



Tunup avannarpasissuani umimmaat amerlasuut ilisimatuut misileraallutik inissitsitigaat sanequtiinnarlugit ivigartortarput. De mange moskusokser i Nordøstgrønland græsser pænt uden om forskernes forsøgspstillinger.

## Naak qerinnaraluartoq aamma aputeqaraluartoq:

# Issittumi qeriuannartup masarsua ukioq kaajallallugu metanimik aniatitsivoq

**Ukiut 15-init ingerlaneranni** atavartumik qeriuannartup masarsuani uuttortaanerit takutippaat metani aasaanerani aamma ukiukkut nunamit aniajuartoq. Gassip silaannarmik kiatsikkiartuaartitsisartup sakkortuup anianera kittaarluni pisarpoq tamannalu ingammik aasakkut aputip qaqugukkut aattarneranit aqunneqarpoq, kiisalu ukiukkut nunap qaqugukkut qerisaleranerit

### ■ KIANNERULERNERA

Peter Bondo Christensen  
aamma Signe Høgslund

Gassi silaannarmik kiatsikkiartuaartitsisartup kuldioxidim 22-riammik sakkortuneruvoq, taamaattumik assut soqutigineqarpoq paasissallugu sumingga-

anneertersoq aamma qanoq annertutigisooq silaannarsuarmut aniasarnersoq.

Issittumi qeriuannartup masarsuani qaqqat naasoqanngitsut akornanni ukiut 15-init ingerlanerini ilisimatuut peqqissaartumik karsinik plexiglasimik sanaajusunik naasut pukkeqisut amerlanngitsullu akornanni ilioraasarsimapput. Tamaani ingerlaavartumik uuttortarneqarpoq nunamiit metani qanoq annertutigisooq silaannarsuarmut aniatinneqarnersoq.

Ilisimatuut sumiiffinnut pisarsimapput tamanna eqqarsarnaraluartoq silaannaap issittup aamma peqqamiitsup uumassusillit suut tamaasa unitsitsitarai. Kisianni tassa issittumi qeriuannartup masarsuani metani silaannarsuatsinnut aniaavoq, nunarsuaq tamakkerlugu avatangiisinut sunniuteqarluni.

### Uttuisarfiit automatiskiusut metanip anianeraniq malinnaapput

Metani pilersinneqartarpoq qeriuannartup masarsuani issuatilimmi bakteerianit mikisunit. Atortullu aaqgissuulluakkat atorlugit ilisimatuut iluatsisippit ilisimasamik nutaamik nassaarlutik, tassa metanip qanoq annertutigisup issittumi qeriuannartup masarsuani anianera paasillugu.

Ilisimatuut inissivinnik plexiglasimik sanaanik akimut ersittunil ilusilersuippit, taakkua qeriuannartup masarsua 0,2 m<sup>2</sup> uuttortarpaat. Inissiviit automatiskiusumik ammartarput aamma matusarput. Matuisa matoqaneranni uuttuuttip laserimik aqunneqartup metani qanoq annertutigisooq

qeriuannartup masarsua qulaani katersuuttarnersoq uuttortartarpaat.

Atortut tamarmik qarasaasiamik mikisunguamik aqunneqarput seqerngup qingernerinik katersisartumit aamma anorisaaatiniq sarfalersorneqartumit, taamaattumik ilisimatuut najuuttariaqanngillat uuttortaanerit ingerlanniartugit. Atortut metanip anianerani nal. akunneri tamaasa ataasiarlutik ulloq unnuarluni uuttortaasarput juunip naaneraniq novembarip aallartinnissaata tungaanut. Tassalu taakkua kipparissunguit mikisut atorlugit ilisimatuut ukiut 15-init ingerlanerini uuttortaapput.

»GEM-programmip maannakkut ukiuni 15-ini kipisuitsumik uuttortaattippaartugit qeriuannartup masarsuani Tunumi avannarpasissumi ilisimatuarfiup Zackenbergip eqqaani metanip qanoq annertutigisup aniasarneraniq«, Torben Røjle Christensen oqaluttuarpoq, taanna Aarhus Universitetimi, Arktisk Forskningscenter aamma Institut for Biosciencemi, professoriuvoq, paasissutissallu amerlaqisut katersorneqarneranni siuttuusimalluni.

Metanip anianeraniq uuttortaanerit Issittuq tamaat eqqarsaatigalugu piffissami sivisunerpaami ingerlanneqarsimapput, paasissutissallu sukumiisut ilisimatuut nutaamik aamma tupaallannartumik paasisaqartippat, tassa issittumi qeriuannartup masarsuani metanip anianeraniq suut aqut-sisuunerannut tunngatillugu.

### Ukiukkut aniasoqarnera tupaallannartooq

»Sivisuumik ilisimavarput qeriuannartup masarsua aasaanerani metanimik aniatitsisartooq. Qeriuannartup masarsua kiammik eqqorneqaraangami bakteeriat metanimik pilersitsiortortut ulappusertarput. Metanillu tamassuma ilaa silaannarsuarmut aniatinneqartarpoq. Kisianni ukiuni taama amerlatigisuni uuttortaanerit massakkut takussutissippaartugit, metanip aniasup qanoq annertutigineraniq, aamma piffissaq qaqugukkut aniatitsisoqarnera tupinnaannartumik ukiumit ukiumit allanngorartorjussuusoq«, Torben Røjle Christensen nassuiaavoq.

Aputip aanneranut qaammatsiutit ulluat metanip anianeraniq aqutsinerimi pingaarneruvoq. Ullut 30-t missaanni aputip aannerata kingornatigut qeriuannartup masarsua metanimik aniatitsilersarpoq.

Qaqugukkut aputip aattarnera piffissap uuttortaaffiusup ingerlanerani qaammataaseq sinnerlugu nikerartarsimavoq, aamma taamaammata aasaanerani metanip annerpaap anianera qaqugukkut pisarner-soq assigiinngitsorjussuuvooq.

Nunap kiannera aamma isugutannera aammattaq naasut suut ataatsimoornerisut pissutaasut allaapput, metanimik pilersuinnermut aamma aniatitsinermut aqutsisut. Ukiuortumullu uuttortaanerit takutip-

paat katillugu aasaanerani aniasoqarnera ilaatigut ukiumut sisamariaammitt arfi-neq-pingasoriaammitt annertunerisinnarsartooq ukiunut allanut sanilluullugu.

»Kisianni assut tupaallaatigaarput uut-tuisarfiit takutimmassuk, oktoberimi-novemberimi metani annertooq aammattaq aniasartooq. Taamatut paasisaqarnerit taamaallaat takkuttarput uuttuinnermut atortut inissinneqarsimappata aamma piffissaq tamakkerlugu ukiuni arlalinni maliinnartuni ingerlanneqarsimappat«, Torben Røjle Christensen, oqaluttuarpoq.

Bakteeriat ukiukkut metanimik pilersuivallaartanngillat taamaattumillu metangassi ukialernerani aniasartooq, toqqaannartumik pilersuinnermut attuumassuteqanngilaq. Taanna gassimit aasaanerani pilersinneqartumit pisarpoq, qeriuannartullu masarsuanit aniatinneqartarpoq tamanna issimik qeriarerneruleraangat.

Qerinnartup metani qeriuannartup masarsuanit nunap qaavanit aniatittarpaat. Maani Issittumi nuna qeriuannartooq natertut betongitit ippoq, nunamut ammut assiuttarluni. Taamaattumik ukiukkut qerinnarsigaangat, metani taamaallaat ataatsimik ingerlavis-saqarpoq – tassalu silaannarsuarmut.

Naak aamma ukiukkut qeriuannartup masarsua apummit issusuumit qallerneqarsimagaluartooq, taamaalinerani qeriuannartup masarsua metanimik aniatitsisarpoq. Ilisimatuut uuttortarsimavaat apummi 1,3 meterisut issussusillimmi metani qanoq annertutigisooq nassaarisinnaanerlugu, tamannalu aqquqigalugu nalilerpaat, ukiup ingerlanerani metani aniasooq qeriuannartup masarsua aputeqarnerani aniasartooq 15 %-iusooq. Taamaattorli ilisimatuut suli qulakkiinngilaat metani qanoq annertutigisooq aput aqqusaarlugu silaannarsuarmut aniasarnersoq.

**GEM-programmi** (Greenland Ecosystem Monitoring) ukioq manna Kalaallit Nunaanni pingortitamiit paasissutissanik katersinerimi ukiuniq 25-nngortorsiorpoq.

Programmimit Tunup Avannarsuani Issittumit avannarlermit Nuup eqqaani Issittumut kujasissumut sila pissusiata allanngoriartorerata sunniitai misissugarineqarput, Qeertarsuarmillu uuttortaavimmit Issittup kujasissumit-tup avannarpasissumillu akornanni ikaarsaariarfik misissugarineqarluni.

Paasissutissat nangeqattaartut piffissamit sivisuumeersut Issittumi nakkutillinerit annertunerpaartaraat.

GEM-programmi tallimanik immikkoortorqarpoq:

- KlimaBasis, silap pissusianik imermullu tunngasunik suliaqarfiusooq
- GeoBasis, nunami nunap sannaanik kemiiimullu tunngasunik suliaqarfiusooq
- GlasioBasis, serminik ligartarunik aakkiartornerinilu suliaqarfiusooq
- BioBasis, naasunik nunamilu uumasunik imermillu tarajuunngitsumi suliaqarfiusooq
- MarinBasis, sineriak sinerlugu immami uumassusillinnut, sananeqaatinut kemiiimullu tunngasunik suliaqarfiusooq

Programmi ilisimatuuksikkut suliaqarfii akimorlugit suliaqarfivooq suliaqartullu tassallutik immikkut ilisimasallit Kalaallit Nunaanni Danmarkimilu sullissivinnerisut, ilaatigut ASIAQ, Pingortitaleriffik, Kobenhavns Universitet, Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Universitet aamma GEUS (Danmarkimi Kalaallit Nunaannilu ujarassiooqar-nikkut misissuisooqarfii).

Sermitsiaq nallittorsiornermut atallillugu GEM-programmi pillugu allaaserisanik arfinilinnik ilanngussaqarpoq.

Sapaatip-akunnerani matumani allaaserisaq GeoBasisimi angusanik aallaaveqarpoq.

### Nunat tamalaat akornanni silaannaap pissusia pillugu oqallinnermut pingaaruteqarpoq

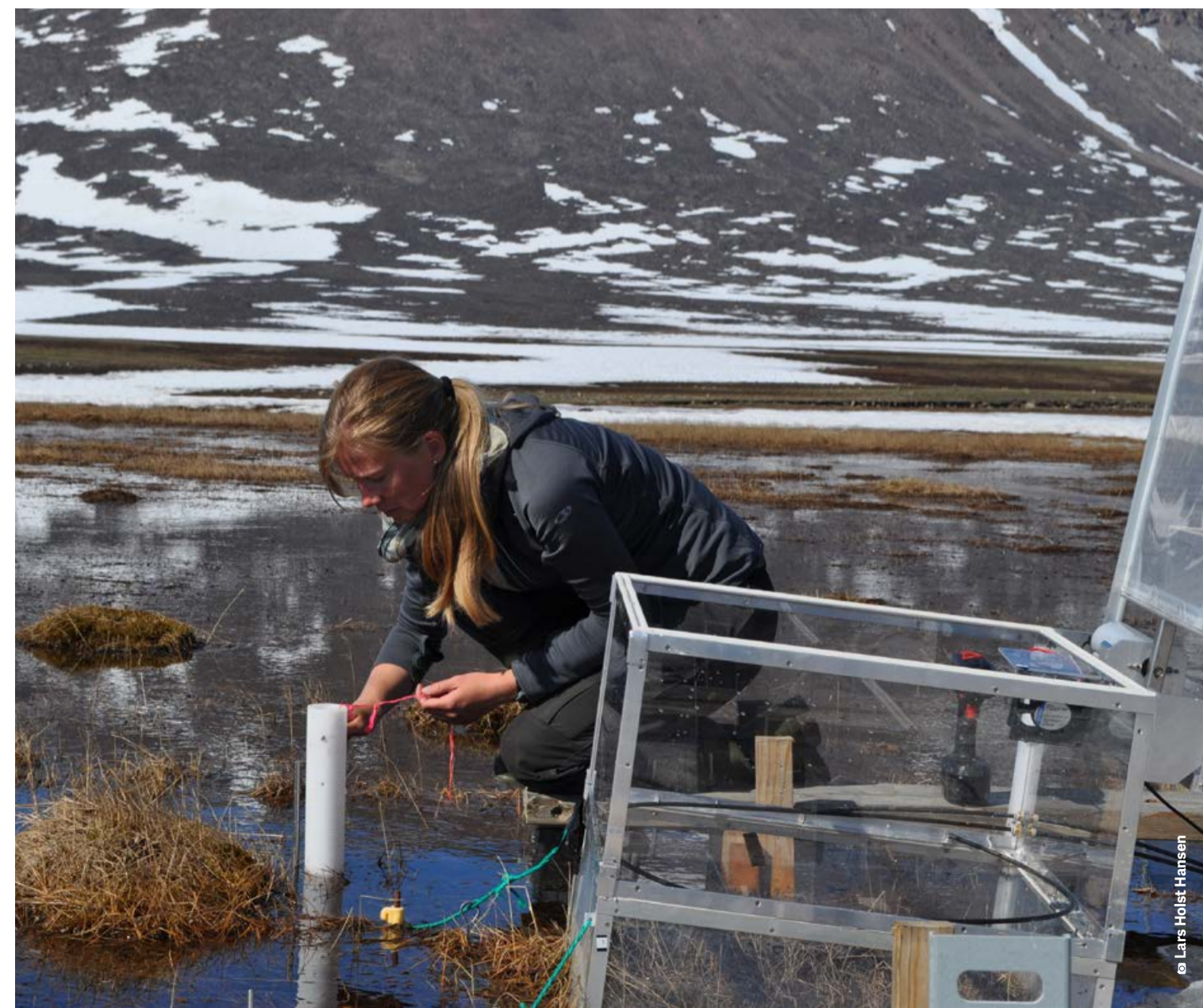
»Ukiuni amerlasuuni paasissutissat pisarriaqarput. Aamma pisariaqarpoq issittup ukiuunerani ukioluunerani sumiiffimmiinnissarput, qeriuannartup masarsuanit metanip qanoq annertutigisup aniasarnera pillugu tamakkiisumik paasisaqarmissatsinnut«, Torben Røjle Christensen, oqarpoq

Ukiopassuarni uuttortaaneq Issittumi tunngaviumik paasissutissanik annertuunik pissarsiffivooq. Taakkualu nunat tamalaat akornanni ilusilersukkani aamma nalunaarusiani ilanngunneqarput, siunissa-

mi silaannaap pissusiata allanngoriartoreranunat nalilersuinnermut.

Siunissami Issittuq kiannerulerpat taava qeriuannartup masarsuani nuna qeriuannartooq kigaatsumik aakkiartullisaaq, tamatumalu metanimik aniatitsineq qanoq sunniuteqarfigissaneraa apeqqutaavoq akineqanngitsooq, maannakkut ilisimatuut qitiutiligaat.

Karsiarannguit plexiglasimik sanaat issittumi qeriuannartup masarsuanit aammattaq siunissami qulaajaqqissapput, pitsaanerumik paasinninnissatsinnut atorsinnaasatsinnik, nunarsuarmi silaannaap pissusianik aqutsinerimik nalunaqisumik ataqatigiissaarisumik.



Nunap masarsuunera metangassip qanoq annertutigisup qeriuannartup masarsuanit aniasarneranut malunnartumik sunniuteqarpoq. Uani takuneqarsinnaavoq Kristine Skov metanip annertussusianik, nunamit masammitt qarsunneqarsimasumi uuttortaasoq.

Jordens fugtighed spiller en betydende rolle for hvor meget metangas, der slipper ud fra tundraen. Her måler Kirstine Skov på den mængde metan, der kommer fra oversvømmede jorde.

### Paasissutissat sukumiinerusut:

Torben Røjle Christensen, professor Arktisk Forskningscenter og Institut for Bioscience, Aarhus Universitet; mail: torben.christensen@bios.au.dk; telefon: +45 9350 9049

Trods frost og sne:

# Den arktiske tundra frigiver metan året rundt

**Konstante målinger gennem femten år** på den frosne tundra viser at metan slipper ud af jorden både sommer og vinter. Udslippet af den meget potente drivhusgas kommer i bølger, og styres især af hvornår sneen smelter om sommeren og hvornår jorden fryser til i efteråret

## TEMPERATURÆNDRINGER

Peter Bondo Christensen og Signe Høgslund

Drivhusgassen metan er 22 gange mere potent end kuldioxid, og der er derfor meget stor interesse i at forstå, hvor den kommer fra og hvor meget, der frigives til atmosfæren.

På den arktiske tundra mellem golde bjerge har forskere gennem femten år omhyggeligt placeret små plexiglasskasser over den lave og sparsomme vegetation. Her måler de løbende, hvor meget metan jorden frigiver til atmosfæren.

Forskerne har været på steder, hvor man skulle tro, at det kolde og barske klima sætter biologien helt i stå. Men netop fra den dybfrosne arktiske tundra siver der metan ud i vores atmosfære, hvor den påvirker det globale miljø.

## Automatiske målestationer følger frigivelsen af metan

Metan produceres af små bakterier i tundraens svampede jorde. Og med et sindrigt system er det lykkedes forskerne at afsløre ny viden om hvor meget metan, der slipper ud af den arktiske tundra.

Forskerne har konstrueret små gennem-sigtige plexiglasskammer, der dækker 0,2 m<sup>2</sup> tundra. Kamrene åbnes og lukkes automatisk. Mens lågene er lukket i, måler et laserinstrument hvor meget metan, der ophobes i luften over tundraen.

Hele systemet styres af en lille computer, der får strøm fra solceller og vindmøller, og forskerne behøver derfor ikke være fysisk til stede for at udføre målingerne. Systemet måler frigivelsen af metan én gang i timen døgnet rundt fra slutningen af juni til begyndelsen af november. Og det er altså de samme små firkanter, forskerne har målt på gennem femten år.

»GEM-programmet har nu givet os femten

års uafbrudte målinger af metan-udslippet fra tundraen ved Zackenberg forskningsstation i Nordøstgrønland«, fortæller Torben Røjle Christensen, der er professor ved Arktisk Forskningscenter og Institut for Bioscience, Aarhus Universitet, og som har stået i spidsen for indsamlingen af de mange data.

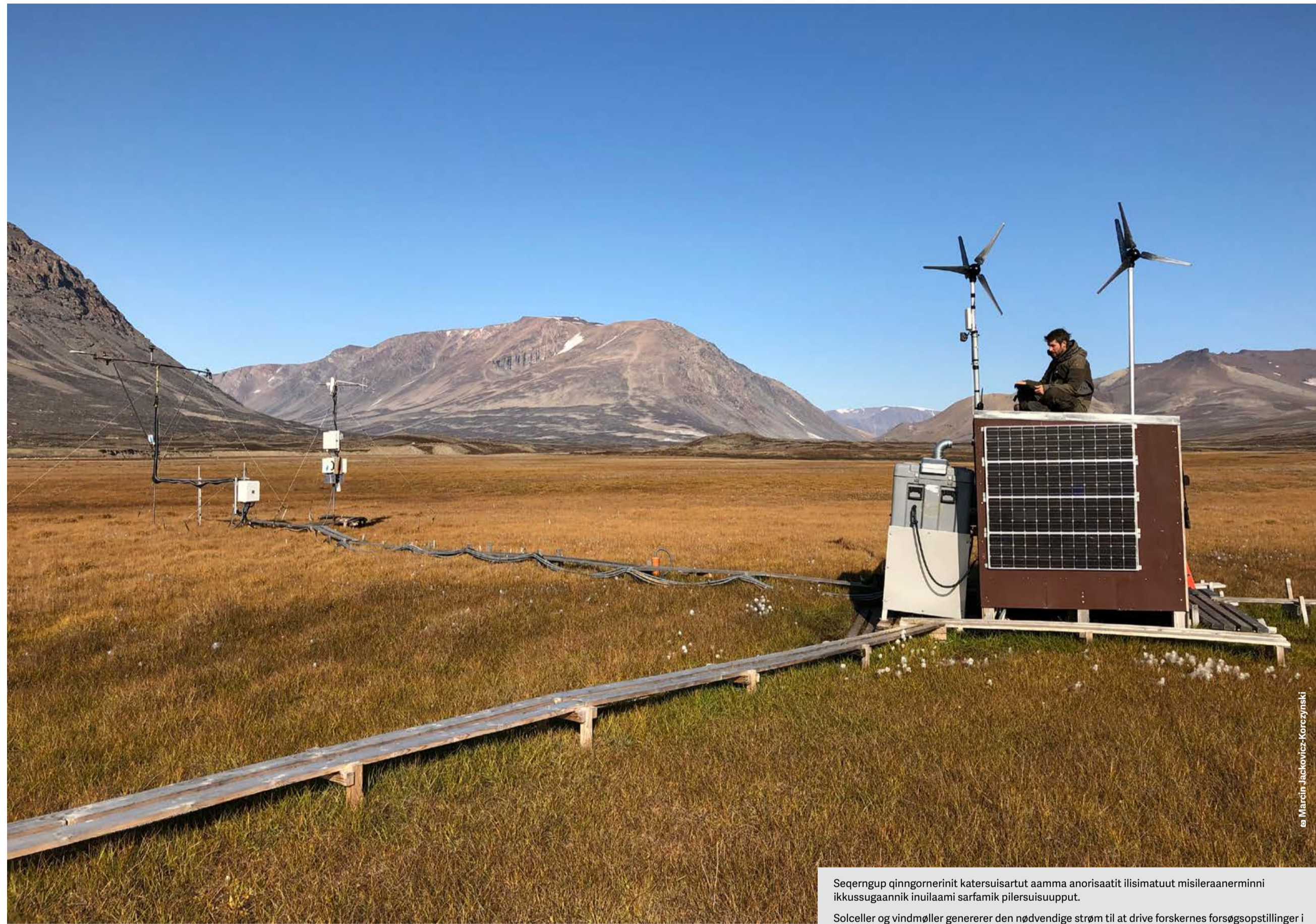
Målingerne af metan-frigivelsen er den længste tidserie fra noget sted i Arktis, og det detaljerede datasæt har givet forskerne ny og overraskende indsigt i, hvad der styrer frigivelsen af metan fra den arktiske tundra.

## Overraskende efterårsudslip

»Vi har længe vidst, at tundraen frigiver metan gennem sommerperioden. Når varmen rammer tundraen, kommer der turbo på de bakterier, der producerer metan. Og noget af den metan frigives til atmosfæren. Men de mange års målinger viser os nu, at mængden af metan, der frigives, og tidspunktet, hvor det frigives på varierer utroligt meget fra år til år«, forklarer Torben Røjle Christensen.

Det er primært datoen for bortsmeltingen af sne, der styrer frigivelsen af metan. Omtrent 30 dage efter sneen er væk, kvitterer tundraen med et udslip af metan.

Tidspunktet for, hvornår sneen smelter, har gennem måleperioden varieret med mere end en måned, og der er derfor stor forskel på hvornår på sommeren, man ser



© Marcin Jackovitz-Korezynski

Seqerngup qinnqornerinit katersuisartut aamma anorisaa it ilisimatut misileraanerminni ikkussugaannik inuilaami sarfamik pilersuisuupput.

Solceller og vindmøller genererer den nødvendige strøm til at drive forskernes forsøgspstillinger i de øde områder.

det maksimale udslip af metan.

Jordens temperatur og fugtighed samt sammensætningen af vegetation er andre faktorer, der regulerer produktionen og frigivelsen af metan. Og de årlige målinger viser, at den samlede sommerfrigivelse kan være op til 4-8 gange større nogle år end andre år.

»Men vi blev meget overrasket, da målestationerne påviste, at der også kommer et meget betydeligt udslip af metan i oktober-november. Den type opdagelser kommer kun, når man har måleudstyret på plads og kan måle gennem hele sæsonen og i flere år i træk«, fortæller Torben Røjle Christensen.

Bakterierne producerer ikke meget metan om vinteren og den metangas, der frigives i den tidlige vinter, er derfor ikke knyttet direkte til produktionen. Det stammer fra gas, der er produceret om sommeren, og som presses ud af tundraen, når den fryser ind.

Frosten tvinger metanen ud af tundraens øverste aktive jordlag. Her i Arktis er permafrosten som et betongulv, der forsejler

jorden nedad til. Så metanen kun kan vandre en vej, når frosten sætter ind i efteråret - nemlig ud i atmosfæren.

Selv om vinteren, når tundraen er dækket af et tykt lag sne, frigiver tundraen metan. Forskerne har målt hvor meget metan, de finder ned gennem et 1,3 meter tykt sne-dække og kan derigennem vurdere, at 15% af det årlige udslip af metan fra tundraen kommer gennem den snedækkede periode. Forskerne er dog endnu ikke sikker på hvor meget metan, der finder vej op gennem sneen til atmosfæren.

## Vigtig brik i den internationale klimadebat

»Det er nødvendigt med mange års data. Og det er nødvendigt, at vi er tilstede langt ind i den arktiske vinter, for at vi kan tegne det fulde billede af udslippet af metan fra tundraen«, siger Torben Røjle Christensen.

De mange års målinger har givet det mest omfattende datagrundlag i Arktis. Og

de indgår i de internationale modeller og rapporter, der vurderer hvordan klimaet ændrer sig i fremtiden.

I fremtidens varmere Arktis vil permafrosten i tundraen langsom tø, og hvordan det påvirker udslippet af metan, er et åbent spørgsmål, som forskerne nu fokuserer på.

De små plexiglasskasser på den arktiske tundra vil også i fremtiden komme med afløringer, der kan give os en bedre forståelse for det komplekse samspil, der regulerer klodens klima.

## Yderligere oplysninger:

Torben Røjle Christensen, professor Arktisk Forskningscenter og Institut for Bioscience, Aarhus Universitet; mail: torben.christensen@bios.au.dk; telefon: +45 9350 9049

**GEM-programmet** (Greenland Ecosystem Monitoring) kan i år fejre 25 års jubilæum for indsamling af data fra den grønlandske natur.

Programmet undersøger effekterne af klimaforandringerne fra Højarktis i Nordøstgrønland til Lavarktis ved Nuuk, hvor stationen på Disko repræsenterer overgangen mellem Lav- og Højarktis.

De lange data-tidsserier udgør det mest omfattende overvågningsprogram i Arktis.

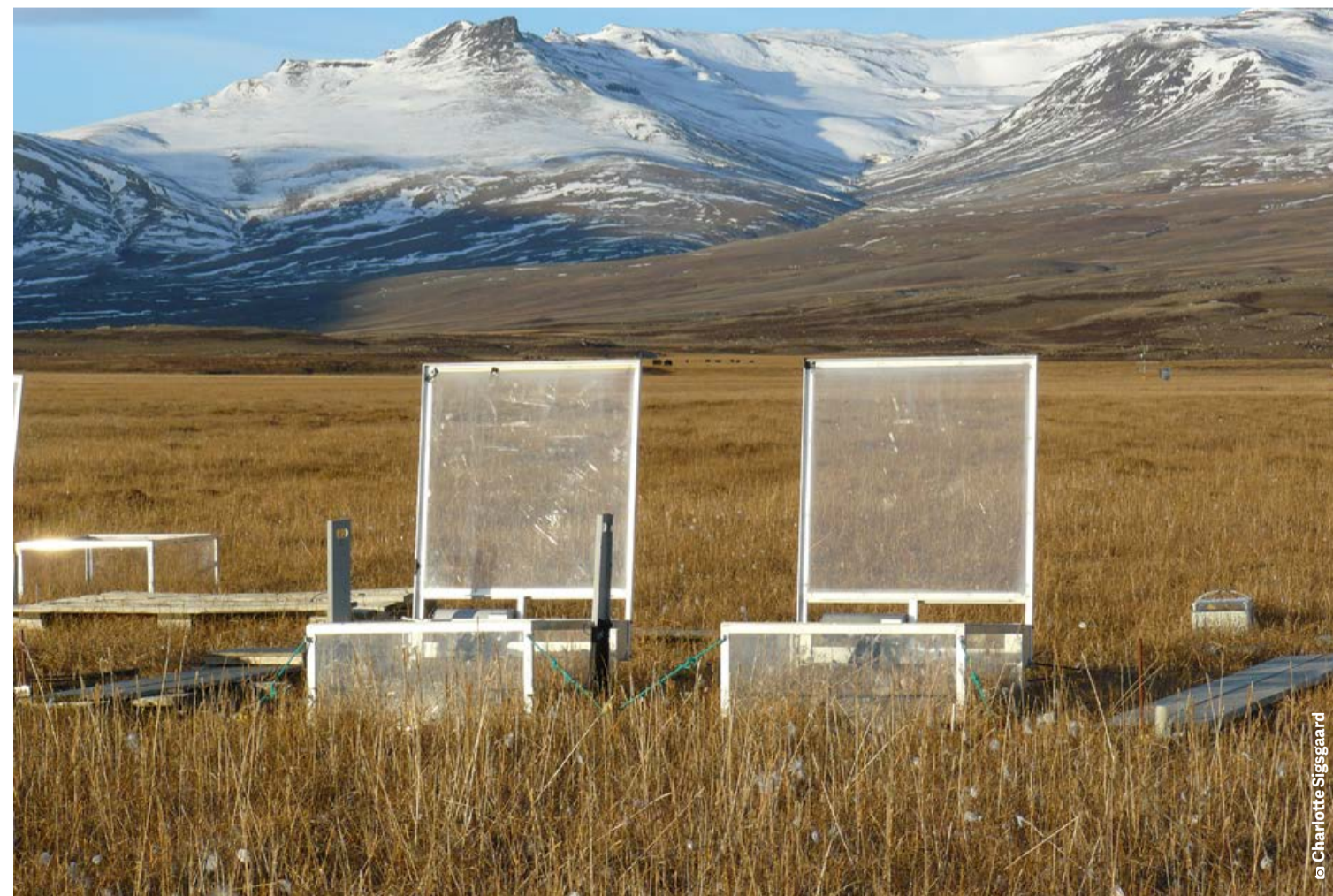
GEM-programmet består af fem delprogrammer:

- KlimaBasis, der fokuserer på klima og hydrologi
- GeoBasis der fokuserer på måling af fysiske og kemiske forhold på land
- GlasioBasis der fokuserer på gletsjere og afsmeltning
- BioBasis der fokuserer plante og dyreliv på land og i ferskvand
- MarinBasis der fokuserer biologiske, fysiske og kemiske forhold i havet langs kysten

Programmet er tværfagligt med eksperter fra forskellige grønlandske og danske institutioner herunder ASIAQ, Grønlands Naturinstitut, Københavns Universitet, Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og GEUS (De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland).

Sermitsiaq bringer seks artikler om GEM-programmet i anledningen af jubilæet.

Denne uges artikel tager udgangspunkt i resultater fra delprogrammet GeoBasis.



© Charlotte Sigsgaard

Ilisimatut karsinik plexiglasimik ilusilersuisimapput, taakkua ullup unnuallu ingerlanerani arlaleriarlutik automatiskiusumik ammartarput matusarlutillu. Karsit matusimaneranni ilisimatut uuttorsinnaavaat, issittumi qeriuannartup masarsua qanoq annertutigisumik metanimik aniatitsisarnersoq Kangerluarsunnguup aamma Zackenbergip eqqaanni.

Forskerne har konstrueret nogle plexiglasskasser, der automatisk åbner eller lukker sig flere gange gennem døgnet. Når kasserne er lukkede, kan forskerne måle, hvor meget metan den arktiske tundra frigiver ved Kobbefjord og ved Zackenberg.