



Integrated Arctic Observation System

Research and Innovation Action under EC Horizon2020
Grant Agreement no. 727890

Project coordinator:
Nansen Environmental and Remote Sensing Center, Norway

Deliverable 6.6


Results of local community studies

POLICY BRIEFS FROM LOCAL COMMUNITY STUDIES IN GREENLAND AND SVALBARD, DEMONSTRATING EXAMPLES OF CROSS-WEAVING DATA FROM LOCAL AND SCIENTIFIC OBSERVATION SYSTEMS

Start date of project:	01 December 2016	Duration:	60 months
Due date of deliverable:	30 November 2020	Actual submission date:	30 Nov. 2020
Lead beneficiary for preparing the deliverable:	NORDECO		
Person-months used to produce deliverable:	8,5 pm		

Finn Danielsen, Martin Enghoff, Michael K. Poulsen (NORDECO), Lisbeth Iversen (NERSC), Peter H. Voss, Trine Dahl-Jensen, Tine B. Larsen (GEUS), Mathilde B. Sørensen, Zeinab Jeddi (UiB)

Version	DATE	CHANGE RECORDS	LEAD AUTHOR
1.0	10/08/2020	Template	Finn Danielsen
1.1	24/10/2020	Draft	Finn Danielsen
1.2	28/11/2020	Reviewed and final version	Martin Enghoff
1.3	30/11/2020	Tecnical review and submission	Kjetil Lygre

Approval X	Date: 30 November 2020	Sign.  Coordinator
----------------------	---------------------------	--

USED PERSON-MONTHS FOR THIS DELIVERABLE					
No	Beneficiary	PM	No	Beneficiary	PM
1	NERSC	4	24	TDUE	
2	UiB	0.5	25	GINR	
3	IMR		26	UNEXE	
4	MISU		27	NIVA	
5	AWI		28	CNRS	
6	IOPAN		29	U Helsinki	
7	DTU		30	GFZ	
8	AU		31	ARMINE	
9	GEUS	1	32	IGPAN	
10	FMI		33	U SLASKI	
11	UNIS		34	BSC	
12	NORDECO	3	35	DNV GL	
13	SMHI		36	RIHMI-WDC	
14	USFD		37	NIERSC	
15	NUIM		38	WHOI	
16	IFREMER		39	SIO	
17	MPG		40	UAF	
18	EUROGOOS		41	U Laval	
19	EUROCEAN		42	ONC	
20	UPM		43	NMEFC	
21	UB		44	RADI	
22	UHAM		45	KOPRI	
23	NORUT		46	NIPR	
			47	PRIC	

DISSEMINATION LEVEL		
PU	Public, fully open	X
CO	Confidential, restricted under conditions set out in Model Grant Agreement	
CI	Classified, information as referred to in Commission Decision 2001/844/EC	

EXECUTIVE SUMMARY

The Arctic environment is changing rapidly. A range of observing approaches is being used to increase our understanding of the environment and to mobilize sound decisions in response. To demonstrate ‘real world’ examples of the benefits of cross-weaving data from local and scientific observation systems, we have prepared a series of policy briefs. These policy briefs are presented in this report. The key observations and recommendations in the policy briefs are summarized below.

Through dialogue with civil society organizations, research institutions and the local authorities, we have identified four topics of high priority to local communities where local/citizen-based and scientific observations are important and where recommendations for better-informed decisions and better-documented processes are pertinent:

- Local and scientific observations for improving fisheries in Greenland
- Natural disasters in Disko Bay, Greenland
- Monitoring Svalbard’s environment and cultural heritage by expedition cruises
- Natural disasters in Longyearbyen, Svalbard

Local and scientific observations for improving fisheries in Greenland. Fisheries are of great importance in Greenland but there is uncertainty as to future sustainability and stock dynamics. Fisheries management advice is currently based mainly on catch statistics and researchers' surveys although there is growing international recognition that user knowledge is valuable. The new agreement on the future of fisheries in the Central Arctic Ocean gives user knowledge from coastal communities a central role in the future management of fishery resources. In the 1st policy brief, we summarize what we know about how user knowledge can be incorporated into fisheries management in Greenland. For the past ten years, the Greenland government has been testing ways of incorporating user knowledge in the management of fish and other living resources in Disko Bay. Experienced fishermen have been systematically discussing and reporting on the status of several fish species. They have also provided possible explanations for changes in stocks and have proposed specific management measures. The methods tested have provided valuable knowledge on the development of several stocks. Using these tested methods, users have come up with management proposals that both expand and limit fishing activity. In addition to bringing important knowledge into play on the various fish stocks, the inclusion of user knowledge in fisheries management offers better opportunities for: 1) Obtaining knowledge from wider geographical areas; 2) Early detection of stock changes; 3) Establishing user and site-specific knowledge for management plans in specific management areas; 4) Promoting realistic local regulations e.g. of trawling; and 5) Strengthening the use of regulatory tools such as quotas, legal gear, zoning and seasons. Increased incorporation of user knowledge helps to create a meaningful dialogue between users, researchers and managers. This can lead to fewer conflicts and greater co-ownership in relation to the management decisions that are made. The methods tested are based on recognized international practice, the “multiple evidence-based approach”. Ten years of collecting user knowledge on fishing in Disko Bay has shown that it can significantly contribute to the understanding of fishing and the status of fish stocks. User knowledge has been shown to be able to quickly detect changes. Despite the fact that a process has been underway regarding the use of user knowledge in Disko Bay, there is a lack of systematic support for the inclusion of user knowledge in Greenland. If there is to be real involvement of user knowledge in fisheries management then concrete support is needed to ensure that this knowledge is incorporated at national level. It is

recommended that the inclusion of user knowledge be written into the aims of the new Fisheries Act.

Natural disasters in Disko Bay, Greenland. Many people remember the landslide in the Karratfjord, north of Disko Bay, Greenland in 2017. With climate change, more landslides, earthquakes and other natural disasters are to be expected in the Arctic. In the 2nd policy brief, we summarize what we know today about landslides and earthquakes in Disko Bay, and what can be done by authorities and contractors to adapt new buildings and roads to these conditions. Hunters and fishermen in Disko Bay have, for some time, been participating in measuring earthquakes. The geological conditions in Disko Bay are characterized by bedrock as well as sandstone, shale and volcanic deposits. Disko Bay is located on the North American geological plate, which is moving to the west away from Europe, and this creates tension in the subsoil that triggers landslides. Tensions are also building up in the subsoil due to the melting of Greenland's ice sheet but the effects of this on the size and frequency of earthquakes in Disko Bay are unknown. To reduce the effects of landslides and earthquakes, including possible abrupt changes in topography (land uplift), it is recommended that: 1) The municipal councils of Qeqertalik and Avannaata municipalities look at whether the critical infrastructure is secured against strong earthquakes, landslides and tidal waves. Moreover it is suggested that they assess the potential consequences of such natural disasters and have action plans ready when they occur; 2) The Ministry of Housing and Infrastructure should develop guidelines for protection from natural disasters; 3) The contractors in Disko Bay should look at the strength of vibrations that all planned installations can withstand and whether precautions should be taken against strong tremors in the planning phase. The advantages of these measures are that, when the natural disaster occurs, the damage is less and they are better prepared to deal with the consequences. The risk of landslides and earthquakes will always be present but, with a better understanding of the risk, one can prepare and reduce the damage caused by landslides and earthquakes. Measurements taken by hunters and fishermen have provided important contributions to the mapping of earthquakes and thus contributed to a better understanding of the risk of landslides and earthquakes in and around Disko Bay.

Monitoring Svalbard's environment and cultural heritage by expedition cruises. Climate change and increasing human activities in the Arctic call for rapid environmental management responses based on monitoring of environmental variables. Expedition cruises are able to travel around the Svalbard waters like nobody else. Guides and guests are already observing and contributing to citizen science programs. Increasing relevant monitoring and creating improved ways of communicating monitoring information could ensure that those responsible for environmental management decisions (the Governor's Office) are provided with a better basis for making those decisions. In a 3rd policy brief, we summarize the potential that expedition cruises have for contributing to environmental monitoring, and what can be done by authorities and citizen science programs to make full use of this potential. The policy brief recommends that: 1) Cruise expedition vessels are equipped with tablets containing apps for citizen science programs to enable easy uploading of records. The selected programs should be popular among users, gather information that can improve the basis for environmental management, and present results in a form that can be used by environmental management planners and decision-makers; 2) Work must be done to understand how the right type of data can be gathered and be made available to those responsible for environmental management. For Svalbard, this will be institutions such as the Governor's Office, but also researchers and the public; 3) Clear lines of communication should be further developed between contributors, citizen science programs, the scientific community and decision-makers. A well-funded intermediate organization should

facilitate this communication; 4) Further development of expedition cruise monitoring is a high priority, especially so in Svalbard, South East Alaska and the Antarctic.

Natural disasters in Longyearbyen, Svalbard. Longyearbyen has been exposed to several natural hazard events in recent years, such as the catastrophic avalanches in 2015 and 2017 and debris flows in 2016. Svalbard is also exposed to earthquakes, for example there has been high earthquake activity in Storfjorden since the large magnitude 6 earthquake in 2008. It is expected that there will be more frequent and more powerful natural hazard events in the Arctic with climate change. In the 4th policy brief, we have summarized what we know about natural hazards in Longyearbyen today. In addition, we propose what can be done to better understand such incidents, and what can be done by authorities and contractors to adapt new buildings and roads to these conditions. In collaboration with local actors, we have installed seismological sensors in Longyearbyen. This experiment has given us useful new knowledge. Longyearbyen is an area with permafrost, and most buildings are founded with wooden piles to avoid settlement damage. We therefore only found opportunities to install the instruments in buildings that were founded on wooden poles, which meant that the noise level in the data was high. It is of great importance for urban planning in Longyearbyen to know how great the risk is for natural hazards, and how the risk will be affected by climate change. To reduce the effects of natural hazards, it is recommended that: 1) The local council in Longyearbyen ensures that critical infrastructure is built outside the runout areas of potential landslide events and adequately designed for earthquake loads. In addition, the consequences of major natural disasters should be studied, and action plans should be developed. 2) Contractors should ensure that current building regulations are followed. Buildings should be placed outside potential runout areas of landslides and they should be adequately designed for earthquake loads. Only through such measures will it be possible to limit the consequences of future natural hazard events and secure residents and visitors in Longyearbyen. In order to improve the data base, work should continue on mapping the risk of landslides and floods. Further research on the potential of combining different data types (eg. seismological, satellite and geodetic data) could provide an improved data base and thus better risk analyzes. A new experiment with the use of home seismographs should be considered, if suitable locations can be made available.

Table of Contents

Table of Contents	4
1. Introduction.....	5
2. Policy briefs	6
2.1 Local and scientific observations for improving fisheries in Greenland	6
2.2 Natural disasters in Disko Bugt, Greenland	10
2.3 Monitoring Svalbard’s environment and cultural heritage by expedition cruises ...	13
2.4 Natural disasters in Longyearbyen, Svalbard.....	17
Annexes.....	20

1. Introduction

At the 2nd Arctic Science Ministerial in Berlin in 2018 it was concluded that there is a need to enhance collaboration and coordination of efforts on “*Arctic observations of all types, spanning from community-based observatories to high-tech autonomous systems*” (The Joint Statement of Ministers 2018¹).

With support from the European Union Horizon 2020 Program, the Integrated Arctic Observation System Project aims to extend and improve existing and evolving observing systems that encompass land, air and sea in the Arctic (INTAROS, intaros.eu). INTAROS involves 49 institutions from 20 countries. The INTAROS project was developed to both contribute to implementing the European Union Arctic Policy and to assist in the creation of an efficient Arctic Observation System. Efforts would broadly address issues to extend, improve and unify existing and evolving systems in the different regions of the Arctic.

One of the project components focuses on enhancing community-based observing and citizen science in the Arctic. Key activities include: knowledge exchange workshops, exploring opportunities to inter-weave existing community-based monitoring programs in the Arctic with scientists’ monitoring efforts, and piloting tools in Disko Bay, Greenland and in Svalbard to support decision-making and capacity building.

It is important to show how different types of Arctic observations can be used to improve insights and actions on the environment. This report aims at demonstrating ‘real world’ examples of the benefits of cross-weaving data from local and scientific observation systems.

We have held discussions with civil society organizations, research institutions and the local authorities in Disko Bay and Svalbard. Through these discussions, we have identified four topics where local/citizen-based and scientific observations are important and where recommendations for better-informed decisions and better-documented processes are highly relevant. This report comprise policy briefs about each of these topics.

¹ Available at <https://www.iarpccollaborations.org/uploads/cms/documents/asm-2-joint-statement.pdf>

2. Policy briefs

Below we present the four policy briefs. The target groups for the policy briefs are the municipal and central authorities, staff in municipalities and the central government, fishermen and hunters, and the broader public and the media in Greenland and Svalbard. The first policy brief is also targeted at the Fisheries Commission in Greenland. The second and fourth policy brief is also targeted at entrepreneurs of buildings and roads.

To be as clear as possible in the message, each policy brief deals with only one topic. Each comprises 800 words and includes 1-3 illustrations and one photo. The first two policy briefs are in Danish. It is held in as short sentences as possible for later translation into Greenlandic. The third policy brief is in English which is widely used in the tourism sector in Svalbard. The fourth policy brief is in Norwegian.

2.1 Local and scientific observations for improving fisheries in Greenland

Policy brief. Samarbejde mellem brugere, forskere og forvaltere i det grønlandske fiskeri. Anbefalinger til Fiskerikommissionen om inddragelse af brugerviden i forvaltningen af fiskeriet (in Danish).

Resumé: Dette policy brief handler om inddragelse af brugerviden i forvaltningen af fiskeriet i Grønland. Den fremtidige biologiske bæredygtighed af fiskeriet er usikker, og der er uenighed om kvotesætning og andre forvaltningstiltag. I dag bliver fiskernes viden i begrænset omfang benyttet som baggrund for udarbejdelse af forvaltningstiltag indenfor fiskeriet. Test af inddragelse af brugerviden i Disko Bugt og Nordvestgrønland har vist, at brugerviden giver værdifuld viden om udviklingen i flere fiskebestande. Muligheder for tidligt at opdage bestandsændringer og skaffe stedbestemt viden for forvaltningsplaner, samt for at skabe dialog og større ejerskab til forvaltningsbeslutninger, er også væsentlige værdier ved inddragelse af brugerviden. Internationalt anerkendte metoder kan anvendes til at skabe bedre og bredere forståelse af ressourcesituationen, hvor både forskere, brugere og forvalterne kan deltage. Policy briefet anbefaler, at der gøres mere for at støtte op omkring anvendelse af brugerviden i fiskeriet, og at inddragelse af brugerviden indskrives specifikt i den nye fiskerilov.

Baggrund. Fiskeriet har afgørende betydning for Grønland og for de mange større og mindre bygder langs kysten. Fiskeriet er udfordret på mange fronter¹. Der er usikkerhed om den fremtidige biologiske og økonomiske bæredygtighed, om bestande og om bestandsdynamikker². Der er desuden uenighed om kvotesætning, kvoteændringer og andre forvaltningstiltag på en række arter og bestande.



I dag er informationen, der ligger til grund for rådgivning i forhold til kvotesætning og forvaltning hovedsageligt baseret på fiskeristatistik og forskeres undersøgelser¹. Der har i Grønland været talt meget om nødvendigheden af inddragelse af brugerviden, men brugerviden om fiskeriet bliver i dag kun i begrænset omfang brugt systematisk i fiskeriforvaltningen³. Der er et stort uudnyttet potentiale for at anvende brugerviden til at opnå et mere fuldstændigt billede af bestande og bestandsudviklinger samt til udarbejdelse af strategier for bæredygtig udnyttelse.

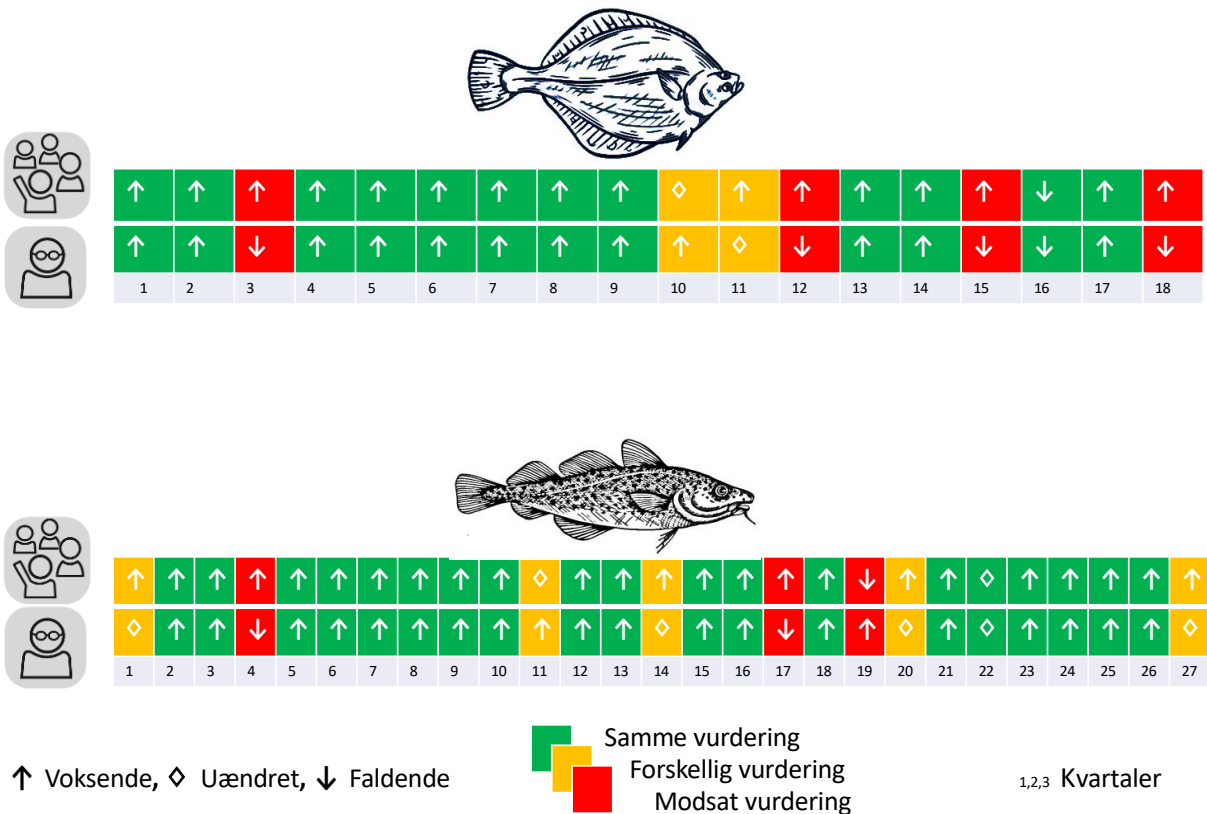
Internationalt er der en voksende erkendelse af, at brugerviden er værdifuld. En række internationale aftaler understreger vigtigheden af at inddrage brugerviden i forvaltningen af de fælles ressourcer. Særligt skal det fremhæves, at den nye aftale om det fremtidige fiskeri i Central Arctic Ocean giver brugerviden fra kystsamfund en central rolle i den fremtidige forvaltning af fiskeriressourcerne⁴. Heldigvis er der i dag internationalt samt nationalt anerkendte metoder til inddragelse af brugerviden i forvaltningen af de levende ressourcer. I dette policy brief opsummerer vi, hvad vi i dag ved om, hvordan brugerviden kan inddrages i fiskeriforvaltningen i Grønland, og hvordan denne inddragelse kan forbedre samarbejdet mellem forskere, brugere og forvaltere.

Bidrag til et forbedret samarbejde i fiskeriet. I de seneste ti år har Departementet for Fiskeri, Fangst og Landbrug (APNN), Sammenslutningen for fiskere og fangere i Grønland (KNAPK) og kommuner testet metoder i Disko Bugt og Nordvestgrønland til inddragelse af brugerviden i forvaltningen af fisk og andre levende ressourcer⁵⁻⁸. I dette forløb har erfarne fiskere og fangere systematisk drøftet og rapporteret på status for flere fiskearter og bestande. De har desuden givet mulige forklaringer på ændringer i bestandene, og de har forslået konkrete forvaltningstiltag^{6-7,9}.

De testede metoder har vist sig at give værdifuld viden om udviklingen i flere bestande⁶⁻⁹. Ved hjælp af de testede metoder er brugerne kommet med både forvaltningsforslag, som udvider fiskeriaktiviteten og forvaltningsforslag, som begrænser fiskeriaktiviteten.

Herunder ses en sammenligning af vurderinger fra lokale fiskere og fra fiskeristatistikken på bestandsudviklingen for hellefisk og torsk i de områder, hvor der har været tilgængelige data både fra fiskere og fiskeristatistikken.

Sammenligning af vurderinger fra lokale fiskere og fiskeristatistik



Udover at bringe vigtig viden i spil omkring de forskellige fiskebestande, så giver inddragelse af brugerviden i fiskeriforvaltningen bedre muligheder for:

- At skaffe viden fra større geografiske områder,
- Tidligt at opdage bestandsændringer,
- At skaffe bruger- og stedbestemt viden til forvaltningsplaner i specifikke forvaltningsområder,
- At fremme realistiske lokale reguleringer f.eks. af trawlfiskeriet,
- At styrke brugen af reguleringsværktøjer som kvoter, lovlige redskaber, zoner og sæsoner.

Øget inddragelse af brugerviden er med til skabe en meningsfuld dialog mellem brugere, forskere og forvaltere. Det kan føre til færre konflikter og større medejerskab i forhold til de forvaltningsbeslutninger, der tages.

Multiple evidence base approach. De i Grønland testede metoder til inddragelse af brugerviden i fiskeriet bygger på anerkendt international praksis omkring en såkaldt "multiple evidence base approach"¹⁰⁻¹². Med denne tilgang sikres, at både lokal brugerviden, forskerviden og forvalterviden bidrager til at skabe forståelse af ressourcesituationen. De væsentligste skridt er:

- 1) At forskellige aktører (brugere, forskere og forvaltere) søger at formulere og samles om at anerkende de problemer, de ser i forhold til den biologiske bæredygtighed af fiskeriet. Det kan ske ved i højere grad at sikre, at lokale brugeres opfattelse af problemerne bringes i spil.

2) At de forskellige måder at vide noget om bæredygtigheden bliver respekteret og anerkendt. Dertil kommer, at de forskellige grupper af aktører indenfor deres egne rækker selv skal afklare, hvad deres viden betyder.

3) At der sikres en gennemsigtighed i udarbejdelsen af forvaltningsrådgivningen, hvor der tydeligt refereres til hvilken viden, der bruges, og hvorfra den kommer. Samt at det gøres klart, hvordan forskellige aktører ser forskelligt på løsninger.

4) At der skabes en fælles forståelse af løsninger indenfor fiskeriets bæredygtighed, og at denne kommunikeres til alle aktører.

Hvad ved vi, og hvad bør gøres. Ti års indsamling af brugerviden om fiskeriet i Disko Bugt har vist, at brugerviden giver betydningsfulde bidrag til forståelsen af fiskeriet og fiskebestandenes status. Brugerviden bidrager til kendskabet om, hvad der foregår lokalt i de forskellige fiskebestande. Brugerviden har vist sig at være troværdig⁷ og i stand til hurtigt at afdække ændringer.

Erfaringerne fra Disko Bugt viser, at der er effektive måder at sikre, at et bredt udsnit af brugere bidrager. Inddragelse af brugerviden kan medvirke til, at der er mere brugeropbakning bag de forvaltningsreguleringer, som gennemføres.

Inddragelse af brugerviden i Disko Bugt tager afsæt i almindelig anerkendt international praksis for at samskabe viden mellem forskellige videnssystemer. Til trods for at der har været en proces i gang omkring anvendelse af brugerviden i Disko Bugt, så mangler der en systematisk støtte i Grønland til involvering af brugerviden i fiskeriforvaltningen. Hvis man ønsker en reel inddragelse af brugerviden i forvaltningen af fiskeriet, så er konkret støtte til inddragelse af brugerviden på landsplan nødvendigt. Det anbefales, at inddragelse af brugerviden skrives ind i den nye Fiskerilovs formålsafsnit (ligesom brugerviden allerede i dag er indskrevet i formålet i Fangst og Jagtloven af 1999, §2 stk. 3).

Litteratur

1 Fiskerikommissionen. 2019. *Vores Fisk - Vores Velfærd*. Debatoplæg, 12. dec. 2019 (https://naalakkersuisut.gl/da/Naalakkersuisut/Nyheder/2019/12/1212_vores_fisk).

2 Grønlandsbanken. 2019. *Årsrapport 2019*

(<https://www.banken.gl/media/843847/%C3%85rsrapport-2019-version-11-eng-GB-.pdf>)

3 Nielsen, S.S. 2020. *Sustainable fisheries vital to the future of Greenland's coastal communities*.

Nuuk: Oceans North (<https://oceansnorth.org/en/blog/2020/09/sustainable-fisheries-vital-to-the-future-of-greenlands-coastal-communities/>).

4 "The Agreement to Prevent Unregulated High Seas Fisheries in the Central Arctic Ocean"

(<https://www.dfo-mpo.gc.ca/international/arctic-arctique-eng.htm>)

5 APNN 2013, *Evaluering af 'Opening Doors to Native Knowledge'*. Nuuk: Departementet for Fiskeri, Fangst og Landbrug.

(<http://www.pisuna.org/documents/Evaluering%20PISUNA%206Dec,%20revNov14.docx>).

6 Huntington, H.P., Danielsen, F., Enghoff, M., Levermann, N., Løvstrøm, P., Schiøtz, M., Svoboda, M., & Topp-Jørgensen, E. 2013. Conservation through community involvement. Pg 644-647 in: *Arctic Biodiversity Assessment*. Akureyi, Island: Conservation of Arctic Flora and Fauna.

7 Danielsen, F., Topp-Jørgensen, E., Levermann, N., Løvstrøm, P., Schiøtz, M., Enghoff, M., Jakobsen, P. 2014. Counting what counts: using local knowledge to improve Arctic resource management. *Polar Geography* 37(1): 69-91.

8 Danielsen, F., Enghoff, M., Magnussen, E., Mustonen, T., Degteva, A., Hansen, K. K., ... & Slettemark, Ø. 2017. *The Science and Practice of Landscape Stewardship*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 80-89.

- 9 PISUNA-net (<https://eloka-arctic.org/pisuna-net/>) og Pisuna.org (<http://www.pisuna.org/>).
- 10 Tengö, M., Brondizio, E. S., Elmqvist, T., Malmer, P., & Spierenburg, M. 2014. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. *Ambio* 43(5): 579-591.
- 11 Tengö, M., Hill, R., Malmer, P., Raymond, C. M., Spierenburg, M., Danielsen, F., ... & Folke, C. 2017. Weaving knowledge systems in IPBES, CBD and beyond—lessons learned for sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26: 17-25.
- 12 Malmer, P., Masterson, V., Austin, B., & Tengö, M. 2020. Mobilisation of indigenous and local knowledge as a source of useable evidence for conservation partnerships. *Conservation Research, Policy and Practice*, p. 82-113.
- 13 Illustration: Data fra Akunnaaq, Attu, Ilulissat, Kangarsuatsiaq, Kitsissuarsuit, Niaqornarsuk, Qaanaaq og Qaarsut, 2010-2016, se Annex 1. Data fra fiskeristatistikken er estimeret levende vægt af fangede solgte fisk fra Grønlands Fiskerilicenskontrol (GFLK). Data er fra de samme bygder/byer og kvartaler (tre-måneders perioder), hvor fiskernes vurderinger er fra. En pil angiver en forskel på $\geq 5\%$ i estimeret levende vægt af fangede solgte fisk ift. samme kvartal året før, mens en rombe angiver en forskel på $< 5\%$.

2.2 Natural disasters in Disko Bugt, Greenland

Policy Brief: Naturkatastrofer i Disko Bugt (in Danish)

Resumé: Risikoen for jordskælv vil altid være til stede. Med en bedre forståelse af risikoen kan man forberede sig og mindske den skade, jordskælv kan forårsage. Fangere og fiskere i Disko Bugt har i en periode deltaget i målingen af jordrustelser. Deres målinger har været et vigtigt bidrag til kortlægningen af jordrustelser. Det vil give os en bedre forståelse af risikoen ved jordskælv i og omkring Disko Bugt.

Baggrund. Det kan antages, at der kommer flere jordskælv og andre naturkatastrofer i Arktis med klimaændringerne. Et naturligt spørgsmål at stille vil derfor være: Hvad er risikoen for fremtidige jordskælv med efterfølgende naturkatastrofer i Disko Bugt? Kan noget gøres for at reducere effekterne?

Vi har afprøvet citizen science metoder til at kortlægge jordskælv for første gang i Arktis. I Grønland inddrog vi fangere og fiskere i Disko Bugt. De nye metoder har sammen med permanente seismiske stationer givet os vigtig viden. I dette policy brief opsummerer vi, hvad vi ved i dag om jordskred og jordskælv i Disko Bugt. Desuden foreslår vi, hvad der kan gøres fra myndigheder og entreprenører for at tilpasse nye bygninger og veje til disse forhold.



Gerth Olsen, Akunnaaq, med seismograf før den blev tilsluttet elektricitet og Internet på klippen under hans hus.

De geologiske forhold i Disko Bugt kendetegnes af både grundfjeld men også sandsten, skifre og vulkanske aflejringer. Disko Bugt befinder sig på den nordamerikanske geologiske plade. Denne plade bevæger sig imod vest væk fra Europa. Det skaber spændinger i undergrunden, som udløser jordskælv. Der opbygges også spændinger i undergrunden pga. afsmeltning af

indlandsisen. Hvilken effekt, afsmeltningen af indlandsisen har på størrelsen og hyppigheden af jordskælv i Disko Bugt, er ikke kendt.

Unik og værdifuld viden. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser måler rystelser i jordskorpen fra permanente seismologiske stationer i Grønland. I Disko Bugt området er der en permanent station ved Ilulissat. Siden 2018 er de permanente stationer på forsøgsbasis blevet suppleret med hjemme-seismografer hos fangere og fiskere i bugten. Målet er at skaffe en bedre forståelse af jordskælv i området og hvilken indflydelse, de kan have på beboelser og infrastruktur i området.

En hjemme-seismograf er på størrelse med en skotøjsæske. Fangere og fiskere placerede seismografer på klippegrunden under deres huse og tilsluttede dem el-nettet og wifi. Deltagerne var Gerth Nielsen (Akunnaaq), Adam Hansen (Aasiaat), og Per Ole Frederiksen (Attu). Data fra seismograferne kan ses på: <https://raspberrysshake.net/stationview/>. GEUS og Universitetet i Bergen har analyseret målingerne.

Resultaterne viser, at hjemme-seismograferne er i stand til at give unik, værdifuld ny viden. Hjemme-seismograferne har registreret 280 hændelser (jordrystelser) fra april 2018 til september 2019. Alle rystelserne var små. Ingen af dem førte til skader på bygninger eller mennesker.

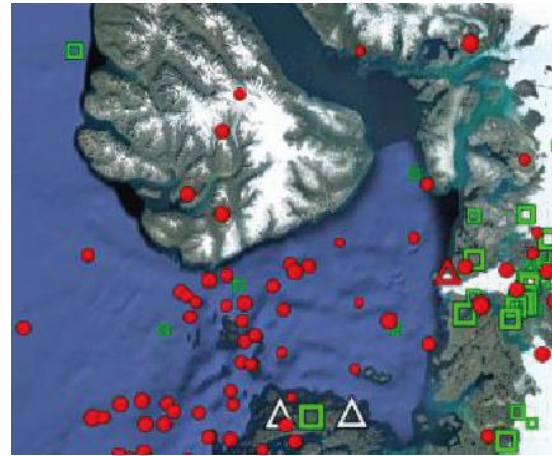
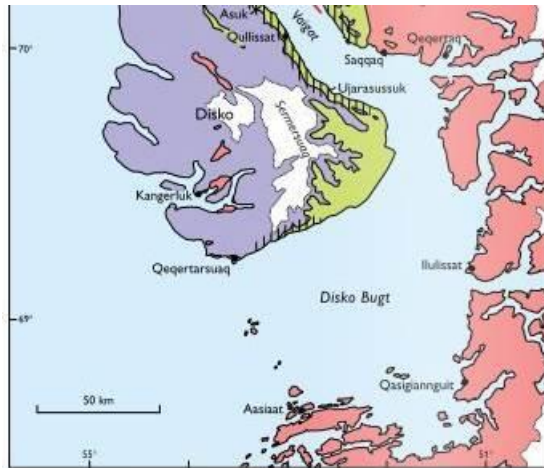
Stedbestemmelse af jordrystelser er vigtig, fordi det viser hvor, der er områder med høj seismisk aktivitet, der kan udgøre risiko for større jordrystelser. Hjemmeseismograferne har muliggjort stedbestemmelse af 23 begivenheder, som ellers ikke ville være blevet lokaliseret. Dertil kommer, at de har forbedret stedbestemmelsen af 209 andre begivenheder.

Målingerne fra de permanente stationer har bidraget til bedre at forstå risikoen for store jordrystelser. Derudover har de været et vigtigt redskab til beskrivelsen af hændelsesforløbet ved større fjeldskred. I forbindelse med GEUS' screenings-undersøgelse af risiko for alvorlige fjeldskred i Grønland har undersøgelserne vist, at der ikke er et klart mønster for hvornår på året, fjeldskred forekommer¹. Sammen med satellit observationer har målingerne fra seismograferne bidraget til forbedret forståelse af fjeldskred².

Nogle af de målte rystelser skyldes kælvende isbjerge eller gletschere og ændringer i havisen (53 begivenheder). De fleste rystelser var forårsaget af forskydninger i jordskorpen (227 begivenheder).

Hvad ved vi, og hvad bør gøres. Der er mange jordrystelser i jordskorpen i Arktis, også i Disko Bugt. Når den tunge indlandsis smelter, hæver landet sig, og det ved vi med stor sikkerhed. Vi har imidlertid kun ringe viden om, hvordan denne proces finder sted, og i hvor stor grad den vil påvirke risikoen for naturkatastrofer. Vi ved f.eks. ikke, om den sker gradvis eller i store ryk. Fra andre lande ved vi, at store ryk af jordskorpen kan have katastrofale konsekvenser for f.eks. bygninger og veje og medføre store tab af menneskeliv. Heldigvis er rystelserne i Disko Bugt 2018-2019 forholdsvis små.

Der er behov for en bedre forståelse af land-hævningen ved is-afsmeltningen og af forskydningerne i jordpladerne under Vestgrønland. Det vil f.eks. gøre det muligt at udpege høj-risiko områder og sikre jordskælvstilpasning af nye bygninger og veje. Hovedforudsætningen for en sådan forbedret forståelse er sammenhængende overvågning af rystelser i området over tid.



T.v.: Geologisk kort over Disko Bugt³. Skraverede områder viser steder med høj risiko for fjeldskred. Rød er grundfjeld, lilla er sandsten, og grøn er skifre og vulkansk klippe.

T.h.: Kort over Disko Bugt med jordskælv (rød), og rystelser udført af isbevægelser (grøn), der er registreret i perioden 20. april 2018 til 23. september 2019. Hjemmeseismograferne er markeret med trekanter.

Vore resultater viser, at hjemme-seismografer kan væsentligt styrke kvaliteten af datasæt om rystelser. De kan både øge datamængden, opløsningen, den geografiske balance af datasættet, og stedbestedelsen.

Anbefalinger. Det har stor betydning for by- og vejplanlægning i Disko Bugt at vide, i hvilken udstrækning risikoen for jordskælv skal inddrages.

For at reducere effekterne af jordskælv, inkl. mulige store ryk i landhævningen, anbefales det:

- 1) Kommunalbestyrelserne i Qeqertalik og Avannaata kommune: Overvej om den kritiske infrastruktur er sikret imod kraftige rystelser. Vurdér konsekvensen af sådanne naturkatastrofer og sørg for at have handleplaner klar, når de indtræffer.
- 2) Departementet for Boliger og Infrastruktur: Udarbejd retningslinjer for sikring imod naturkatastrofer.
- 3) Entreprenører: Vurdér hvor kraftige rystelser planlagte installationer kan tåle, og om det er relevant at tage forholdsregler imod kraftige rystelser, i planlægningsfasen.

Fordelene ved disse tiltag er, at når naturkatastrofen indtræffer, så bliver skaderne mindre, og man er man bedre forberedt til at håndtere følgevirkningerne. For at forbedre datagrundlaget anbefales desuden fortsat og udbygget brug af hjemme-seismografer og deling af viden om jordrystelser.

Litteratur

1 Fjeldskred I Grønland (inkl. materiale) <https://naalakkersuisut.gl/da/Naalakkersuisut/Departementer/Forskning-Miljoe/Miljoe-og-beredskabsafd/Aktuelt/Fjeldskred-i-Groenland> (hentet 2020-19-11)

2 Svennevig, K., Dahl-Jensen, T., Keiding, M., Boncori, J. P. M., Larsen, T. B., Salehi, S., Solgaard, A. M., and Voss, P. H.: Evolution of events before and after the 17 June 2017 landslide at Karrat, West Greenland – a multidisciplinary approach for studying landslides in a remote arctic area, *Earth Surf. Dynam. Discuss.* <https://doi.org/10.5194/esurf-2020-32>

3 Schack Pedersen, S. A., Melchior Larsen, L., Dahl-Jensen, T., Jepsen, H. F., Krarup Pedersen, G., Nielsen, T., Pedersen, A. K., von Platen-Hallermund, F., & Weng, W. (2002). Tsunami-generating rock fall and landslide on the south coast of Nuussuaq, central West Greenland. *GEUS Bulletin*, 191, 73-93. <https://doi.org/10.34194/ggub.v191.5131>

4 Jeddi, Z., Voss, P.H., Sørensen, M.B., Danielsen, F., Dahl-Jensen, T., Larsen, T.B., Nielsen, G., Hansen, A., Jakobsen, P. and Frederiksen, P.O. (2020). Citizen Seismology in the Arctic, *Front. Earth Sci.* 8:139, doi:10.3389/feart.2020.00139.

2.3 Monitoring Svalbard's environment and cultural heritage by expedition cruises

Policy Brief: Monitoring of the environment and cultural heritage by expedition cruises in Svalbard (in English)

Summary: Climate change and increasing human activities in the Arctic call for rapid environmental management responses based on the monitoring of distribution, status and trends in wildlife and other environmental variables. Expedition cruises get to areas in Svalbard rarely visited by anybody else. Guides and guests are already observing and contributing to citizen science programs. This monitoring may increase and improve if it is recognized and supported. Creating improved ways of communicating this monitoring information may ensure that those responsible for environmental management decisions (the Governor's Office) are presented with a better basis on which to take the right decisions.

Why expedition cruise monitoring is important for Svalbard.

The environment in the Arctic region is changing fast, largely due to increasing temperatures and human activities. The continuous areas of wilderness and cultural heritage sites in Svalbard need to be managed sustainably. Management responses must be based on a solid understanding of the ongoing changes, and better environmental monitoring and management is required. The INTAROS project is aimed at developing an integrated Arctic Observation System (iAOS) and one of its focus areas is the possible role of community-based and citizen science observing programs in improving environmental monitoring and management in the Arctic.









The biodiversity of Svalbard is rich for the polar regions, with 1,143 species of plant and 203 species of bird recorded (<https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5161/>). Marine mammals include Polar bear, Walrus, seals and 11 species of whale. Historical remains from earlier visitors such as explorers, whale hunters and trappers are plentiful along the remote shorelines. The Svalbard Environmental Protection Act is therefore aimed at regulating hunting, fishing, industrial activities, mining, commerce and tourism. Svalbard is large and most parts are rarely visited by anybody. Cruise ships regularly reach otherwise rarely visited places. Expedition cruises in particular go to many areas during the summer months. Guides and participants on such cruises have, over the years, contributed large quantities of important observations to various citizen science programs. This has been done in an uncoordinated way, and without special thought to who might be able to use the information.

Steps taken to improve environmental monitoring. A workshop for enhancing the environmental monitoring efforts of expedition cruise ships in the Arctic was held in Longyearbyen, at the University Centre in Svalbard, from 7 to 8 March 2019. The workshop was facilitated by the INTAROS project and the Association of Arctic Expedition Cruise Operators (AECO) (<https://intaros.nersc.no/content/cruise-expedition-monitoring-workshop>). The participants included representatives of cruise operators, citizen science

programs, local government and scientists. They agreed to test a pilot Arctic cruise expeditions' monitoring program in the Arctic during 2019. The pilot study encouraged AECO members to contribute to selected citizen science programs for one cruise season.

Results show the importance of cruise ship observations. The pilot study has shown that expedition cruises go almost everywhere around Svalbard and they gather significant and relevant data. Most observations are documented with photographs, making it possible to validate and cross-reference the observation in perpetuity. There are some programs that are especially popular among cruise expedition guides and their guests (Table 1). A total of 165 persons contributed observations during 2019, mostly bird checklists to eBird and marine mammal encounters with photos to Happywhale. Cultural remains are plentiful in Svalbard and can easily erode because of weather and visitors (see <https://www.aeco.no/wp-content/uploads/2020/02/aeco-cultural-remains-guidelines-v2019vs2.pdf>). Monitoring of cultural remains is needed, but the pilot project was unable to set up a useful program for testing in 2019. The citizen science program iNaturalist, which was not part of the pilot study, also received a great many contributions from Svalbard during 2019. Some other programs such as Cloud Observations and Secchi Disk Study did not receive much support from guests and guides. Perhaps they are better suited to school classes or independent local and visiting boats. Other citizen science programs in Svalbard have not yet gained wide popularity but they may do so in the future.

Table 1. The variation in five key characteristics across citizen science programs in Svalbard during 2019.

	Programs tested				Other programs*	
Low (1-10) ●						
Medium (11-100) ●	eBird	Happy-whale	Secchi Disk	Cloud Obs.	Cultural remains	iNaturalist
High (101-1000) ●						
Very high (>1000) ●						
Number of observations	●	●	●	●		●
Number of locations	●	●	●	●		●
Number of attributes observed	●	●	●	●		●
Education and awareness raising potential*	●	●	●	●	?	●
Relevance to decision-making*	●	●	●	●	●	●

*Cultural remains monitoring is included here because a program on this is considered highly relevant by the authors yet does not exist in Svalbard today. iNaturalist is included because this program is widely used in Svalbard. The scores for education and decision-making are based on qualitative judgements by the authors.

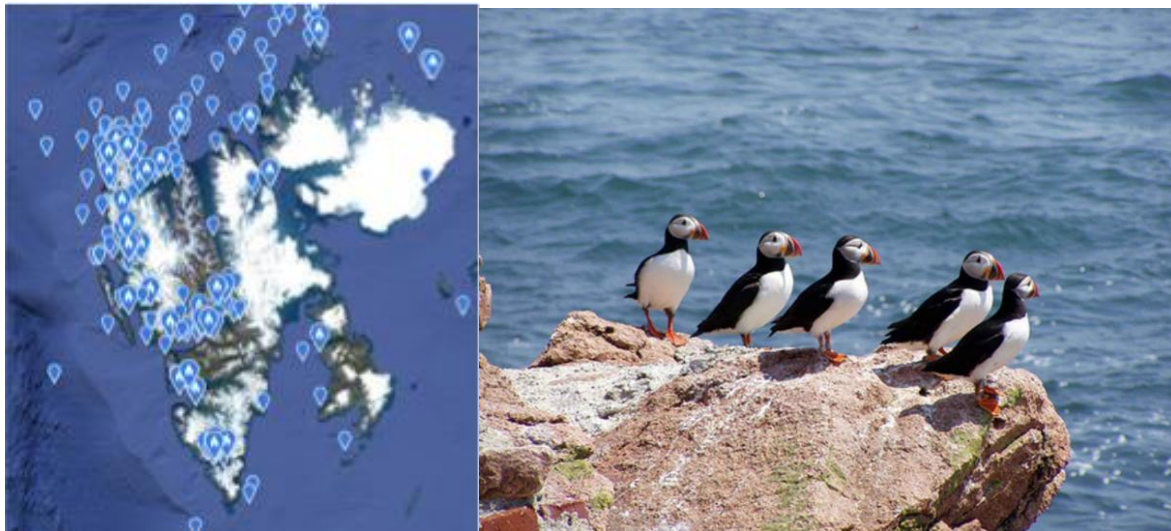


Figure 1. Records of Atlantic puffin *Fratercula arctica* ($n = 622$ records) from Svalbard 2002–2019 in the eBird database. This species is listed as globally threatened by IUCN in the category Vulnerable. Records highlighted with a white flame are from eBird hotspots, areas with “many” checklists.



Figure 2. Happywhale records of marine mammals from Svalbard in 2019 in the Happywhale database (81 encounters of 13 species). The icons show records of Polar Bear, Fin whale, Humpback whale, Bowhead whale, and Harbor Seal. The digits indicate numbers of encounters that are too close together to be shown on the map. The small blue arrow near “Spitsbergen” indicates two locations where the same individual Humpback whale was encountered. Insert photo: Humpback whale.

Conclusions relevant for monitoring and environmental management. The body responsible for environmental management in Svalbard (the Governor’s Office) needs to be aware of threats to the environment and to historical sites with cultural remains. Expedition cruises can help strengthen the basis for environmental management decision-making by gathering relevant data. The cruise operators organized in AECO aim to provide responsible tourism in order to guarantee the conservation of the sites that attract tourists. They would like to contribute to wise management decision-making. The members already agree to adhere to strict guidelines and welcome restrictions developed in collaboration with the authorities.

Cruise guides and guests like to be involved in citizen science programs and to contribute observations. They already contribute large quantities of observations through citizen science programs (Fig. 1-2), thereby helping to provide a better understanding of the distribution, status and trends in wildlife.

Many of the observations from expedition cruises are of relevance for management decision-making in Svalbard and internationally but they do not regularly reach the decision-makers.

The number and relevance of observations is likely to increase if more attention is given to this. Improved communication between citizen science programs and those responsible for environmental management decisions is likely to increase the quantity of relevant information that reaches decision-makers. Better communication can ensure that guests and guides understand the importance of their observations and feel that they are making a contribution to the environment.

Recommendations for improving the use of cruise ship observations and monitoring,

- 1) All cruise expedition vessels should be equipped with tablets containing the apps for the same small selection of citizen science programs so that they can easily upload records. The selected citizen science programs should be popular among tourists and guides, gather information that can form part of the basis for wise environmental management, and should aim to present results readily in a form that can be understood and used by the people and institutions taking decisions on environmental management.
- 2) Work must be done to understand how the right type of data can be gathered and how such data can contribute to monitoring programs that can ensure that data is made readily available in a form that is useful for institutions responsible for planning and improving environmental management. For Svalbard, this will be institutions such as the Governor's Office but also researchers and the public.
- 3) Clear lines of communication between citizen science program participants, citizen science programs, the scientific community and decision-makers should be further developed. A well-funded intermediate organization should facilitate communication between observers, citizen science programs, scientists and decision-makers. Citizen science programs should promptly and directly provide feed back to observers and decision-makers through the use of digital platforms.
- 4) Developing expedition cruise monitoring is of high priority for Svalbard but is also highly relevant to other polar regions like South East Alaska and the Antarctic.
- 5) Further work is necessary to fully understand the feasibility and potential of coordinated expedition cruise operator-based environmental observing in the Arctic.



2.4 Natural disasters in Longyearbyen, Svalbard

Policy brief: Naturfarer i Longyearbyen (in Norwegian)

Resumé: Risikoen for skred og jordskjelv vil alltid være til stede, men med en bedre forståelse av risikoen vil man kunne forebygge og forberede seg, og dermed minke konsekvensene av slike hendelser. Lokale aktører i Longyearbyen har i en periode bidratt til måling av bakkebevegelser i byen. Fundamentering av bygninger på trepeler i permafrosten har vist seg å være en stor utfordring i slike målinger, og det har vært vanskelig å finne egnede plasseringer for instrumenter. Det anbefales derfor å kombinere seismologisk overvåking med andre typer data for å bedre forstå risikoen for naturkatastrofer i et klima i endring.

Innledning. Longyearbyen har vært utsatt for flere naturfarehendelser de siste årene, som de katastrofale snøskredene i 2015 og 2017 og flomskred i 2016. På grunn av klimaendringene forventes det at slike hendelser vil skje oftere i fremtiden. Svalbard er i tillegg utsatt for jordskjelv, for eksempel har det vært høy jordskjelvaktivitet i Storfjorden siden det store styrke 6 skjelvet i 2008. Det forventes at det kommer flere og kraftigere naturfarehendelser i Arktis med klimaendringene. Men hva er risikoen for fremtidige skred og jordskjelv i Longyearbyen? Og hva kan vi gjøre for å bedre forstå og redusere konsekvensene av slike hendelser?

Vi har prøvd ut citizen science metoder for første gang for å kartlegge jordskjelv og andre naturfarer i Arktis. I samarbeid med lokale aktører har vi installert seismologiske måleinstrumenter i Disko Bukten i Grønland og i Longyearbyen på Svalbard. I Longyearbyen fant vi bare muligheter for å installere instrumentene i bygninger som var fundamentert på trepeler, hvilket gjorde at støynivået i data var høyt. I dette policy brief oppsummerer vi hva vi vet om naturfarer i Longyearbyen i dag. Dessuten foreslår vi hva som kan gjøres for å bedre forstå slike hendelser, og hva som kan gjøres fra myndigheter og entreprenører for å tilpasse nye bygninger og veier til disse forholdene.

Longyearbyen er et område med permafrost, og de fleste bygg er fundamentert med trepeler for å unngå setningsskader. Bratte skråninger langs sidene av Longyeardalen og Adventsdalen/Adventsfjorden gjør området utsatt for snøskred og løsmasseskred. Svalbard befinner seg på den europeiske geologiske platen som beveger seg østover, vekk fra Nord-Amerika. Det skaper spenninger i undergrunnen som utløser jordskjelv. Det bygges også opp spenninger i undergrunnen i forbindelse med smelting av breer, men effekten av slik smelting er ventet å være liten på Svalbard.

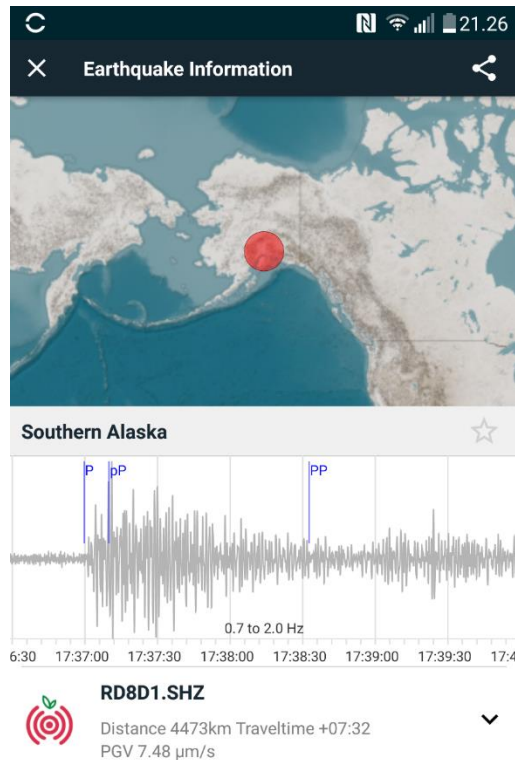
Resultater. Det er permanente seismologiske målestasjoner i Adventdalen, Ny Ålesund, Barentsburg og Hornsund, i tillegg til Bjørnøya og Hopen. Stasjonene måler rystelser i jordskorpen og gir dermed informasjon om jordskjelvsforekomster, men kan også registrere andre hendelser som skred eller sprengninger. I en periode fra 2018-2020 ble de permanente



Hjemmeseismometer installert på Svalbard Museum. Instrumentet er beskyttet av en boks for å redusere støy i data.

stasjoner på forsøkebasis supplert med hjemmeseismografer som ble installert på Svalbard Museum og et hotell i Longyearbyen. Målet var å supplere data fra de permanente målestasjoner og dermed forbedre målinger av jordskjelv og skred i området.

En hjemme-seismograf er på størrelse med en skoeste. Vi plasserte instrumentene på en rolig plass i bygningen og koblet de til strøm og wifi. Data fra instrumentene ble publisert live via <https://raspberrysake.net/stationview/> og er nå tilgjengelig gjennom Universitetet i Bergen. Universitetet i Bergen og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) har analysert målingene.



Rystelser fra et styrke 7.0 jordskjelv i Alaska 30. november 2018, registrert på et hjemmeseismometer i Longyearbyen.

Det har vist seg å være vanskelig å finne egnede plasseringer til instrumentene i Longyearbyen der langt de fleste bygg er fundamentert på trepeler. Bygg som står på peler vil begynne å «gyng» når det er bevegelse i bygget, og denne gytngen vil overdøve signalet fra naturlige seismiske hendelser. I forbindelse med et besøk til Longyearbyen i desember 2018 ble det gjort forsøk på å finne bedre plasseringer til instrumentene, men på grunn av det lave antall egnede bygg (som ikke står på peler), mangel på plass i mange bygg samt tekniske krav til installasjonen var det ikke mulig å finne bedre lokaliteter. Det ble derfor besluttet å avslutte eksperimentet i 2020. I forsøksperioden er det registrert noen større, globale jordskjelvshendelser, men data har vært av så dårlig kvalitet at de ikke har bidratt med nevneverdig ny viten.

Selv om installasjonene i Longyearbyen ikke kan betegnes som en direkte suksess, har eksperimentet gitt oss nyttig ny viten. Samtidig med eksperimentet i Longyearbyen det vært tilsvarende installasjoner ved Disko Bukten i Grønland. Her kunne man sette opp instrumentene direkte på grunnfjell i et område med veldig lite menneskeskapt støy. Målingene fra

Grønland har bidratt med verdifull ny viten, og det er registrert 280 hendelser (jorrdrystelser) fra april 2018 til september 2019. Spesielt har data fra hjemmeseismografene vært nyttig for å forbedre stedsbestemmelse av hendelsene. Det er forventet at man vil kunne oppnå lignende forbedret registrering, og i tillegg være i stand til å registrere andre naturfarer som snø- og jordskred.

Konklusjon. Sammenlignet med områder utenfor Arktis er der mange jorrdrystelser i jordskorpen i Arktis, også i Longyearbyen. Når breer smelter, permafrosten tiner og mengden av nedbør øker, vil risikoen for skred også øke. Det vet vi med stor sikkerhet. Vi vet også at bresmelting påvirker fordelingen av spenninger i jordskorpen, men vi vet bare lite om hvordan denne prosessen finner sted, og i hvor stor grad den vil påvirke risikoen for naturkatastrofer.

Flere store skredhendelser de seneste årene har understreket viktigheten av forberedelse og risikohåndtering av naturkatastrofer i Longyearbyen, og flere sikringstiltak er allerede

installert eller i planleggingsfasen. Samtidig demonstrerer jordskjelvet i Storfjorden i 2008 at det er en reel jordskjelvrisiko på Svalbard, og større hendelser vil, i tillegg til de direkte skader som kan forårsakes av rystelser i bakken, kunne bidra til å utløse forskjellige typer skred.

Det er behov for å bedre forstå sammenhengen mellom klimaforandringer og risikoen for skred og andre naturfarer. Det er også ønskelig å forbedre analyser av jordskjelvrisiko i området. Grunnlaget for en bedre forståelse av de prosesser som driver naturkatastrofer er bedre observasjon av de hendelser som skjer, gjennom sammenhengende overvåking i tid og sted. Seismologiske målinger utgjør et viktig datagrunnlag for å studere naturfarer, og kan gjerne kombineres med satellittdata, feltobservasjoner og andre målinger for å støtte opp om fremtidens risikohåndtering.

Anbefalinger. Det har stor betydning for byplanlegging i Longyearbyen å vite hvor stor risiko det er for naturfarer, og hvordan risikoen vil påvirkes av klimaforandringene.

For å redusere effektene av naturfarer bør:

- 1) Lokalstyret i Longyearbyen: Sikre at kritisk infrastruktur er bygget utenfor utløpsbaner av potensielle skredhendelser og tilstrekkelig sikret mot rystelser fra jordskjelv. Dessuten bør konsekvensene av større naturkatastrofer utredes, og det bør utvikles handlingsplaner.
- 2) Entreprenører: Sikre at gjeldende byggeforskrifter følges, med passende klimapåslag. Dette innebærer å sikre at bygg plasseres utenfor potensielle utløpsbaner for skred og at de sikres i tilstrekkelig grad mot rystelser fra jordskjelv.

Bare gjennom slike tiltak vil man kunne begrense konsekvensene av fremtidige naturfarehendelser og dermed sikre beboere og besøkende i Longyearbyen.

For å forbedre datagrunnlaget bør man fortsette arbeidet med kartlegging av risiko for skred og flom. Videre forskning på potensialet i å kombinere forskjellige datatyper (f.eks. seismologiske, satellitt og geodetiske data) vil kunne gi forbedret datagrunnlag og dermed bedre risikoanalyser. Et nytt eksperiment med bruk av hjemmeseismografer bør overveies, hvis egnede lokaliteter kan stilles til rådighet.

Litteratur

- 1 Hestnes, E., Bakkehøi, S. and Jaedicke, C. (2016), Longyearbyen, Svalbard – Vulnerability and risk management of an Arctic settlement under changing climate - A challenge to authorities and experts, Proceedings, International Snow Science Workshop, Breckenridge, Colorado.
- 2 Jeddi, Z., Voss, P.H., Sørensen, M.B., Danielsen, F., Dahl-Jensen, T., Larsen, T.B., Nielsen, G., Hansen, A., Jakobsen, P. and Frederiksen, P.O. (2020). Citizen Seismology in the Arctic, *Front. Earth Sci.* 8: 139, doi:10.3389/feart.2020.00139.
- 3 Pirli, Myrto; Schweitzer, Johannes; Ottemøller, Lars; Raeesi, Mohammad; Mjelde, Rolf; Atakan, Kuvvet; Guterch, Aleksander ; Gibbons, Steven John; Paulsen, Berit; Debski, Wojciech; Wiejacz, Pawel; Kværna, Tormod. 2010. Preliminary Analysis of the 21 February 2008 Svalbard (Norway) Seismic Sequence. *Seismological Research Letters* 81(1): 63-75.
- 4 Pirli, M., Schweitzer, J., Paulsen, B. (2013). The Storfjorden, Svalbard, 2008-2012 aftershock sequence: Seismotectonics in a polar environment, *Tectonophysics*, 601: 192-205.

Annexes

Annex 1. Beskrivelse af data-sættet til figuren ”Sammenligning af vurderinger fra lokale fiskere og fiskeristatistik i Afsnit 2.1 (in Danish).

Figuren er baseret på data fra 8 bygder og byer, hvor der har været tilgængelige data fra både lokale (stedboende) fiskere og fra fiskeristatistikken. Til højre ses et kort over de bygder og byer, hvor data kommer fra.



Kvartaler for hellefisk:

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Bygd/by	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Attu	Kanger-suatsiaq	Kisis-suarsuit	Kisis-suarsuit	Kisis-suarsuit	Ilulissat	Ilulissat	Qaanaaq	Qaarsut	Qaarsut
År	2010	2010	2011	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2016	2013	2015	2016	2010	2010	2016	2010	2010
Kvartal	1	2	3	1	2	1	3	1	2	3	3	3	3	2	3	1	2	3

Kvartaler for forsk:

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Bygd/by	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Akunnaaq	Attu	Attu	Attu	Attu	Attu	Attu	Attu	Ilulissat	Kangersuatsiaq	Kangersuatsiaq	Kangersuatsiaq	Kisisuarsuit	Kisisuarsuit	Kisisuarsuit	Niaqornaarsuk	Qaanaaq	
År	2010	2010	2011	2011	2014	2014	2014	2015	2015	2015	2016	2014	2015	2015	2016	2016	2016	2016	2016	2010	2016	2016	2016	2013	2014	2016	2014	2016
Kvartal	2	4	1	3	1	2	4	1	3	4	4	4	3	4	1	2	3	4	2	1	2	4	3	4	3	4	1	

Fiskernes data er fra PISUNA-net (<https://eloka-arctic.org/pisuna-net/>). Fiskeristatistikken er stillet til rådighed af Lars Uldall-Jessen, Grønlands Fiskerilicenskontrol (GFLK). Datasættet er samlet af S.G. Hansen og er anvendt i: Hansen, S.G. (2018). An assessment of community-based monitoring in the Arctic. København: NORDECO and Faculty of Science, University of Copenhagen, p.51-53.

----- END of DOCUMENT-----



INTAROS

This report is made under the project
Integrated Arctic Observation System (INTAROS)
funded by the European Commission Horizon 2020 program
Grant Agreement no. 727890.



Project partners:

