5 Dataanalyse

Geokjemiske data er "compositional data", (Aitchison, 1986; Filzmoser et al., 2009), dvs at verdiene for hver observasjon utgjør deler av et hele, eller at summen av måleverdiene (og verdiene for det som ikke er målt) for en enkelt prøve til sammen er 100 %. En følge av det er at det stilles spesielle krav i forbindelse med dataanalyse. Denne datatypen plottes ikke i det alminnelige Euclidiske rom, men heller på Aitchisons simpleks. Alle statistiske metoder som er basert på Euclidiske metoder, (som beregning av gjennomsnitt og standardavvik, eller beregning av korrelasjonsmatriser) vil derfor kunne gi misvisende resultater (Filzmoser m.fl, 2009, 2010). Derfor har vi her benyttet EDA (Exploratory Data Analysis) teknikker og ikke-parametrisk statistikk som foreslått av Reimann m.fl (2008).

3. RESULTATER OG KOMMENTARER

3.1 Datatabeller

En statistisk oversikt for begge datasett er presentert i Tabell 2 og 3. Tabellene fokuserer på minimums-, maksimums- og medianverdier, og gir også verdier for en rekke kvantiler (prosentiler) for hver enkelt variabls fordeling. Ved bruk av klassiske statistiske metoder (som nevnt er dataene uegnet for dette) og benytte gjennomsnittsverdier og standardavvik for å definere grenseverdier for anomalier, som det gjøres for normalfordelte data, vil 2,6 % av observasjonene i hver ende av fordelingen regnes som anomale, derfor kan Q2 og Q98 (eventuelt Q5 og Q95) benyttes som nedre og øvre grenser for dataene. Ofte vil imidlertid CP-Plott (se under) være en bedre måte å identifisere anomale data på.

"MAD" er absoluttverdien av avviket på medianverdien (Reimann m.fl 2008). For "compositional data" bør det benyttes i stedet for standardavvik, og er som sådan et mål på

variasjon i data. Det er imidlertid ikke korrekt å beregne MAD for ikke-transformerte data, de må først log-transformeres (MAD.log), eller enda bedre ilr-transformeres (MAD.ilr) („ilr”; isometrisk log-ratio, Egozcue m.fl, (2003)) før beregning. Dessverre kan ikke transformerte data transformeres tilbake til det opprinnelige datarommet fordi log-transformasjonen innbærer en asymmetrisk endring av observasjonenes avstand fra datasettets sentrum. Derfor kan ikke MAD.log eller MAD.ilr fullt ut erstatte standardavviket, men må heller sees på som et uttrykk for informasjon om stabiliteten for ”x” i resten 1-x, der små verdier indikerer høy stabilitet. Som tilleggsopplysning om variasjon for den enkelte variabel er det gitt tall for ”powers”, et mål på spredningen i tallene i form av antall tierpotenser som dekkes.

Forskjell mellom de to datasettenes sentralverdi (median) eller variasjon (powers) kan skyldes at det er analysert på ulik kornfraksjon (man kan forvente høyere medianverdier for de fleste metallene i den fineste fraksjonen), men kanskje vel så mye at det er ulik sammensetning av geologien i de to områdene.

3.2 ”Cumulative Probability” (CP-) Plot, (Kumulative frekvensfordelingsdiagram)

Plot av den kumulative frekvensfordelingen er en av de mest informative måter å illustrere geokjemiske datafordelinger (Reimann m.fl, 2008). I denne rapporten har vi valgt å framstille frekvensfordelingskurven for hvert av de to datasettene (Finnmark og Nordland-Troms) i ett og samme diagram for hvert enkelt element. Det muliggjør en direkte sammenlikning av de to områdene og effekten av den ulike kornstørrelsen som er benyttet (Finnmark: <0,063 mm, Nordland-Troms: <2 mm). I plottene er konsentrasjonen plottet langs X-aksen og den kumulative frekvensen (eller sannsynligheten) langs Y-aksen. CP-plot med logaritmisk skala for dataverdiene er svært hensiktsmessig ettersom det tillater en enkel visuell vurdering av medianverdien i datasett(-ene), eller en hvilken som helst annen prosentil/dataverdi for den enkelte variabelen i diagrammet. Knekk i kurven vises også veldig klar, og de er ofte uttrykk for resultater av ulike geokjemiske prosesser som er opphav til de forskjellige konsentrasjonene i prøvene. Knekk i de øverste prosentilene i kurven brukes ofte som grenseverdier for å bestemme anomalier.

Som forventet viser Finnmark-datasettet, som er basert på den fine kornfraksjonen, høyere analyseverdier for en rekke elementer: Al, Au, B, Cr, Cu, Hg, Nb, Pt, Ta og Zr er tydelige eksempler på dette. Variasjonen for den enkelte variabel er ganske lik for de to datasettene. I begge datasettene viser de samme elementene deteksjonsgrensproblemer (definert som at mer enn 5 % av prøvene er rapportert som mindre enn deteksjonsgrensen): Au, B, Be, Cd, Ge, Hf, Hg, In, Pd, Pt, Re, S, Sb, Se, Ta, Te og W. Andelen prøver ”<DL” er oftest lavere i Finnmark-datasettet enn i Nordland-Tromsdatasettet, og dette skyldes mest sannsynlig mindre kornstørrelse i prøvene fra Finnmark.

3.3 Kartframstilling

Det foreligger en rekke metoder for kartframstilling av geokjemiske kart (se diskusjon i Reimann, 2005, eller i kapittel 5 i Reimann m.fl, 2008). I mineralprospektering er det antakelig den såkalte ”økende-sirkeldiameter”-metoden som introdusert av Björklund og Gustavsson, (1987) som er mest benyttet. Metoden fokuserer imidlertid nesten utelukkende på de høye verdiene - ”anomaliene” - og er mindre egnet til å studere detaljer i data som for eksempel i forhold til lokale endringer i geologi, eller å oppdage lokale anomalier som ikke trer fram som høye verdier i forhold til hele datasettet, men relativt høye i forhold til sine geografiske omgivelser. For å identifisere slike mer subtile forhold i datasettet, har det vist seg mer hensiktsmessig å benytte klasser i tegnforklaringen, og la grenseverdiene for klassene tilsvare verdiene for prosentiler for det enkelte element. EDA har etablert et eget symbolsett som er

basert på 5 klasser, og utviklet for å gi en balansert visuell vektlegging av symbolene tilknyttet disse klassene på kartet. På kartene er EDA-symbolsettet med forsterket grafisk effekt for ekstremverdier benyttet (Reimann m.fl, 2008), og symbolene ble plottet på geologiske kart. Prosentilene som ble brukt som øvre grenser for skifte av symbol var 2, 25, 75 og 98. De laveste verdiene (0-2 %) er markert med åpne sirkler, verdiene mellom 2 og 25 prosentilene er markert med små åpne sirkler, de sentrale 50 % av verdiene (mellom 50 og 75-prosentilene) er markert med et punkt, 75-98-prosentilverdiene er markert med et kors, mens de høyeste 2 % av verdiene er markert med et svart kvadrat som i tillegg har størrelse som øker proporsjonalt med analyseverdien (slik at det er mulig å skille mellom de ulike høyeste verdiene). Alle kartene er presentert med et forenklet berggrunnskart (Koistinen m.fl, 2001) som bakgrunn; man kan se at for mange elementer tegner de ulike klassene variasjonen i berggrunn nær 1:1.

Siden datasettene er lagt ved denne rapporten, har leseren muligheten til å benytte alternative kartteknikker. Merk imidlertid at i de vedlagte datafilene er alle analyser som er rapportert lavere enn deteksjonsgrensen oppgitt som " $<DL$ ", mens NGU har kunnet benytte de opprinnelige tallene fra analyseinstrumentene. Ved arbeid med store datasett med 1000 prøver eller mer, har også disse tallene ofte verdifull informasjon. Eksempelvis har laboratoriet satt en deteksjonsgrense på 200 mg/kg for S, mens kvalitetskontrollen viser at tall ned mot 3 mg/kg er pålitelige. Uten disse tallene ville variasjonsbredden for naturlig varierende konsentrasjoner for S vært redusert med mellom en og to tierpotenser dersom alle tall " $<DL$ " hadde vært satt til halvparten av deteksjonsgrensen. For kartproduksjonen ble alle rapporterte analysetall brukt (negative instrumentavlesninger ble satt lik et positivt, veldig lite tall).

4. KONKLUSJONER

Over de siste tjue-tretti år har metodene innen analytisk kjemi gjennomgått en kraftig forbedring. Mange interessante elementer som ikke kunne analyseres for tjue år siden (uten omfattende kostnader) er nå tilgjengelig på rutinebasis fra kommersielle laboratorier. For mange andre elementer har deteksjonsgrensene blitt senket med en til to tierpotenser, noe som bidrar til gjennomgående bedre kvalitet på analysedataene. Mange laboratorier tilbyr i dag analysepakker for over 60 elementer til en pris av rundt 20 €prøve, og kan ekstrahere og analysere tusenvis av prøver i løpet av kort tid.

Resultatene av reanalyser av ca 1000 moreneprøver av $<0,063$ mm-fraksjonen (Finnmark) og 1000 moreneprøver av <2 mm-fraksjonen (Nordland-Troms) for 65 kjemiske elementer gir datasett med sammenliknbar kvalitet, gitt at innvekten er tilstrekkelig, er det ikke lenger nødvendig å analysere på den fineste fraksjonen. I dag er deteksjonsgrensene tilstrekkelig lave for de fleste element til at <2 mm-fraksjonen kan benyttes, så lenge en tilstrekkelig stor underprøve benyttes for ekstraksjonen (fortrinnsvis 15 g eller mer). Kvalitetskontrollen indikerer at fortsatt er en rekke elementer der ytterligere forbedring av deteksjonsgrensene er påkrevd (de fleste av disse elementene kan analyseres med reduserte deteksjonsgrenser, men ikke uten betydelig kostnadsøkning). I datasettene presentert her er det elementene Au, B, Be, Ge, Hf, Hg, In, Pd, Pt, Re, Se, Ta og Te som bør leses med forsiktighet.

Med basis i resultatene fra ekstraksjon med aqua regia kan det konkluderes at det ikke kan forsvares å bruke mer penger på totalekstraksjon for de sjeldne jordartsmetallene (REE) eller Lavere deteksjonsgrenser for Pt og Pd. Denne rapporten frigir analysedata for samtlige elementer og inneholder også kart for disse fra begge områdene. Kartene for mange av elementene viser en klar sammenheng med berggrunnsgeologien, og en rekke multi-element anomaliområder som kan forsvare opfølgingsarbeid kommer fram i kartene.

5. ANNERKJENNELSE

Vi ønsker å rette en takk til Ron Boyd for å ha gått gjennom og forbedret teksten i den engelske versjonen av denne rapporten, og på den måten også forbedret den norske utgaven.

6. REFERANSER

Aitchison, J., 1986. The statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, London.

Bølviken, B., Bergström, B., Björklund, A., Konti, M., Lehmuspelto, P., Lindholm, T., Magnusson, J., Ottesen, R.T., Steenfelt, A., Volden, T. 1986. Geochemical Atlas of Northern Fennoscandia, Scale 1:4 000 000. Geological Survey of Norway.

Björklund, A., Gustavsson, N., 1987. Visualization of geochemical data on maps: New options. *Journal of Geochemical Exploration* 29, 89-103.

Egozcue, J.J., Pawlowsky-Glahn, V., Mateu-Figueras, G., Barcelo-Vidal, C., 2003. Isometric logratio transformations for compositional data analysis. *Mathematical Geology*, 35 (3), 279-300.

Filzmoser, P. Hron, K., Reimann, C., 2009. Univariate statistical analysis of environmental (compositional) data – Problems and possibilities. *Science of the Total Environment* 407, 6100-6108.

Filzmoser, P., Hron, K., Reimann, C., 2010. The bivariate statistical analysis of environmental (compositional) data. *Science of the Total Environment* 408, 4230-4238.

Kjeldsen, S. 1987. Geokjemisk kartlegging i Nordland og Troms. ICAP-analyse av løsmassenes fin fraksjon. NGU rapport 87.142.

Kjeldsen, S. and Ottesen, R.T. 1988. Geokjemisk kartlegging i Nordland og Troms. Data for innholdet av gull i løsmassenes finfraksjon. NGU rapport 88.084.

Koistinen, T.; Stephens, M.B.; Bogatchev, V.; Nordgulen, Ø.; Wennerstrøm, M.; Korhonen, J. 2001. Geological map of the Fennoscandian Shield; 1:2 mill. NGU.

Reimann, C., Demetriades, A., Eggen, O.A., Filzmoser, P. and 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.

Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R.G., Dutter, R., 2008. *Statistical data analysis explained. Applied environmental statistics with R.* Wiley, Chichester, U.K.

**Tabell 1. Analyseresultater for prosjektstandard "Nidelv". Aqua regia ekstraksjon, tall i mg/kg (ppm).
NORDLAND & TROMS 15g, N=53 FINNMARK 7,5g, N=49**

Element	DL	MINI MUM	MED IAN	MAXI MUM	PRESI SJON (%)	DL	MINI MUM	MED IAN	MAXI MUM	PRESI SJON (%)	Element
Ag	0,002	0,028	0,041	0,058	13	0,002	0,028	0,044	0,082	11	Ag
Al	100	6955	7883	9553	6	100	6934	8130	9129	7	Al
As	0,1	1,7	2,3	2,7	9	0,1	1,4	2,4	3,1	15	As
Au	0,0002	<0,0002	<0,0002	0,004		0,0002	<0,0002	0,001	0,0341		Au
B	1	<1	<1	2,4		1	<1	1,3	4,7	72	B
Ba	0,5	23	30	37	7	0,5	27	32	38	8	Ba
Be	0,1	<0,1	0,16	0,24	32	0,1	<0,1	0,14	0,35	63	Be
Bi	0,02	0,036	0,061	0,11	15	0,02	0,034	0,065	0,15	17	Bi
Ca	100	1701	2072	2608	8	100	1780	2343	4041	9	Ca
Cd	0,01	0,06	0,083	0,12	24	0,01	0,018	0,089	5,1	18	Cd
Ce	0,1	21	25	31	6	0,1	23	27	36	7	Ce
Co	0,1	6,7	8,1	10	8	0,1	7,5	8,7	10	9	Co
Cr	0,5	32	37	46	6	0,5	35	40	49	8	Cr
Cs	0,02	0,68	0,82	1,1	6	0,02	0,735	0,848	1,04	8	Cs
Cu	0,01	18	22	28	9	0,01	20	23	29	8	Cu
Dy	0,02	0,95	1,1	1,4	8	0,02	0,97	1,3	1,7	13	Dy
Er	0,02	0,48	0,59	0,75	9	0,02	0,47	0,63	0,78	10	Er
Eu	0,02	0,27	0,32	0,41	8	0,02	0,27	0,34	0,46	13	Eu
Fe	100	11627	13125	15389	5	100	11850	13643	15370	6	Fe
Ga	0,1	1,9	2,4	3,2	8	0,1	2,2	2,6	3,1	12	Ga
Gd	0,02	1,1	1,4	1,9	10	0,02	1,2	1,5	2,1	12	Gd
Ge	0,1	<0,1	0,041	0,096	48	0,1	<0,1	0,061	0,15	75	Ge
Hf	0,02	0,028	0,049	0,078	17	0,02	0,017	0,039	0,074	36	Hf
Hg	0,005	0,028	0,05	0,17	30	0,005	0,0074	0,042	0,31	34	Hg
Ho	0,02	0,17	0,22	0,27	9	0,02	0,16	0,24	0,34	13	Ho
In	0,02	<0,02	<0,02	<0,02		0,02	<0,02	<0,02	0,053		In
K	100	1187	1325	1695	6	100	1149	1340	1611	7	K
La	0,5	9,6	12	15	8	0,5	11	13	15	6	La
Li	0,1	8,1	9,1	12	8	0,1	8	10	12	8	Li
Lu	0,02	0,054	0,078	0,1	14	0,02	0,061	0,081	0,11	11	Lu
Mg	100	5085	5722	6632	4	100	5040	5870	6583	6	Mg
Mn	1	204	252	299	5	1	238	266	307	6	Mn
Mo	0,01	0,22	0,29	0,36	9	0,01	0,25	0,31	0,44	9	Mo
Na	10	80	105	135	12	10	86	121	485	12	Na
Nb	0,02	0,27	0,37	0,53	14	0,02	0,47	0,61	0,76	15	Nb
Nd	0,02	8,8	10	13	9	0,02	8,7	11	13	10	Nd
Ni	0,1	24	28	34	8	0,1	27	30	36	8	Ni
P	10	341	434	559	8	10	397	481	586	9	P
Pb	0,01	5,5	7	8,9	10	0,01	6,3	7,4	9,2	7	Pb
Pd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01	<0,01	<0,01	<0,01		Pd
Pr	0,02	2,2	2,7	3,3	9	0,02	2,4	2,8	3,3	9	Pr
Pt	0,002	<0,002	<0,002	<0,002		0,002	<0,002	<0,002	0,004		Pt
Rb	0,1	9,6	12	14	7	0,1	10,7	12,4	15	8	Rb
Re	0,001	<0,001	<0,001	0,0013		0,001	<0,001	<0,001	<0,001		Re
S	200	<200	<200	<200		200	<200	<200	336		S
Sb	0,02	0,047	0,084	0,14	17	0,02	0,051	0,1	1,3	12	Sb
Sc	0,1	1,5	1,8	2,2	10	0,1	1,6	2	2,4	12	Sc
Se	0,1	<0,1	0,19	0,5	37	0,1	<0,1	0,2	0,54	101	Se
Sm	0,02	1,4	1,8	2,1	11	0,02	1,4	1,8	2,4	12	Sm
Sn	0,1	0,19	0,58	1,9	22	0,1	0,45	0,62	4	18	Sn
Sr	0,5	6,9	8,8	10	8	0,5	7,3	9,9	15	9	Sr
Ta	0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,05	<0,05	<0,05	<0,05		Ta
Tb	0,02	0,17	0,2	0,26	11	0,02	0,18	0,21	0,28	13	Tb
Te	0,02	<0,02	<0,02	0,034		0,02	<0,02	<0,02	0,08		Te
Th	0,1	2,6	3,1	3,8	9	0,1	2,5	3,1	3,8	10	Th
Ti	10	411	520	647	10	10	488	640	748	11	Ti
Tl	0,02	0,067	0,09	0,13	8	0,02	0,082	0,098	0,12	9	Tl
Tm	0,02	0,061	0,076	0,097	9	0,02	0,059	0,078	0,107	16	Tm
U	0,1	0,44	0,55	0,69	10	0,1	0,46	0,59	0,78	9	U
V	2	178	21	26	6	2	17	22	27	9	V
W	0,1	<0,1	0,14	0,18	19	0,1	0,14	0,17	0,25	18	W
Y	0,01	4,9	5,9	7	7	0,01	5,3	6,3	8	7	Y
Yb	0,02	0,4	0,52	0,65	11	0,02	0,47	0,58	0,73	8	Yb
Zn	0,1	33	38	52	7	0,1	35	42	56	8	Zn
Zr	0,1	2,1	3,2	4,6	13	0,1	2	2,6	4,9	12	Zr

Tabell 2 Statistiske parametre NORDLAND & TROMS DATASET

Morene, <2 mm, aqua regia ekstraksjon av 15 g prøvemateriale, N=979.

ELEMENT	DL	MIN	Q2	Q5	Q10	Q25	MEDIAN	Q75	Q90	Q95	Q98	MAX	MAD,log	MAD,ilr	Powers
Ag	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0035	0,0074	0,015	0,032	0,054	0,082	0,12	0,45	0,47	0,77	2,7
Al	100	199	1557	2769	3530	6354	9864	14154	19168	23226	27054	44069	0,26	0,42	2,3
As	0,1	<0,1	<0,1	0,20	0,33	0,77	1,9	4,0	8,1	12	18	376	0,53	0,87	3,9
Au	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,00056	0,0010	0,0017	0,0024	0,0038	0,026	0,47	0,76	2,4
B	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	1,9	2,8	9,4			1,3
Ba	0,5	<0,5	4,2	6,2	9,7	18	31	53	90	117	165	405	0,36	0,58	3,2
Be	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	0,20	0,32	0,45	0,56	0,76	3,2	0,31	0,51	1,8
Bi	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,037	0,075	0,12	0,18	0,22	0,30	4,4	0,37	0,59	2,6
Ca	100	<100	208	380	625	1123	1687	2465	4143	7436	22245	207605	0,25	0,41	3,6
Cd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,017	0,032	0,060	0,10	0,14	0,20	0,65	0,40	0,65	2,1
Ce	0,1	0,95	4,2	8,2	12	20	36	53	75	92	121	685	0,29	0,48	2,9
Co	0,1	<0,1	0,52	1,1	1,8	4,1	7,6	12	16	20	24	55	0,33	0,54	3
Cr	0,5	<0,5	1,1	2,4	4,8	12	21	33	48	61	88	475	0,32	0,53	3,3
Cs	0,02	0,023	0,091	0,16	0,27	0,64	1,2	1,9	2,8	3,5	4,6	8,4	0,34	0,55	2,6
Cu	0,01	0,11	0,50	1,1	2,2	6,8	16	28	41	51	73	123	0,44	0,71	3
Dy	0,02	0,033	0,18	0,30	0,46	0,77	1,2	1,9	2,8	3,5	4,6	20	0,28	0,46	2,8
Er	0,02	<0,02	0,085	0,14	0,21	0,35	0,56	0,84	1,29	1,6	2,2	9,2	0,28	0,46	3
Eu	0,02	<0,02	0,043	0,075	0,11	0,19	0,32	0,50	0,73	0,95	1,3	5,4	0,31	0,50	2,7
Fe	100	319	3444	5254	7636	12040	18037	24604	32117	36094	43188	89669	0,23	0,38	2,4
Ga	0,1	0,15	0,99	1,3	1,7	2,4	3,4	4,9	6,8	8,2	10	14	0,23	0,37	2
Gd	0,02	0,057	0,20	0,38	0,53	0,94	1,5	2,4	3,6	4,8	6,1	24	0,31	0,50	2,6
Ge	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	0,16	0,20	0,77			1,2
Hf	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,027	0,054	0,093	0,14	0,19	0,38	0,63	1,0	1,6
Hg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0069	0,012	0,019	0,025	0,033	0,062	0,61	0,99	1,4
Ho	0,02	<0,02	0,036	0,053	0,082	0,14	0,22	0,33	0,51	0,63	0,85	3,4	0,29	0,46	2,5
In	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,028	0,036	0,048	0,12	0,048	0,12	1,1
K	100	<100	186	318	490	892	1659	2906	4691	6614	8487	13630	0,38	0,62	2,4
La	0,5	0,51	1,8	3,6	5,1	9,1	16	24	36	46	59	413	0,31	0,50	2,9
Li	0,1	0,13	1,2	2,1	3,6	6,4	11	17	25	31	37	76	0,31	0,51	2,8
Lu	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,024	0,040	0,064	0,10	0,15	0,20	0,27	1,0	0,30	0,48	2
Mg	100	<100	458	826	1392	2814	5044	7698	11140	14056	17559	49350	0,31	0,51	3
Mn	1	5,0	26	46	72	116	195	320	467	592	751	1558	0,32	0,53	2,5
Mo	0,01	<0,01	0,054	0,091	0,13	0,22	0,41	0,75	1,5	2,4	4,2	40	0,39	0,63	3,9
Na	10	<10	22	28	33	48	74	115	170	215	347	2010	0,28	0,45	2,6
Nb	0,02	<0,02	0,082	0,14	0,19	0,32	0,52	0,95	1,7	2,2	3,0	6,5	0,35	0,56	2,8
Nd	0,02	0,52	1,6	3,1	4,2	7,2	13	19	28	38	48	256	0,30	0,49	2,7
Ni	0,1	<0,1	0,41	1,0	2,4	7,0	14	24	35	43	53	157	0,37	0,60	3,5
P	10	<10	55,7	107	190	360	518	678	853	1094	1550	7430	0,19	0,32	3,2
Pb	0,01	0,28	0,75	1,2	1,7	2,9	4,9	7,7	11	15	24	180	0,32	0,51	2,8
Pd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,030			0,8
Pr	0,02	0,11	0,41	0,81	1,1	1,9	3,3	5,1	7,6	10	13	65	0,31	0,51	2,8
Pt	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0022	0,0065			0,8
Rb	0,1	0,17	1,6	3,2	5,0	9,8	17	29	46	59	73	295	0,35	0,57	3,2
Re	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0014	0,0028			0,7
S	200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	287	467	2655			1,4
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,022	0,042	0,077	0,13	0,20	0,33	0,96	0,41	0,66	2
Sc	0,1	<0,1	0,30	0,55	0,73	1,1	1,7	2,5	3,6	4,4	5,8	11	0,25	0,41	2,3
Se	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	0,26	0,44	0,67	0,88	1,2	4,3	0,36	0,59	1,9
Sm	0,02	0,092	0,30	0,53	0,72	1,2	2,0	3,1	4,6	6,0	8,0	33	0,31	0,50	2,6
Sn	0,1	<0,1	<0,1	0,10	0,13	0,20	0,32	0,52	0,82	1,1	1,5	3,5	0,30	0,49	1,8
Sr	0,5	<0,5	1,1	1,7	2,5	4,5	7,4	12	20	35	83	934	0,30	0,49	3,6
Ta	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,072			0,5
Tb	0,02	<0,02	0,034	0,055	0,083	0,14	0,22	0,35	0,51	0,66	0,82	3,9	0,30	0,48	2,6
Te	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,029	0,044	0,056	0,077	0,49			1,7
Th	0,1	<0,1	0,32	0,65	1,4	2,7	4,6	6,7	9,8	12	17	72	0,29	0,47	3,2
Ti	10	30	211	288	374	556	797	1142	1677	2071	2583	3629	0,23	0,38	2,1
Tl	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,036	0,077	0,14	0,22	0,33	0,39	0,54	1,4	0,33	0,53	2,2
Tm	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,025	0,042	0,069	0,10	0,16	0,20	0,28	1,2	0,29	0,47	2,1
U	0,1	<0,1	0,11	0,15	0,24	0,45	0,73	1,2	2,0	2,9	4,0	33	0,31	0,51	2,8
V	2	<2	3,4	6,1	8,4	16	24	36	51	64	92	209	0,26	0,43	2,3
W	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,075	0,19	0,29	0,44	0,94			1,3
Y	0,01	0,23	0,83	1,4	2,2	3,7	5,8	9,0	14	17	23	106	0,29	0,47	2,7
Yb	0,02	<0,02	0,062	0,11	0,17	0,28	0,45	0,69	1,0	1,3	1,9	7,7	0,29	0,47	2,9
Zn	0,1	0,42	3,4	8,0	12	21	32	48	67	77	107	230	0,27	0,44	2,7
Zr	0,1	<0,1	0,14	0,21	0,31	0,59	1,4	2,8	4,6	6,5	9,8	16	0,50	0,81	2,5

DL: deteksjongrense; MIN: minimum; Q: quantile; MAX: maksimum; MAD: median absolutt avvik; tall i mg/kg (ppm).

Tabell 3 Statistiske parametre FINNMARK DATASET

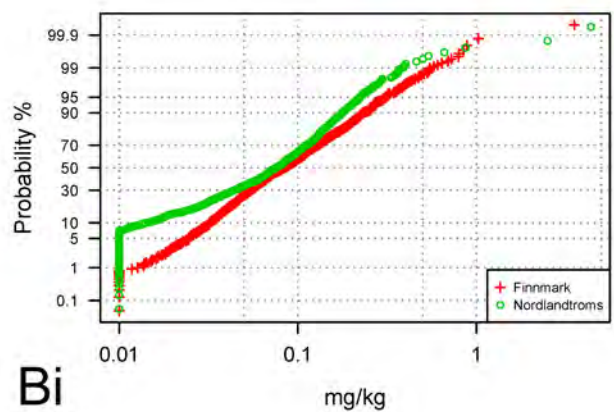
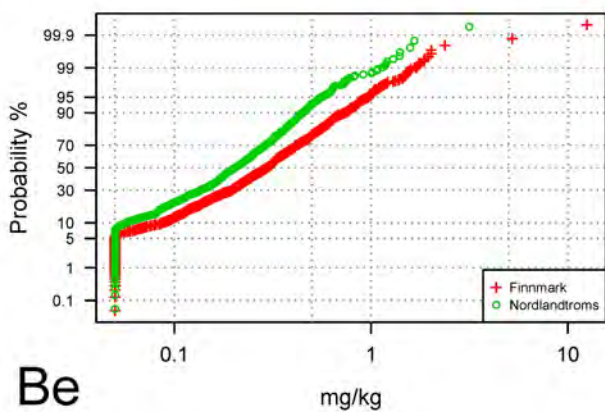
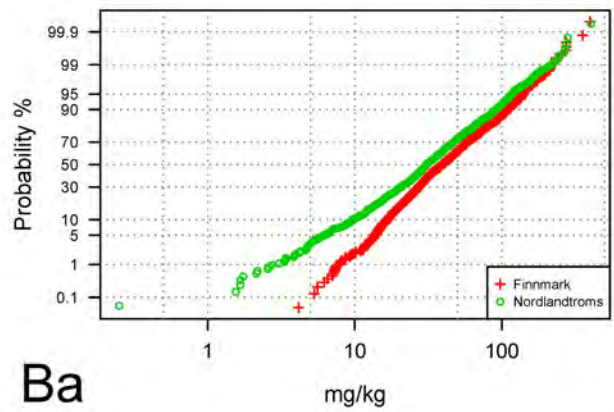
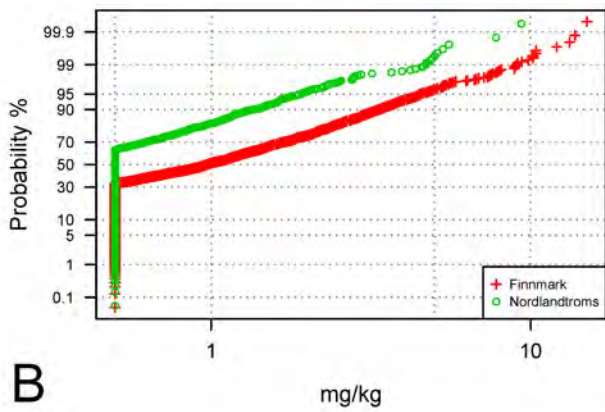
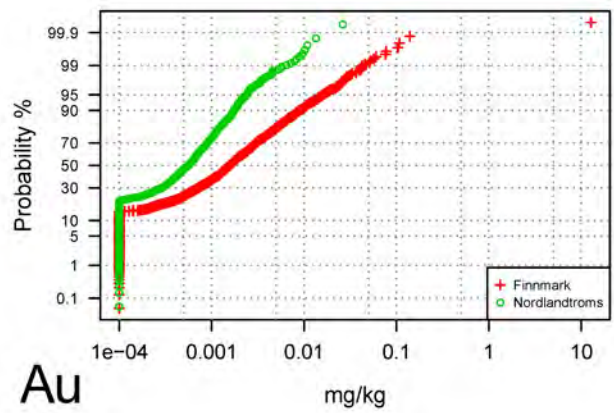
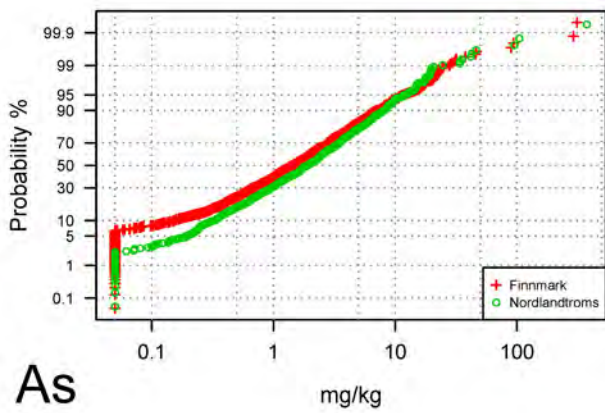
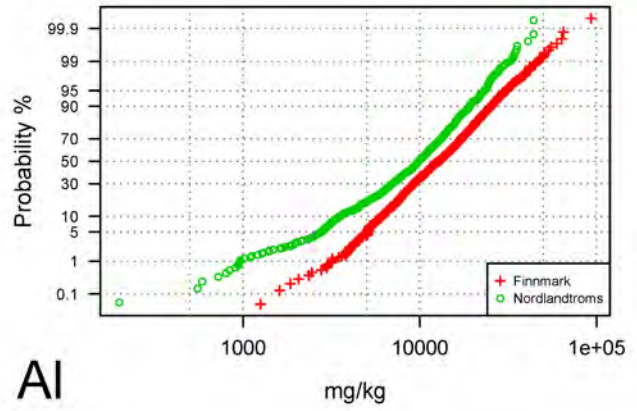
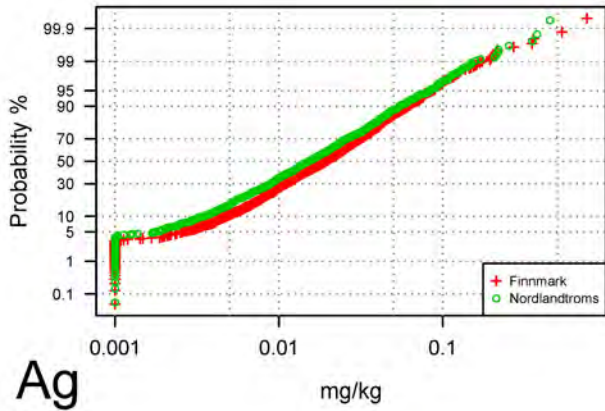
Morene, <0,063mm, aqua regia ekstraksjon av 7,5 g prøvemateriale, N=1144.

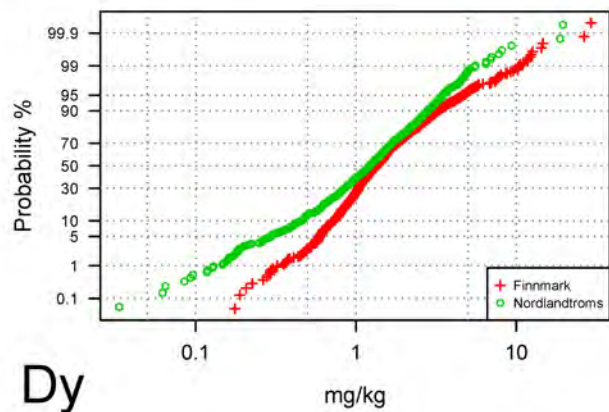
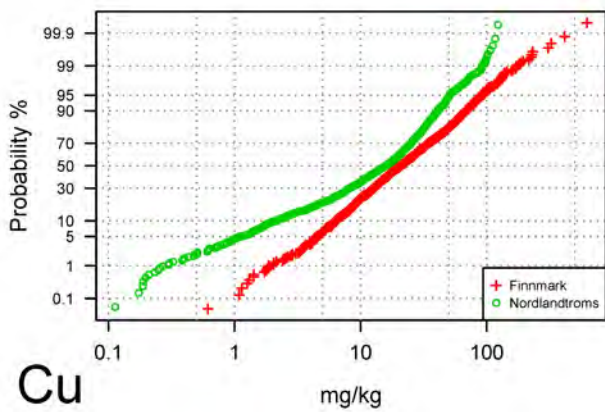
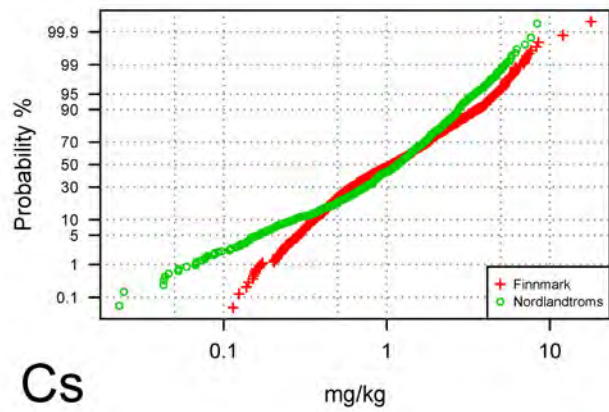
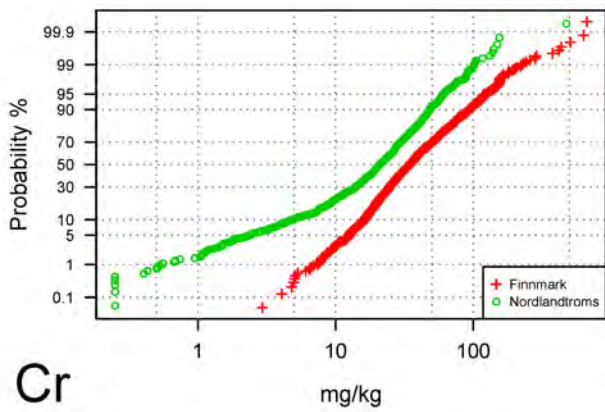
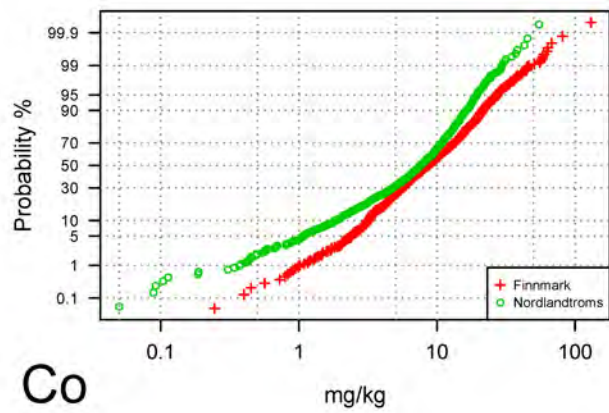
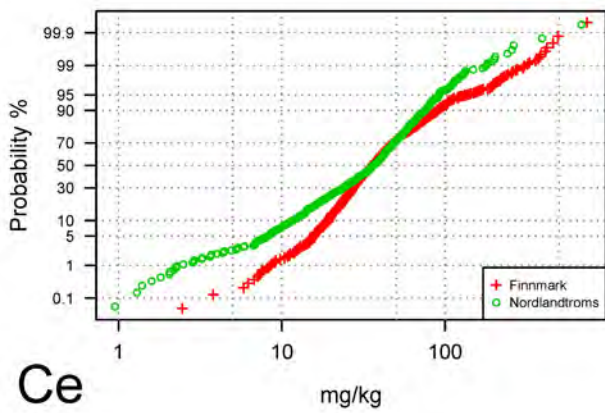
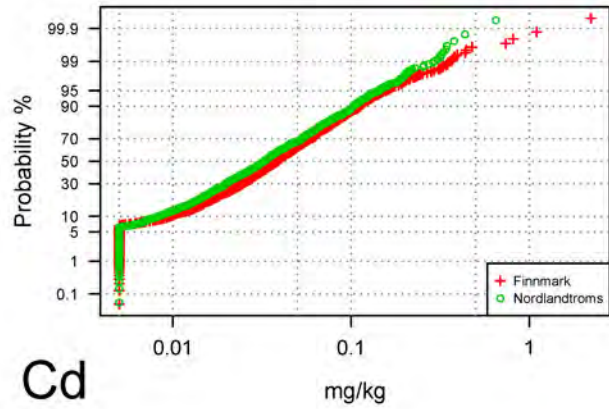
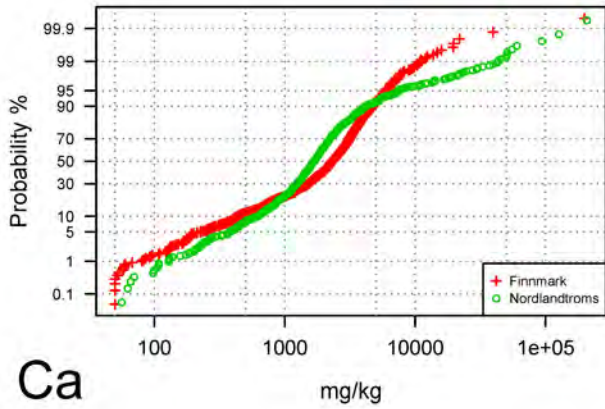
ELEMENT	DL	MIN	Q2	Q5	Q10	Q25	MEDIAN	Q75	Q90	Q95	Q98	MAX	MAD,log	MAD,ilr	Powers
Ag	0,002	<0,002	<0,002	0,0026	0,0048	0,0096	0,019	0,036	0,061	0,086	0,12	0,76	0,43	0,70	2,9
Al	100	1253	3963	5074	6110	8549	12784	18575	25172	30808	39743	93061	0,25	0,41	1,9
As	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,16	0,55	1,4	3,3	7,0	12	21	311	0,58	0,95	3,8
Au	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,00055	0,0016	0,0038	0,0090	0,016	0,029	13	0,63	1,03	5,1
B	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,0	3,3	4,5	7,3	15			1,5
Ba	0,5	4,2	10	14	17	25	39	67	110	140	180	399	0,32	0,52	2
Be	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,16	0,30	0,48	0,73	0,96	1,4	13	0,34	0,55	2,4
Bi	0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,032	0,049	0,084	0,15	0,23	0,31	0,44	3,5	0,36	0,58	2,5
Ca	100	<100	131	228	438	1239	2312	3344	4738	5896	7767	198671	0,29	0,47	3,6
Cd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,04	0,07	0,11	0,16	0,26	2,2	0,36	0,59	2,6
Ce	0,1	2,5	12	16	19	26	36	53	90	136	226	740	0,24	0,38	2,5
Co	0,1	0,25	1,5	2,4	3,2	5,0	8,7	15	21	27	37	131	0,35	0,57	2,7
Cr	0,5	2,9	8,9	13	16	23	35	57	94	121	161	670	0,30	0,48	2,4
Cs	0,02	0,11	0,23	0,29	0,36	0,54	1,1	2,0	3,6	4,6	5,8	18	0,42	0,69	2,2
Cu	0,01	0,62	3,0	4,5	6,4	11	21	41	68	93	131	623	0,42	0,69	3
Dy	0,02	0,18	0,46	0,59	0,73	0,97	1,4	2,0	3,3	4,6	7,7	29	0,23	0,37	2,2
Er	0,02	0,068	0,19	0,28	0,34	0,44	0,61	0,91	1,4	2,0	3,4	9,2	0,23	0,38	2,1
Eu	0,02	0,049	0,12	0,16	0,21	0,28	0,38	0,55	0,83	1,2	1,8	7,6	0,21	0,35	2,2
Fe	100	1145	6940	8273	9835	14277	22411	31946	40575	47877	55993	107973	0,25	0,42	2
Ga	0,1	0,95	1,4	1,8	2,2	3,1	4,6	6,6	8,7	10	13	59	0,24	0,39	1,8
Gd	0,02	0,19	0,57	0,76	0,93	1,2	1,7	2,6	4,2	6,2	9,3	44	0,24	0,39	2,4
Ge	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	0,17	0,20	0,27	0,58			1,1
Hf	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,031	0,055	0,092	0,15	0,19	0,27	0,84	0,35	0,57	1,9
Hg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0057	0,015	0,027	0,043	0,053	0,074	5,69	0,46	0,74	3,4
Ho	0,02	0,026	0,081	0,11	0,13	0,17	0,24	0,35	0,57	0,78	1,3	4,6	0,23	0,38	2,2
In	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,024	0,036	0,045	0,065	0,14			1,1
K	100	<100	277	363	481	758	1291	2400	4320	5328	7819	35665	0,36	0,59	2,9
La	0,5	1,1	4,3	6,6	8,1	11	16	22	33	46	65	238	0,23	0,37	2,4
Li	0,1	0,17	1,4	2,6	3,5	5,5	9,2	17	25	32	42	73	0,35	0,56	2,6
Lu	0,02	<0,02	0,023	0,030	0,036	0,050	0,070	0,11	0,16	0,20	0,32	0,74	0,24	0,39	1,9
Mg	100	120	652	1094	1643	2600	4389	7341	11425	14117	18913	73741	0,34	0,55	2,8
Mn	1	11	38	60	76	111	178	309	519	770	1151	3372	0,33	0,54	2,5
Mo	0,01	0,020	0,059	0,078	0,11	0,19	0,36	0,69	1,3	1,9	2,7	22	0,43	0,69	3
Na	10	<10	25	34	43	73	138	215	310	403	683	2275	0,33	0,54	2,7
Nb	0,02	<0,02	0,15	0,24	0,36	0,65	1,0	1,6	2,8	3,8	5,4	11	0,29	0,48	3
Nd	0,02	1,1	4,1	5,6	7,2	9,4	13	20	30	42	62	267	0,23	0,38	2,4
Ni	0,1	0,43	3,0	4,9	6,9	11	18	34	56	73	103	595	0,37	0,60	3,1
P	10	63	135	189	262	403	594	819	1131	1413	1703	9448	0,22	0,36	2,2
Pb	0,01	0,79	1,8	2,1	2,7	3,9	6,5	10	16	20	29	115	0,32	0,52	2,2
Pd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,013	0,034			0,8
Pr	0,02	0,27	1,0	1,4	1,8	2,4	3,4	4,9	7,6	11	16	59	0,23	0,38	2,3
Pt	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0024	0,0032	0,0042	0,013			1,1
Rb	0,1	0,81	2,7	4,0	5,3	8,5	14	27	46	60	82	134	0,36	0,59	2,2
Re	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0014	0,0022	0,0035	0,0078			1,2
S	200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	329	456	676	2718			1,4
Sb	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,022	0,051	0,10	0,17	0,27	0,44	5,8	0,48	0,79	2,8
Sc	0,1	0,34	0,71	1,0	1,2	1,8	2,5	3,7	5,2	6,3	7,9	17	0,24	0,38	1,7
Se	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,17	0,36	0,60	0,96	1,3	1,8	4,2	0,39	0,63	1,9
Sm	0,02	0,24	0,67	0,93	1,2	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	47	0,24	0,40	2,3
Sn	0,1	<0,1	0,16	0,21	0,24	0,32	0,45	0,66	0,94	1,2	1,5	3,7	0,23	0,38	1,9
Sr	0,5	<0,5	3,1	3,9	4,8	6,9	9,9	16	23	30	43	845	0,26	0,42	3,5
Ta	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,055	0,13			0,7
Tb	0,02	0,027	0,079	0,10	0,12	0,17	0,23	0,36	0,57	0,83	1,4	5,2	0,23	0,38	2,3
Te	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,034	0,057	0,074	0,096	0,23			1,4
Th	0,1	0,117	0,82	1,4	2,1	3,0	4,4	6,2	9,8	12	17	43	0,23	0,38	2,6
Ti	10	20,9	74,1	136	323	764	1131	1654	2268	2734	3309	8950	0,25	0,41	2,6
Tl	0,02	<0,02	<0,02	0,025	0,036	0,057	0,1	0,19	0,36	0,47	0,61	1,1	0,38	0,62	2
Tm	0,02	<0,02	0,024	0,032	0,042	0,054	0,077	0,11	0,17	0,23	0,41	0,92	0,23	0,38	2
U	0,1	<0,1	0,32	0,40	0,47	0,62	0,89	1,4	2,3	3,5	7	59	0,26	0,42	3,1
V	2	5,1	11	14	17	24	36	54	74	89	109	286	0,26	0,42	1,7
W	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,18	0,26	0,36	2,0			1,6
Y	0,01	0,88	2,2	2,8	3,3	4,5	6,1	9,2	14	20	34	123	0,22	0,36	2,1
Yb	0,02	0,065	0,18	0,23	0,28	0,37	0,52	0,76	1,2	1,5	2,5	6,0	0,23	0,37	2
Zn	0,1	0,62	5,3	7,2	9,2	16	28	50	74	88	114	317	0,38	0,61	2,7
Zr	0,1	0,13	0,48	0,67	0,93	1,6	2,6	4,2	6,6	8,8	13	33	0,32	0,51	2,4

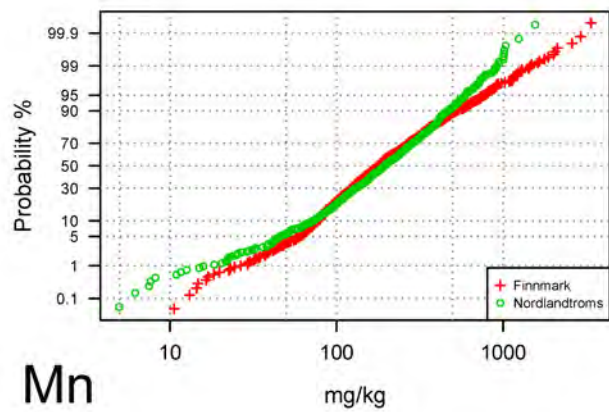
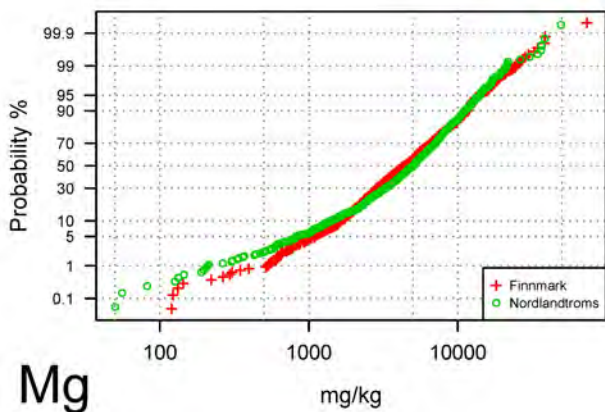
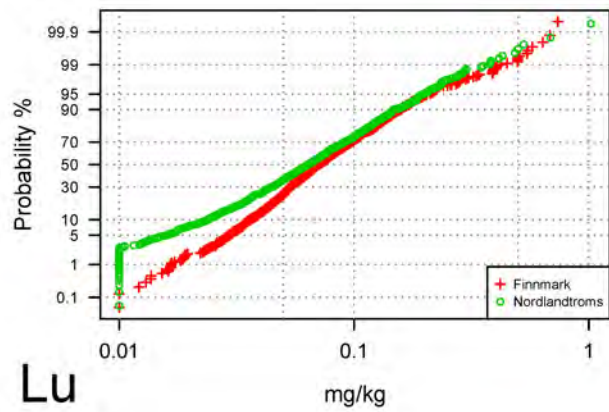
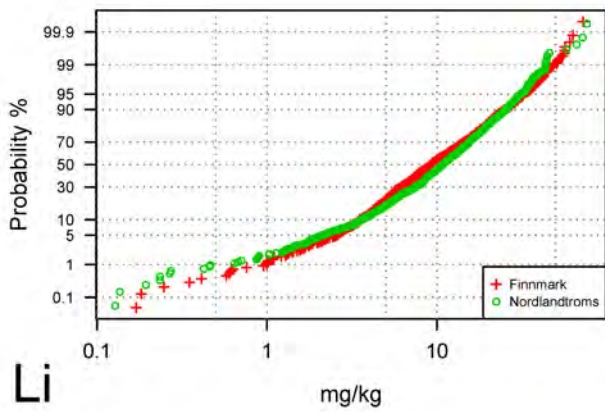
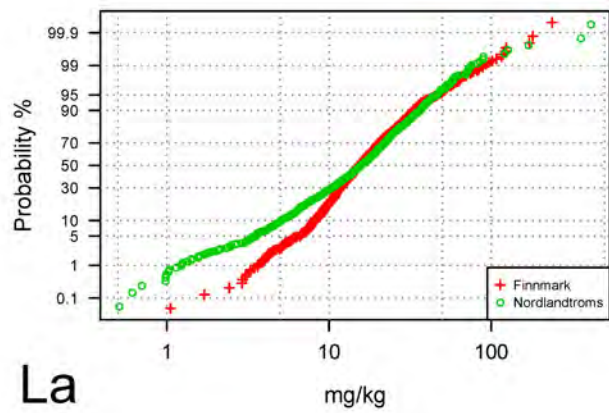
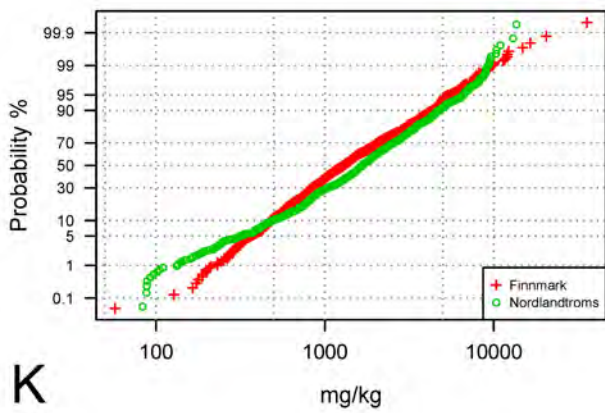
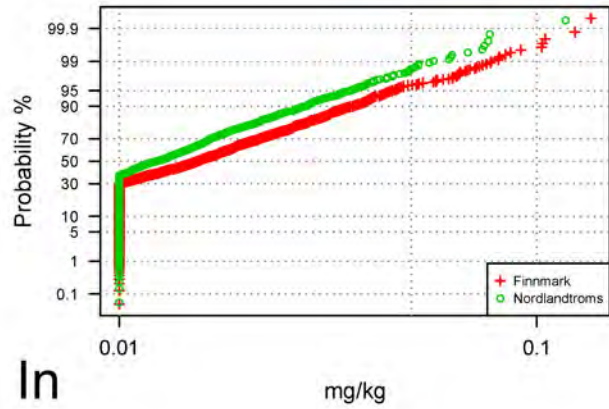
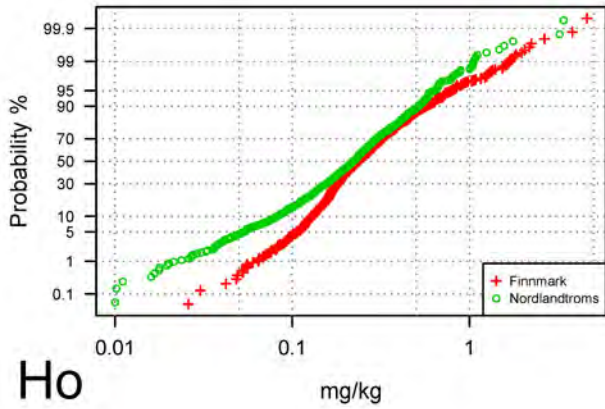
DL: deteksjongrense; MIN: minimum; Q: quantile; MAX: maksimum; MAD: median absolutt avvik; tall i mg/kg (ppm).

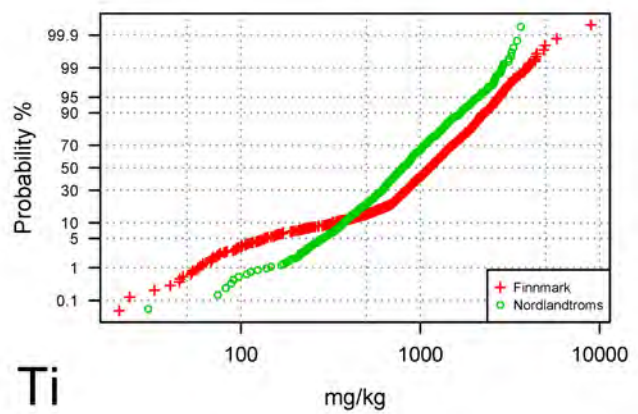
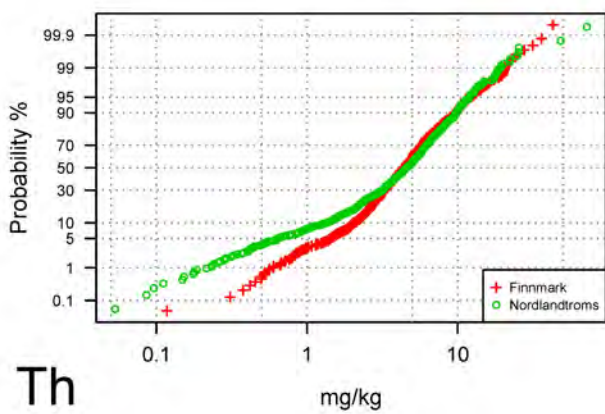
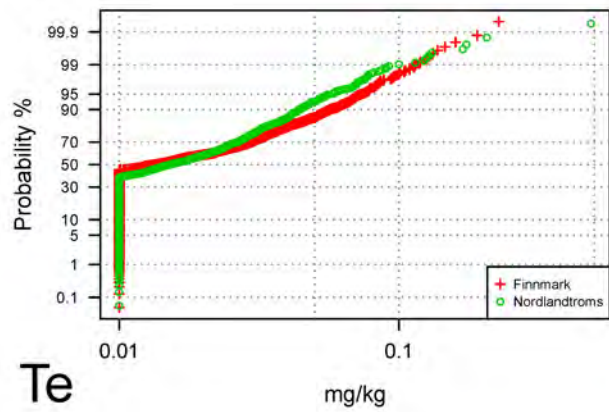
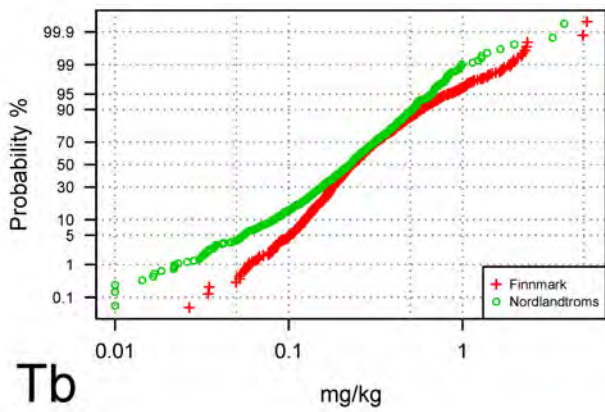
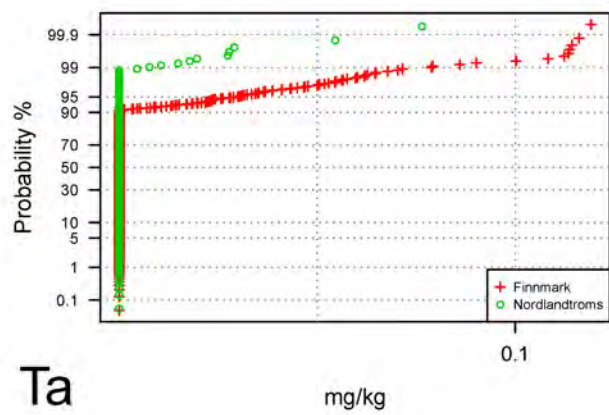
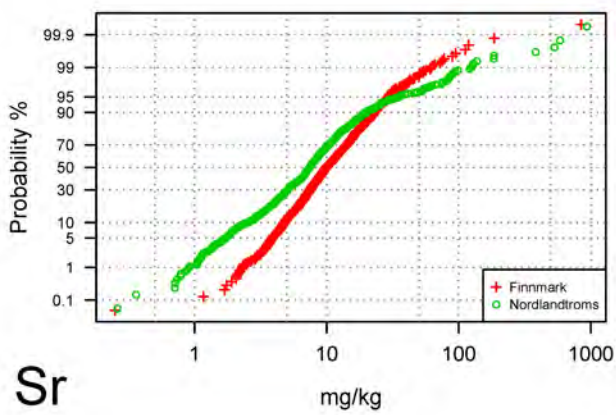
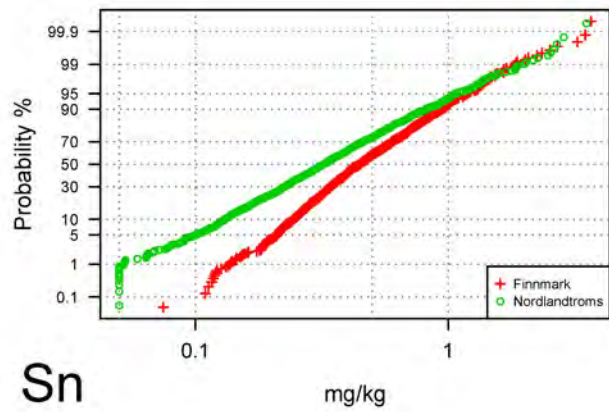
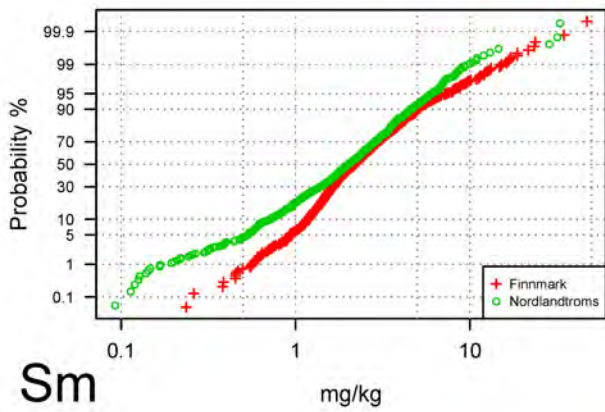
311	Sandstone, siltstone, shale, limestone
322	Sandstone, siltstone, shale, coal, marl, limestone
337	Limestone, marl, coal, oil shale, shale, siltstone, sandstone, conglomerate (Middle Cambrian to Permian)
338	Sandstone, conglomerate, siltstone, shale (Vendian to Lower Cambrian)
341	Sandstone, conglomerate, siltstone, shale (Upper Riphean and possibly older)
Archaean rocks	
421	Granite, syenite, monzonite, granodiorite, tonalite, trondjemite, diorite, dolerite including sheeted dyke complex, gabbro, ultramafic rock (Lower Palaeozoic)
422	Mica schist, paragneiss, marble, calc-silicate gneiss, quartzite, conglomerate, amphibolite in Uppermost Allochthon
423	Metagreywacke, phyllite, conglomerate, quartzite, limestone, felsic and mafic metavolcanic rocks in Upper Allochthon (Lower Palaeozoic)
431	Metadolerite including sheeted dyke complex, amphibolite, gabbro, eclogite, ultramafic rock
432	Garnet-mica schist, quartzo-feldspathic schist, quartzite, marble, amphibolite
441	Gabbro, ultramafic rock, nepheline syenite, carbonatite, granite (Neoproterozoic to Cambrian)
443	Feldspathic metasandstone, meta-arkose, quartzite, metagreywacke, marble, tillite (Neoproterozoic)
444	Granite, syenite, monzonite, tonalite and metamorphic equivalents (c. 1.70-0.90 Ga)
445	Gabbro, anorthosite and metamorphic equivalents (c. 1.70-0.90 Ga)
451	Arkose, quartzite, greywacke, siltstone, shale, phyllite, limestone, dolomite, tillite
453	Gabbro, eclogite, ultramafic rock (in part c. 1.45 Ga)
454	Granite, granodiorite, tonalite and metamorphic equivalents (c. 1.70-1.51 Ga)
455	Felsic volcanic rock, porphyry
456	Mafic and intermediate volcanic rocks
457	Granite, granodiorite, syenite, monzonite and metamorphic equivalents (c. 2.20-1.70 Ga)
458	Gabbro, diorite, anorthosite, ultramafic rock and metamorphic equivalents (c. 2.20-1.70 Ga)
459	Mica gneiss, paragneiss, subordinate marble and graphite schist
460	Quartzite, metagreywacke, mica schist, minor mafic metavolcanic rock (c. 2.30 Ga)
461	Mafic metavolcanic rock, banded silicate-carbonate rock, serpentinite (c. 2.30 Ga)
462	Granite, granodiorite, tonalite and metamorphic equivalents
463	Migmatitic gneiss of granodioritic to dioritic composition
759	Granite, pegmatite (c. 1.85-1.75 Ga)
761	Red sandstone and mudstone, conglomerate, metasandstone, quartzite, phyllite, volcanic and metavolcanic rocks
763	Granite, monzonite, syenite, in part pyroxene-bearing (c. 1.88-1.87 Ga)
764	Gabbro, diorite, monzodiorite, ultramafic rock (c. 1.88-1.87 Ga)
769	Granodiorite, tonalite, granite, monzonite, syenite and metamorphic equivalents, in part hypersthene-bearing (c. 1.91-1.88 Ga, in part as young as c. 1.84 Ga)
770	Gabbro, diorite, ultramafic rock and metamorphic equivalents (c. 1.91-1.88 Ga, in part as young as c. 1.84 Ga)
775	Metagreywacke, metasiltstone, metasandstone, mica schist, graphite- and/or sulphide-bearing schist, paragneiss, amphibolite intercalations (c. 1.95-1.87 Ga and possibly older)
776	Picrite, basalt, andesite and high-Mg andesite, metamorphosed
777	Andesite, dacite and rhyolite, metamorphosed
780	Granodiorite, tonalite, granite, gabbro and metamorphic equivalents; alkaline gneiss (c. 1.96-1.91 Ga)
800	LAPLAND-WHITE SEA GRANULITE BELT (rocks of uncertain age, in time range 2.30-1.90 Ga)
801	Anorthosite
802	Felsic to intermediate granulitic rock
803	Mafic to intermediate granulitic rock
884	Tholeiitic basalt, rhyolite, chert, jasper, banded iron formation
885	Tholeiitic basalt, ferropicrite, picrite, peridotite, pyroxenite, gabbro, wehrlite/dolerite
887	Komatite, picrite, tholeiitic basalt
888	Black schist, carbonaceous quartzite, siltstone, shungitic rocks, dolostone, limestone, basalt, andesitic basalt, picrobasalt/dolerite
870	Rock group 2.30-2.06 Ga
872	Trachybasalt, trachyandesite, tholeiitic basalt, picrite, dacite, quartzite, arkosic sandstone, dolostone, stromatolitic dolostone, jasper
873	Tholeiitic basalt, subordinate quartzite and conglomerate
874	Quartzite, mica schist, mica gneiss, conglomerate
880	Rock group 2.40-2.30 Ga
881	Basalt, high-Mg basalt, high-Mg andesite, dacite, komatiitic basalt/dolerite
900	ARCHAEAN ROCKS
910	Plutonic rocks and undifferentiated gneiss and migmatitic rock complexes
911	Granodiorite, granite, porphyritic granite (c. 2.60-2.50 Ga)
915	Granite, pegmatite (c. 2.70-2.65 Ga)
916	Gabbro, monzodiorite, syenite, granodiorite (c. 2.74-2.65 Ga)
919	Tonalite-trondjemite-granodiorite gneiss, quartzo-feldspathic gneiss, enderbite, migmatitic gneiss, with mafic and felsic enclaves (c. 3.20-2.65 Ga and possibly older)
920	Amphibolite - schist - gneiss belts
921	High-Al mica schist, mica gneiss, hornblende gneiss with amphibolite enclaves
922	Mica schist and mica gneiss, migmatitic gneiss, amphibolite, banded iron formation
930	Volcanic-dominated greenstone belts (c. 3.20-2.75 Ga and possibly older)
931	Komatite, basalt, andesite, dacite, rhyolite

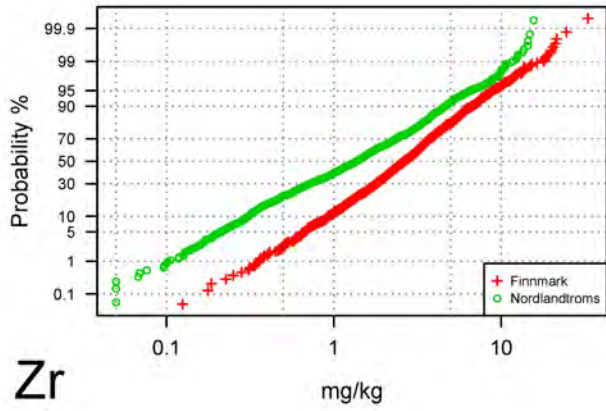
Figur 2 Tegnforklaring berggrunnskart.

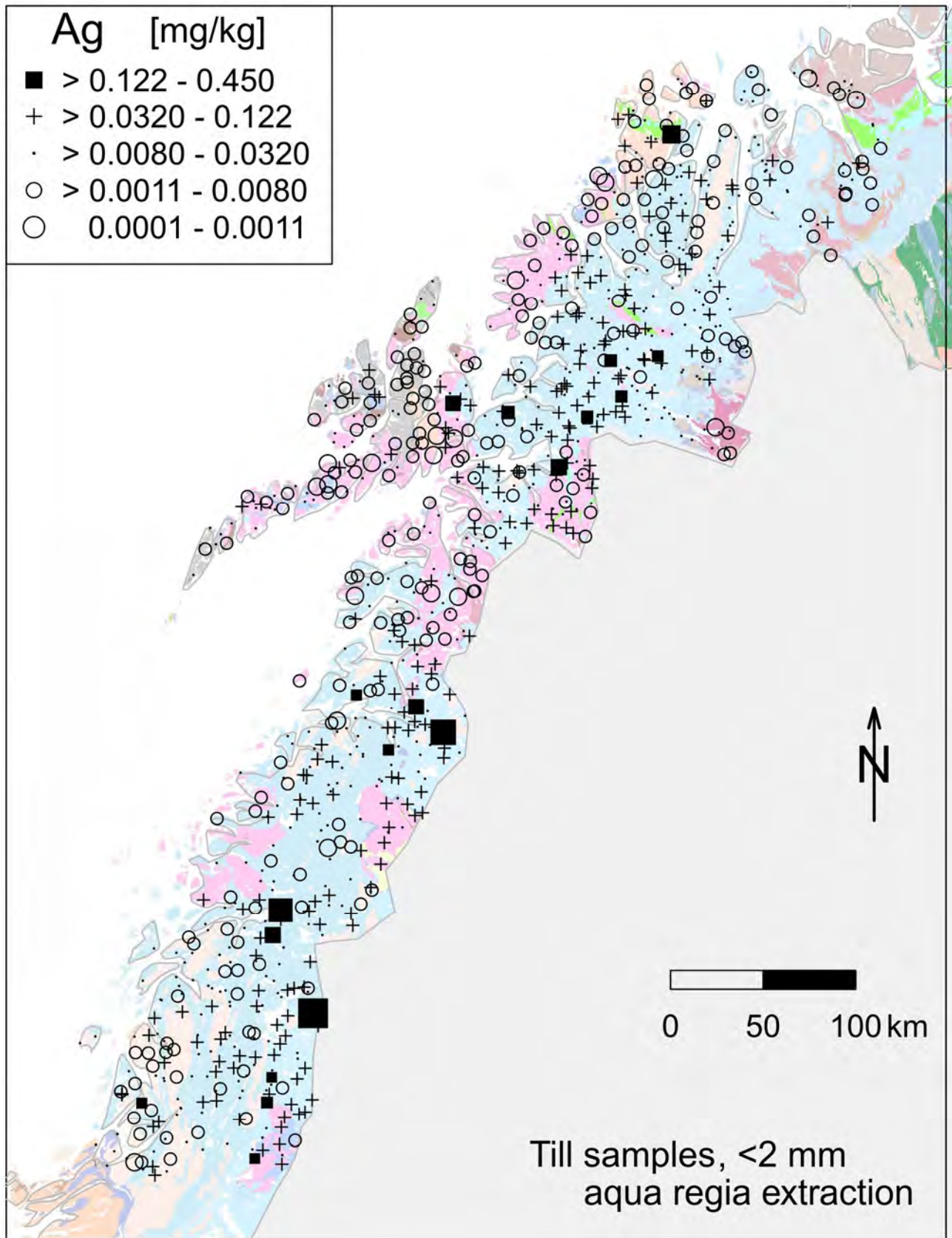


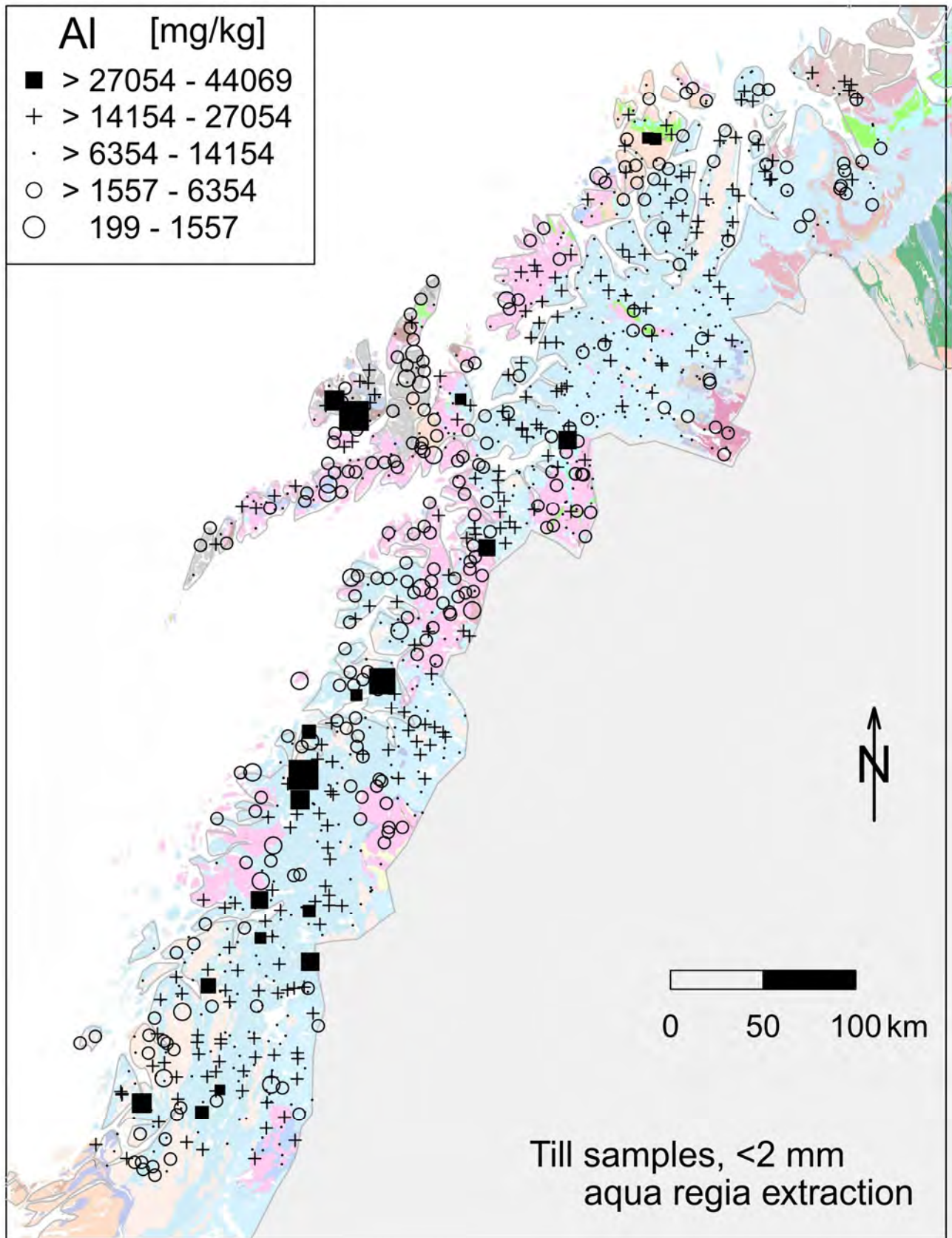


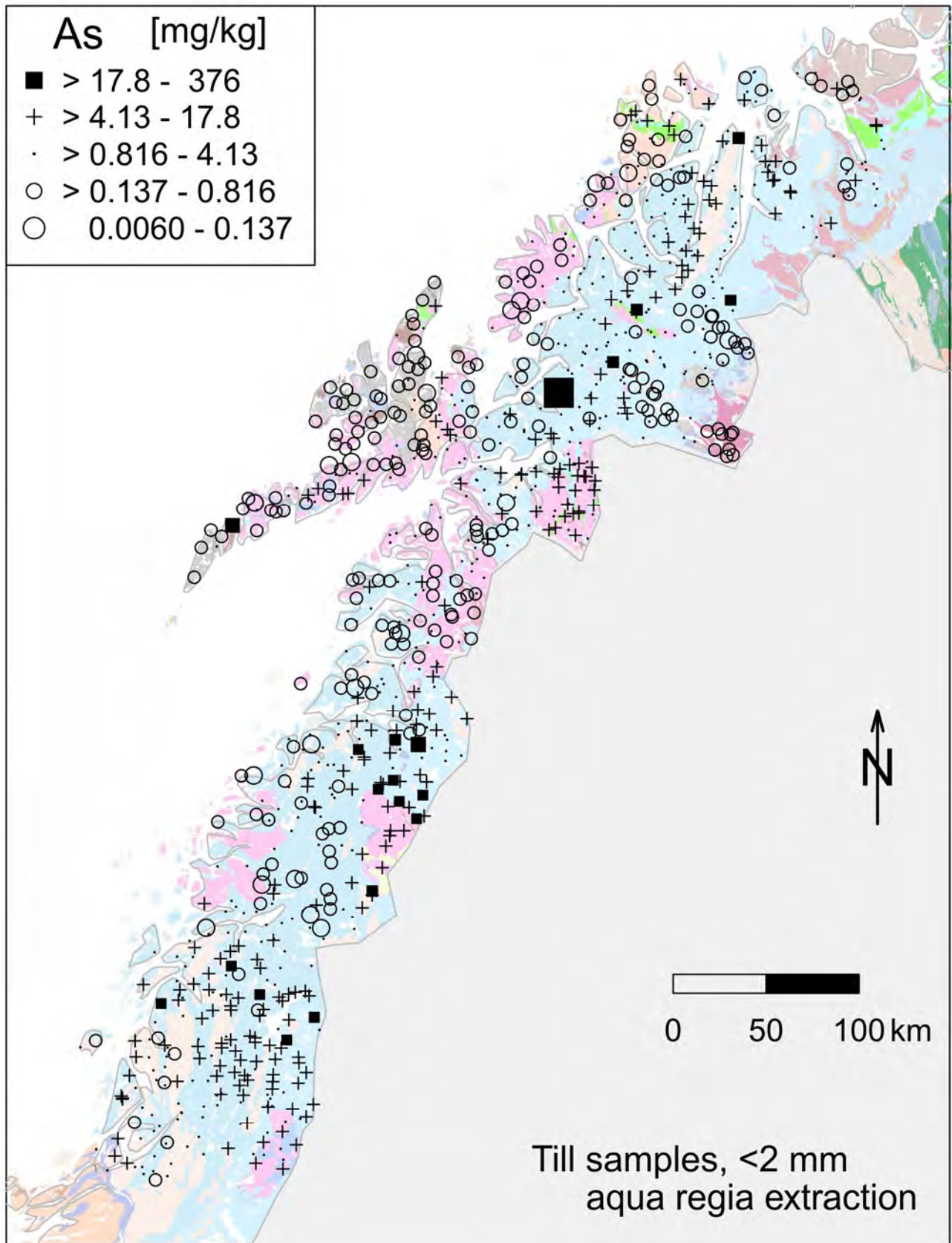


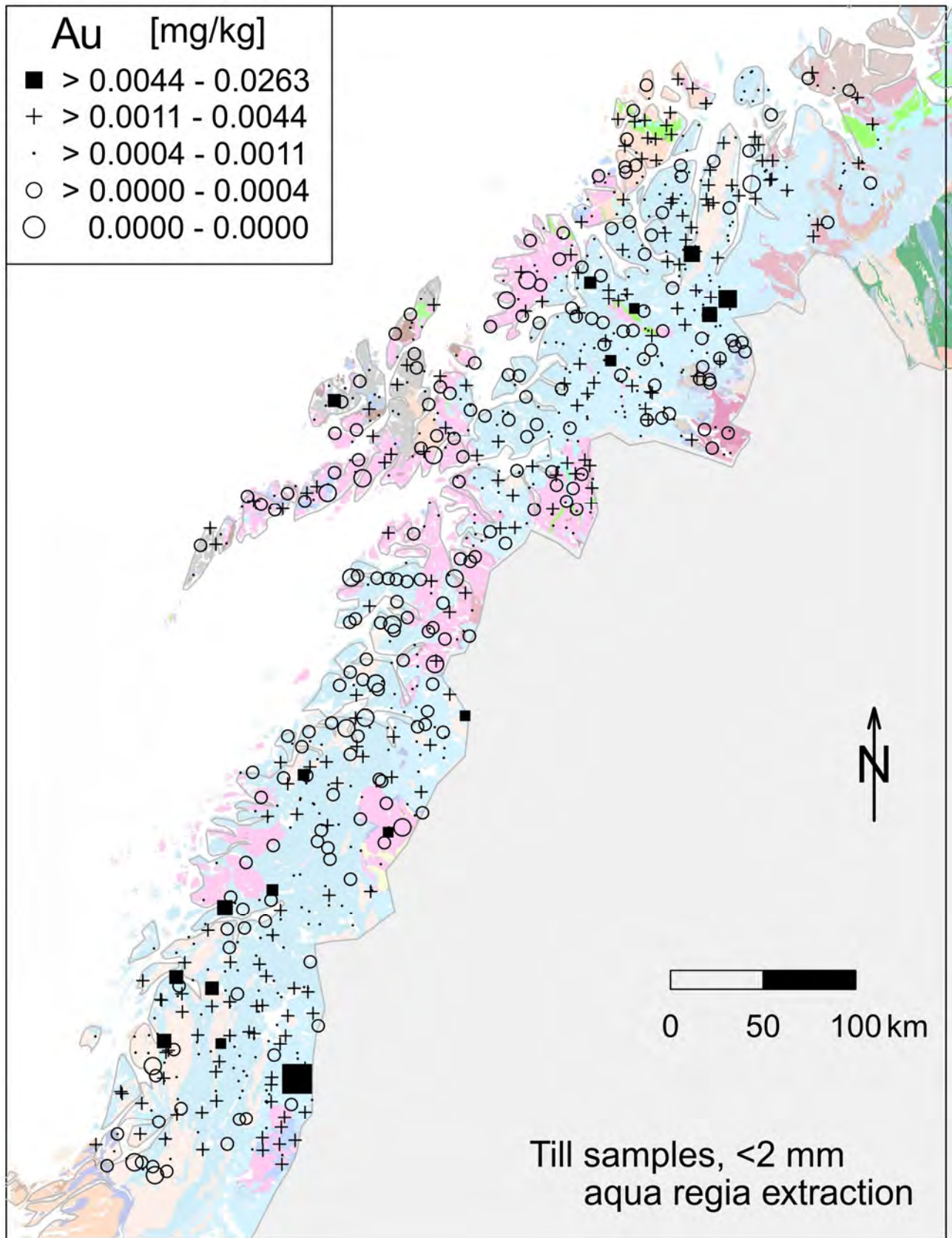


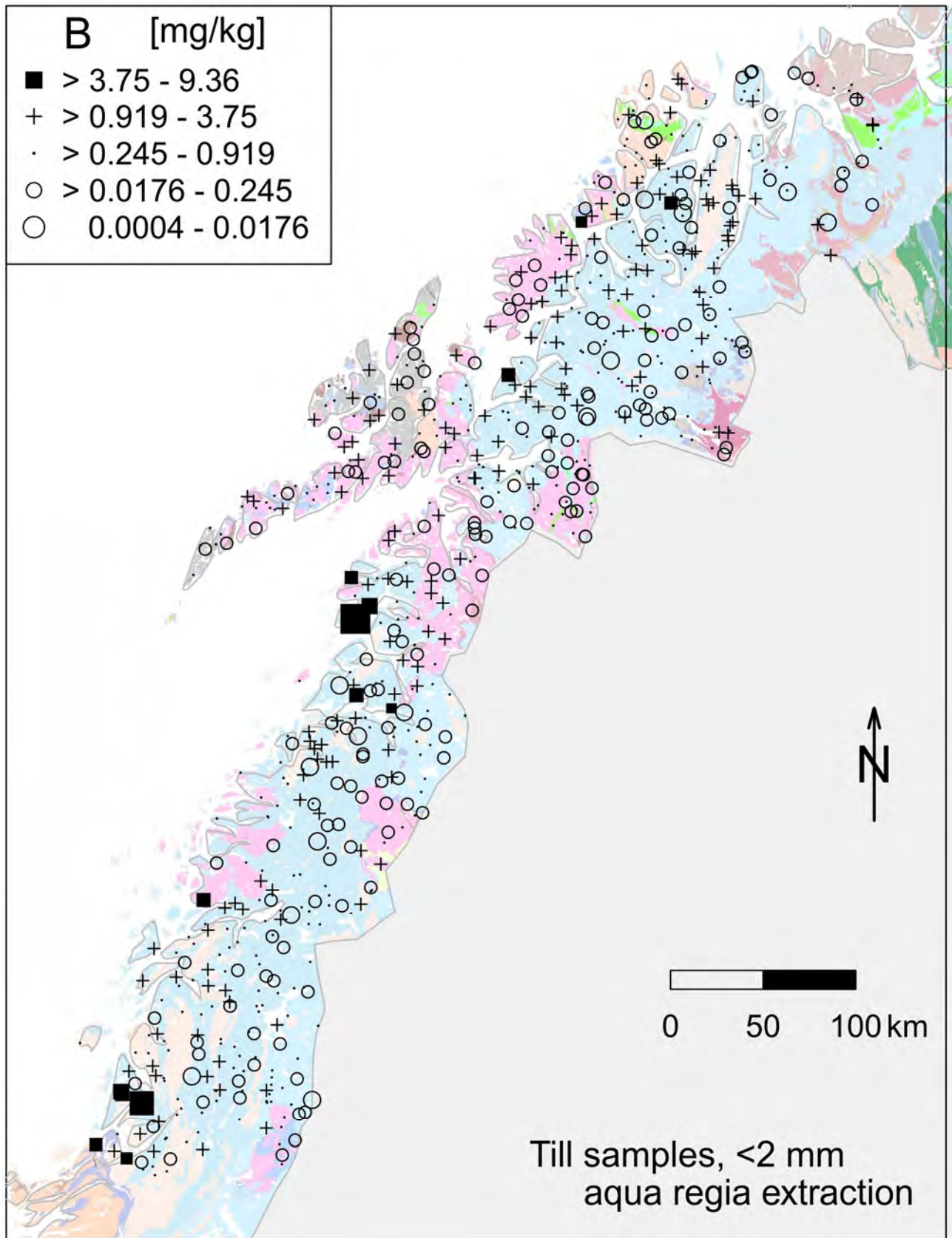


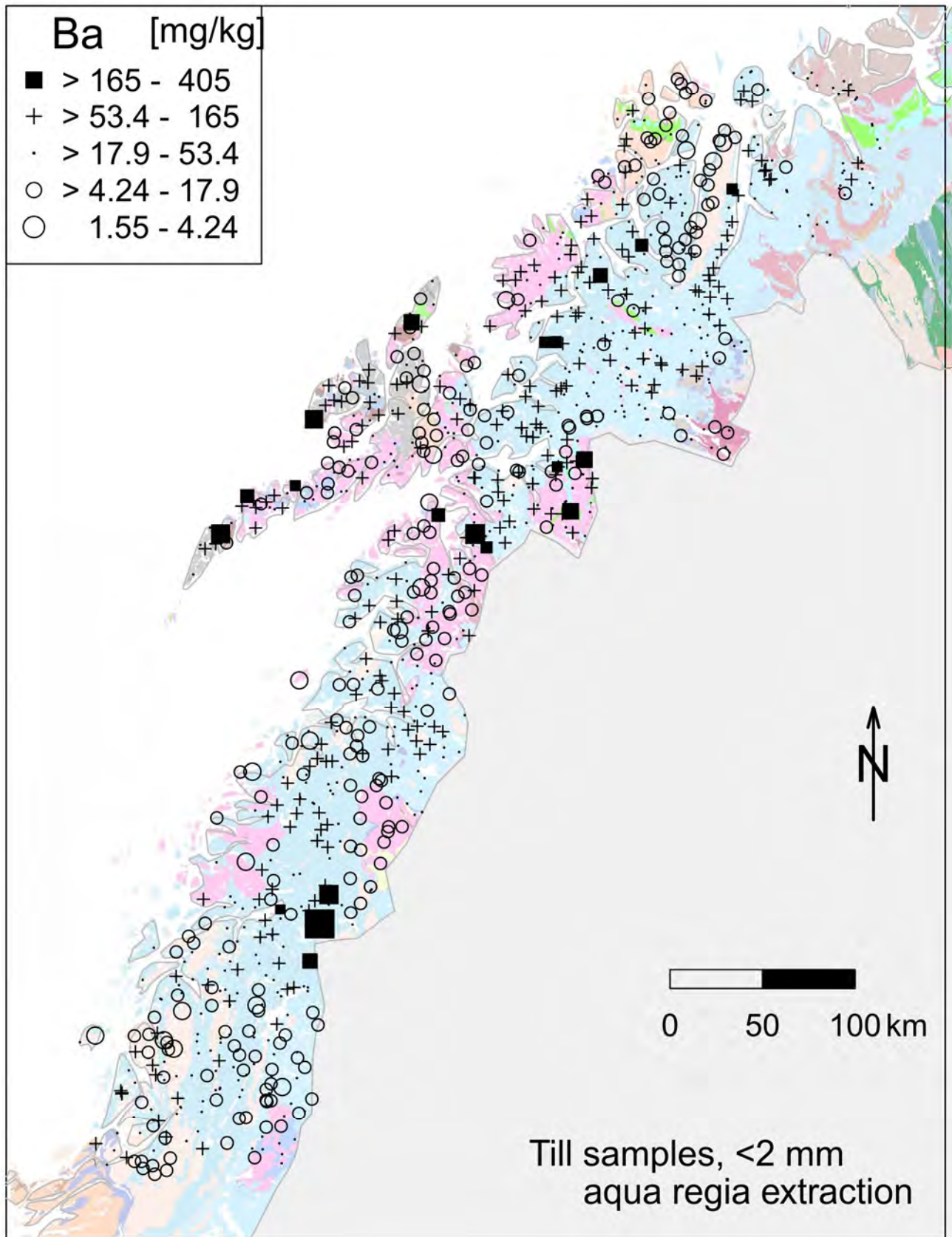


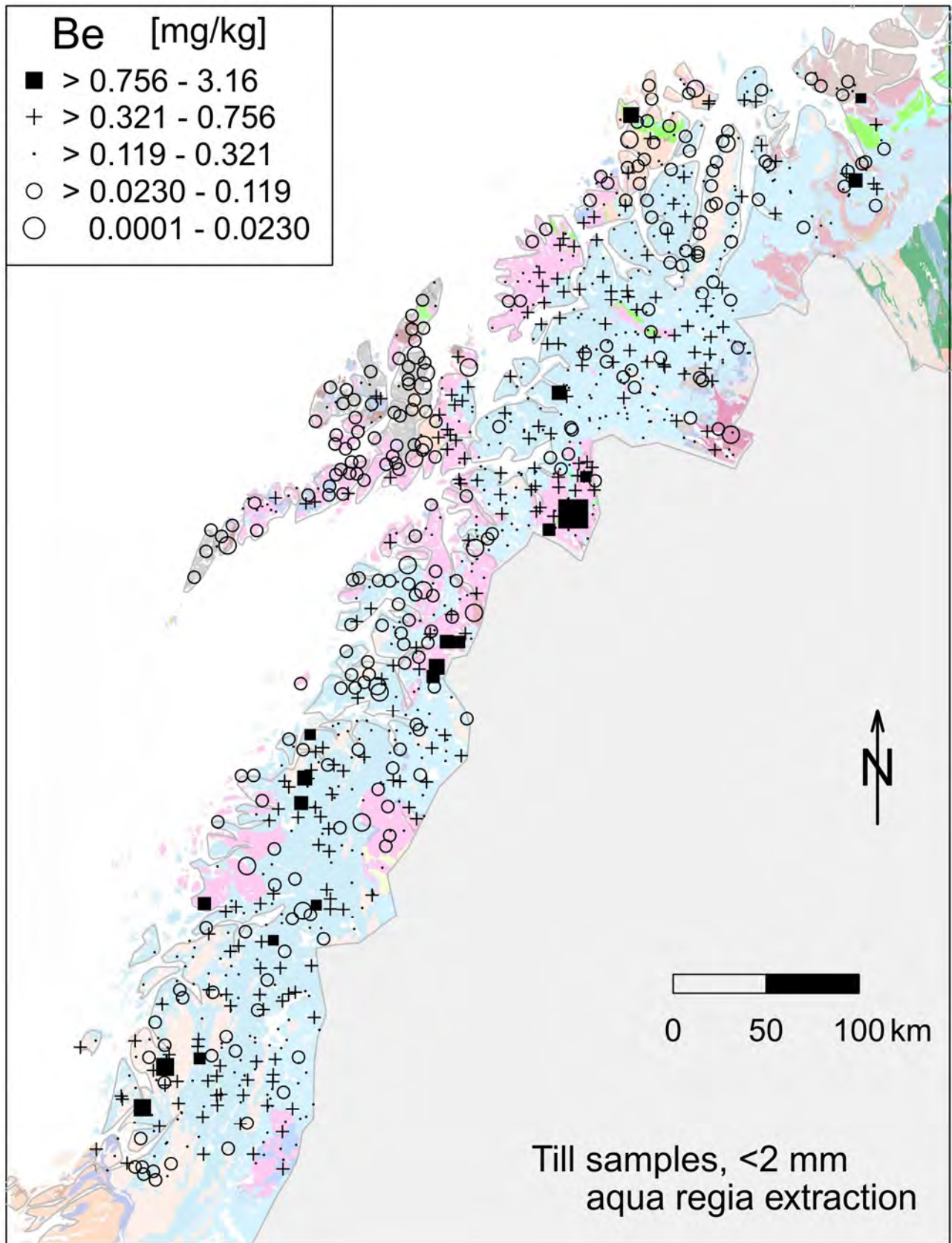


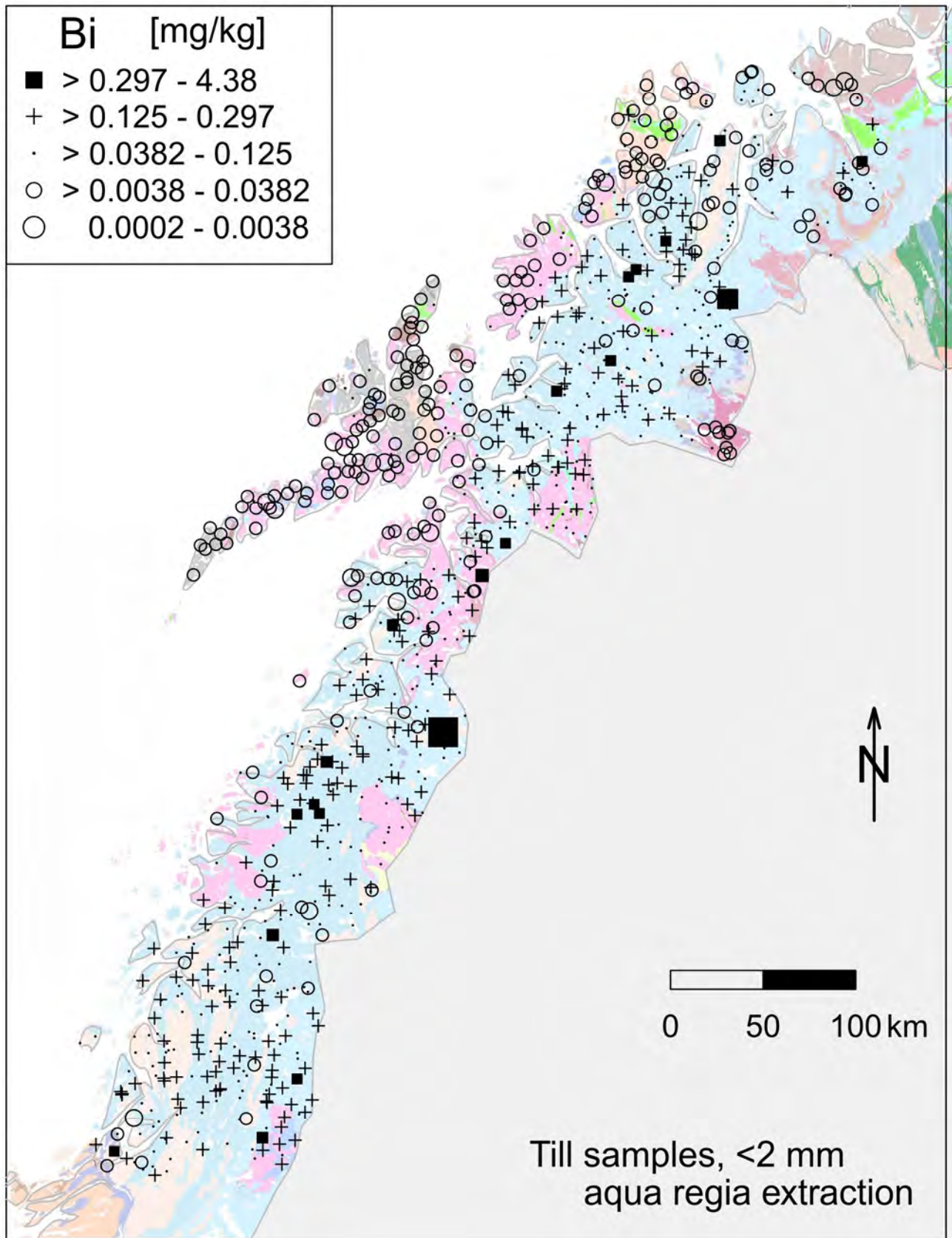


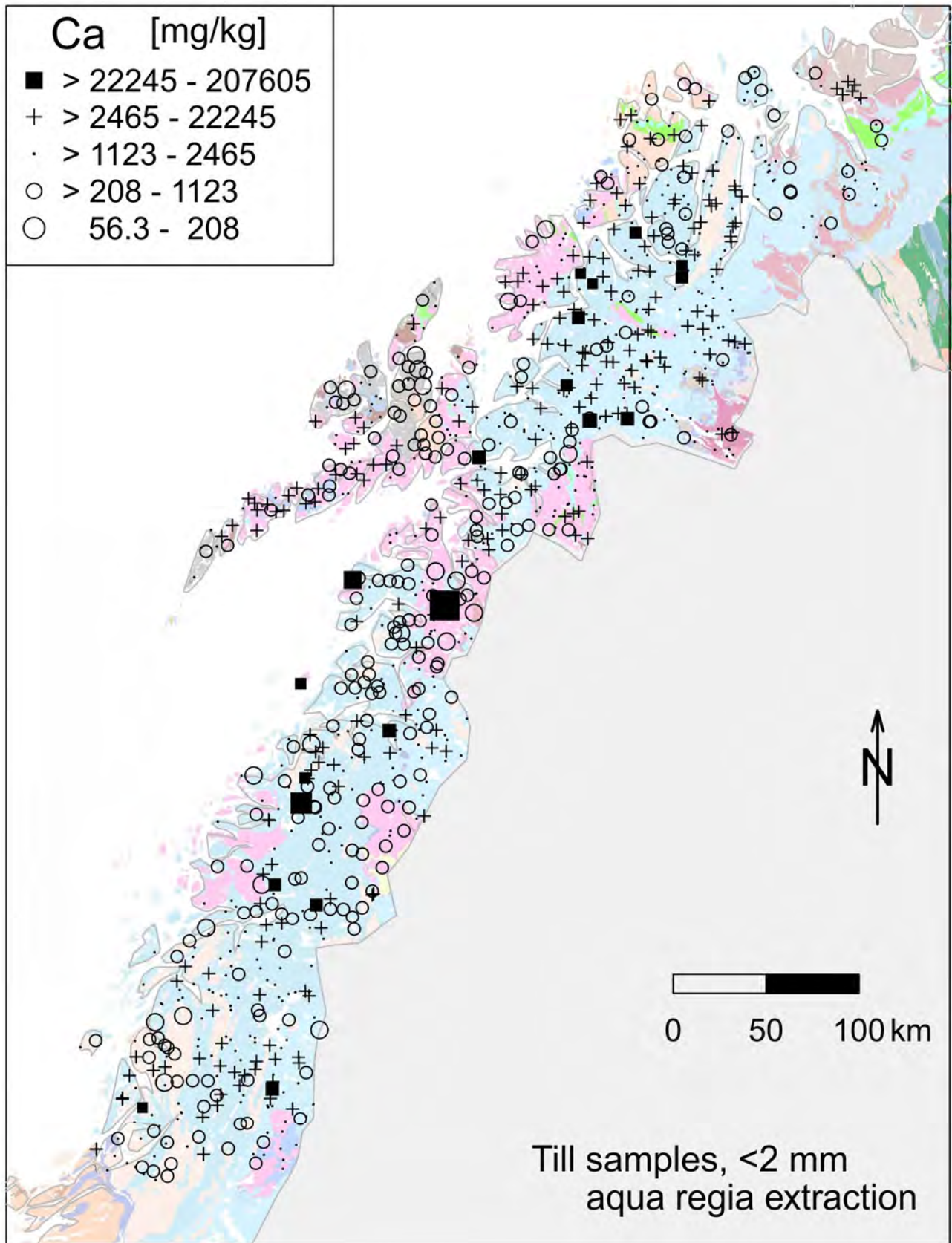


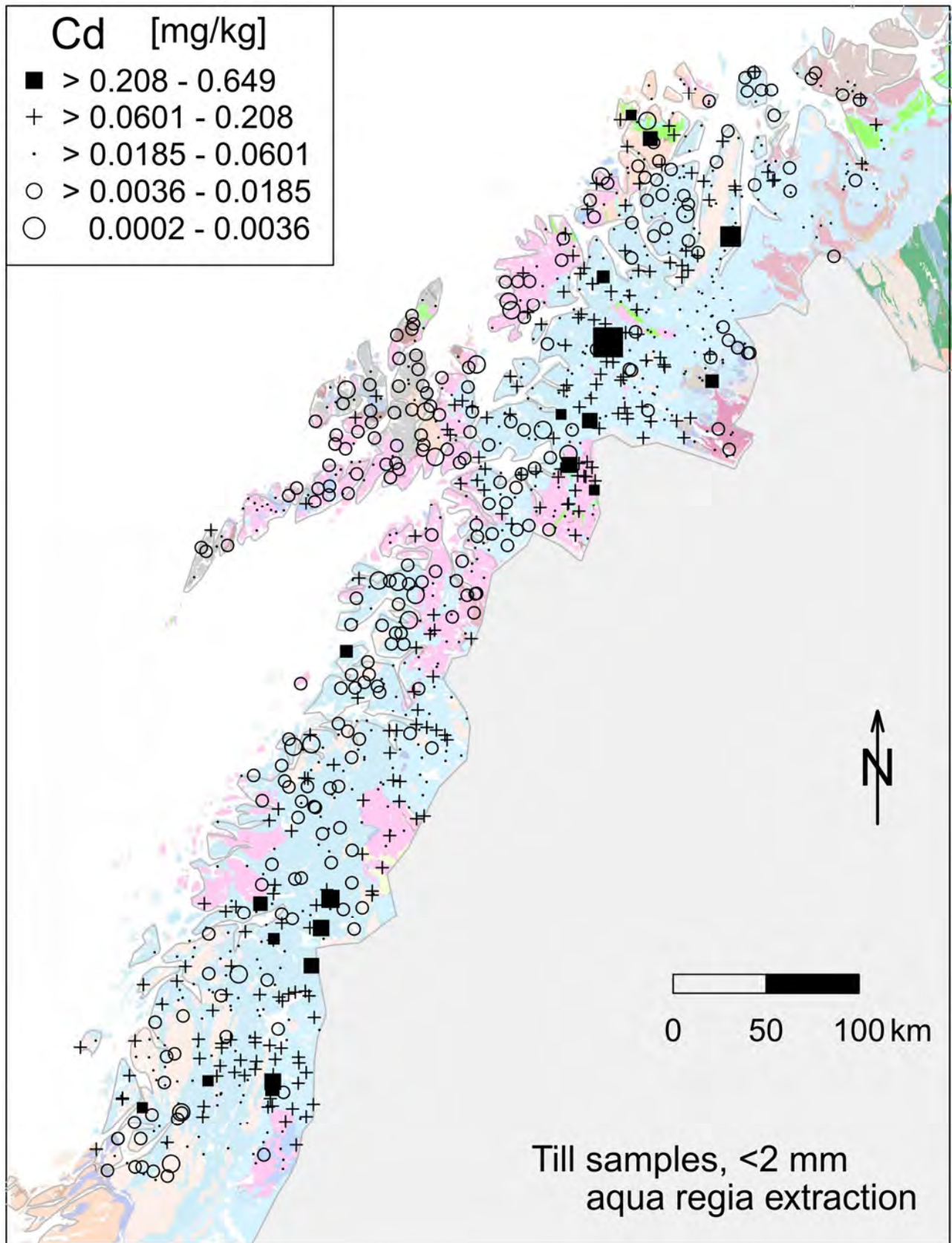


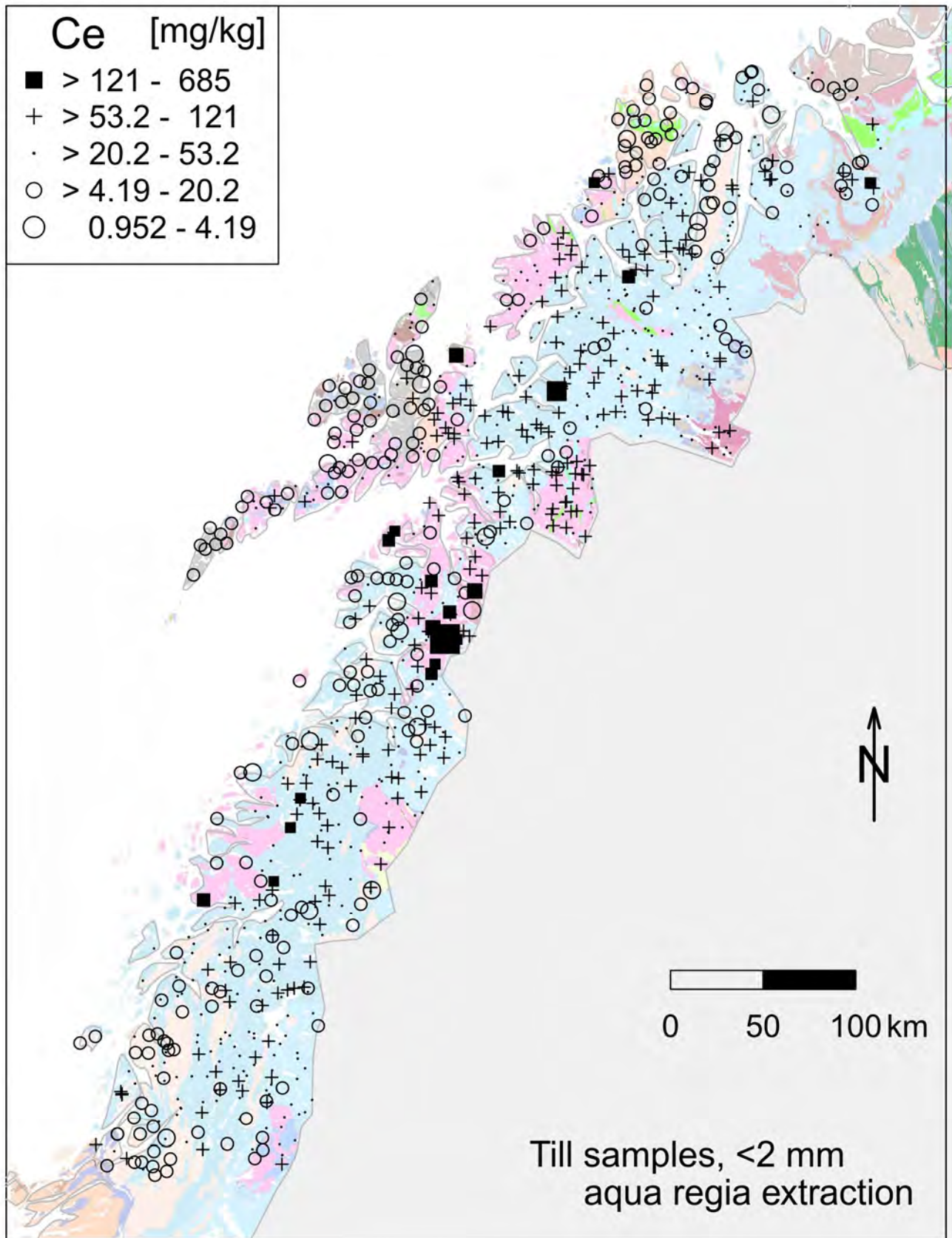


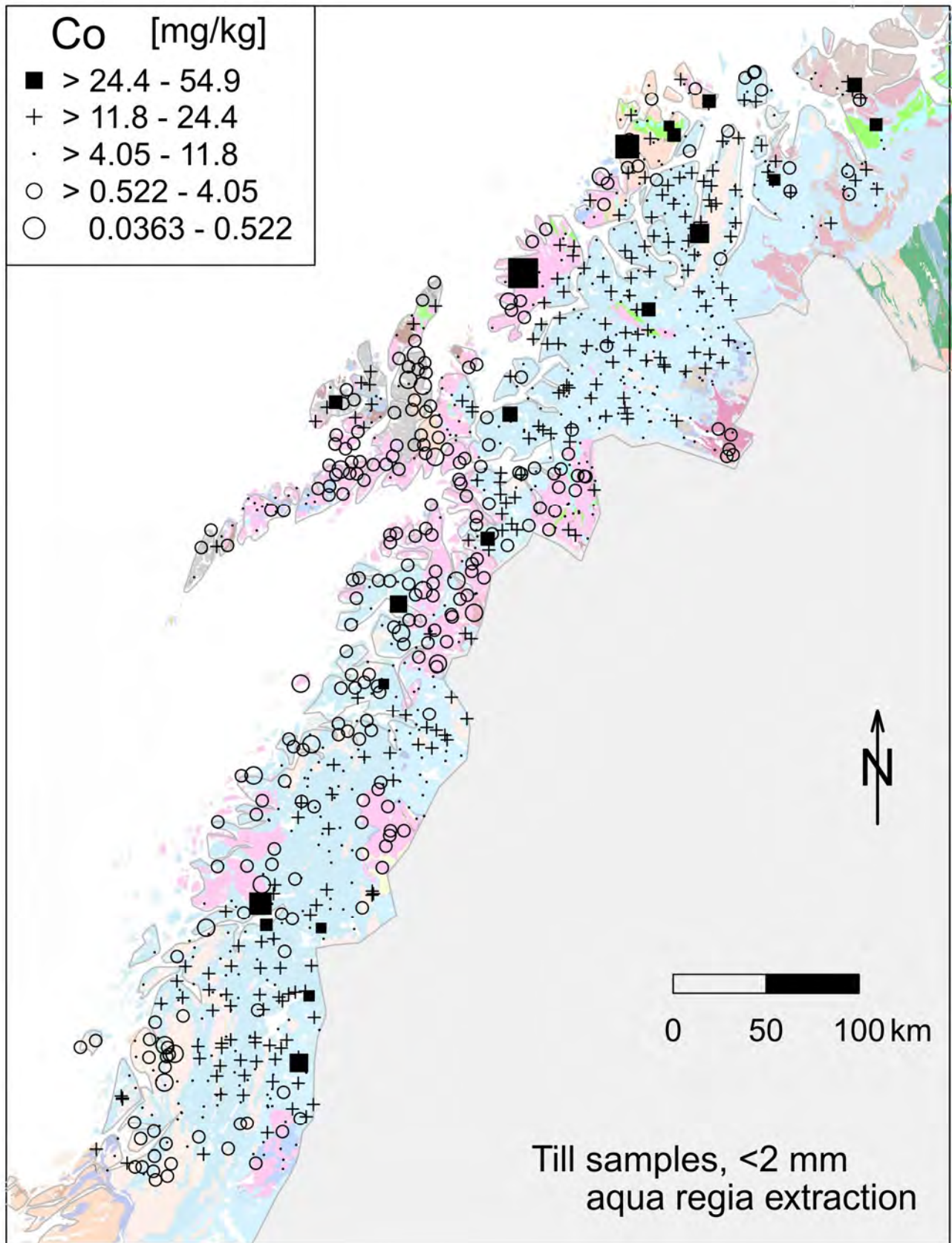


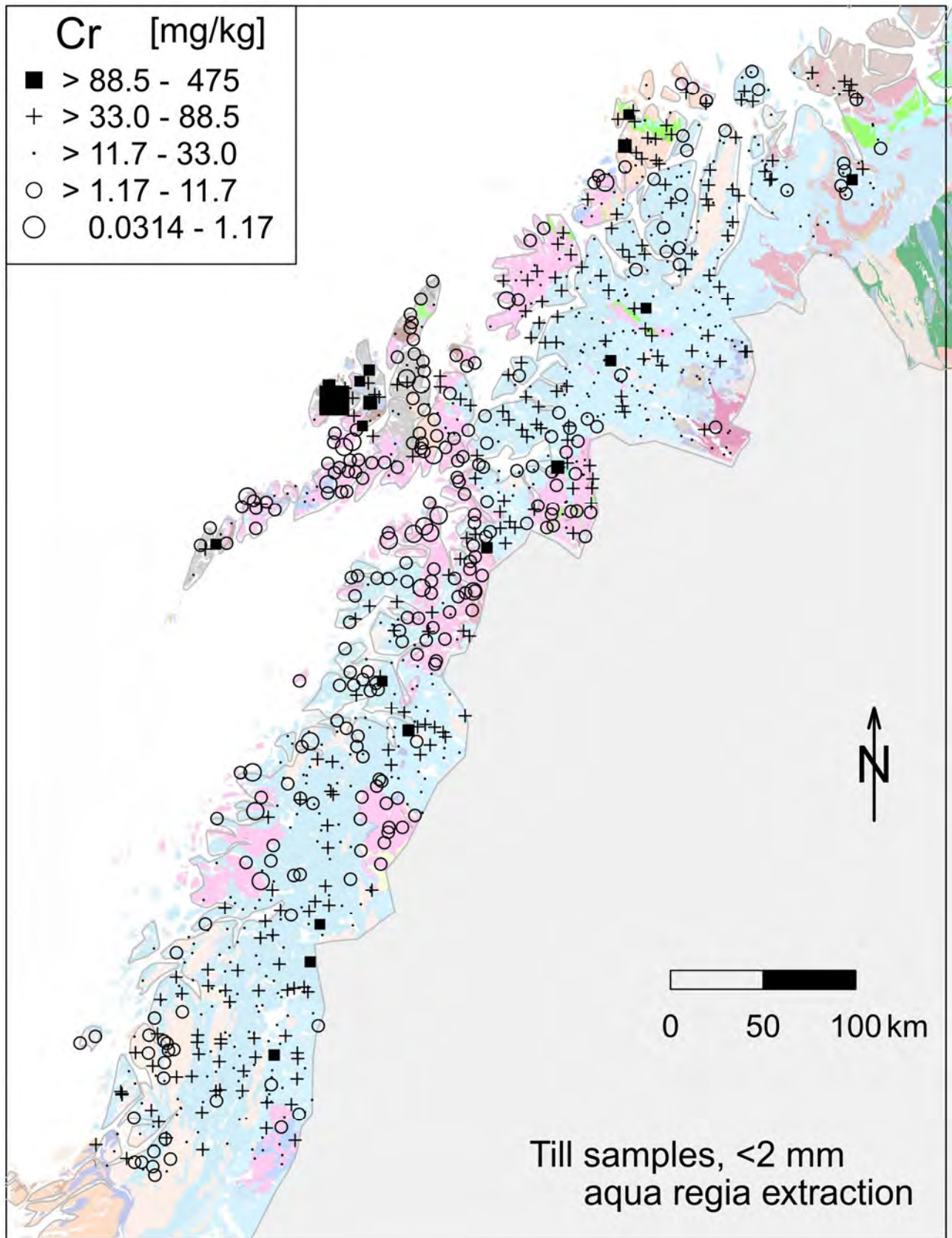


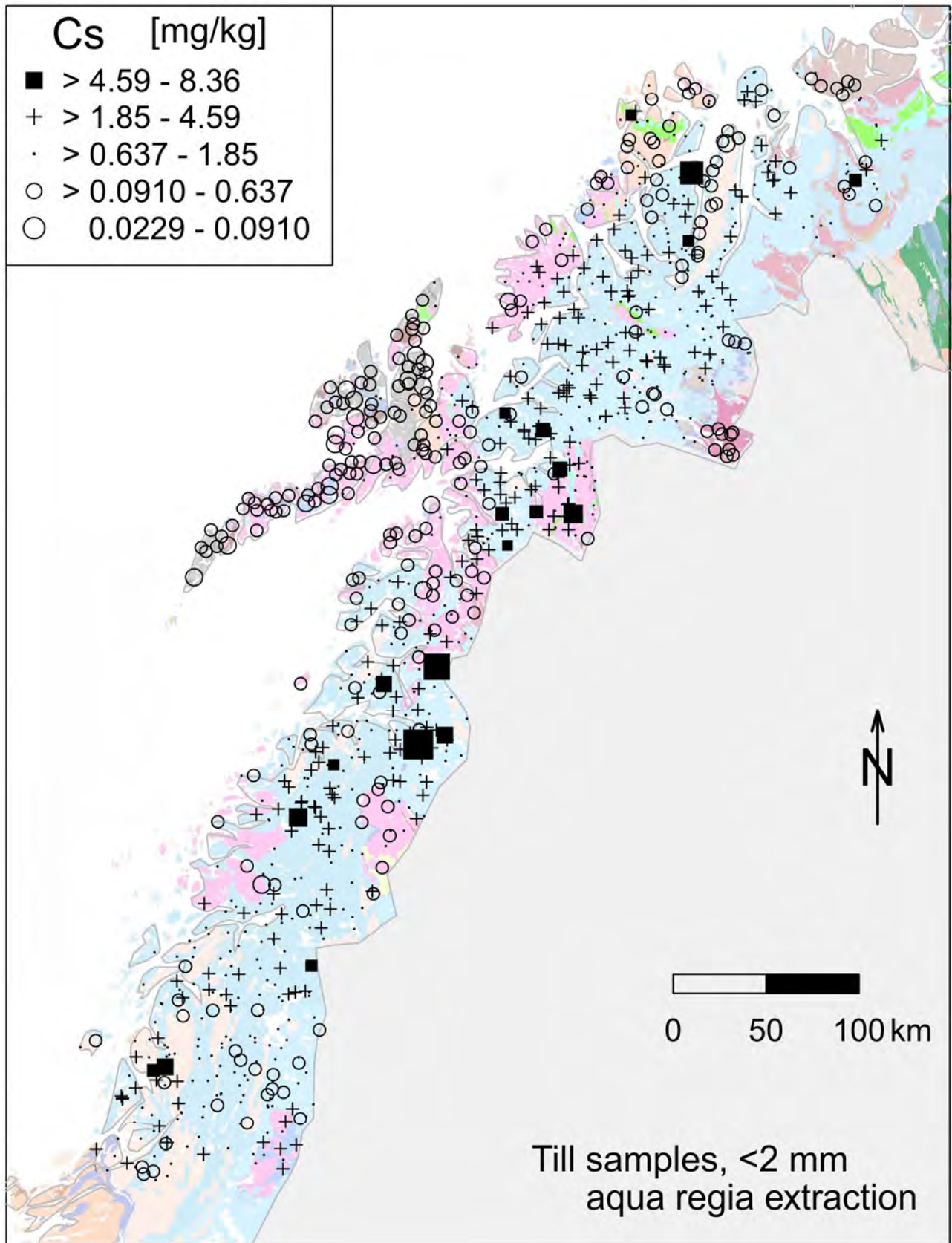


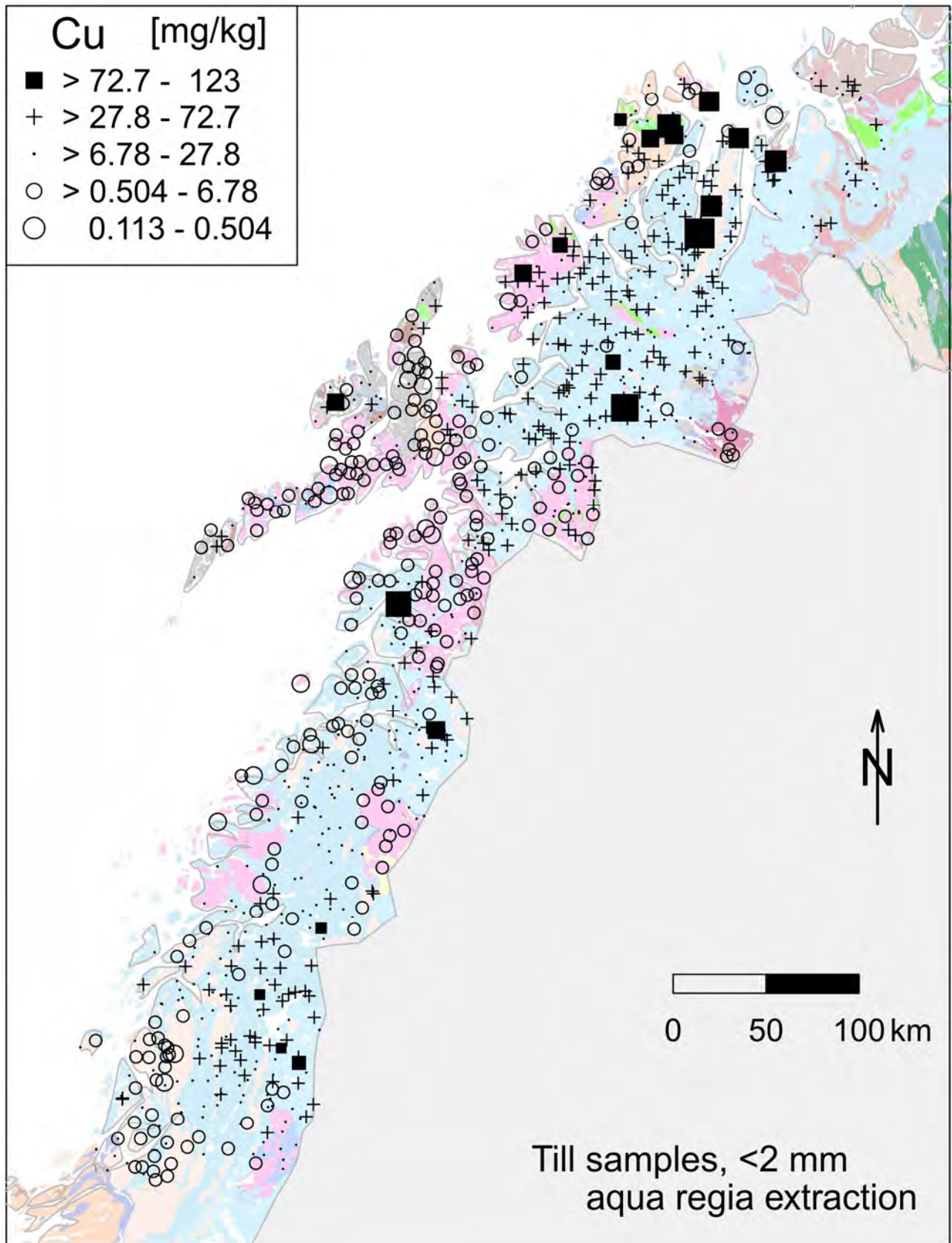


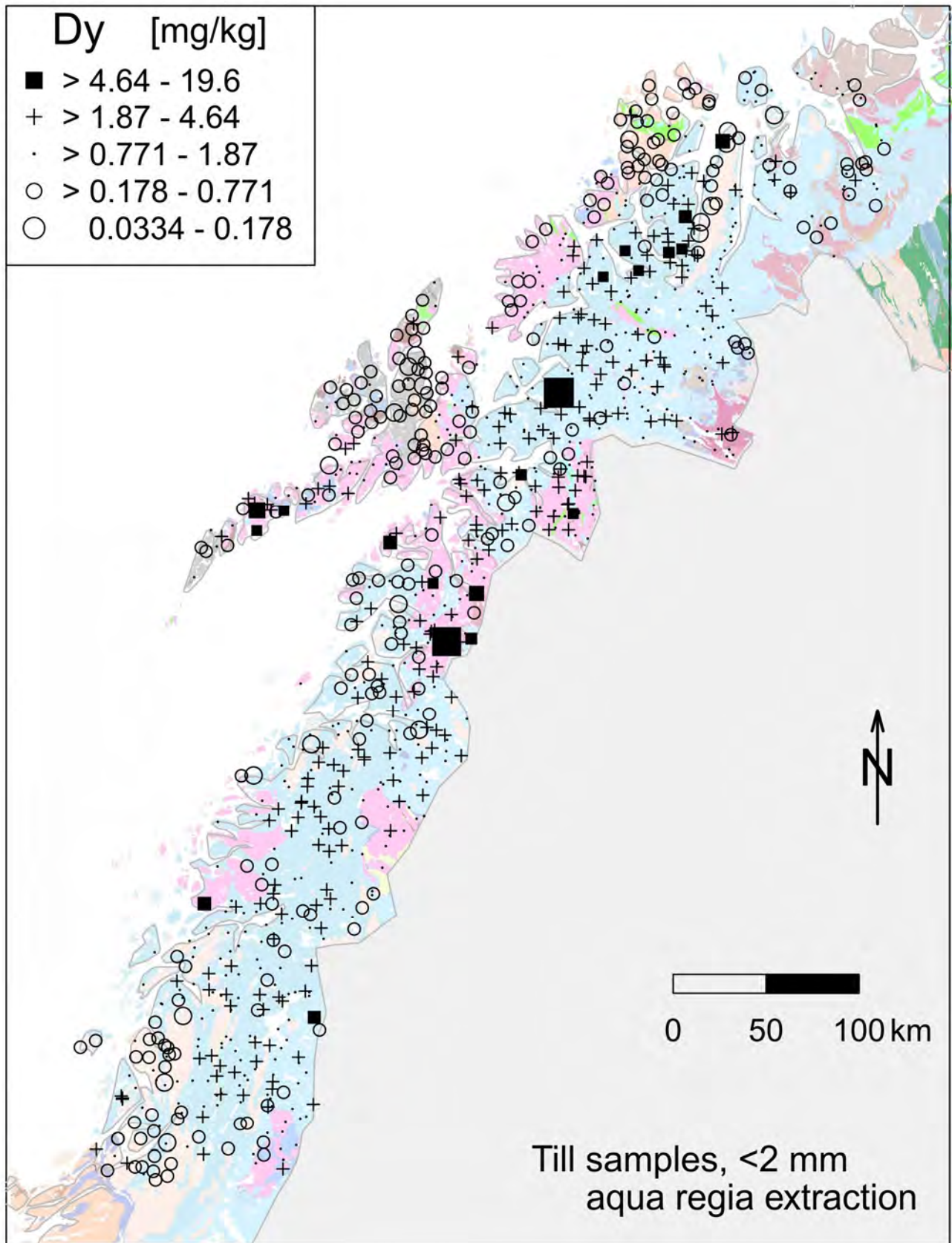


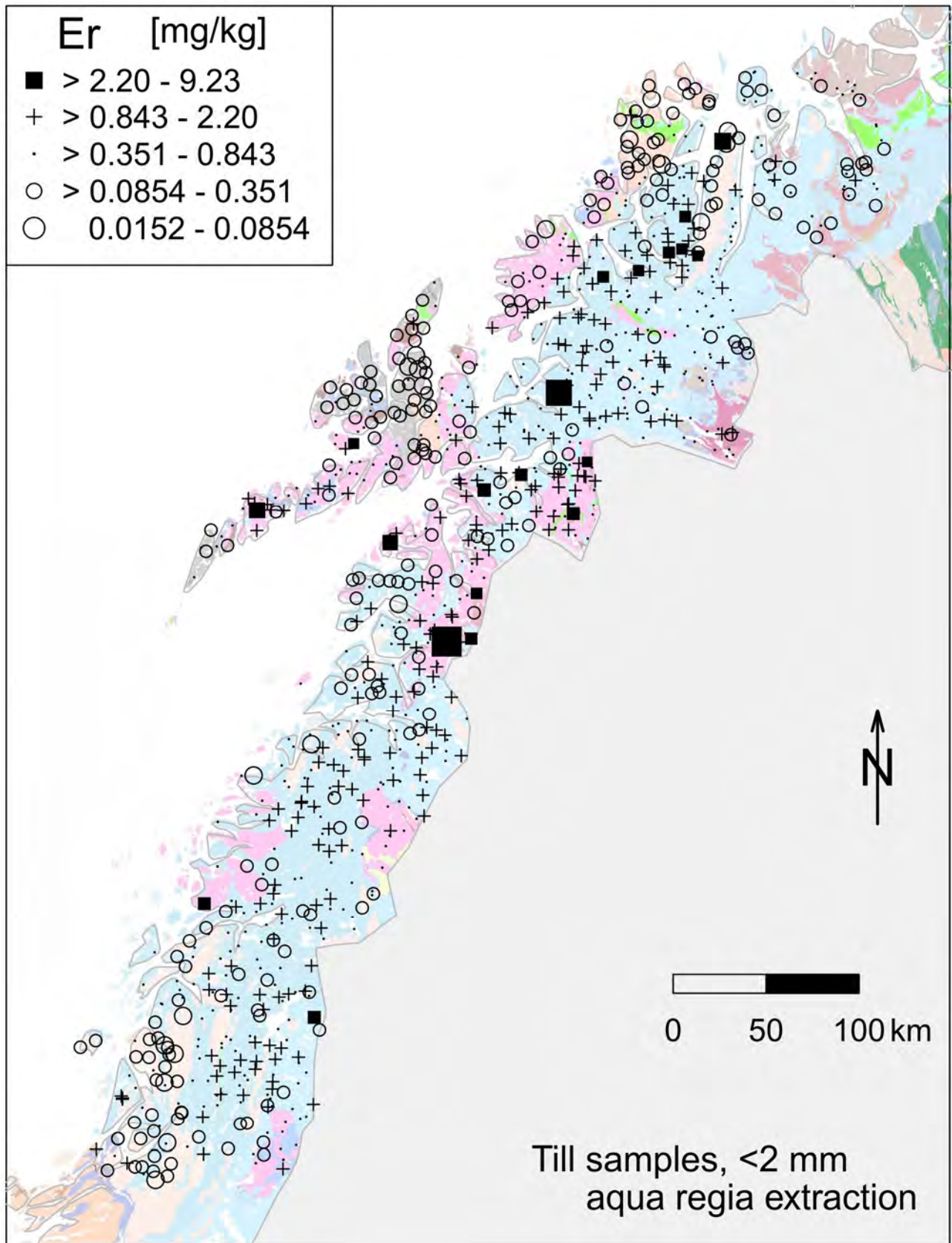


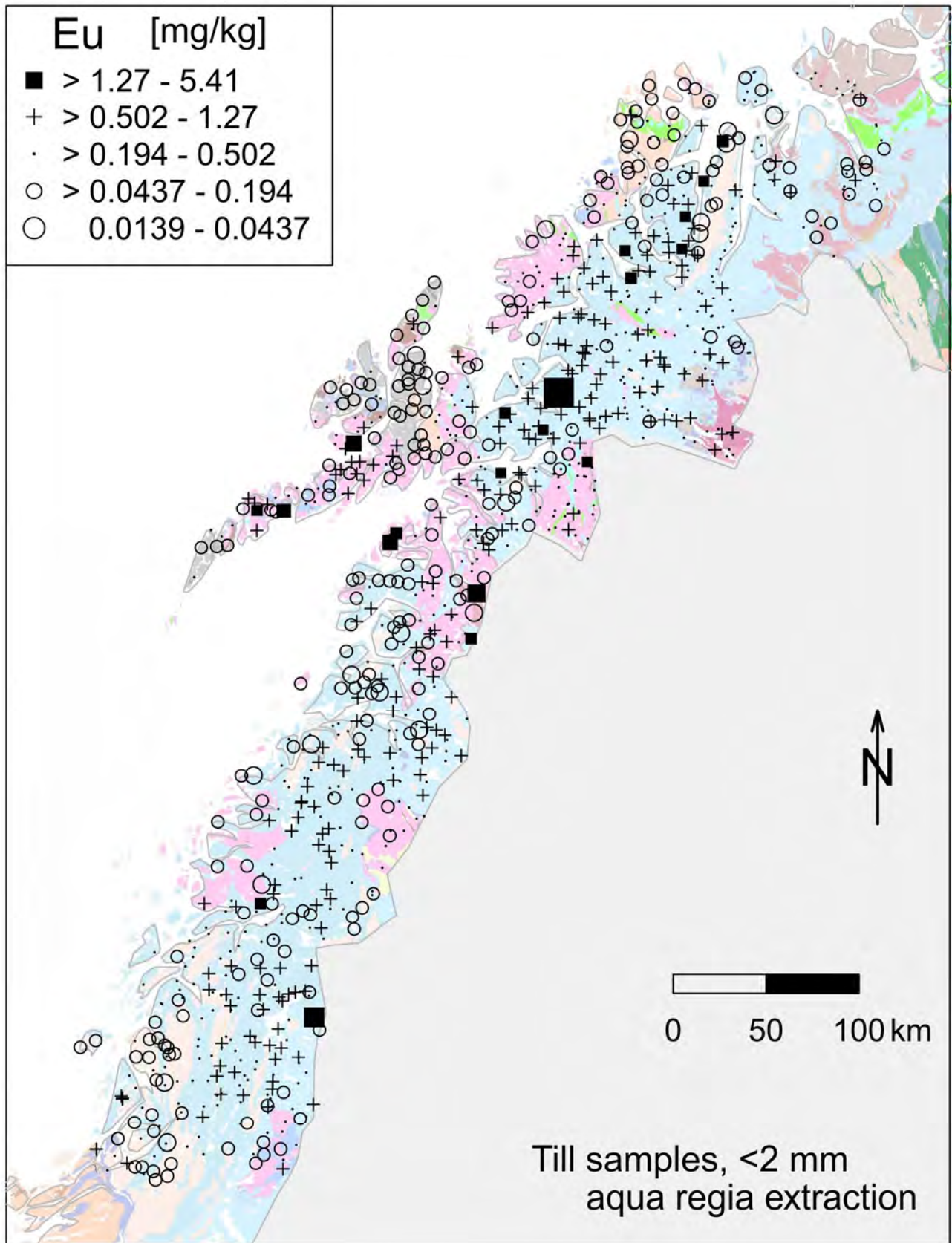


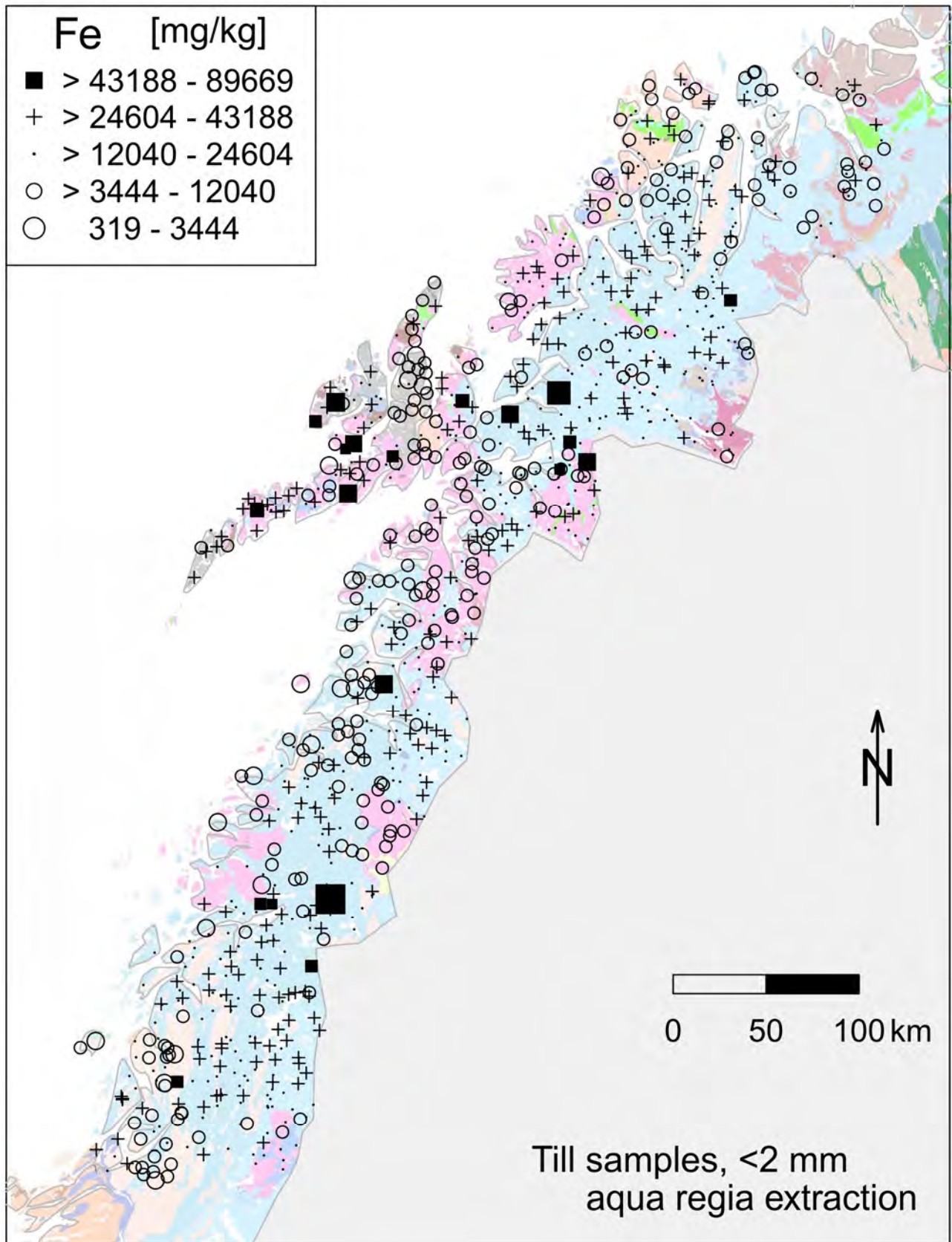


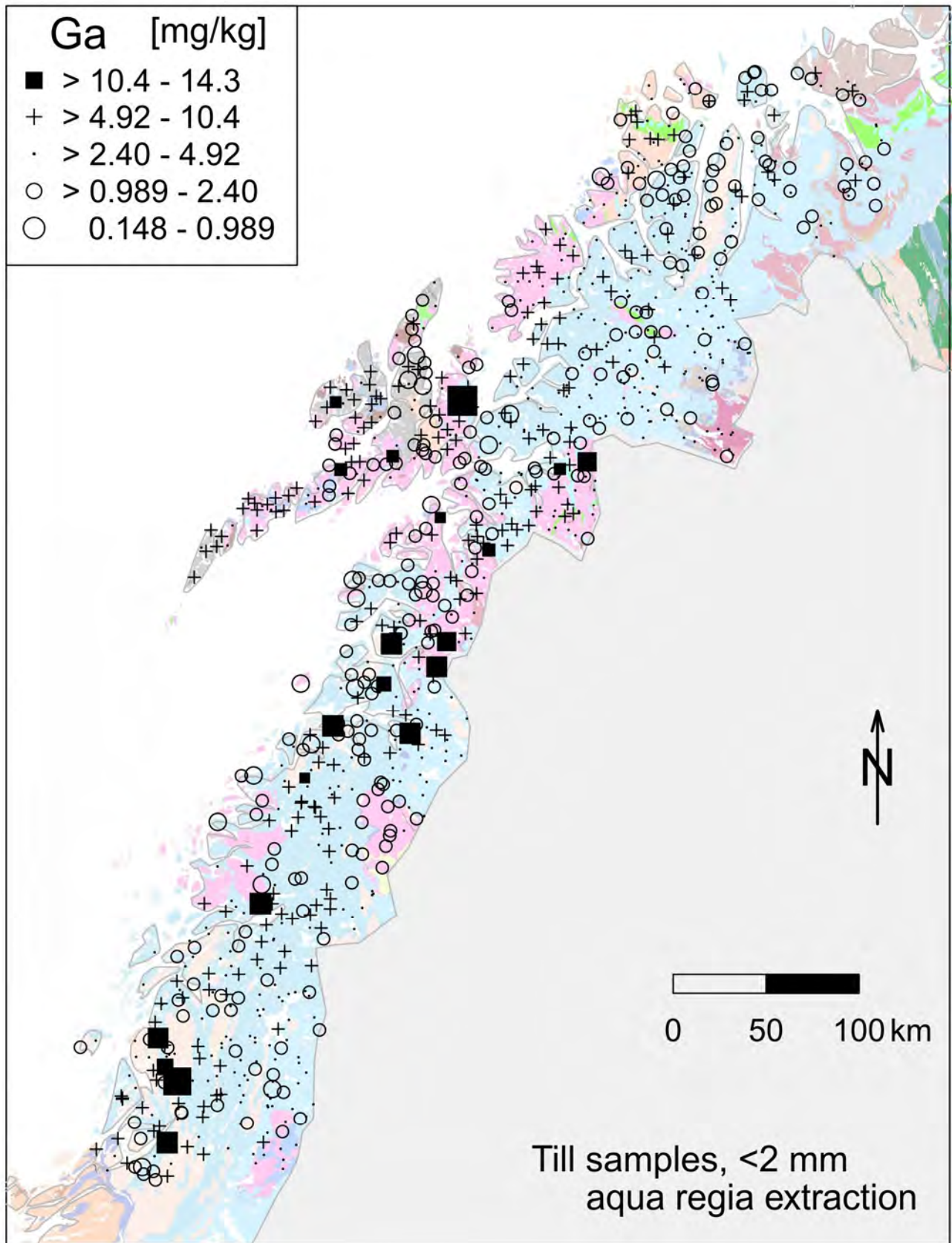


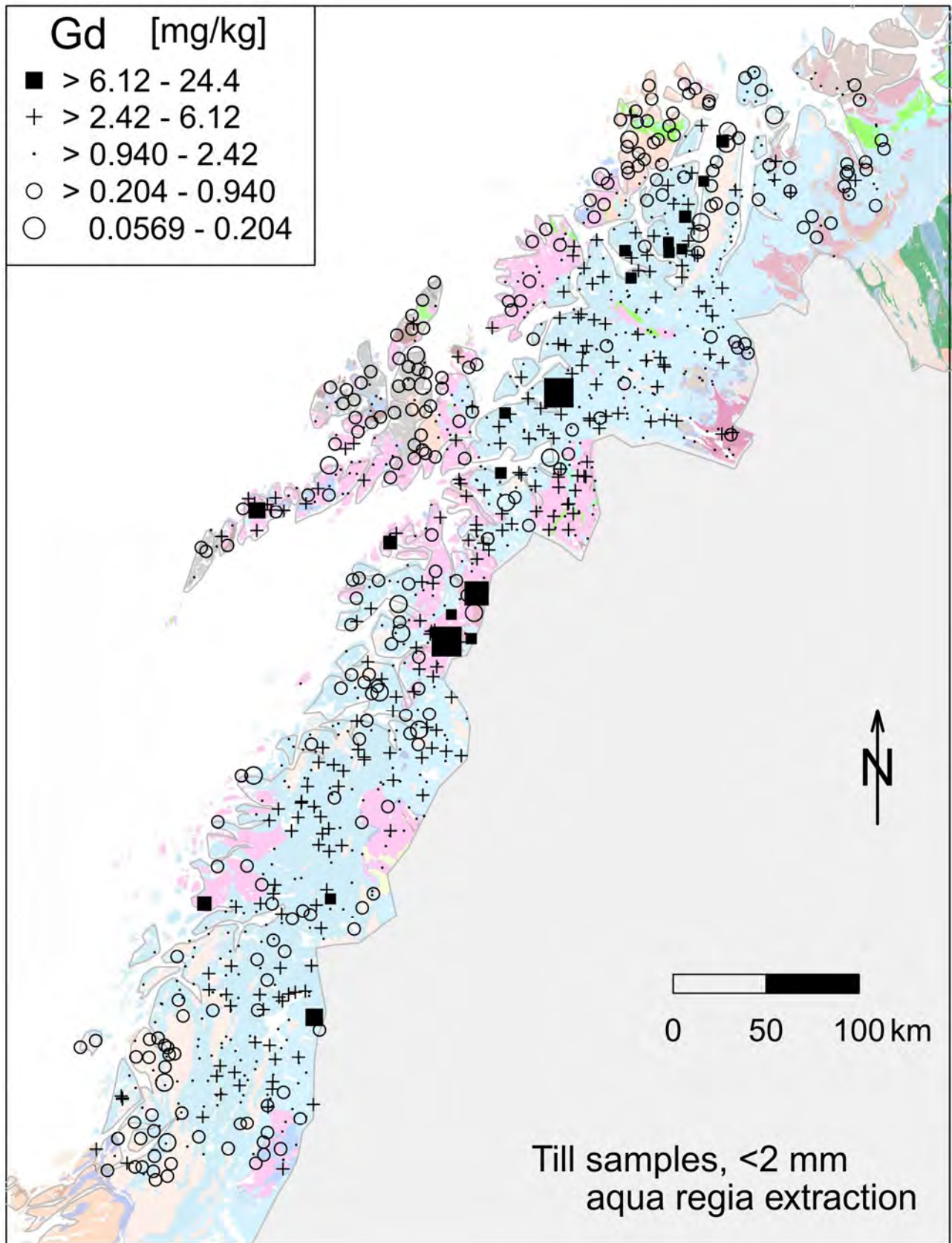


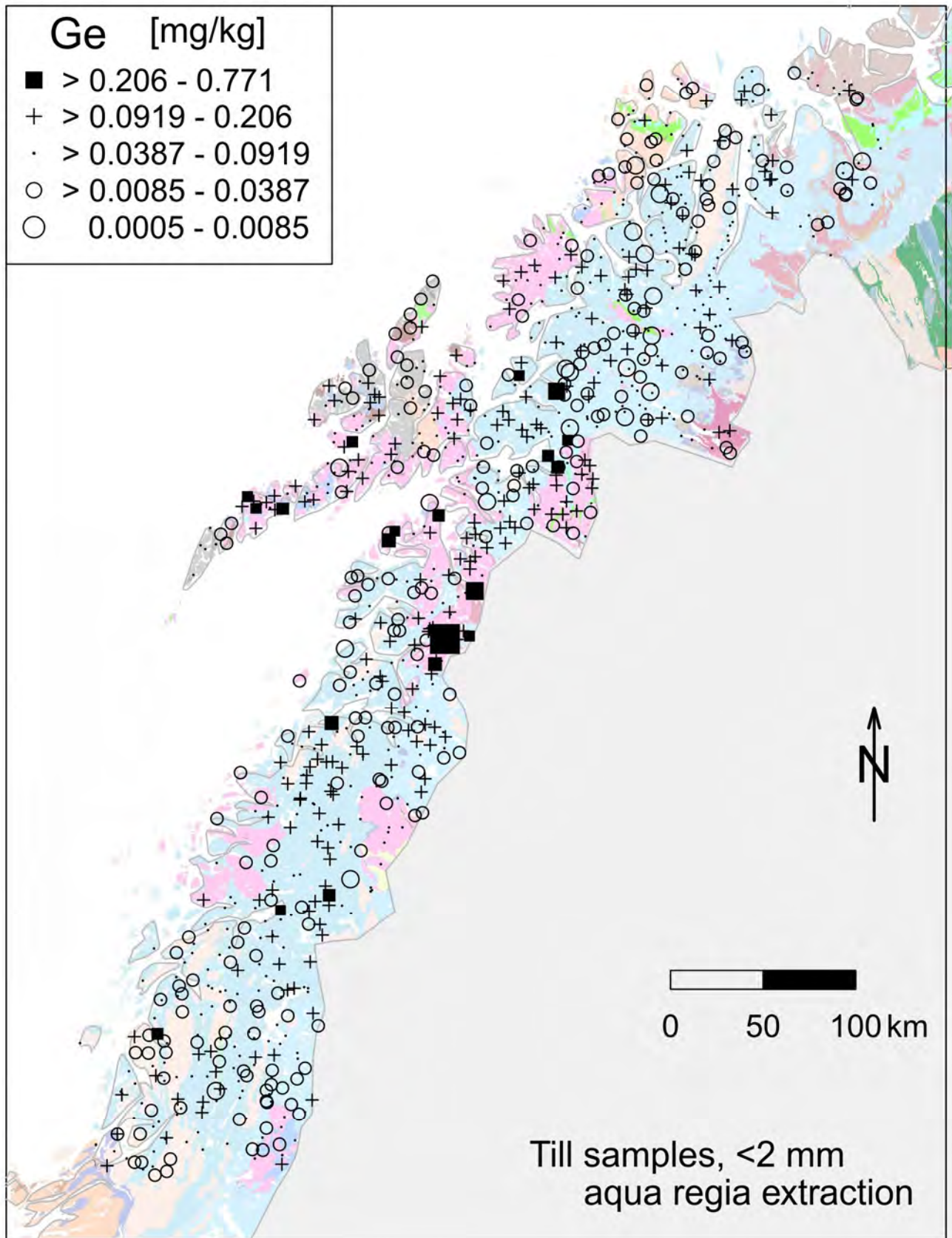


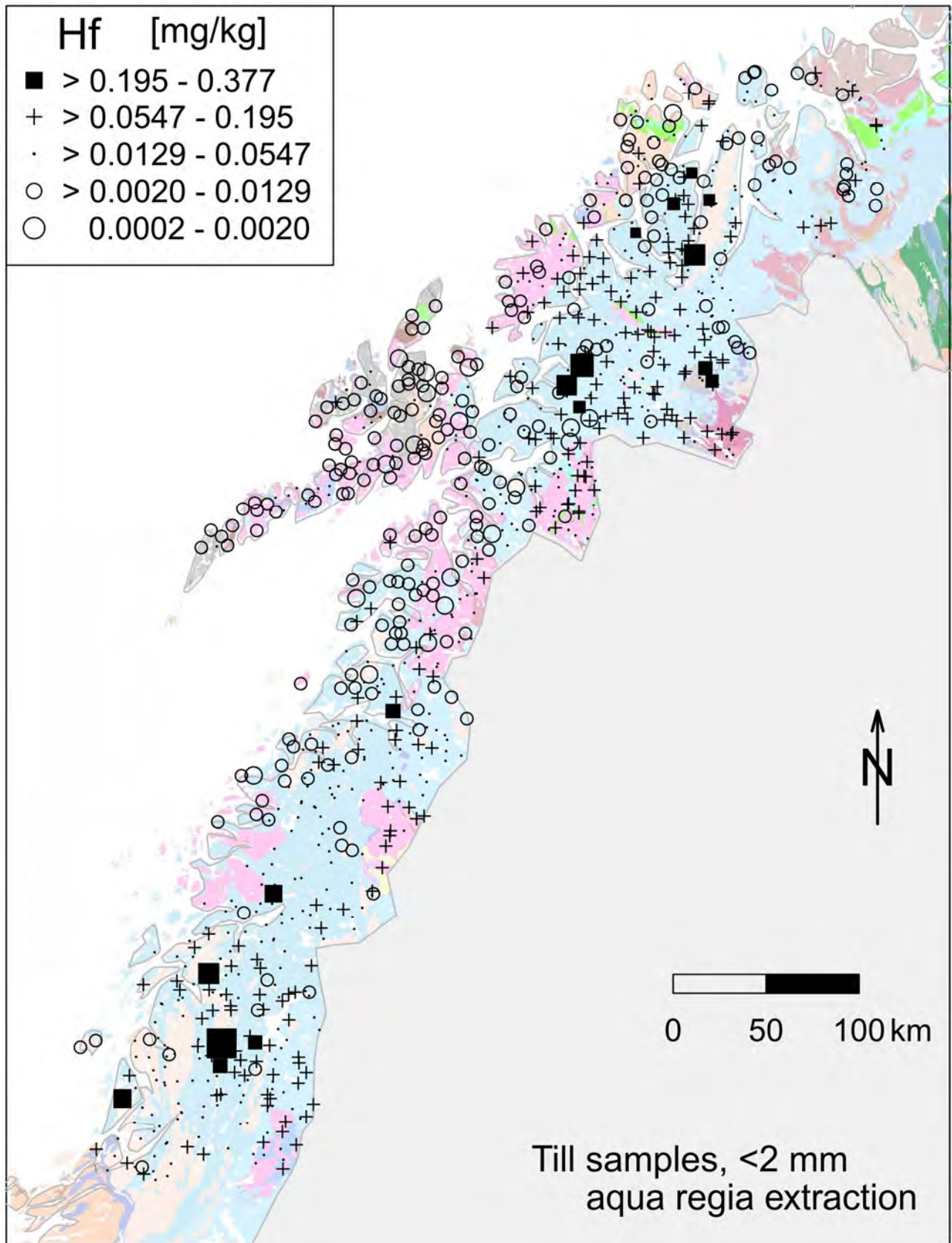


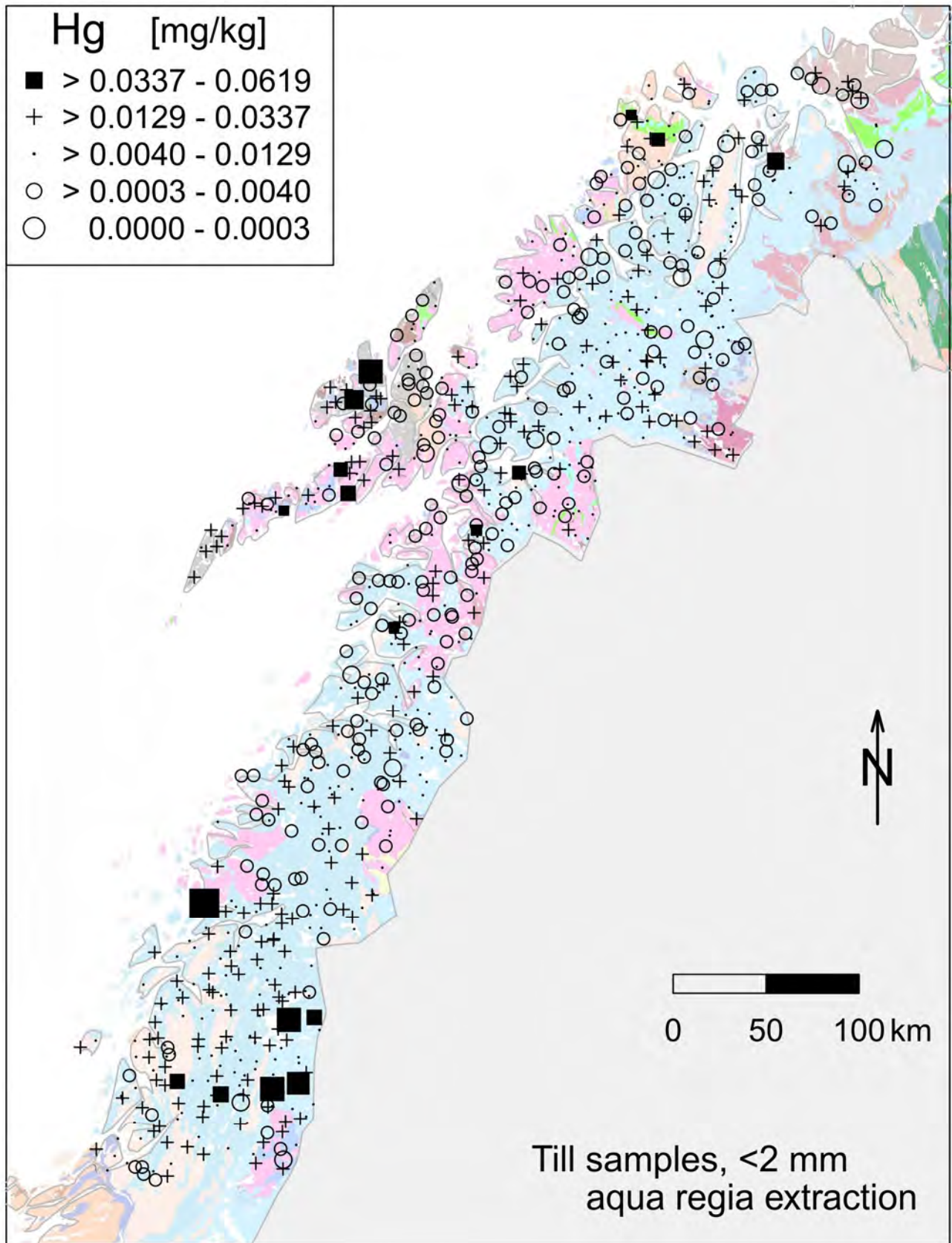


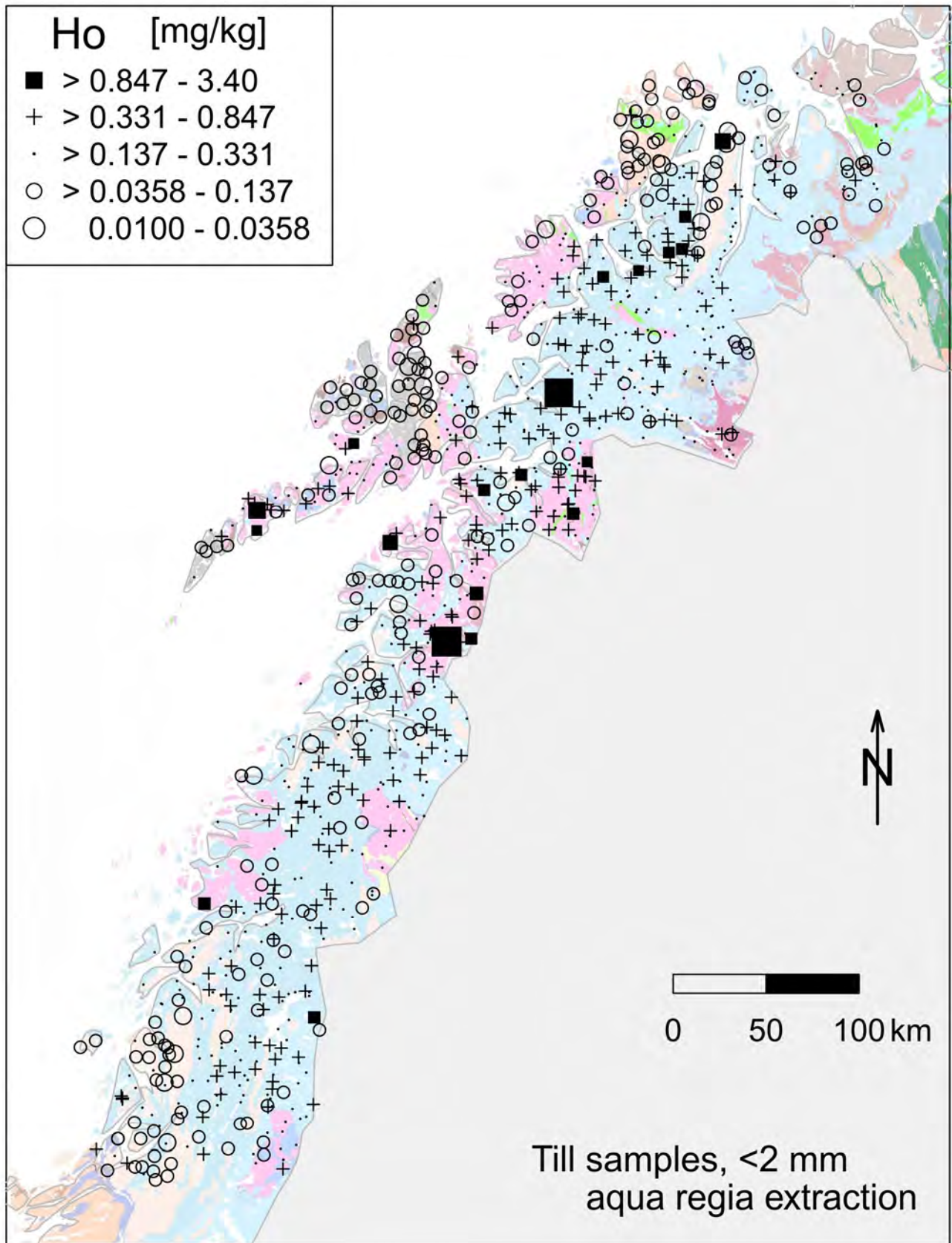


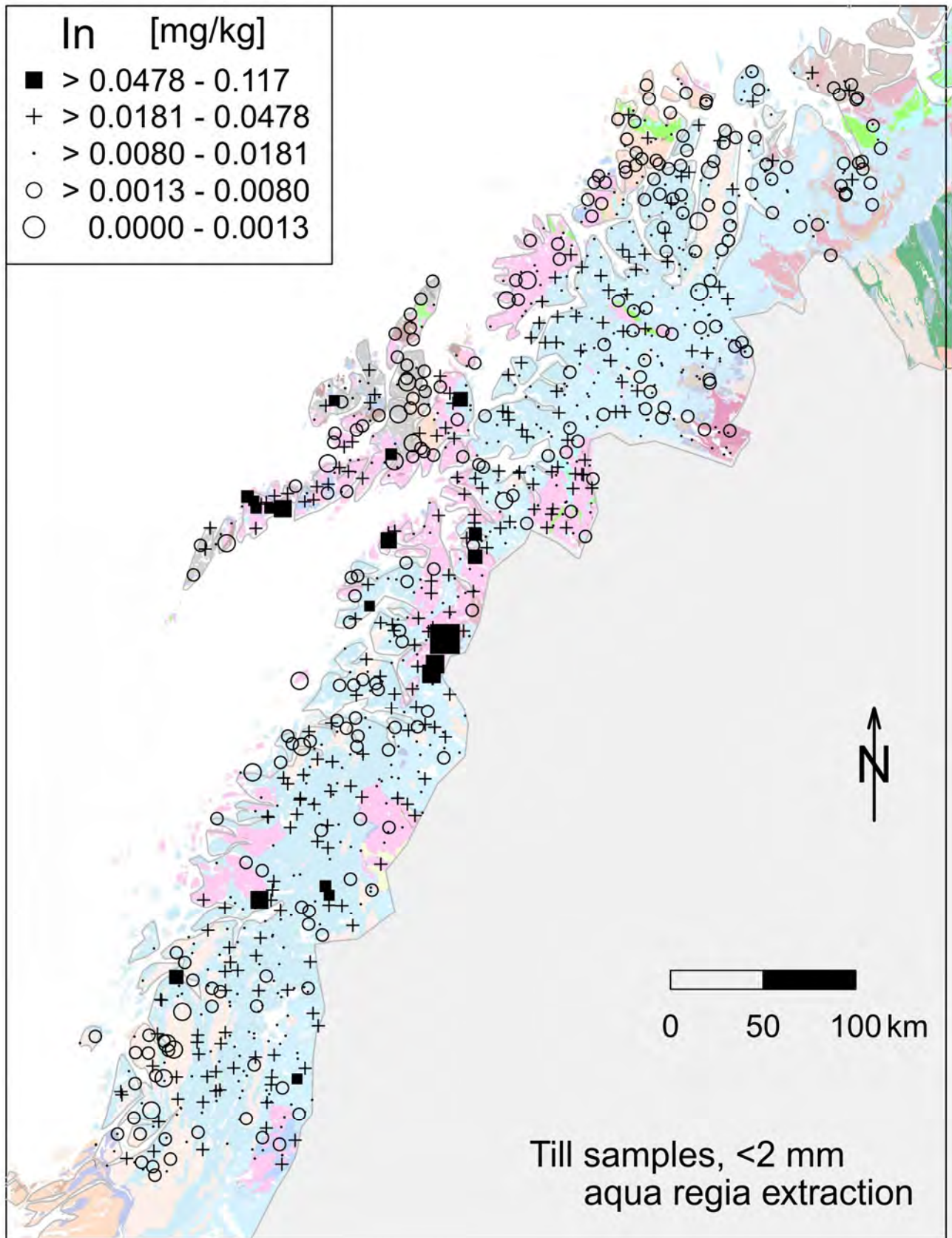


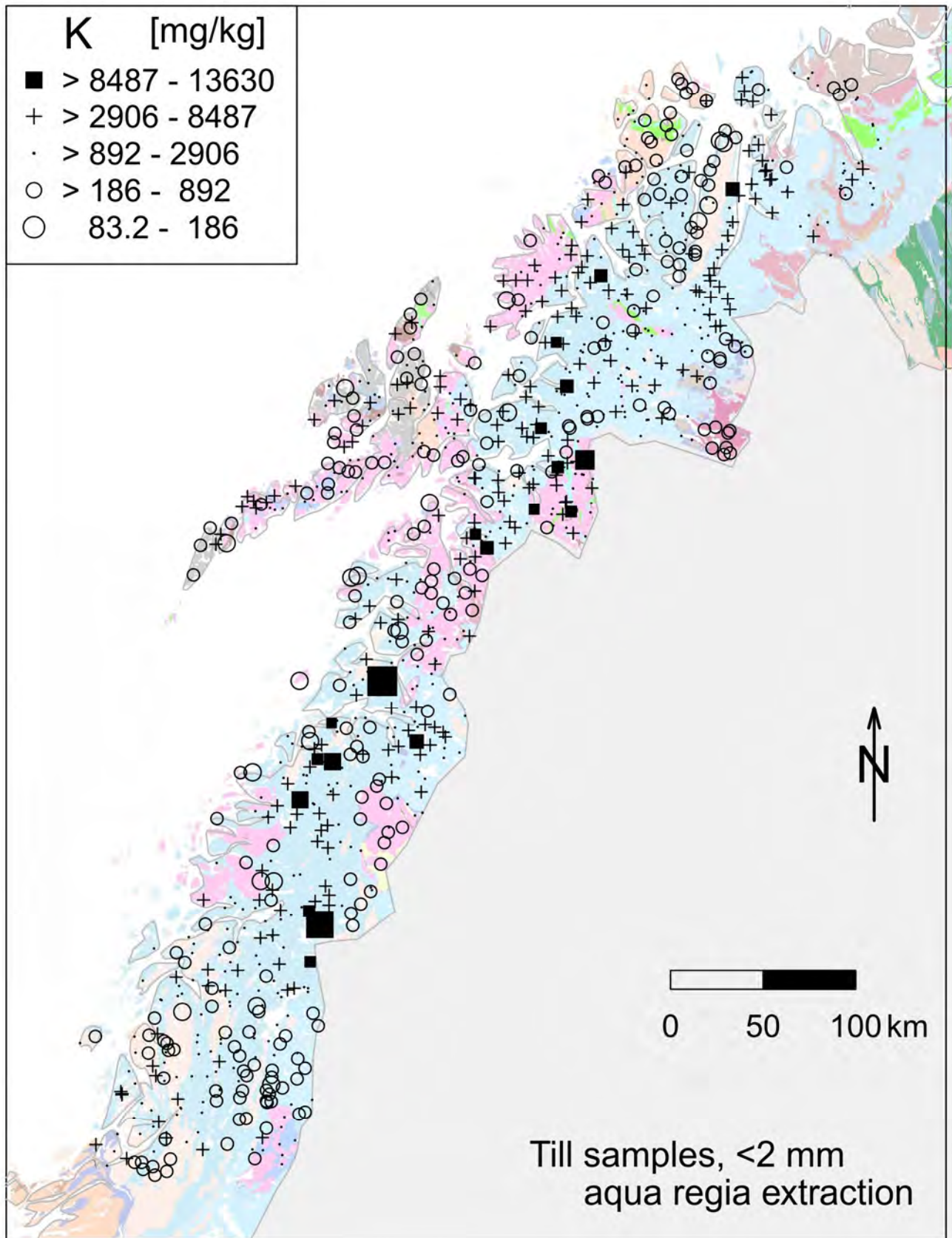


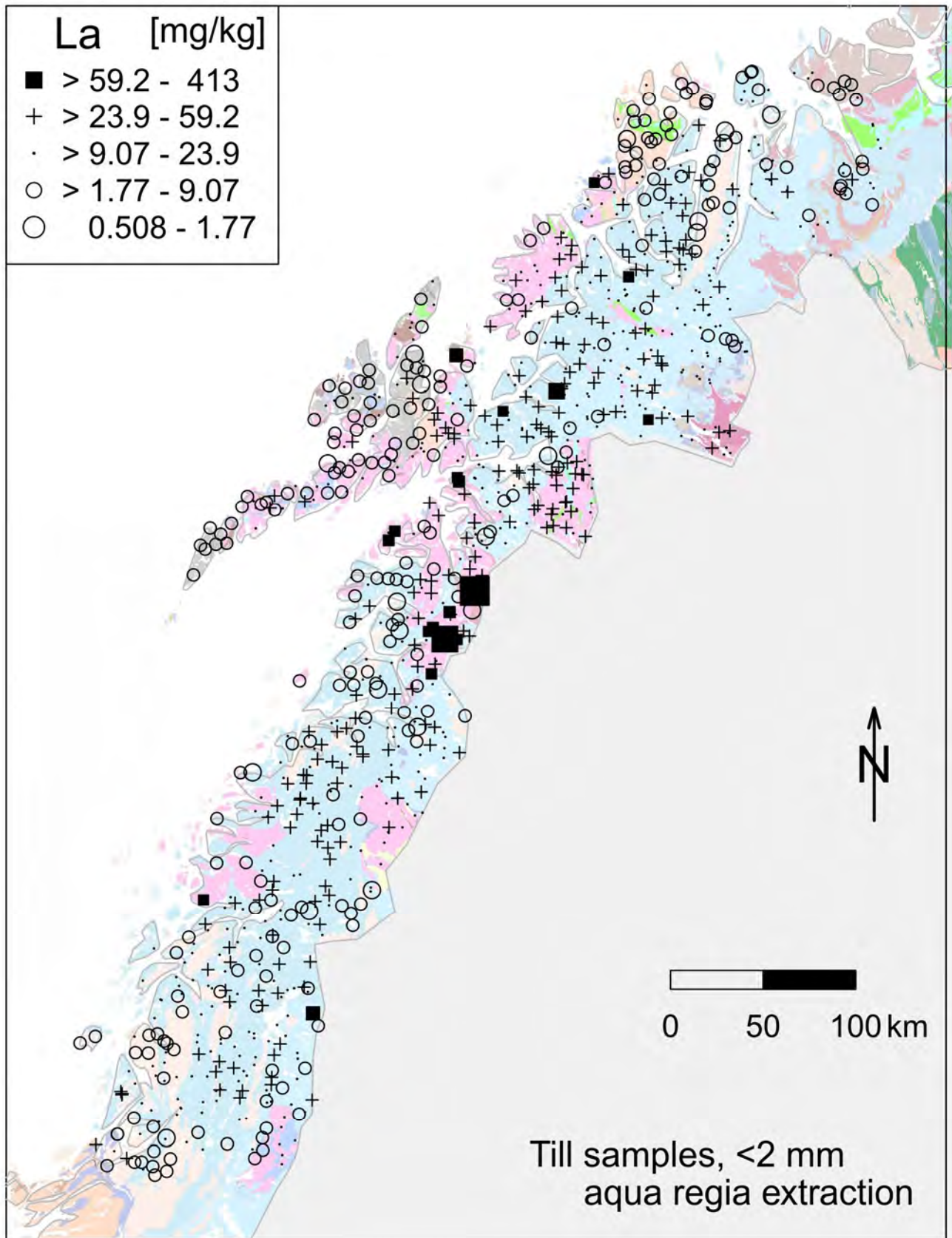


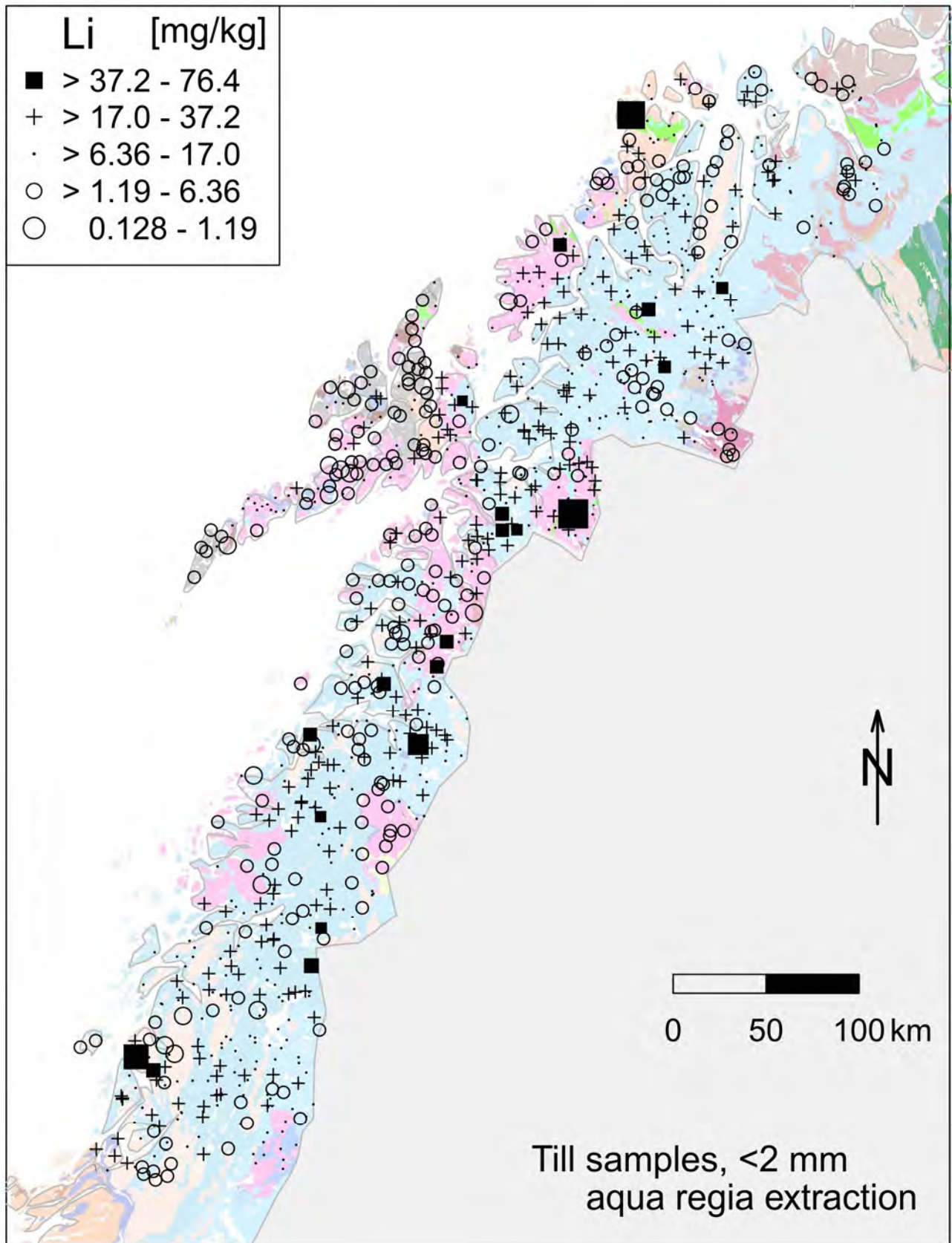


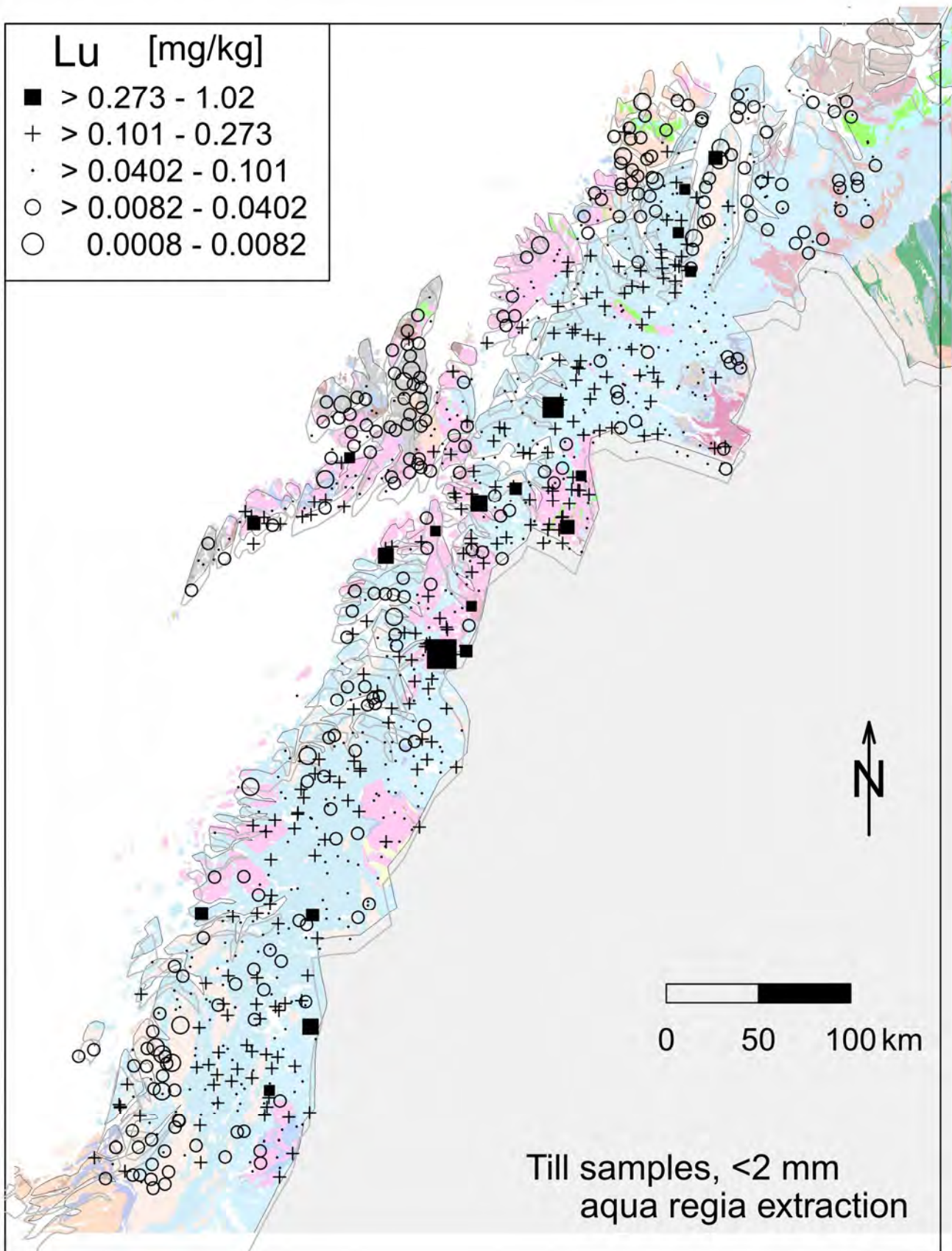


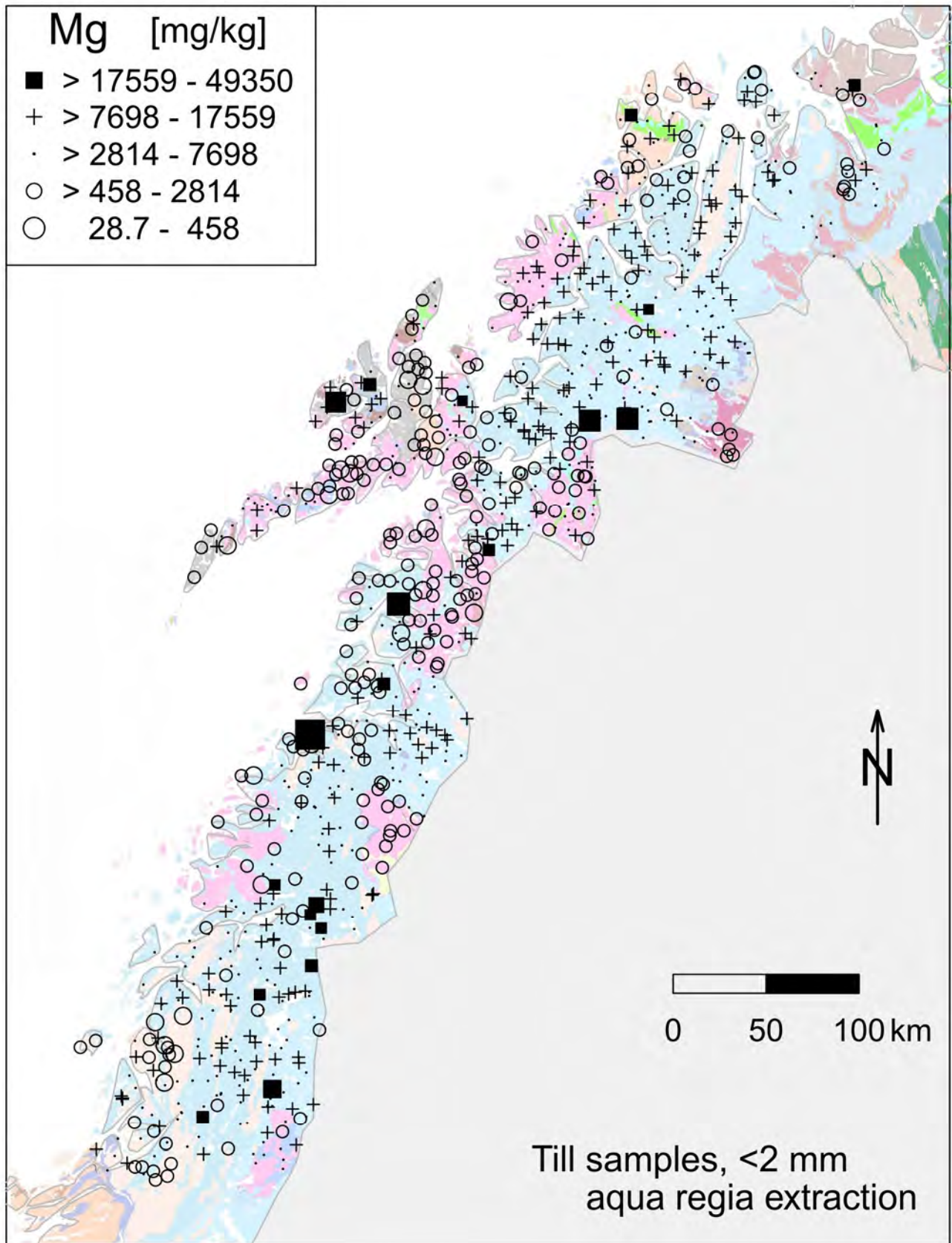


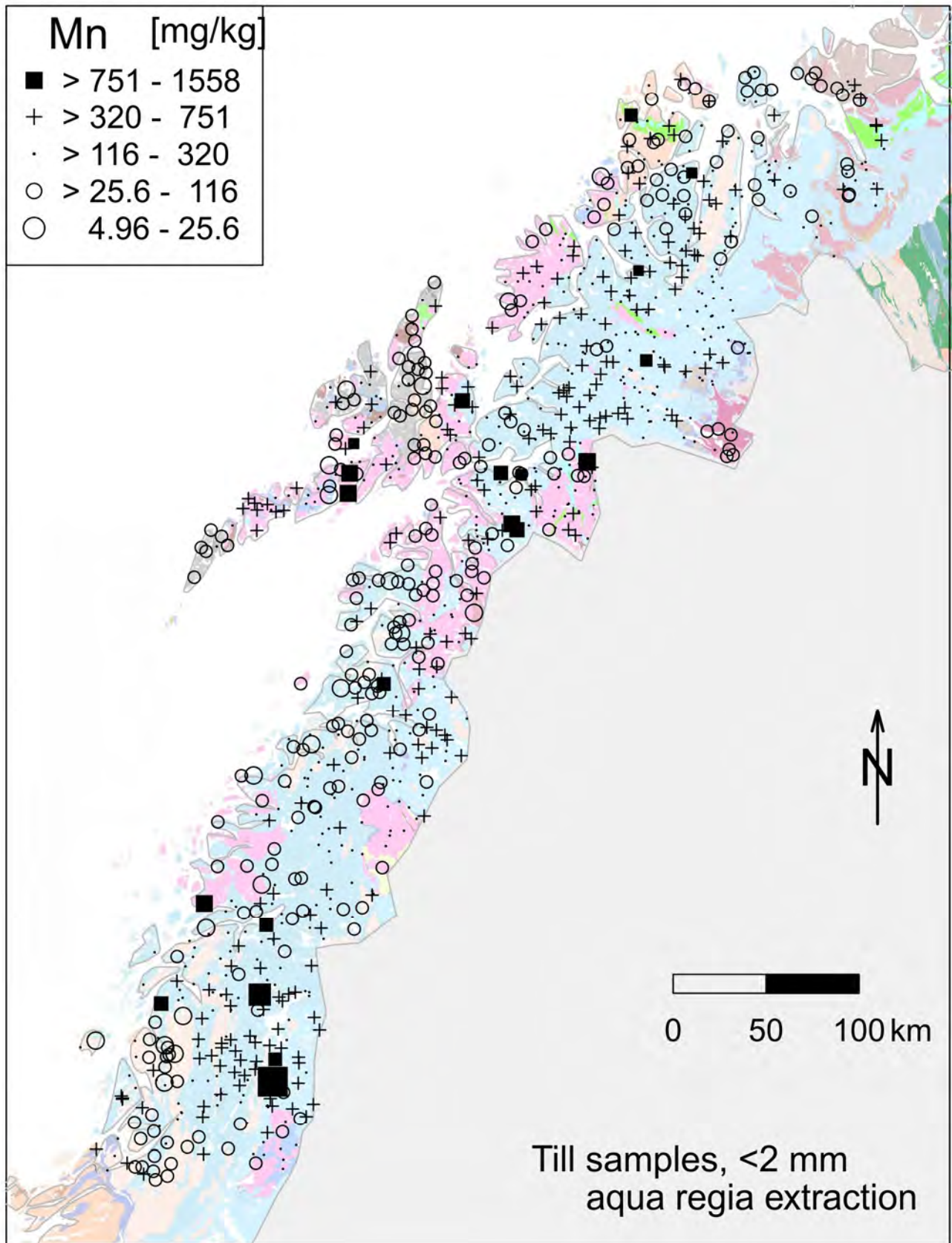


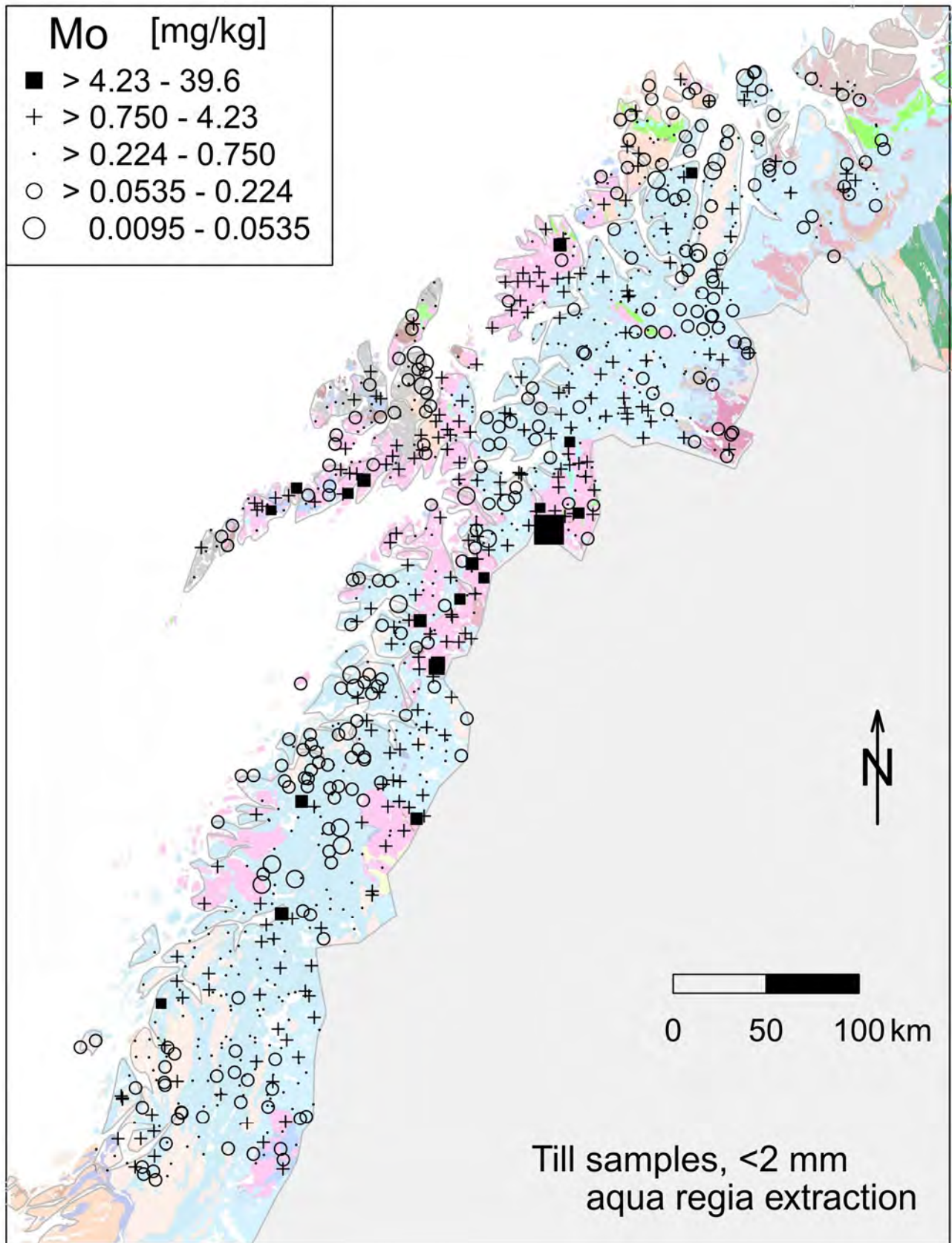


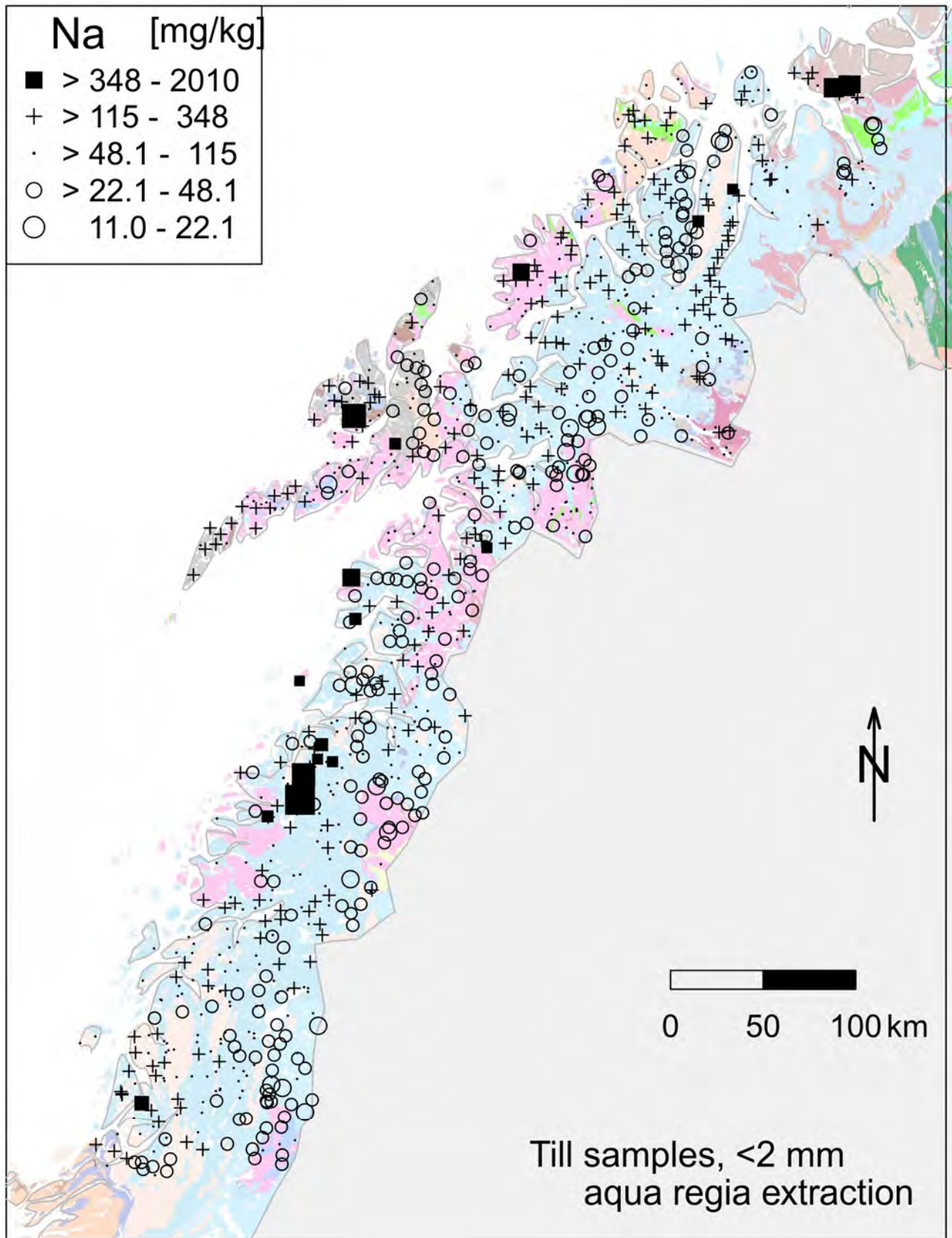


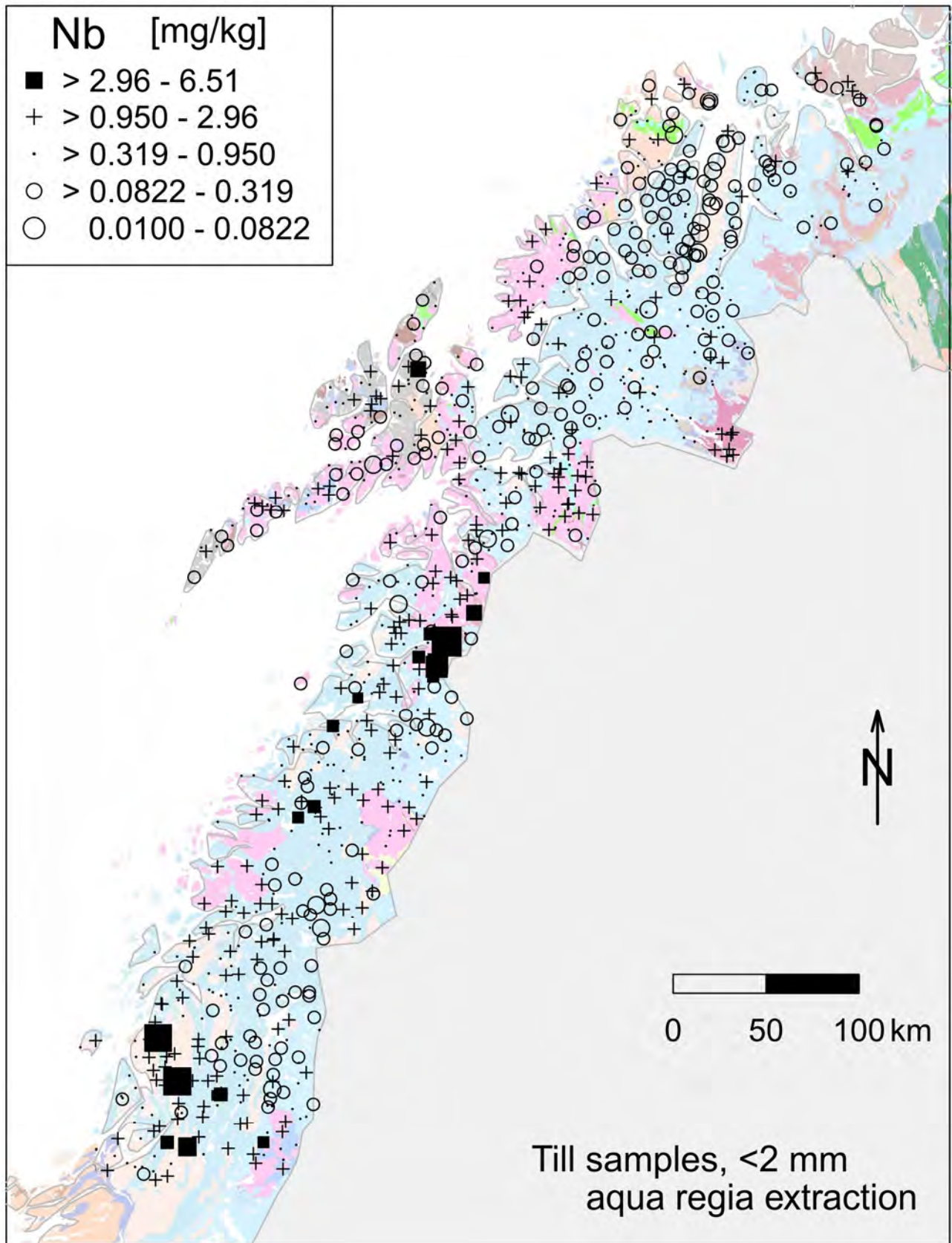


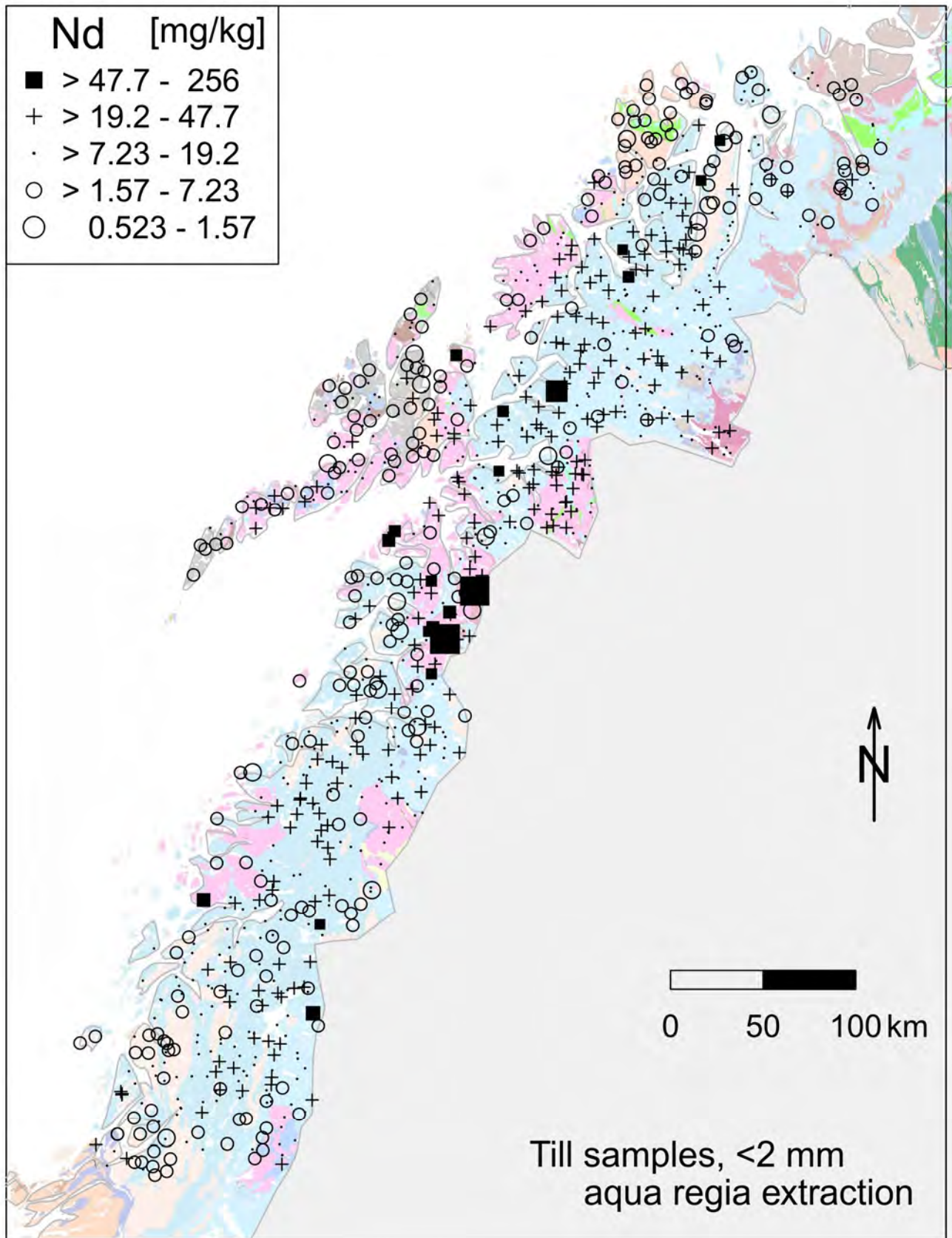


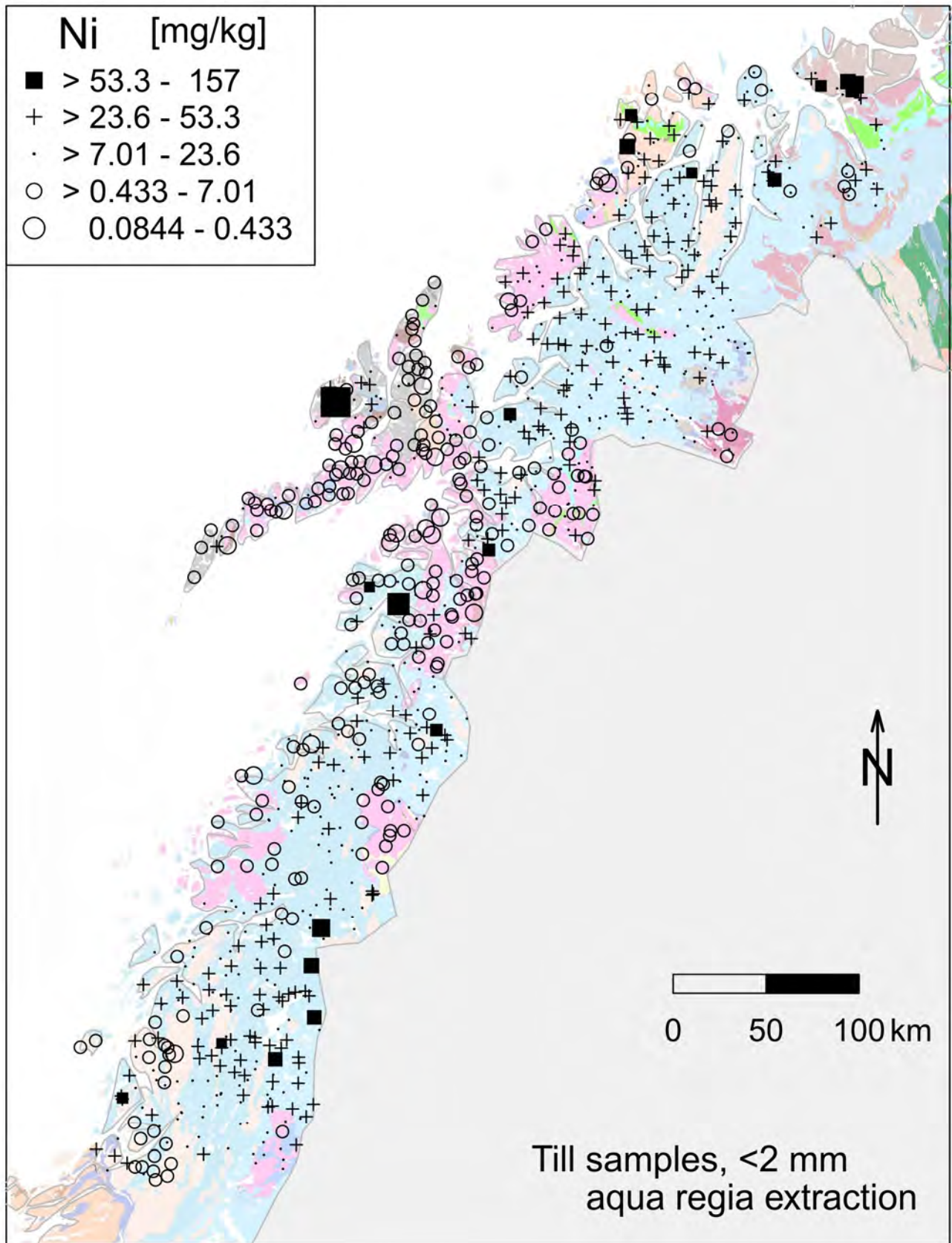


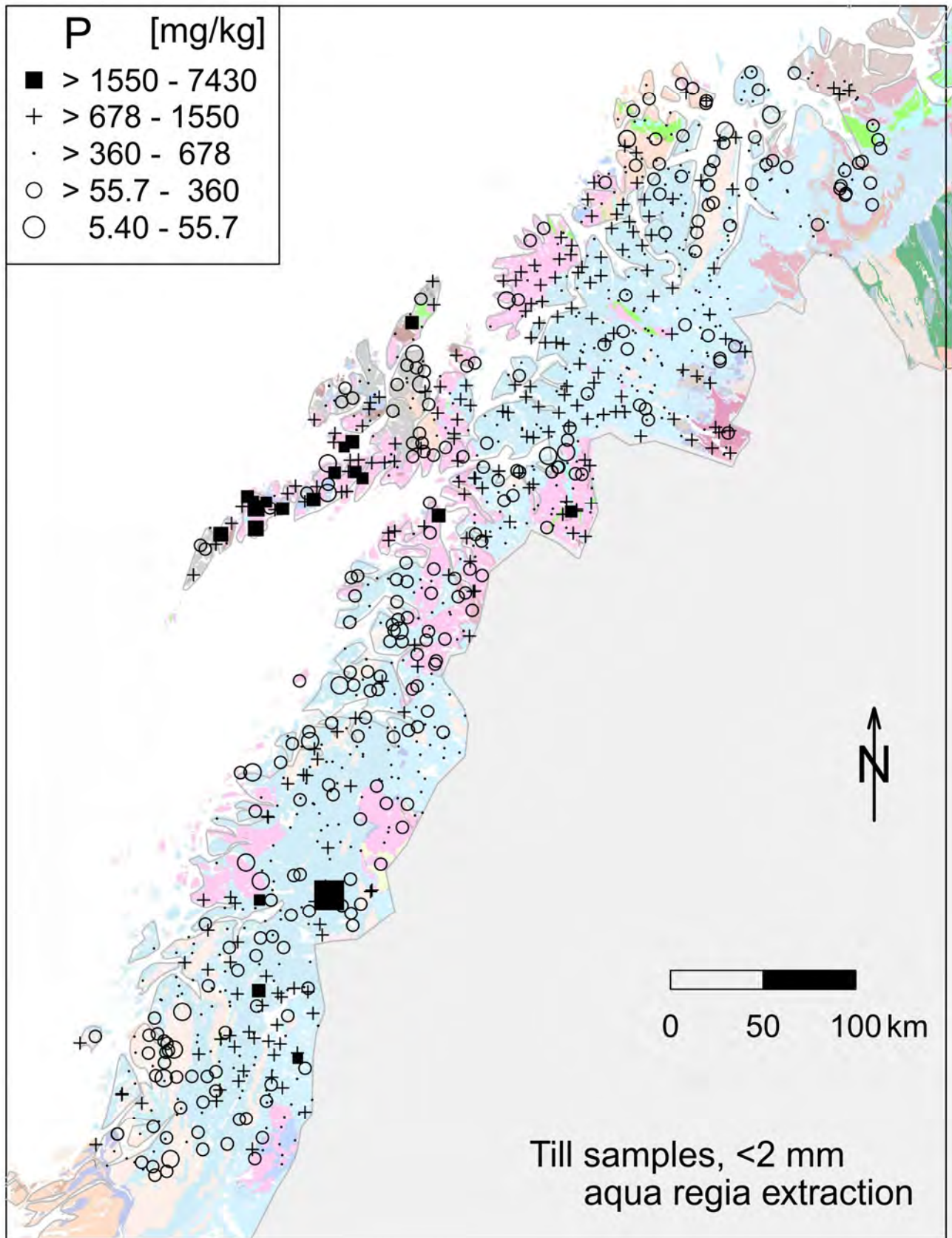


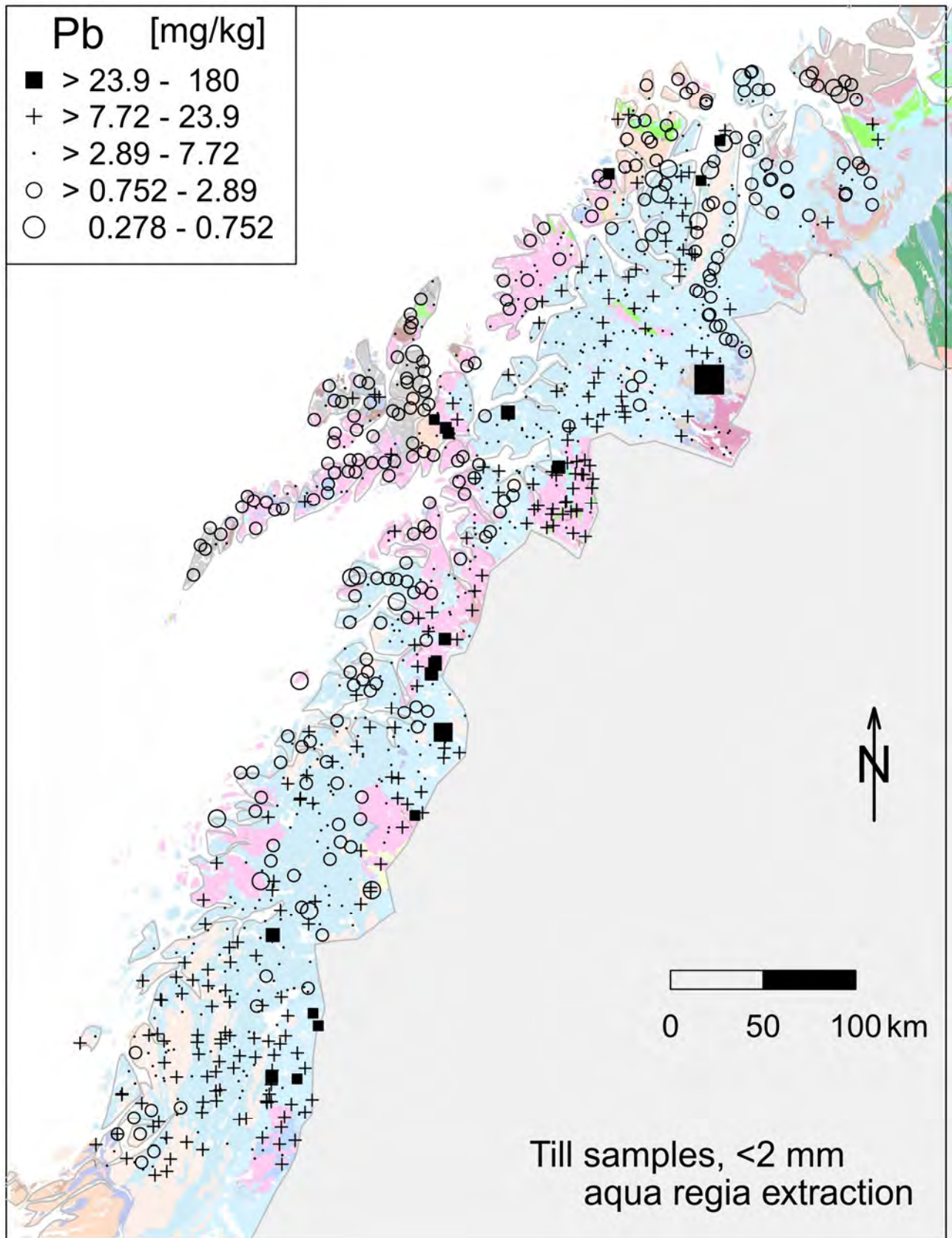


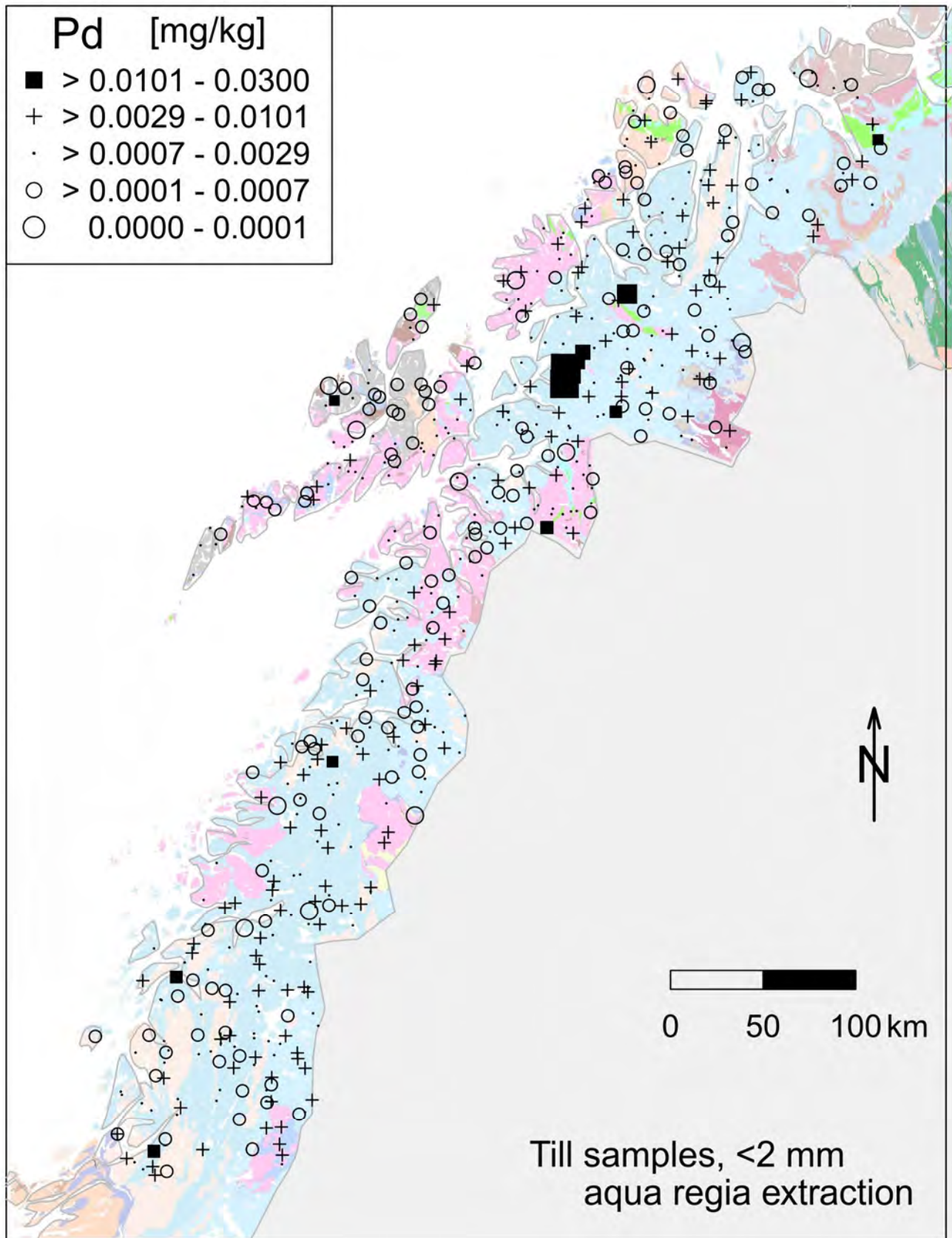


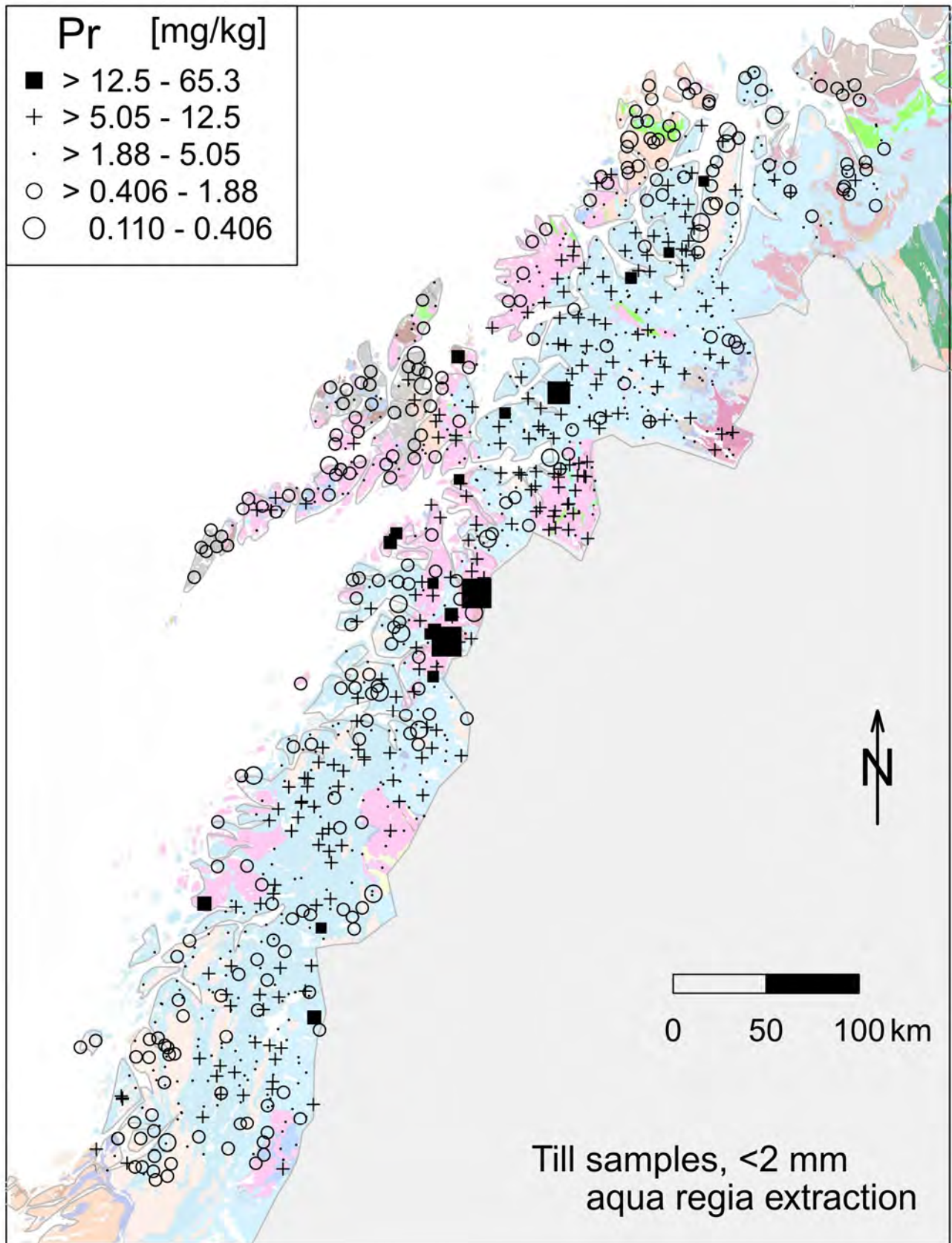


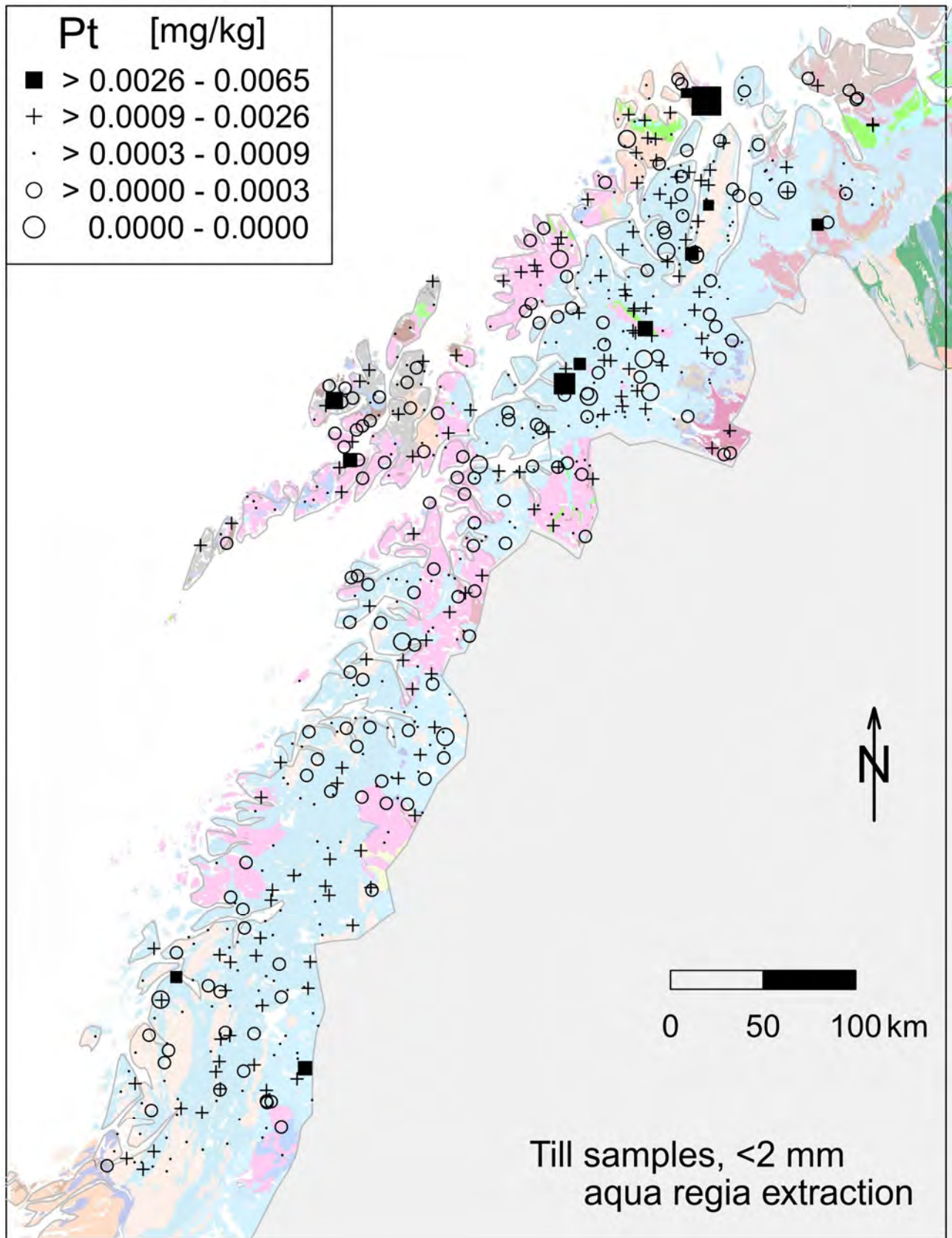


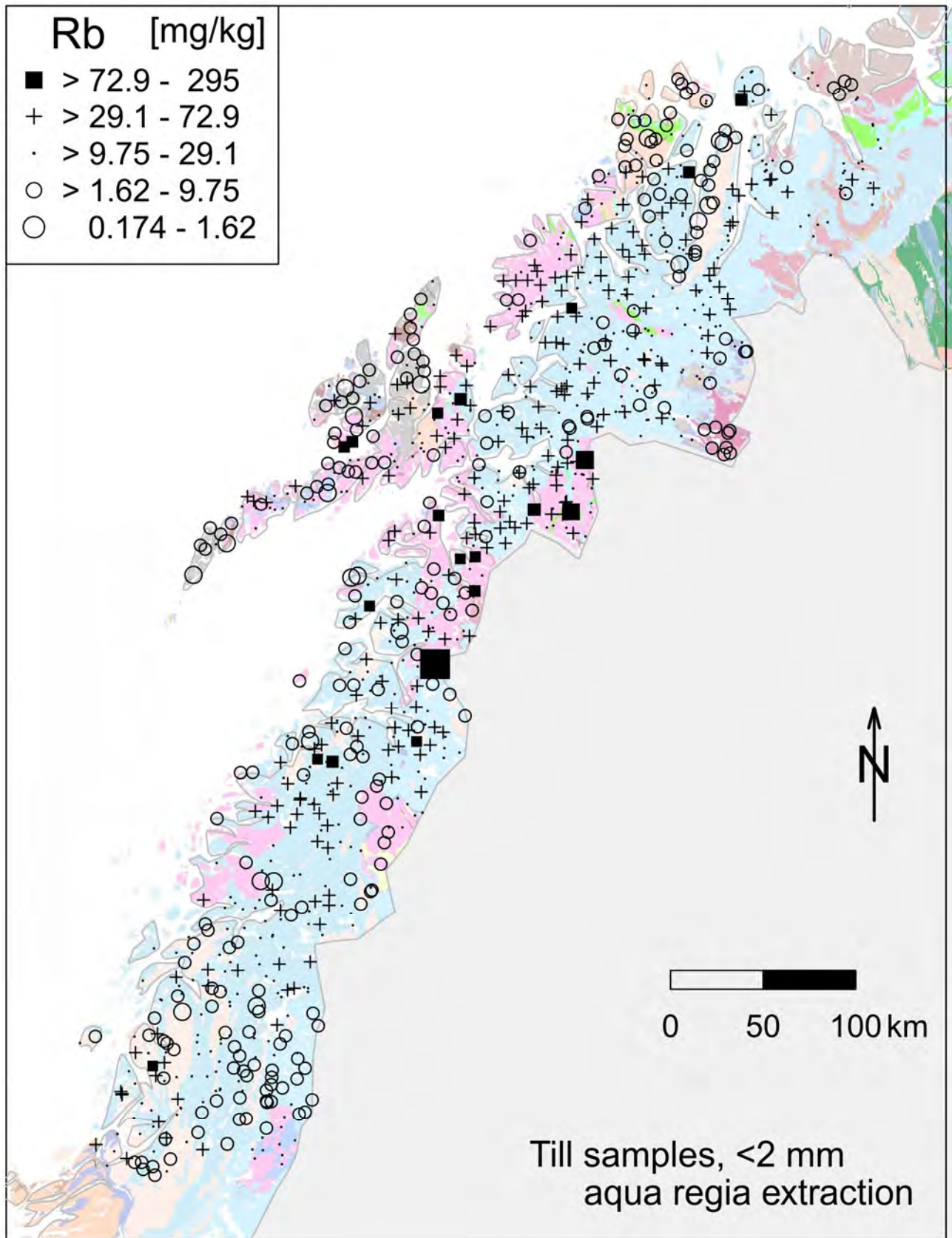


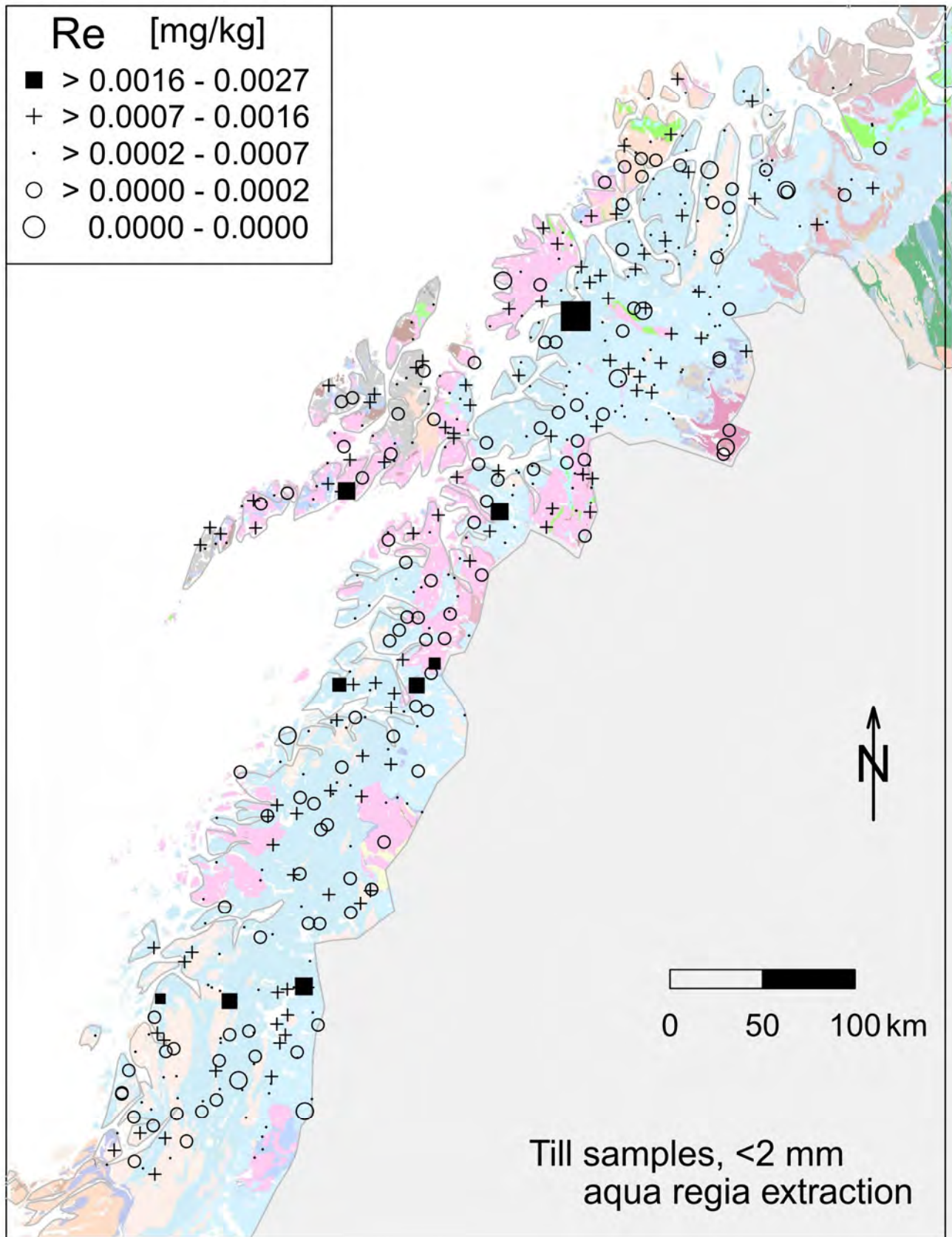


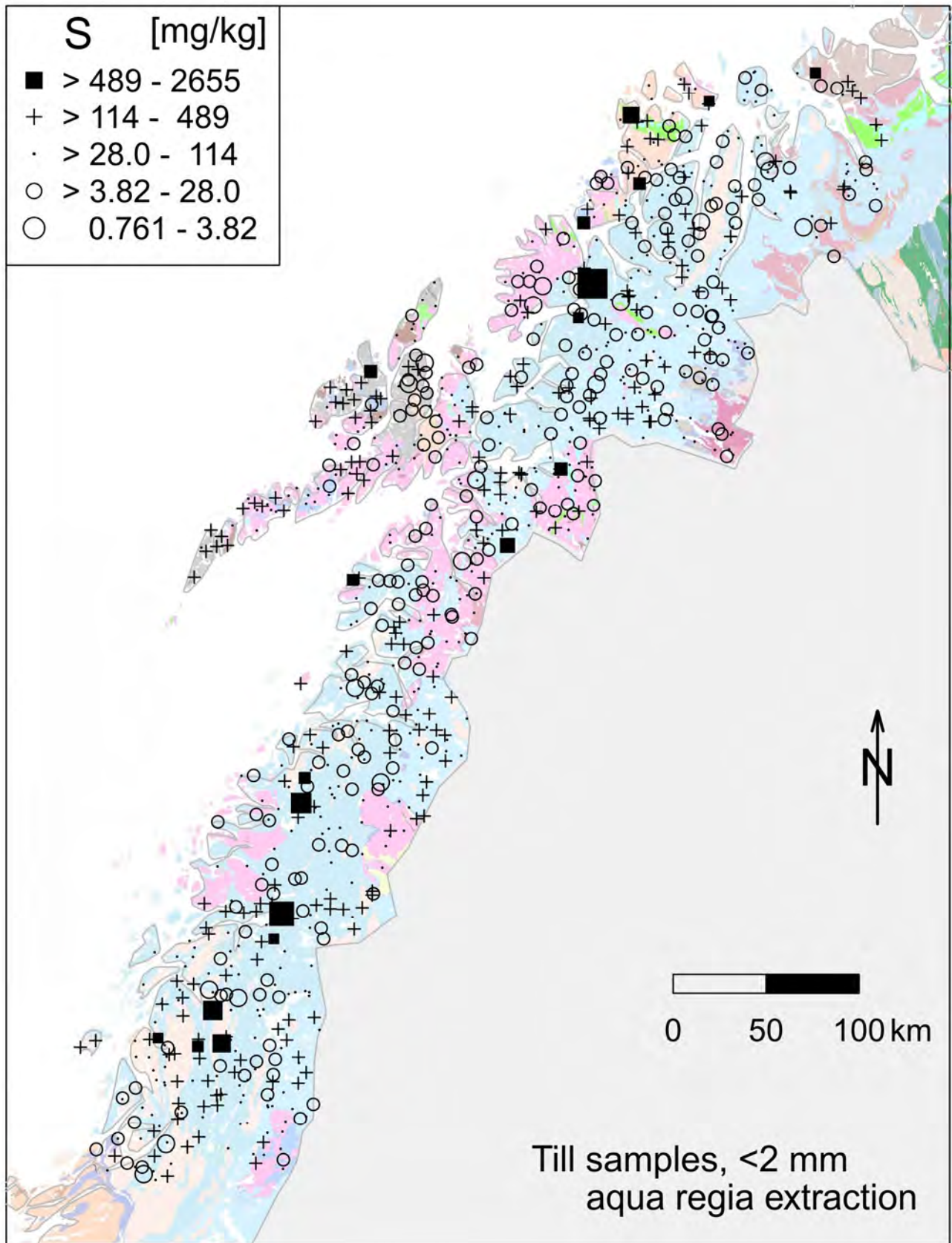


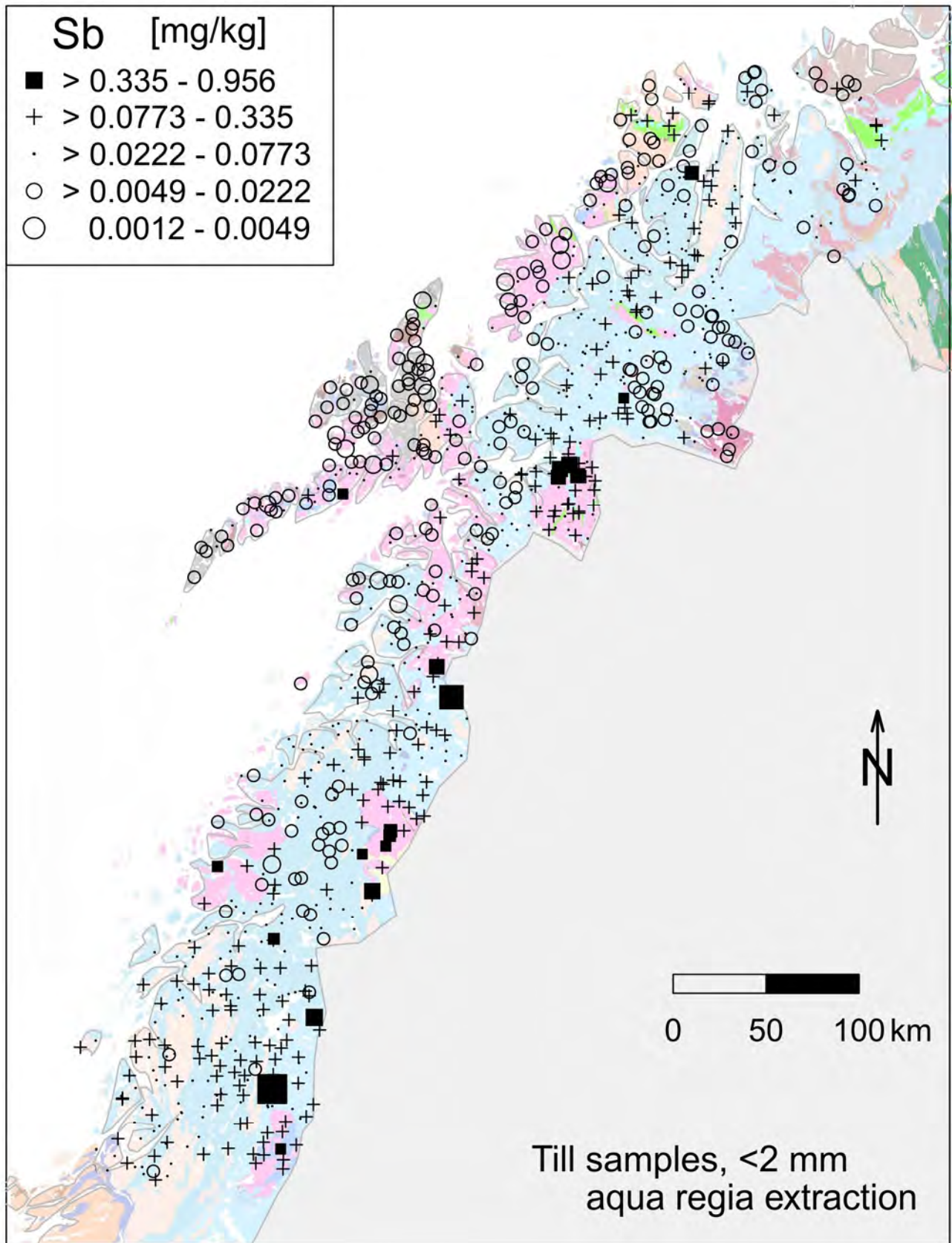


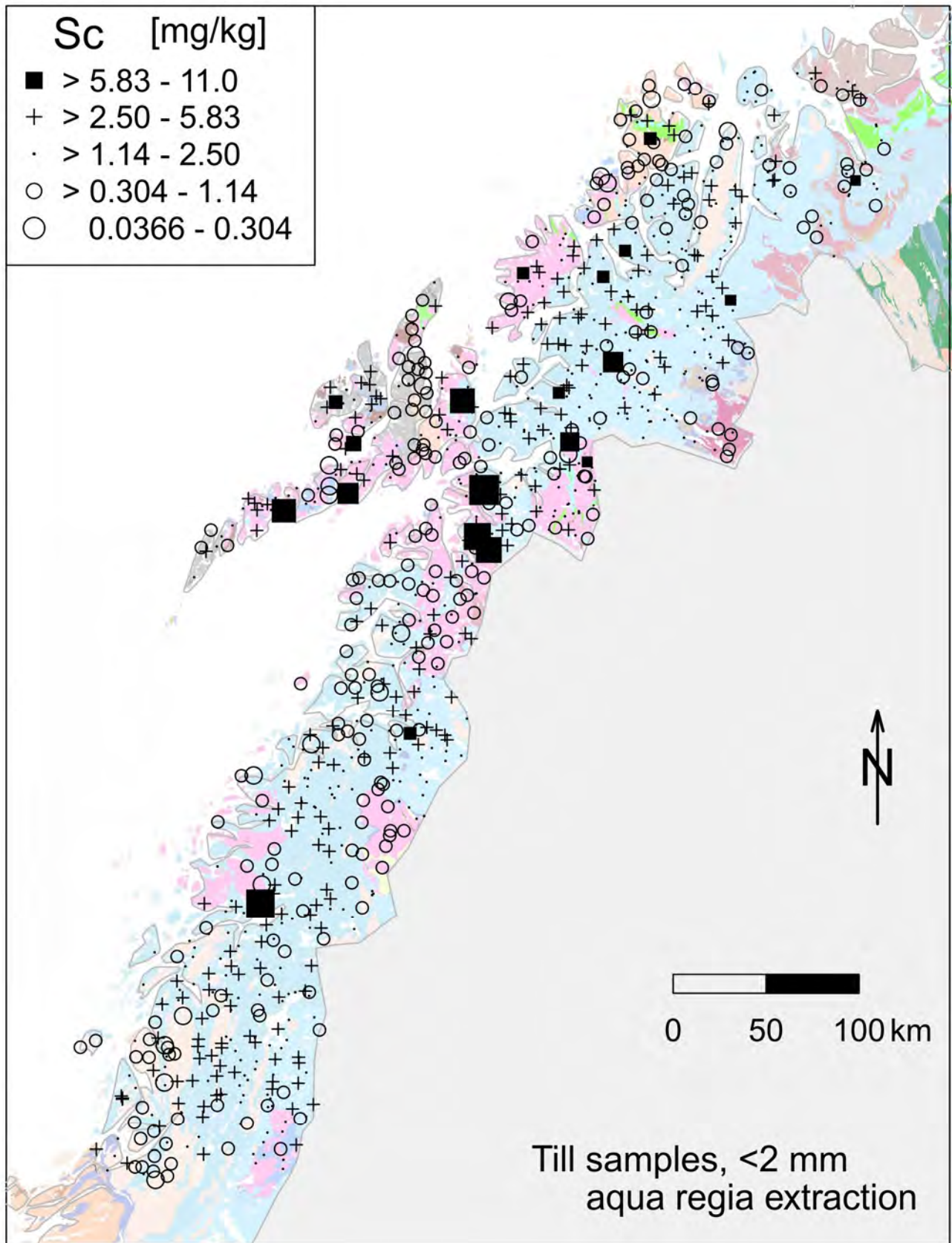


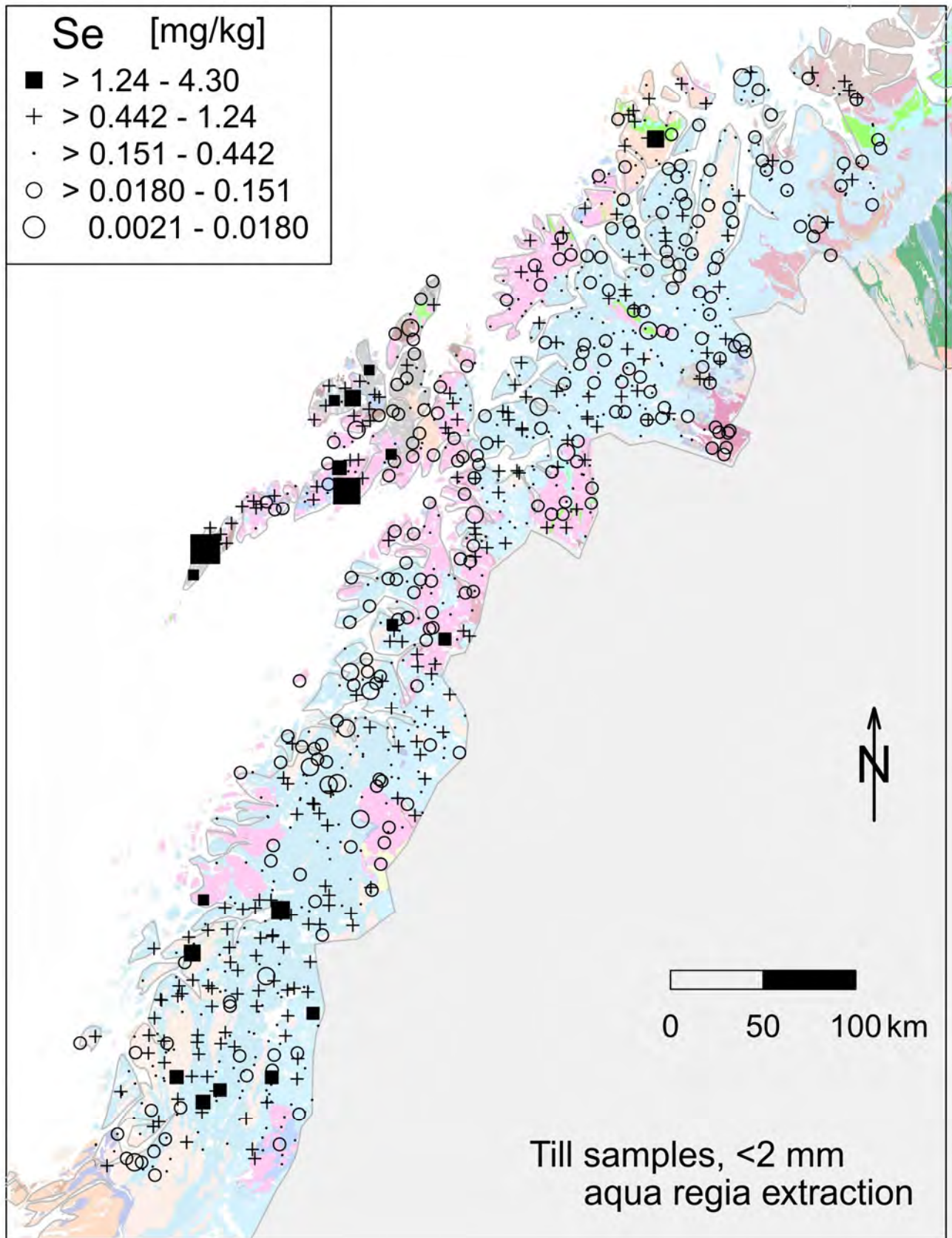


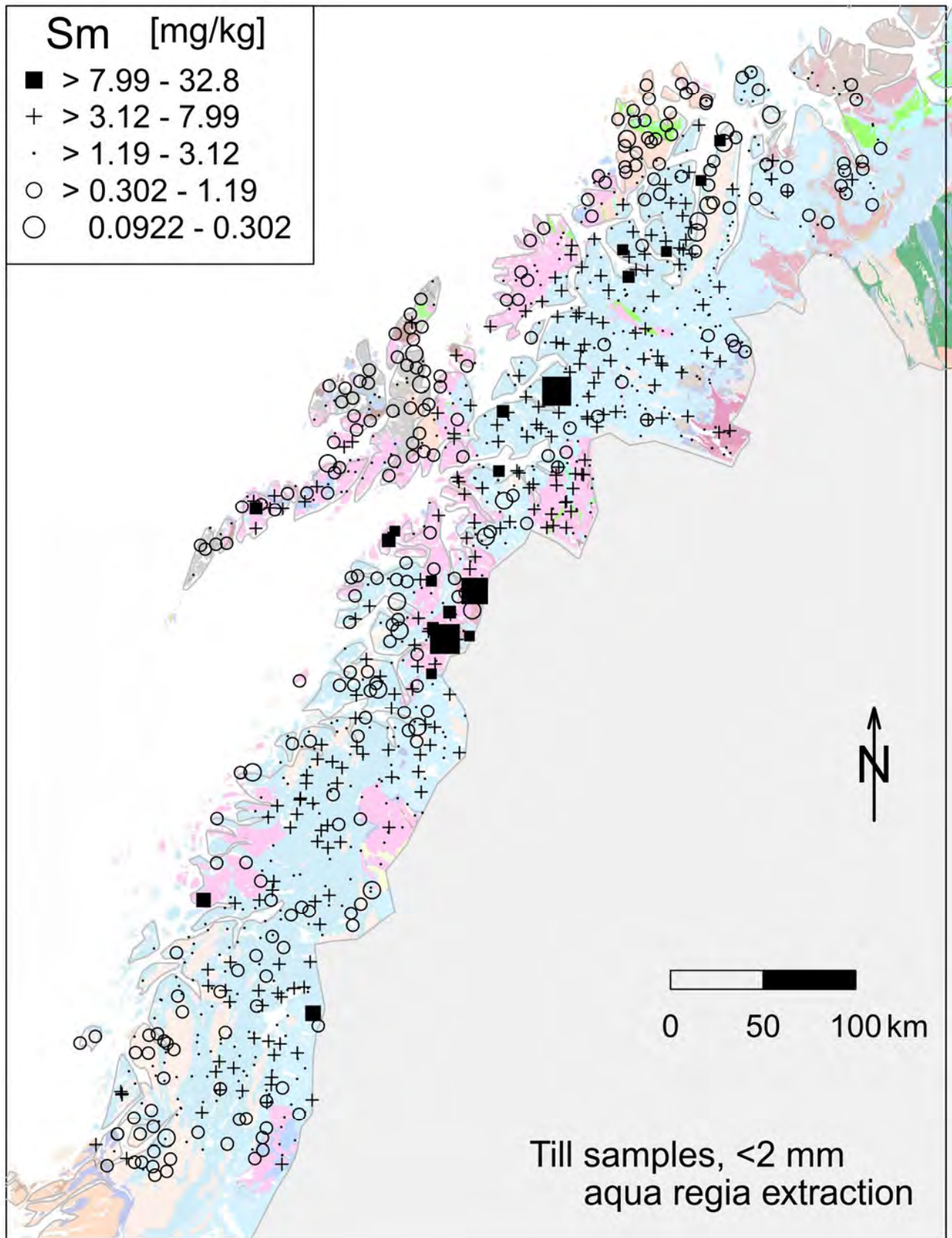


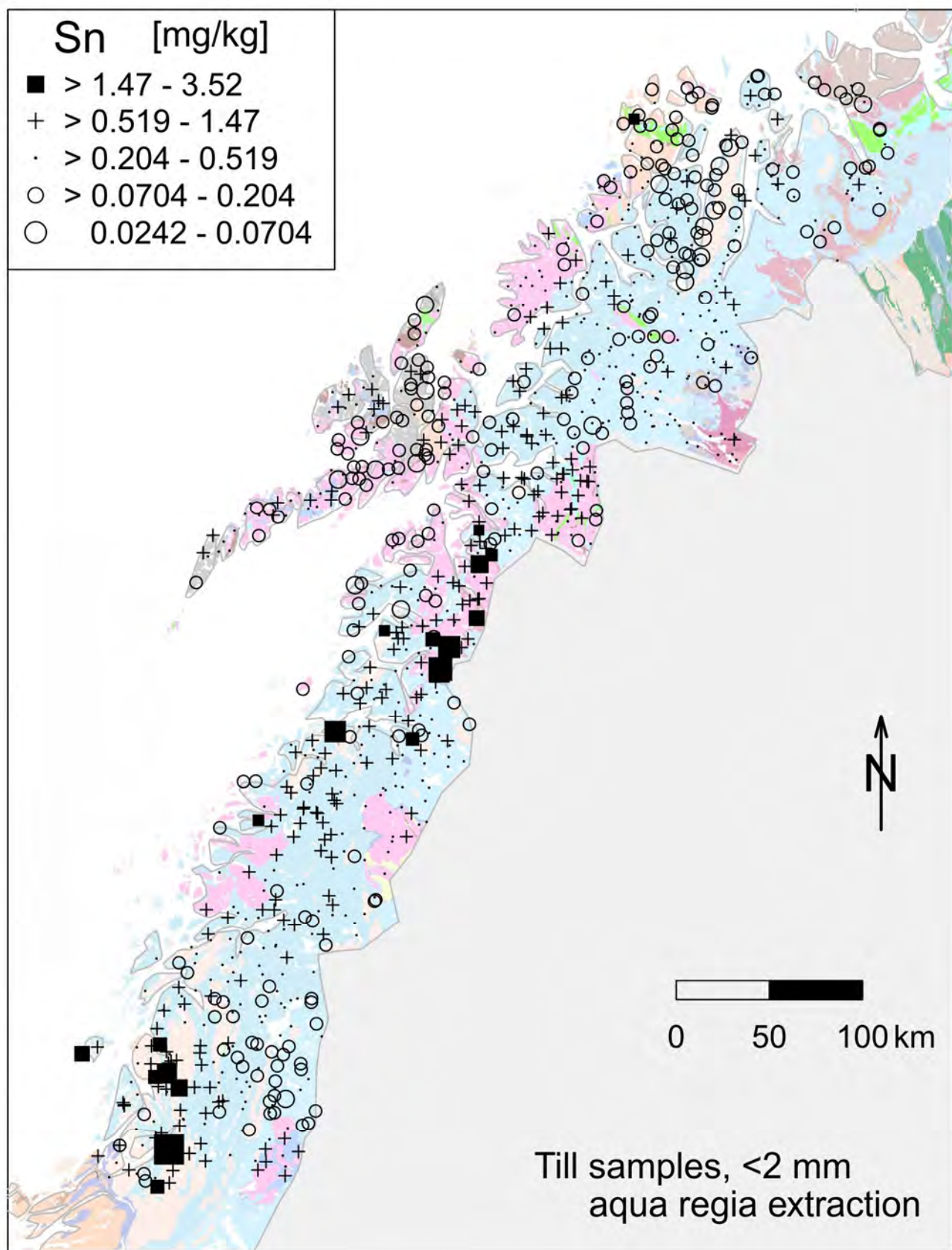


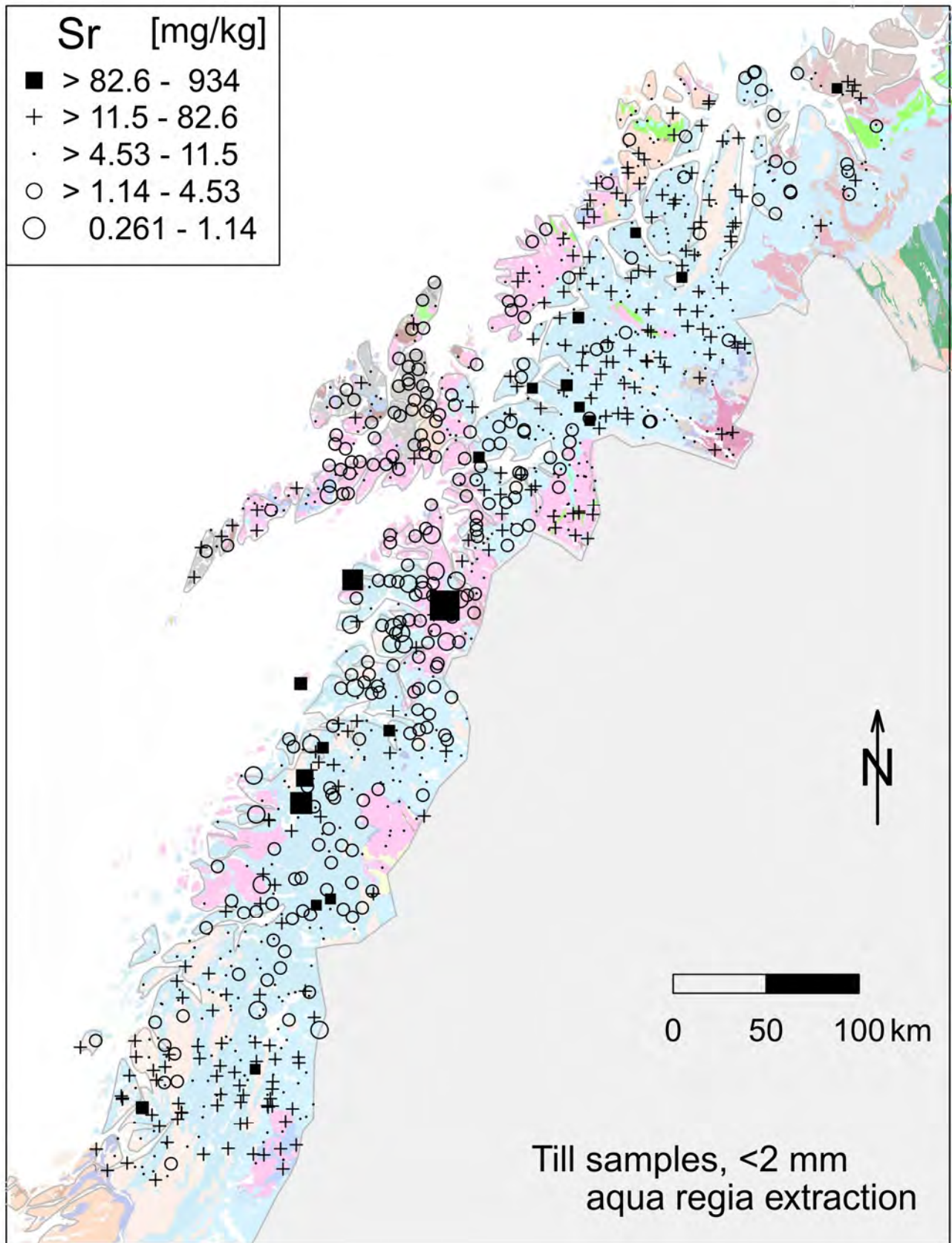


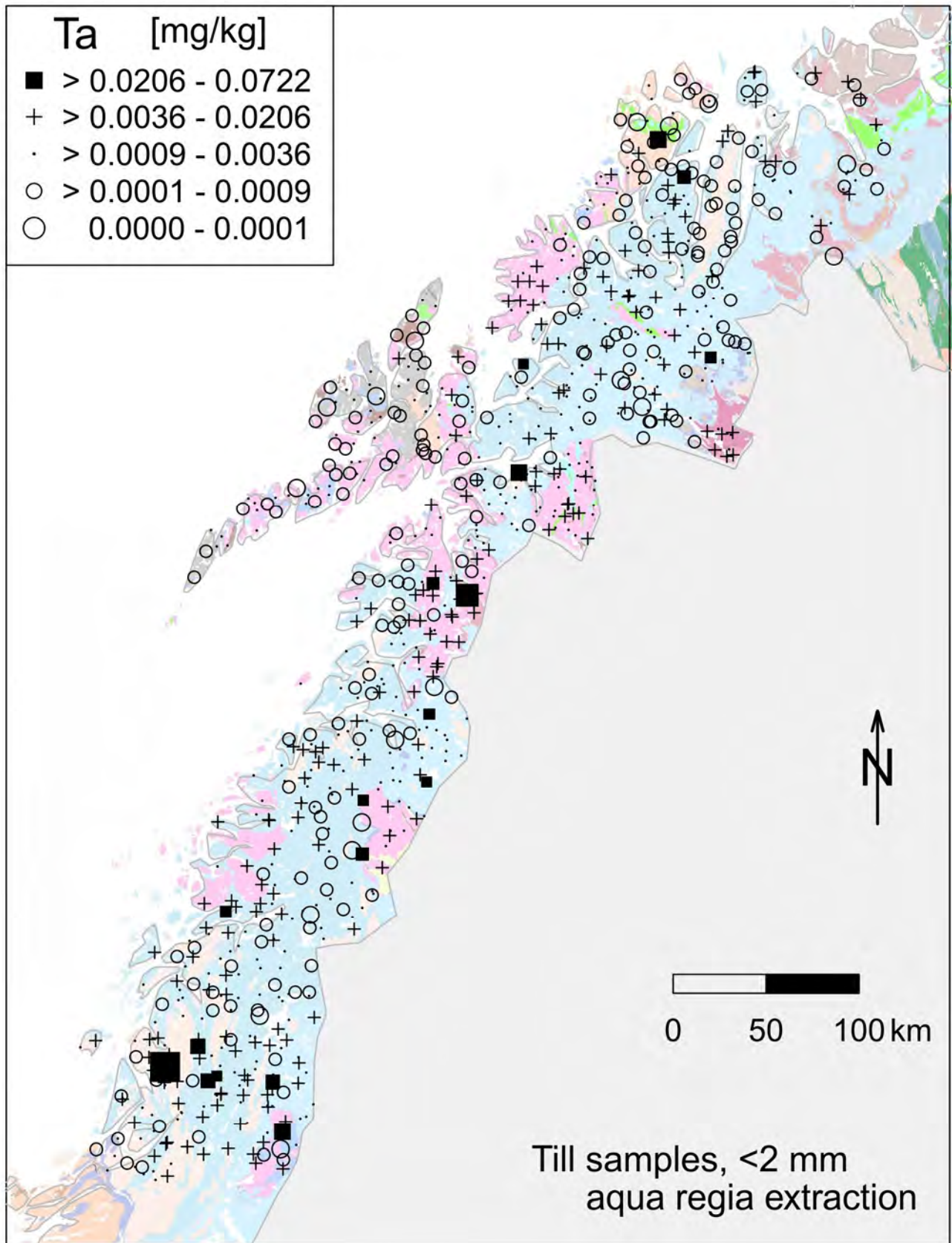


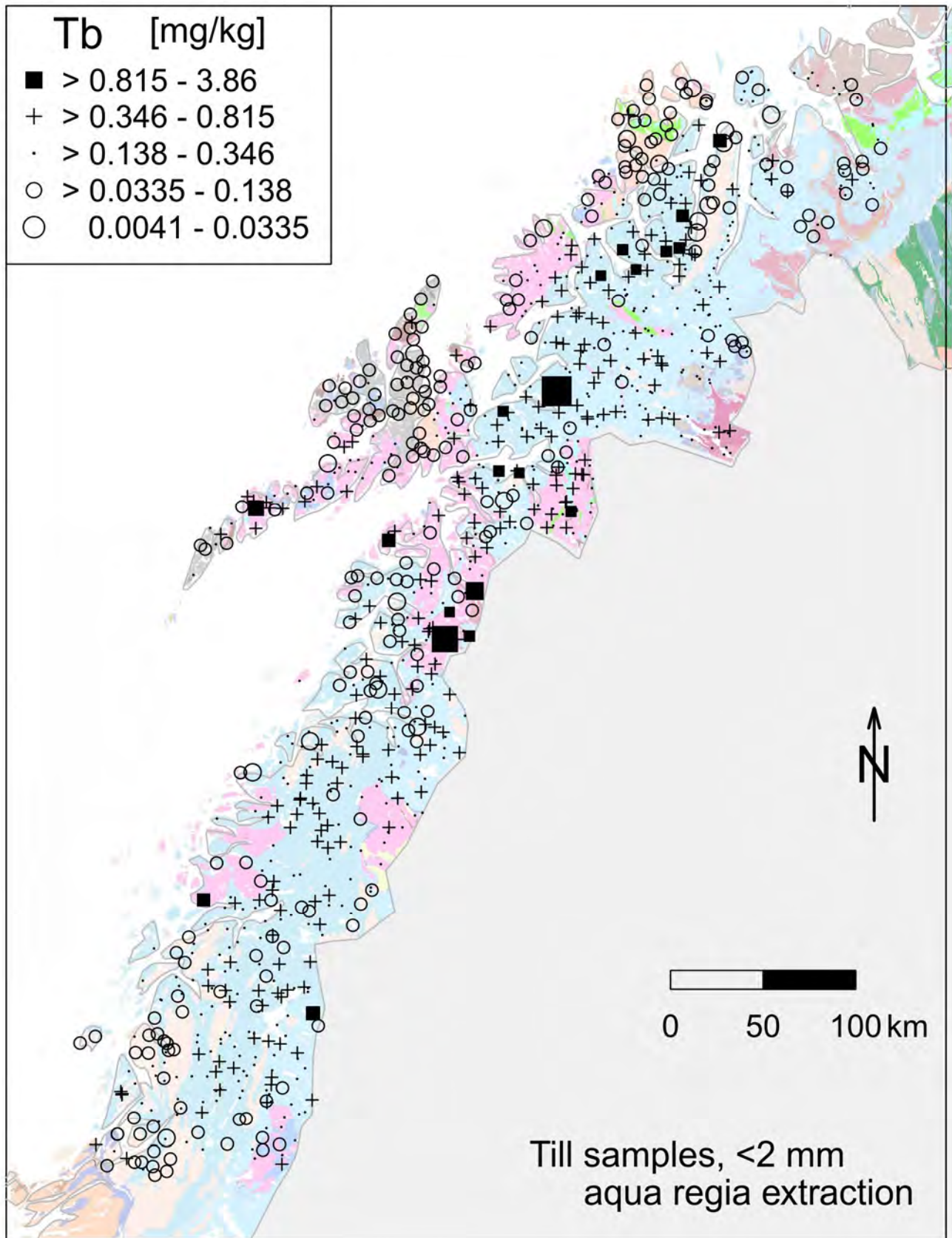


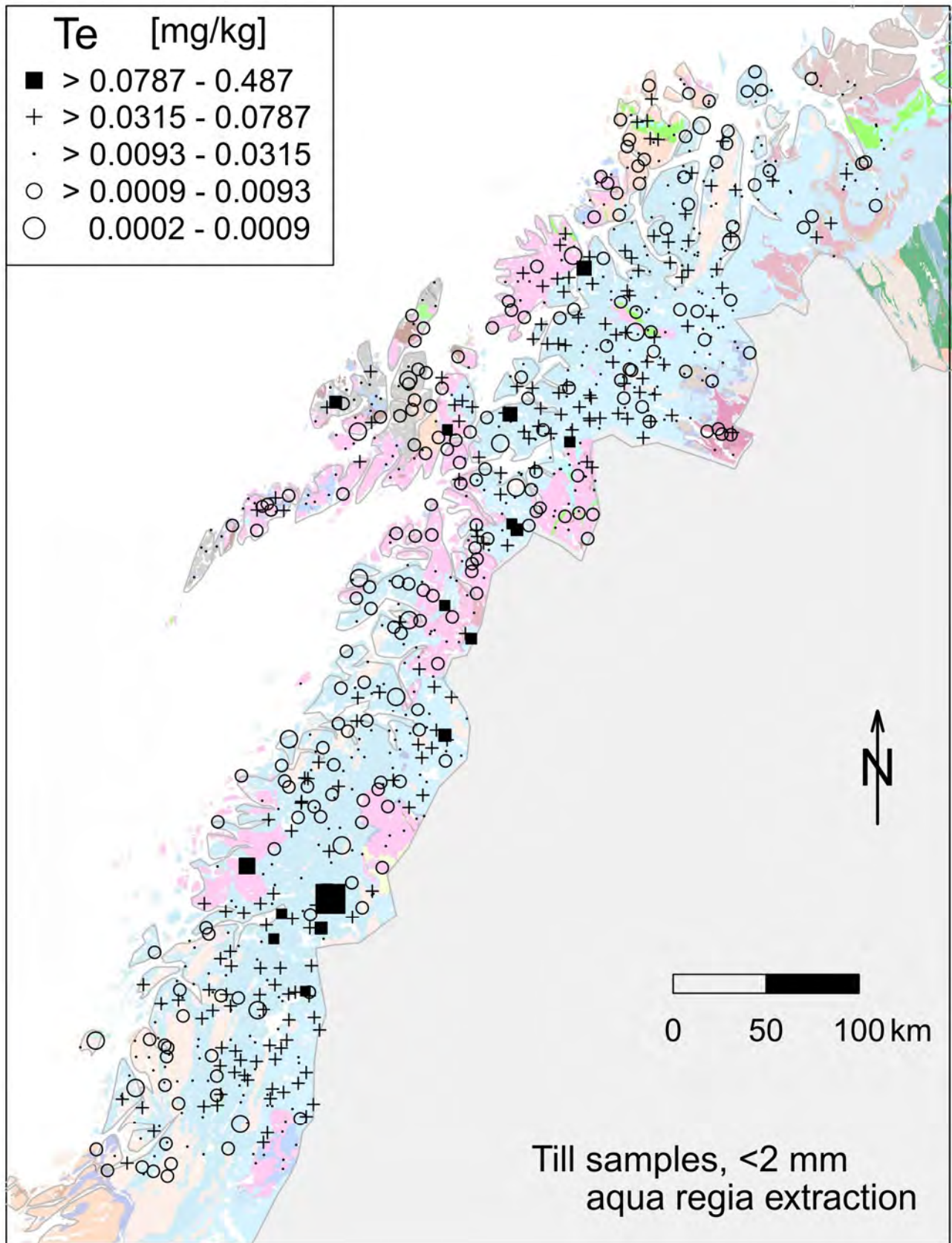


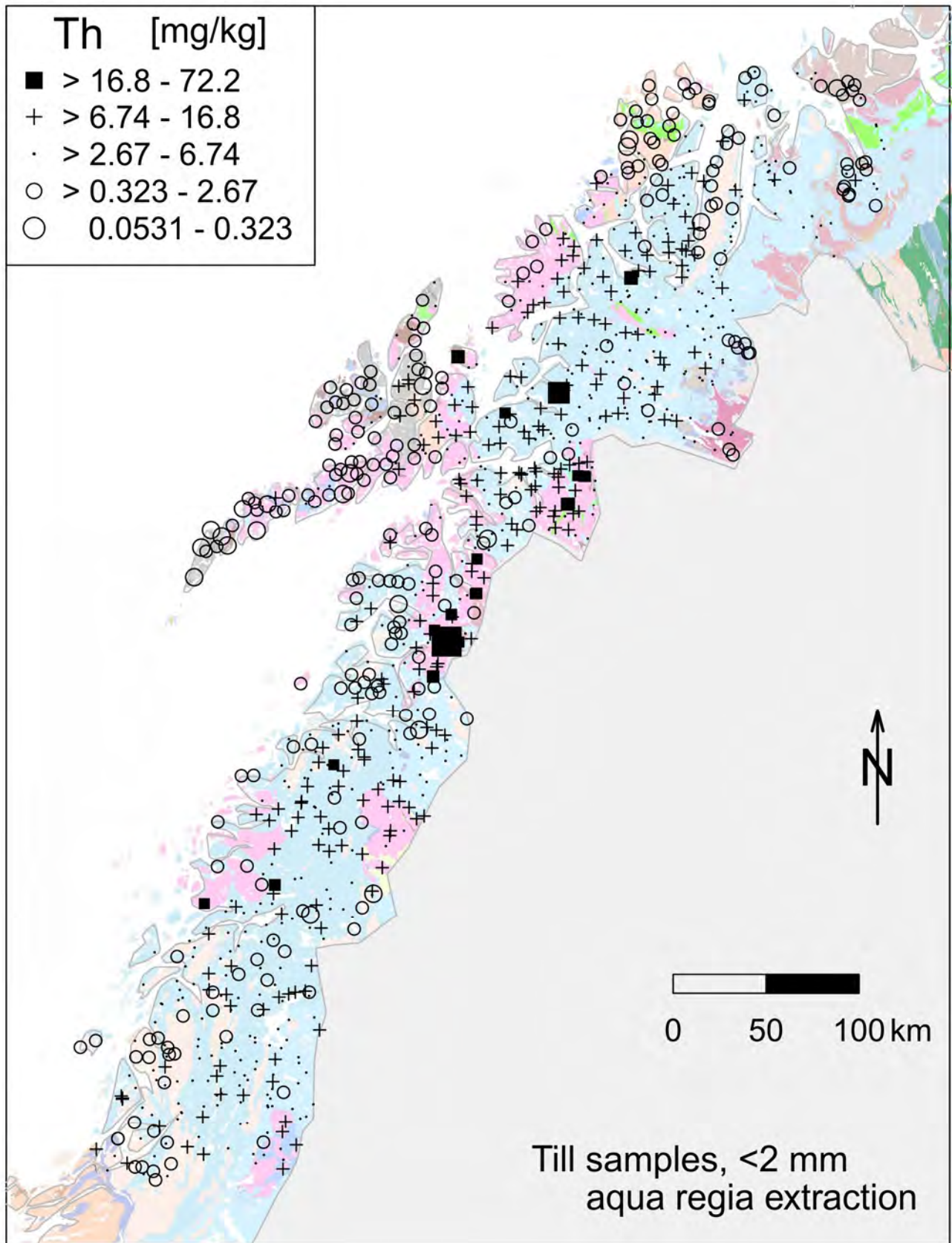


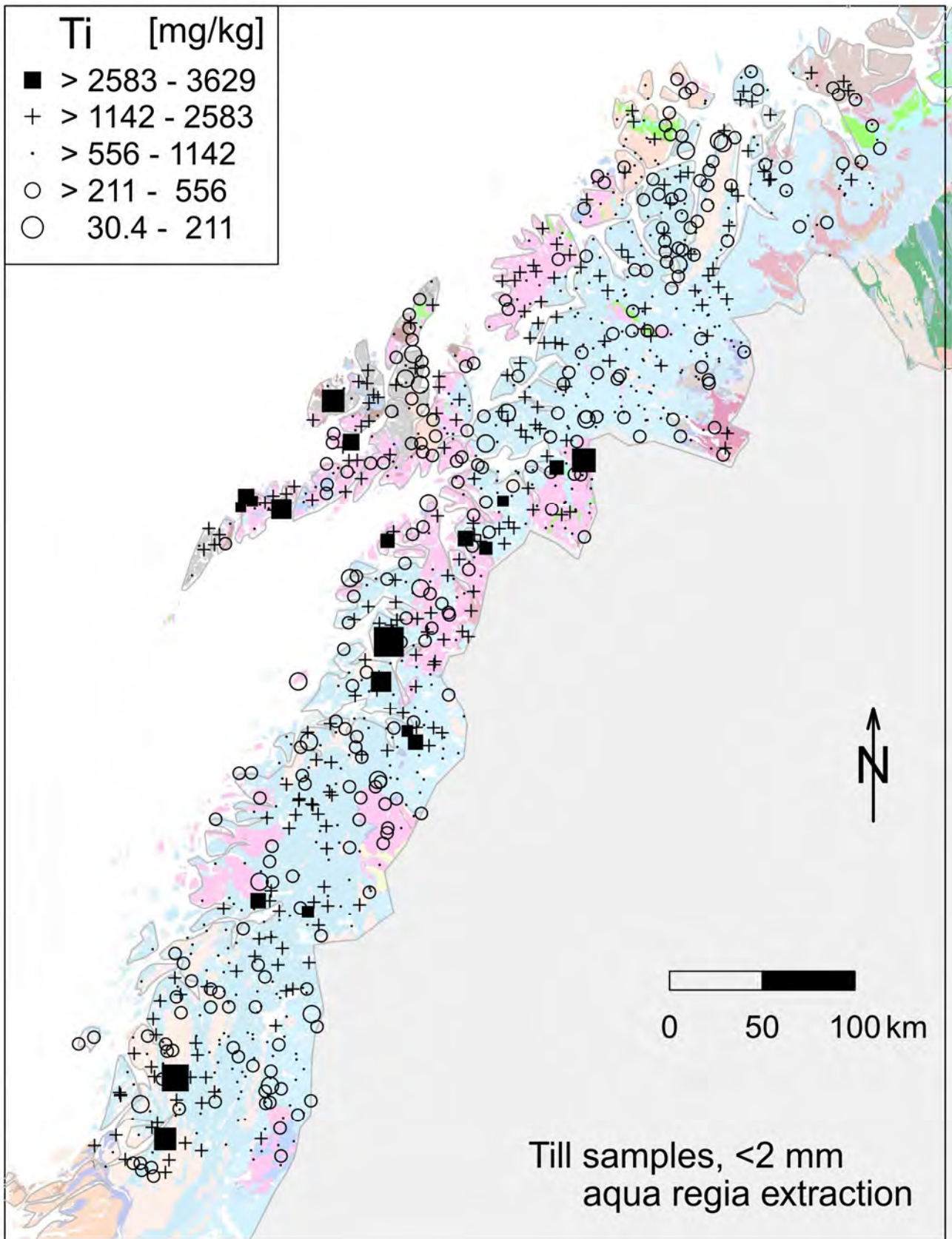


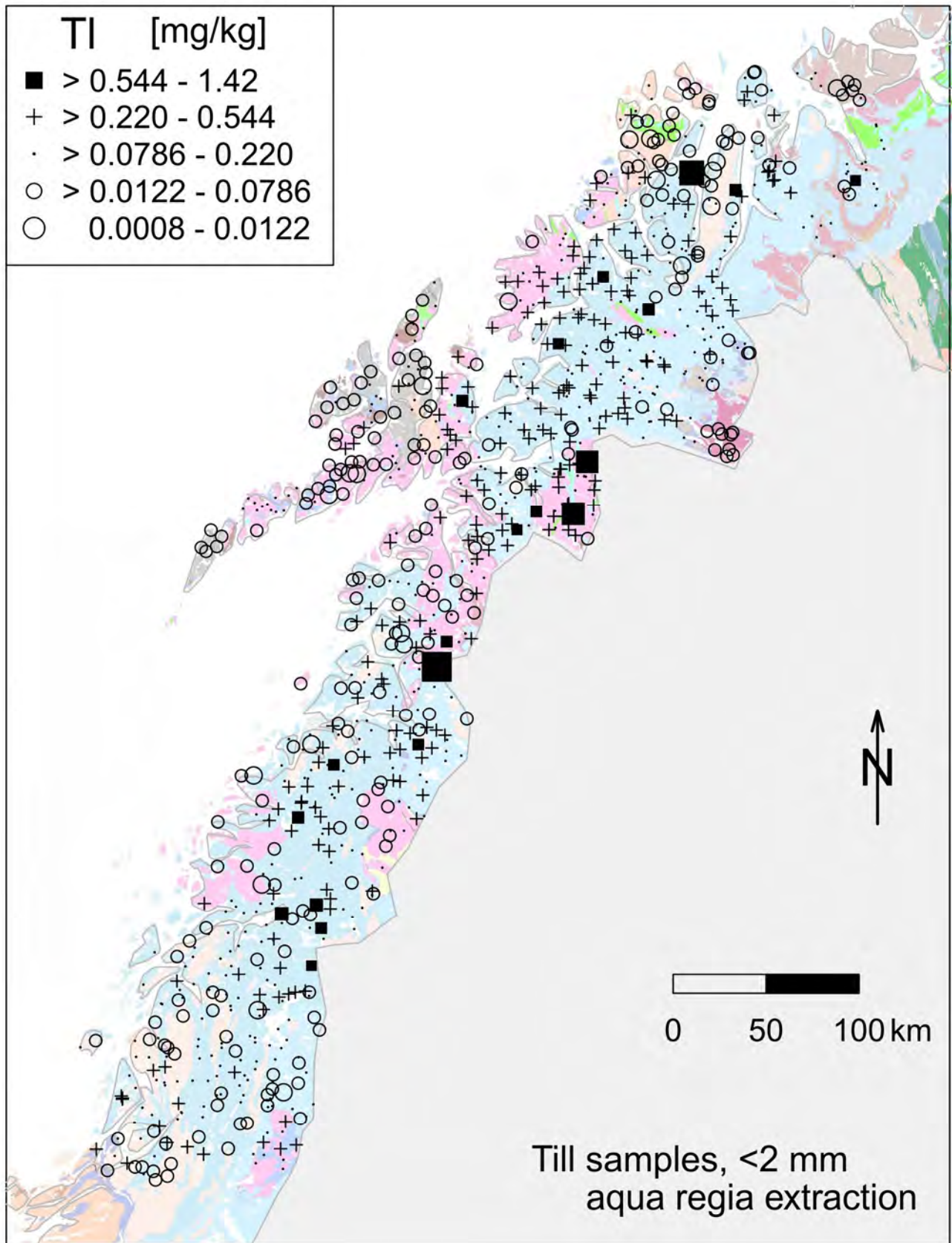


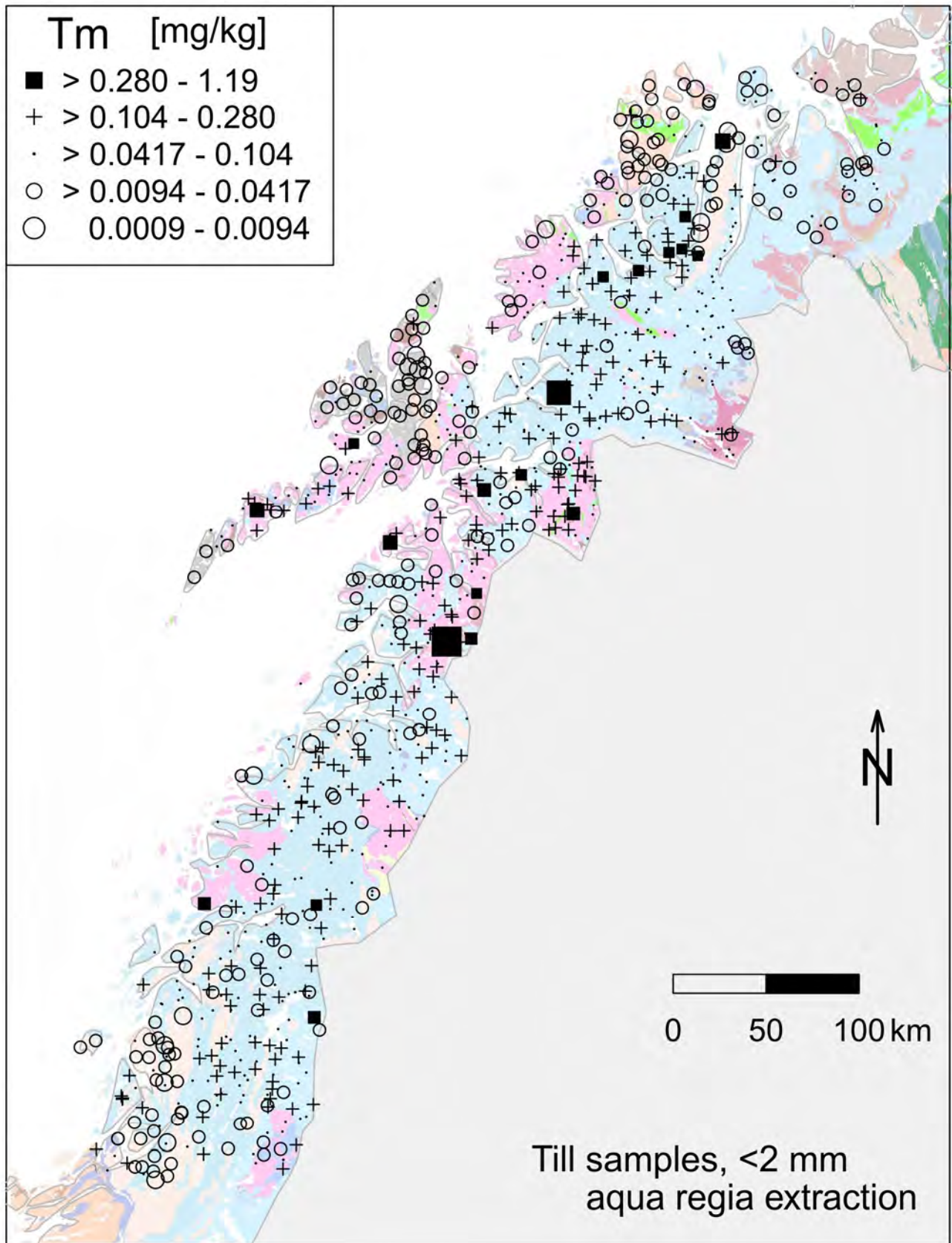


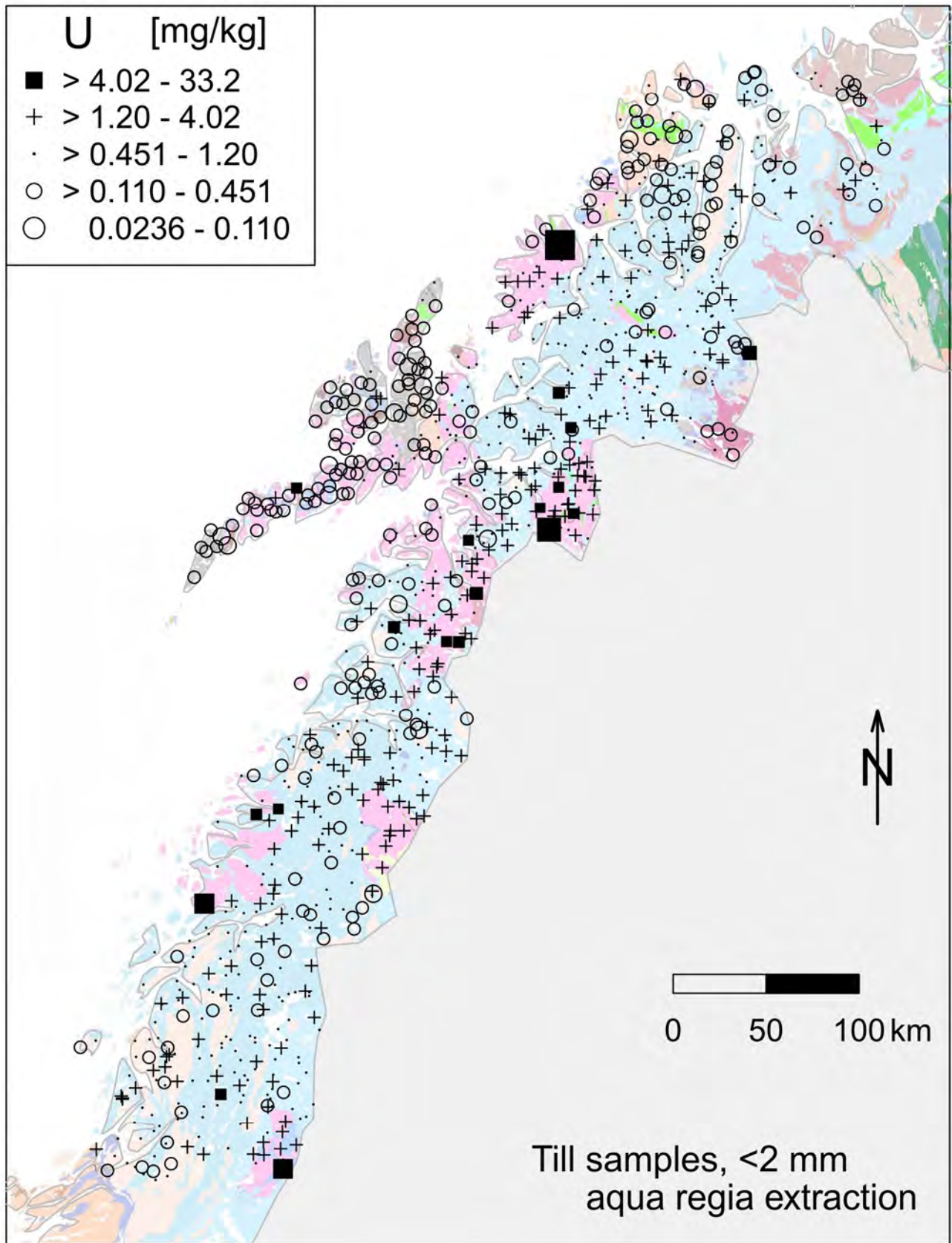


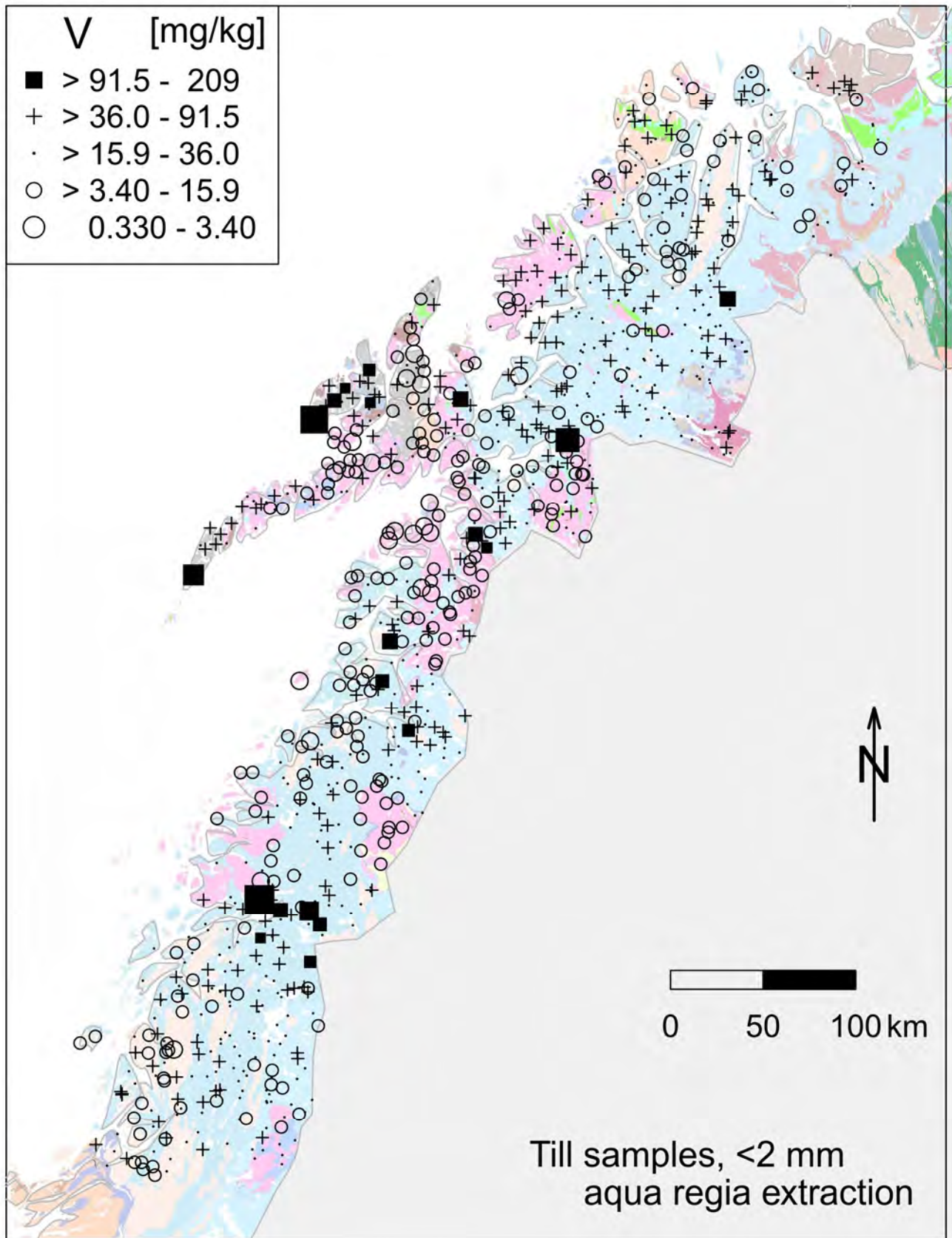


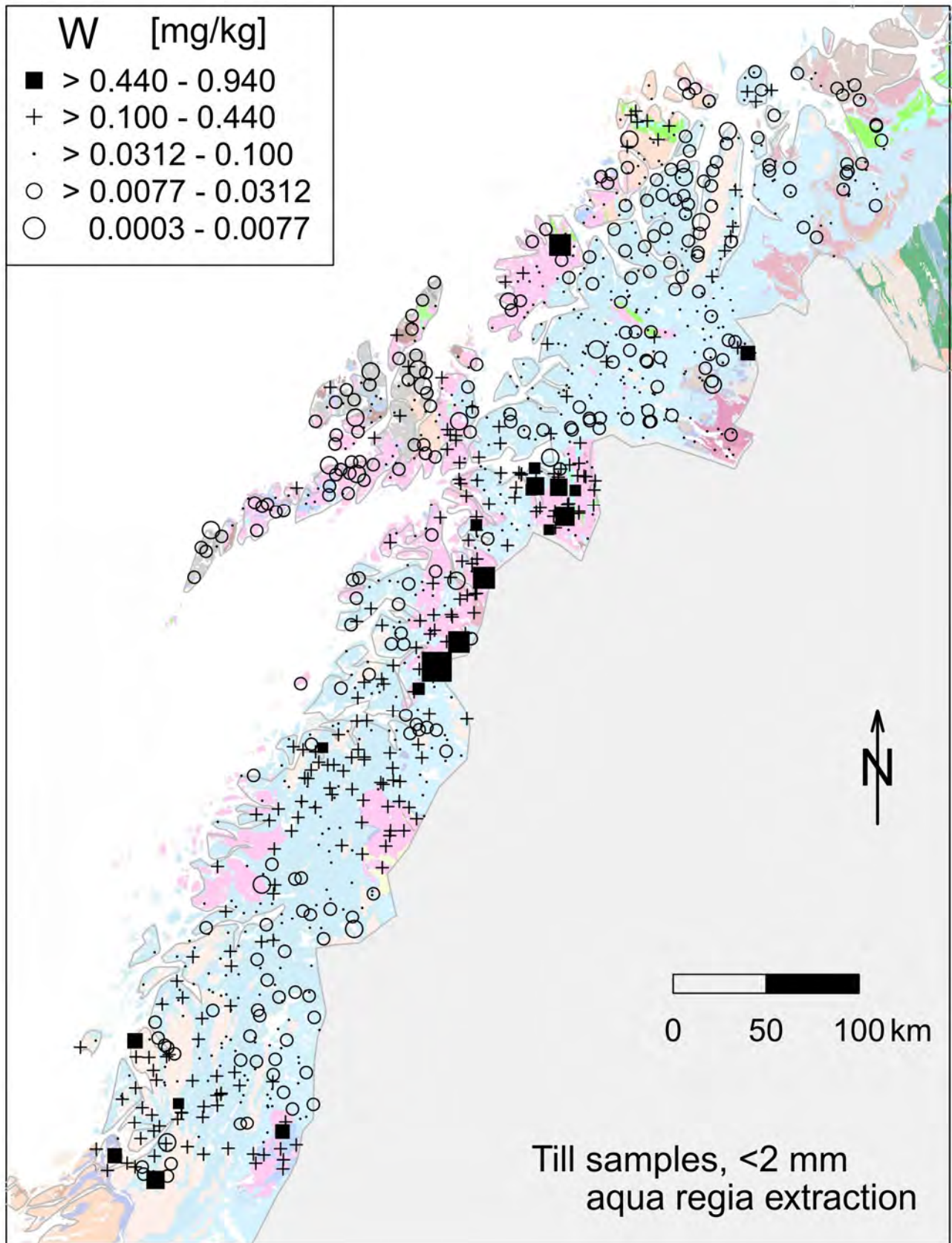


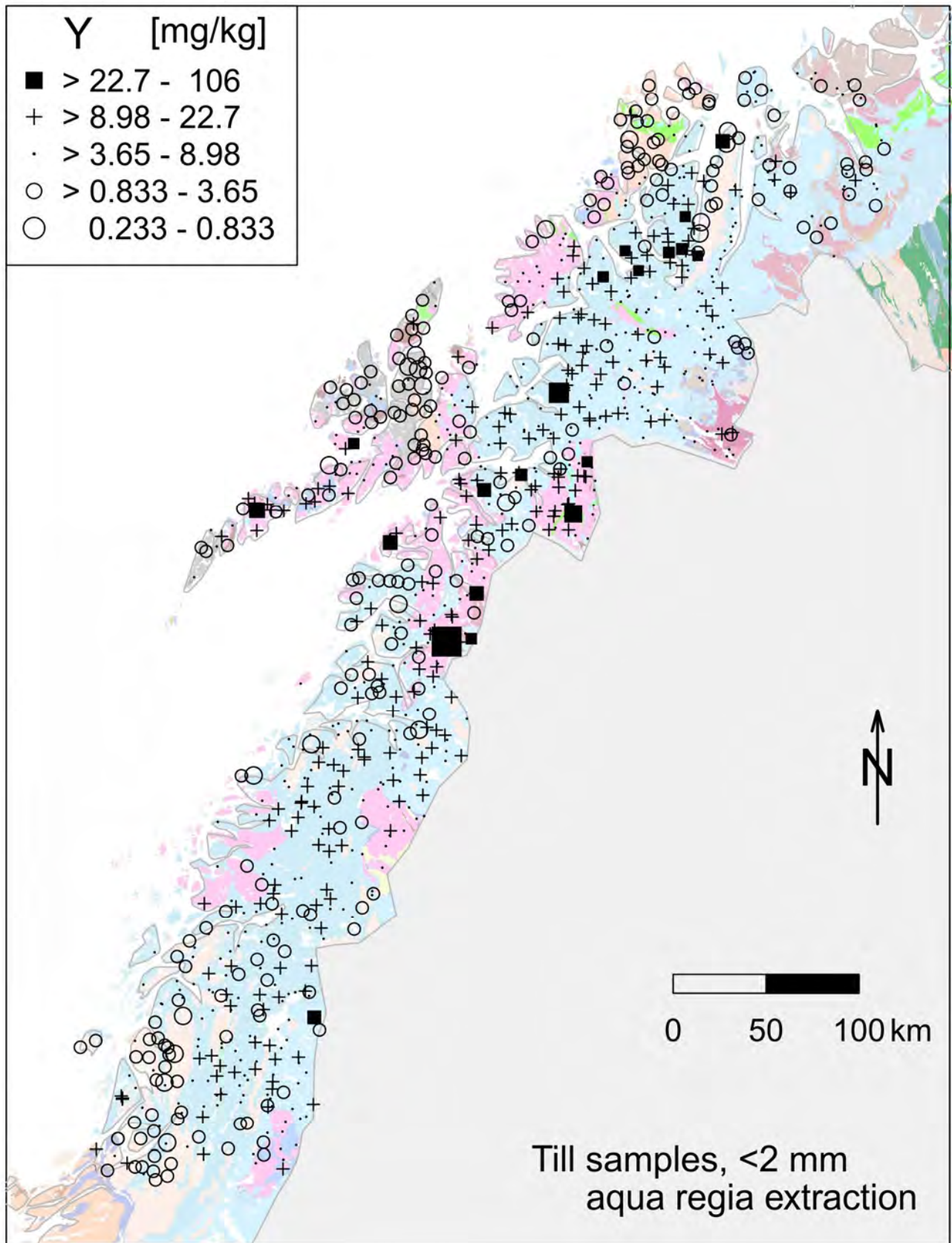


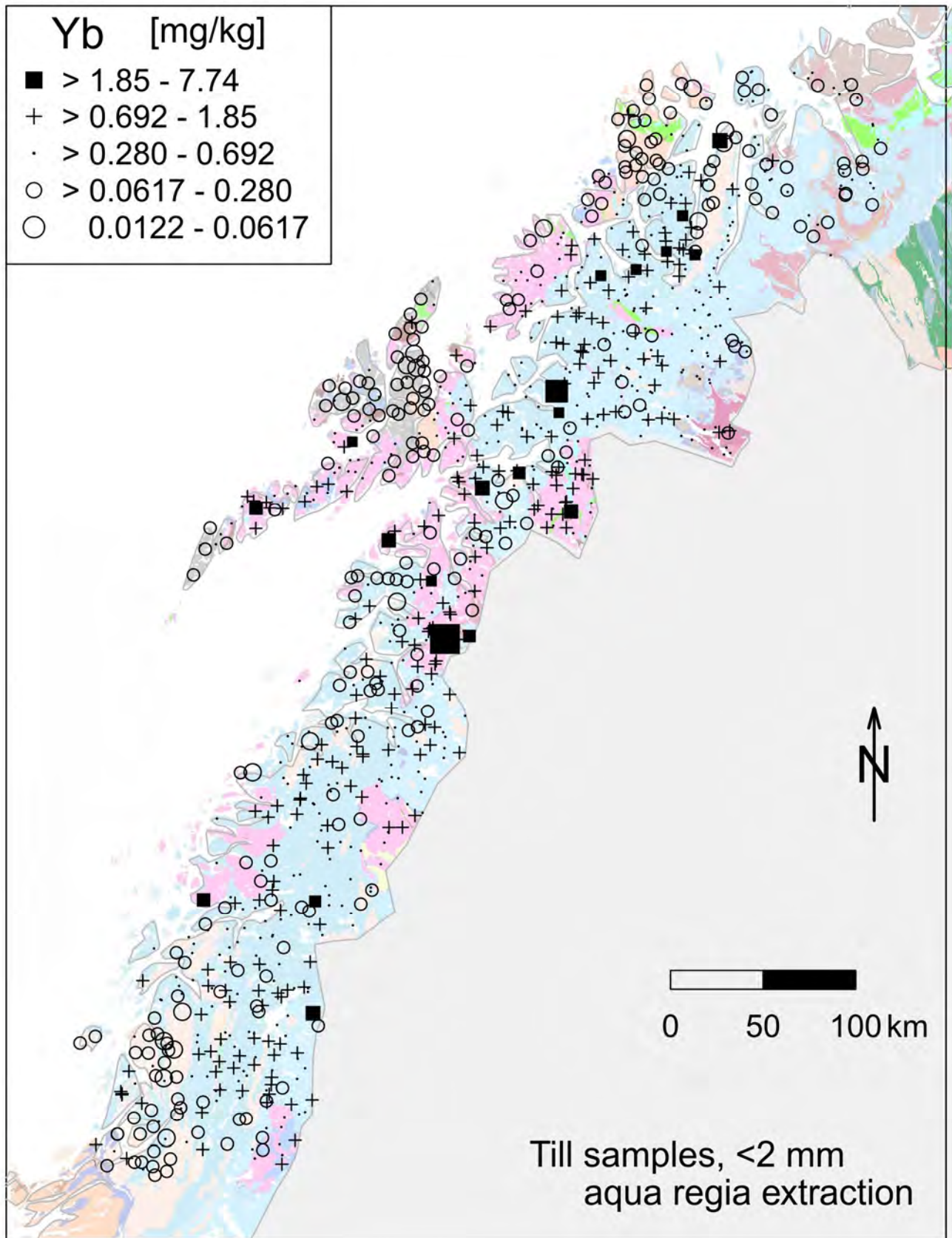


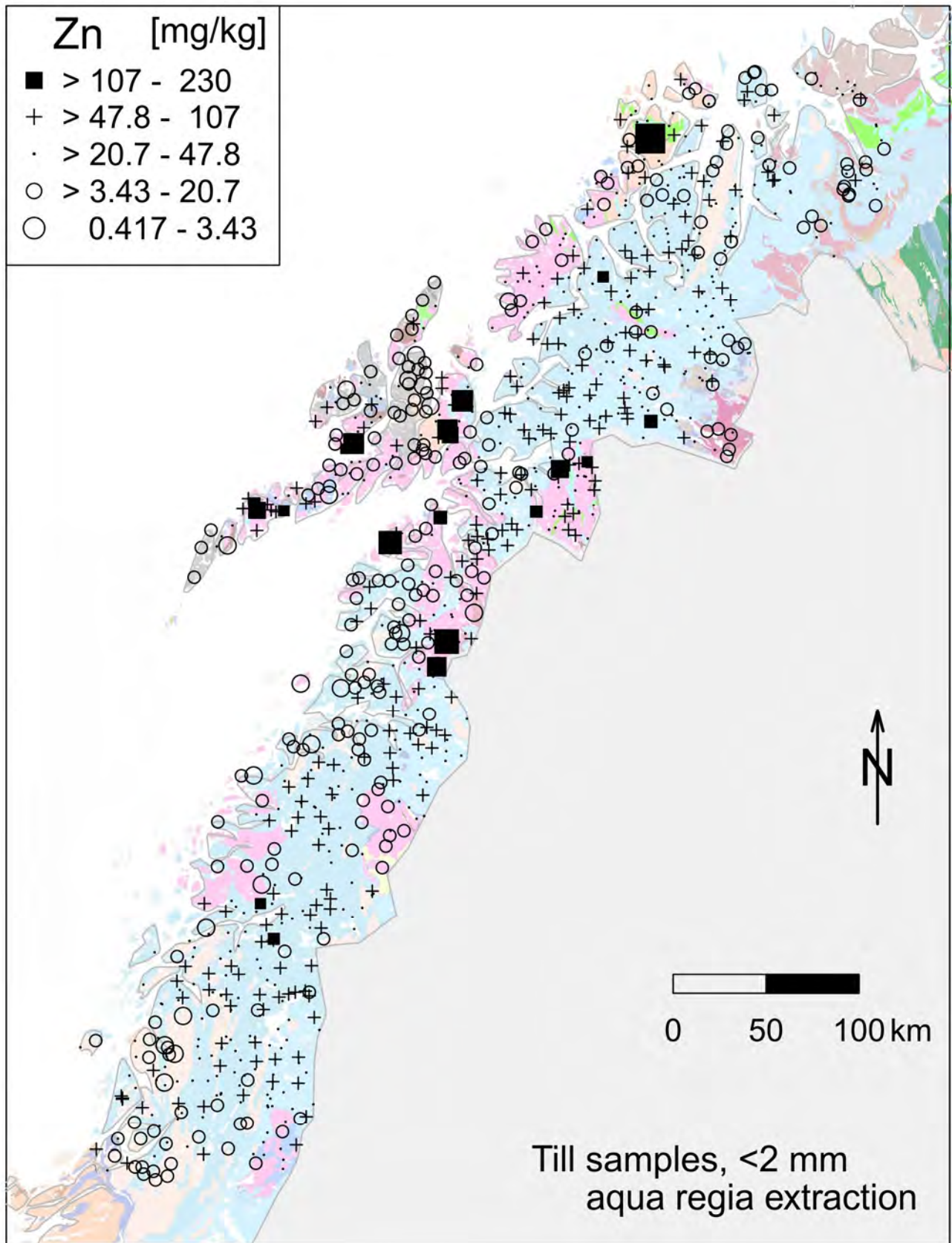


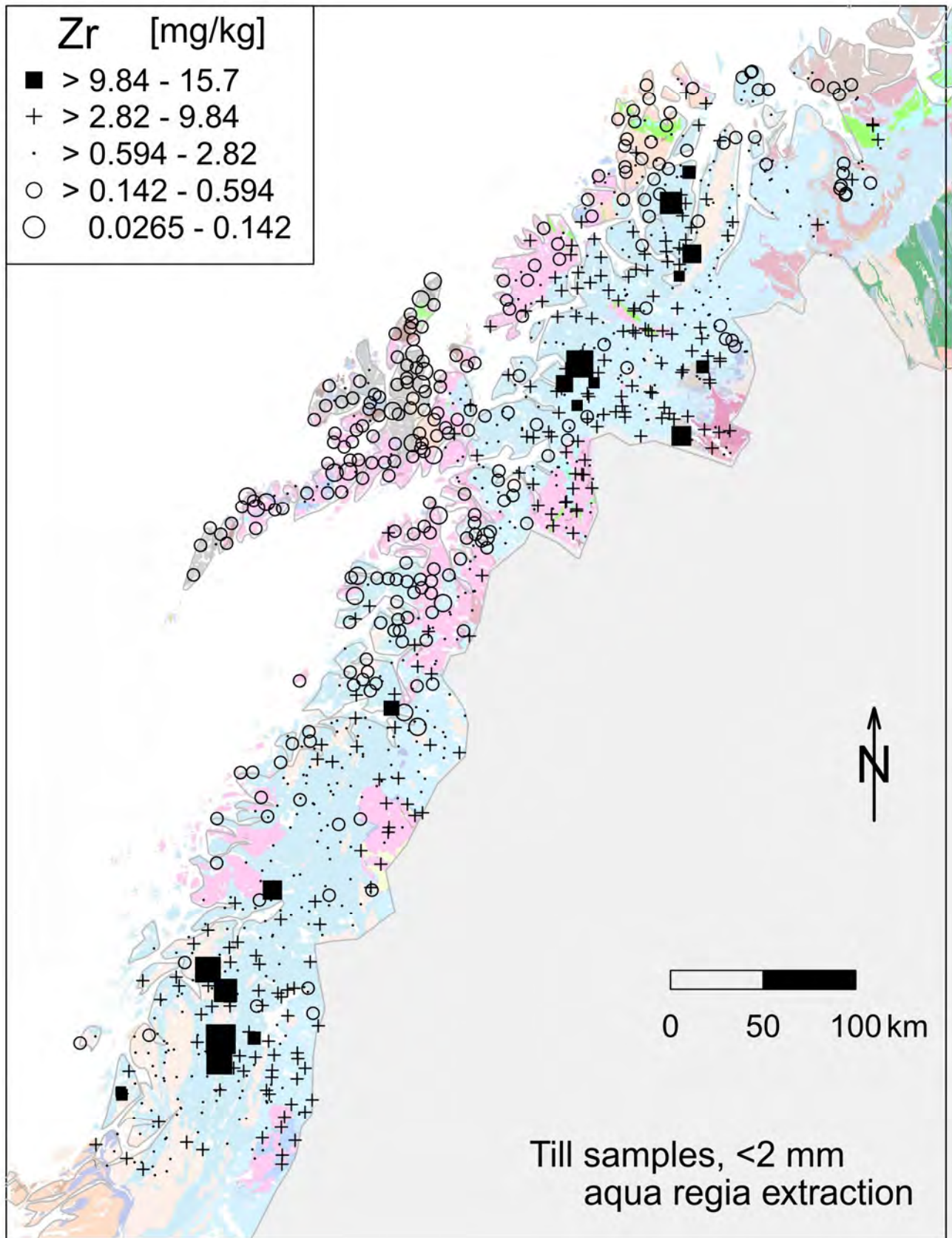


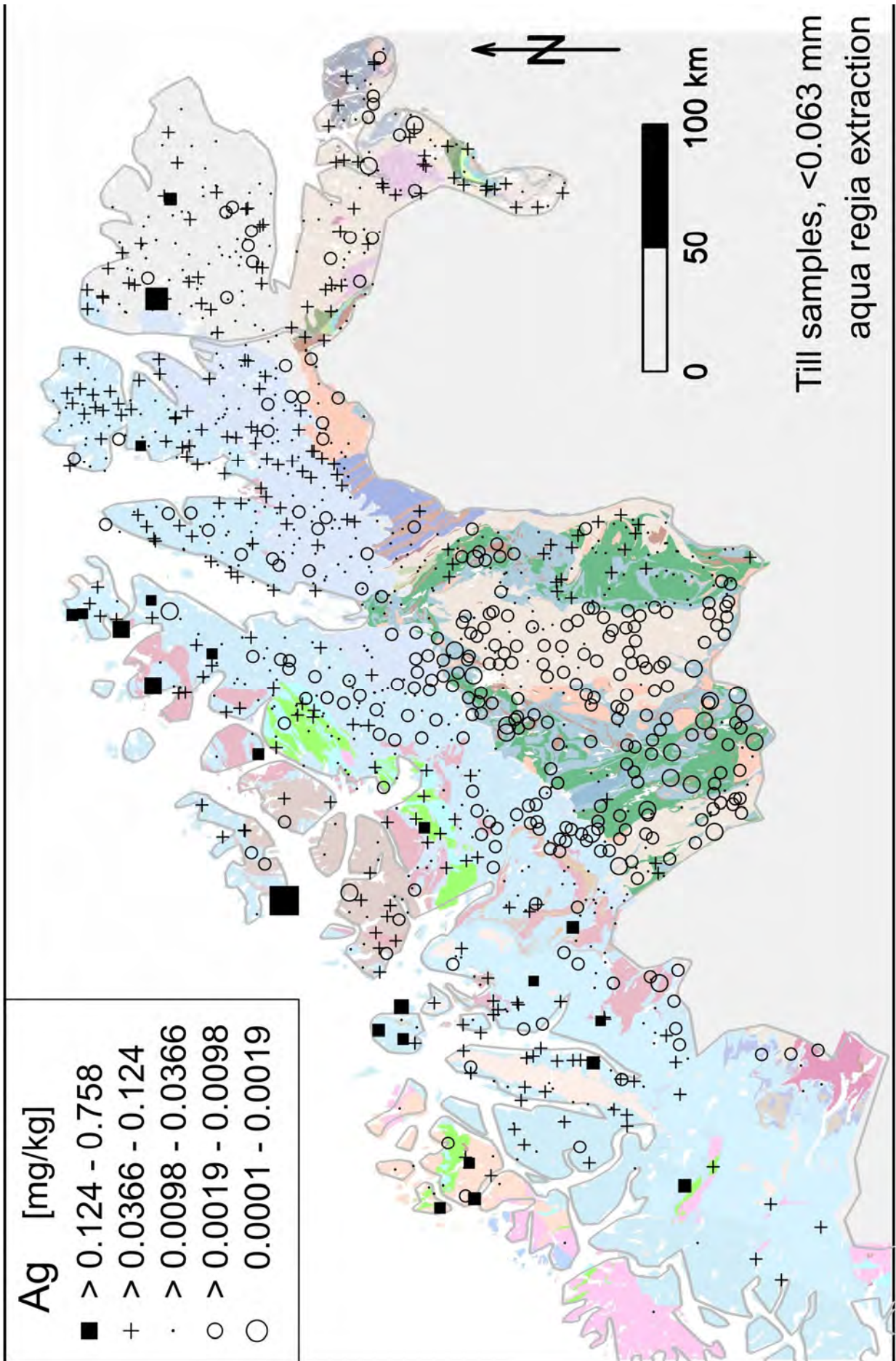


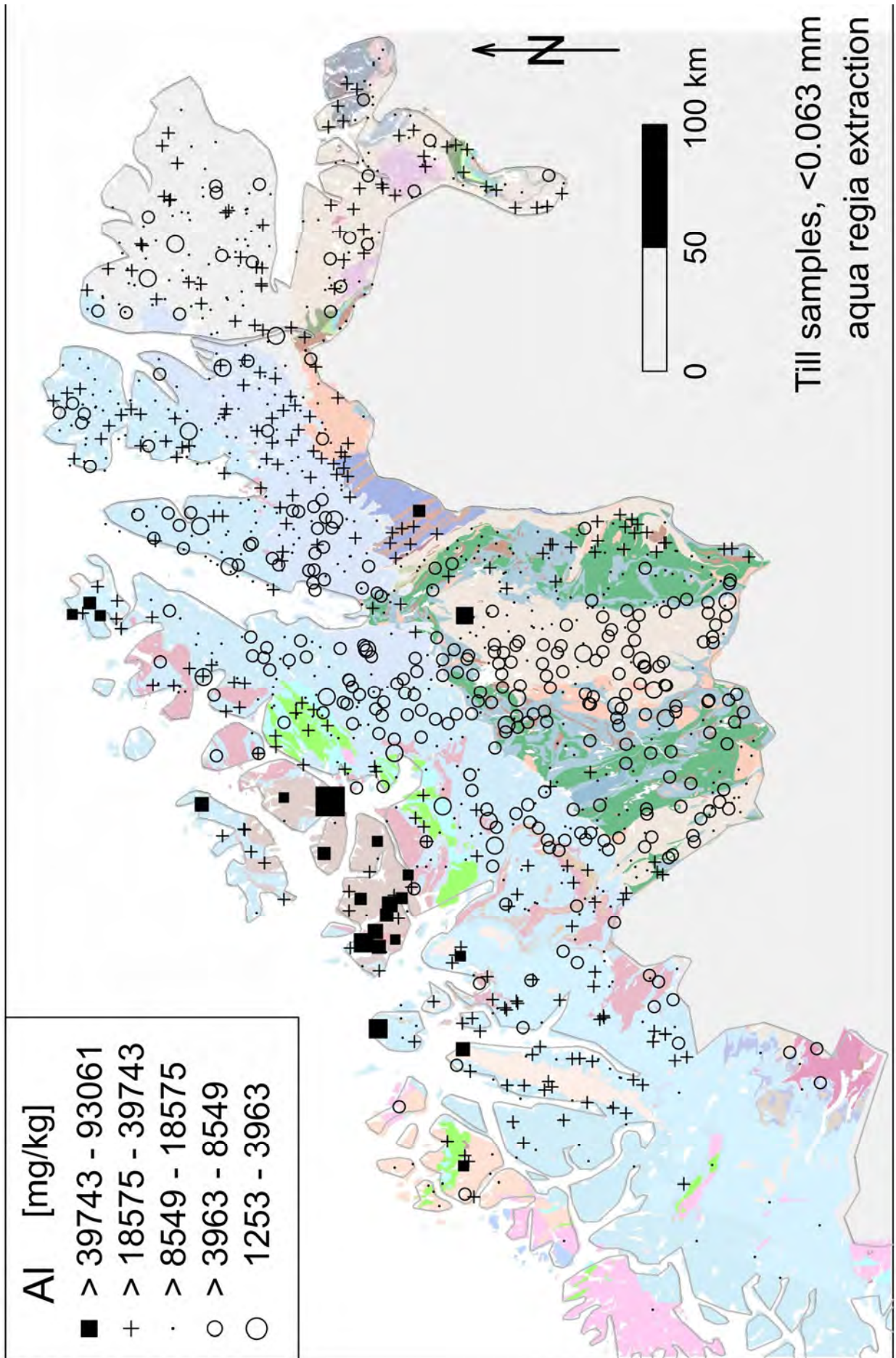


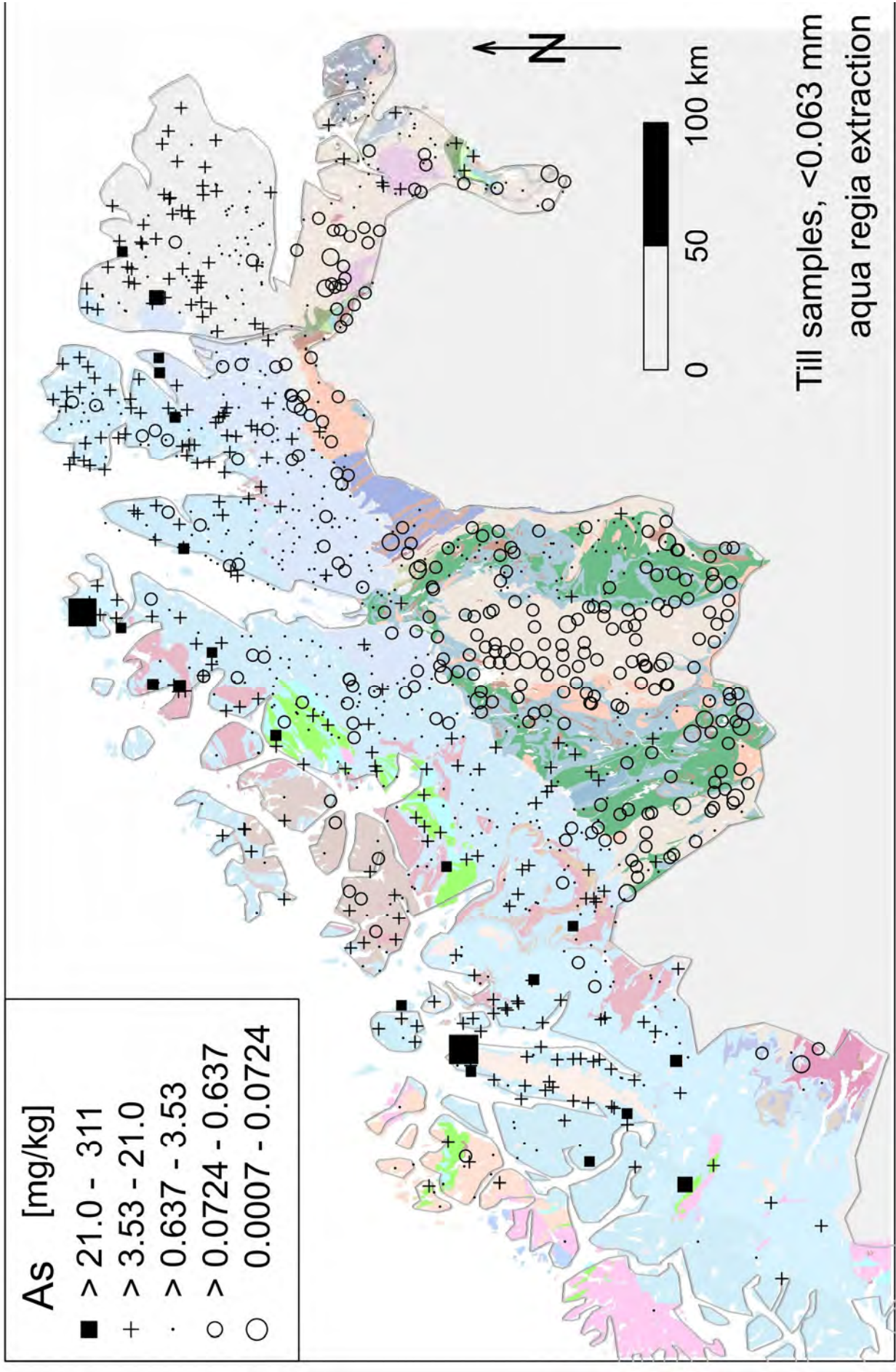


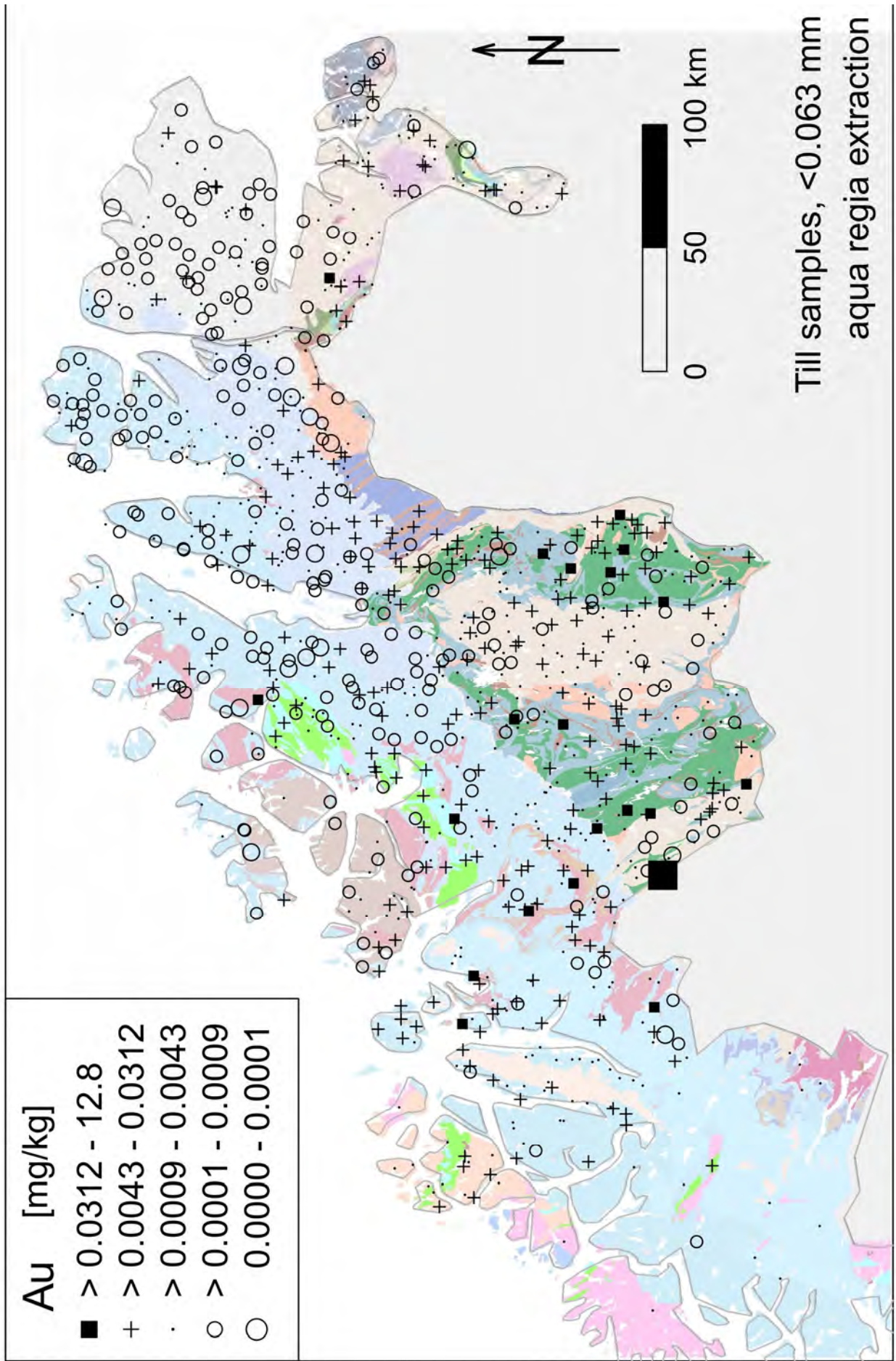


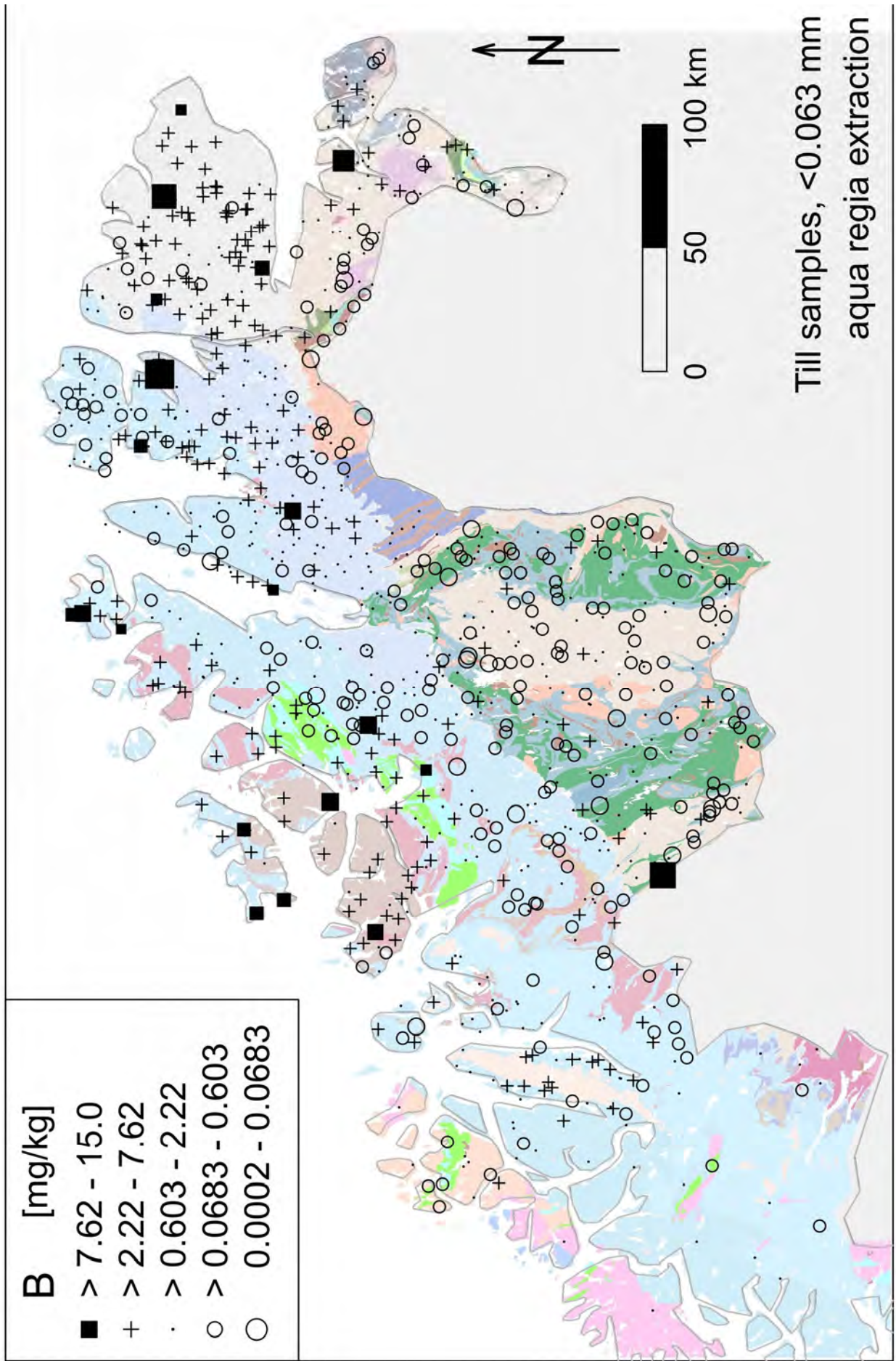


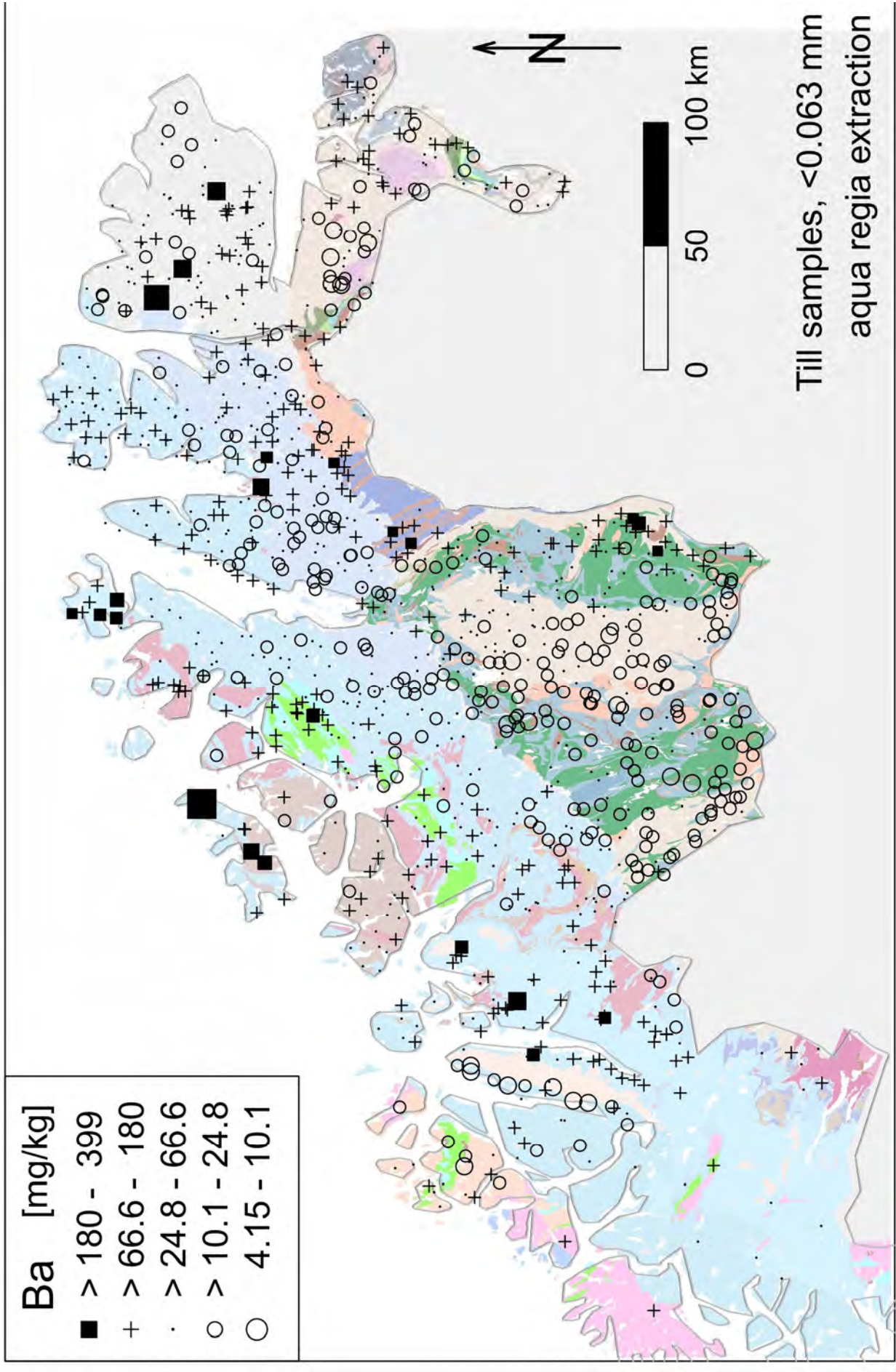


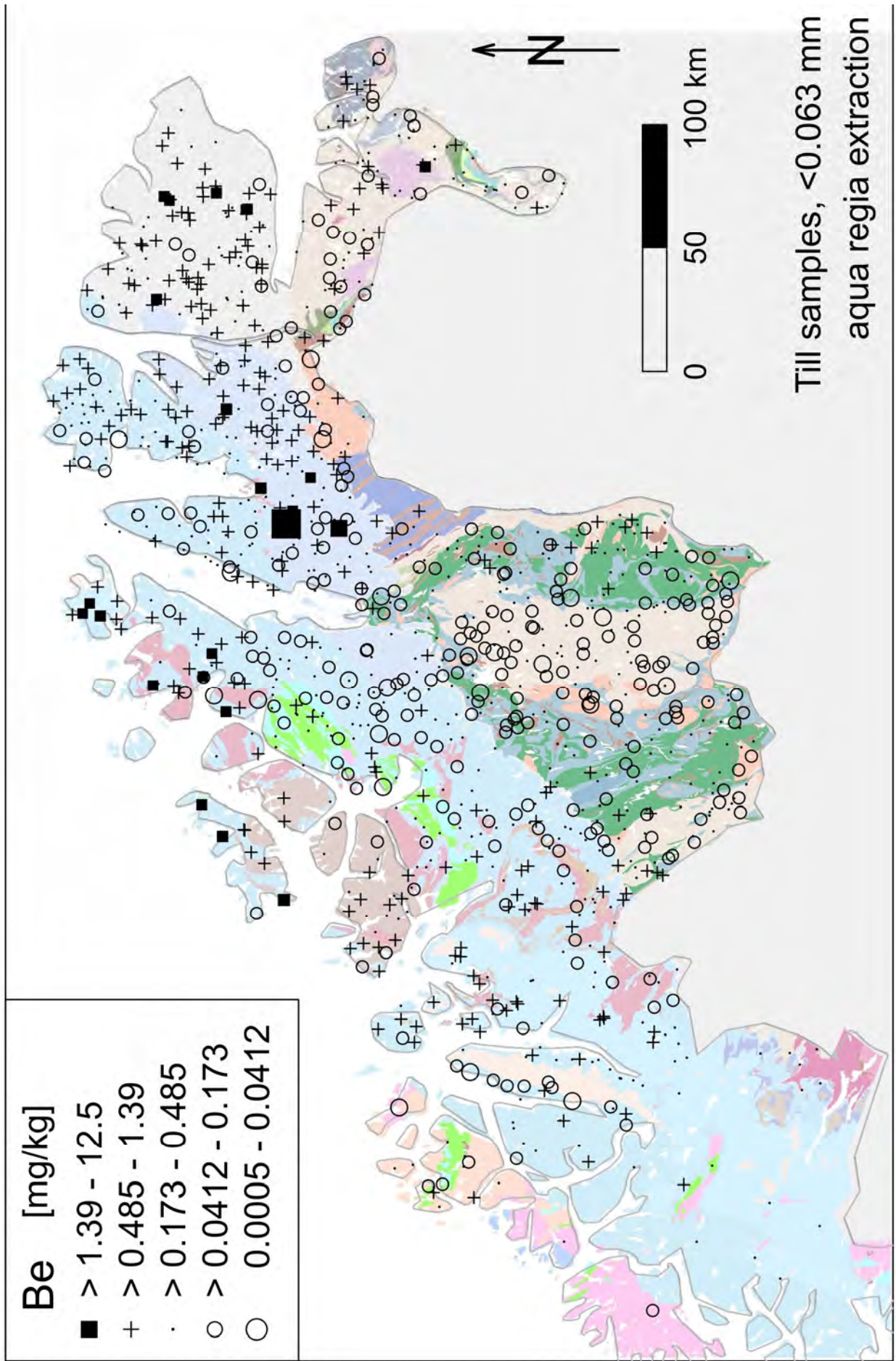


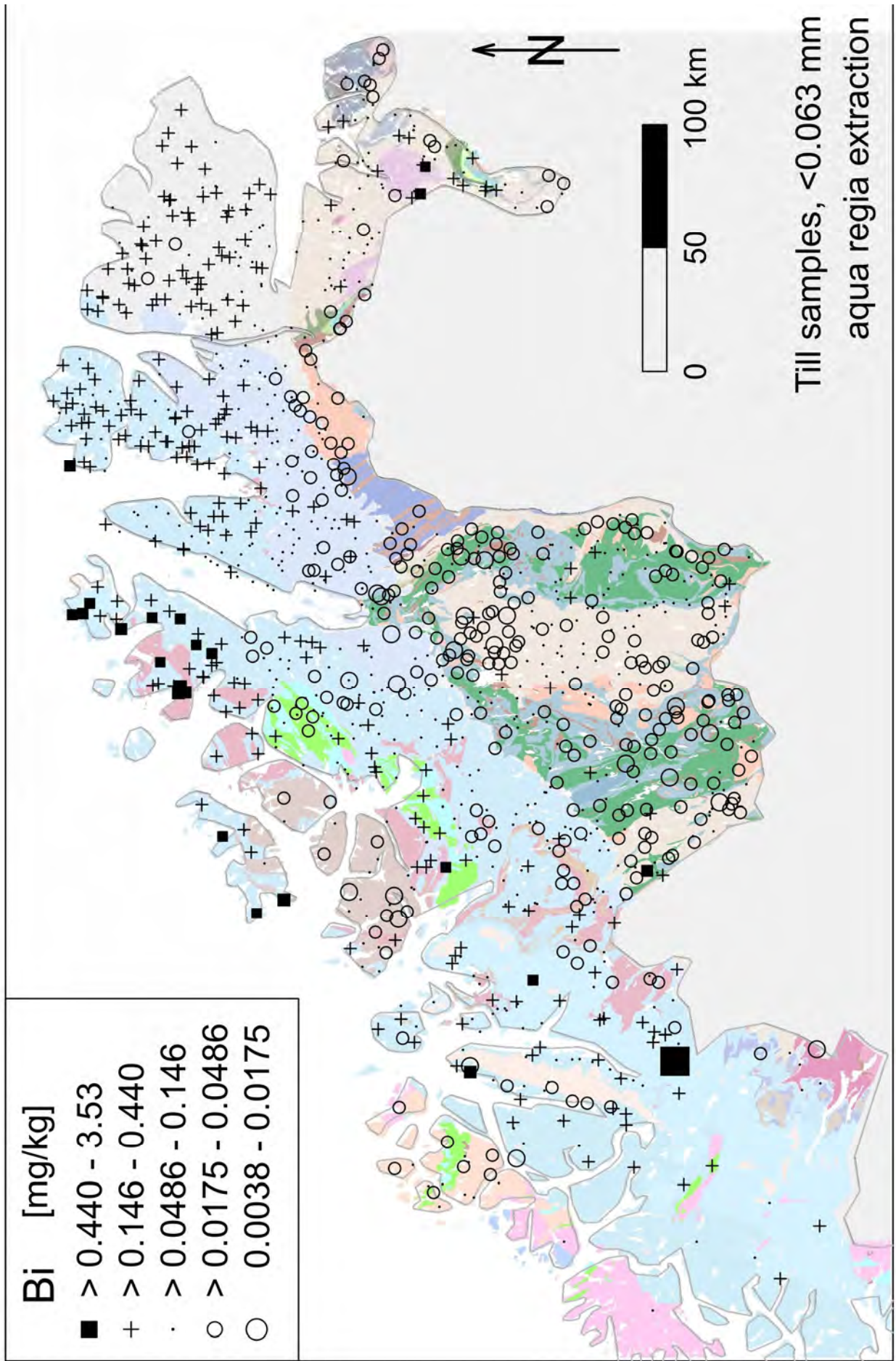


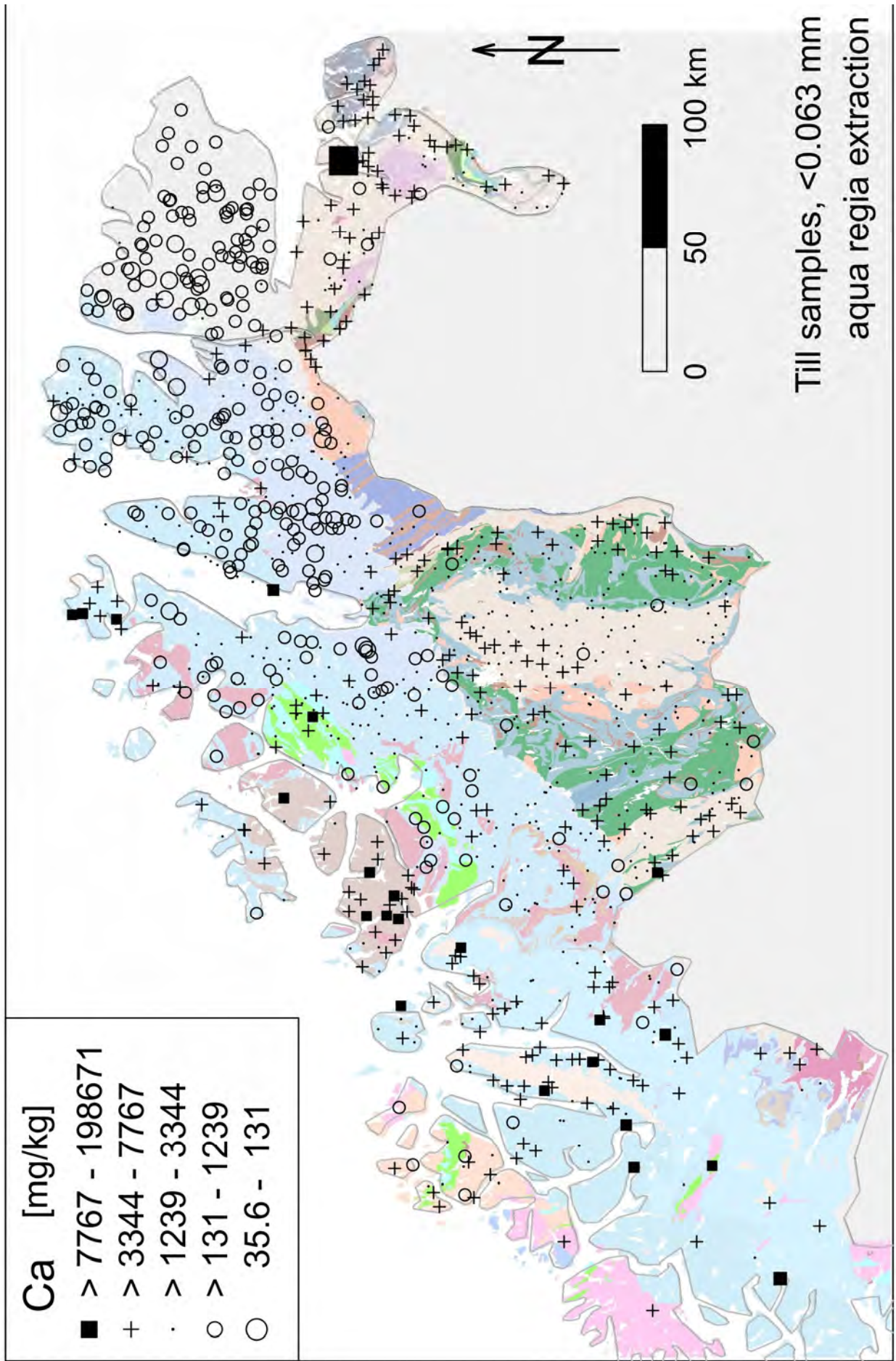


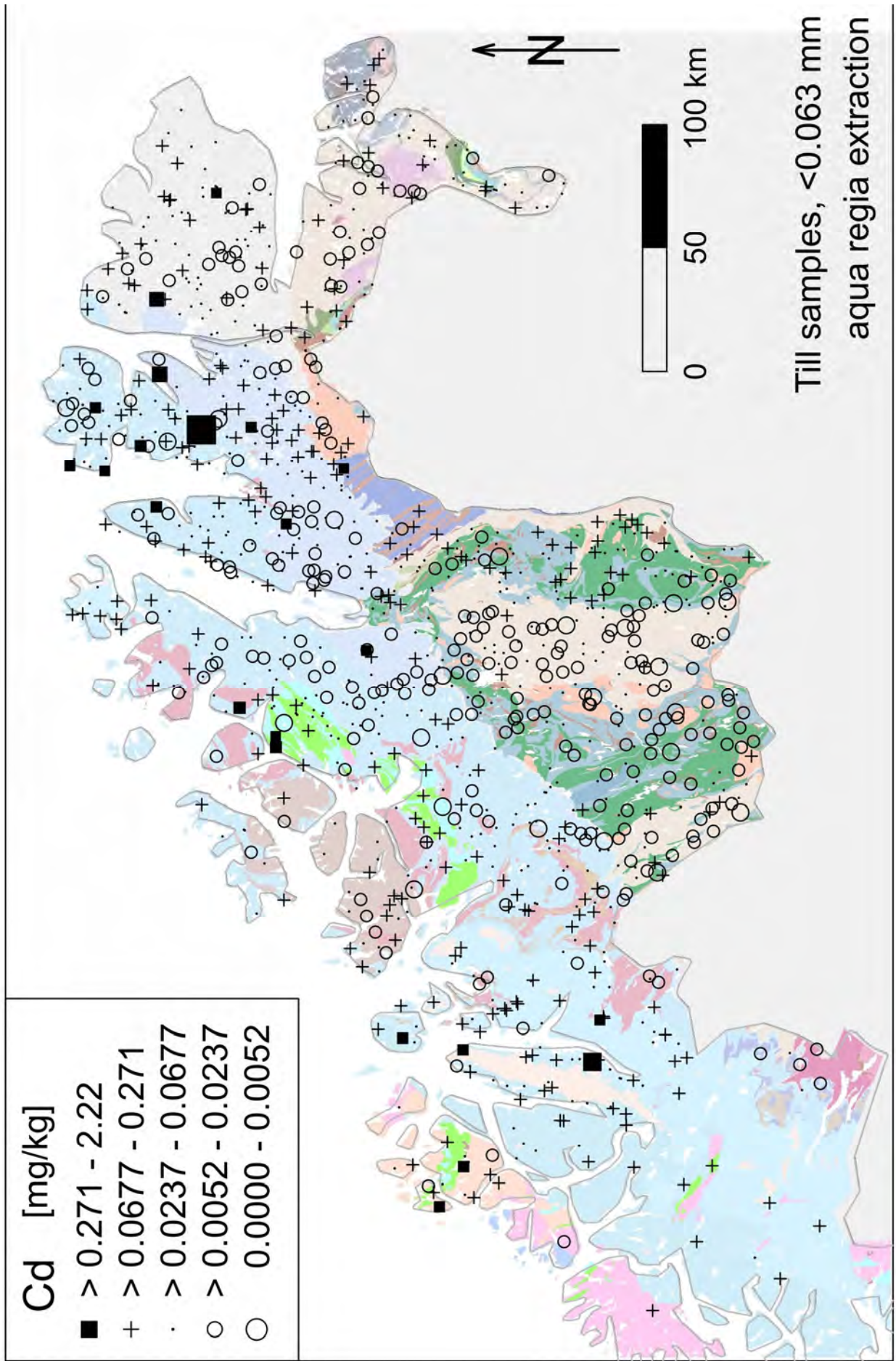


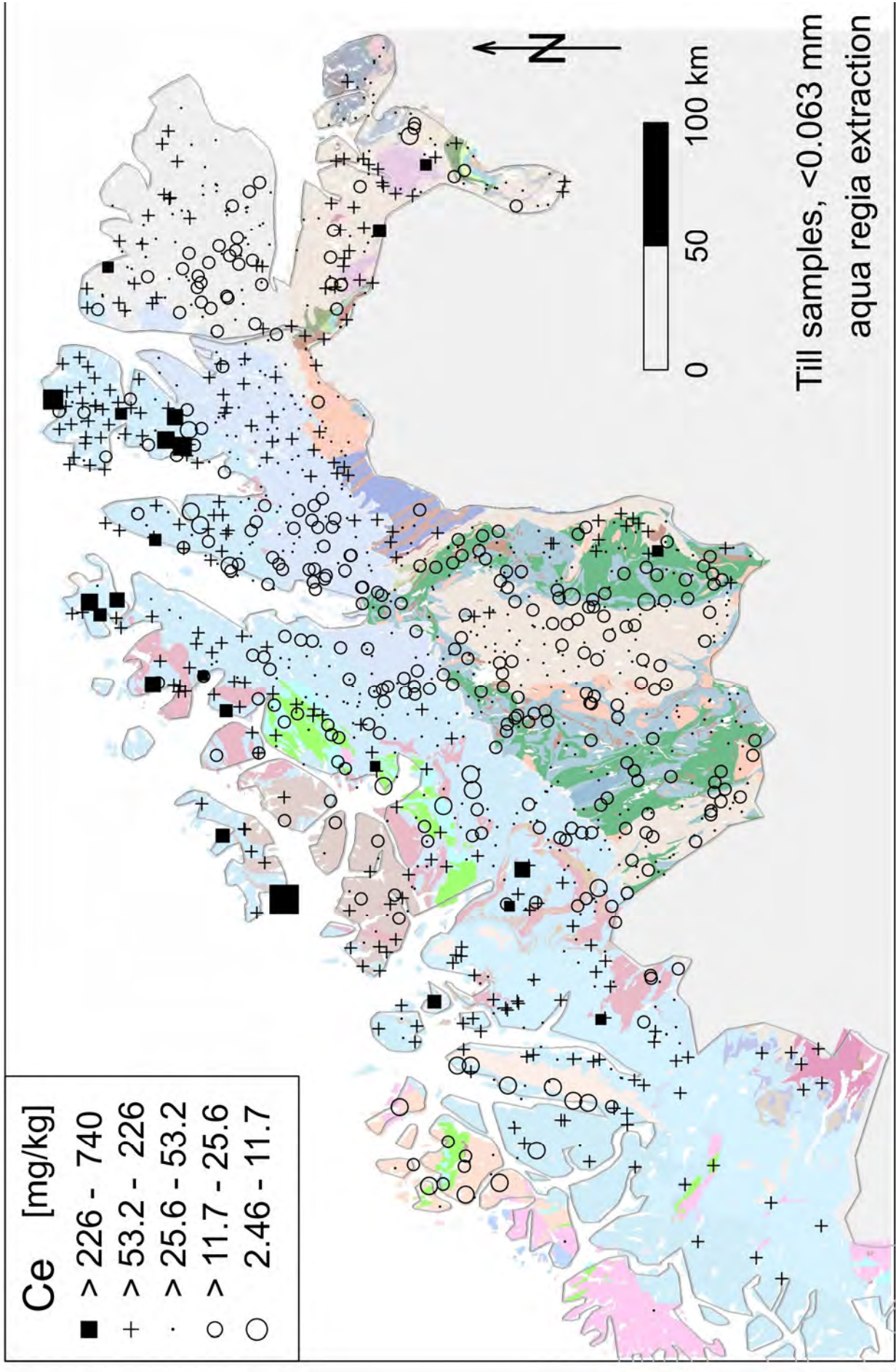


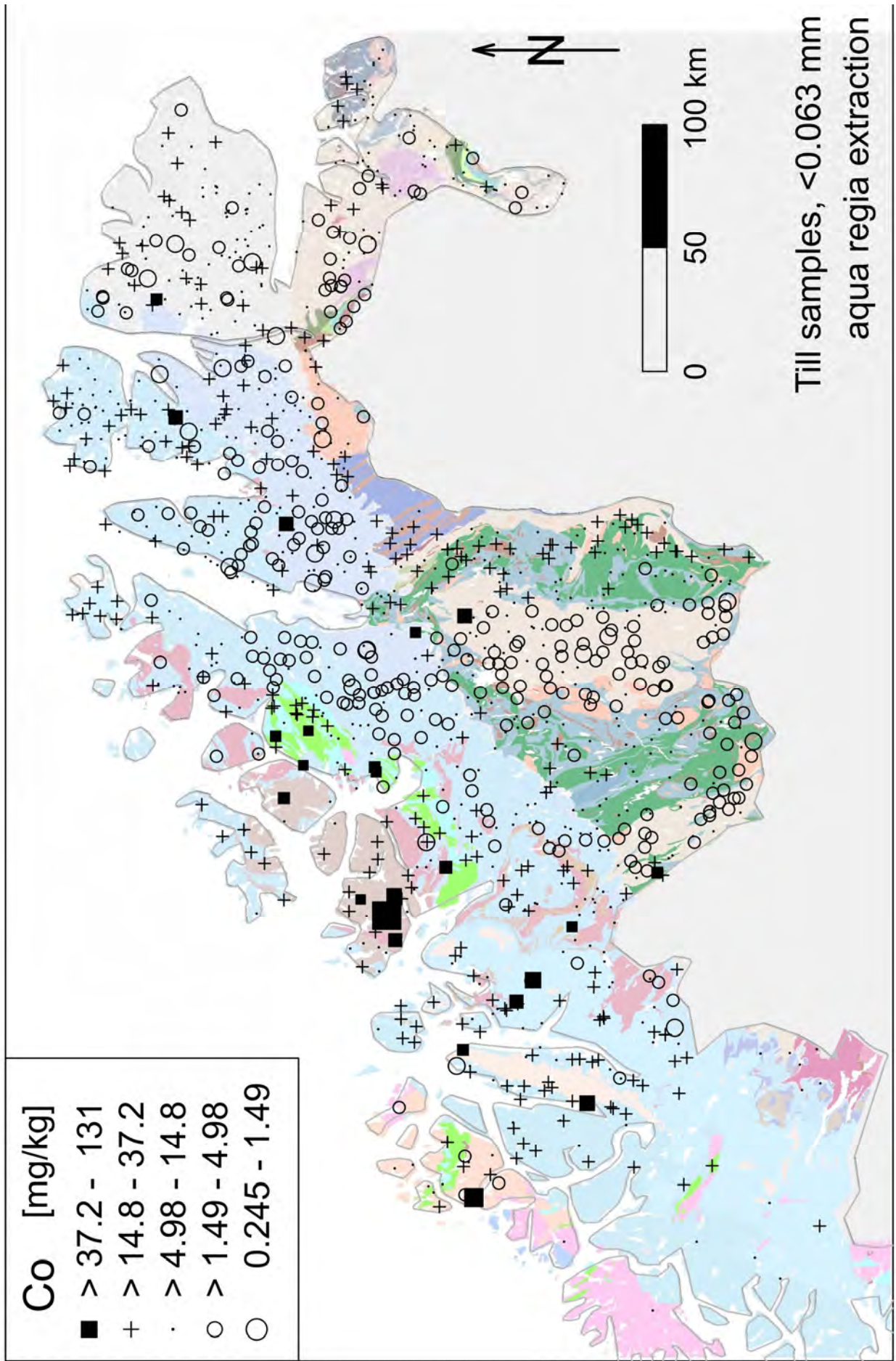


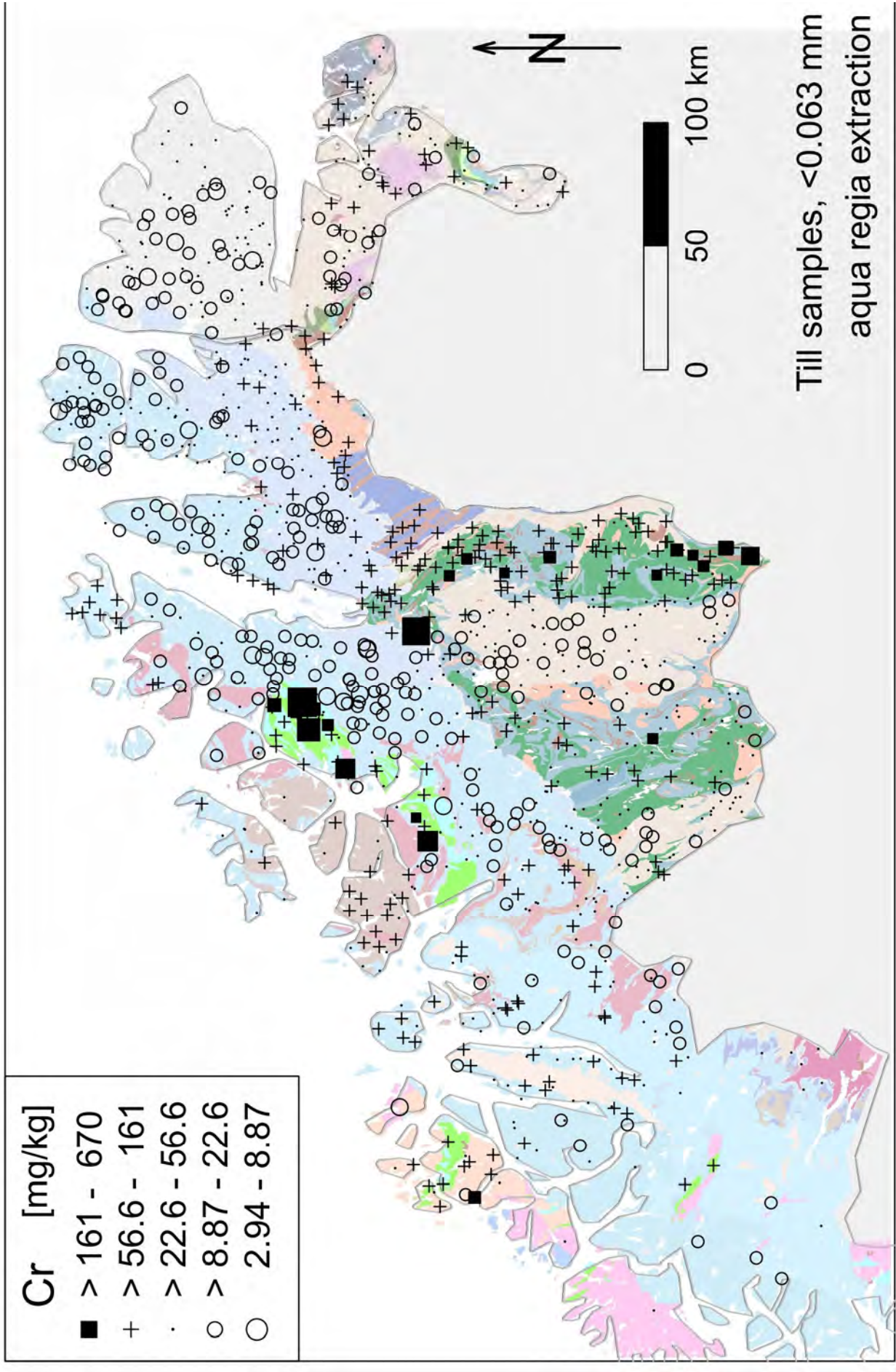


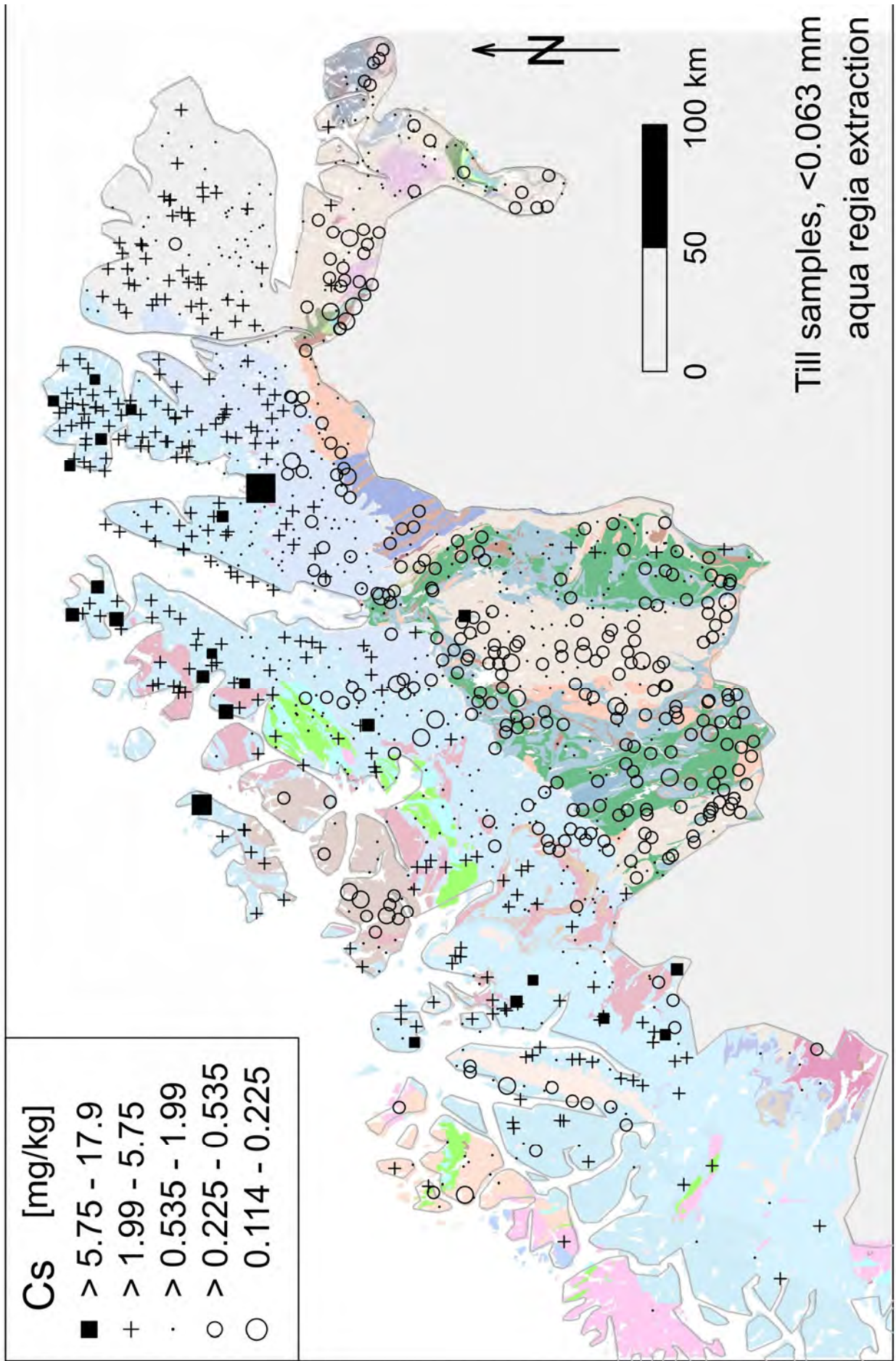


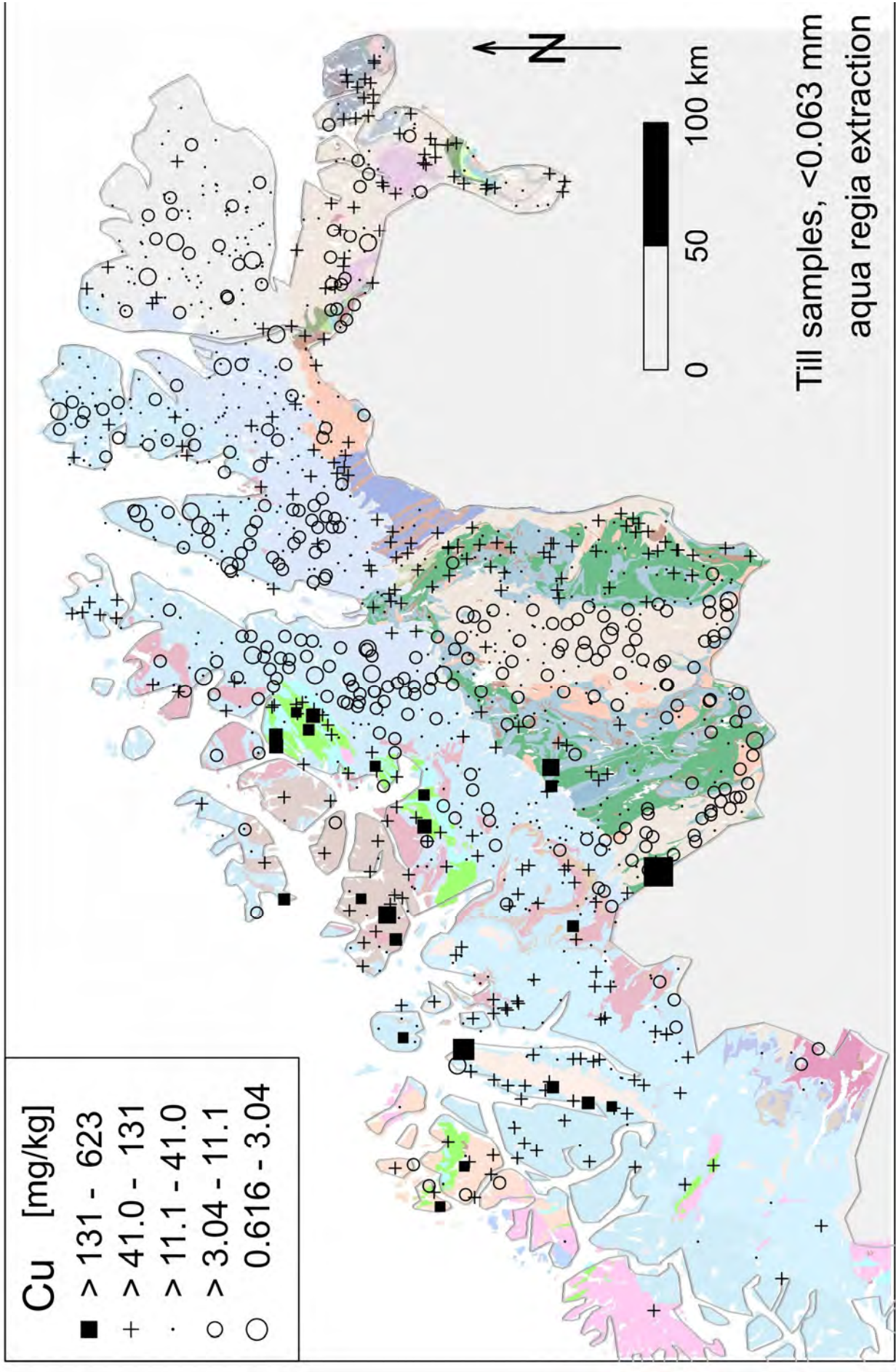


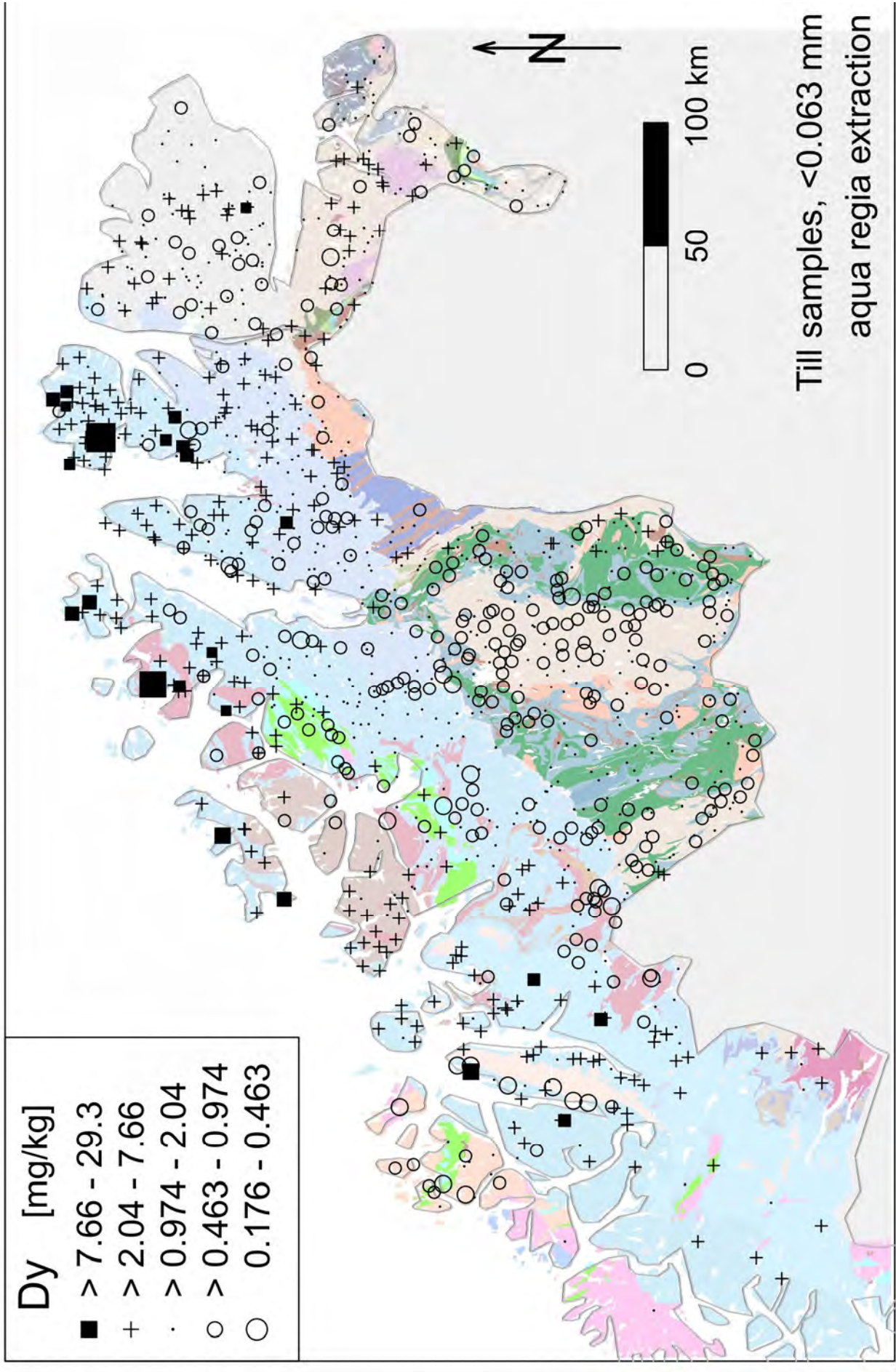


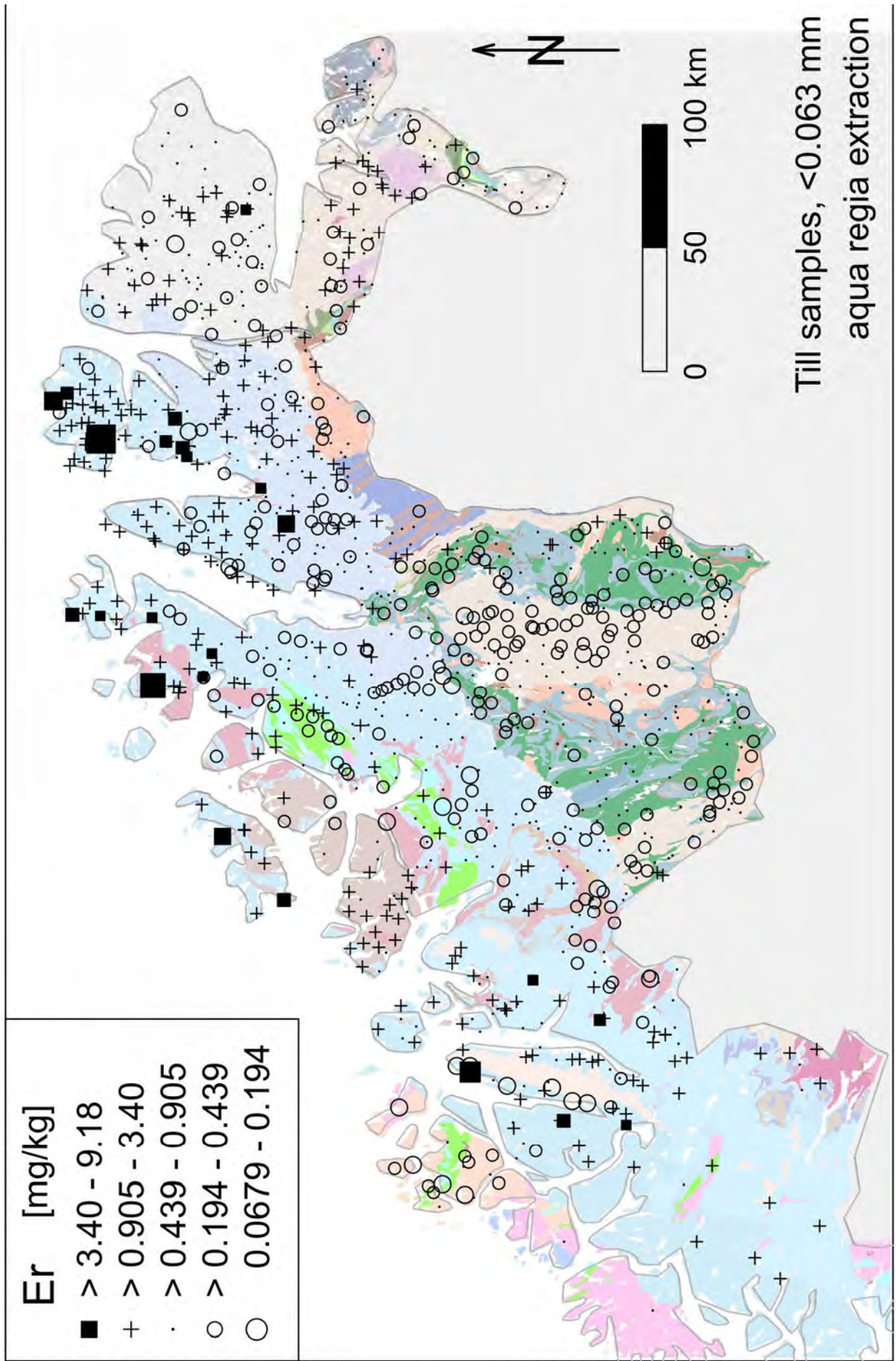


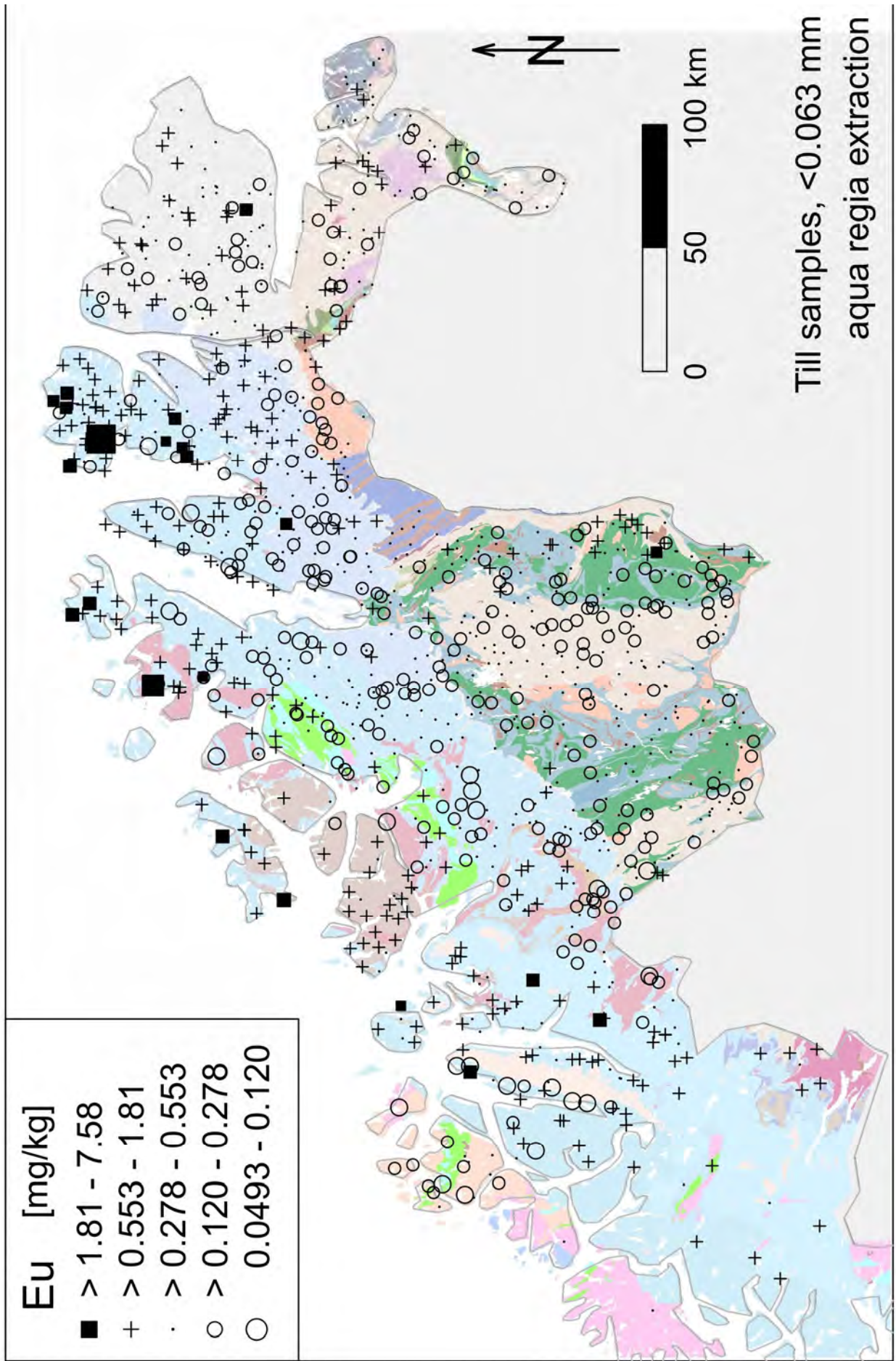


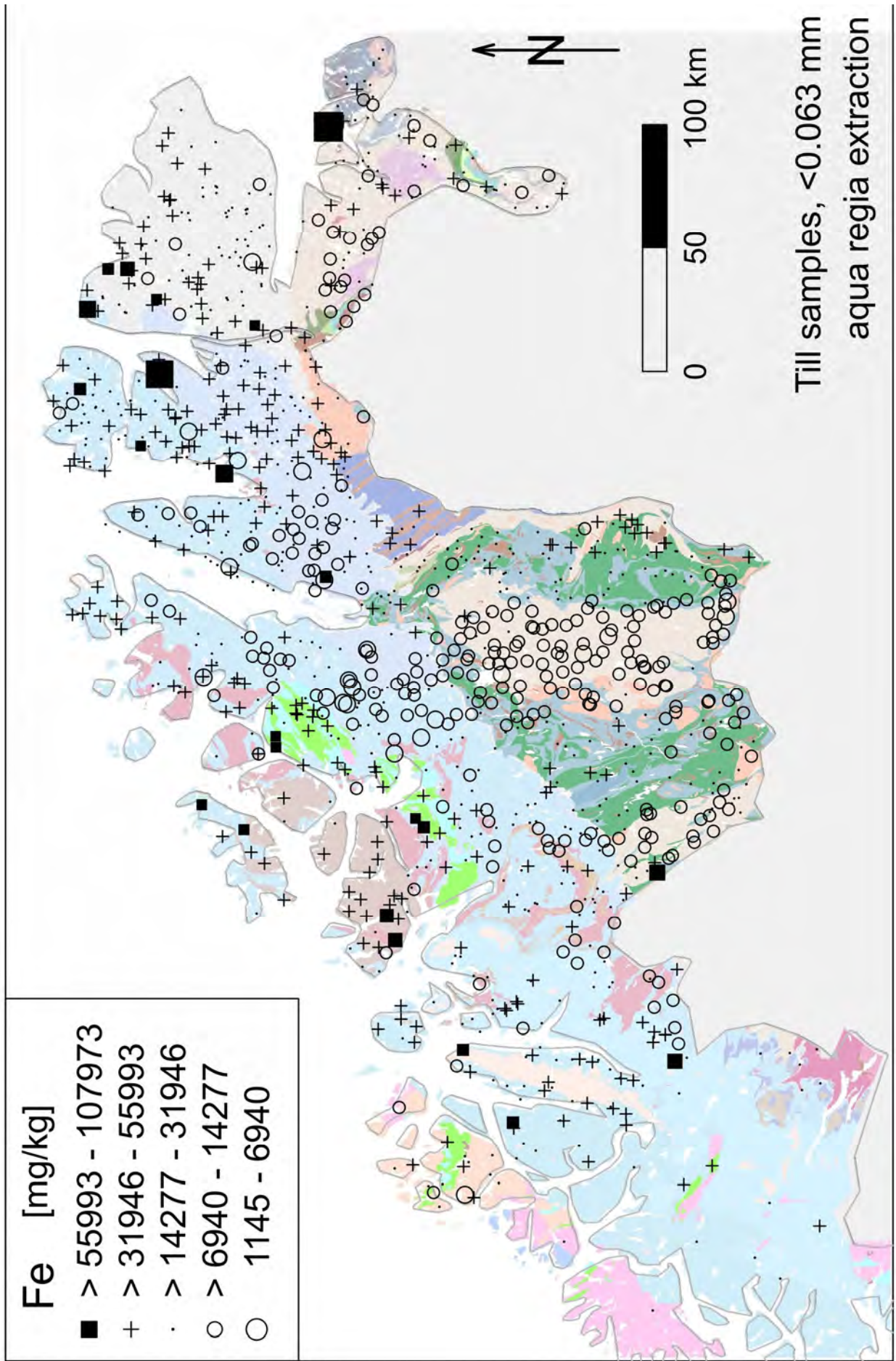


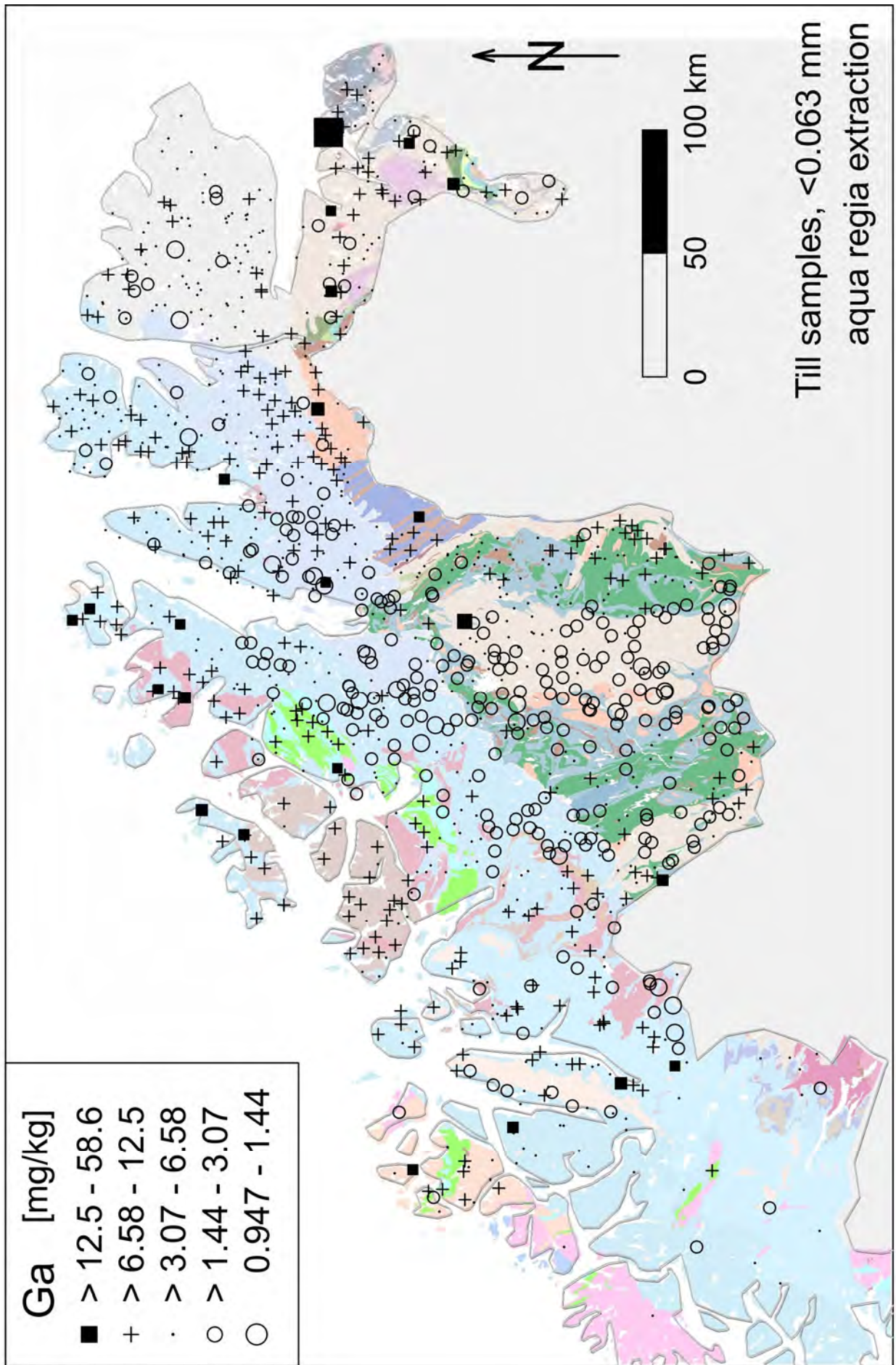


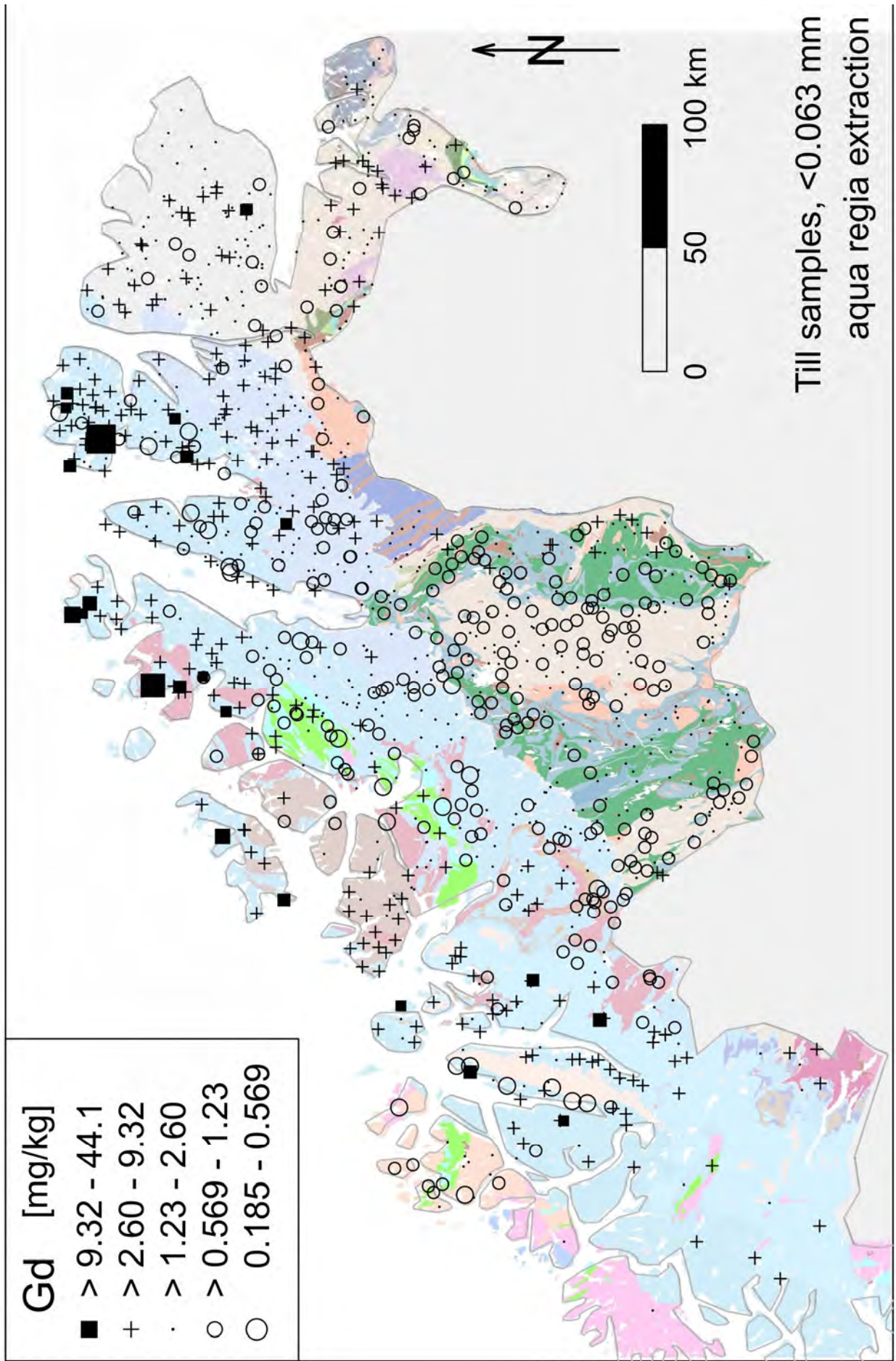


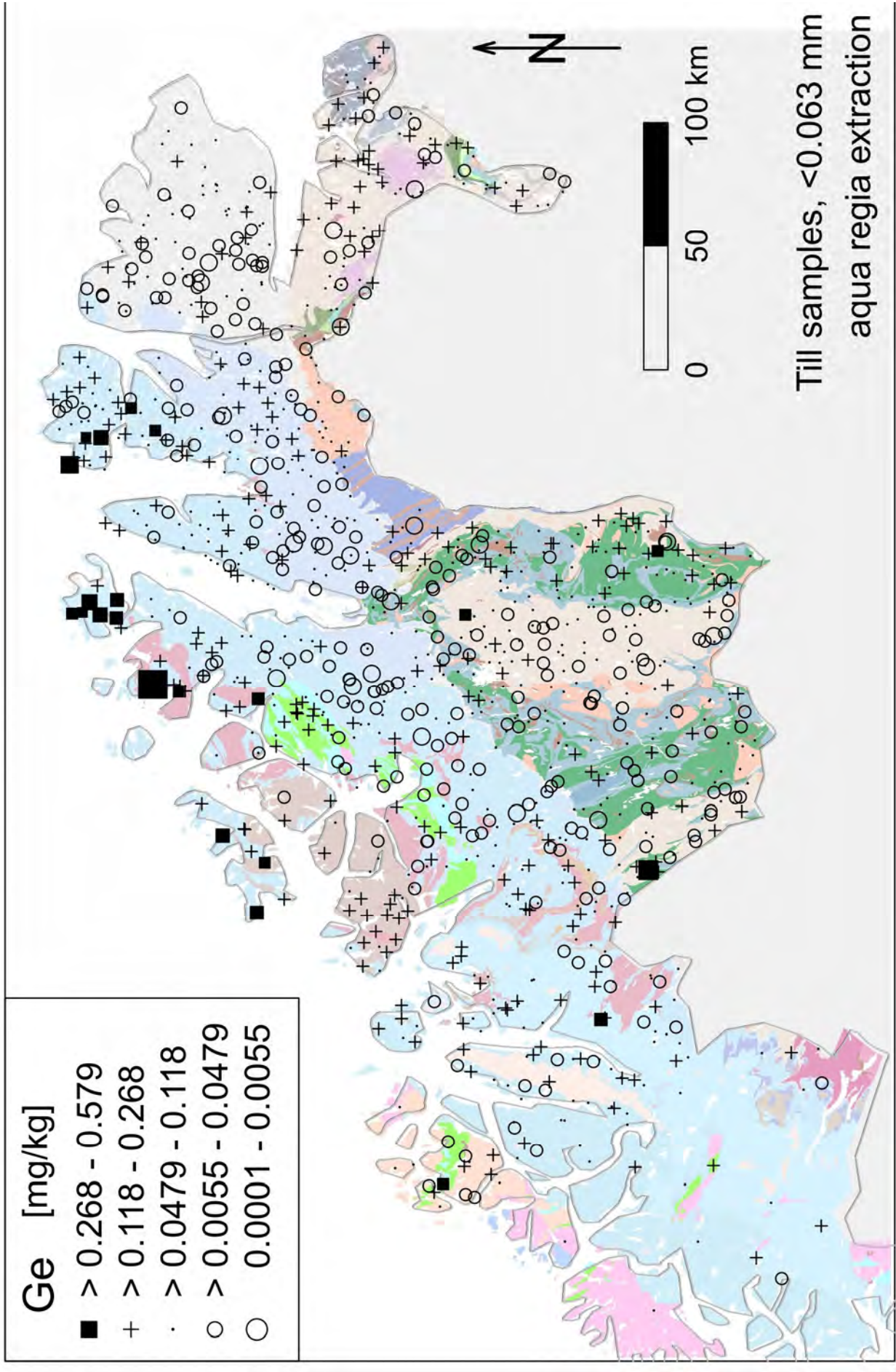


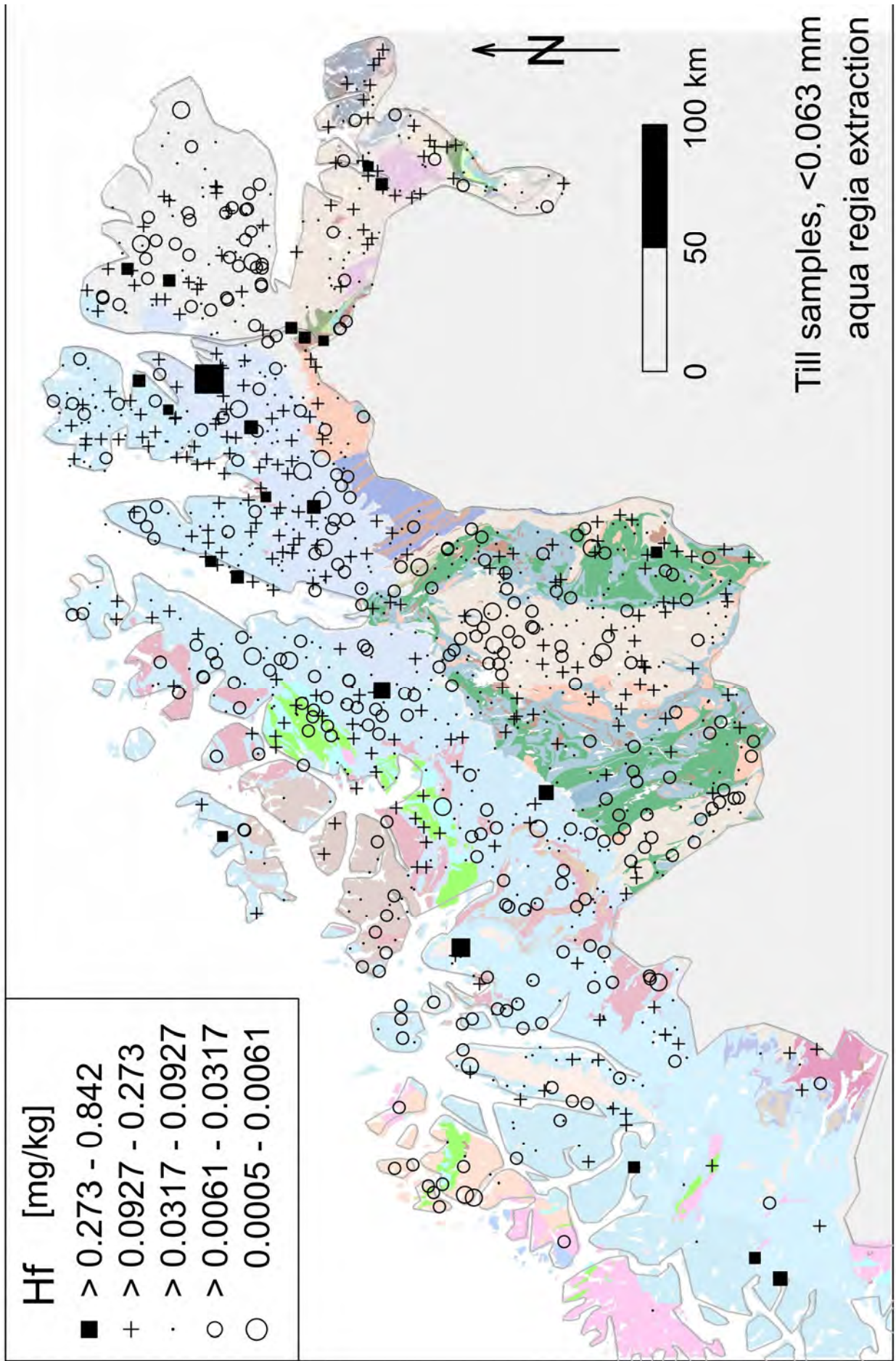


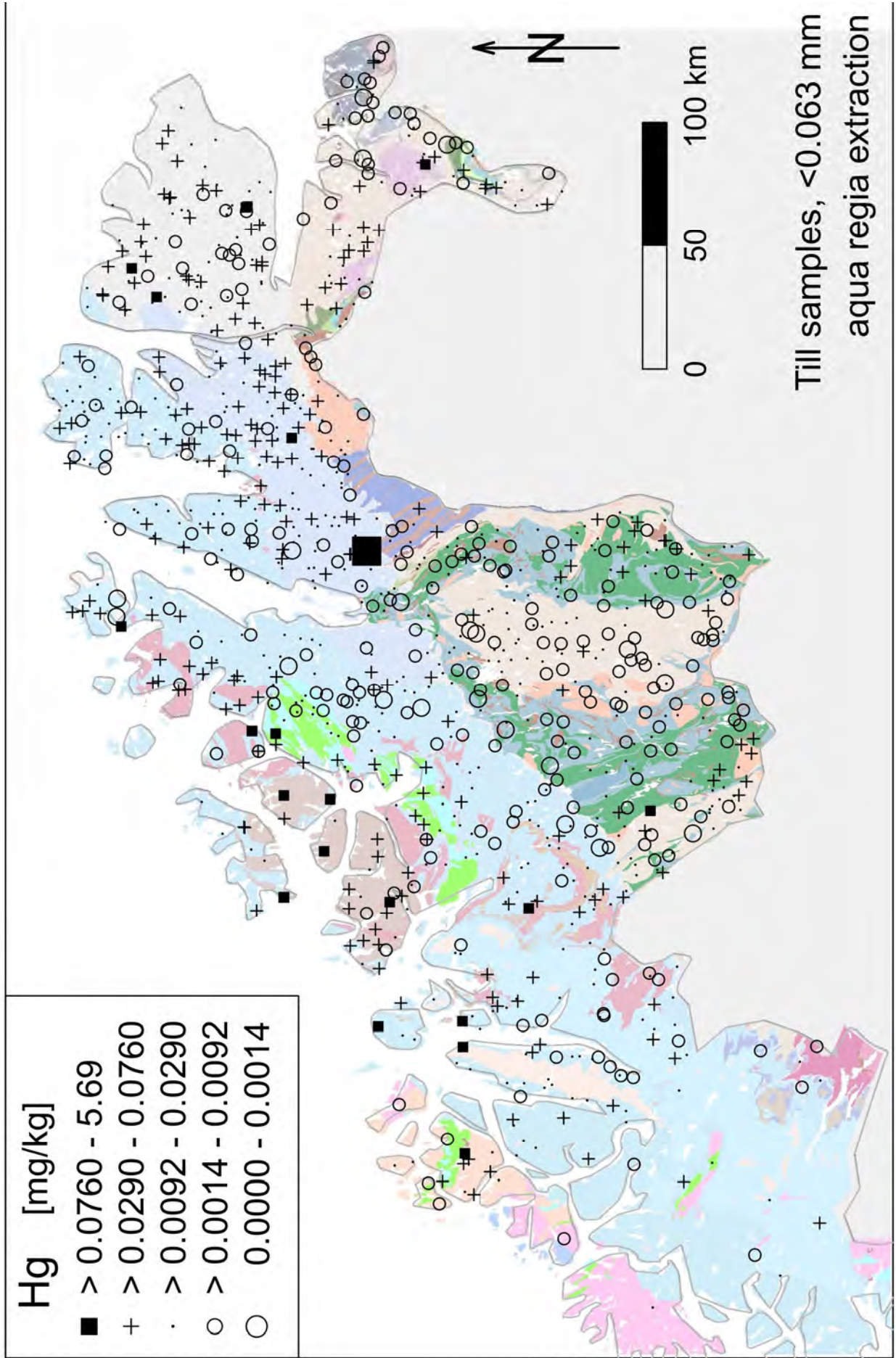


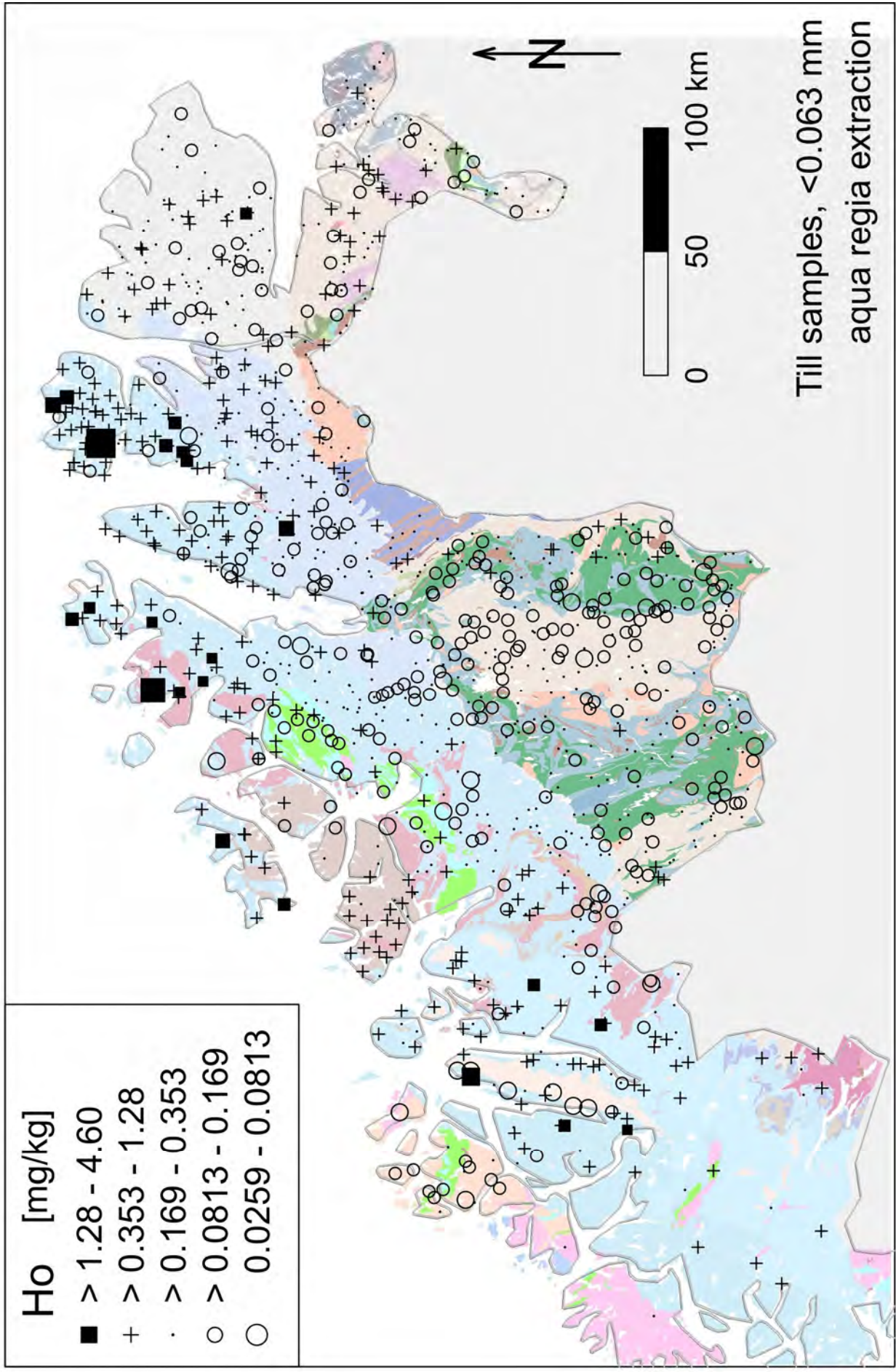


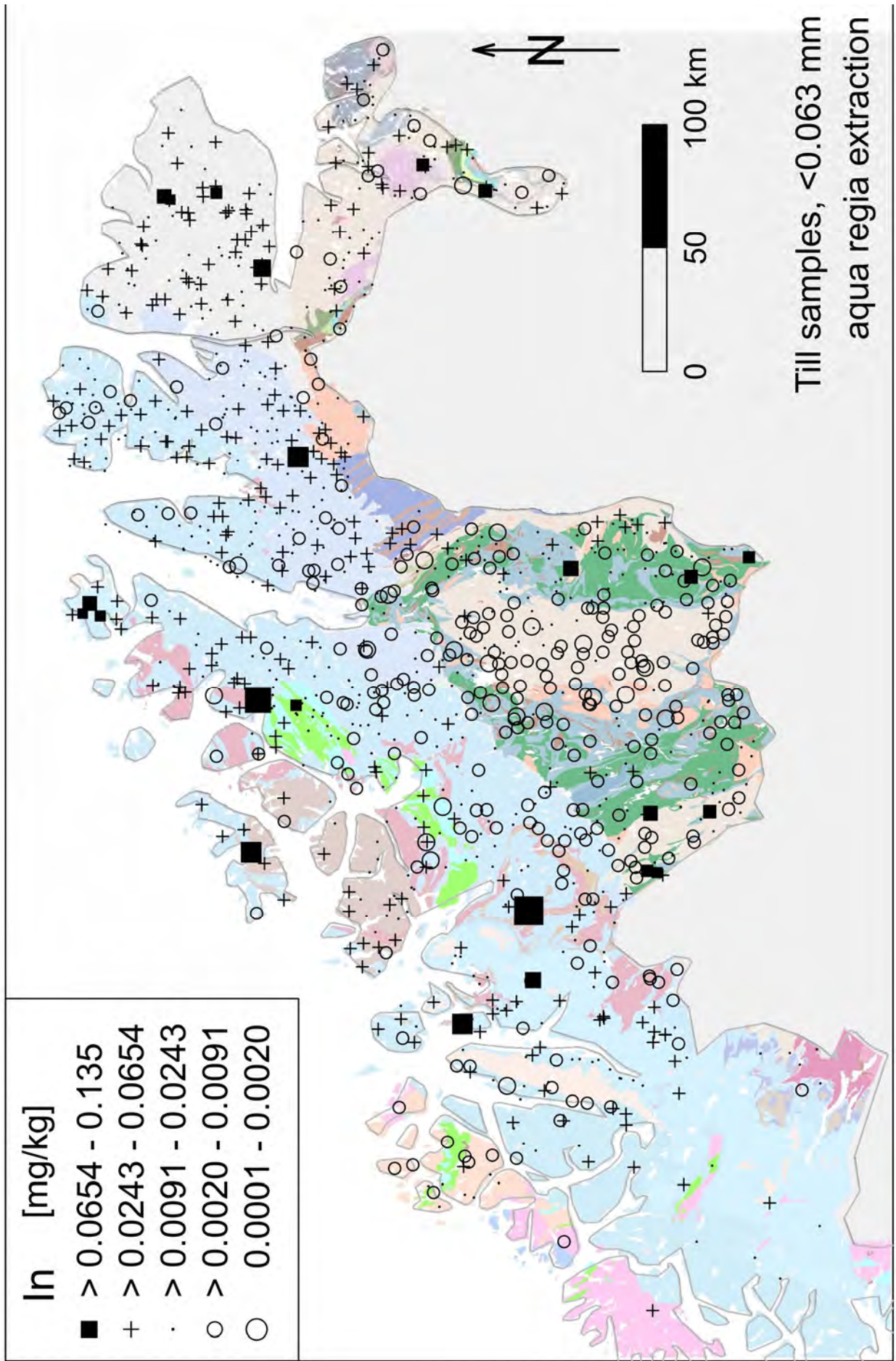


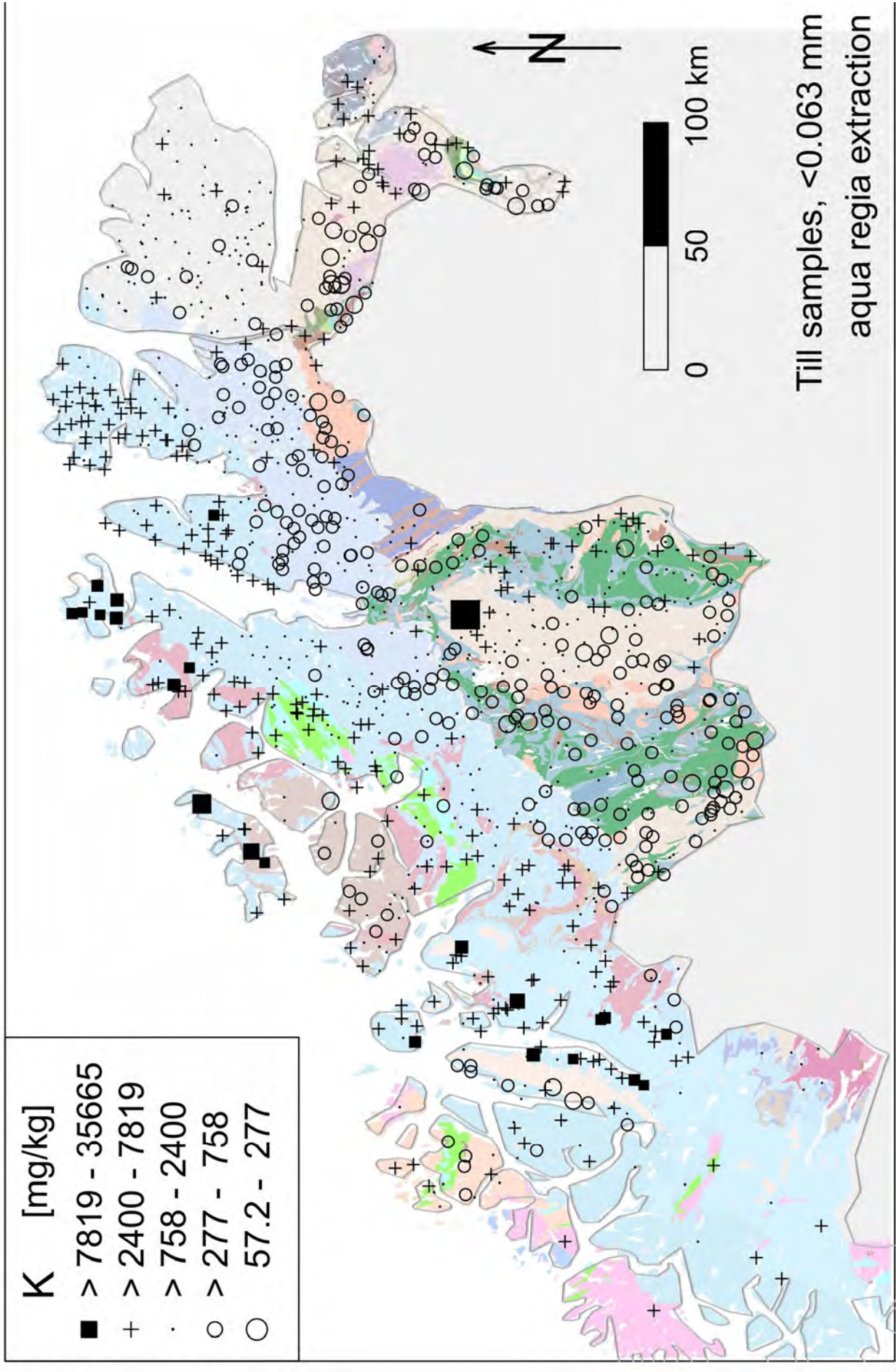


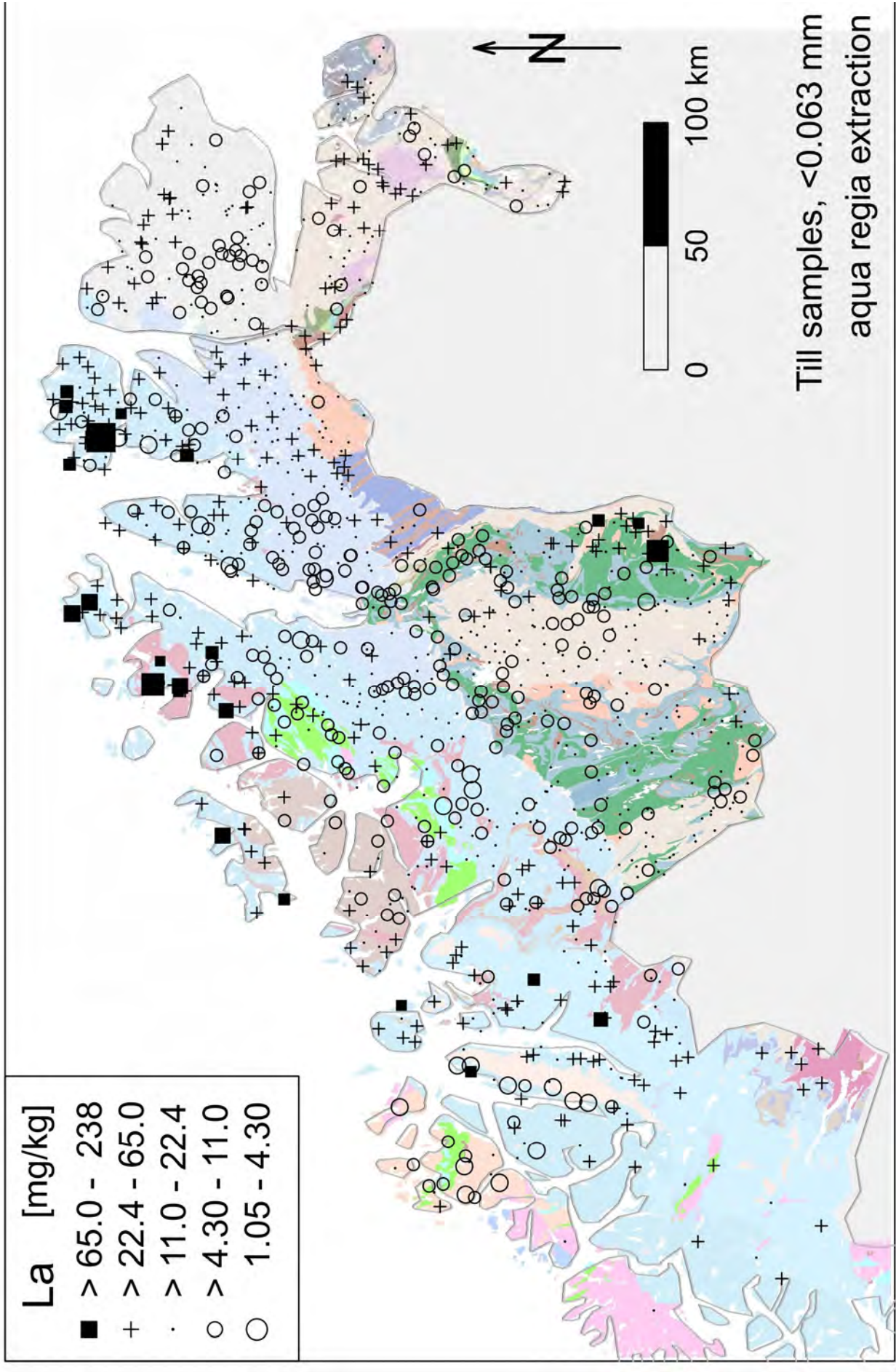


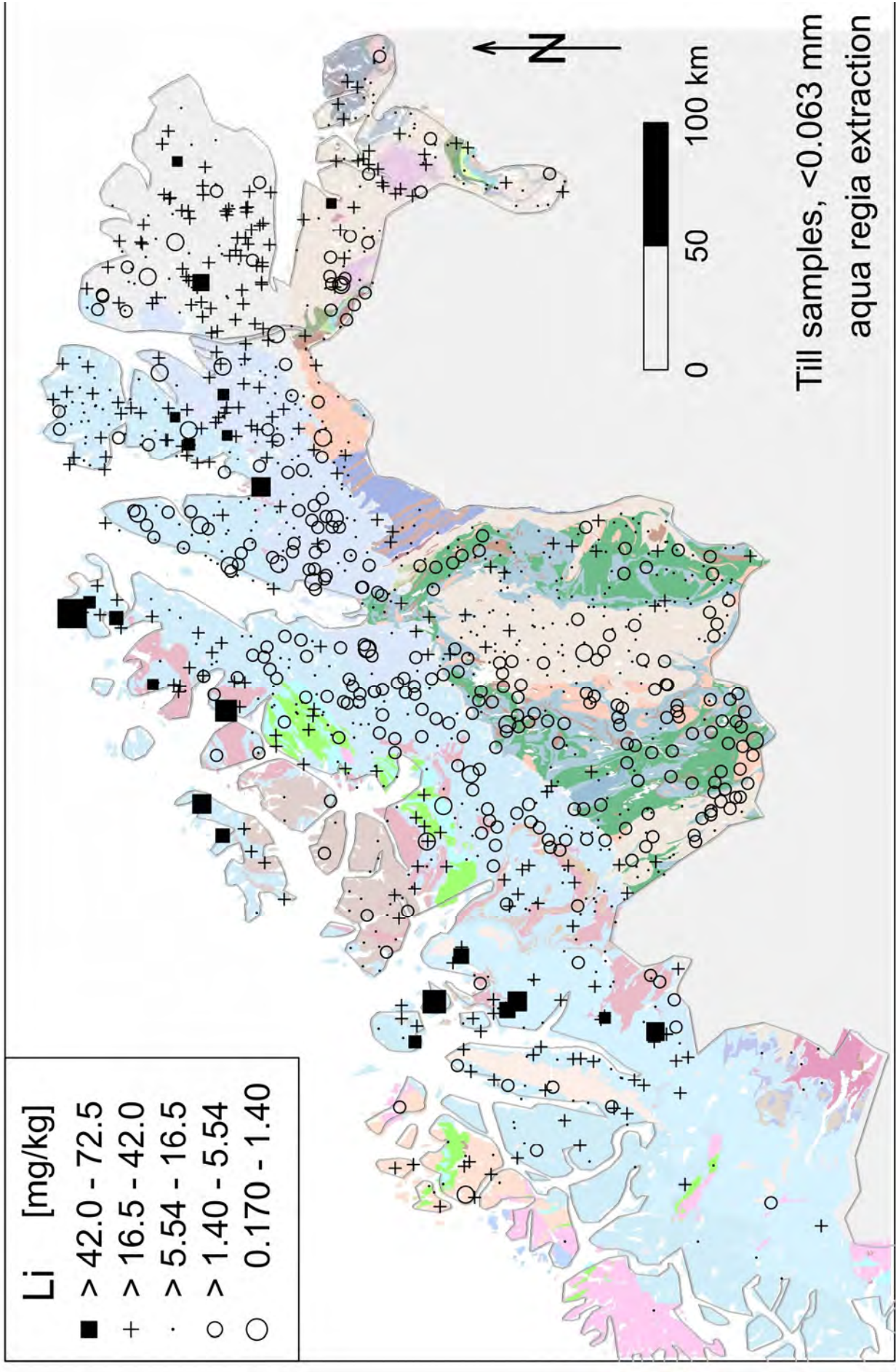


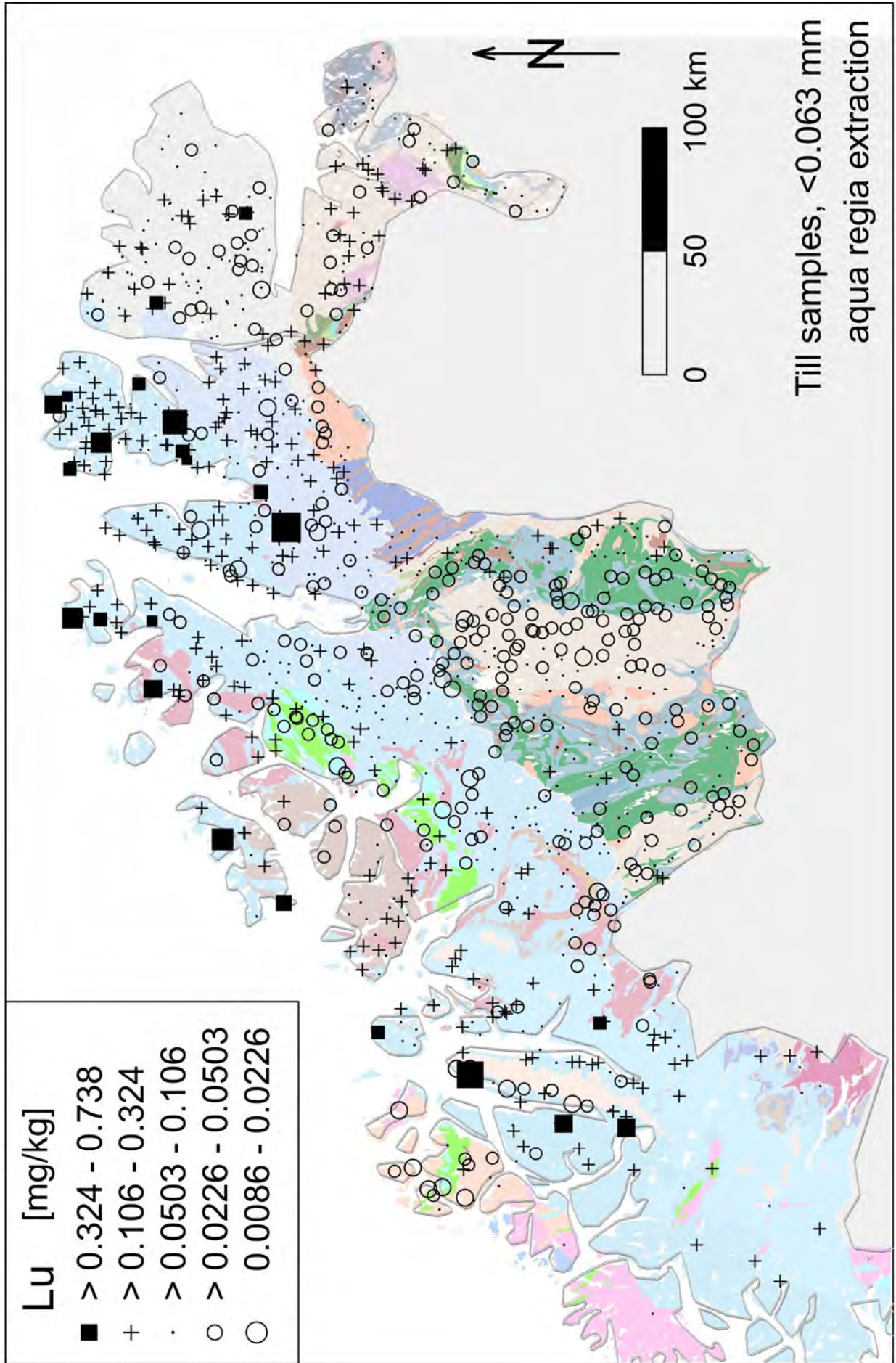


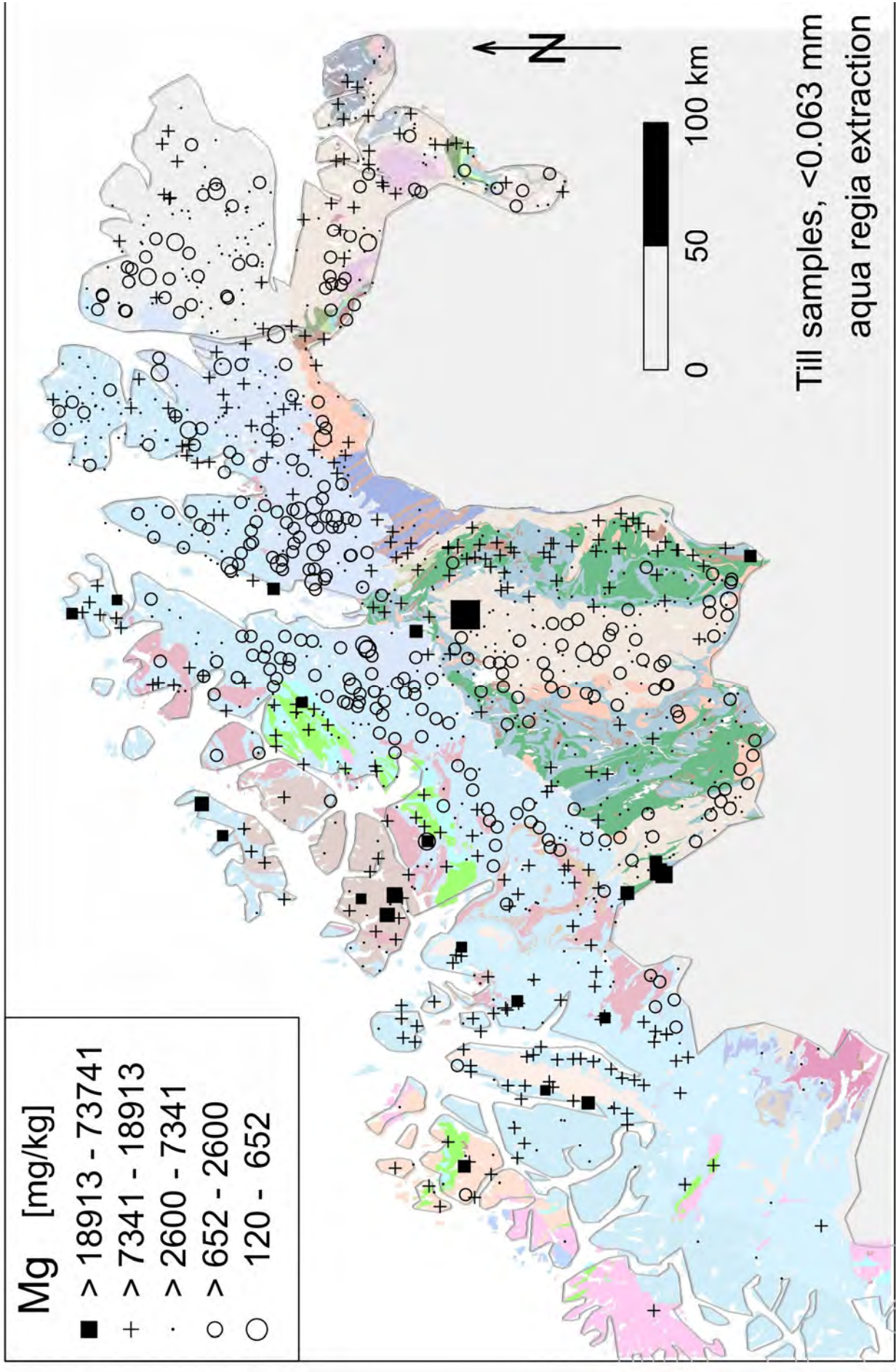


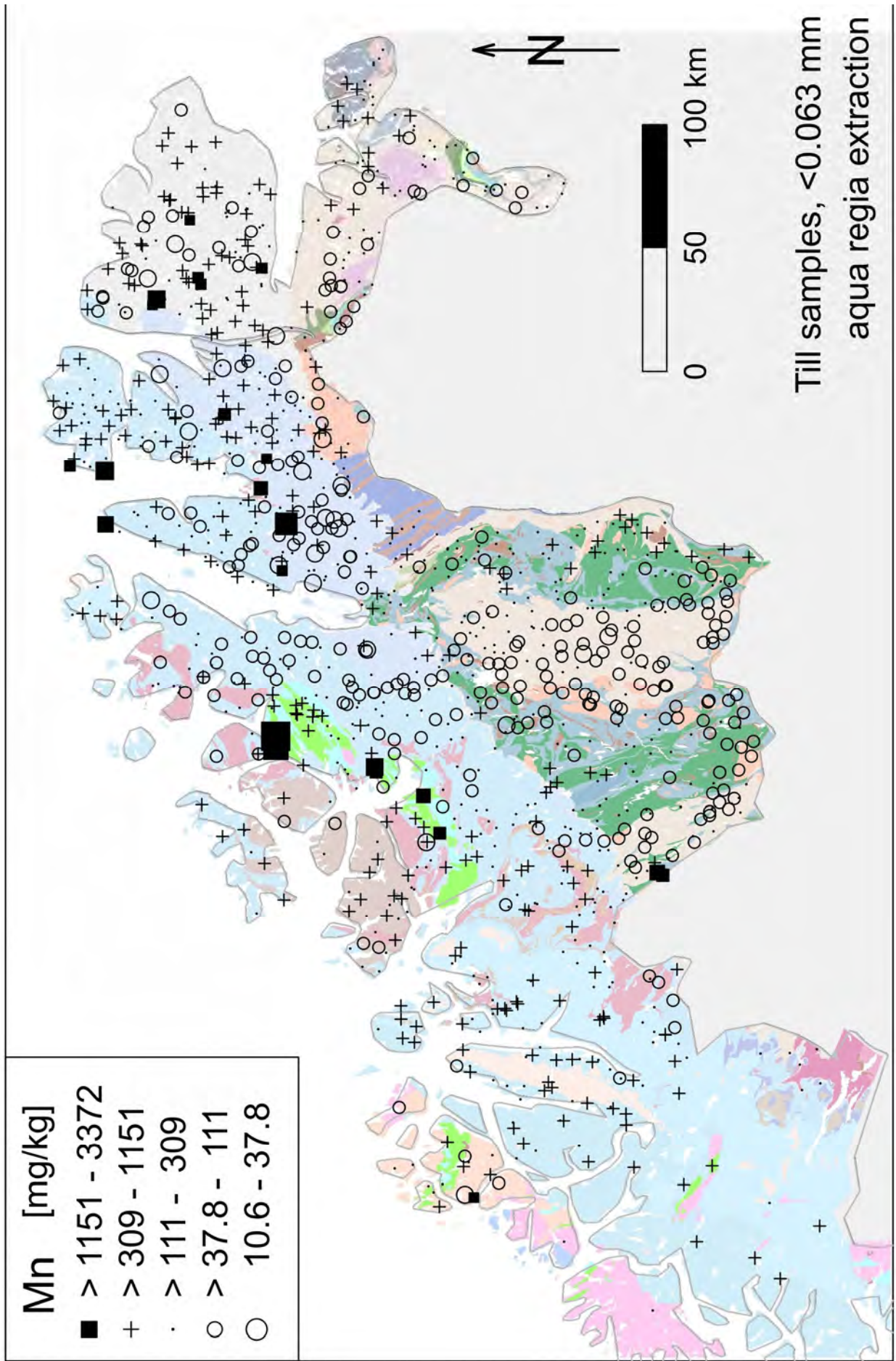


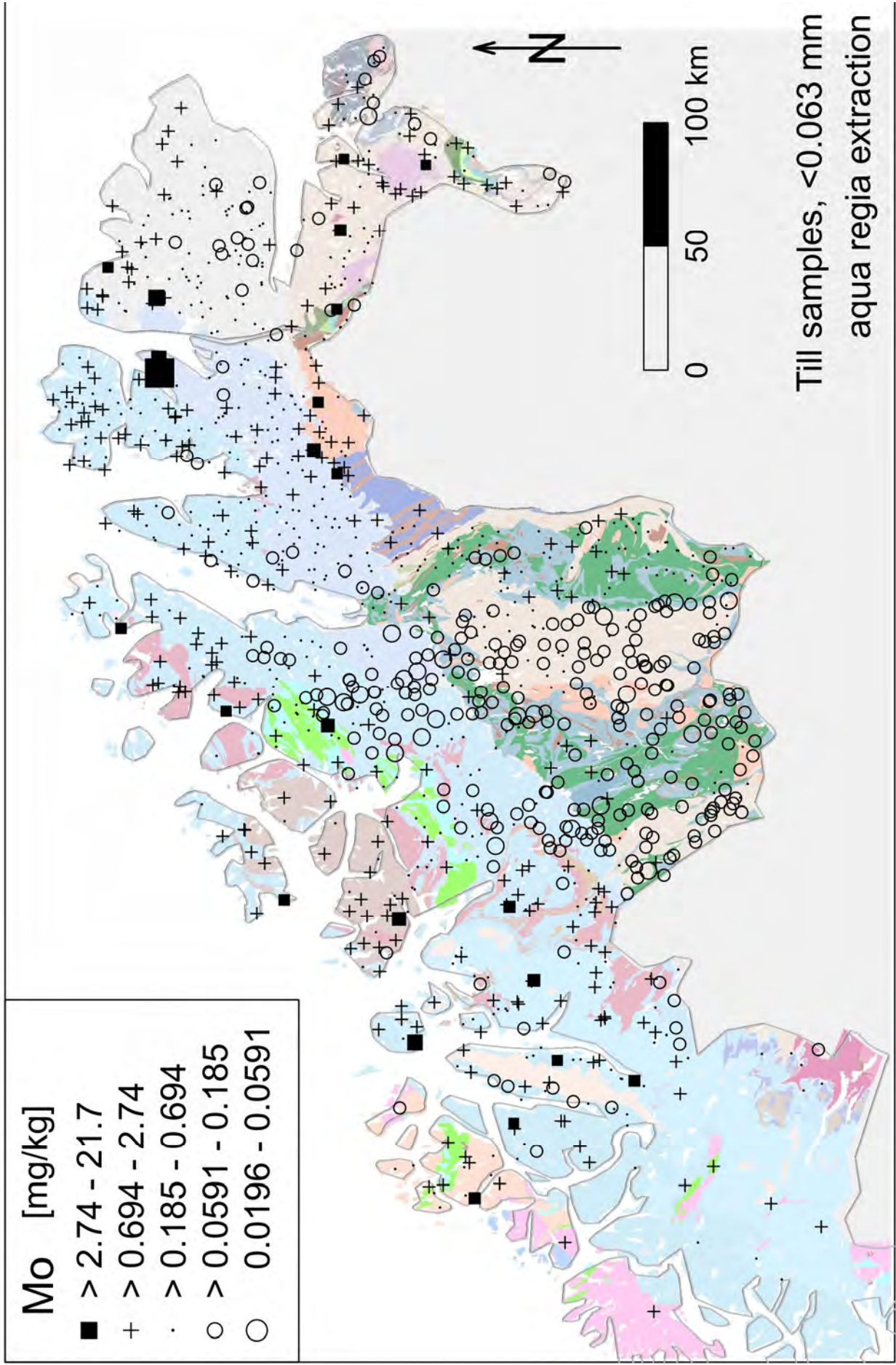


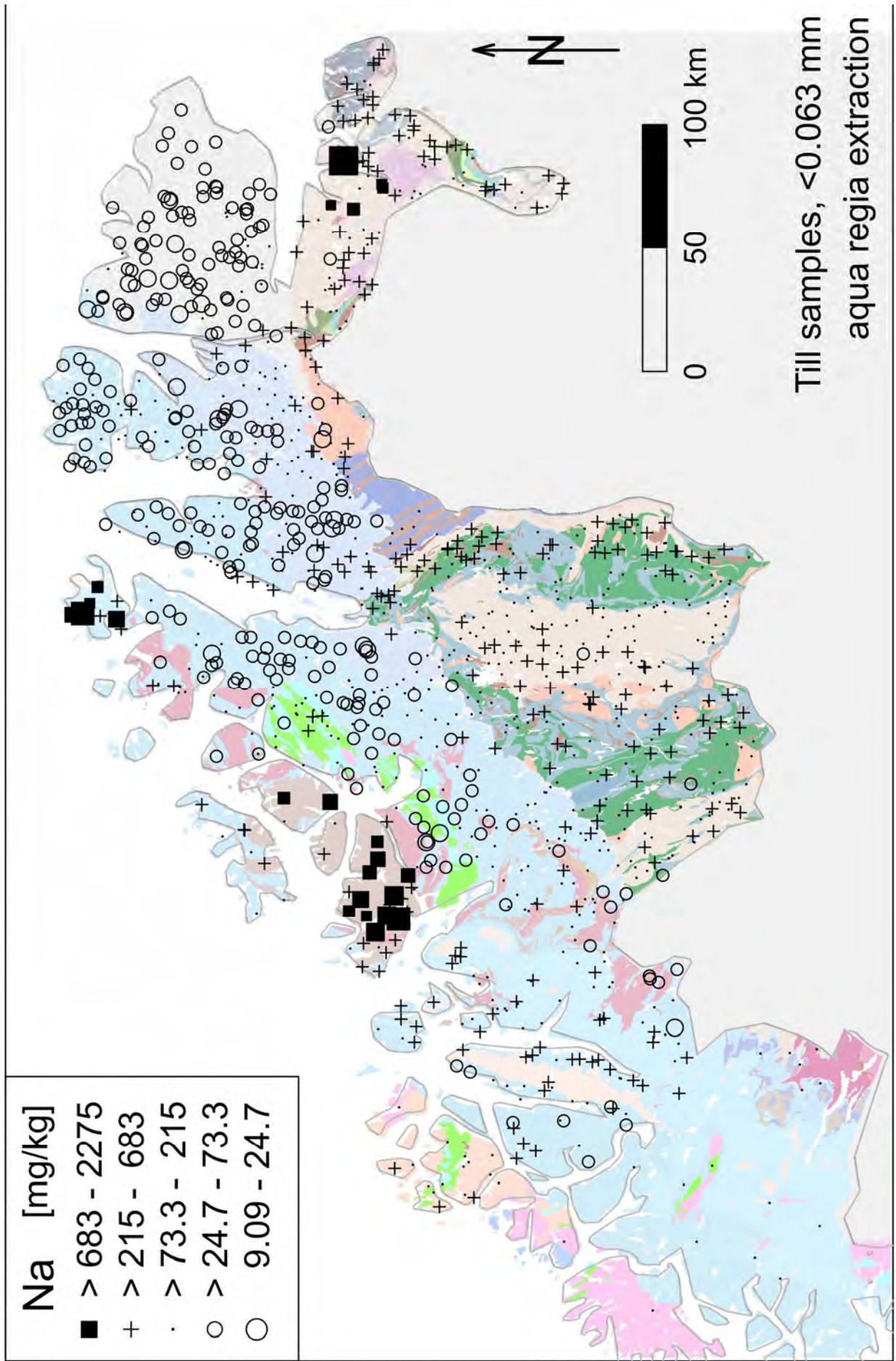


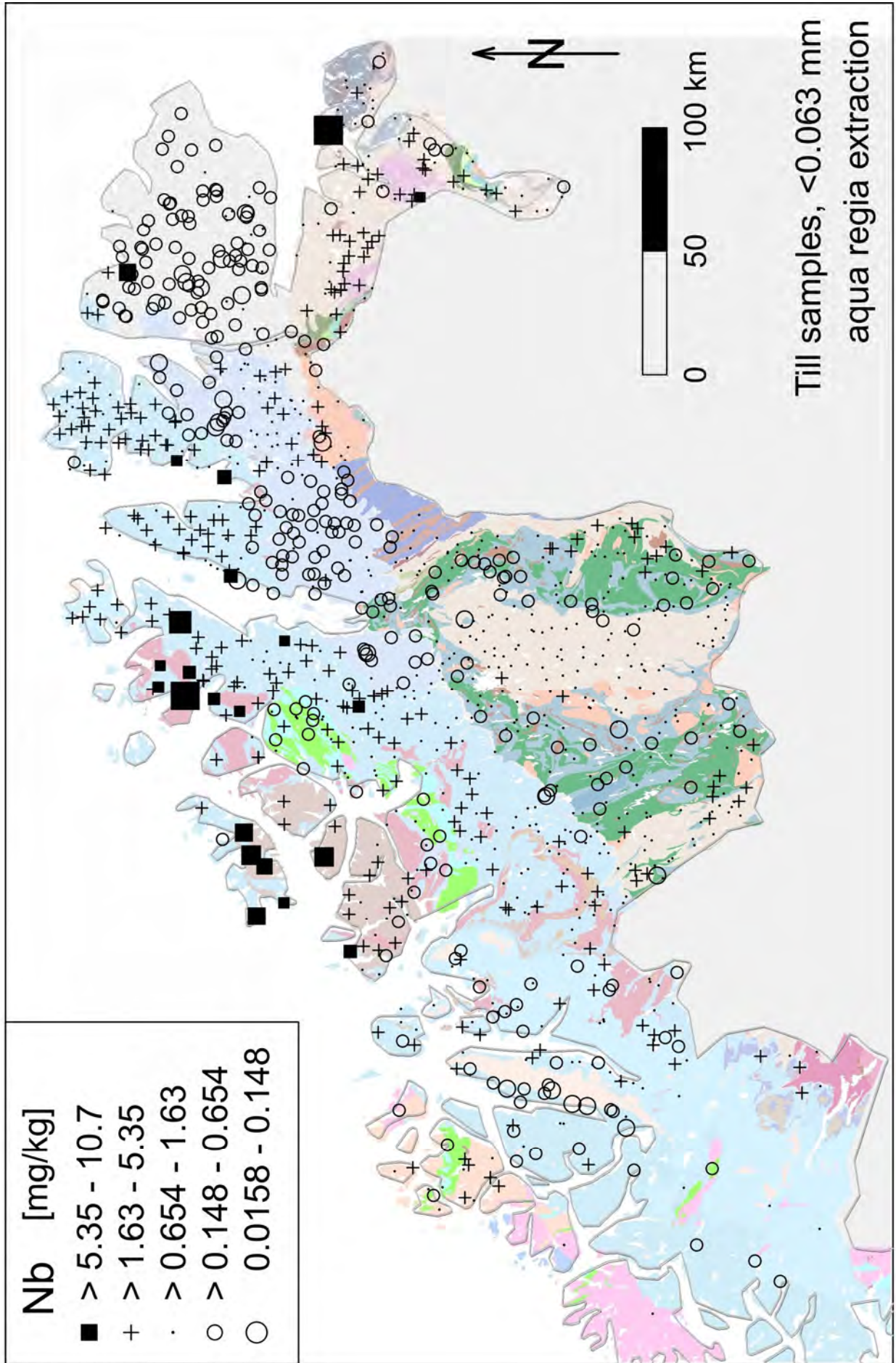


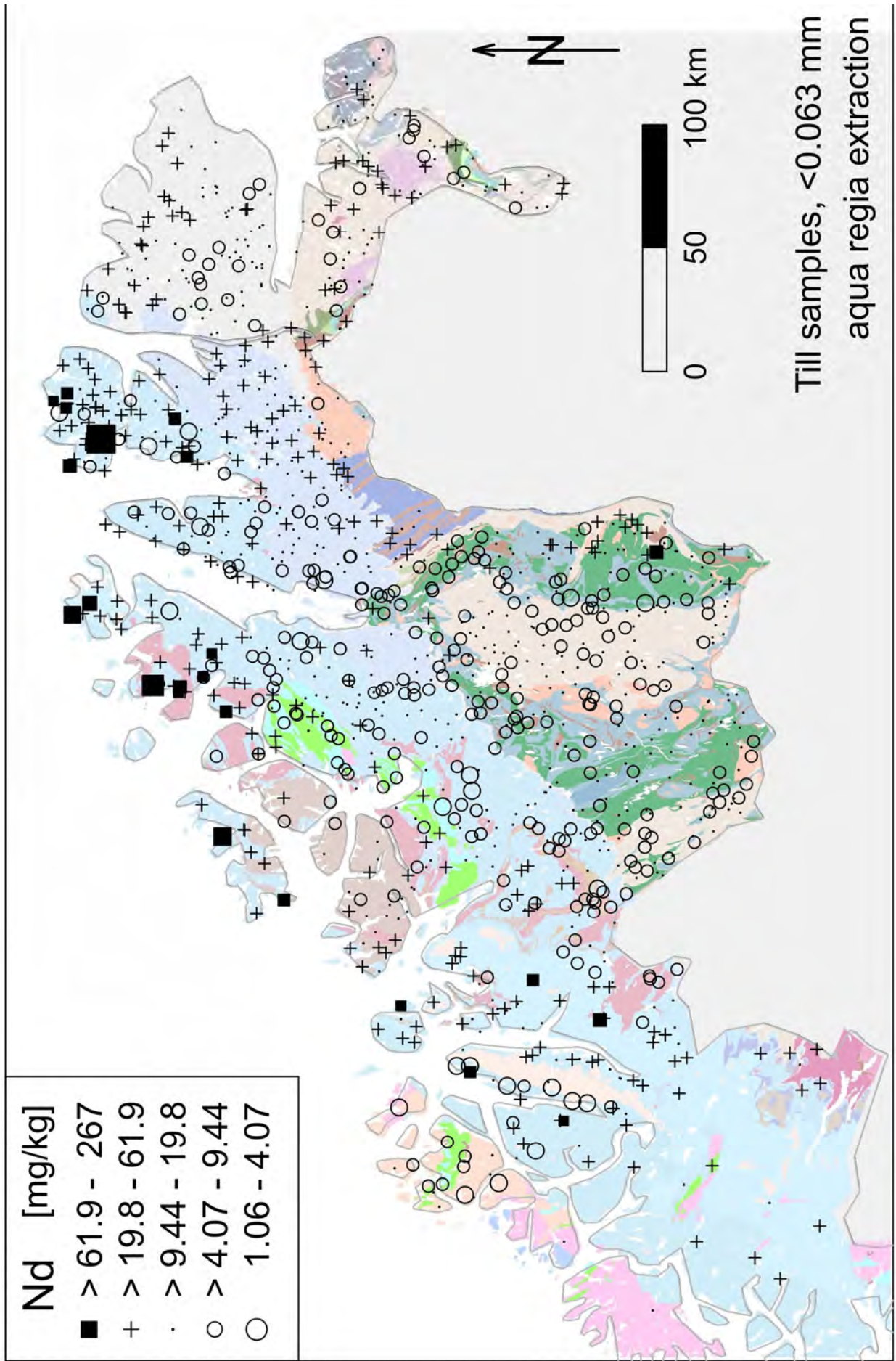


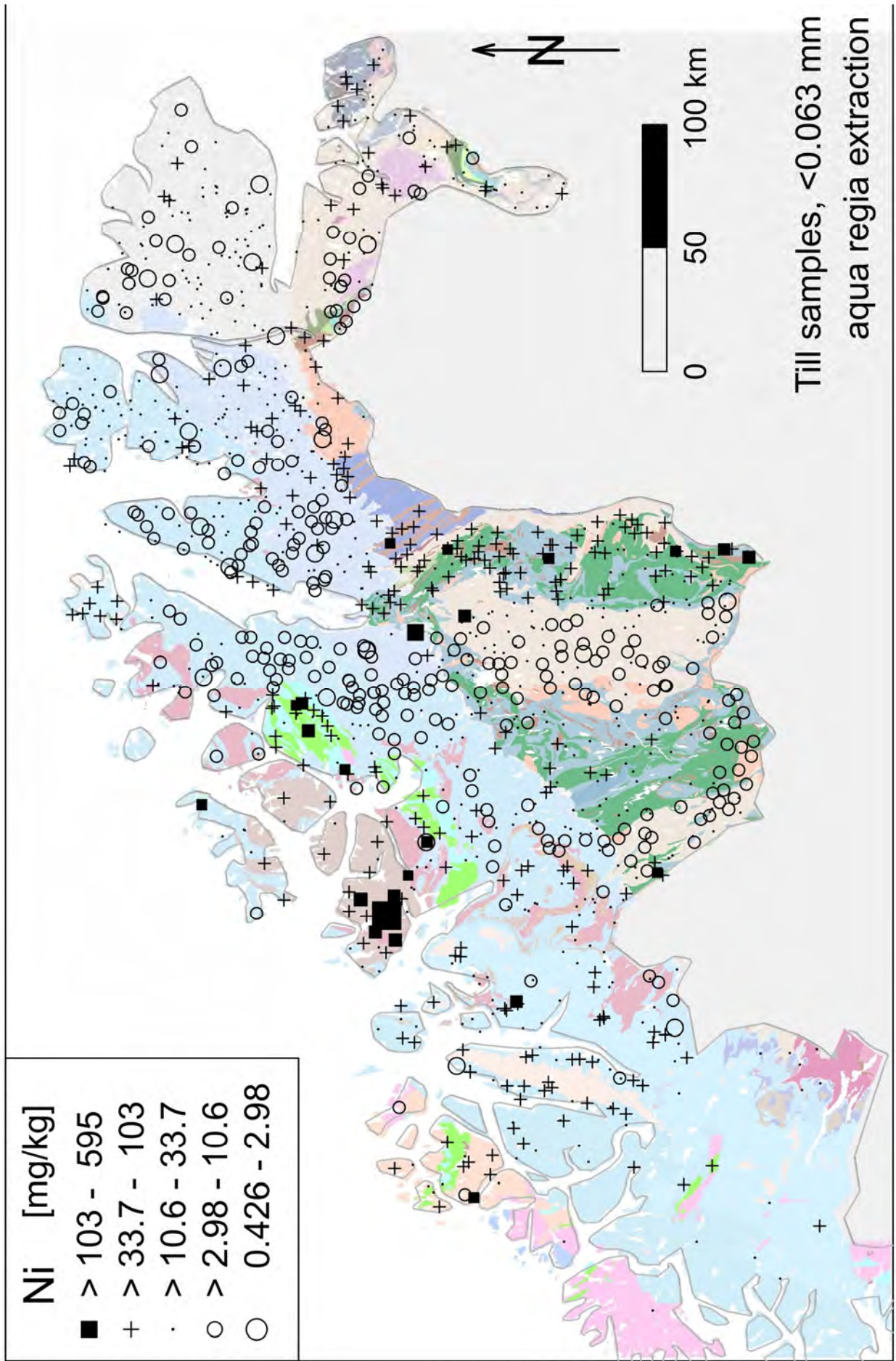


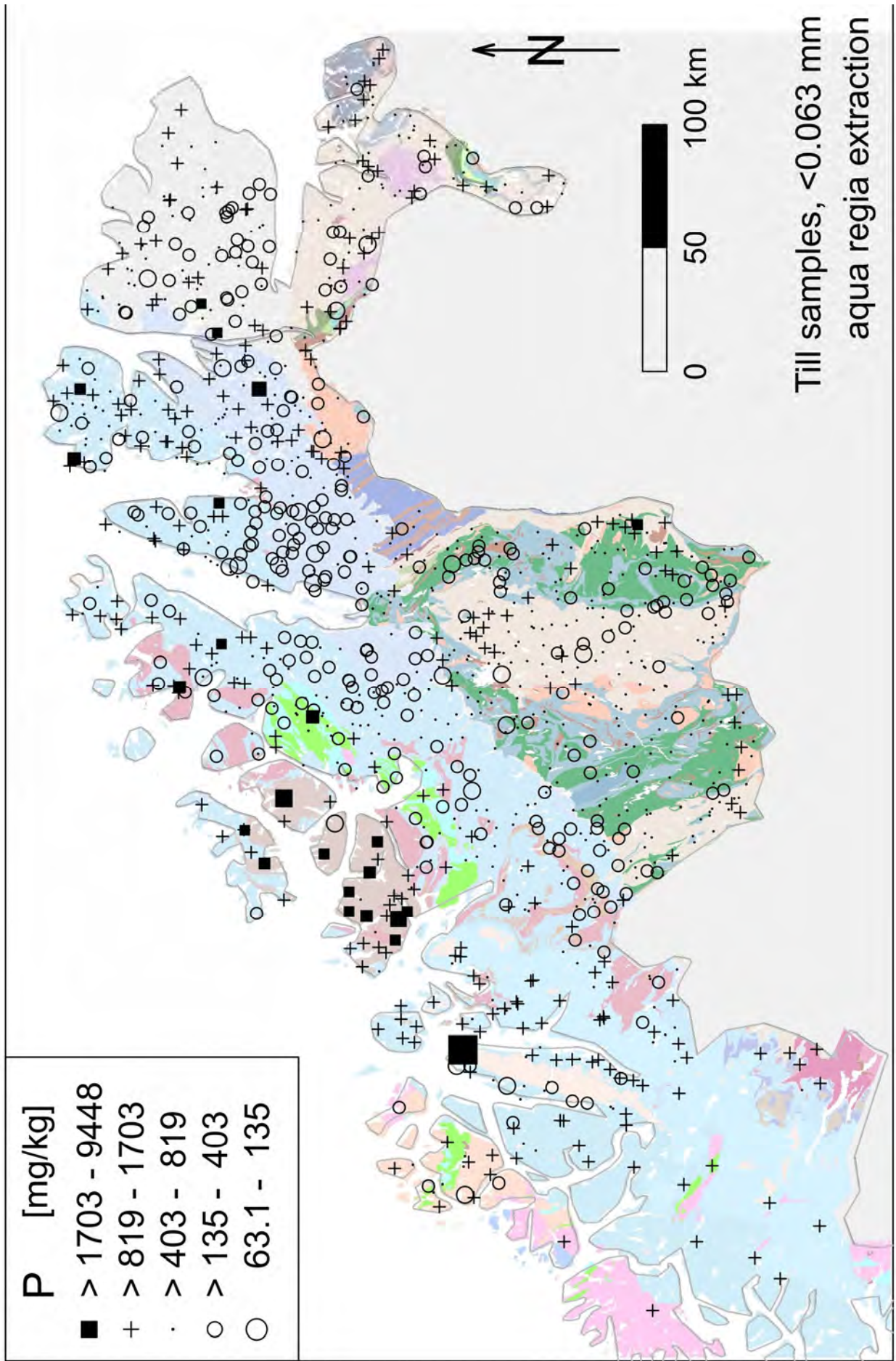


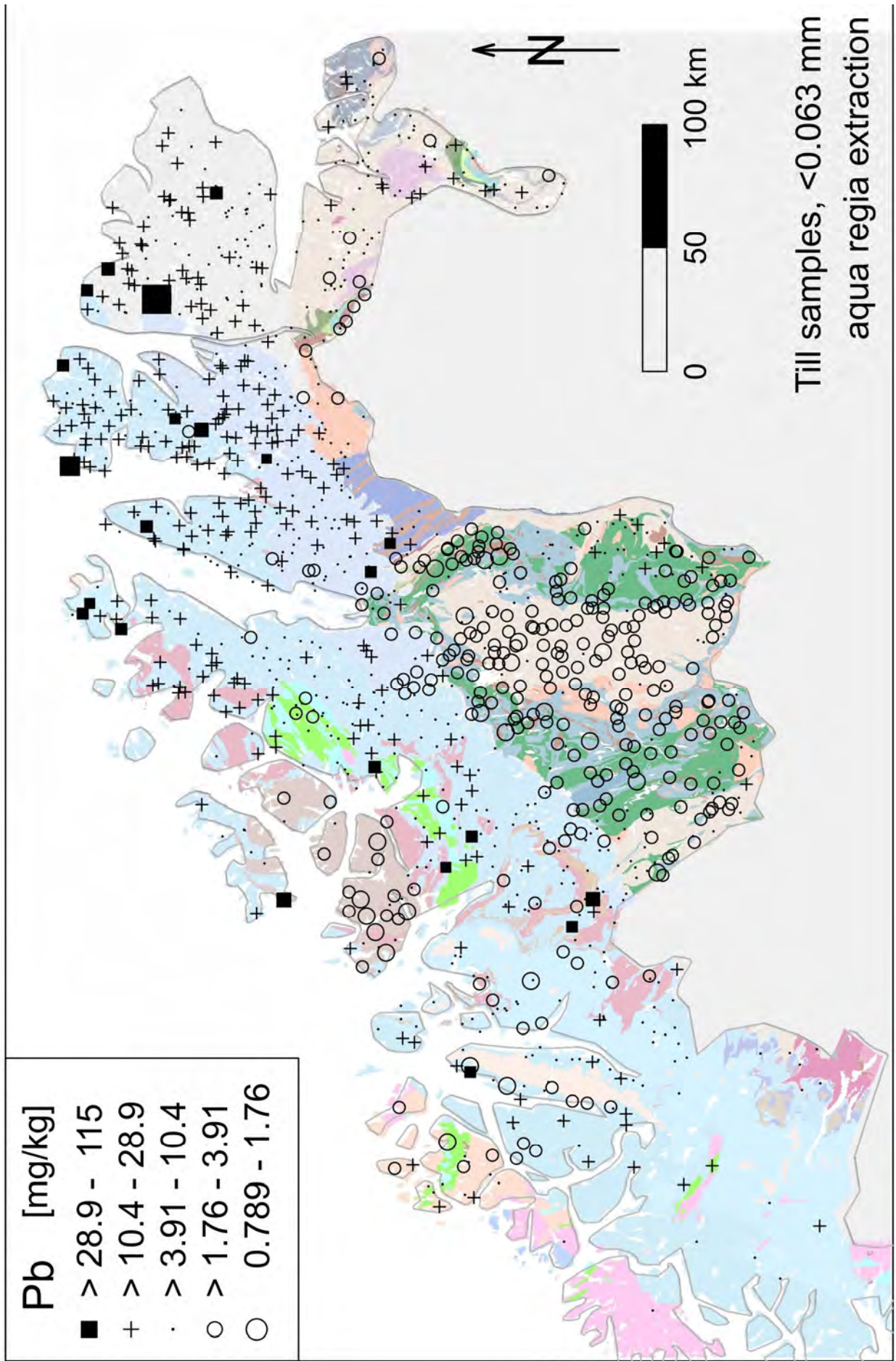


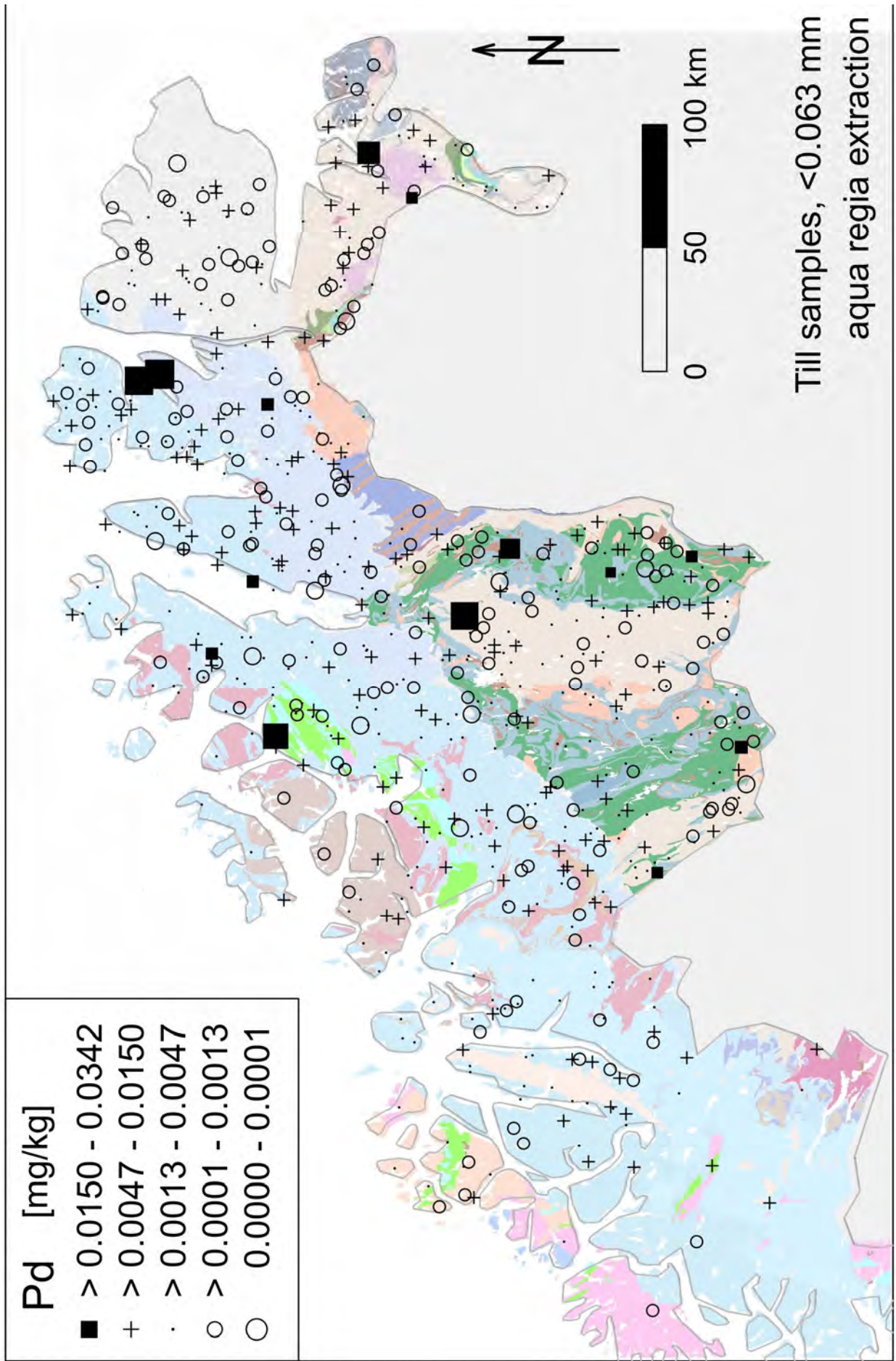


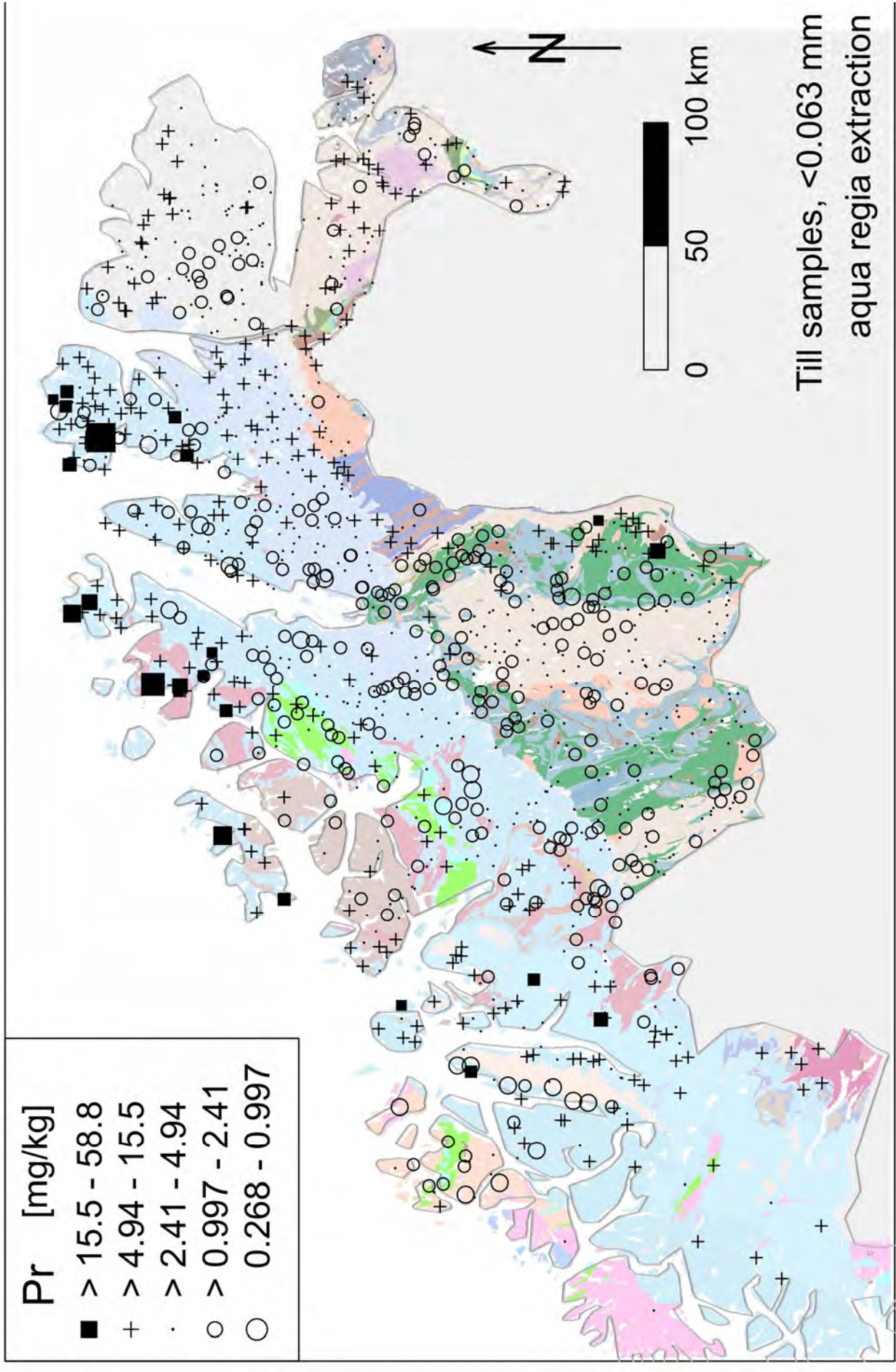


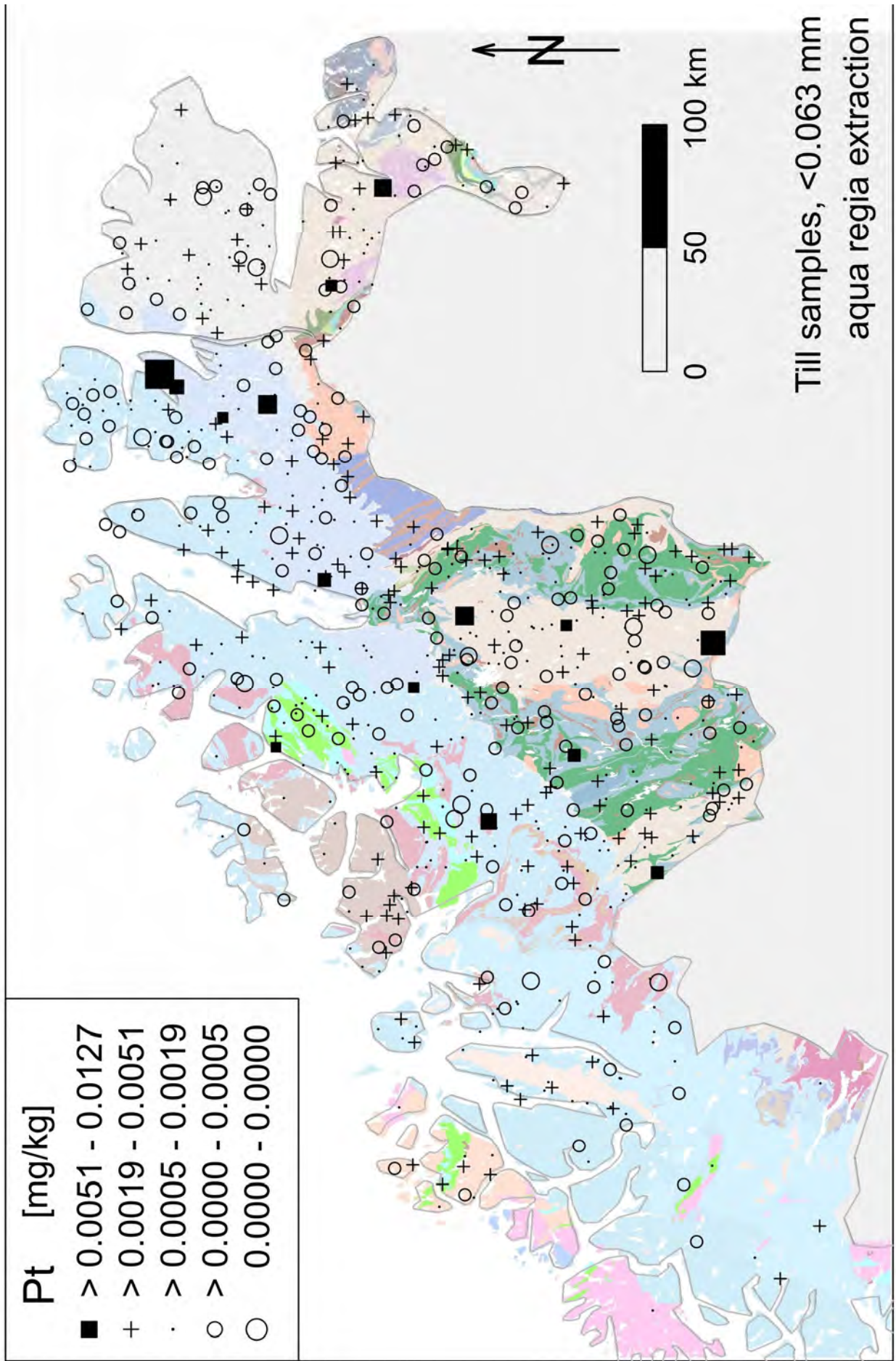


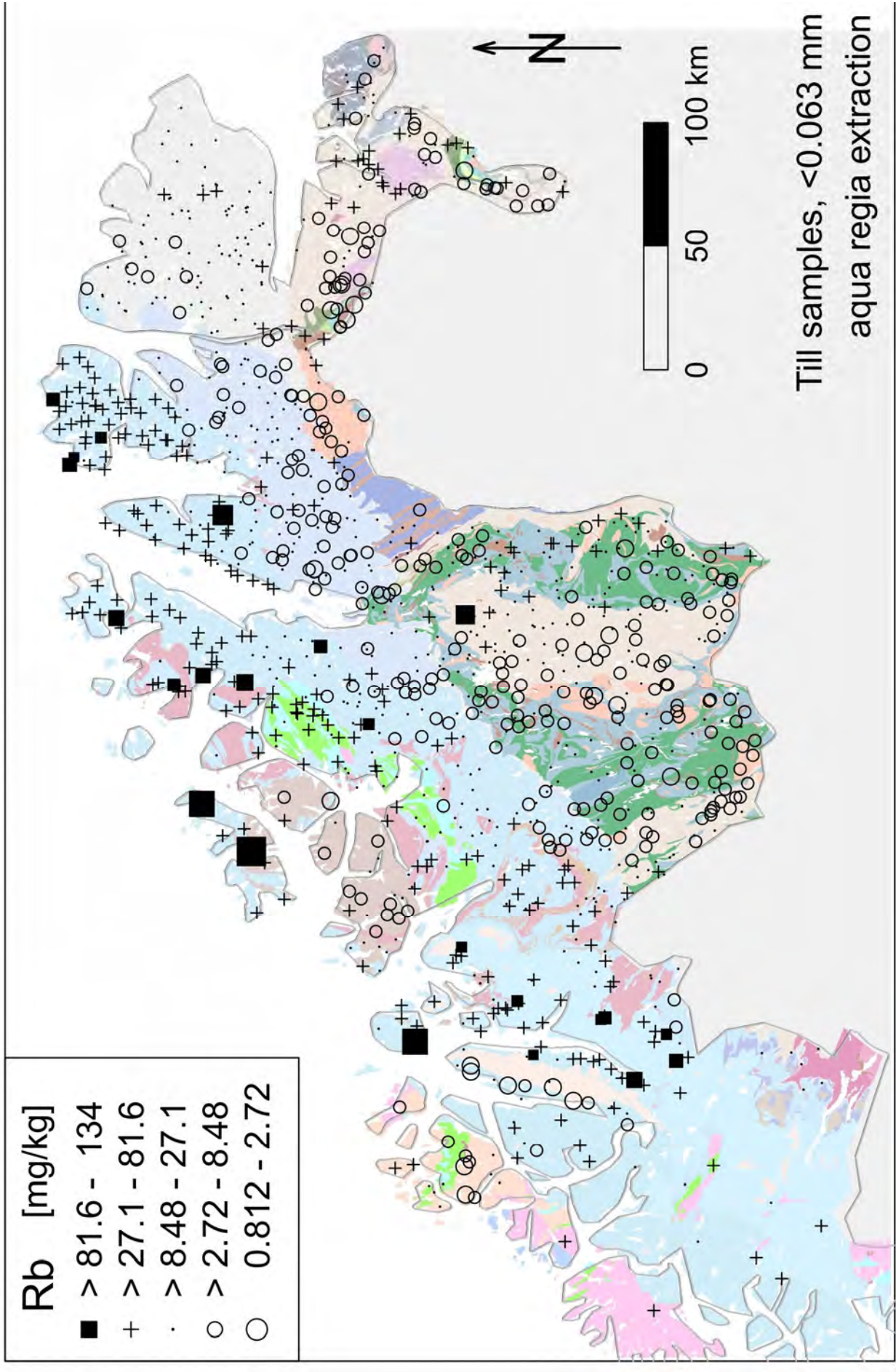


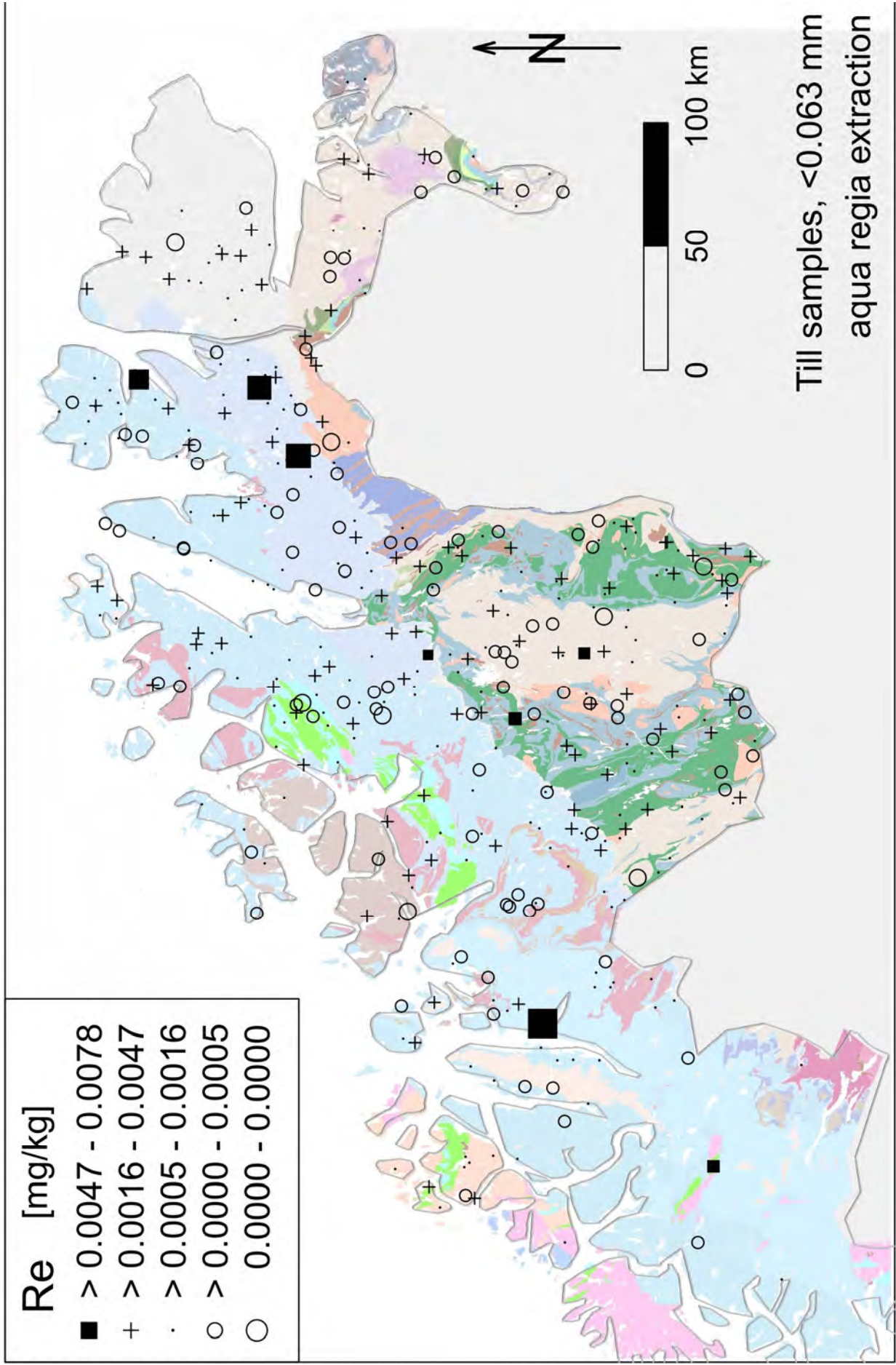


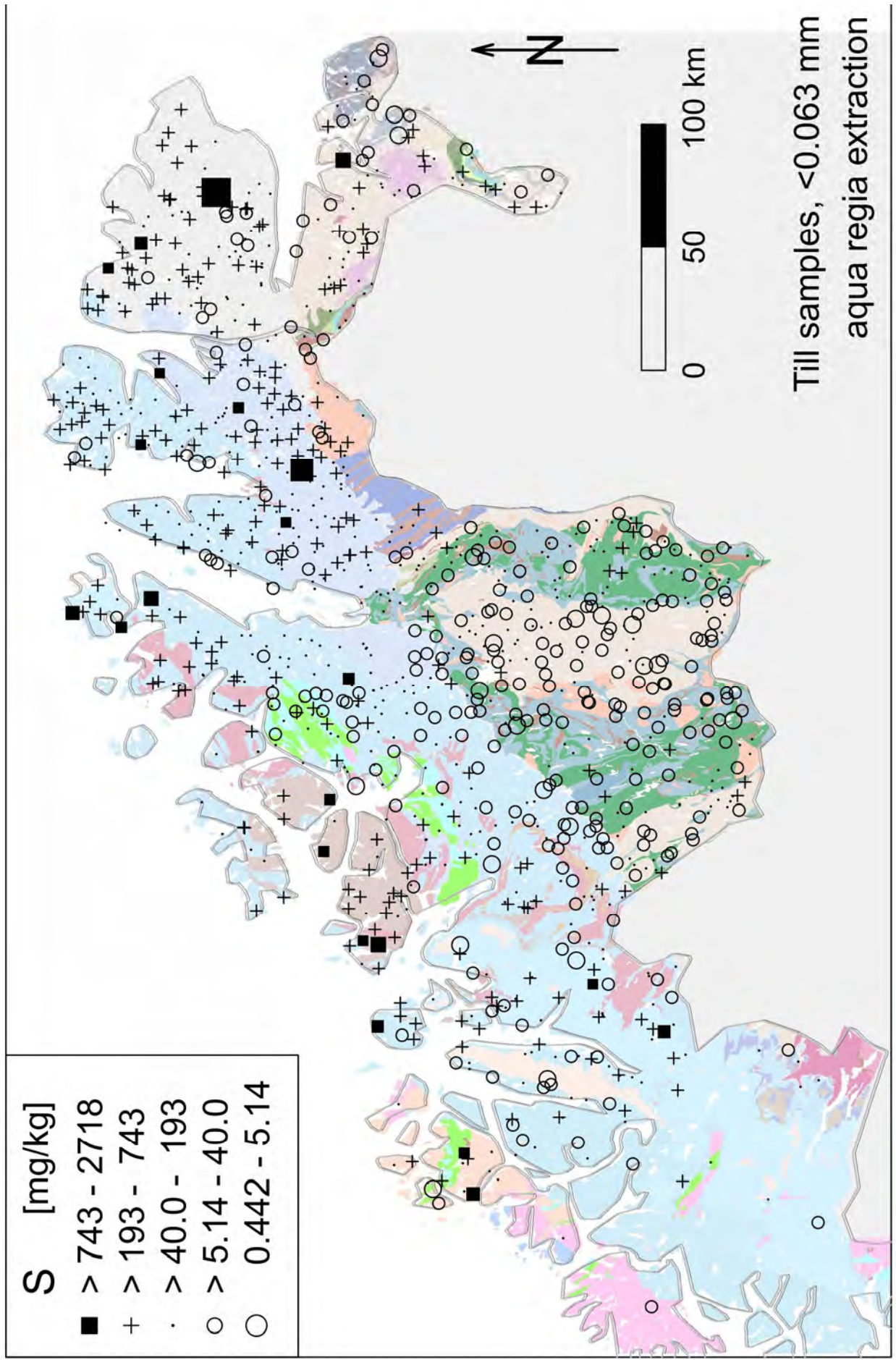


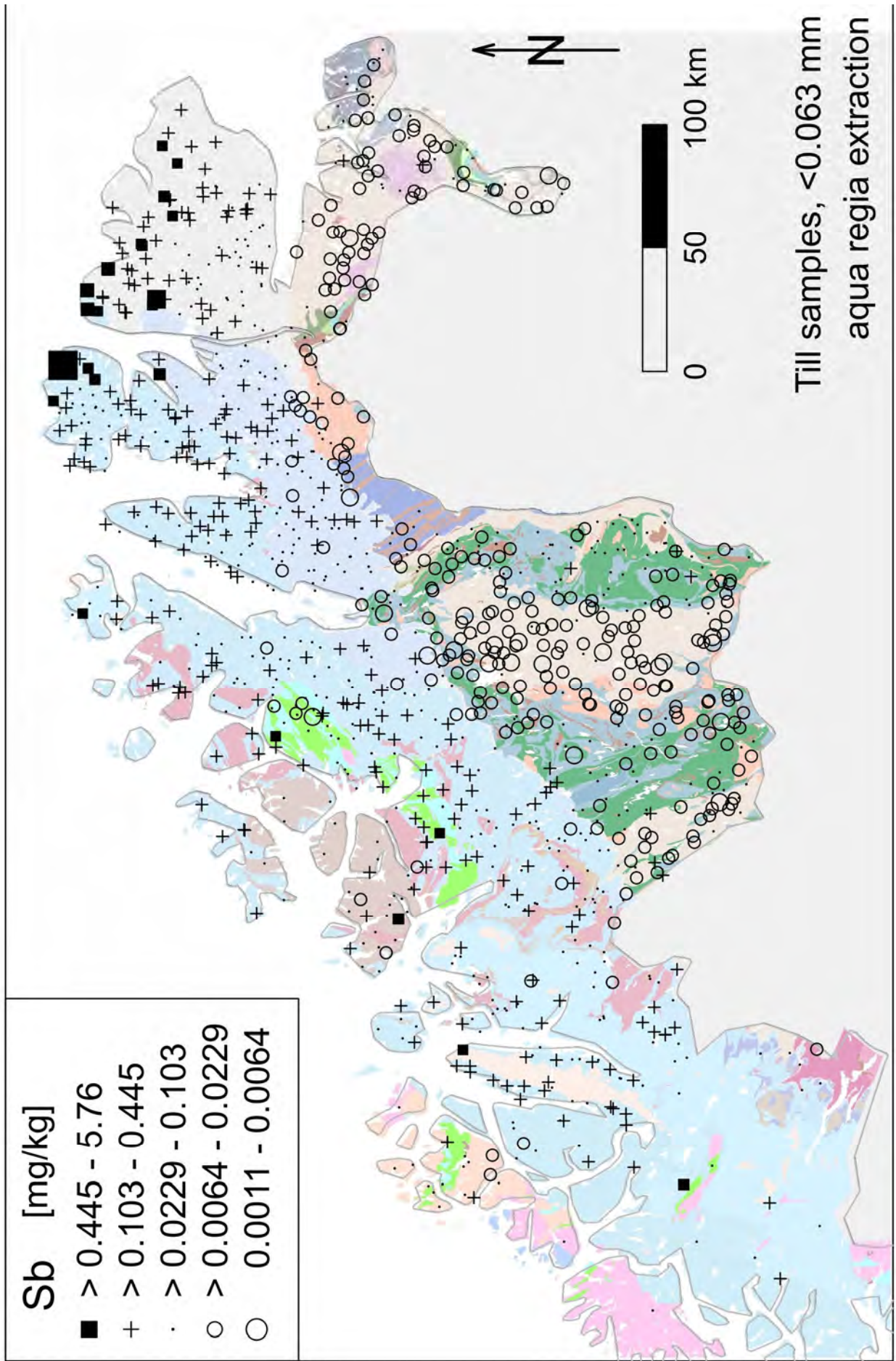


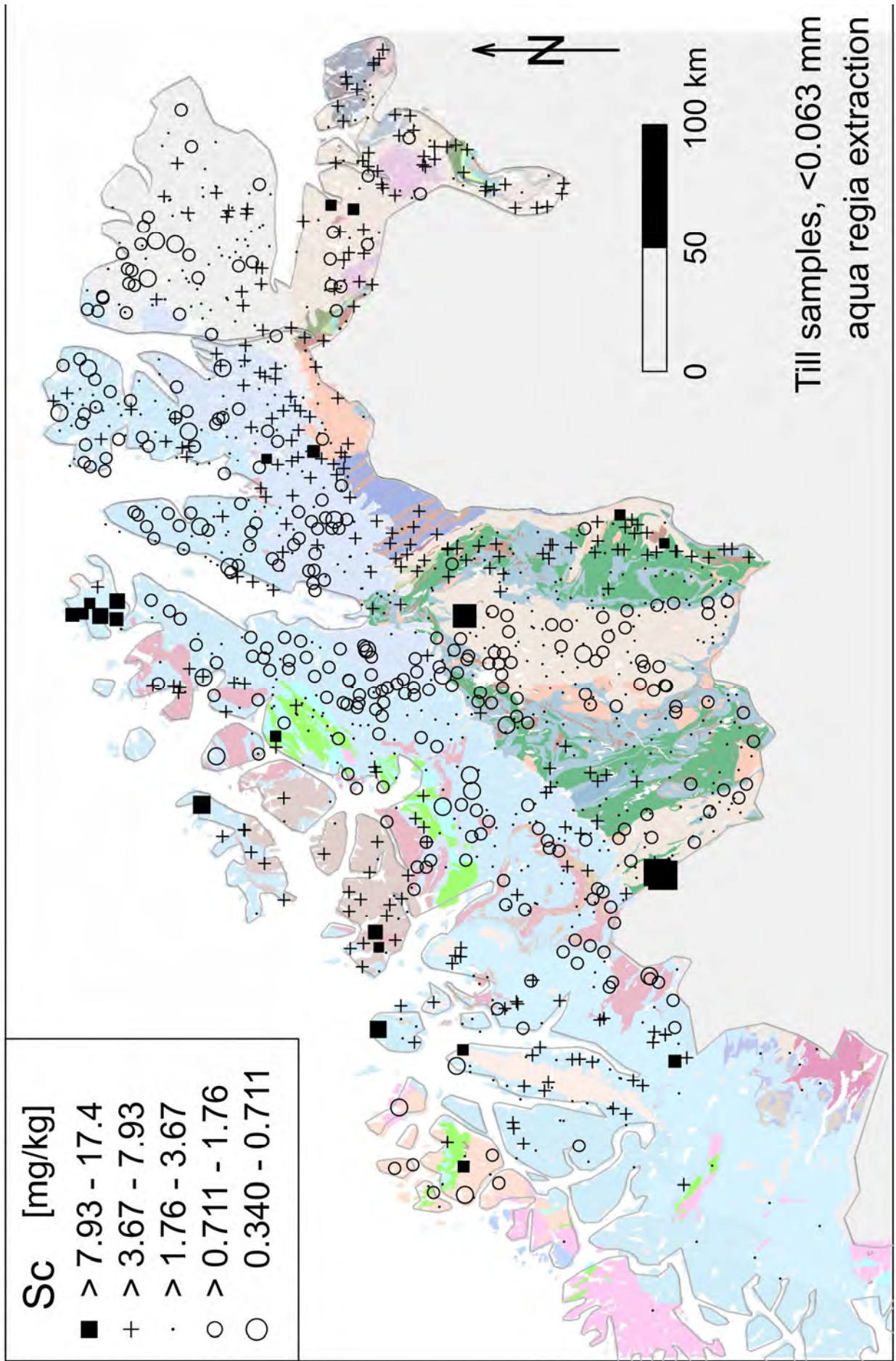


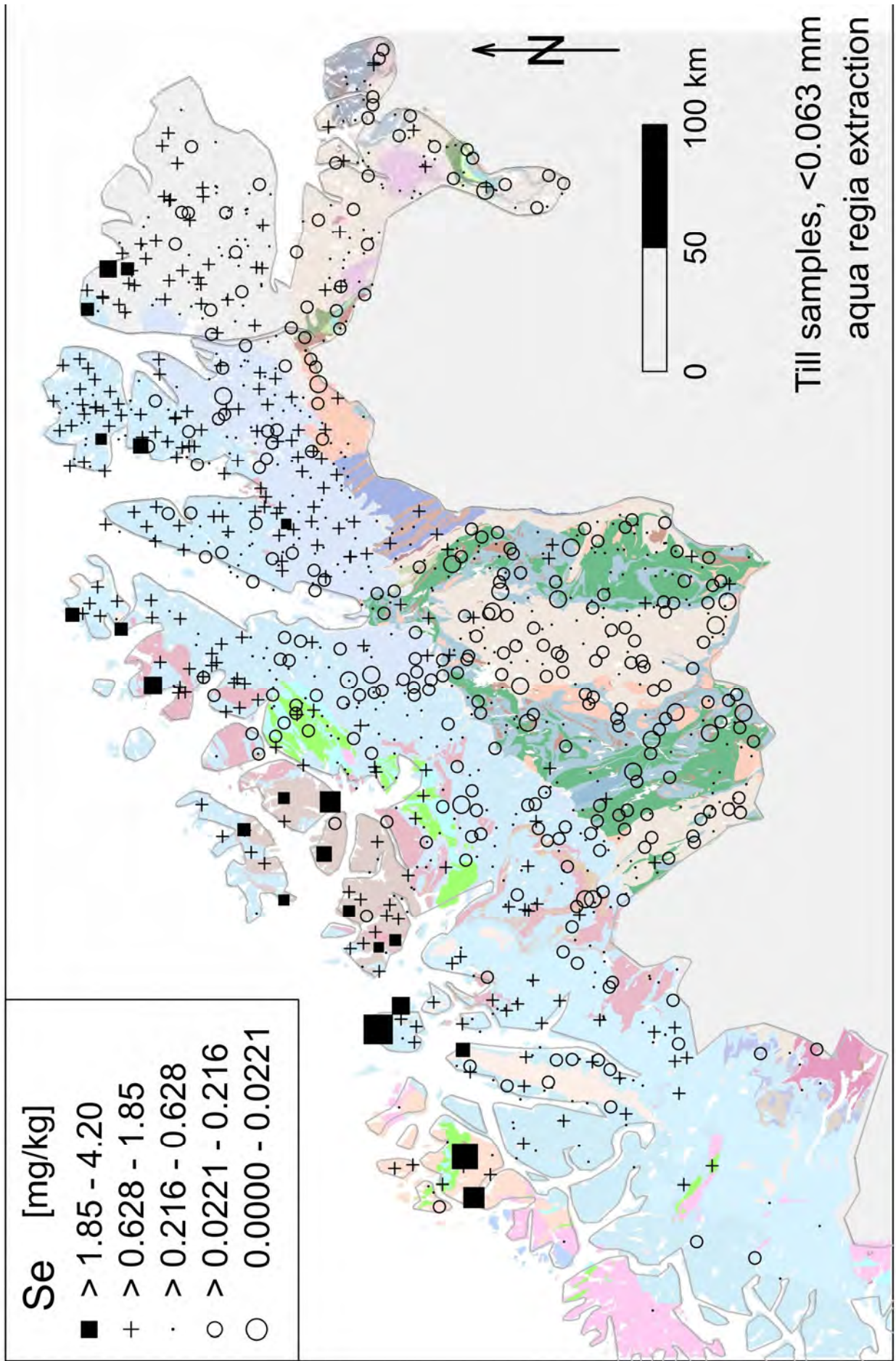


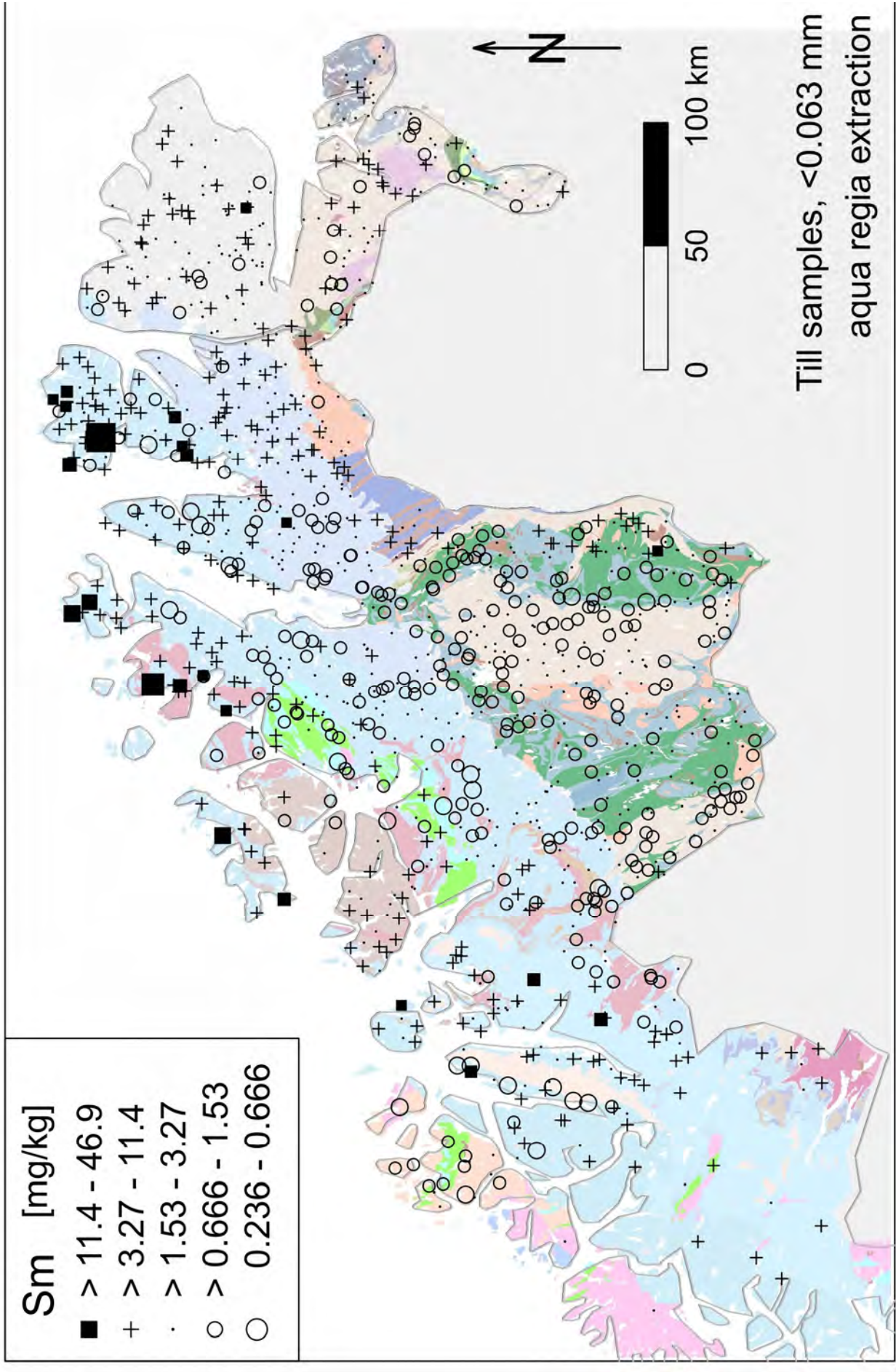


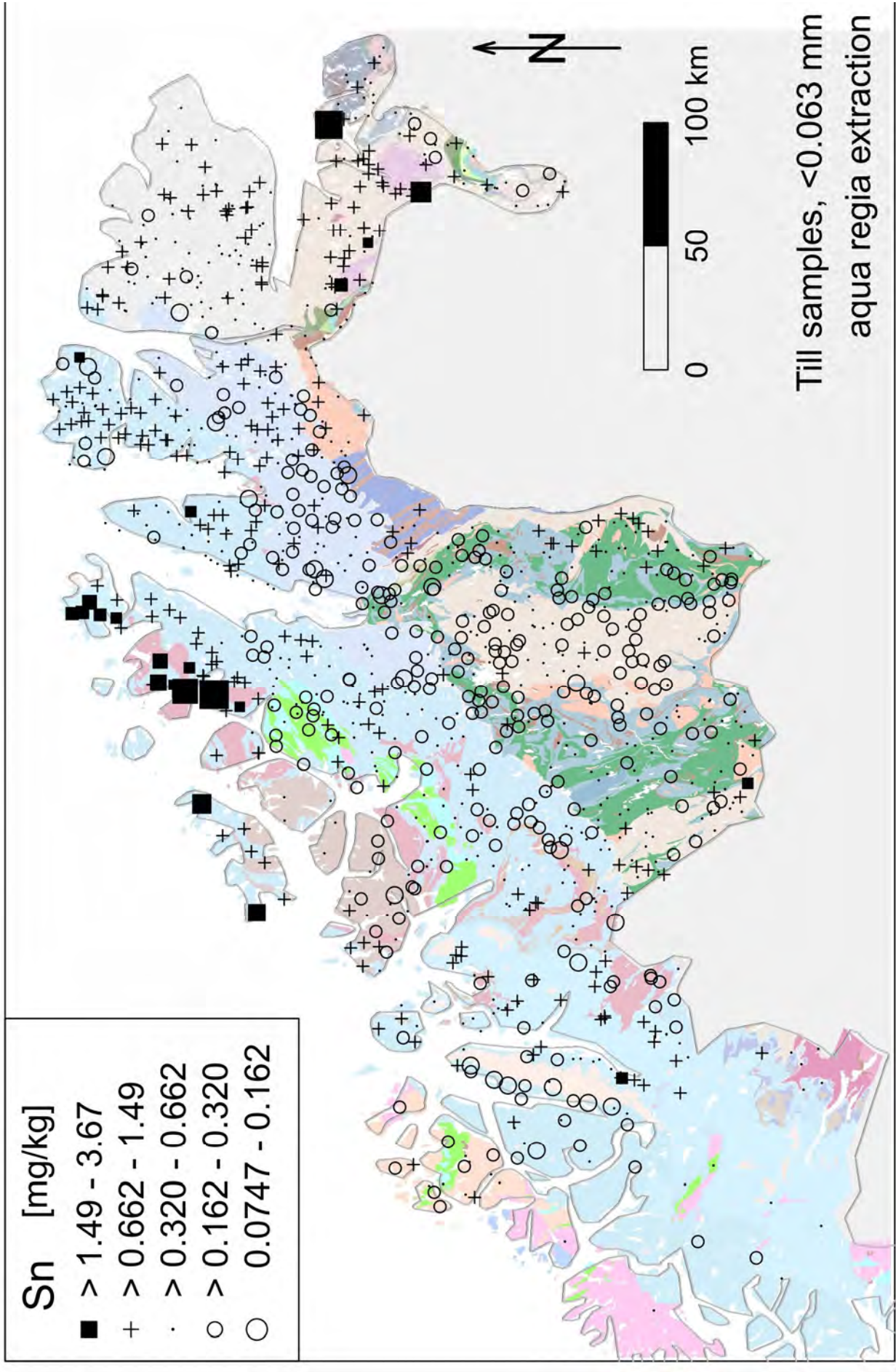


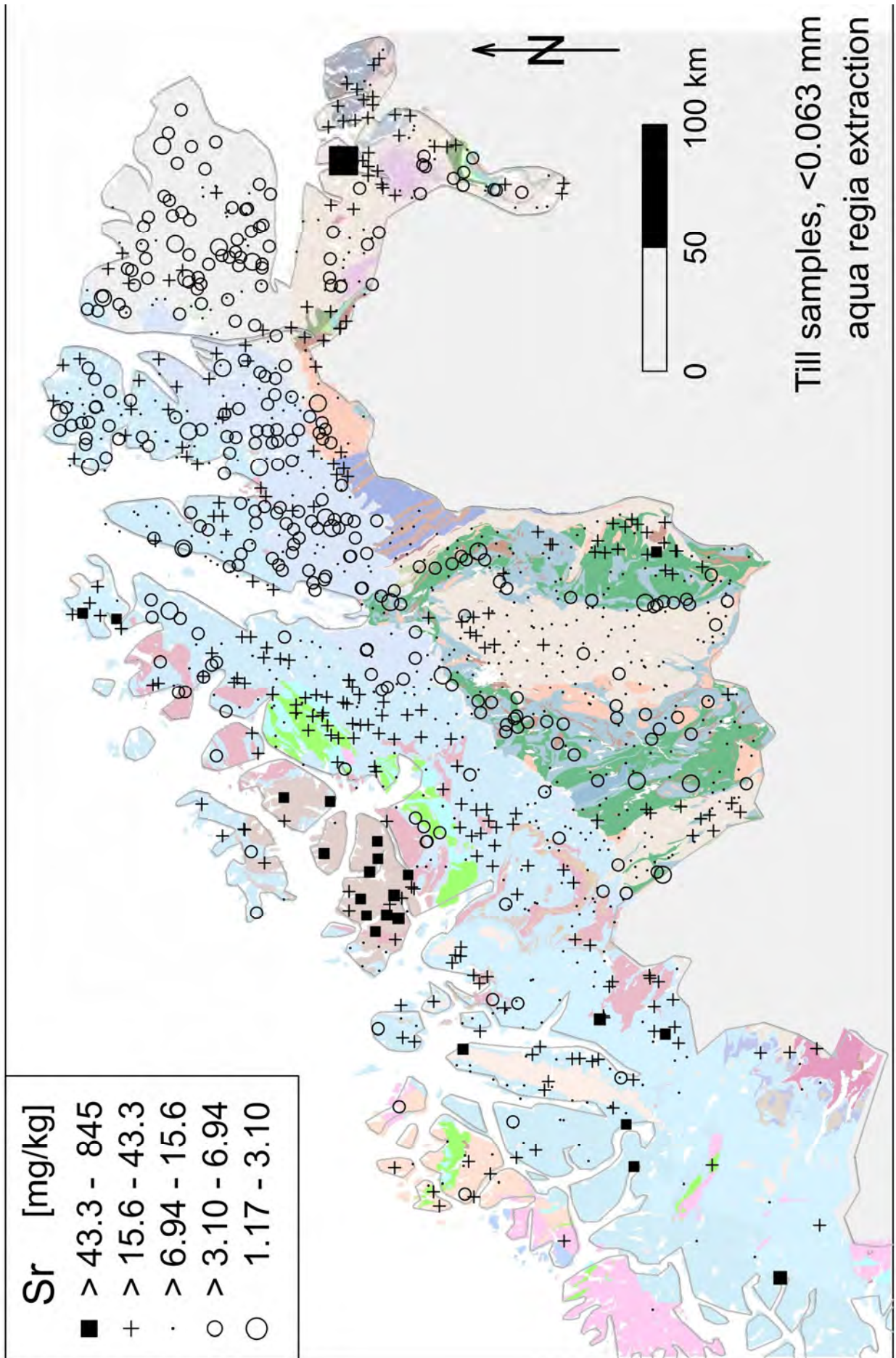


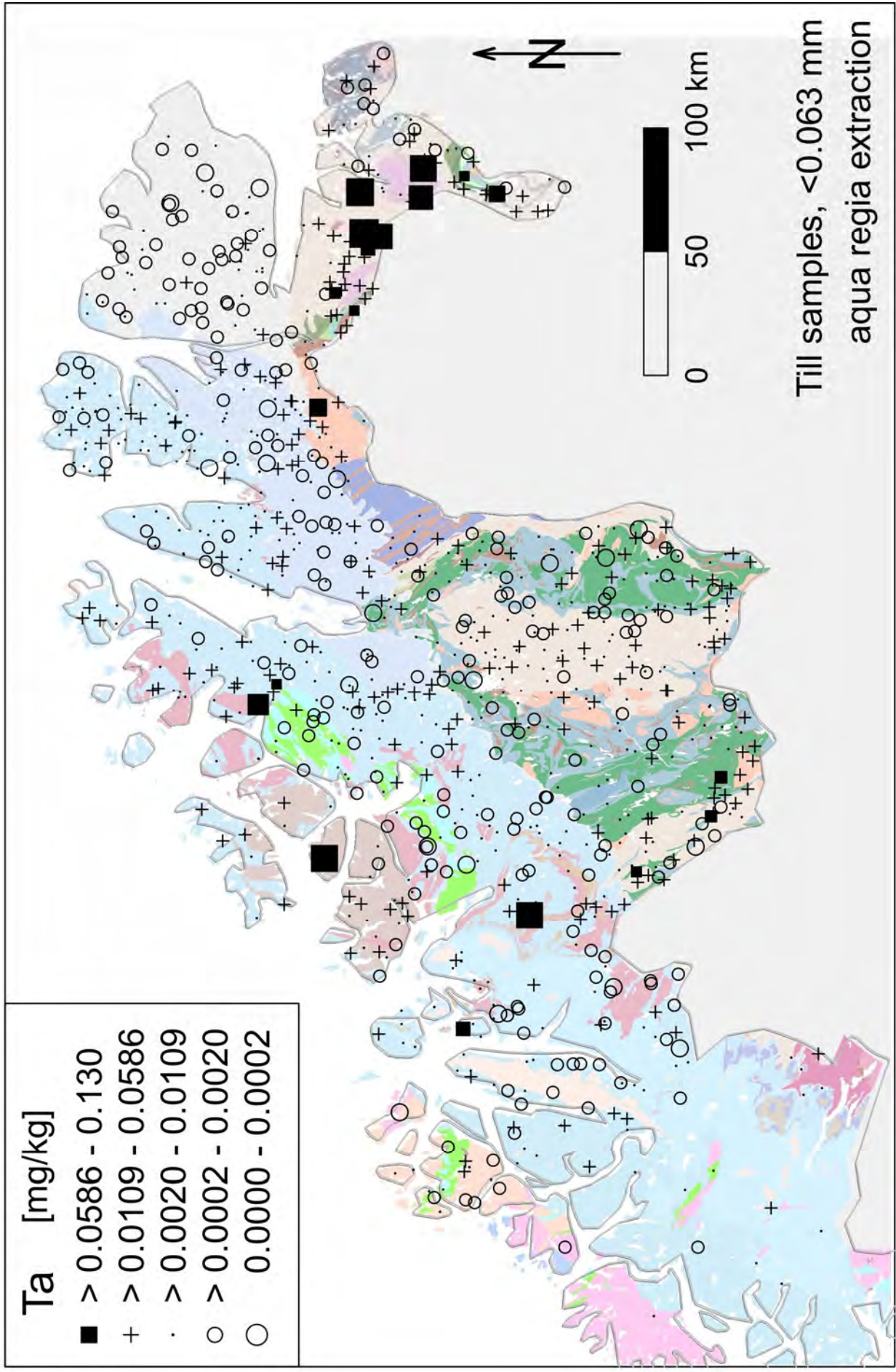


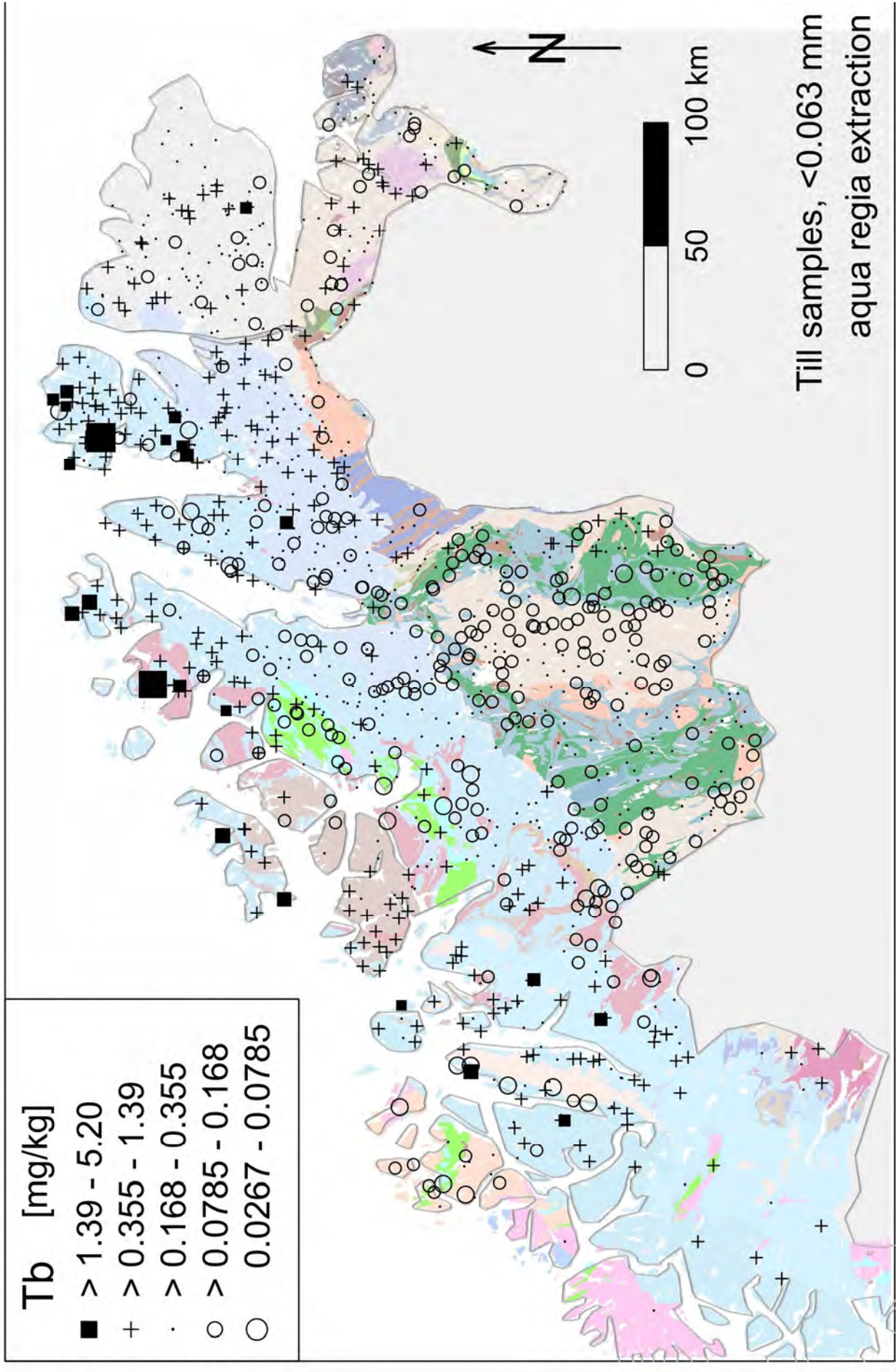


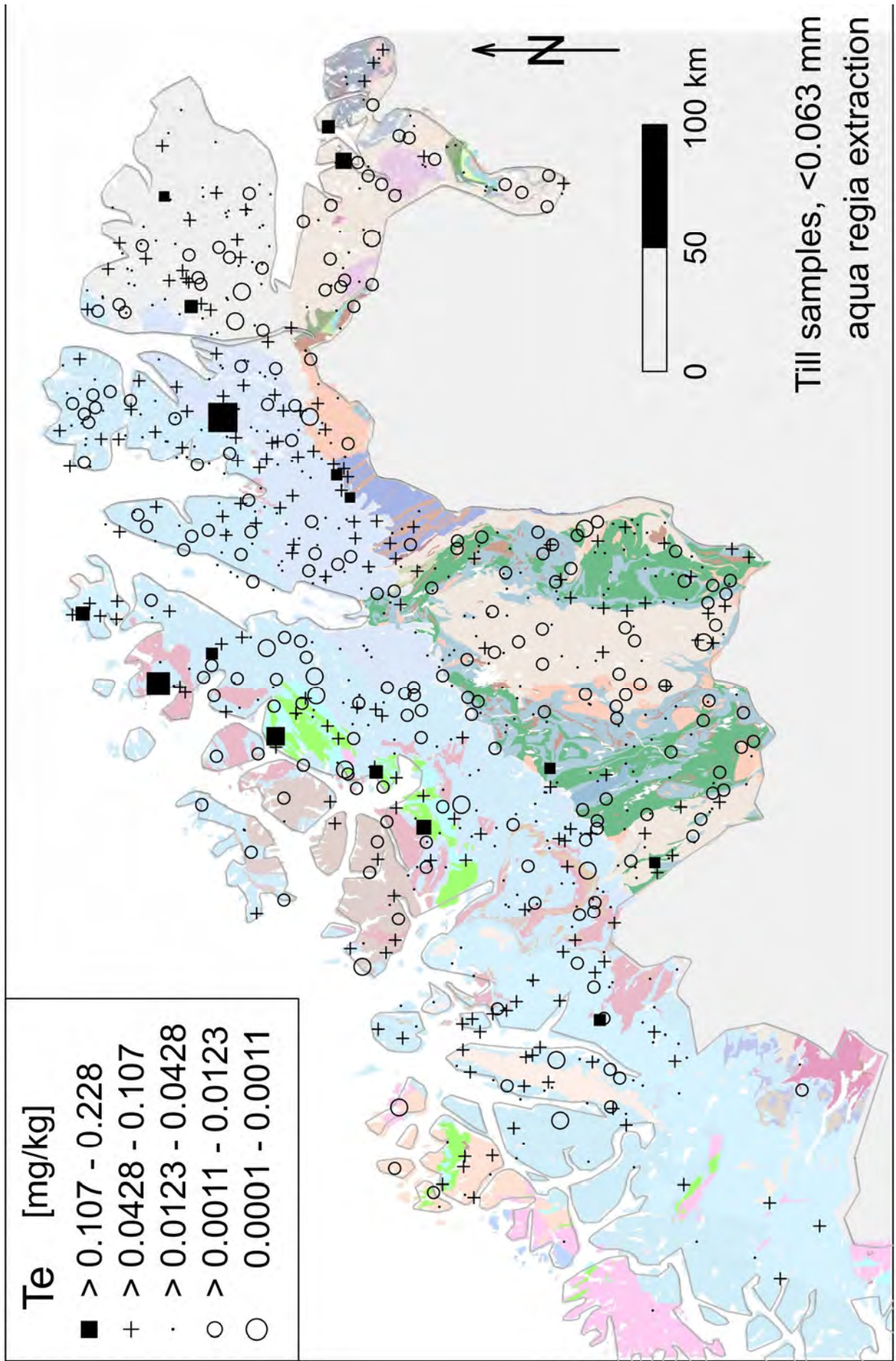


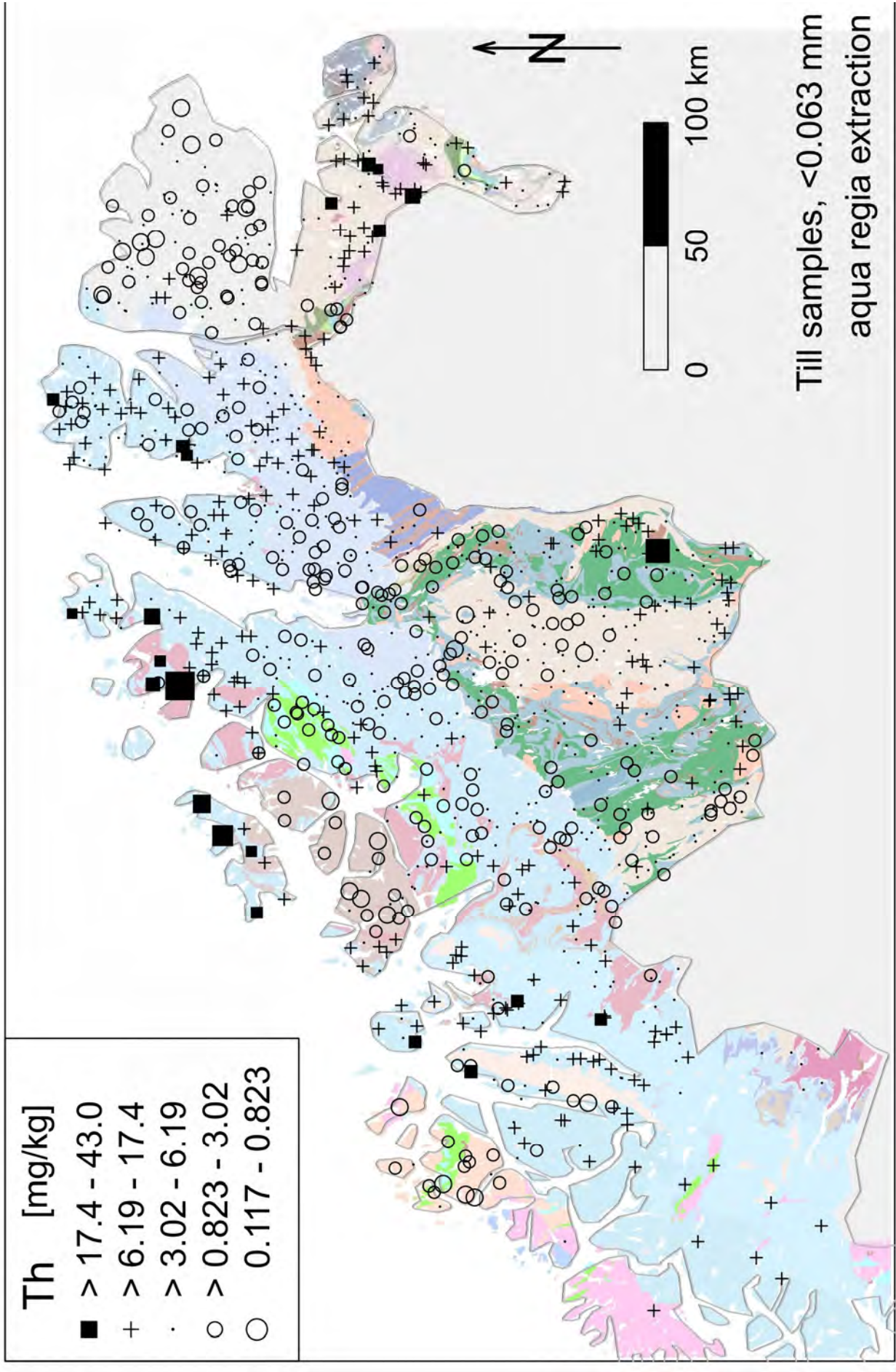


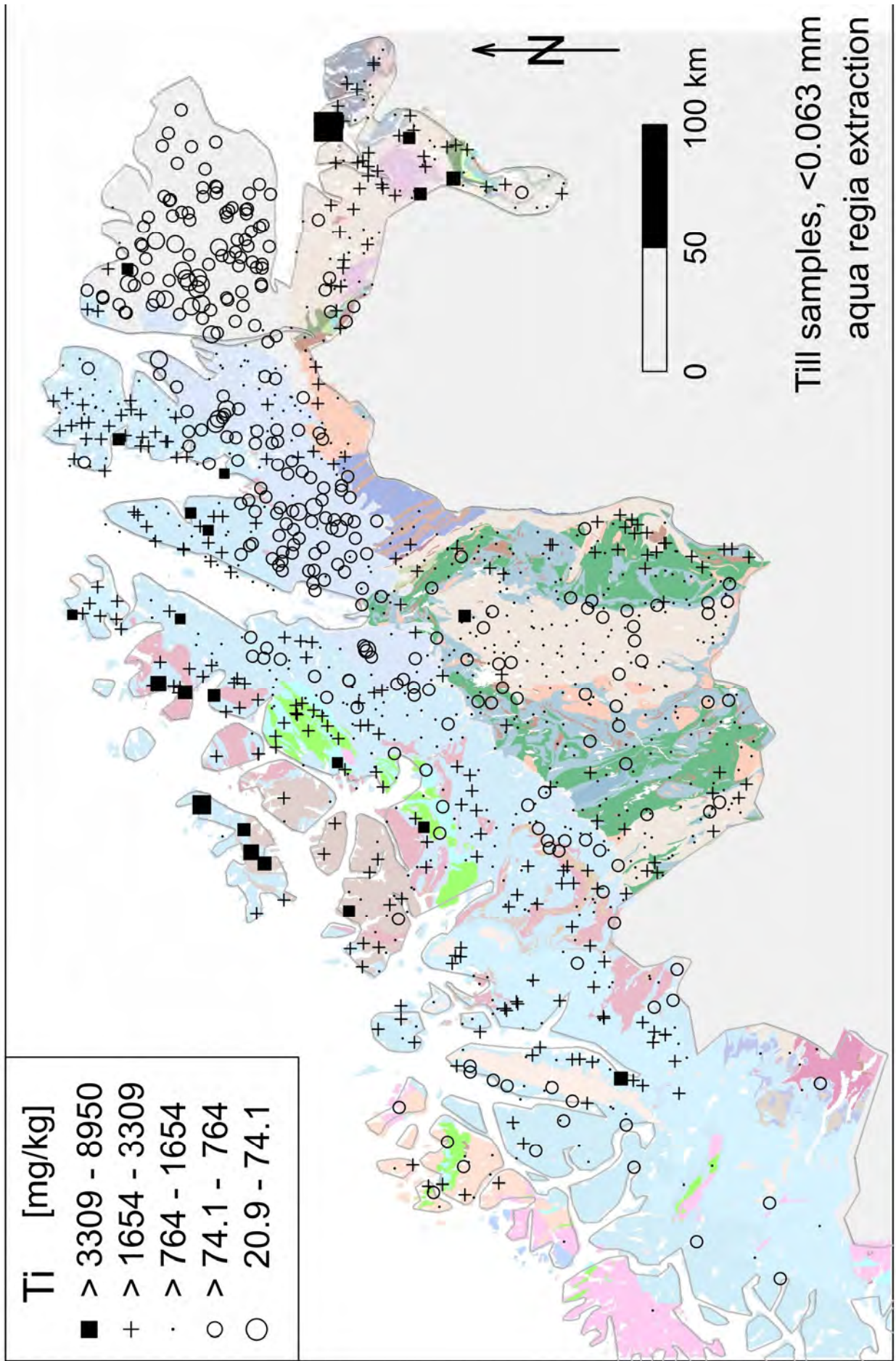


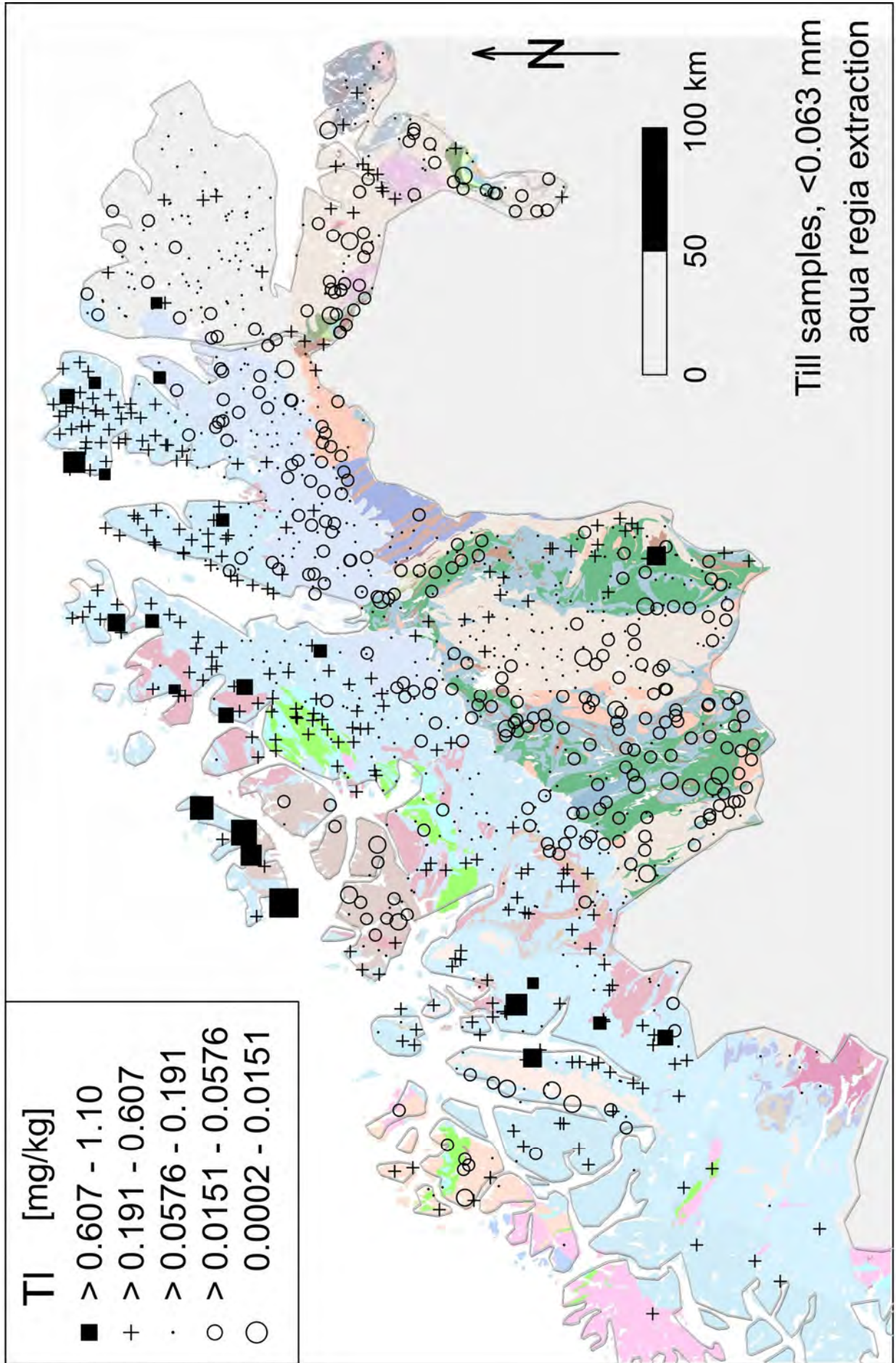




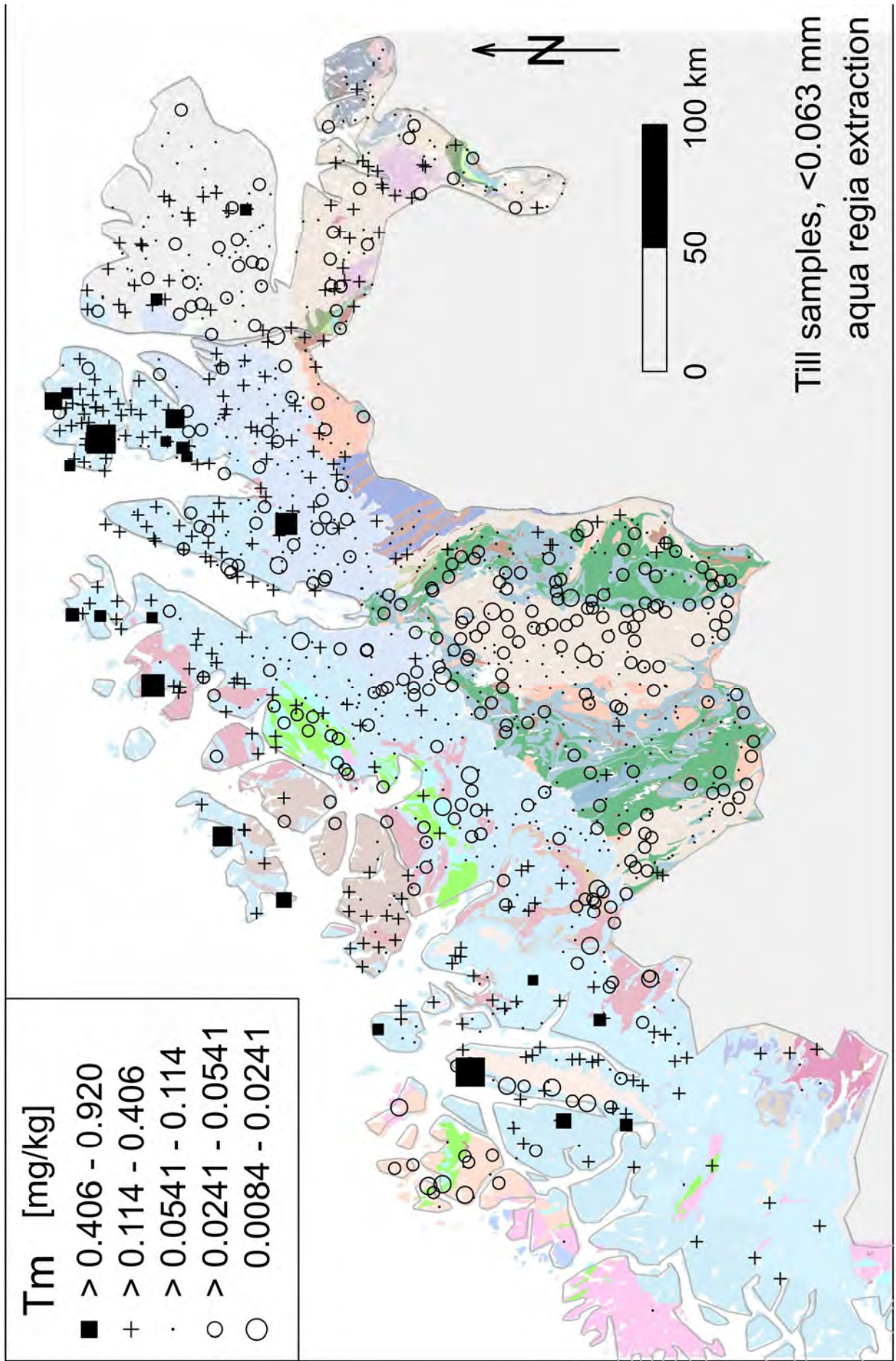








Till samples, <0.063 mm
aqua regia extraction



Till samples, <0.063 mm
aqua regia extraction

