



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



Rapport nr.: 2017.047	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Forurensningsstatus i havbunnsedimenter i Ofotfjorden, Tysfjorden og Tjeldsundet			
Forfatter: Sigrid Elvenes, Jochen Knies, Tone Rasmussen		Oppdragsgiver: Ofoten Regionråd, NGU	
Fylke: Nordland		Kommune: Narvik, Evenes, Tjeldsund, Tysfjord, Ballangen	
Kartblad (M=1:250.000) Sulitjelma, Svolvær, Narvik		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 48	Pris: 215,-
		Kartbilag: 0	
Feltarbeid utført: 2017	Rapportdato: 26.02.18	Prosjektnr.: 375900	Ansvarlig:
Sammendrag: Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i samarbeid med SEA ECO AS fått i oppdrag av Ofoten Regionråd å utarbeide marine grunnkart over sjøområdene i kommunene Narvik, Evenes, Tjeldsund, Tysfjord og Ballangen. Som en del av prosjektet skal de kjemiske egenskapene til havbunnsedimentene undersøkes, og dette vil danne grunnlag for klassifisering av miljøtilstanden til de marine vannforekomstene i vannområdet Ofotfjorden. Prosjektområdet grenser opp til Astafjordprosjektet i nord, der NGU utførte tilsvarende kartlegging i 2006–2012. I juni 2017 gjennomførte NGU feltarbeid med F/F Seisma, og hentet opp korte sedimentkjerner fra 25 stasjoner. Analyse av overflatesedimentenes innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter gir oss et oversiktsbilde over tilstanden i de ulike delene av studieområdet. Noen av prøvelokalitetene er plassert i nærheten av kjente utslippspunkter fra industri og lignende, mens andre ligger i områder uten kjent, direkte tilførsel av miljøgifter fra menneskelig aktivitet. Innholdet av uorganiske og organiske miljøgifter i de øverste centimeterne av havbunnen på prøvelokalitetene er generelt lavt og delvis under deteksjonsgrensen. I de fleste tilfeller vil konsentrasjonen av miljøgifter i sedimentene tilsvare klasse I (bakgrunn) og klasse II (god) i Miljødirektorates klassifisering av miljøtilstand. Enkelte steder er det registrert høyere konsentrasjoner (klasse III, moderat). Dette gjelder for arsen (3 prøver), nikkel (1 prøve) og sink (4 prøver). For tributyltinn (TBT) er laboratoriets deteksjonsgrense (2.4 µg/kg) høyere enn grenseverdiene mellom Miljødirektoratets tilstandsklasser, og den eneste prøven over deteksjonsgrense tilsvarer klasse V (svært dårlig). Klassifisert i henhold til "forvaltningsmessige grenseverdier" for TBT i marine sedimenter (Statens forurensningstilsyns veileder TA-2229/2007) vil den samme prøven tilsvare klasse III (moderat).			
Emneord: Maringeologi	Miljøtilstand	Tungmetaller	
Organiske miljøgifter	Bunnsedimenter	Multicorer	
Forurensning	Prøvetaking	Kjemisk analyse	

INNHold

1. INNLEDNING	3
2. PRØVETAKING, DATA OG METODIKK	6
3. RESULTATER	9
3.1 Kornstørrelsesfordeling, organisk karbon, svovel og kalsiumkarbonat	9
3.2 Innhold av tungmetaller, arsen, barium, litium, THC, PAH ₁₆ , B(a)p, PCB ₇ og TBT	14
3.2.1 Arsen (As)	15
3.2.2 Bly (Pb)	17
3.2.3 Kadmium (Cd).....	19
3.2.4 Kobber (Cu).....	21
3.2.5 Krom (Cr).....	23
3.2.6 Kvikksølv (Hg).....	25
3.2.7 Nikkel (Ni)	27
3.2.8 Sink (Zn)	29
3.2.9 Barium (Ba) og Litium (Li).....	31
3.2.10 Totale hydrokarboner (THC)	33
3.2.11 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH ₁₆) og benzo(a)pyren	34
3.2.12 Polyklorerte bifenyler (PCB ₇)	38
3.2.13 Tributyltinn (TBT)	40
4. OPPSUMMERING	44
5. REFERANSER	45

VEDLEGG

Vedlegg 1. Prøveliste og sammendrag av analyseresultater for uorganiske miljøgifter i prøver fra 25 prøvetakingsstasjoner. Fullstendige analyseresultater finnes i analyserapporter fra NGU-Lab, som kan fås ved henvendelse til NGU. Analyserapport nr. 20170122 omfatter Coulter kornstørrelsesfordeling, Leco (total S, total C og organisk C) og ICP-AES-analyser (30 elementer, ekstrahert med HNO₃). Hg er analysert separat av Analysesenteret, Trondheim kommune (NGU-lab analyserapport nr. 20170220). Analyse materialet inkluderer resultater fra én stasjon (P1706030, internt analysenummer 140573) som ligger utenfor prosjektområdet og som ikke er inkludert i rapporten.

Vedlegg 2. Sammendrag av analyseresultater for organiske miljøgifter (THC, PAH₁₆, PCB₇ og tributyltinn) fra 25 prøvetakingsstasjoner. Fullstendige resultater finnes i analyserapport fra Eurofins Environment Testing Norway AS, som kan fås ved henvendelse til NGU.

INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i samarbeid med SEA ECO AS fått i oppdrag av Ofoten Regionråd å utarbeide marine grunnkart over sjøområdene i kommunene Narvik, Evenes, Tjeldsund, Tysfjord og Ballangen. Som en del av prosjektet skal de kjemiske egenskapene til havbunnsedimentene undersøkes, og dette vil danne grunnlag for klassifisering av miljøtilstanden til de marine vannforekomstene i vannområdet Ofotfjorden. Prosjektområdet grenser opp til for Astafjordprosjektet i nord, der NGU utførte tilsvarende kartlegging i 2006–2012 (Dolan m.fl. 2012; Lepland m.fl. 2012).

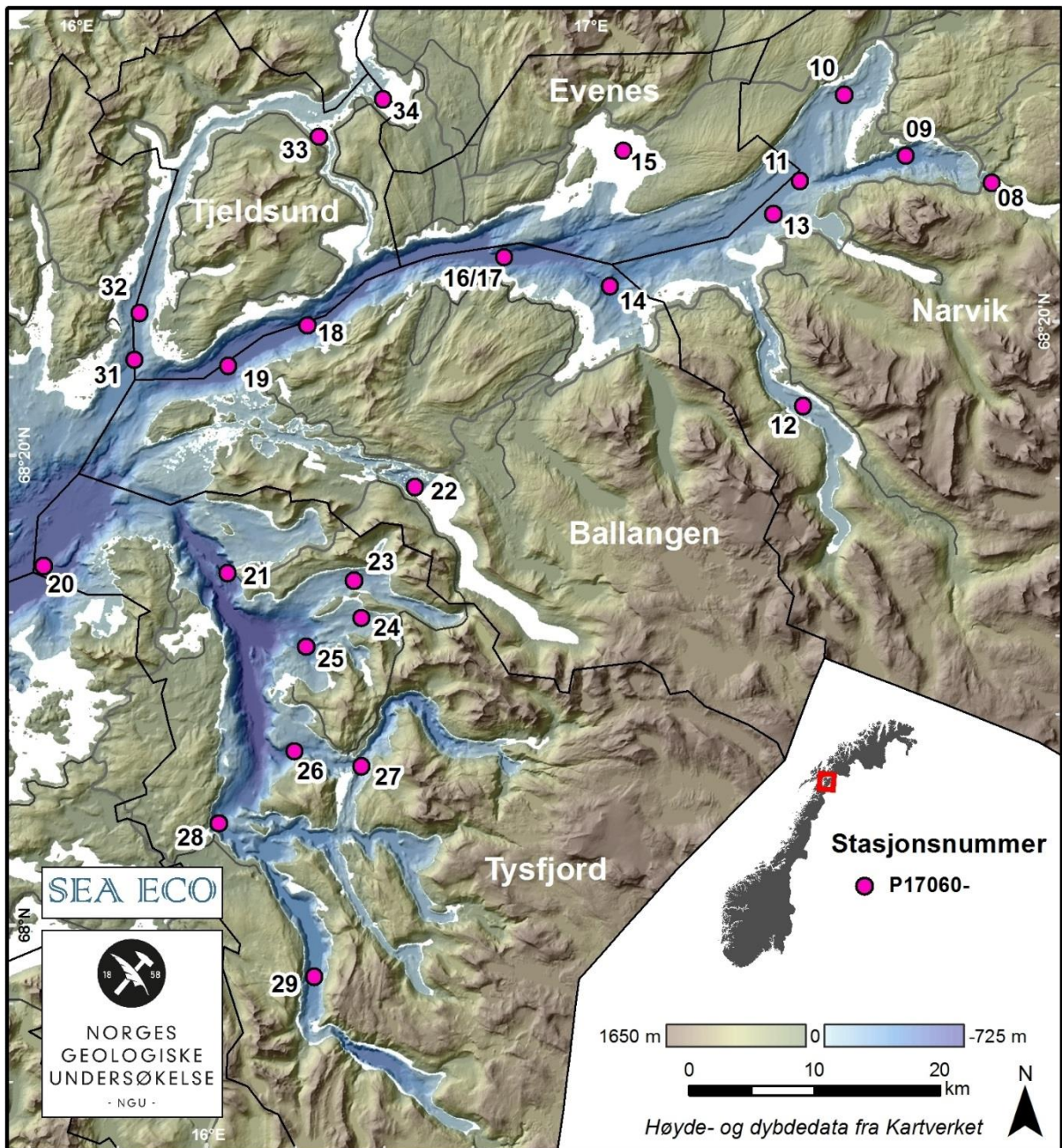
I juni 2017 gjennomførte NGU feltarbeid med F/F Seisma, og hentet opp korte sedimentkjerner fra 25 havbunnslokaliteter fordelt på alle fem kommunene (Figur 1). Analyse av overflatesedimentenes innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter gir oss et oversiktsbilde over tilstanden i de ulike delene av studieområdet.

De 25 lokalitetene ble valgt ut fra informasjon om dybde og bunnreflektivitet fra kartlegging med multistråleekkolodd (data fra Kartverket/Forsvarets Forskningsinstitut). Vi har prioritert å ta prøver i dype avsetningsbassenger der finkornet materiale samles opp uforstyrret over tid, siden miljøgifter vil binde seg til organisk materiale og leirpartikler og avsettes sammen med disse. Noen av prøvelokalitetene er plassert i nærheten av kjente utslippspunkter fra industri og lignende, mens andre ligger i områder uten kjent, direkte tilførsel av miljøgifter fra menneskelig aktivitet.

Prøvetakingen foregikk med multicorer (Figur 2), en prøvetaker som gir opptil fire korte sedimentkjerner fra bløtbunn. Kjernene hentes opp i rør som lukkes i topp og bunn slik at det ikke skjer noen gjennomstrømming av vann under opphenting. Om bord på F/F Seisma ble de uforstyrrede overflatesedimentene fra hver kjerne tatt ut og frosset ned for senere analyse.

I tillegg ble det tatt sju korte sedimentkjerner med Niemistö-prøvetaker (en liten gravitasjonsprøvetaker) fra utvalgte avsetningsbassenger i studieområdet. Disse kjernene ble lagret uforstyrret for videre analyser (kornfordeling, metallsammensetning) og datering ved hjelp av ^{14}C - og ^{210}Pb -metoden, og analyseresultatene rapporteres i første tertial 2018. Analyse av eldre sedimenter i sedimentkjerner vil gi oss muligheten til å dokumentere endringer i konsentrasjonen av miljøgifter over tid.

I denne rapporten presenterer vi nivåene av ulike metaller (inkludert tungmetaller), organiske miljøgifter og kjemiske forbindelser i overflateprøver fra de 25 utvalgte lokalitetene i studieområdet. Konsentrasjonen av forurensende stoffer i overflatesedimenter angir dagens miljøstatus, som kan klassifiseres i henhold til Miljødirektoratets klassifikasjonssystem for vann, sediment og biota (M-608, Miljødirektoratet 2016). Alle analysedata vil gjøres tilgjengelige i Miljødirektoratets vannmiljø-database (vannmiljo.miljodirektoratet.no) og danne grunnlag for klassifisering av kystvannforekomstenes miljøtilstand.



Figur 1. Prøvetakingslokaliteter for miljøundersøkelse av sjøområdene i kommunene Narvik, Evenes, Tjeldsund, Tysfjord og Ballangen.

Tabell 1. Stasjonsnummer, koordinater og vanddyp for lokalitetene i miljøundersøkelsen.

Stasjon	Kort stasjonsnummer	Område	Geografiske koordinater (desimalgrader)		Vanddyp (m)
			Nord	Øst	
P1706008	08	Rombaksbotn	68.4380	17.7267	87
P1706009	09	Rombaken	68.4655	17.5689	339
P1706010	10	Herjangsfjorden	68.5149	17.4660	170
P1706011	11	Ofotfjorden - indre	68.4583	17.3587	233
P1706012	12	Skjomen	68.2990	17.3056	128
P1706013	13	Ofotfjorden - indre	68.4377	17.2980	240
P1706014	14	Ofotfjorden - midtre	68.4022	16.9661	440
P1706015	15	Bogen	68.4965	17.0263	61
P1706016/17	16/17	Ofotfjorden - midtre	68.4318	16.7700	526
P1706018	18	Ofotfjorden - ytre	68.4010	16.3747	540
P1706019	19	Ofotfjorden - ytre	68.3793	16.2130	547
P1706020	20	Vestfjorden	68.2520	15.8147	615
P1706021	21	Tysfjorden - ytre	68.2322	16.1658	628
P1706022	22	Forsahavet	68.2771	16.5433	240
P1706023	23	Stefjorden	68.2164	16.4047	197
P1706024	24	Tømmeråsfjorden	68.1890	16.4110	184
P1706025	25	Haukøyfjorden	68.1732	16.2982	390
P1706026	26	Tysfjorden - indre	68.1003	16.2529	363
P1706027	27	Kjøpsvik	68.0840	16.3772	251
P1706028	28	Drag	68.0552	16.0932	326
P1706029	29	Hellmofjorden	67.9388	16.2400	356
P1706031	31	Tjeldsundet - sør	68.3907	16.0345	306
P1706032	32	Tjeldsundet - sør	68.4239	16.0550	223
P1706033	33	Ramsundet	68.5335	16.4406	44
P1706034	34	Lavangsfjorden	68.5546	16.5746	69

1. PRØVETAKING, DATA OG METODIKK

Prøvene for miljøanalyser ble tatt i avsetningsbassenger med finkornede sedimenter, som oftest i de dypeste områdene av en fjord der bunnstrømmen antas å være svak og avsetningsforholdene stabile. Prøvetakingen ble planlagt ut fra detaljert informasjon om dybde og bunnhardhet fra data innsamlet med multistråleekkolodd og gjort tilgjengelige av Kartverket. I Tysfjorden var vi ikke i stand til å ta prøver av sedimenter fra de aller største dypene (650–725 m) på grunn av utstyrsbegrensninger. Figur 1 og Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsstasjoner, dybde og geografiske koordinater.

NGUs multicorer som ble brukt til prøvetaking var utstyrt med fire rør på 60 cm lengde med diameter 6,3 cm (Figur 2). Rørene lukkes i topp og bunn idet prøven tas, slik at hver kjerneprøve kommer opp med en uforstyrret sedimentoverflate. På dekk ble kjernene skjøvet forsiktig ut av hvert rør, så overflatesedimentene kunne tas ut til analyse (Figur 3).

Til bruk for analyse av kornfordeling og uorganiske miljøgifter ble de øverste 2 cm av én kjerne per stasjon (ca. 60–80 g) skåret av med plastspatler og frosset ned i plastposer. Til analyse av organiske miljøgifter kreves det en større mengde materiale (250–300 g). For å få en stor nok overflateprøve slo vi sammen de øverste 4–6 cm fra to kjerner per stasjon. Her ble det brukt metallspatler, og prøvene ble frosset i Rilsan-poser. Ved ett tilfelle (stasjon 16/17) var det nødvendig å ta to multicorer-prøver for å få nok materiale. Her har prøven til uorganisk analyse fått stasjonsnummer P1706016, mens prøven til organisk analyse fra samme sted har stasjonsnummer P1706017.

Ved prøvetaking med multicorer kan ikke sandinnholdet i sedimentene være for høyt. Det er vanskelig å få lange nok kjerner og risiko for at prøvetakeren ikke lukker rørene fullstendig i sandige sedimenter, slik at gjennomstrømming og utvasking av prøven kan forekomme. På stasjon 08 (Rombaksbotn) var bunnsedimentene for sandige, og utvasking kan ha påvirket analyseresultatene fra prøvene. Dette var ikke tilfelle for noen av de øvrige lokalitetene.

For stasjon 33 i Ramsundet foreligger det ikke analysedata om kornfordeling, organisk karbon, svovel eller kalsiumkarbonat. Prøven herfra var svært heterogen med store skjellfragmenter i overflatelaget, og dette var til hinder for analysemetoden.

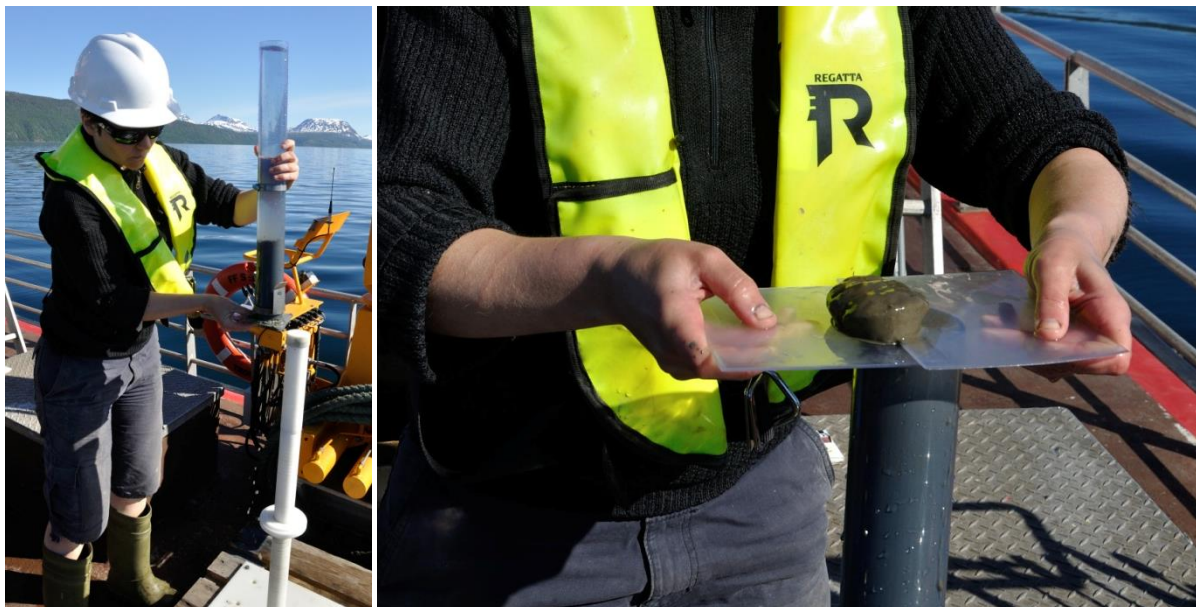
Etter gjennomført feltarbeid ble alle overflateprøver sendt i frossen tilstand til NGU-Lab. Her ble prøvene frysetørket og oppbevart på kjølelager inntil prøvene til analyse ble tatt ut i august 2017. Analyseresultatene er sammenfattet i Vedlegg 1 og 2. Materiale til følgende analyser ble tatt ut:

- 0,38 g tørt materiale for bestemmelse av totalinnhold av svovel og karbon (TS og TC), og 0,50 g for bestemmelse av organisk karbon (TOC). Analysene ble utført ved hjelp av Leco elementanalysator.
- 1,0 g tørt materiale til HNO₃-ekstraksjon etter NS 4770 for påfølgende analyse med AA, ICP-AES og ICP-MS.
- Ca. 0,2 g tørt materiale fra slamrike sedimenter, og opp til 3 g fra sandige sedimenter for bestemmelse av kornfordeling mellom 2 mm og 0,4 µm med Coulter laserdiffraksjon.

Analyse av kvikksølvinnhold ble utført av Analysesenteret, Trondheim kommune. De organiske miljøgiftanalysene ble utført ved Eurofins Environment Testing Norway AS.



Figur 2. Prøvetaking med multicorer, som tar opp til 4 kjerner per stasjon. Lukkemekanismen utløses idet prøvetakeren treffer bunnen, og stenger topp og bunn av hvert rør. For hver stasjon er de øverste 0–2 cm av én kjerne brukt til analyser av sedimentenes kornfordeling og metallsammensetning, mens de øverste ca. 0–5 cm av to kjerner er analysert for innhold av organiske miljøgifter.



Figur 3. En kjerne fra multicoreren plasseres på en utdriver og skyves forsiktig ut av røret så en uforstyrret overflateprøve kan samles inn. Materialet på bildet skal analyseres for innhold av metaller, og det brukes derfor spatler av plast for å unngå å forurense prøven.

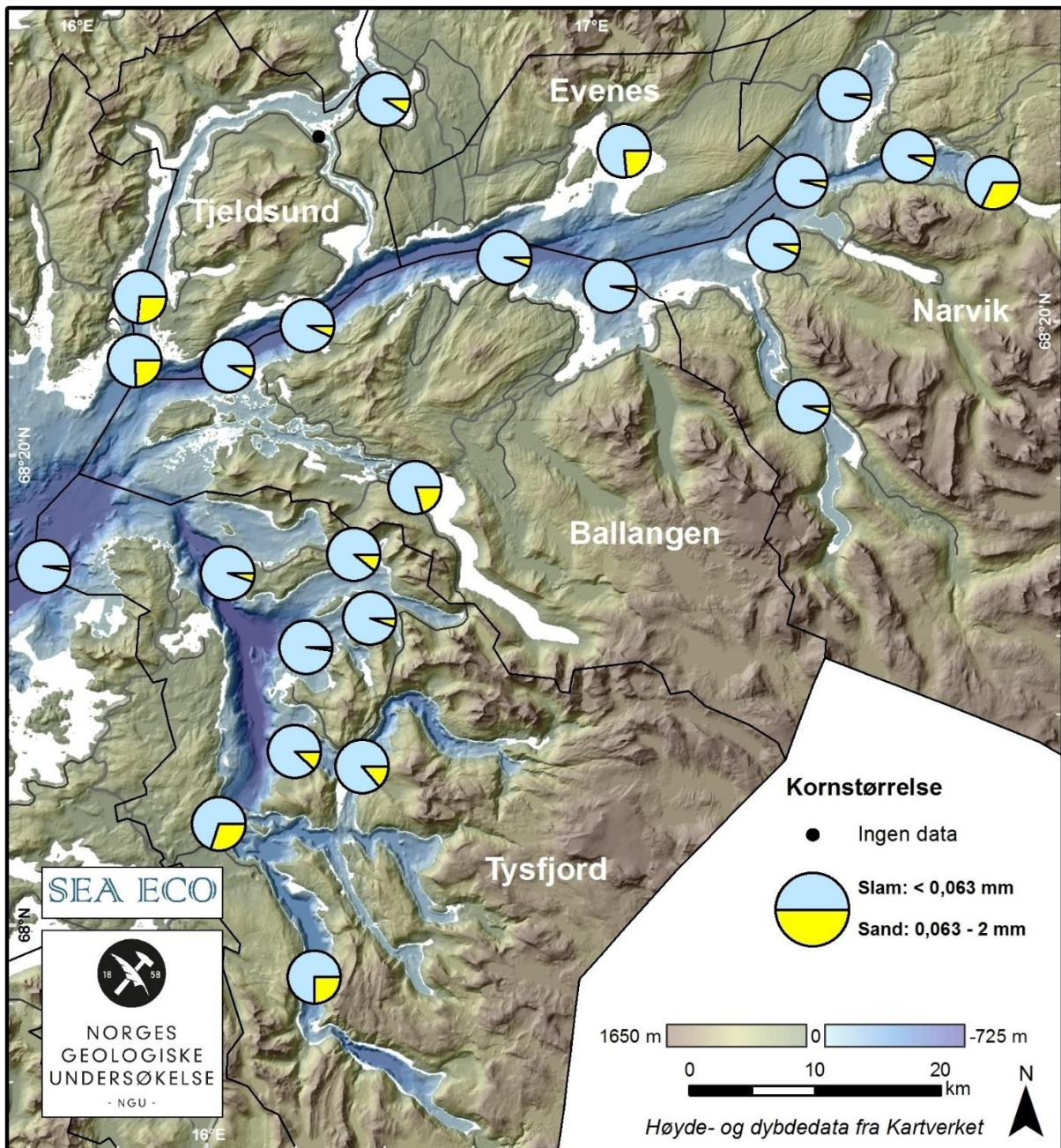
2. RESULTATER

I denne rapporten presenterer vi resultatene av geokjemiske analyser av overflatesedimenter i form av kart over studieområdet. Analyseresultatene er sammenfattet i Vedlegg 1 og 2, og samtlige resultater kan fås ved henvendelse til NGU. Målingene angis hovedsakelig i konsentrasjonsenheten mg/kg sediment, som er ekvivalent med ppm (parts per million). Tributyltinnkonsentrasjoner (TBT) angis i µg/kg. Kornstørrelse angis i prosentvis innhold av slam og sand, mens organisk karbon, svovel og kalsiumkarbonat angis i tørrvektprosent.

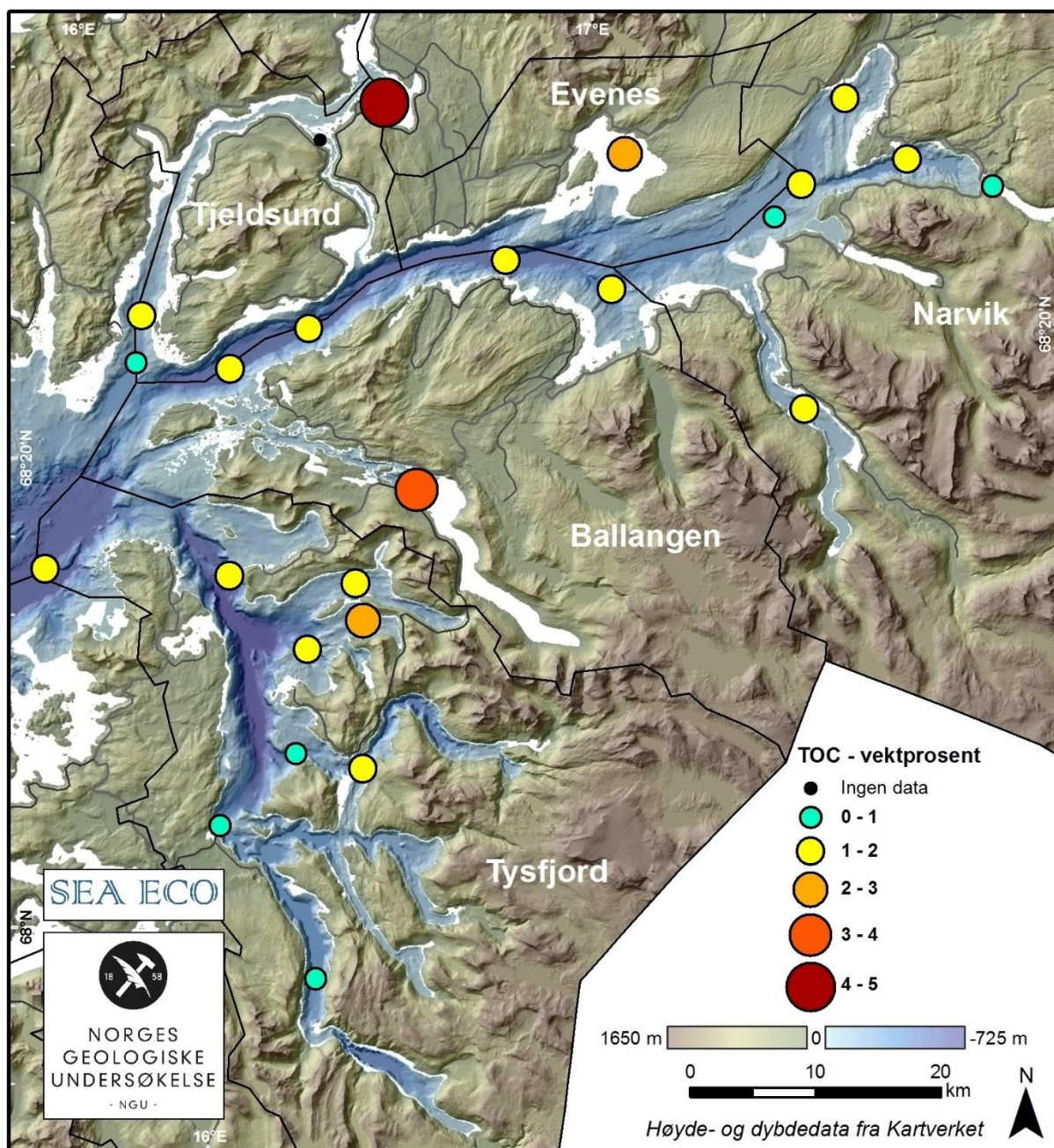
De øverste 0–2 cm av havbunnsedimentene fra 25 lokaliteter er analysert for kornstørrelse (prosentandel sand og slam), innhold av organisk karbon (TOC), svovel (S) og kalsiumkarbonat (CaCO₃), tungmetallene kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn), samt innhold av elementene arsen (As), barium (Ba) og litium (Li). Fra de samme lokalitetene er de øverste ca. 0–5 cm analysert for totalkonsentrasjon av hydrokarboner (THC), 16 2–6 ring polysykliske aromatiske hydrokarbonforbindelser (PAH₁₆), 7 polyklorerte bifenyforbindelser (PCB₇) og tributyltinn (TBT).

2.1 Kornstørrelsesfordeling, organisk karbon, svovel og kalsiumkarbonat

Finkornede sedimenter med høyt innhold av leir- og siltpartikler og organisk materiale binder forurensende stoffer lettere til seg enn mer grovkornede sedimenter. Avsetningsbassenger med finkornede sedimenter vil dermed være mest representative for miljøtilstanden i et område. Figur 4 viser andelen av slam og sand på hver lokalitet, og mer detaljerte kornfordelingsdata finnes i Vedlegg 1. Slam (partikkeldiameter <0,063 mm), som omfatter silt og leir, er den dominerende fraksjonen i alle overflateprøvene. Sand (0,063–2 mm) utgjør en mindre del (<20 %) av nesten alle prøver. Et høyere innhold av sand (20–32 %) finnes i to prøver fra indre deler av Tysfjorden (prøve 28 og 29, Drag og Hellmofjorden), i prøve 08 fra Rombaksbotn, i prøve 15 fra Bogen og i sørlige del av Tjeldsundet (prøve 31 og 32). Materiale grovere enn 2 mm (grus) er observert i enkelte av prøvene, for det meste i form av skjellrester. De fleste sedimentprøvene kan karakteriseres som slam eller sandholdig slam. Prøve 08 fra Rombaksbotn med et sandinnhold på 32 % ble tatt nær et pukverk, og er sannsynligvis påvirket av avgang fra dette.



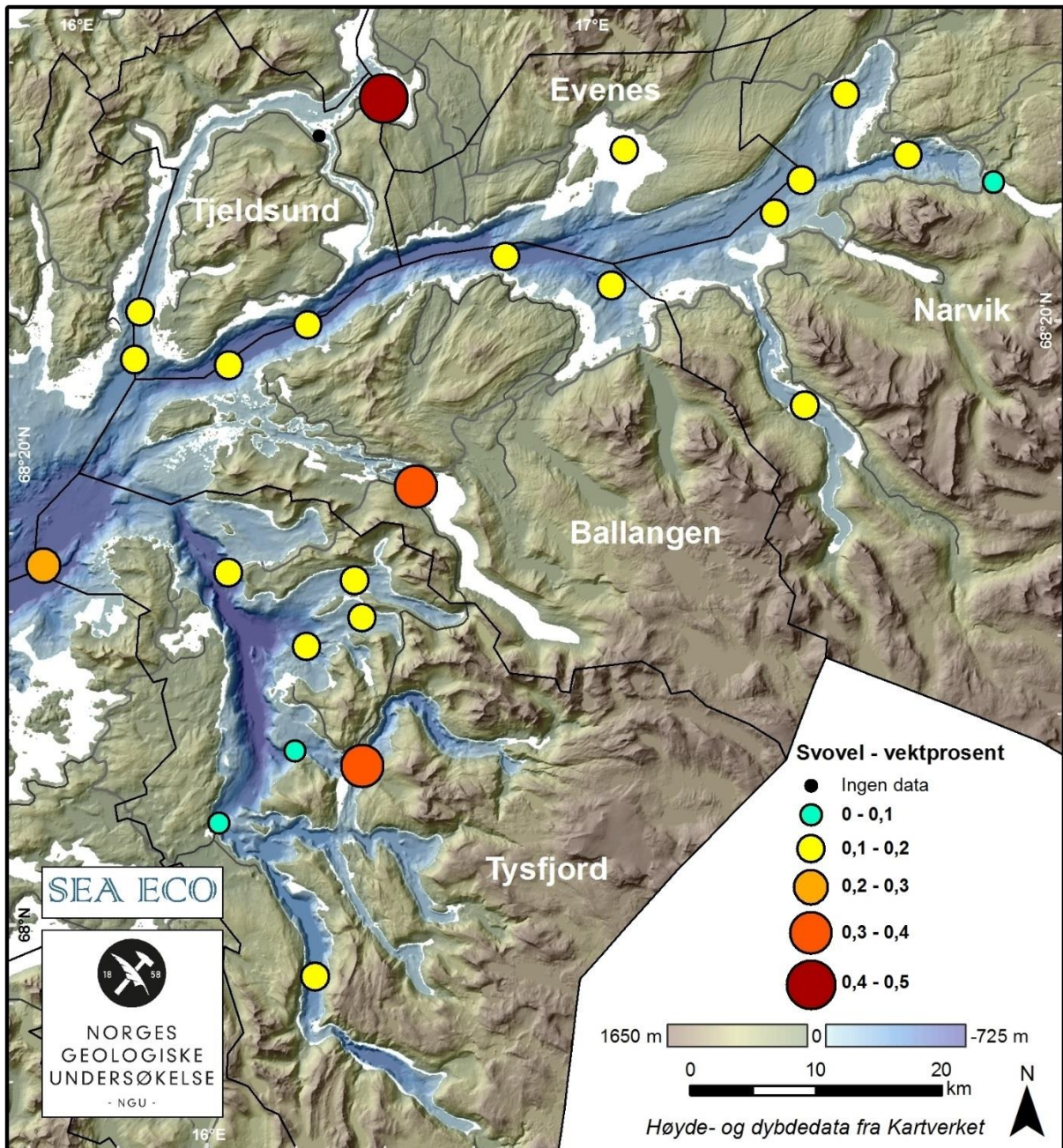
Figur 4. Fordeling av sand ($0,063\text{--}2\text{ mm}$) og slam ($<0,063\text{ mm}$) i overflatesedimentene.



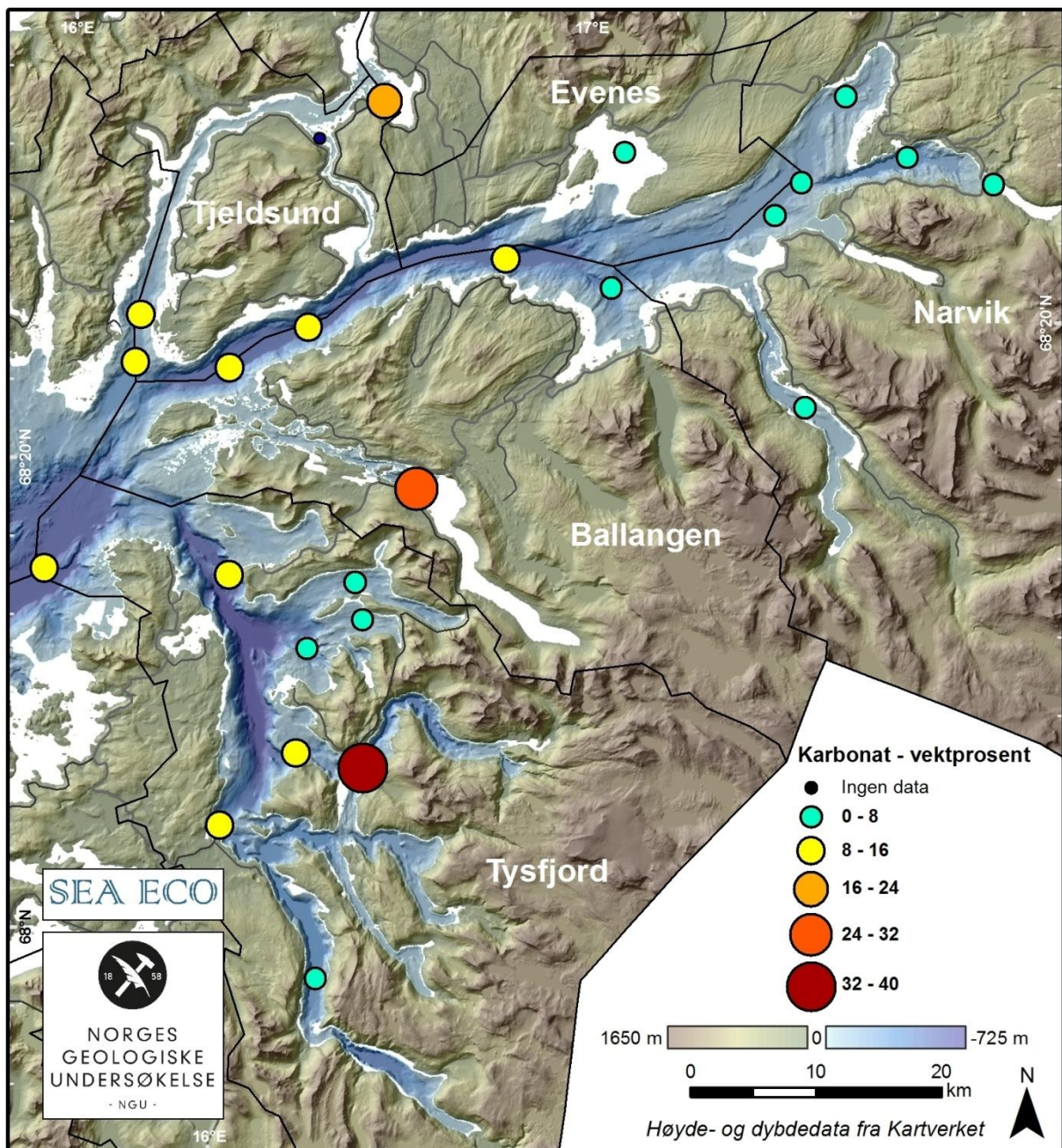
Figur 5. Innhold av totalt organisk karbon (TOC) i overflatesedimentene.

Figur 5 og 6 viser innholdet av organisk karbon (TOC) og svovel (S) i overflateprøvene (prosent av tørrvekt). TOC-verdiene varierer fra 0,2 til 4,9 % og er lavest i Rombaksbotn (prøve 08), ved Drag og i Hellmofjorden (prøve 28 og 29). Svovelkonsentrasjonen varierer mellom 0,06 % (prøve 08, Rombaksbotn) og 0,49 % (prøve 34, Lavangsfjorden). Lave TOC-verdier kan i noen tilfeller forklares med forholdsvis høy tilførsel av minerogene (uorganiske) sedimenter fra land, slik at bunnfallet av marin biomasse og organiske rester blir fortennet. De høyeste TOC-konsentrasjonene er påvist i sedimentene i Forsahavet (3,4 %, prøve 22) og Lavangsfjorden (4,9 %, prøve 34). Her kan TOC-innholdet henge sammen med variasjoner i den marine bioproduktiviteten, som er høyest i områder med rikelig tilførsel av næringsstoffer fra naturlige eller antropogene kilder. Høyt TOC-innhold i disse to prøvene faller også

sammen med de høyeste svovelkonsentrasjonene (opp til 0,49 %), som antyder mindre oksygeninnhold i vannmassene eller sedimentene på grunn av høy bioproduktivitet. Høye konsentrasjoner av svovel ved Kjøpsvik (0,39 %, prøve 27) sammenfaller ikke med noe høyt TOC-innhold i sedimentene, og det antas derfor å være tilført fra en ekstern kilde.



Figur 6. Innhold av svovel (S) i overflatesedimentene.



Figur 7. Innhold av kalsiumkarbonat (CaCO_3) i overflatesedimentene.

Karbon som ikke er av organisk opprinnelse er som regel bundet til karbonatmineraler, hovedsakelig kalsiumkarbonat (CaCO_3). Det antas at kalsiumkarbonat i sedimentene har en biologisk opprinnelse, primært fra bentiske og planktoniske organismer med kalkskall. Prosentandelen av kalsiumkarbonat i sedimentene beregnes ut fra analysene av totalt karbon etter følgende formel:

$$(\text{TC}^1 - \text{TOC}) \times (\text{CaCO}_3/\text{C}) = (\text{TC} - \text{TOC}) \times 8,33$$

¹ TC er innholdet av total karbon, målt med LECO.

Andelen av kalsiumkarbonat varierer fra 0,9 til 37 vektprosent (Figur 7). De laveste verdiene finner vi i indre deler av fjordene, der vi kan forvente at det tilføres mer minerogent (uorganisk) materiale gjennom avrenning fra land. Her vil den relative andelen marint kalkholdig materiale i sedimentene være lavere enn i områder med mindre påvirkning fra land. Et høyt kalsiumkarbonatinnhold i prøve 22 fra Forsahavet og prøve 34 fra Lavangsfjorden korresponderer med høyt TOC-innhold (Figur 5), noe som tyder på høy bioproduktivitet i vannet og på havbunnen.

Ved Kjøpsvik (prøve 27) registrerer vi de høyeste kalsiumkarbonatverdiene (37 %) i overflatesedimentene. Dagbrudd av kalkstein (kalkspatmarmor) i Kjøpsvik danner muligens grunnlaget for de høye verdiene. De faller sammen med høyere innhold av svovel (Figur 6) og ulike metaller (f. eks. kadmium og sink, Figur 10 og 15).

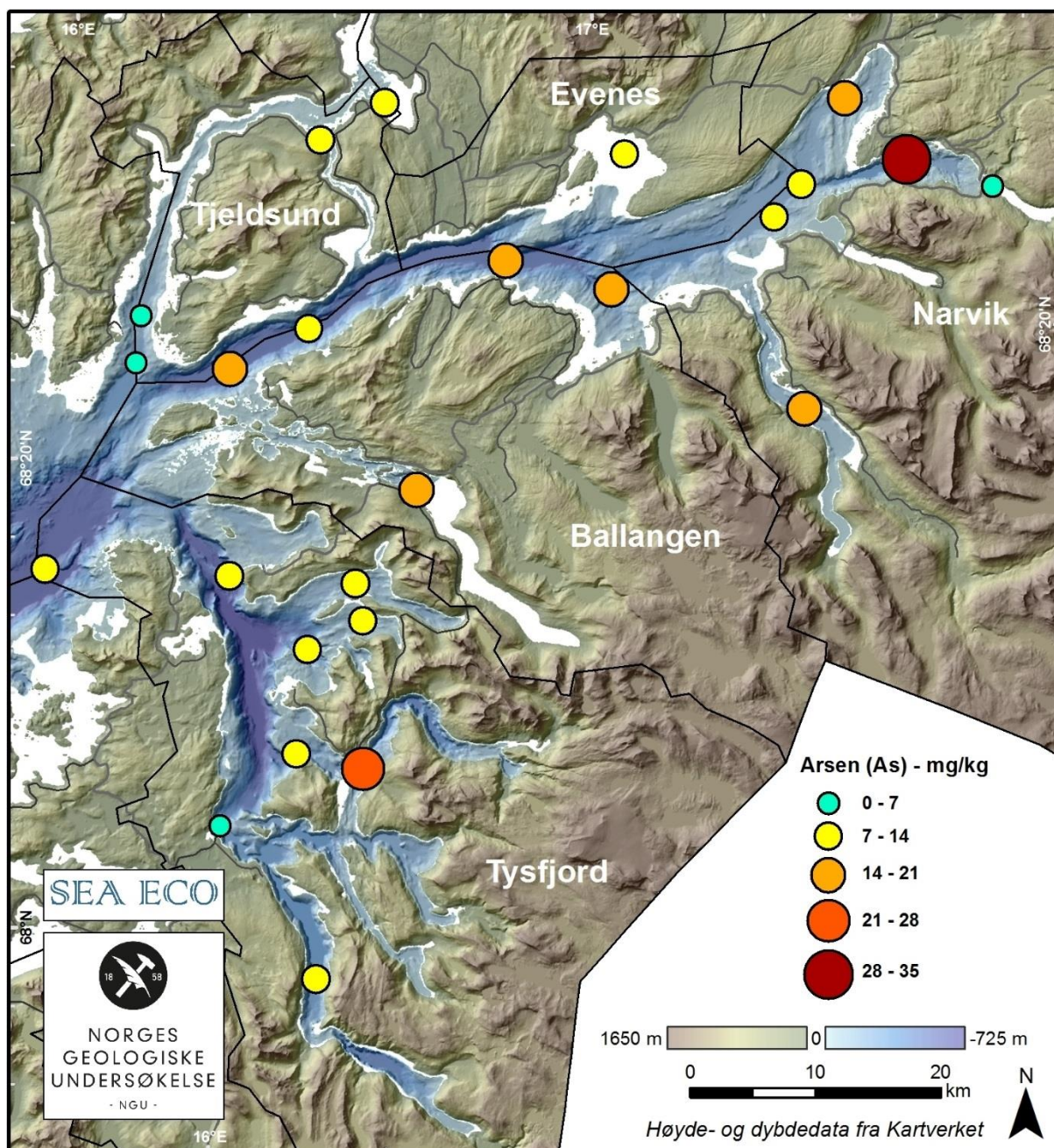
2.2 Innhold av tungmetaller, arsen, barium, litium, THC, PAH₁₆, B(a)p, PCB₇ og TBT

Dagens system for overvåkning av miljøtilstand i marine sedimenter baserer seg på Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften). Miljødirektoratet har utarbeidet grenseverdier for en rekke miljøgifter i vann, sediment og biota (M-608, Miljødirektoratet 2016), og et klassifikaşjonssystem med følgende klasser:

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
----------------------	------------------	-----------------------	---------------------	--------------------------

I denne rapporten presenterer vi analyseresultatene for tungmetallene bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkell (Ni) og sink (Zn), for arsen (As), barium (Ba) og litium (Li), samt for de organiske stoffene THC, PAH₁₆, B(a)p, PCB₇ og TBT fra overflatesedimenter i studieområdet. I figurene 8–22 er konsentrasjonen av de ulike miljøgiftene visualisert på kart både som absolutte verdier (alle a-figurer) og etter Miljødirektoratets klassifikaşjonssystem (alle b-figurer). Tabell 2 gir minimums- og maksimumsverdier for hvert av stoffene, og Tabell 3 viser hvordan de 25 lokalitetene samlet fordeler seg etter Miljødirektoratets grenseverdier og klasser.

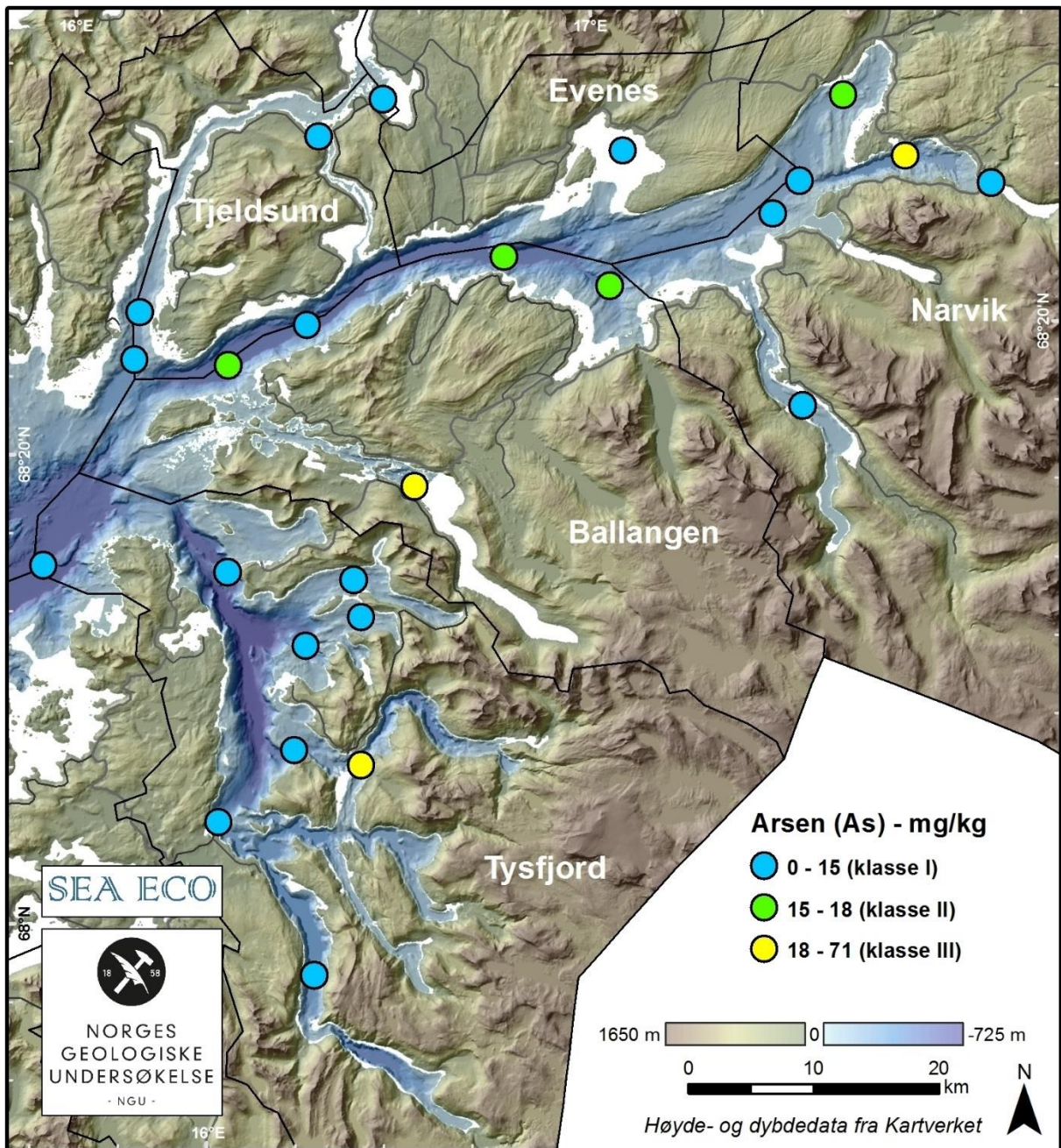
For stoffene barium, litium og THC (totale hydrokarboner) er det ikke utarbeidet grenseverdier for klassifisering, og vi viser kun analyseresultatene som absolutte verdier. Resultatene er også sammenfattet i Vedlegg 1 og 2.



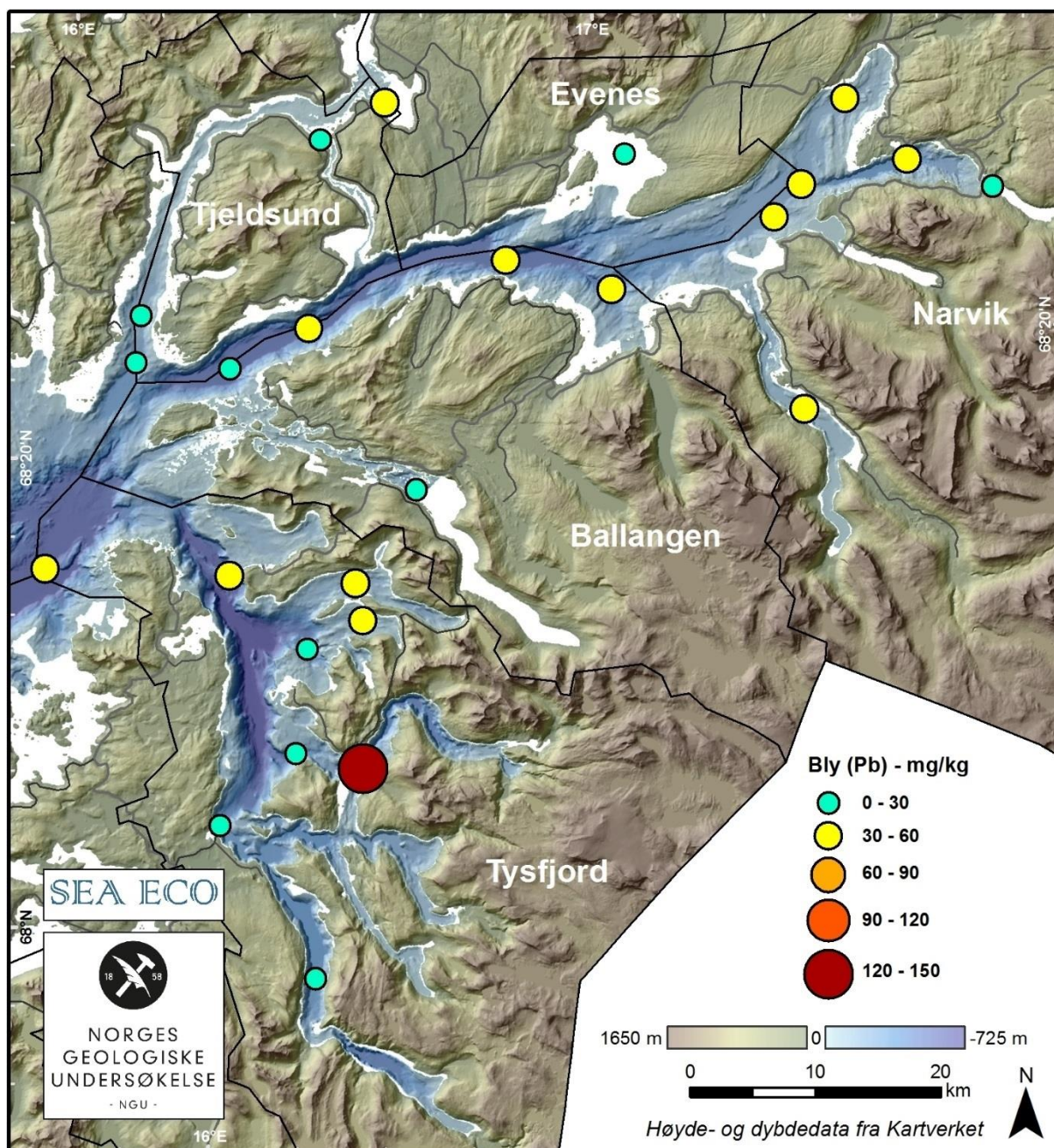
Figur 8a. Arsenkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.1 Arsen (As)

As-konsentrasjonen varierer fra 3,8 til 29,7 mg/kg (Figur 8a). De største konsentrasjonene finnes i sedimentprøve 09 fra Rombaken (29,7 mg/kg) og prøve 27 ved Kjøpsvik (24,7 mg/kg). Menneskeskapt forurensning kan muligens forklare disse verdiene, som ikke er knyttet til noe høyt TOC-innhold i prøvene (Figur 5). Av 25 prøver er 18 i tilstandsklasse I (bakgrunn) for kyst- og fjordsedimenter (<15 mg/kg sediment), og fire i klasse II (Figur 8b). I tilstandsklasse III (18–71 mg/kg sediment, moderat) ligger prøvene fra Rombaken (09), Kjøpsvik (27), og Forsahavet (22). Høyere verdier i Forsahavet kan korreleres med høyt TOC-innhold (>3 %).



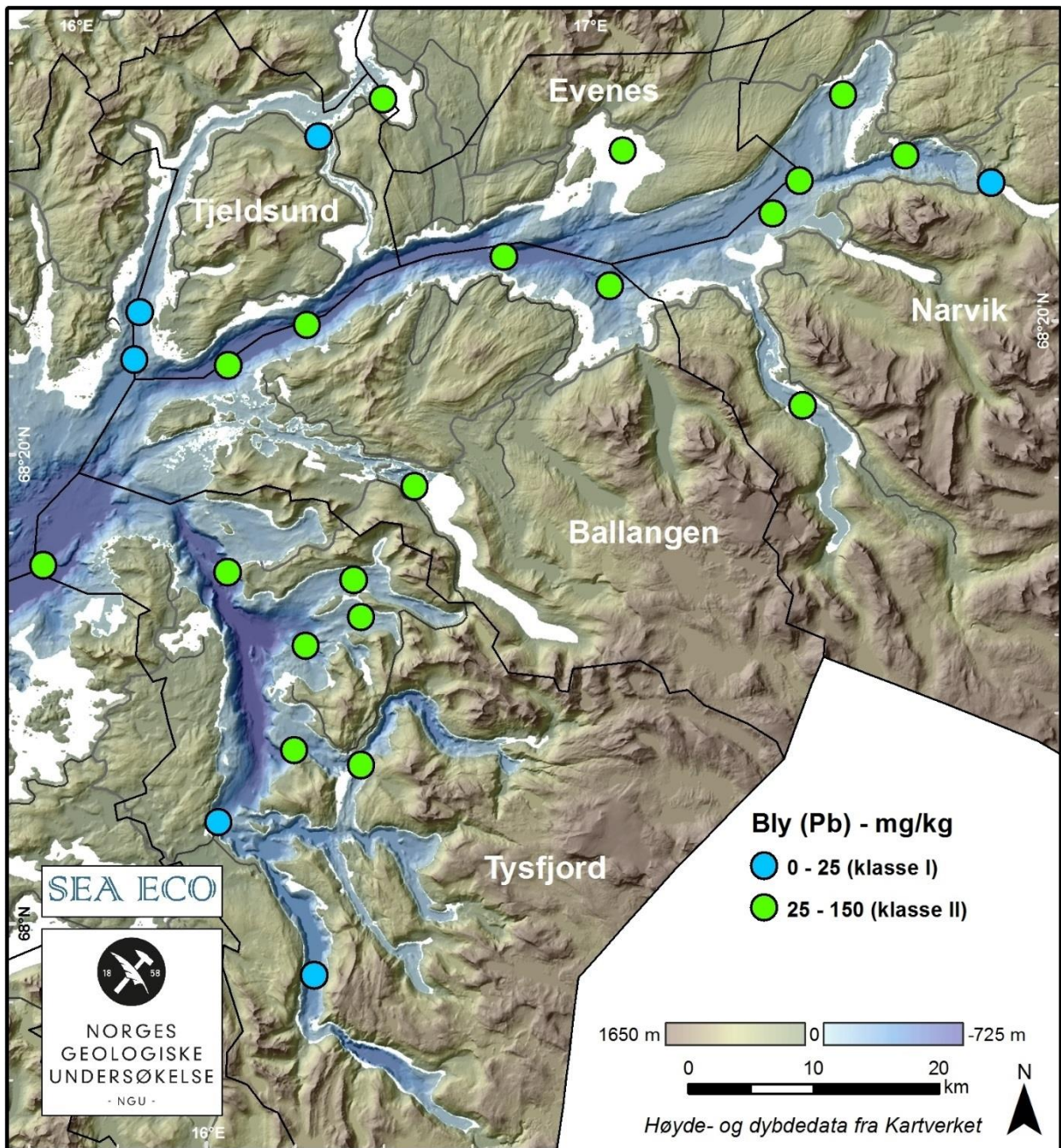
Figur 8b. Arsenkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



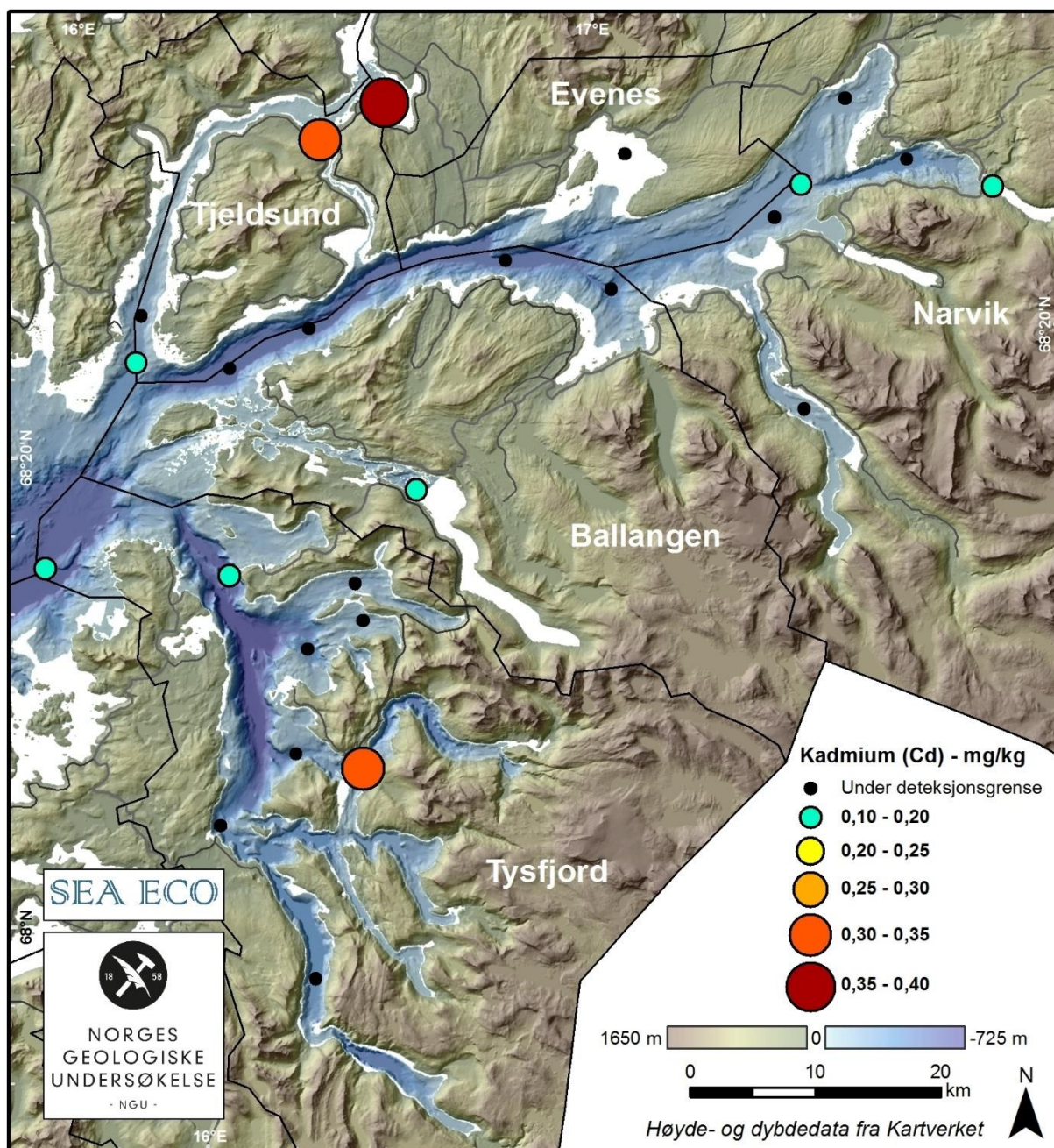
Figur 9a. Blykonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.2 Bly (Pb)

Pb-konsentrasjonen i overflatesedimentene varierer fra 7,0 til 130 mg/kg (Figur 9a). Prøve 27 ved Kjøpsvik har den høyeste blykonsentrasjonen (130 mg/kg). Muligens er anrikningen av bly i karbonatslam fra sementproduksjon en forklaring. Figur 9b viser at 6 av 25 prøver har Pb-konsentrasjoner i tilstandsklasse I (<25 mg/kg sediment, bakgrunn) mens de øvrige tilhører klasse II (25–150 mg/kg sediment, god).



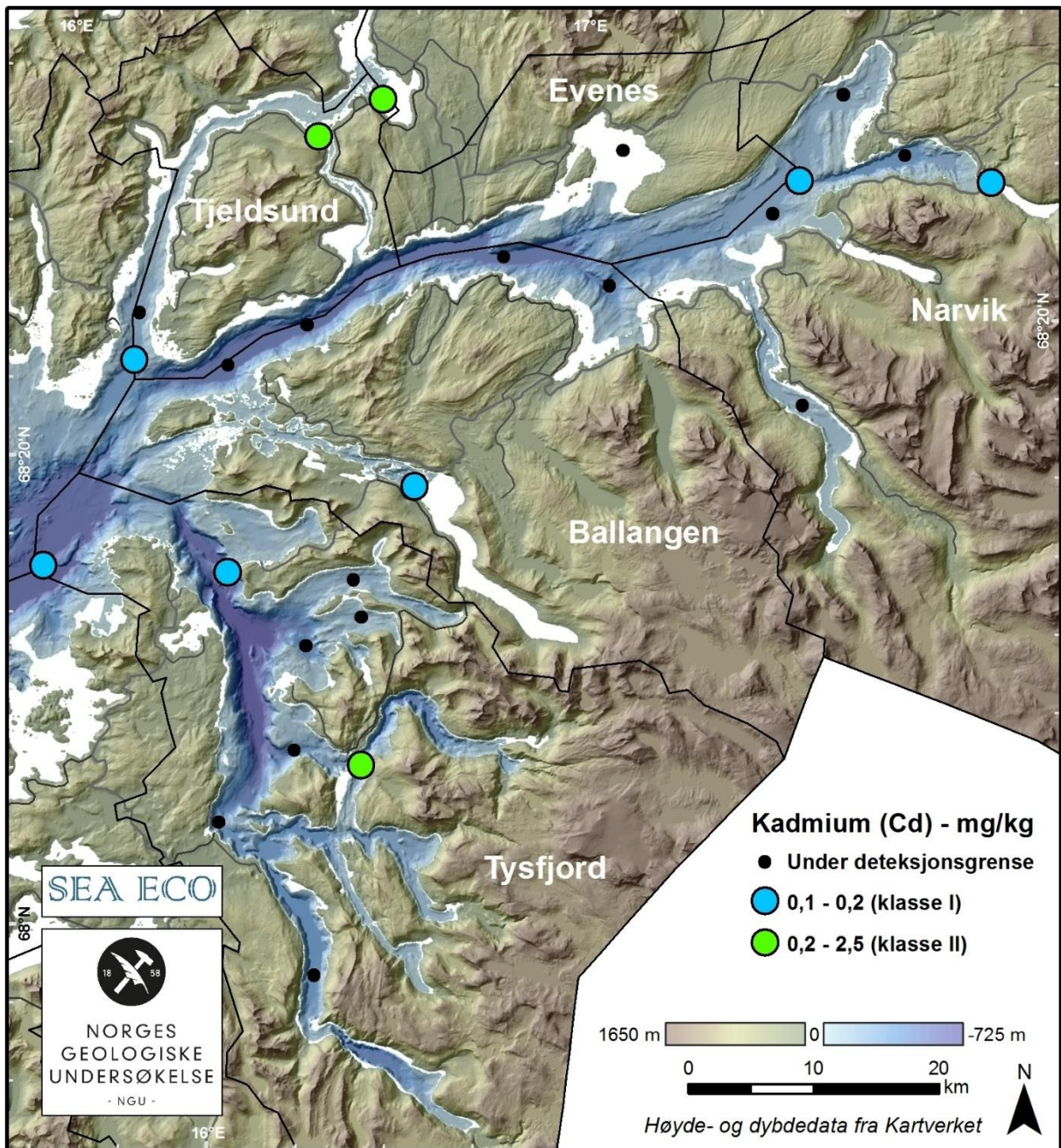
Figur 9b. Blykonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



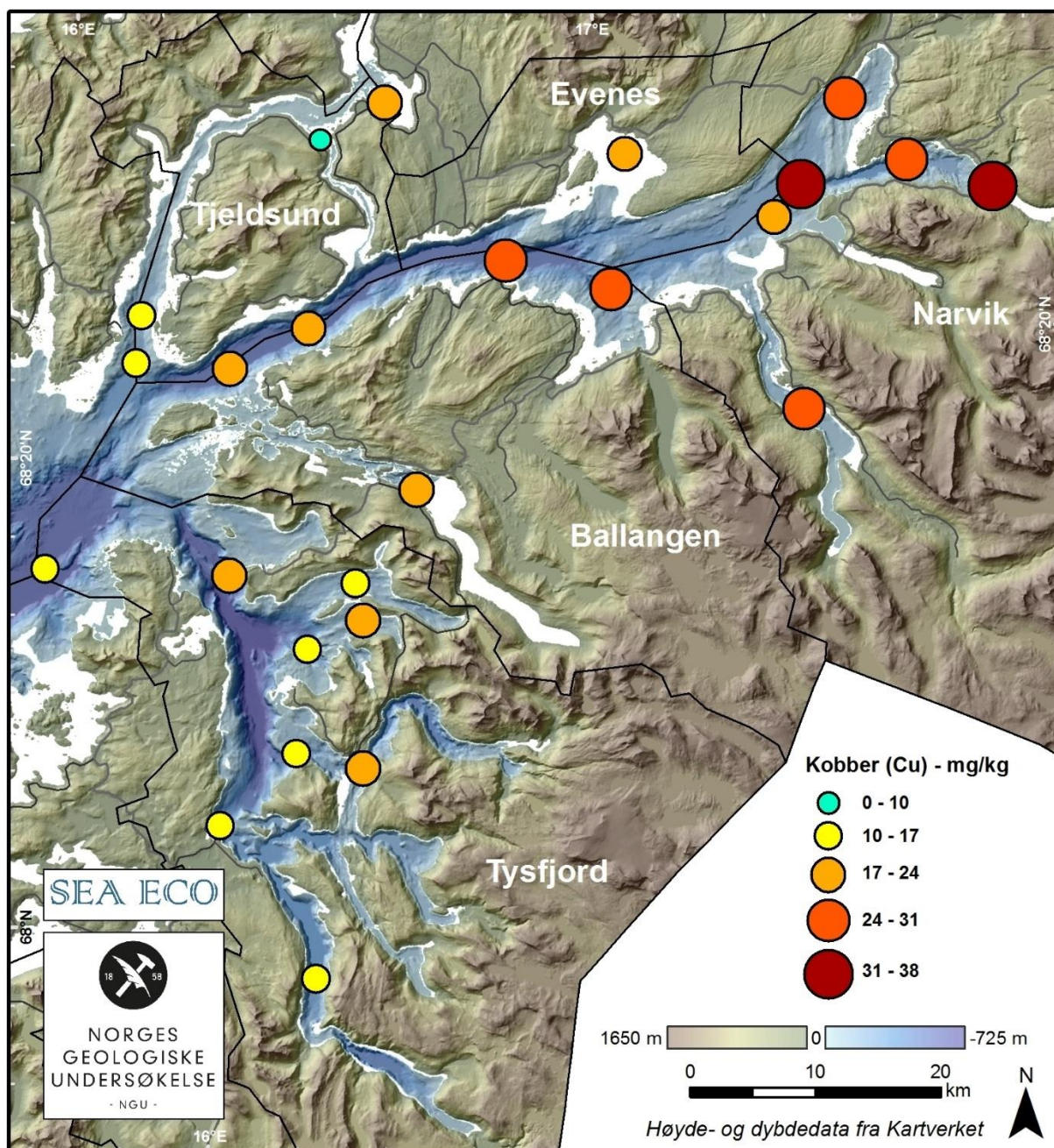
Figur 10a. Kadmiumkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.3 Kadmium (Cd)

Cd-konsentrasjonen varierer fra $<0,1$ til $0,37$ mg/kg (Figur 10a). De høyeste verdiene er målt i Lavangsfjorden ($0,37$ mg/kg, prøve 34), i Ramsund ($0,35$ mg/kg, prøve 33) og ved Kjøpsvik ($0,34$ mg/kg, prøve 27). Av 25 prøver har 16 Cd-konsentrasjoner under laboratoriets deteksjonsgrense ($0,10$ mg/kg). Figur 10b viser at alle øvrige prøver har konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I ($<0,2$ mg/kg sediment, bakgrunn) eller II ($0,2$ – $2,5$ mg/kg sediment, god).



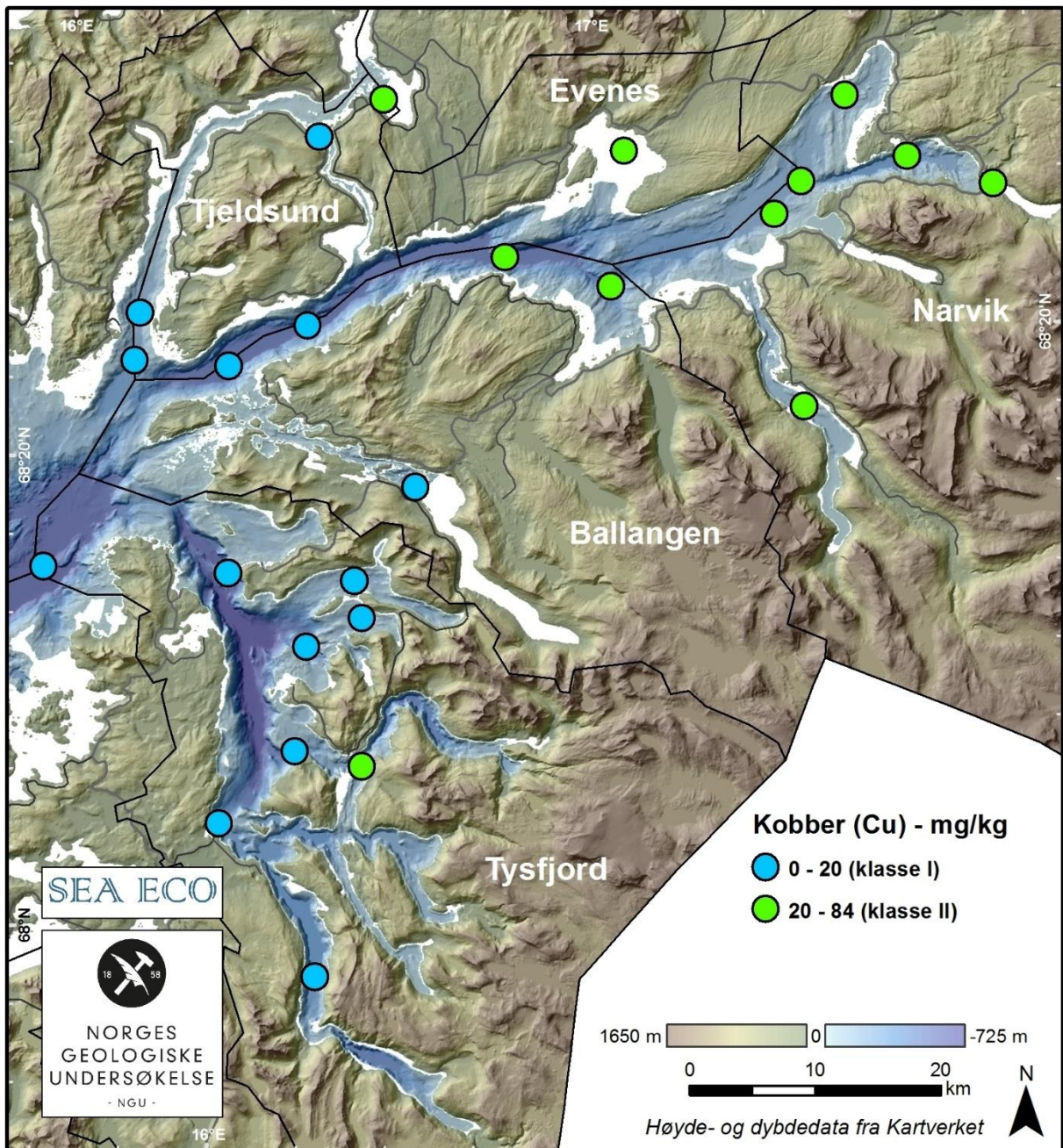
Figur 10b. Kadmiumkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



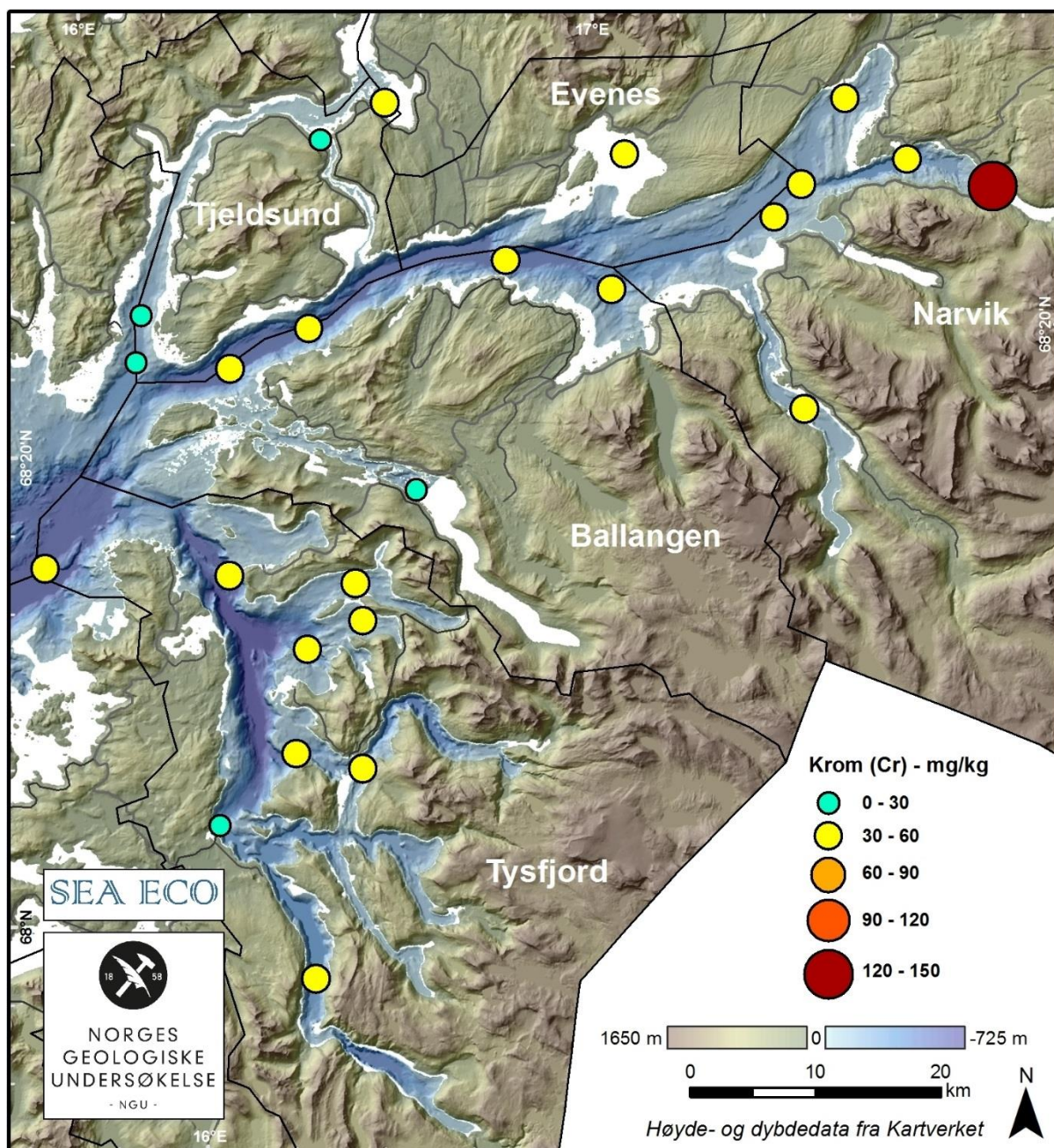
Figur 11a. Kobberkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.4 Kobber (Cu)

Cu er registrert i samtlige prøver, med konsentrasjoner fra 8,4 til 33,3 mg/kg (Figur 11a). Stasjonene i Ofotfjorden har jevnt over høyere kobberverdier enn stasjonene i Tysfjorden og Tjeldsundet. En mulig forklaring kan være ulike kobberkonsentrasjoner i det prekambriske grunnfjellet vest for Ofotfjorden og i bergarter fra den kaledonske fjellkjeden i øst (se <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>). Figur 11b viser at de fleste prøvene i Tysfjorden og Tjeldsundet tilhører tilstandsklasse I (<20 mg/kg sediment, bakgrunn), mens prøvene i Ofotfjorden tilhører klasse II (20–84 mg/kg sediment, god).



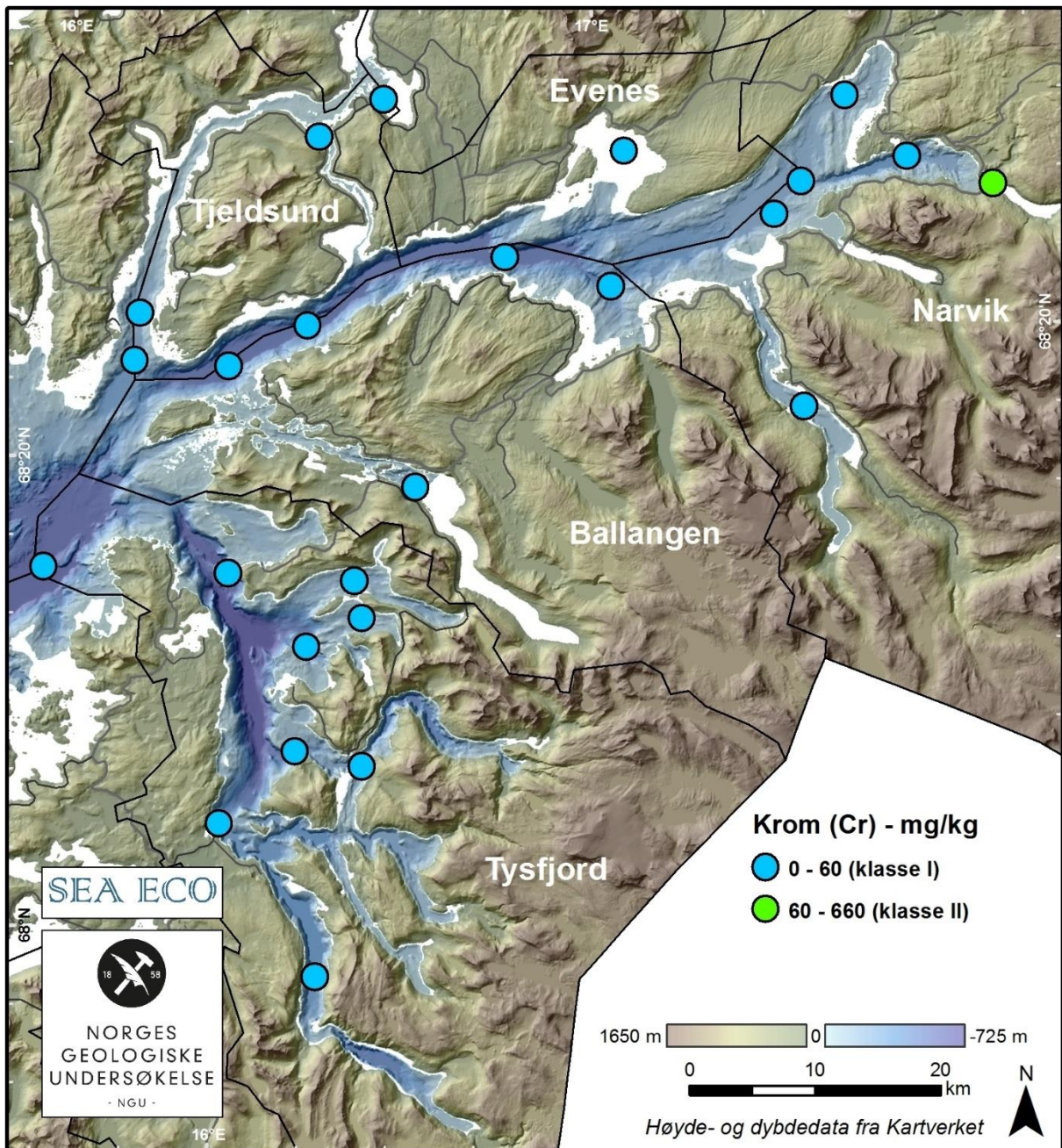
Figur 11b. Kobberkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



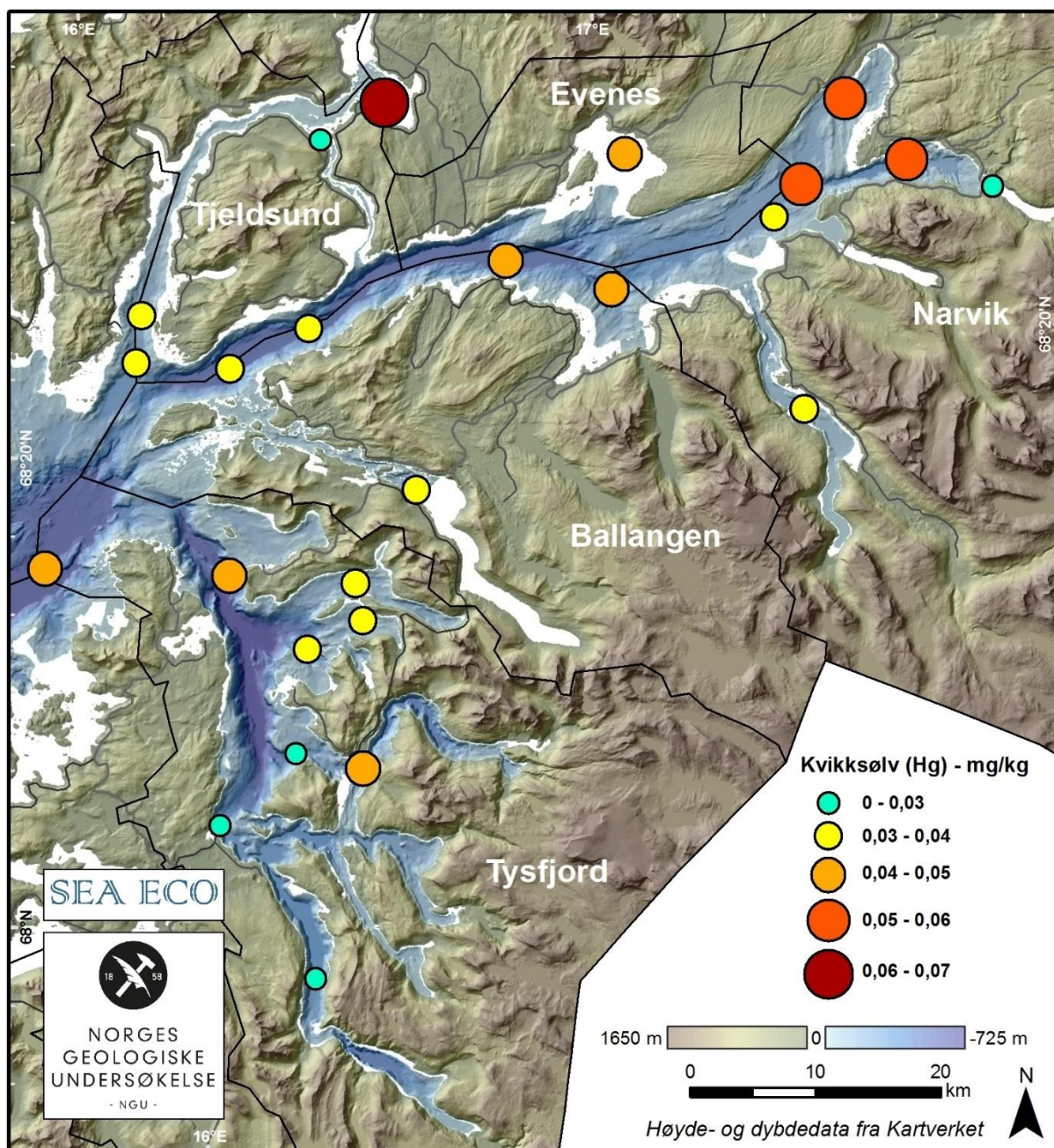
Figur 12a. Kromkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.5 Krom (Cr)

Cr er registrert i samtlige prøver, med konsentrasjoner fra 14,2 til 136 mg/kg (Figur 12a). Konsentrasjonen i prøve 08 fra Rombaksbotn (136 mg/kg) er klart høyere enn det vi finner i de øvrige prøvene. Årsaken til dette er ikke kjent, men lokal forurensning kan ikke utelukkes. Figur 12b viser at alle prøver tilhører tilstandsklasse I (<60 mg/kg sediment, bakgrunn), så nær som prøve 08 i Rombaksbotn som tilhører klasse II (60–660 mg/kg sediment, god).



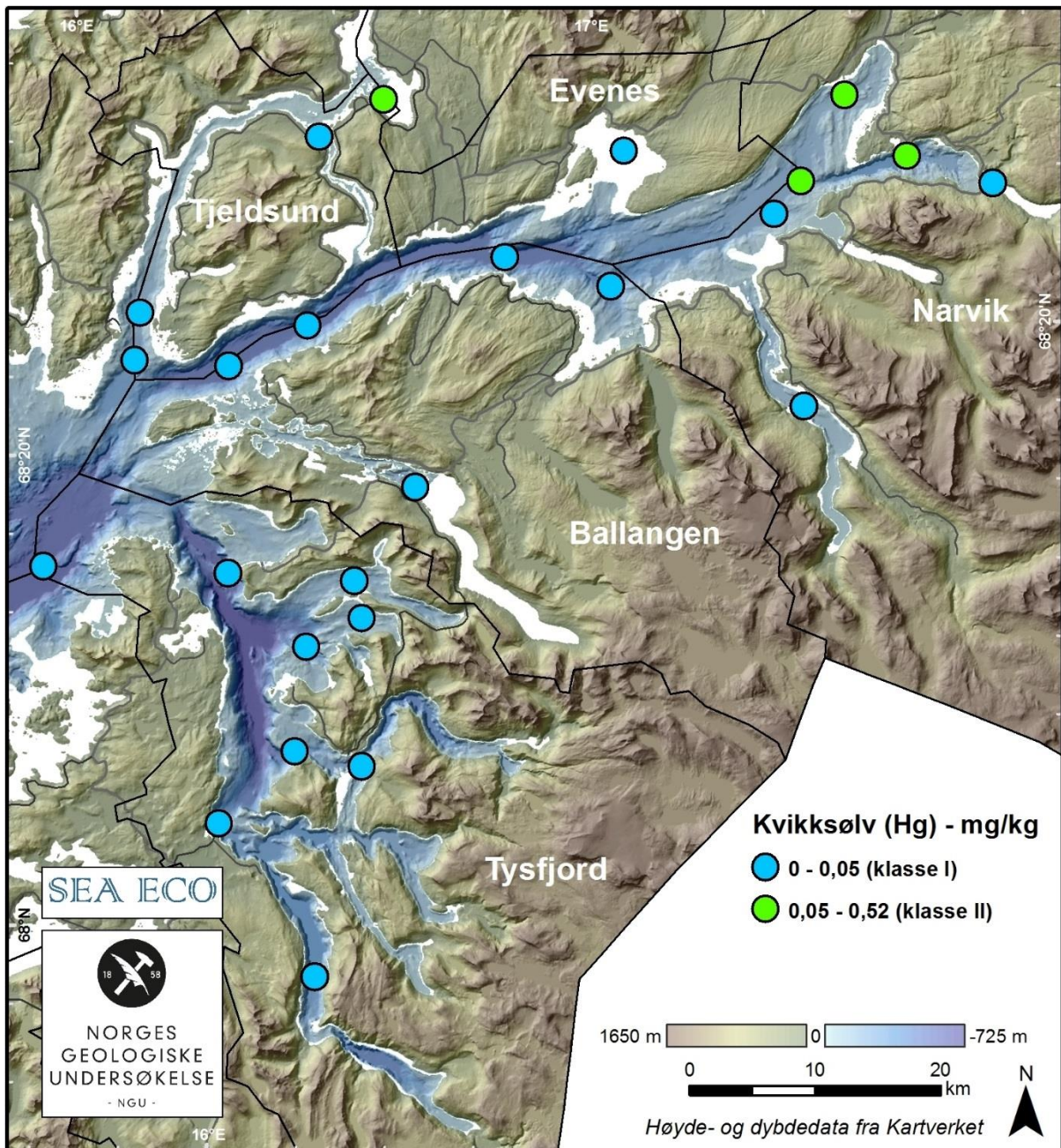
Figur 12b. Kromkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



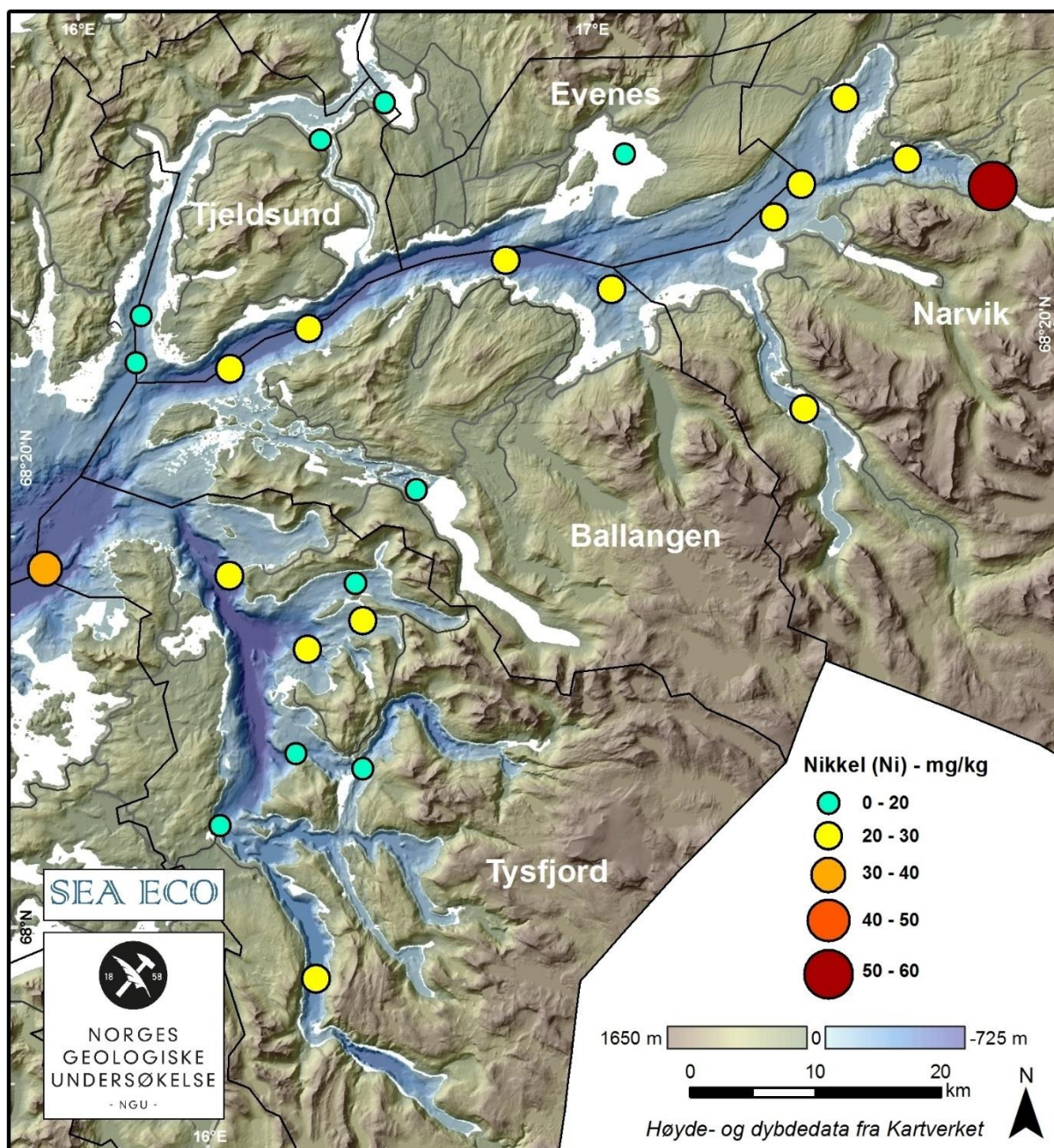
Figur 13a. Kvikksølvkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.6 Kvikksølv (Hg)

Hg-konsentrasjonen i sedimentprøvene varierer fra 0,019 til 0,068 mg/kg. Størst innhold av kvikksølv finner vi i Lavangsfjorden (0,068 mg/kg, prøve 34) og i indre deler av Ofotfjorden (Fig. 13a). For prøven fra Lavangsfjorden kan dette knyttes til en høy konsentrasjon av organisk karbon (TOC, Figur 5) der kvikksølv lett kan anrikes. TOC-nivåene i prøvene fra indre Ofotfjord er lave, og det er mulig at de høyere kvikksølvverdiene her kan knyttes til forurensning fra menneskeskapt kilder. Figur 13b viser at 21 av 25 prøver tilhører tilstandsklasse I (<0,05 mg/kg sediment, bakgrunn), mens de øvrige 4 tilhører klasse II (0,05–0,52 mg/kg sediment, god).



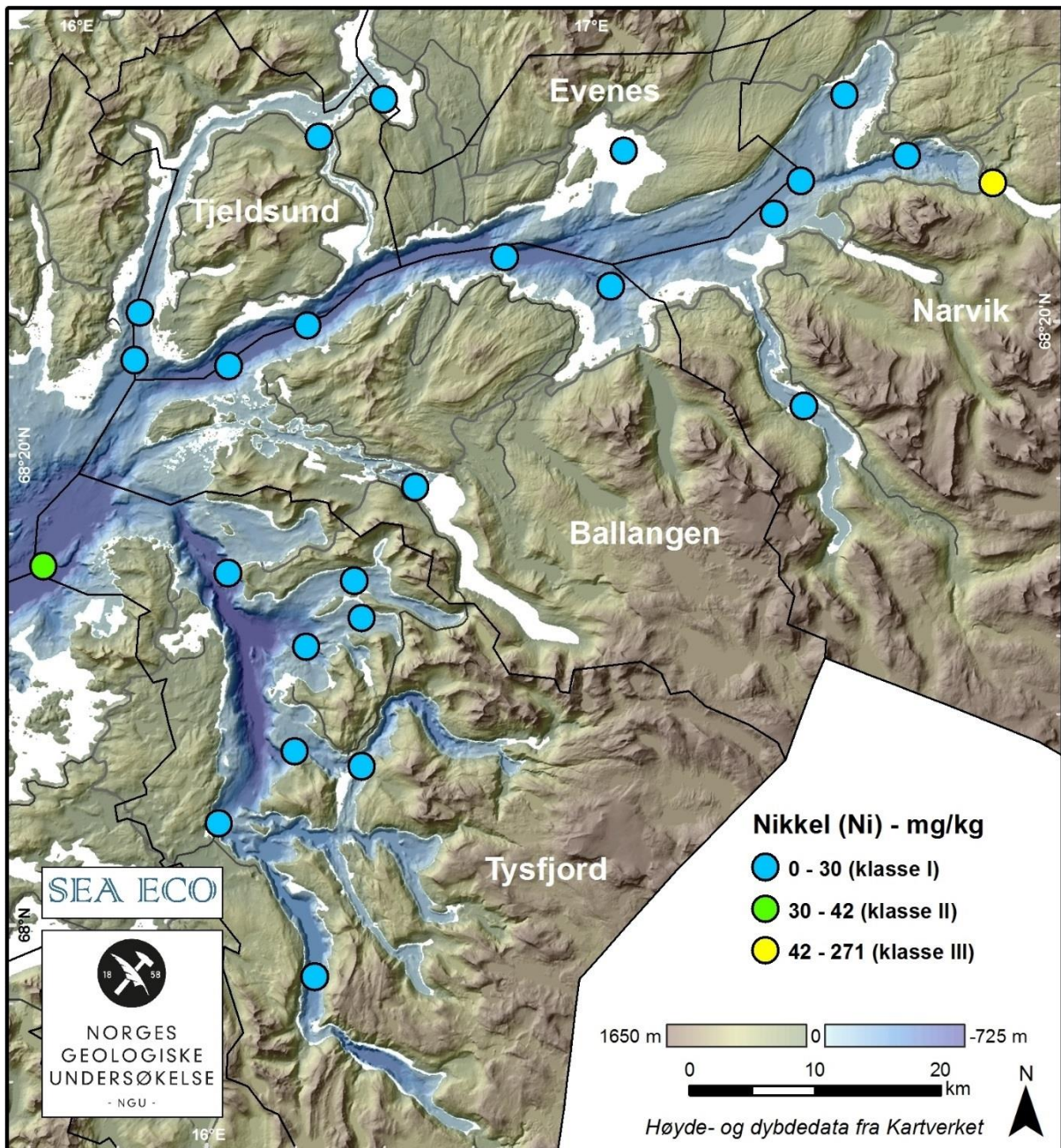
Figur 13b. Kvikksølvkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



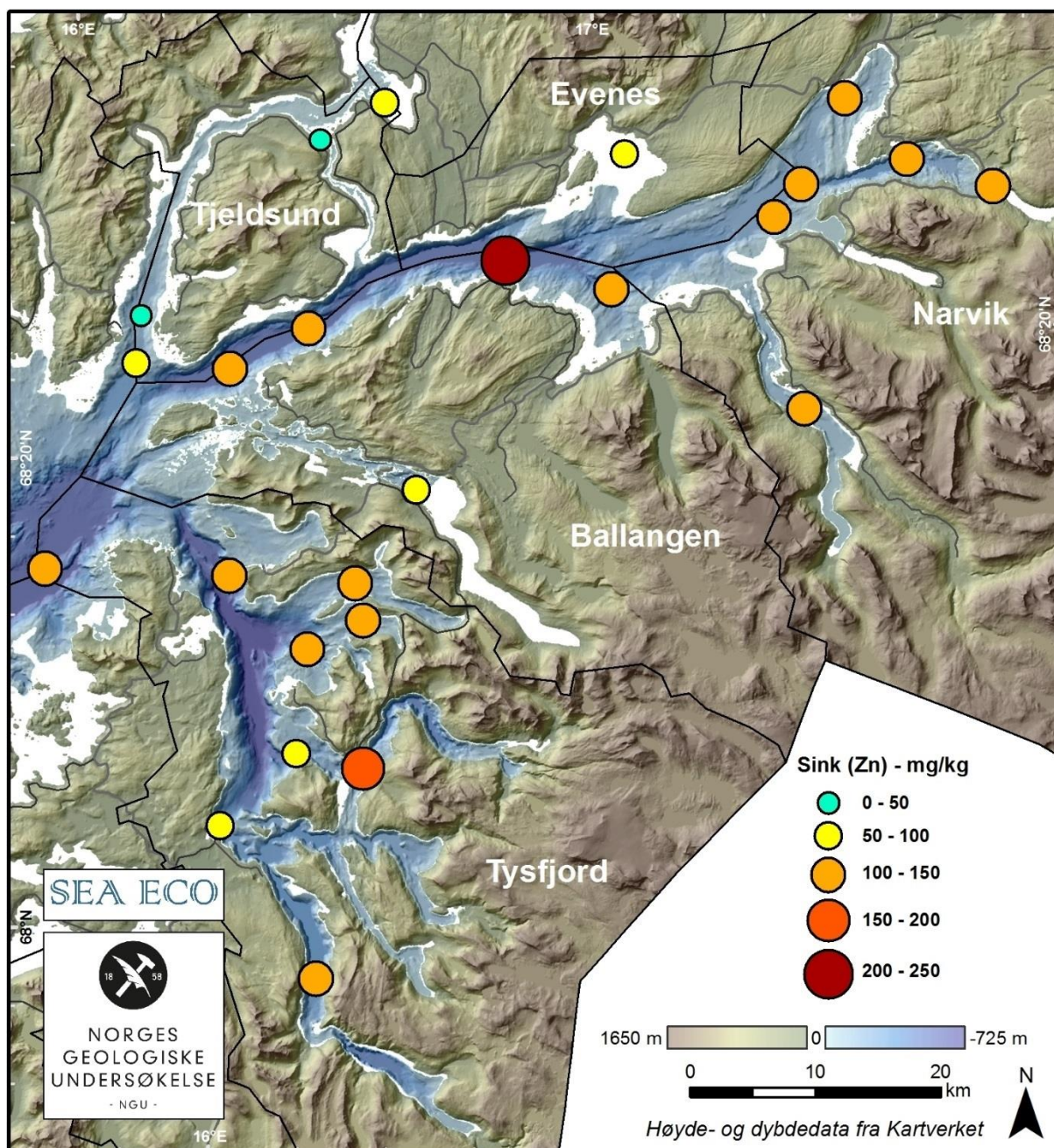
Figur 14a. Nikkelkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.7 Nikkel (Ni)

Ni-konsentrasjonen varierer fra 8,0 til 35,2 mg/kg i de fleste prøver, men i Rombaksbotn (prøve 08) er nikkelinholdet i overflatesedimentene 58,3 mg/kg (Figur 14a). Dette kan skyldes forurensning fra menneskeskapt kilder, for eksempel skipsvrak eller ammunisjon. Slik forholdsvis høy Ni-konsentrasjon tilsvarer tilstandsklasse III (42–271 mg/kg, Figur 14b), mens de fleste andre overflateprøver er i tilstandsklasse I (<30 mg/kg sediment, bakgrunn). Prøve 20 fra Vestfjorden får tilstandsklasse II (30–42 mg/kg sediment, god).



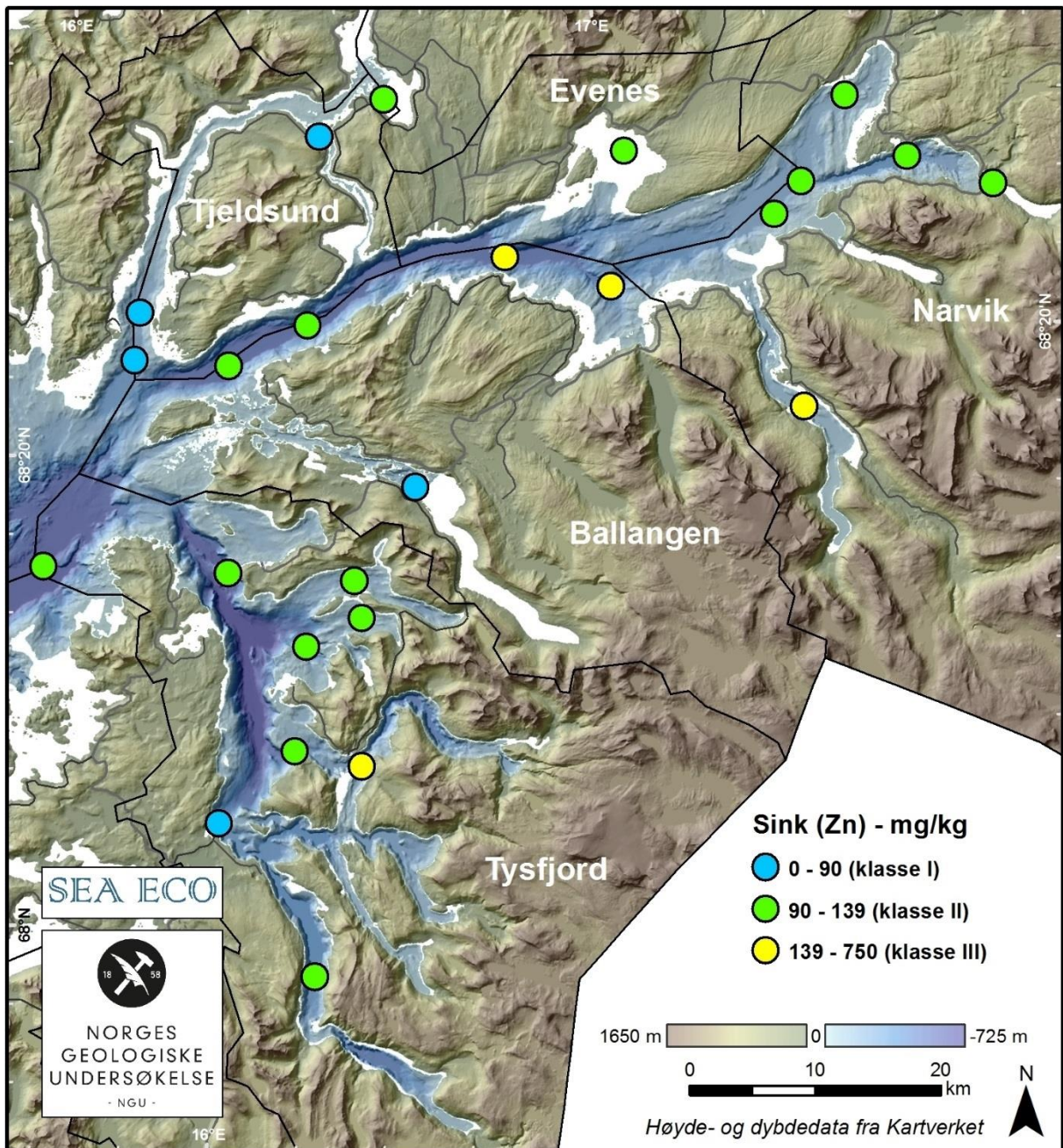
Figur 14b. Nikkeltkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



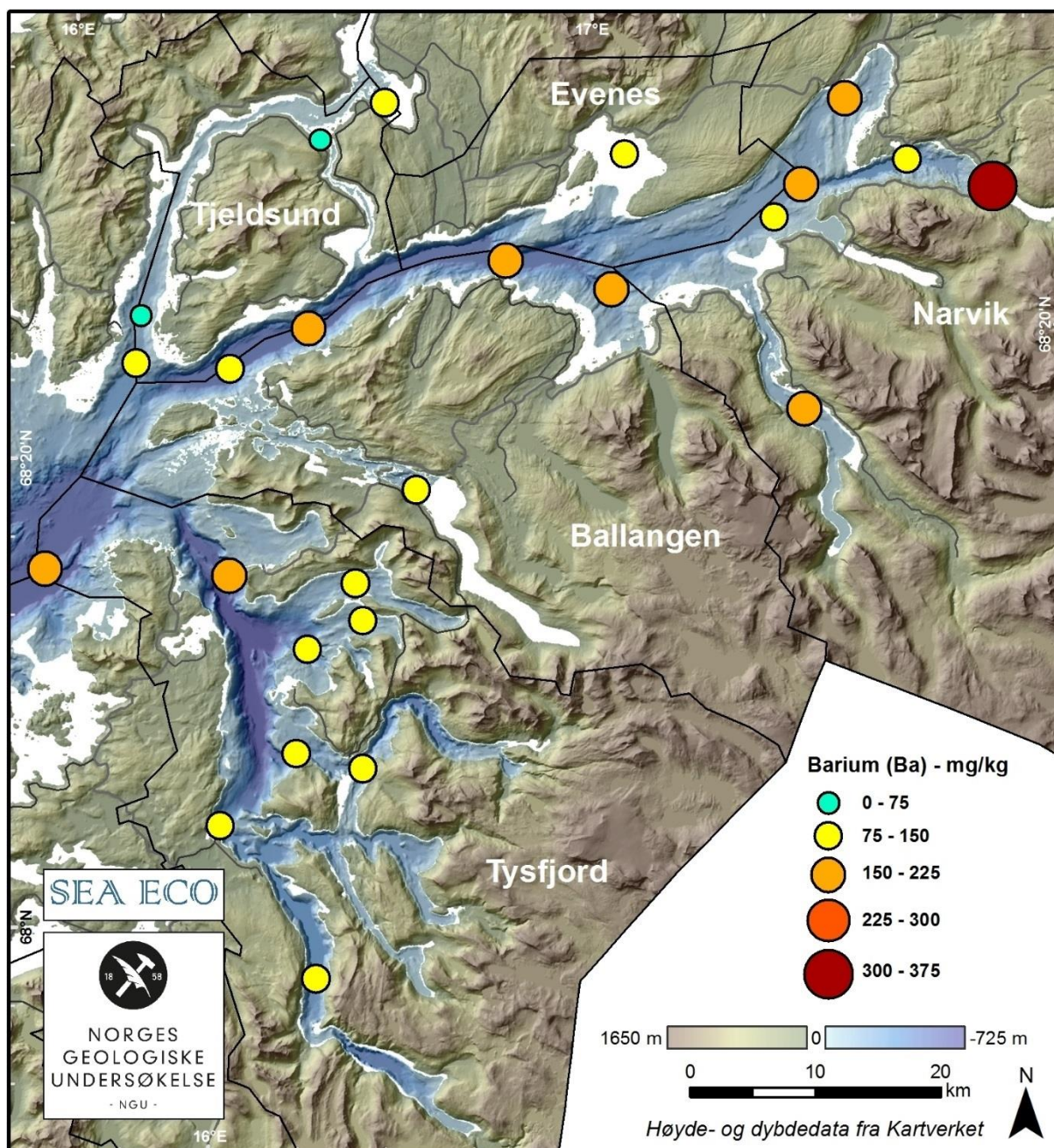
Figur 15a. Sinkkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.8 Sink (Zn)

Zn-konsentrasjonen varierer fra 37,8 til 228 mg/kg (Figur 15a), med den høyeste verdien på stasjon 16 i midtre del av Ofotfjorden. Klassifisert etter Miljødirektoratets grenseverdier (Figur 15b) plasserer 5 prøver seg i tilstandsklasse I (<90 mg/kg sediment, bakgrunn), mens 16 tilhører tilstandsklasse II (90–139 mg/kg sediment, god). På stasjon 12 i Skjomen, stasjon 14 og 16 i midtre del av Ofotfjorden og stasjon 27 ved Kjøpsvik er det registrert konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse III (139–750 mg/kg sediment, moderat).



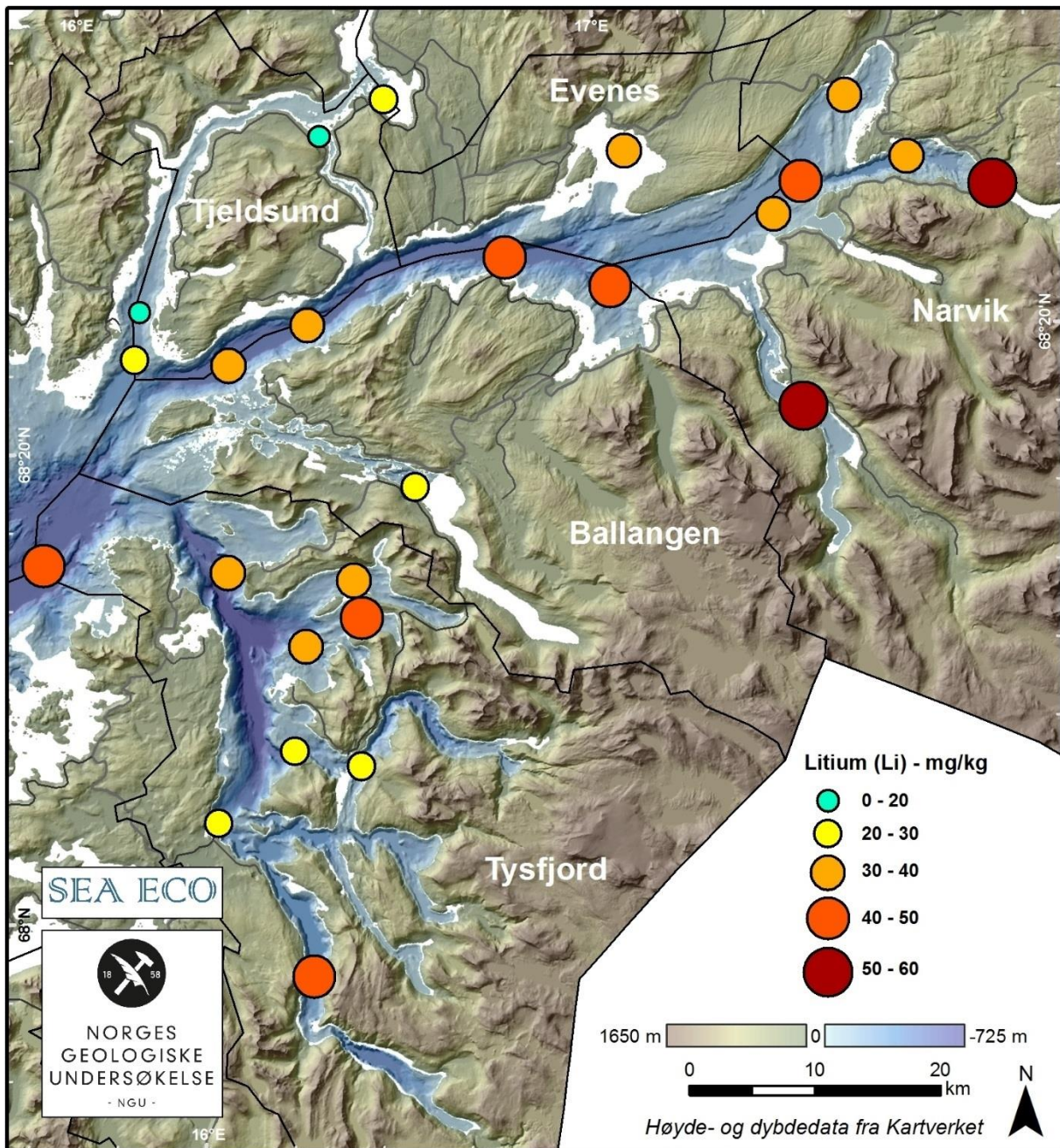
Figur 15b. Sinkkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



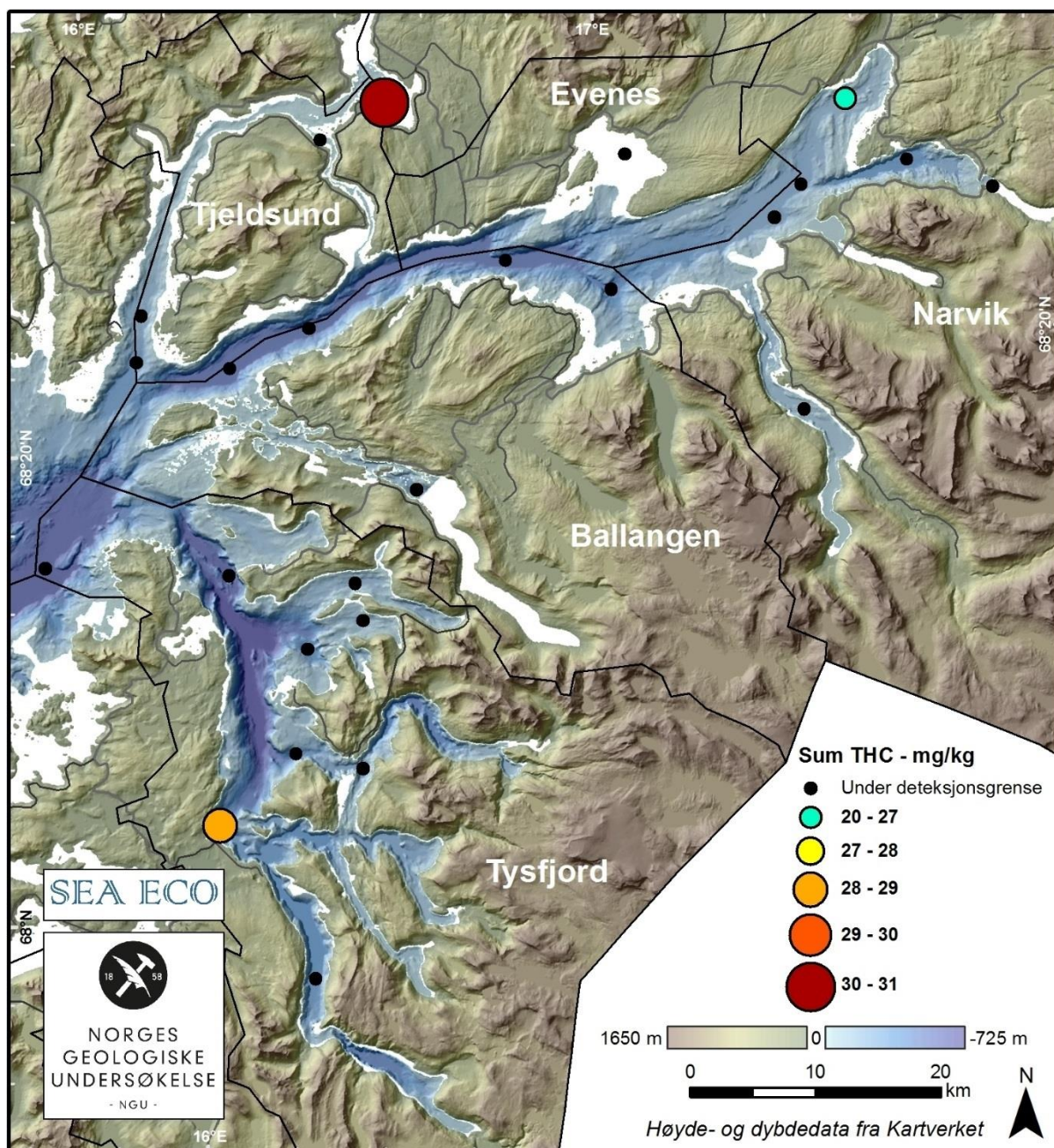
Figur 16. Bariumkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.9 Barium (Ba) og Litium (Li)

Ba-konsentrasjonen i sedimenter kan være påvirket av menneskelig aktivitet, særlig i områder der barytt (bariumsulfat) er brukt som komponent i boreslammet ved boring under vann. En slik sammenheng er påvist i Skagerrak og på Trænabanken (Lepland m. fl., 2000; Lepland og Mortensen, 2008). Dette er mest sannsynlig ikke relevant i studieområdet, noe som bekreftes gjennom et godt samsvar ($n = 25$, $R^2 = 0,8$) mellom Ba-konsentrasjonen (43–317 mg/kg, Figur 16) og Li-konsentrasjonen (15–59 mg/kg, Figur 17). Det er sannsynlig at Ba hovedsakelig er bundet til naturlige silikatpartikler og ikke er påvirket av menneskelig aktivitet og utslipp. Miljødirektoratet har ikke utarbeidet grenseverdier for barium eller litium.



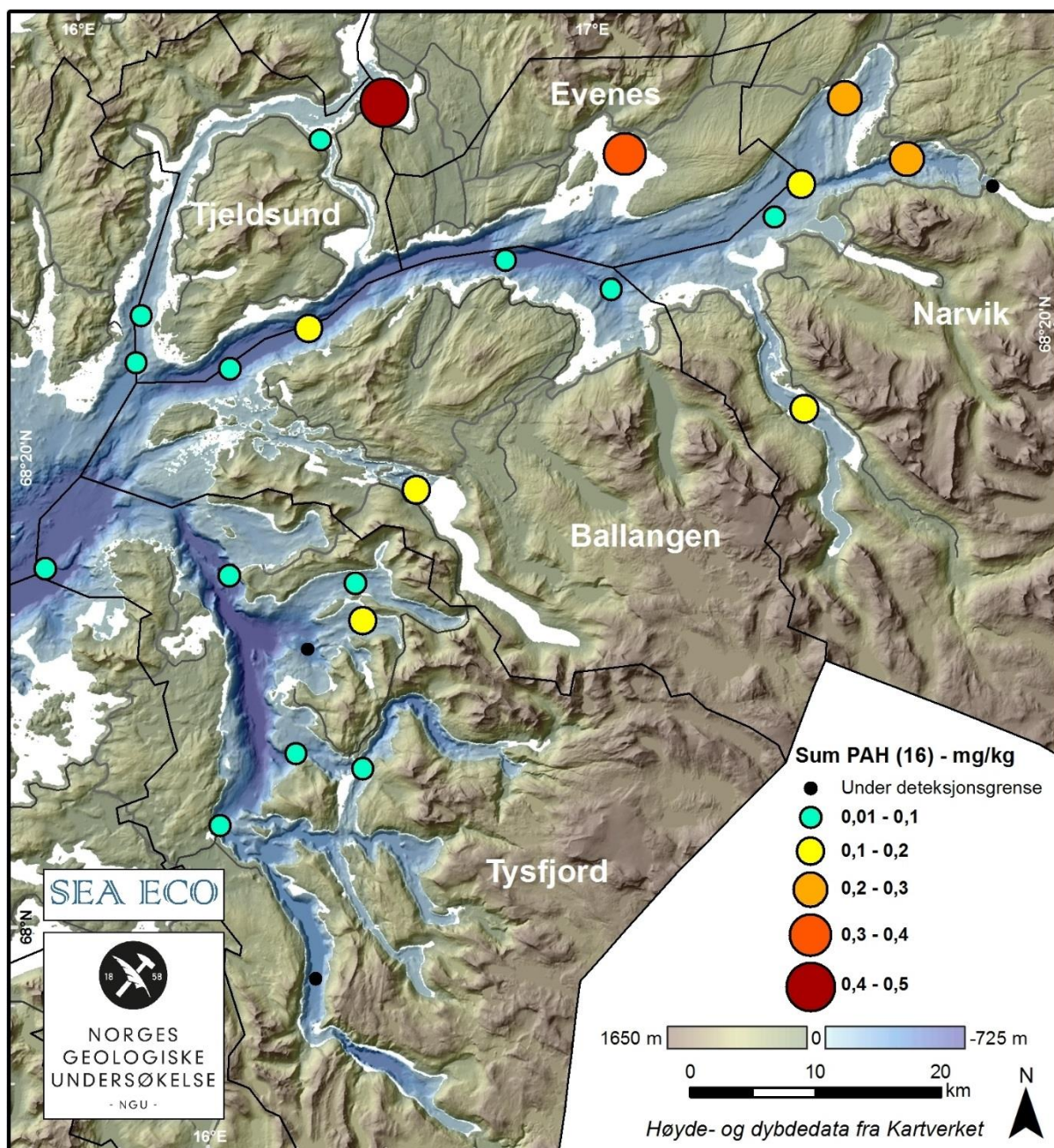
Figur 17. Litiumkonsentrasjon i overflatesedimentene.



Figur 18. Total konsentrasjon av hydrokarboner (THC) i overflatesedimentene.

2.2.10 Totale hydrokarboner (THC)

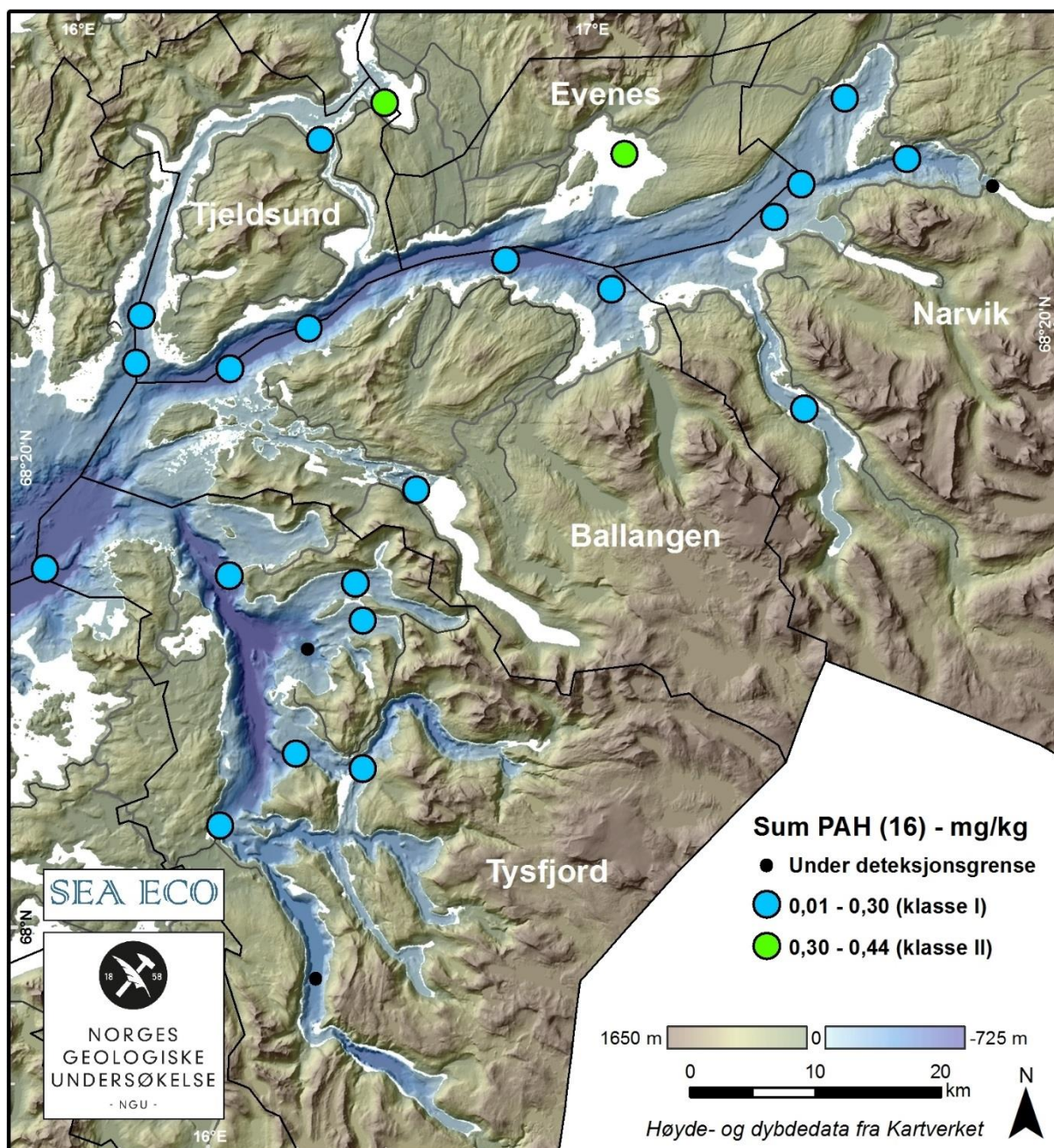
THC er hydrokarboner som kan relateres til olje og oljeprodukter. Analyser gir konsentrasjonen av flere typer hydrokarboner, fra lette (C_5 – C_8) til tunge (C_{16} – C_{35}) hydrokarbonforbindelser. I studieområdet er det kun funnet målbare nivåer (>20 mg/kg) av de tynge hydrokarbonene (C_{16} – C_{35}). Lette og middelstunne hydrokarboner er alle under laboratoriets deteksjonsgrense på 5 mg/kg. Figur 18 viser at THC-verdiene er under deteksjonsgrensen for 22 av 25 prøver. I Lavangsfjorden (prøve 34) er verdien 31 mg/kg, mens prøve 28 fra Drag inneholder 29 mg THC/kg og prøve 10 fra Herjangsfjorden inneholder 25 mg THC/kg. Miljødirektoratet har ikke utarbeidet grenseverdier for THC.



Figur 19a. PAH₁₆-konsentrasjon i overflatesedimentene.

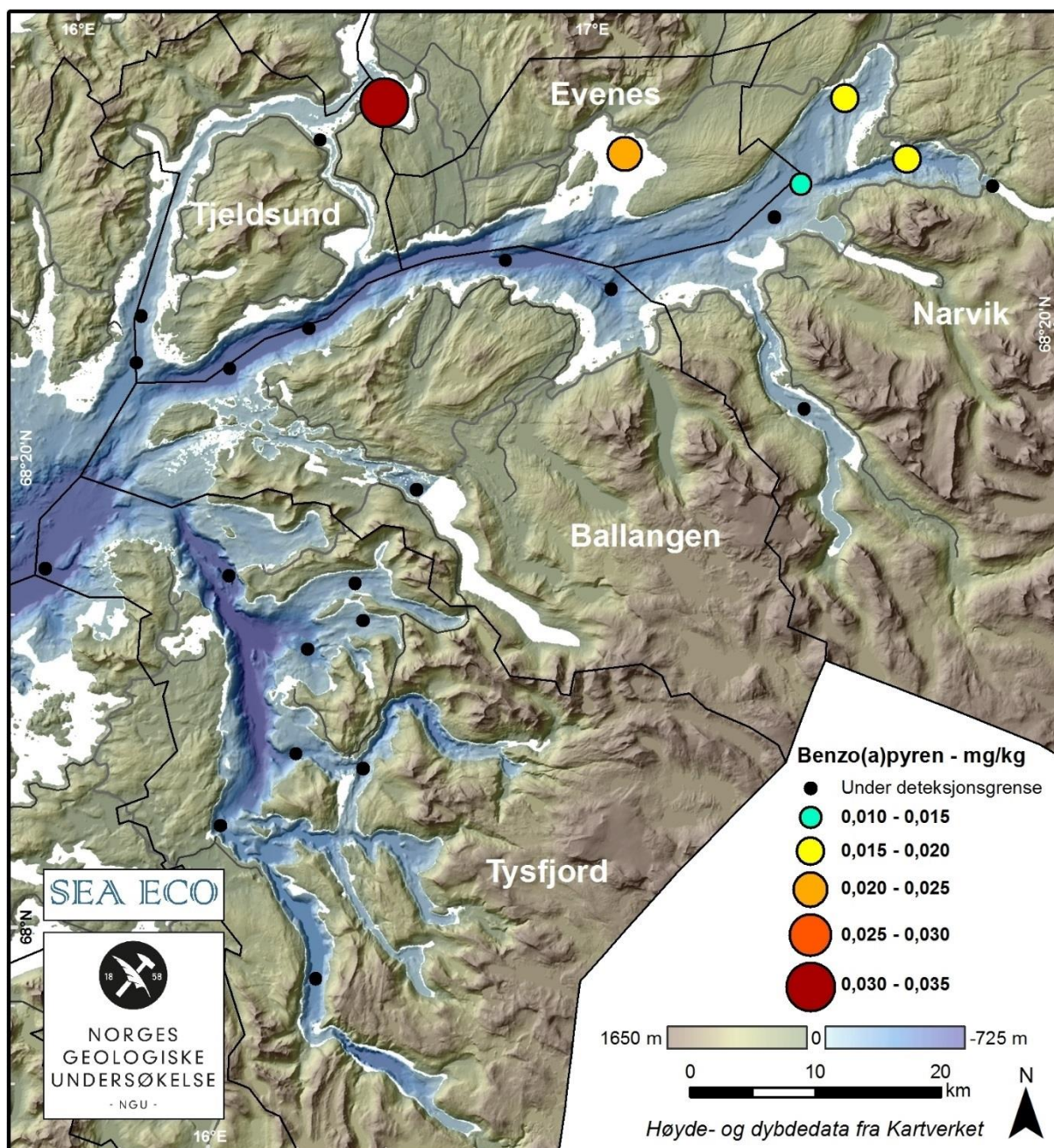
2.2.11 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH₁₆) og benzo(a)pyren

PAH-forbindelser er ofte helseskadelige. Flere av forbindelsene er kreftfremkallende, blant annet benzo(a)pyren. 2 til 6-rings aromatiske hydrokarboner oppstår typisk som et resultat av ufullstendig forbrenning av organisk materiale som vedfyring, skogsbrann eller ufullstendig forbrenning av fossile drivstoffprodukter som olje, diesel, bensin eller kull. I denne rapporten presenterer vi summen av de 16 analyserte PAH-forbindelsene i tillegg til konsentrasjonene av benzo(a)pyren separat. Figur 19a viser at det finnes målbare nivåer av PAH₁₆-forbindelser på 22 av 25 stasjoner. De høyeste konsentrasjonene er funnet i Lavangsfjorden (0,44 mg/kg, prøve 34) og i Bogen (0,32 mg/kg, prøve 15).



Figur 19b. PAH₁₆-konsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2229/2007 (2007).

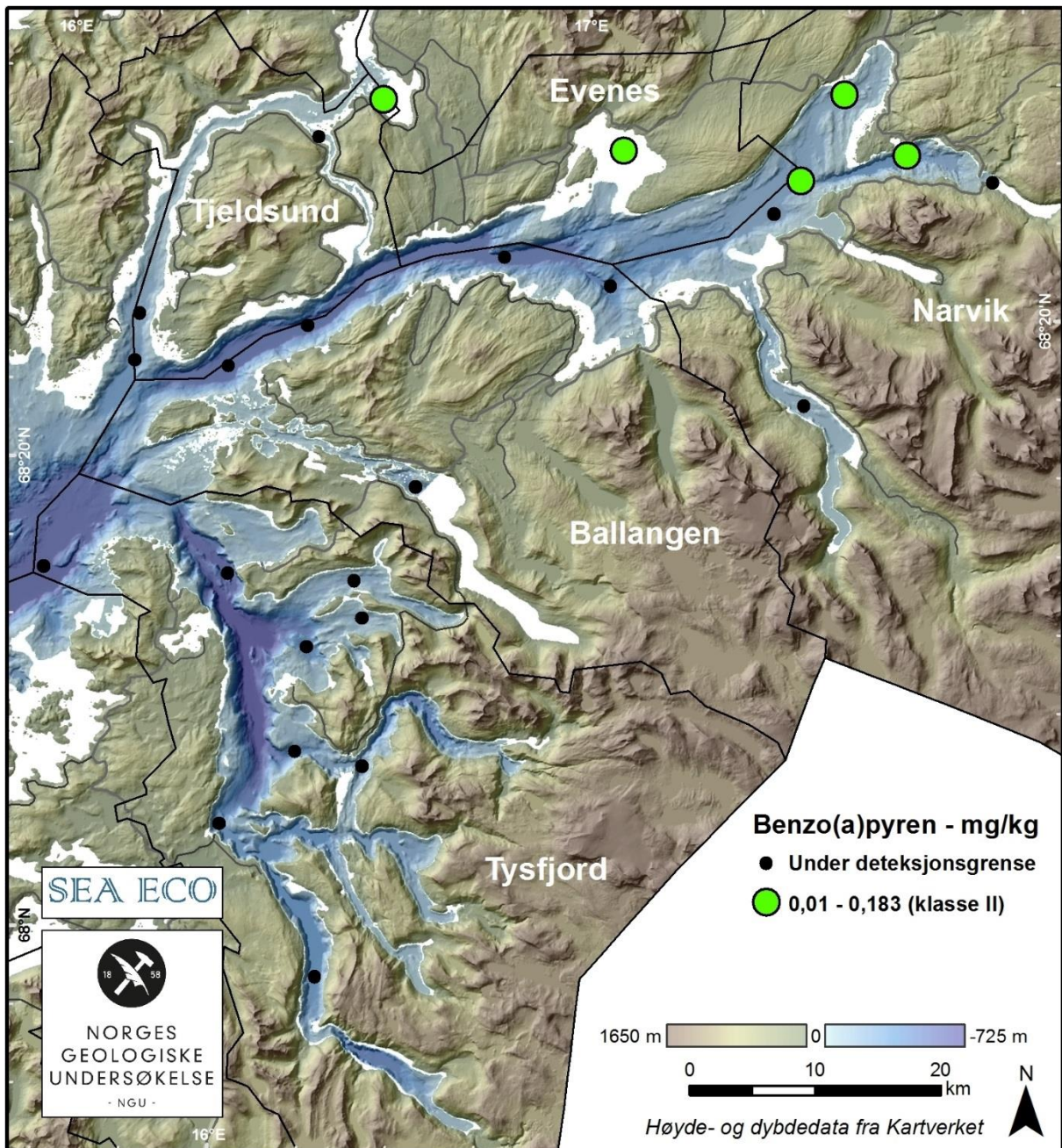
Generelt er PAH₁₆-konsentrasjonene i studieområdet lave. I henhold til Miljødirektoratets veileder M-608 (2016) føres det ikke lenger tilstandsklasser for Sum PAH₁₆-konsentrasjoner, men kun for enkeltforbindelser som benzo(a)pyren. For å kunne sammenlikne resultatene fra Ofot-regionen med andre norske fjorder bruker vi derfor etter anbefaling fra Miljødirektoratet deres veileder TA-2229/2007 (SFT 2007) til klassifisering. Grenseverdiene oppgitt i denne veilederen gir en klassifisering som vist i Figur 19b, der 20 stasjoner med målbare nivåer av PAH₁₆ havner i tilstandsklasse I (<0,3 mg/kg sediment, bakgrunn), mens 2 stasjoner (prøve 15 og 34) får tilstandsklasse II (0,3–2 mg/kg sediment, god).



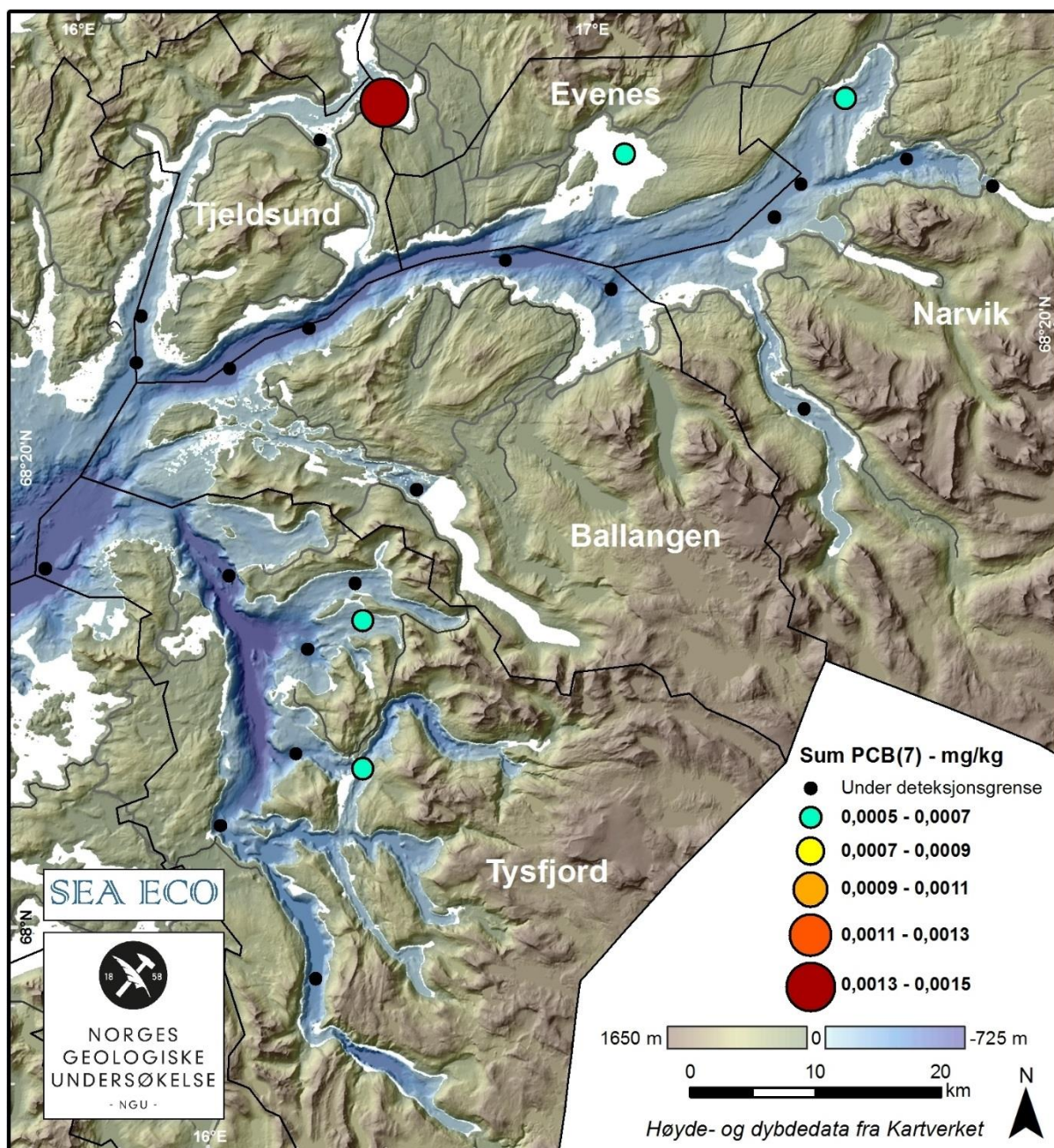
Figur 20a. Benzo(a)pyrenkonsentrasjon i overflatesedimentene.

Benzo(a)pyren er registrert på 5 av de 25 prøvetakingsstasjonene. Den høyeste konsentrasjonen (0,033 mg/kg) er funnet på stasjon 34 i Lavangsfjorden (Figur 20a). De øvrige 4 stasjonene med målbare konsentrasjoner av benzo(a)pyren ligger alle i Ofotfjorden. Miljødirektoratets øvre grense på 0,006 mg/kg for tilstandsklasse I er lavere enn deteksjonsgrensen på 0,01 mg/kg. Alle 5 prøver med konsentrasjoner over deteksjonsgrensen plasserer seg dermed i tilstandsklasse II (0,006–0,183 mg/kg sediment, god), som vist i Figur 20b.

Konsentrasjonene for hver enkelt av de øvrige PAH-forbindelsene tilsvarer tilstandsklasse I og II (ikke vist i kart). For flere av stoffene er øvre tillatte verdi for tilstandsklasse I satt lavere enn laboratoriets deteksjonsgrense, og i mange tilfeller kan vi derfor ikke skjelle mellom klassene I (bakgrunn) og II (god).



Figur 20b. Benzo(a)pyrenkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



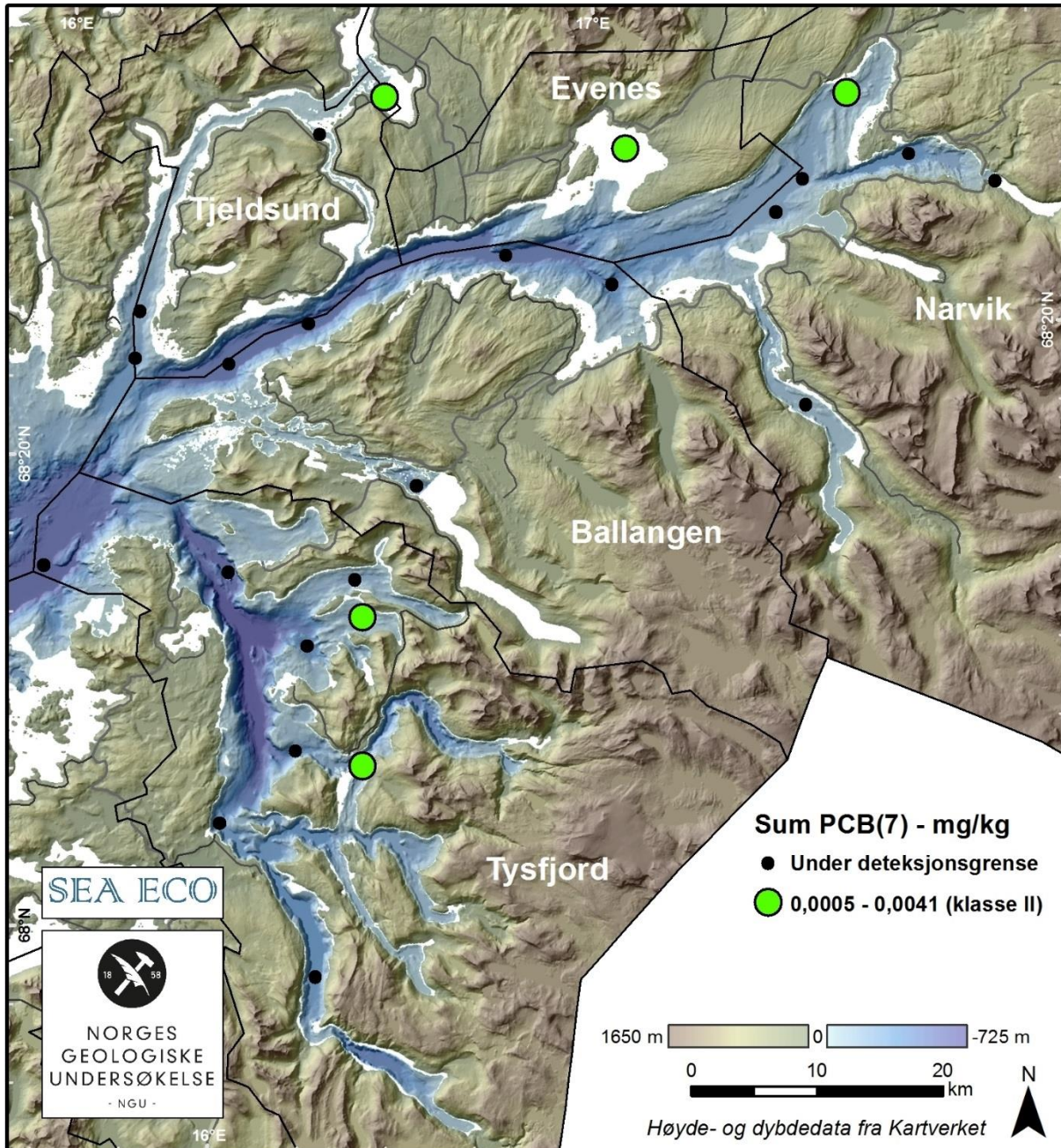
Figur 21a. PCB₇-konsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.12 Polyklorerte bifenyl (PCB₇)

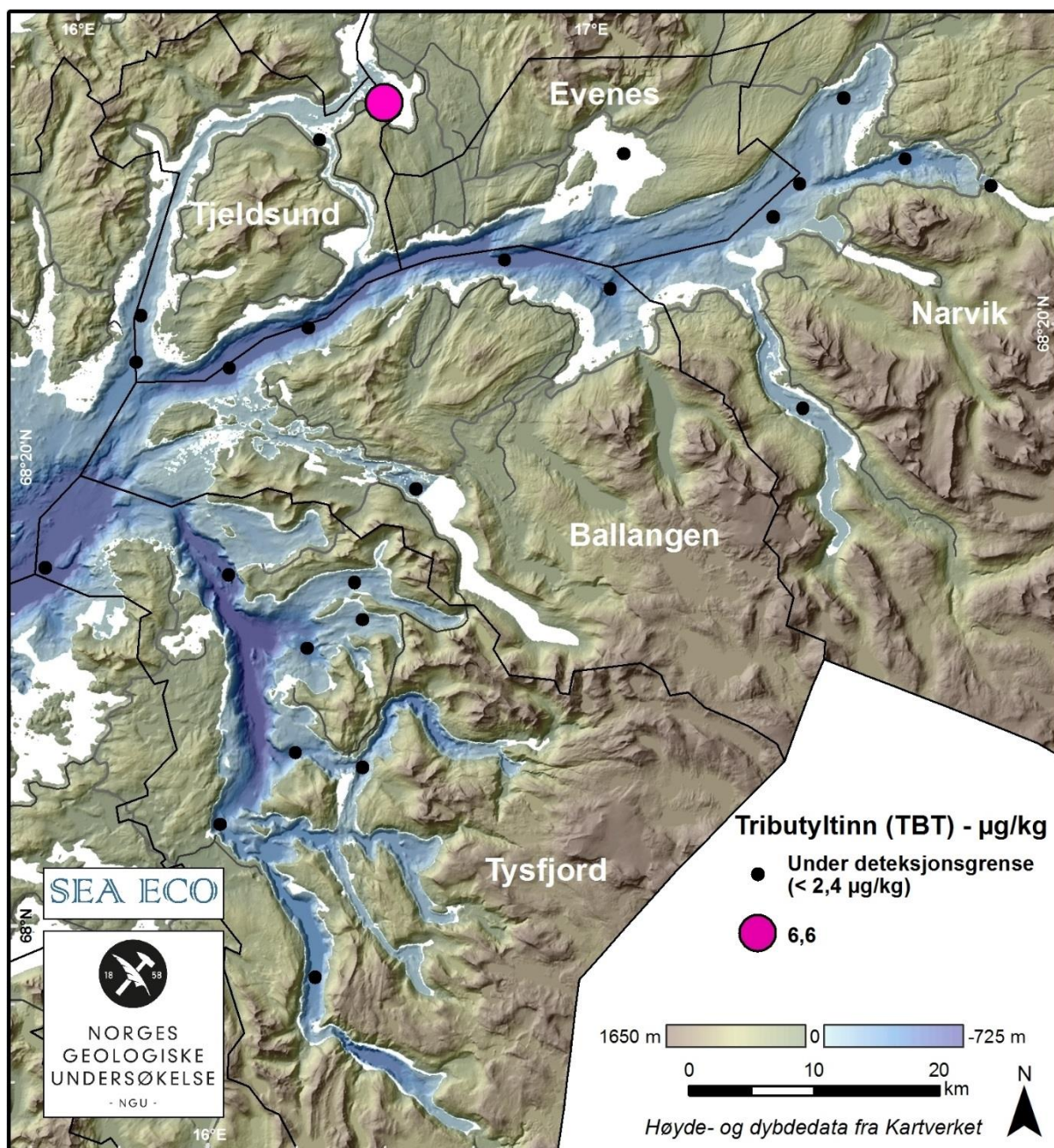
PCB-forbindelser har vært brukt blant annet i lysarmaturer, i hydraulikkolje og som tilsetning til utendørsmaling. Fra 1980 har all ny bruk av PCB vært forbudt i Norge, men det finnes fremdeles en del PCB som ennå ikke er fjernet. PCB er svært vanskelig å bryte ned, og vil dermed forbli i naturen i mange år. PCB er helse- og miljøskadelig selv i meget lave konsentrasjoner.

I studieområdet er det registrert målbare konsentrasjoner av PCB₇ på 5 av 25 stasjoner (Figur 21a). Prøve 34 fra Lavangsfjorden har den høyeste verdien, 0,0041 mg/kg. Dette tilsvarer

grenseverdien mellom Miljødirektoratets tilstandsklasse II (god) og III (moderat). Det er ikke fastsatt noen grenseverdi mellom tilstandsklasse I (bakgrunn) og II (god) for PCB, så alle de øvrige målbare verdiene havner i tilstandsklasse II (<0,0041 mg/kg sediment, figur 21b).



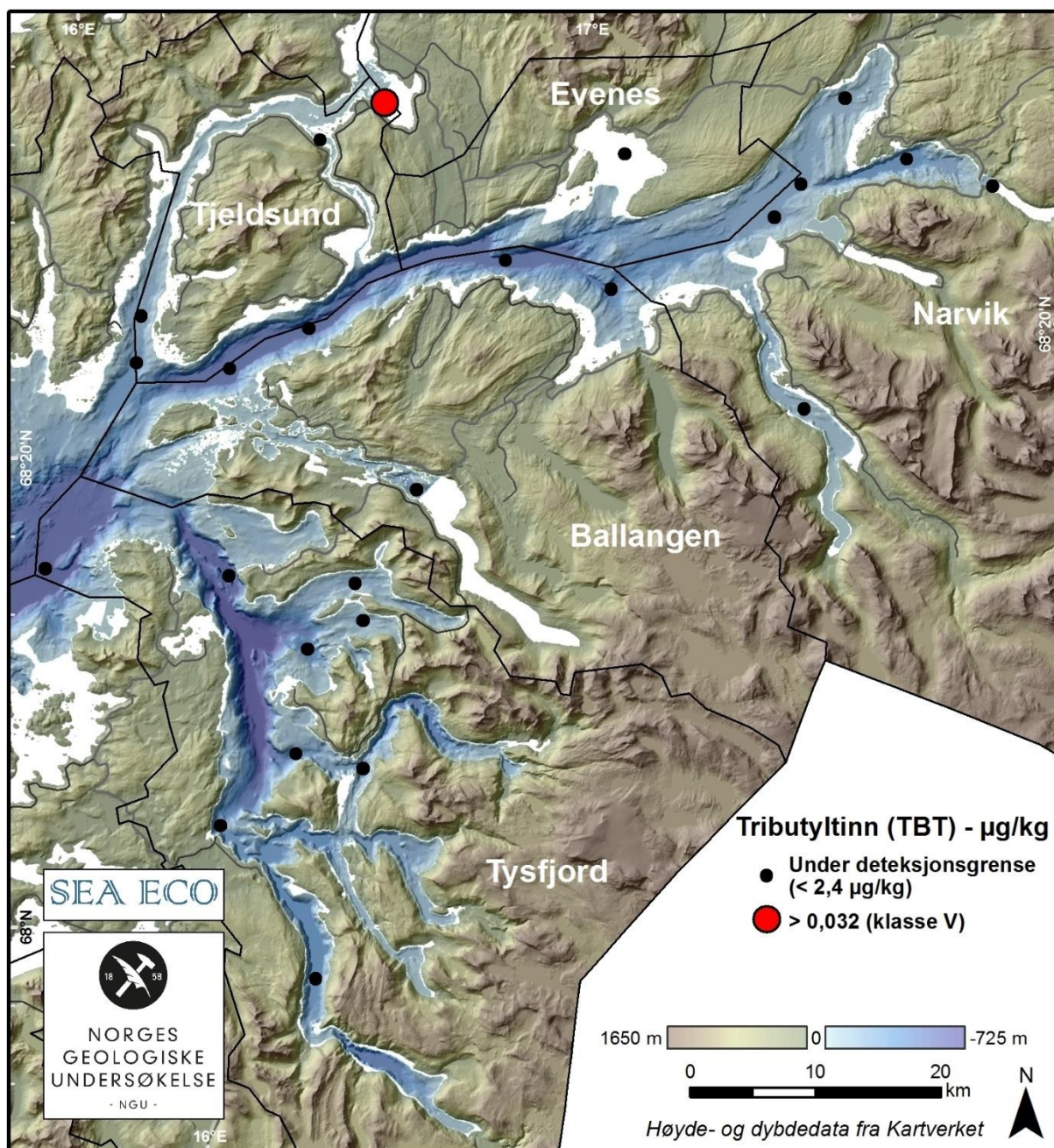
Figur 21b. PCB₇-konsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.



Figur 22a. Tributyltinnkonsentrasjon i overflatesedimentene.

2.2.13 Tributyltinn (TBT)

TBT er en meget toksisk tinnorganisk forbindelse som har vært mye brukt i bunnstoff for å hindre begroing på skipsskrog. Stoffet brytes langsomt ned i naturen og kan gjøre stor skade på marine organismer. I studieområdet er det kun funnet én prøve med TBT-konsentrasjon høyere enn laboratoriets deteksjonsgrense på $2,4 \mu\text{g/kg}$. Dette er stasjon 34 i Lavangsfjorden (Figur 22a).



Figur 22b. Tributyltinnkonsentrasjon i overflatesedimentene klassifisert i henhold til Vannforskriften.

Miljødirektoratets har i henhold til EUs vanndirektiv satt alle grenseverdiene for klassifikasjon av TBT til nivåer som er langt under deteksjonsgrensen til det akkrediterte laboratoriet som har utført analysene av organiske miljøgifter i overflatesedimenter. Figur 22b viser at den eneste stasjonen med målbar konsentrasjon av TBT havner i klasse V (>math>0,032 \mu\text{g}/\text{kg}</math> sediment, svært dårlig). Vi har ikke grunnlag for å klassifisere noen av de øvrige prøvene.

Det er kjent at de gjeldende grenseverdiene for TBT er svært lave og gir dårlig grunnlag for forvaltning. Tidligere har det blitt operert med et sett "forvaltningsmessige" grenseverdier for

TBT i marine sedimenter (Statens forurensningstilsyns veileder TA-2229/2007). Bruker vi disse grenseverdiene vil prøve 34 fra Lavangsfjorden plassere seg i klasse III (moderat) mens de øvrige vil tilhøre klasse I (bakgrunn) eller klasse II (god) uten at vi kan differensiere mellom disse to klassene (se Tabell 3).

Tabell 2. Minimums- og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen, barium og litium (dybdeintervallet 0–2 cm) og organiske miljøgifter (dybdeintervaller 0–5 cm) i overflateprøver av marine sedimenter i kommunene Narvik, Evenes, Tjeldsund, Tysfjord og Ballangen.

Kjemisk stoff	Minimum	Maksimum
Arsen (As) [mg/kg]	3,8	29,7
Bly (Pb) [mg/kg]	7	130
Kadmium (Cd) [mg/kg]	< 0,1	0,37
Kobber (Cu) [mg/kg]	8,4	33,3
Krom (Cr) [mg/kg]	14,2	136
Kvikksølv (Hg) [mg/kg]	0,019	0,068
Nikkel (Ni) [mg/kg]	8,0	58,3
Sink (Zn) [mg/kg]	37,8	228
Barium (Ba) [mg/kg]	43,7	317
Litium (Li) [mg/kg]	14,6	59,3
THC [mg/kg]	< 20	31
PAH ₁₆ [mg/kg]	< 0,01	0,44
B(a)p [mg/kg]	< 0,01	0,033
PCB ₇ [mg/kg]	< 0,0005	0,0014
Tributyltinn (TBT) [µg/kg]	< 2,4	6,6

Tabell 3. Grenseverdier for klassifisering av tungmetaller og organiske miljøgifter i sediment, basert på Miljødirektoratets veileder M-608 (2016) som følger EUs vanddirektiv og den norske vannforskriften. De nye grenseverdiene erstatter Miljødirektoratets grenseverdier i klassifiseringsveilederne TA-2229/2007 og TA-1467/1997 (Veiledere for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann). Uthevet skrift viser antall prøver i hver klasse i overflatesedimentene (0–2 cm for metaller og ca. 0–5 cm for organiske miljøgifter) i studieområdet. For å sammenlikne konsentrasjonene av tributyltinn (TBT) og PAH₁₆ i ulike fjorder fra tidligere studier, viser vi også etter anbefaling fra Miljødirektoratet en forvaltningsmessig klassifisering basert på Veileder TA-2229/2007 (Molvær m. fl. 1997; SFT 2007; Bakke m. fl. 2010.)

Parameter	Under deteksjonsgrense	Forurensningsnivå				
		I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Arsen (mg/kg TS) As		< 15 18	15-18 4	18-71 3	71-580 0	> 580 0
Bly (mg/kg TS) Pb		< 25 6	25-150 19	150-1480 0	1480-2000 0	2000-2500 0
Kadmium (mg/kg) Cd	< 0,1 16	< 0,2 6	0,2-2,5 3	2,5-16 0	16-157 0	> 157 0
Kobber (mg/kg TS) Cu		< 20 14	20-84 11	84-84 0	84-147 0	> 147 0
Krom (mg/kg TS) Cr		< 60 24	60-660 1	660-6000 0	6000-15500 0	15500-25000 0
Kvikksølv (mg/kg) Hg		< 0,05 21	0,05-0,52 4	0,52-0,75 0	0,75-1,45 0	> 1,45 0
Nikkel (mg/kg TS) Ni		< 30 23	30-42 1	42-271 1	271-533 0	> 533 0
Sink (mg/kg TS) Zn		< 90 5	90-139 16	139-750 4	750-6690 0	> 6690 0
PAH ₁₆ (mg/kg TS), forvaltningsmessig	< 0,01 3	< 0,3 20	0,3-2 2	2-6 0	6-20 0	> 20 0
B(a)p (mg/kg TS)	< 0,01 20	< 0,006 0	0,006-0,183 5	0,183-0,230 0	0,230-13,1 0	> 13,1 0
PCB ₇ (mg/kg TS)	< 0,0005 20		< 0,0041 5	0,0041-0,043 0	0,043-0,43 0	> 0,43 0
TBT (µg/kg TS), forvaltningsmessig	< 2,4 24	< 1 0	1-5 0	5-20 1	20-100 0	> 100 0
TBT (µg/kg TS), EUs vanddirektiv	< 2,4 24		< 0,002 0	0,002-0,016 0	0,016-0,032 0	> 0,032 1

3. OPPSUMMERING

NGU har i samarbeid med SEA ECO AS utført geokjemiske og sedimentologiske undersøkelser av 25 finkornede overflateprøver fra ulike sedimentbasseng i Ofotfjorden, Tysfjorden og Tjeldsundet. Målet med undersøkelsen har vært å legge grunnlaget for en oversikt over de naturlige sedimentasjonsprosessene i det marine miljøet, og over en eventuell påvirkning fra menneskelig aktivitet i området.

Resultatene viser at slamfraksjonen (kornstørrelse <0,063 mm) dominerer i alle prøvene, med et noe høyere innhold av sand (kornstørrelse 0,063–2 mm) i Tjeldsundet og i indre fjordområder. Organisk karboninnhold er generelt høyt (>1 %) i de fleste prøvene, med den høyeste verdien (>4 %) påvist i Lavangsfjorden. Her registrerer vi også de høyeste konsentrasjonene av svovel og noen metaller (kadmium og kvikksølv), samt av alle de undersøkte organiske miljøgiftene (THC, PAH₁₆, PCB₇, B(a)p og TBT). En mulig årsak til dette kan være at metaller og organiske forbindelser lett binder seg til finkornede sedimenter som inneholder mye organisk materiale.

Karbonatkonsentrasjonen i sedimentene er noe høyere i ytre del av Ofotfjorden og Tysfjorden enn i indre del. Vi har registrert den høyeste konsentrasjonen i nærheten av Kjøpsvik, og dette kan kanskje ha sammenheng med sementproduksjon. Ved Kjøpsvik registrerer vi også konsentrasjoner av arsen-, bly-, og kadmium som er blant de aller høyeste i studieområdet.

Kobberkonsentrasjonen i havbunnsedimentene er sannsynligvis hovedsakelig kontrollert av fordelingen av ulike bergarter i regionen. Mens de høyeste kobberverdiene vi har påvist er knyttet til et område med hovedsakelig kaledonske bergarter (f.eks. glimmerskifer), finner vi lavere verdier i områder med hovedsakelig prekambriske bergarter (granitt og gneiss). I Rombaksbotn registrerer vi de høyeste konsentrasjonene av arsen, krom, nikkel og barium. Vi kan ikke med sikkerhet si hva som forårsaker disse verdiene, men vil ikke utelukke forurensning fra krigshandlinger i området.

Innholdet av uorganiske og organiske miljøgifter i de øverste centimeterne av havbunnen er generelt lavt og delvis under deteksjonsgrensen. I de fleste tilfellene ligger konsentrasjonen i klasse I (bakgrunn) og klasse II (god) i henhold til Miljødirektoratets klasseinndeling av miljøtilstand. I enkelte prøver er det registrert høyere konsentrasjoner som tilsvarer klasse III (moderat). Dette gjelder for arsen (3 prøver), nikkel (1 prøve) og sink (4 prøver).

For tributyltinn (TBT) er laboratoriets deteksjonsgrense (2.4 µg/kg) for høy til å skille mellom de ulike tilstandsklassene i EUs vanndirektiv, og den eneste prøven over deteksjonsgrensen tilsvarer klasse V (svært dårlig). Klassifisert i henhold til "forvaltningsmessige grenseverdier" for TBT i marine sedimenter (Statens forurensningstilsyns veileder TA-2229/2007) vil den samme prøven tilsvare klasse III (moderat).

4. REFERANSER

Bakke, T., Källqvist, T., Ruus, A., Breedveld, G.D., og Hylland, K. 2010: Development of sediment quality criteria in Norway. *Journal of Soils and Sediments* vol. 10, s. 172 – 178

Dolan, M., Elvenes, S., Plassen, L., Lepland, A., Selboskar, O.H., Rasmussen, T., Michelsen, H., Longva, O. & Arvesen, B. 2012: Marine grunnkart i Sør-Troms: Rapport om biotopmodellering. NGU-rapport 2012.070.

Lepland, A., Sæther, O.M. og Thorsnes, T. 2000: Accumulation of barium in recent Skagerrak sediments: sources and distribution control. *Marine Geology*, vol. 163, s. 13 – 26.

Lepland, A. og Mortensen, P.B. 2008: Barite and barium in sediments and coral skeletons around the hydrocarbon exploration drilling site in the Træna Deep, Norwegian Sea. *Environmental Geology*, vol. 56, s. 119 – 129.

Lepland, A., Jensen, H. Plassen, L., & Longva, O. 2012. Forurensingsstatus i sjøbunnsedimenter i Astafjordområdet/Sør-Troms. NGU-rapport 2012.002, 37 s.

Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (Veileder M-608). 24 s. <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M608/M608.pdf>, nedlastet 11. desember 2017

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. & Sørensen, J. 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning. SFT-rapport 97:03, TA-1467, 36 sider

Statens forurensningstilsyn (SFT) 2007: Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT-veileder 2229, 11 s.

VEDLEGG 1. Prøveliste og sammendrag av analyseresultater for uorganiske miljøgifter i prøver fra 25 prøvetakingsstasjoner.

Stasjonsnummer	NGU-ID til laboratorium	% slam (<63 µm)	% sand (63-2000 µm)	TC (wt. %)	TOC (wt. %)	Karbonat (wt. %)	Svovel (wt. %)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Li (mg/kg)
P1706008	140551	68	32	0,316	0,212	0,87	0,0559	6,8	7,0	0,11	33,3	136	0,019	58,3	121	317	59,3
P1706009	140552	93,6	6,4	1,41	1,09	2,67	0,132	29,7	36,5	<0,1	30,1	41,3	0,056	22,8	130	149	39,4
P1706010	140553	96,8	3,2	1,64	1,28	3,00	0,147	17,7	45,3	<0,1	30,2	40,0	0,057	22,9	131	151	39,6
P1706011	140554	96	4	1,69	1,29	3,33	0,155	10,4	40,0	0,11	32,5	40,6	0,058	25,0	134	160	41,8
P1706012	140555	94,7	5,3	1,34	1,16	1,50	0,142	14,2	39,3	<0,1	29,1	39,6	0,040	22,7	145	173	56,5
P1706013	140556	94	6	1,29	0,949	2,84	0,109	13,6	32,4	<0,1	23,3	36,9	0,040	21,6	117	144	38,7
P1706014	140557	96,4	3,6	1,80	1,13	5,58	0,170	15,7	37,8	<0,1	28,0	42,3	0,044	25,8	140	172	44,6
P1706015	140558	76,3	23,7	2,64	2,34	2,50	0,200	10,4	28,8	<0,1	22,6	35,1	0,050	18,0	100	107	30,4
P1706016	140559	94,1	5,9	2,14	1,12	8,50	0,180	16,3	36,4	<0,1	27,6	41,0	0,045	28,5	228	176	44,0
P1706018	140561	92,7	7,3	2,71	1,15	13,00	0,155	11,5	31,4	<0,1	18,1	38,8	0,040	24,5	116	151	38,3
P1706019	140562	92,2	7,8	2,89	1,20	14,08	0,154	15,0	28,9	<0,1	17,3	37,9	0,038	22,4	110	147	36,9
P1706020	140563	96,9	3,1	2,87	1,25	13,50	0,205	10,0	31,9	0,11	16,8	50,3	0,043	35,2	126	180	43,3
P1706021	140564	94,6	5,4	2,76	1,35	11,75	0,174	14,0	32,9	0,13	17,8	39,4	0,046	28,3	122	170	38,5
P1706022	140565	79,2	20,8	6,61	3,40	26,75	0,378	18,5	29,2	0,10	18,9	24,7	0,032	14,5	78,8	78,9	22,0
P1706023	140566	88,9	11,1	2,22	1,76	3,83	0,157	8,4	30,1	<0,1	15,4	36,9	0,032	19,8	114	133	37,9
P1706024	140567	94,3	5,7	2,82	2,15	5,58	0,188	9,8	35,9	<0,1	19,7	42,5	0,037	22,9	128	148	42,1
P1706025	140568	97,6	2,4	1,96	1,01	7,92	0,140	10,7	25,8	<0,1	13,7	38,0	0,033	23,4	112	149	36,4
P1706026	140569	87,8	12,2	1,85	0,814	8,63	0,100	8,0	25,6	<0,1	12,5	32,5	0,027	18,3	94,7	126	30,0
P1706027	140570	86	14	6,05	1,59	37,17	0,389	24,7	130	0,34	21,9	40,9	0,046	19,3	164	136	21,9
P1706028	140571	69,8	30,2	1,61	0,629	8,17	0,0813	6,5	19,4	<0,1	10,1	26,7	0,024	15,1	77,9	107	24,2
P1706029	140572	75	25	1,45	0,877	4,77	0,121	9,6	18,5	<0,1	16,6	40,8	0,025	20,5	106	145	41,0
P1706030 (1)	140573	77,5	22,5	4,57	1,90	22,25	0,197	5,8	17,4	<0,1	11,7	19,1	0,034	10,3	56,6	68,6	16,0
P1706031	140574	75,9	24,1	2,73	0,944	14,88	0,131	5,7	19,6	0,10	11,9	23,3	0,033	15,5	68,5	90,5	21,6
P1706032	140575	73,2	26,8	2,40	1,04	11,33	0,105	3,8	13,3	<0,1	10,2	16,0	0,031	8,0	46,6	61,4	14,6
P1706033 (2)	140576							7,6	9,5	0,35	8,4	14,2	0,020	8,8	37,8	43,7	15,8
P1706034	140577	91	9	7,35	4,89	20,50	0,492	13,8	31,1	0,37	21,0	32,5	0,068	16,3	92,2	101	24,4

1) Stasjonen ligger utenfor studieområdet.
2) Prøvematerialet var uegnet for enkelte analysemetoder.

VEDLEGG 2. Sammendrag av resultater fra analyse for organiske miljøgifter (THC, PAH₁₆, PCB₇ og tributyltinn) fra 25 prøvetakingsstasjoner.

Stasjonsnummer NGU	Prøvekode laboratorium	Posisjon (desimalgrader)		Vanddyb (m)	THC (1)		PCB(7) (2)			TBT		
		N	E		THC >C16- C35	Sum THC (>C5- C35)	PCB 153	PCB 138	Sum 7 PCB	Tributyltinn (TBT) - Sn	Tørr- stoff	Tributyltinn (TBT)
					mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	%	µg/kg tv
P1706008	439-2017-08310133	68,4380	17,7267	87	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	65,9	<2,4
P1706009	439-2017-08310134	68,4655	17,5689	339	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	55,3	<2,4
P1706010	439-2017-08310135	68,5149	17,4660	170	25	25	<0,00050	0,00053	0,00053	<1	52,8	<2,4
P1706011	439-2017-08310136	68,4583	17,3587	233	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	51,1	<2,4
P1706012	439-2017-08310137	68,2990	17,3056	128	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	49,4	<2,4
P1706013	439-2017-08310138	68,4377	17,2980	240	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	52,6	<2,4
P1706014	439-2017-08310139	68,4022	16,9661	440	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	53,0	<2,4
P1706015	439-2017-08310140	68,4965	17,0263	61	<20	-	0,00060	<0,00050	0,00060	<1	52,6	<2,4
P1706017	439-2017-08310141	68,4318	16,7700	526	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	48,7	<2,4
P1706018	439-2017-08310142	68,4010	16,3747	540	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	51,4	<2,4
P1706019	439-2017-08310143	68,3793	16,2130	547	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	50,2	<2,4
P1706020	439-2017-08310144	68,2520	15,8147	615	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	49,2	<2,4
P1706021	439-2017-08310145	68,2322	16,1658	628	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	50,0	<2,4
P1706022	439-2017-08310146	68,2771	16,5433	240	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	37,8	<2,4
P1706023	439-2017-08310147	68,2164	16,4047	197	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	53,4	<2,4
P1706024	439-2017-08310148	68,1890	16,4110	184	<20	-	<0,00050	0,00057	0,00057	<1	44,4	<2,4
P1706025	439-2017-08310149	68,1732	16,2982	390	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	53,2	<2,4
P1706026	439-2017-08310150	68,1003	16,2529	363	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	59,2	<2,4
P1706027	439-2017-08310151	68,0840	16,3772	251	<20	-	<0,00050	0,00052	0,00052	<1	46,8	<2,4
P1706028	439-2017-08310152	68,0552	16,0932	326	29	29	<0,00050	<0,00050	-	<1	59,8	<2,4
P1706029	439-2017-08310153	67,9388	16,2400	356	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	54,8	<2,4
P1706031	439-2017-08310154	68,3907	16,0345	306	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	61,8	<2,4
P1706032	439-2017-08310155	68,4239	16,0550	223	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	61,6	<2,4
P1706033	439-2017-08310156	68,5335	16,4406	44	<20	-	<0,00050	<0,00050	-	<1	53,4	<2,4
P1706034	439-2017-08310157	68,5546	16,5746	69	31	31	0,00080	0,00063	0,0014	2,7	37,0	6,6

1) THC <C16: Alle prøver under deteksjonsgrense (<5,0 mg/kg tørrstoff)

2) PCB 28, 52, 101, 118 og 180: Alle prøver under deteksjonsgrense (<0,00050 mg/kg tørrstoff)

Stasjonsnummer NGU	Prøvekode laboratorium	PAH(16) (3)										
		Fenantren	Fluoranten	Pyren	Benzo[a]- antracen	Krysen/ trifenylen	Benzo[b]- fluoranten	Benzo[k]- fluoranten	Benzo[a]- pyren	Indeno[1,2,3- cd]-pyren	Benzo[ghi]- perylene	Sum PAH(16) EPA
		mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
P1706008	439-2017-08310133	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-
P1706009	439-2017-08310134	0,012	0,038	0,030	0,019	0,014	0,040	0,013	0,019	0,038	0,047	0,270
P1706010	439-2017-08310135	0,011	0,037	0,028	0,018	0,015	0,042	0,014	0,019	0,040	0,046	0,270
P1706011	439-2017-08310136	<0,010	0,024	0,020	0,013	0,012	0,027	<0,010	0,012	0,029	0,031	0,170
P1706012	439-2017-08310137	<0,010	0,015	0,015	<0,010	<0,010	0,021	<0,010	<0,010	0,024	0,041	0,120
P1706013	439-2017-08310138	<0,010	0,017	0,014	<0,010	<0,010	0,019	<0,010	<0,010	0,016	0,018	0,084
P1706014	439-2017-08310139	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	0,019	<0,010	<0,010	0,019	0,016	0,065
P1706015	439-2017-08310140	0,016	0,044	0,037	0,021	0,015	0,043	0,014	0,022	0,044	0,068	0,320
P1706017	439-2017-08310141	<0,010	0,012	0,011	<0,010	<0,010	0,019	<0,010	<0,010	0,018	0,016	0,076
P1706018	439-2017-08310142	0,011	0,021	0,018	0,010	<0,010	0,024	<0,010	<0,010	0,024	0,022	0,130
P1706019	439-2017-08310143	<0,010	0,012	0,010	<0,010	<0,010	0,023	<0,010	<0,010	0,020	0,016	0,081
P1706020	439-2017-08310144	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,018	<0,010	<0,010	0,015	0,011	0,044
P1706021	439-2017-08310145	<0,010	0,012	0,011	<0,010	<0,010	0,024	<0,010	<0,010	0,021	0,016	0,084
P1706022	439-2017-08310146	<0,010	0,017	0,011	<0,010	<0,010	0,029	<0,010	<0,010	0,033	0,030	0,120
P1706023	439-2017-08310147	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,025	<0,010	<0,010	0,025	0,019	0,079
P1706024	439-2017-08310148	<0,010	0,013	0,010	<0,010	<0,010	0,034	0,010	<0,010	0,037	0,029	0,130
P1706025	439-2017-08310149	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-
P1706026	439-2017-08310150	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010
P1706027	439-2017-08310151	0,013	0,019	0,015	<0,010	<0,010	0,016	<0,010	<0,010	0,012	0,011	0,086
P1706028	439-2017-08310152	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,012
P1706029	439-2017-08310153	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-
P1706031	439-2017-08310154	<0,010	0,014	0,011	<0,010	<0,010	0,018	<0,010	<0,010	0,016	0,014	0,073
P1706032	439-2017-08310155	<0,010	0,018	0,013	<0,010	<0,010	0,018	<0,010	<0,010	0,015	0,015	0,079
P1706033	439-2017-08310156	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011
P1706034	439-2017-08310157	0,019	0,060	0,050	0,025	0,022	0,075	0,023	0,033	0,063	0,072	0,440

3) Naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, antracen og dibenzo[a,h]antracen: Alle prøver under deteksjonsgrense (<0,01 mg/kg tørrstoff)



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no