



Hængebro til Assaqtuaq. Bygget af arktiske ingeniørstuderende som intro-projekt på uddannelsen.

Årsrapport for ARTEK 2016



Center for
ARKTISK TEKNOLOGI



1. Introduktion

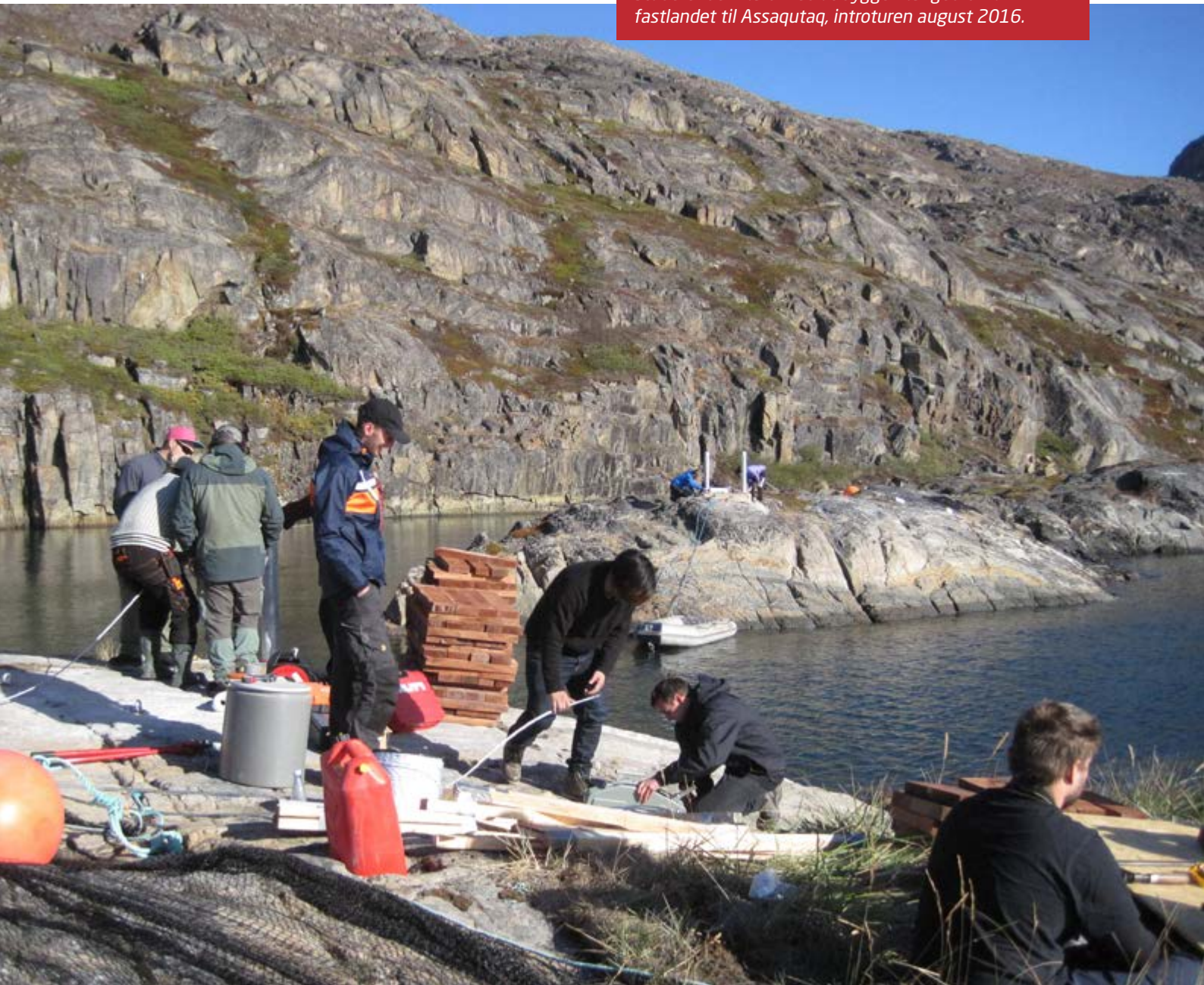
Engagement og faglighed er to hovedoverskrifter indenfor de mangeartede aktiviteter, vi har haft i 2016. DTU har oprettet en ny, international kandidatuddannelse i Cold Climate Engineering, som inkluderer et semester i Sisimiut, så nu er miljøet på ARTEK i Sisimiut blevet meget internationalt, hvilket er til stor inspiration for alle. Studenteraktiviteterne har bl.a. inkluderet et meget synligt tegn ved Sisimiut, nemlig den bro, som vores arktiske ingeniørstuderende har bygget fra fastlandet til Assaqutaq under deres introforløb.

Fagligt nød vores arbejde anerkendelse, og ved ARTEK International Conference on Sanitation in Cold Climate Regions Arktisk International Konference i Sisimiut var der deltagere fra hele Arktis. Konferencen var med sine ca. 100

deltagere den hidtil største, vi har holdt. ARTEK har i årets løb deltaget i mange væsentlige arbejdsgrupper i Grønland og internationalt. Derudover er både ARTEK-studerende og et forskningsprojekt hvor ARTEK er aktiv deltager, blev belønnet med priser.

"Vision 125" danner ramme om ARTEKs udvikling i de kommende år. I 2016 har der været fokus på at arbejde med forretningsplanen for "Vision 125". Dette arbejde kulminerede med en interessant og fremadskuende workshop i Nuuk i november med deltagelse af styregruppe, aftagerpanel samt ARTEKs videnskabelige personale. Fremtiden ser således ud til at byde på en spændende udvikling af ARTEK.

Studerende i færd med at bygge hængebro fra fastlandet til Assaqutaq, introturen august 2016.



2. Undervisning

2.1 Diplomingeniøruddannelsen - Arktisk teknologi

Diplomingeniøruddannelsen i Arktisk Teknologi havde i 2016 15 års jubilæum. De studerende starter som hidtil deres uddannelse med at tage de tre første semestre på DTU i Sisimiut (samlokalisert med KTI), hvorefter de tager tre semestre på DTU i Danmark. Senere skal de som del af uddannelsen i praktik i en ingeniørrelevant virksomhed i Arktis. Her vælger langt de fleste at tage praktikken i Grønland. ARTEK har et godt samarbejde med praktikstederne, og vores studerende nyder godt af den store læring, de får her. Studiet afsluttes med et diplomingeniørprojekt indenfor et fokuseret emne. Projektet løber over et semester, og herefter er de klar til at arbejde som ingeniører. I løbet af de 15 år, ARTEK har eksisteret, er der udklækket mere end 80 arktiske ingeniører. Hovedparten af alle diplomingeniører vælger efter endt uddannelse at søge arbejde i Grønland, mens de resterende primært finder ansættelse i Danmark eller Norge.

I Sisimiut startede 23 nye studerende på uddannelsen i august 2016, hvoraf to siden er stoppet. Der var ved årets udgang ca. 95 studerende under uddannelse til Arktisk Ingeniør.

Studielederposten for diplomuddannelsen i Arktisk Teknologi blev i det første halvår af 2016 varetaget af lektor emeritus Egil Borchersen, der fungerede som konstitueret studieleder. Egil Borchersen var i perioden bosiddende i Sisimiut. I perioden juli til november 2016 var professor Lisbeth M. Ottosen konstitueret studieleder. Studielederstillingen blev opslået i 2016 uden at det dog lykkedes at få besat stillingen. Løsningen blev at konstituere lektor Tove Lading fra og med november 2016. Tove Lading er ikke bosat i Sisimiut, men er i Sisimiut 4-5 måneder om året. Der blev ved udgangen af året opslået en administrativ stilling i afdelingen i Sisimiut, som vil være besat med en ny medarbejder primo 2017.

Der blev taget flere nye undervisningsrelaterede tiltag i 2016 i forhold til diplomingeniøruddannelsen til Arktisk Ingeniør. De væsentligste opridses herunder.

2.1.1 NYT KONCEPT FOR INTROFORLØB I SISIMIUT

I en årrække har introduktionsforløbet for nye studerende på den arktiske ingeniøruddannelse bestået i at de har bygget en lille hytte, som efterfølgende blev stillet op i området omkring Sisimiut til fri afbenyttelse for offentligheden.

I 2016 besluttede vi os for et nyt koncept, der indebar en ny organisering og strategi for introduktionen. Som noget nyt blev selve introturen (hvor det primære formål er, at de studerende skal lære hinanden og området at kende) og introduktionskurset kombineret i et sammensat forløb, hvor de studerende arbejdede på en bestemt teknisk opgave. Først i undervisningslokalet, så i værkstedet og til sidst i fjeldet under en flerdagestur. Emnet for projektet blev drøftet med Qeqqata Kommunia for at finde en egnet opgave, der i sin udførelse vil være til gavn for alle parter. I 2016 blev det besluttet at designe og konstruere en bro fra fastlandet til øen Assaqtuaq, umiddelbart syd for Sisimiut.

2.1.2 SUPPLERENDE DANSKUNDERVISNING I SISIMIUT

Studerende på uddannelsen, som har dansk som andetsprog, blev i 2016 tilbudt supplerende danskundervisning som en fortsættelse af et pilotprojekt gennemført i 2015. Sprogkonsulenten Halfdan Petersen fra Pikkoritta Consult i Aasiaat har i løbet af året undervist de studerende enten ved forløb i Sisimiut eller ved løbende Skype-, eller internetbaseret undervisning. Vejledningen er foregået sideløbende med den ingeniørfaglige undervisning, således at de studerende har haft mulighed for at arbejde sammen med vejlederen om de skriftlige afleveringer til undervisningen.

Undervisningen i supplerende dansk tilbydes i erkendelse af, at hovedparten af de grønlandske studerende på Arktisk Teknologi, der har dansk som andetsprog, har store udfordringer med at formulere sig på skriftlig dansk i en faglig sammenhæng. ARTEK stiler derfor efter at etablere en permanent ordning, der imødekommer de studerendes behov, både mens de studerer i Sisimiut og i Danmark. I 2016 har finansieringen til aktiviteten været sikret gennem en bevilning på 180.000 kr. fra Selvstyrets frafaldsmindskelsespulje. Desværre er denne pulje nedlagt med virkning fra 2017, og det er derfor nødvendigt at undersøge alternative, permanente finansieringsformer, som kan sikre tilbuddet til de studerende. Behovet blandt de grønlandske studerende vil fortsat være stort i de kommende år.

2.1.4 FRA DTU I SISIMIUT TIL DTU I DANMARK

Hvert år i januar flytter holdet af 4. semesterstuderende på den arktiske ingeniøruddannelse fra DTU's campus i Sisimiut til Danmark for dér at fortsætte studierne. 2016 var



Introduktion til kurserne på DTU's campus i Ballerup

det første år, hvor de studerende skulle fortsætte studiet på DTU's diplomcenter for diplomingeniøruddannelse i Ballerup, og ikke som hidtil på DTU Campus i Lyngby. Overgangen til det nye sted var grundigt forberedt af ARTEKs studieadministrative enhed i samarbejde med afdelingen for Byggeri og Infrastruktur i Ballerup, der udbyder undervisningen for de arktiske ingeniørstuderende på 4. og 5. semester. For ARTEK var det væsentligt at kunne medvirke til, at de studerende fik en ordentlig introduktion til det nye sted og følte sig velkomne fra første dag. Samtidig var det vigtigt at sikre, at DTU's undervisere i Ballerup på forhånd kendte til de særlige forhold og studieforløbet på den arktiske ingeniøruddannelse, da de ikke tidligere har samarbejdet med ARTEK. Derfor var der planlagt et introduktionsforløb, der strakte sig over flere dage, og som foregik både på DTU's campus i Lyngby og i Ballerup.

I Ballerup deltog de arktiske ingeniørstuderende i en introduktionsdag fælles for alle nye studerende, idet der samtidig var opstart for ca. 75 nye studerende på diplomingeniørretningen Byggeri og Infrastruktur. Desuden deltog de i en frokost arrangeret af ARTEK for de arktiske ingeniørstuderende og deres nye undervisere og studieadministration i Ballerup, hvor de fik lejlighed til at præsentere sig selv for hinanden, og hvor underviserne fortalte om deres kurser.



Informationsmøde i Det Grønlandske Hus i København, januar 2016

På campus i Lyngby inviterede ARTEK på morgenmad, hvor både undervisere, administrativt personale og mange af de ældre årgange af studerende var mødt op for at tage godt imod de nye studerende. Derefter var der rundvisning på DTU's campus, som sluttede af med frokost og sociale aktiviteter. For de grønlandske studerende var der samme dag informationsmøde hos uddannelsesvejledningen i Det Grønlandske Hus i København, der har vejledningsansvaret for de studerende under deres studieophold i Danmark.

En væsentlig udfordring ved den nye ordning, hvor de arktiske ingeniørstuderende studerer på campus i Ballerup, er den fysiske afstand til campus i Lyngby, der dermed besværliggør den jævnlige kontakt mellem dem og ARTEKs ansatte samt de ældre årgange på arktisk teknologi, der dagligt befinder sig på campus i Lyngby. ARTEK's studieadministrative koordinator har derfor fået stillet en arbejdsplads til rådighed i Ballerup. På den måde er det muligt regelmæssigt at kunne være til stede og bevare kontakten med de studerende og have en løbende dialog med administrationen og underviserne i Ballerup.

I juni 2016 afholdt ARTEK et evalueringsmøde med de arktiske ingeniørstuderende i Ballerup, hvor erfaringerne fra det første semester blev drøftet. Konklusionen var, at de studerende var faldet godt til i Ballerup især på grund af stedets stærke og aktive studiemiljø, gode fysiske rammer og dygtige undervisere. Flere havde dog haft brug for mere tid end forventet til at omstille sig til undervisningsformen, der er anderledes end de var vant til fra de første tre semestre i Sisimiut. Ligeledes viste evalueringen, at der var behov for nogle tilpasninger i undervisningsforløbet i Sisimiut for at sikre, at de arktiske ingeniørstuderende har samme faglige forudsætninger for at følge undervisningen i Ballerup som de øvrige studerende. Disse tilpasninger er siden implementeret i studieforløbet i Sisimiut.

Hovedparten af de arktiske ingeniørstuderende på DTU i Danmark er enten bosat på Nybrogård Kollegiet nær Lyngby, eller på kollegier nær campus i Ballerup. Kun få bor i egen lejlighed.

2.2 Masteruddannelsen "Cold Climate Engineering" og det Arktiske Semester

Kandidatuddannelsen Nordic Master in Cold Climate Engineering havde første optag og start i efteråret 2016. Uddannelsen udbydes i regi af Nordic5Tech (N5T) sammen med det norske universitet NTNU og det finske Aalto University. I alt er der 7 studerende på de tre linjer: Land (4 studerende), Sea (2 studerende) og Space (1 studerende). Blandt de studerende på uddannelsens Land-spør er en færdiguddannet diplomingeniør i Arktisk Teknologi. Selv om optaget ser beskedent ud, er der tale om et tilfredsstillende antal studerende for en ny uddannelse indenfor N5T. De studerende på Land-sporet er først et semester på DTU i Lyngby, så et semester i Sisimiut og derefter to semestre ved NTNU i Norge, hvor det er lagt op til, at de studerende tager kurser på The University Centre in Svalbard (UNIS). På Sea- og Space-sporene har ARTEK ingen undervisning. Studieleder og programkoordinator for hele uddannelsen er Lektor Gunvor M. Kirkelund, der også er tilknyttet

ARTEK. Nordisk Ministerråd har finansieret planlægningen og opstarten af Nordic Master in Cold Climate Engineering.

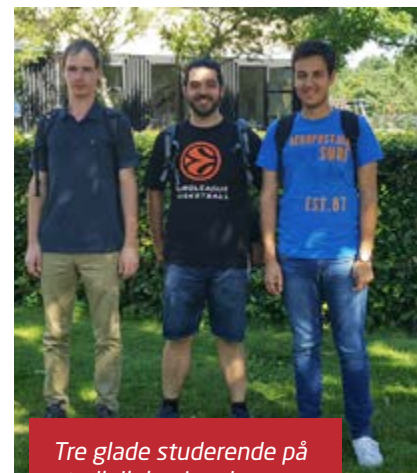
Det arktiske semester - et semester med kurser på kandidatniveau - blev gennemført for første gang i foråret 2016 i Sisimiut. Der var i alt 12 deltagere på semesteret med studerende fra Grønland, Canada, Bulgarien, Slovakiet, Norge, Island, Frankrig, Schweiz og Skotland. Der var seks studerende, som tog semesteret som del af deres DTU-uddannelse og seks udvekslingsstuderende fra University of British Columbia (Canada), Universitet i Stavanger (Norge), ETH Zürich (Schweitz) og Heriot-Watt University (Skotland). Semesteret forløb godt, og der var rigtig gode tilbagemeldinger fra de studerende. De studerende lavede feltarbejde, arbejdede med grønlandske cases i kurserne og deltog alle på konferencen "Sanitation in Cold Climate Regions". Det arktiske semester vil fremover indgå som semester for studerende på Land-sporet i Nordic Master in Cold Climate Engineering.



Arktisk semester-studerende laver feltarbejde



Studerende på Arktisk semester



Tre glade studerende på studielinjen Land.

2.3 Diplom-, bachelor- og kandidatprojekter ved ARTEK i 2016

Diplomingeniør-afgangsprojekter Arktisk Teknologi i 2016:

- "Hovedstadsstrategi", Ludvig Petersen
- "Analyse og modellering af sedimentation af partikler i procesvand fra tunneldrift", Mikkel Bue Lykkegaard. Samarbejde med Istak, Norge og institut for Akvatiske ressourcer, DTU.

Bachelorprojekter udført ved ARTEK i 2016:

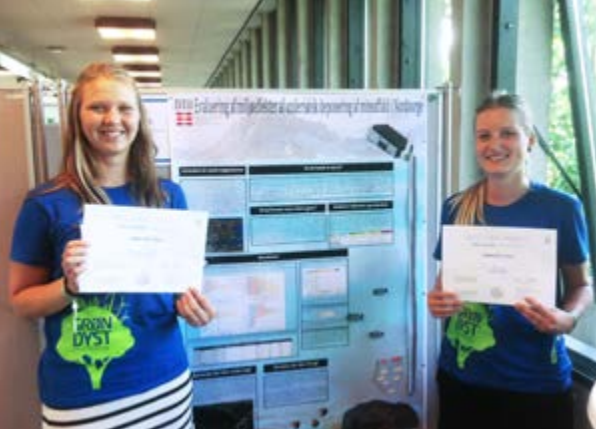
- "Undersøgelse af mængden af ultrafine partikler i Sisimiut og deres kilder", Una Petursdóttir, samarbejde med DTU Miljø

- "Miljøundersøgelse af Cu minetailings fra Nordnorsk Fjord", Manja Marie Kudahl og Mie Vesterskov Henning, samarbejde med Akvaplan Niva i Tromsø.

Kandidatprojekter udført ved ARTEK i 2016:

- "Håndtering af slam fra et kemisk-mekanisk spildevandshåndteringsanlæg i koldt klima", Helene Nes

Bachelor- og kandidatprojekter er tilgængelige på www.artek.byg.dtu.dk



Manja Kurdahl (til venstre) og Mie Henning med diplomer og foran posteren, som fik en fornem 3. plads i Grøn Dyst 2016.



Una Petursdóttir med diplom og check ved prisoverrækkel-sen som bedste bachelor-projekt ved DTU Miljø 2016

2.4 Prisvindende ARTEK-studenterprojekter

Mie Henning, Manja Kudahl vandt 3. plads i DTUs studenterkonkurrence Grøn Dyst i kategorien "Bachelor final project idea" med projektet "Evaluation of environmental impacts of a submarine tailing deposit in Northern Norway".

Una Petursdóttir (vejledt i samarbejde mellem ARTEK og DTU Miljø) vandt Colding Award for bedste Bachelorprojekt 2016 på DTU Miljø.

2.5 Udvikling af E-learning

Kurset "Mineralske ressourcer i Arktis: Miljøvurdering og -teknologier" blev afholdt som 100 % e-baseret kursus. Denne gang på en anden platform end tidligere, idet DTU er i gang med at skifte udbyder og derfor tester forskellige platforme.

Som led i den almindelige kursusundervisning i Sisimiut har ARTEK kørt forsøg med at give enkelte forelæsnings-er over nettet både for de arktiske Ingeniørstuderende og for de studerende på det arktiske semester. Fordelen ved dette er, at en underviser kan sidde på DTU og give forelæsningsen, og på den måde får de studerende stiftet bekendtskab med den faglige viden gennem formidling fra eksperten uden den kostbare og tidskrævende rejse fra

Danmark til Sisimiut. Der er gennemført både halve dage med fjernundervisning og enkelt-forelæsninger. Konceptet er udmærket, men forudsætter, at der er en underviser i Sisimiut, som er til rådighed ved efterfølgende undervisning, hvor forelæsningsen inddrages. Trods det, at undervisningen foregår over nettet, er der fin kontakt mellem de studerende og underviseren, for de studerende stiller spørgsmål undervejs, som de også ville gøre under en almindelig undervisning. ARTEK vil fortsætte med denne undervisningsform som tillæg til den almindelige klasseundervisning. Undervisningsformen vil samtidig øge muligheden for f.eks. at inddrage forelæsere fra rådgivende virksomheder og myndigheder i det øvrige Grønland.

2.6 Vision 125 - Strategiworkshop 8-9. november i Nuuk

I november 2016 afholdt ARTEK en strategiworkshop om Vision 125 i Nuuk. Deltagerne var foruden ARTEKs ledelse og forskere de primære samarbejdspartnere og interessenter fra Grønlands Selvstyre, Grønlands Erhverv, kommuner, aftagerpanelet og styregruppen, samt to særligt inviterede gæsteoplægsholdere, henholdsvis direktøren for ICC Greenland og præsidenten for University of the Arctic. Workshoppen havde til formål at evaluere, diskutere og genbekræfte Vision 125 og de bagvedliggende strategiske forsknings- og uddannelsesmæssige hovedelementer med afsæt i de aktuelle behov og rammebetingelser i Grønland.

Hovedkonklusioner fra workshoppen:

- Alle centrale aktører i realiseringen af Vision 125 og dets nærmeste aftagere viser en uformindsket bred opbakning til strategien og de videre bestræbelser for at implementere strategiens aftalte elementer. Strategien får tilslutning for at have det rigtige perspektiv, at opbygge en langsigtet viden-in-

frastruktur til gavn for en bæredygtig udvikling for og med det grønlandske samfund.

- Qeqqata Kommunia fastholder sin fulde opbakning og støtte til realisering af Vision 125 og etableringen af et teknisk universitetscenter i Sisimiut. Kommunen har således i lokalplanen indarbejdet en arealreservation af området, hvor de nye bygninger, der er indarbejdet i strategien, kan opføres. Arealet er beliggende i området omkring KTI's eksisterende bygninger og det nuværende erhvervsområde. Kommunen har ligeledes i kommunalplanen afsat store arealer til udvidelse af byens kollegiekapacitet.

ARTEK-modellen - som kendetegnes ved det eksisterende samarbejde mellem Grønlands Selvstyre, DTU og KTI samt tilknyttede centrale interessenter omkring ARTEK - betragtes som et afgørende element i realiseringen af Vision 125. ARTEK-modellen understreger forankringen i samfundet, og de gensidige fordele afspejles i strategien.

3. Forskning

De fire hovedforskningsemner i ARTEK er: *Arktisk Miljøteknologi; Planlægning, Bæredygtighed og Infrastruktur; Anlæg og Naturforhold; samt Bygninger og Energisystemer*. Nedenfor gives højdepunkterne fra 2016 for hvert af forskningsemnerne.

3.1 Arktisk Miljøteknologi

Forskningen indenfor arktisk miljøteknologi er fortsat koncentreret omkring spildevandshåndtering og drikkevandshåndtering samt ressourceoptimerende strategier i forhold til forskellige affaldsfraktioner i det grønlandske samfund. Der er gjort tiltag for at styrke forskningen specielt indenfor håndtering af affald fra minedrift i et samarbejde med Akvaplan Niva i Tromsø. Akvaplan Niva arbejder på at vurdere miljøkonsekvenserne ved at deponere mineaffald i fjorde tæt ved de pågældende miner. ARTEK har været samarbejdspartner i dette projekt specielt i forhold til laboriararbejde og diskussion af de fundne resultater. I forbindelse med mineaffald er en kinesisk ph.d.-studerende, som arbejder med oprensning og ressourceoptimering i forbindelse med mineaffaldet, påbegyndt et 8 måneder langt ophold som gæstestuderende hos ARTEK.

ARTEK International Conference (AIC) blev afholdt i dagene 12.-14. april 2016 i Sisimiut med emnet "Sanitation in Cold Climate Regions". Med over 100 deltagere, 55 oplæg og re-

præsentanter fra samtlige arktiske lande var tilslutningen til AIC 2016 større og mere internationalt orienteret end tidligere. Konferencen udgjorde en af aktiviteterne i Arktisk Råds arbejdsgruppe om sundhed i Arktis, Arctic Human Health Experts Group, og ARTEK deltog ved den efterfølgende konference "Water Innovations for healthy Arctic Homes (WIHAH2016)" i Anchorage i Alaska med fire foredrag.

Konferencen har affødt et internationalt netværk, som arbejder videre med ideerne fra konferencerne, udvikling af forskningsprojekter og formidling af viden på området. Netværksarbejdet er finansieret af University of the Arctic. Der arbejdes f.eks. på at etablere et e-baseret kandidatkursus indenfor konferencens emne og en særudgave af et fagligt tidsskrift med artikler baseret på de præsentationer, som blev givet på de to konferencer. Derudover er et ph.d.-projekt med titlen "Development of Strategies for Efficient Water Usage for Production of Safe Fresh and Ready-to-eat Seafood Products in Remote Communities" opstartet i sam-





Forskningsfaglig koordinator for Arktisk miljøteknologi, lektor Pernille Erland Jensen, pej@byg.dtu.dk

arbejde med DTU Fødevareinstituttet og Royal Greenland.

ARTEK er desuden med i det EU-finansierede Northern Periphery and Arctic (NPA)-projekt "Circular Ocean". ARTEKs rolle er at undersøge mu-

ligheden for at anvende udtjente fiskenet i byggematerialer, og dette projekt vandt i 2016 Europakommissionens RegioStar Award. Prisen gives til projekter, som i særlig grad medvirker til regional udvikling og innovation i lokalsamfundet.

3.2 Planlægning, bæredygtighed og infrastruktur

Indenfor dette fagområde blev året indledt med en workshop om vandindvinding og vandbehandling i arktiske ø-driftssamfund. Workshoppen blev afholdt af ARTEK og afviklet i Ilulissat og Kangerlussuaq og havde deltagere fra centrale aktører i forhold til vandindvinding i Grønland som Nukissiorfiit, Departementet for Miljø, Landsplanafdelingen under Finansdepartementet, Qaasuitsup Kommunia og Asiaq. Derudover havde workshoppen deltagere fra Tromsø i Nordnorge, Longyearbyen på Svalbard, Ísafjörður kommune og EFLA Rådgivende Ingeniører fra Island samt Kommunernes Landssammenslutning fra Færøerne. Workshoppen var en del af et NORA-finansieret projekt, et projekt, der efterfølgende er blevet forlænget med yderligere en bevilling til fortsættelse af det fremskredne arbejde.

Samarbejdet med Nukissiorfiit og Departementet for Kommuner, Bygder, Yderdistrikter, Infrastruktur og Boliger er blevet videreudviklet og forstærket i forhold til at udvikle en løsning for vandforsyningen i Qaanaaq. Qaanaaq er et af verdens nordligste naturligt befolkede områder, og Qaanaaq by ligger på moræneaflejringer med permafrost i et diffust elvleje. Elven, der leverer vand til byen, løber kun fire måneder om året, og i den periode fyldes to store vandtanke, der sikrer vandforsyningen i yderligere fire måneder. I den resterende del

af året indsamles der isfjelde på havisen med en dumper og gummiged, og isen smeltes i et særligt anlæg tilkoblet vandnettet. Det giver en produktionspris på over 600 kr. pr. m³ i den periode, hvor der indhandles og forarbejdes hellefisk, og arbejdet med indsamlingen af isfjelde bliver stadig farligere pga. mere ustabile isforhold forårsaget af klimaforandringer. Omfattende forundersøgelser i Qaanaaq er planlagt i 2016 med det formål dels at undersøge, om vandindvindingsperioden i elvlejet kan forlænges gennem dybere borer, dels at finde placeringer og løsninger på fundering af to yderligere vandtanke under hensyntagen til ændringerne i permafrosten. Samtidig vil det blive undersøgt, hvor og hvordan der fremover bedst muligt kan funderes bygninger og anden infrastruktur. Nukissiorfiit og Departementet for Kommuner, Bygder, Yderdistrikter, Infrastruktur og Boliger finansierer disse kommende forundersøgelser.

Internationalt blev der i 2016 etableret et UArctic tematisk samarbejdsnetværk Sustainable Arctic Resources and Social Responsibility med deltagelse fra ARTEK og en række arktiske og arktisk relaterede universiteter. ARTEK har desuden bidraget med en række data indenfor fagsøjens emner til Arktisk Råd.



Forskningsfaglig koordinator for Planlægning, Bæredygtighed og Infrastruktur, lektor Kåre Hendriksen, krhe@byg.dtu.dk

3.3 anlæg og naturforhold

DTU har i 2016 intensiveret det arktiske samarbejde med NTNU i Trondheim gennem deltagelse i NTNU's center for forskningsbaseret innovation Sustainable Arctic Marine and Coastal Technology (SAMCoT). Samarbejdet mellem NTNU, DTU Space og ARTEK er støttet af universiteterne ved tildeling af to ph.d.-stipendier: et ph.d.-studie ved NTNU omhandlende matematiske modeller til beskrivelse af bølger i isfyldte farvande og et ved DTU Space omhandlende oceanografiske modeller for arktiske fjordsystemer, og hvordan data

fra remote sensing (teledetektion) kan benyttes i modelsystemet til at kalibrere og validere modelresultaterne. ARTEK er medvejleder på begge projekter.

I foråret 2016 deltog ARTEKs ph.d.-studerende i en fem uger lang international ekspedition på Grønlands indlandsis under ledelse af Mike MacFerrin fra University of Colorado. Formålet var at studere reinfiltration og genfrysning af smeltvand i firn - gammel sne på før-is stadiet. Efter hjemkomsten organiserede forskningsprojektet



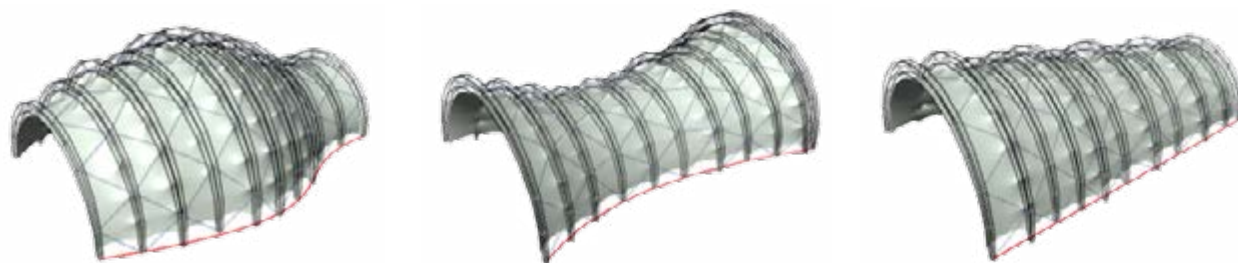
Forskningsfaglig koordinator for Anlæg og naturforhold, lektor Thomas Ingeman-Nielsen, tin@byg.dtu.dk

RETAIN en workshop med international deltagelse. Førrende forskere mødtes for at diskutere disse processer i firn-pakken, som vi stadig har ganske ringe viden om og forståelse af. ARTEK har desuden deltaget i opbygningen af en numerisk model til simulering af processerne i firn-pakken, i samarbejde med de øvrige RETAIN-partnere ved DMI og GEUS.

AMAP (Arctic Monitoring og Assessment Programme)-projektet "Adaptation Actions for a Changing Arctic" blev videreført i 2016 med udarbejdelsen af den regionale rapport for Baffin Bay - David Strædet-regionen (Nunavut og Vestgrønland). Rapporten opsummerer og analyserer forskning og viden om forandringer i regionen med henblik på at hjælpe lokale beslutningstagere og interessenter i regionen med at udvikle tilpasningsværktøjer og strategier, som

er bedre egnede til at håndtere klimaforandringer og andre presserende miljøudfordringer. Rapportarbejdet blev afsluttet med offentlig høring og review-fase i foråret 2016. Den tekniske bearbejdning og grafiske produktion forventes afsluttet med udgivelse medio 2017.

Afledt af AMAP-arbejdet og den aktuelle interesse for luft-havnsinfrastrukturen i Grønland har forskningsgruppen desuden arbejdet på at konsolidere den viden og forskning, ARTEK gennem årene har opbygget omkring permafrost og geotekniske forhold ved specielt Kangerlussuaq og Ilulissat lufthavne. En ny 100 meter dyb boring er etableret i Sisi-miut, i samarbejde med Råstofskolen. Boringen er indrettet med mulighed for måling af temperaturerne i fjeldet og viser, at permafrosten i området er omkring 50 meter tyk.



Eksempler på optimerede letvægtoverflade konstruktioner images: jessica fernandoy-bak, 2015

3.4 Byggeri og energisystemer

ARTEK forsker indenfor forskellige relevante områder under byggeri og energisystemer i Arktis. Hovedområderne beskrives i det følgende.

NYERE ARKTISK BYGGESKIK

ARTEK arbejder generelt med en systematisk opsamling af erfaringer indenfor arktisk byggeskik. I Grønland har næsten hvert årti budt på en ny byggemetode, men ofte uden at man forudgående har høstet og formuleret erfaringerne fra de foregående. Det er her ARTEK tager fat, så nye byggemetoder fremover kan bygge på erfaringer og ny viden.

ARTEK har i den sammenhæng formuleret et stort sammenlignende forskningsprojekt, som på seks parametre skal undersøge og dokumentere tekniske erfaringer med arktisk byggeri. Formålet er at kortlægge problemer sammenholdt med dårlige og gode løsninger, således at de mest hensigtsmæssige byggemetoder under arktiske forhold identificeres. De seks parametre er:

- Byggeteknik, klimaskærm, klimapåvirkning
- Energikoncept, indeklima, ventilation
- Byggeproces, bygbarhed, logistik, drift
- (By)plan og arkitektur

- Bæredygtighed
- Brugere (anvendelse og tilfredshed)

Projektet skal gennemføres i et samarbejde med Ilisima-tusarfik, Statens Byggeforskningsinstitut / Aalborg Universitet og Kunstakademiets Arkitektskole, samt i løbende dialog med referencegrupper af grønlandske interessenter. Budgettet er på i alt 13 mio. kr., hvoraf størsteparten ansøges hos private fonde. Der er også søgt om medfinansiering hos forskellige grønlandske interessenter.

ENERGIEFFEKTIVT BYGGERI

E-Lighthouse-projektet (<http://elighthouse.eu/>) omhandler energibesparelser i kommunale bygninger i Arktis. Projektet er finansieret gennem det Europæiske NPA-program. E-Lighthouse er et internationalt projektarbejde med deltagere fra Grønland, Finland, Irland, Sverige, Skotland og Norge. Projektet startede i foråret 2016 og løber over tre år. I tillæg blev et projekt indenfor energieffektivitet finansieret gennem Bjarne Saxhofs Fond. Projektet fokuserer på udvikling af nye energieffektive klimaskærmsystemer og varme-ventilation- og air conditioning systemer til grønlandske bygninger.



Forskningsfaglig koordinator for Byggeri og energiforsyning, lektor Tove Lading, tlad@byg.dtu.dk

LETVÆGTSKONSTRUKTIONER

ARTEK initierede en ny forskningsretning indenfor brugen af letvægtskonstruktioner i arktiske egne. Den sårbare arktiske natur er under pres fra et stigende krav fra nye og ofte midlertidige bosættelser, f.eks. ved etablering af miner og turisme. Letvægtskonstruktioner er minimal-energi-systemer, men en optimal geometri, som tillader effektiv materialebrug. Let vægt sammenholdt med smarte strategier for samling af konstruktionen gør disse konstruktioner fleksible, lette at transportere og opføre, og lette at flytte igen uden at efterlade spor i miljøet. I forbindelse med letvægtskonstruktioner forsker ARTEK i

forskellige optimeringer af skal- og membrankonstruktioner påvirket af ekstreme lasttilfælde bl.a. konstruktionsoptimeringer, formfinding og topologioptimeringer. Letvægtskonstruktioner er generelt af relevans i Arktis.

SNEFYGNING OMKRING BYGNINGER

Integration af snefygning og snelæg som del af den tidlige designfase for byggeri i Arktis kan med fordel implementeres. Den nuværende internationale viden er dog ikke detaljeret nok til dette. Det forsøger ARTEK at råde bod på gennem arbejde med fysiske og matematiske modeller for snefygning og snelæg. Eksperimentelt arbejde udføres i vindtunnel i Danmark og sammenholdes med erfaringer fra grønlandsk byggeri. Formålet er at udvikle en skaleret eksperimentel model i vindtunnelen, som simulerer virkeligheden, og som derfor fremover kan bruges aktivt i designfasen.



4. Forskningsbaseret rådgivning

ARTEK har deltaget i de igangværende forundersøgelser til lufthavnsudvidelser i Ilulissat med geofysiske opmålinger og etablering af monitoringsprogram for permafrosttemperaturer. Laboratoriearbejde på de udtagne frosne kerner fra lufthavnsområdet påbegyndes i ARTEKs laboratorier i 2017.

ARTEK leder projektet omkring geoteknisk studie af permafrost- og vandforsyningsforhold i Qaanaaq (se 3.2). Projektet bygger på et samarbejde med Nukissiorfiit og Departementet for Kommuner, Bygder, Yderdistrikter, Infrastruktur og Boliger. Desuden samarbejdes med det private firma GEO om selve gennemførelsen af borearbejdet, og KTI og

Råstofskolen medvirker i samarbejdet og leverer boremaskiner og mandskab til arbejdet.

I efteråret gennemførte tre ARTEK-studerende analyser af muligheder og potentialer for at etablere en ny kaj i Kangaaq, hvor de socioøkonomiske konsekvenser samtidig blev analyseret. I oktober havde de studerende et længere ophold i bygden. Projektet blev gennemført i samarbejde med Qeqqata Kommunia.

Sidst på året er der etableret et formaliseret samarbejde mellem Departementet for Finanser og ARTEK om udvikling af parametre for og metoder for landsplanarbejdet og den kommende Landsplanredegørelse.



Dumper læsses med sne til vandforsyningen i Qaanaaq.

5. Afholdelse af og deltagelse i konferencer og møder med fagligt indhold

Networking og samarbejde er en væsentlig del af ARTEKs virke. ARTEKs medarbejdere deltagere aktivt i både grønlandske og udenlandske seminarer og konferencer, ligesom ARTEK også står for arrangementet af væsentlige konferencer. Flere studerende og medarbejdere fra ARTEK har i løbet af 2016 fået støtte til udvekslingsophold og mobilitet mellem centeret og andre medlemsinstitutioner i Arktis. North2north, mobilitetsprogrammet for studerende og ansatte støttes i Danmark af Styrelsen for Forskning og Innovation. Desuden fik ARTEK et anseeligt tilskud fra UArctic til afholdelsen af ARTEK International Conference i Sisimiut i april 2016.

5.1 ARTEK ARRANGEREDE KONFERENCER

- **Vand i Arktiske ø-driftssamfund - NORA Workshop**, 12. til 15. januar 2016, Ilulissat og Kangerlussuaq

Kåre Henriksen som arrangør. Derudover deltog Thomas Ingemann-Nielsen og Niels Foged Nielsen

- **ARTEK Event 2016 - Sanitation in Cold Climate regions**, 12.-14. april 2016, Sisimiut
Pernille Erland Jensen (arrangør). Deltagere med indlæg Pernille E. Jensen, Kåre Henriksen, Gunvor Marie Kirkelund, Ida Bertelsen. Øvrige deltagere Lisbeth M. Ottosen, Niels-Jørgen Aagaard, Ingrid Vernimmen, Sabina Askholm Larsen. ARTEK-studerende med oplæg: Leire Diez, Monica Nielsen og Monika Skadborg.
- **Workshop on Cold Region Engineering** (under konferencen Materials, Systems and Structures in Civil Engineering), 24. August 2016, DTU Lyngby
Lisbeth M. Ottosen (arrangør). ARTEK deltagere med indlæg: Jennifer Fiebig, Jessica Bak, Ida Bertelsen, Gunvor M. Kirkelund, Pernille E. Jensen. ARTEK studerende med indlæg: Nina Sigvardsen og Amanda Bonerup.

5.2 Deltagelse i konferencer, workshops og møder i Grønland

- **Selvstyrets Erhvervsseminar i Qaanaaq**, 20.-21. januar 2016. Deltager fra ARTEK: Kåre Henriksen som hovedtaler.
- **Workshop om oprettelse af naturvidenskabelig uddannelse på Ilisimatusarfik**, Nuuk 28.-29. januar 2016, ARTEK-deltager Kåre Henriksen, Lisbeth M. Ottosen
- **AMAP AACA Stakeholder workshop** i Nuuk, 1.-5. februar 2016. Deltager: Thomas Ingemann-Nielsen
- **Fremtidens boligbyggeri i bygderne og yderdistrikterne**, Departementet for boliger og Infra-

struktur, Afholdt i Upernavik 9 - 10. marts 2016, ARTEK-deltager: Kåre Henriksen med oplæg.

- **Plandage 2016, Finansdepartementet**, Sisimiut 8.-11. april 2016, ARTEK-deltager: Kåre Henriksen med oplæg.
- **Bolig- og Byggekonference**, Nuuk, 14/9 2016, arrangeret af Selvstyret, Arctic Business Network og ARTEK. Key note speaker Tove Lading, oplæg ved Martin Kotol.

5.3 Deltagelse i konferencer, workshops og møder i andre lande

- **Polar DTU Årsmøde**, 18. januar 2016, ARTEK-deltagere med oplæg: Kåre Hendriksen og Lisbeth M. Ottosen.
- **Arctic Circle 2016**, Reykjavik Island 6. til 9. oktober, ARTEK-deltager: Kåre Hendriksen som inviteret taler.
- **Arctic Frontiers 2016 - Industry and Environment**, Tromsø, Norway 24.-29. januar 2016. ARTEK-deltager med oplæg: Pernille E. Jensen.
- **Boligkonference**, Aalborg, arrangeret af Selvstyret, Grønlands Erhverv og Arctic Business Network. ARTEK-deltager med oplæg: Tove Lading.
- **Arktisk Workshop om Forskning og Uddannelse**, Hindsgavl Slot 29.-30. marts 2016, ARTEK-deltagere: Kåre Hendriksen og Lisbeth M. Ottosen.
- **SAMCoT seminar**, Trondheim 10-12/5 2016. ARTEK-deltager: Thomas Ingeman-Nielsen
- **International Conference on Permafrost**, Potsdam, juni 2016. Deltagere fra ARTEK: Thomas Ingeman-Nielsen, So a Tomaškovi ová, samt tre studerende fra Arktisk Semester.
- **Waste Management 2016 - 8th International Conference on Waste Management and the Environment** Valenca, Spanien 7-9 juni. ARTEK-deltagere med oplæg: Gunvor M. Kirkelund, Pernille E. Jensen
- **Workshop on Meltwater Retention on the Greenland Ice Sheet**, 3-6 June 2016 at GEUS, ARTEK-deltager: Baptiste Vandecrux.
- **Energy Transitions and a Globalized Arctic - The Role of Science, Technology and Governance**, Singapore 17-18. august 2016, ARTEK-deltager med oplæg: Kåre Hendriksen.
- **MSSCE 2016 - Materials, Systems and Structures in Civil Engineering, Innovation of Teaching in Materials and Structures Segment**, DTU, Danmark 22.-24. august. ARTEK-deltager med oplæg: Pernille E. Jensen
- **Hvordan etableres en investeringsfond for Grønland?** Ingeniørforeningen I Danmark, 12. september 2016, ARTEK-deltager med oplæg og paneldeltagelse: Kåre Hendriksen.
- **UArctic congress 2016 og UArctic north2north mobilitetsprogrammøde**. Sankt Petersborg, Rusland, 12.-15. september 2016. ARTEK-deltager, Niels Hoedeman, ARTEK's institutionelle koordinator for North2north
- **Drikkevand og spildevand i Arktis**, Selskabet for Arktisk Teknologi, 14. september 2016, ARTEK deltager med oplæg: Kåre Hendriksen.
- **Karthus PhD school, Glaciers and Ice Sheets in the Climate System**, 13.-23. september 2016 i Karthus, Italien, Deltager: Baptiste Vandecrux
- **Water Innovations for Healthy Arctic Homes**, Anchorage, Alaska 18-21. September 2016. ARTEK-deltagere med oplæg: Pernille Erland Jensen og Kåre Hendriksen en af ARTEKS, samt arktisk ingeniør, der nu læser MSc Environmental Engineering på DTU, Kristian Hammeken.
- **Isafjordur Universitet - offentligt møde**, 25. september 2016, ARTEK deltager med oplæg: Kåre Hendriksen.
- **Danmarks Metrologiske Institut**, ledergruppe, 12. oktober 2016, ARTEK-deltager med oplæg: Kåre Hendriksen.
- **DTU-NTNU workshop**, Trondheim, 31. oktober 2016. ARTEK-deltagere: Gunvor Marie Kirkelund, Thomas Ingeman-Nielsen.
- **Polarforskningskonferencen: Droner, satellitter og andre nye platforme i polarforskning**. 1.-2. november, DTU: ARTEK-deltager Gunvor M. Kirkelund.
- **GeoTestSites Workshop, NGI**, Oslo, 23.-24. november 2016. ARTEK-deltager: Thomas Ingeman-Nielsen.
- **Retain meeting between DMI, GEUS and DTU**, 8 december 2016 at GEUS. ARTEK-deltagere: Baptiste Vandecrux, Thomas Ingeman-Nielsen.
- **Sustainable Arctic Resources and Social Responsibility**, UArctic Thematic Network, Syktyvkar State University, Rusland, 7.- 9. december 2016, ARTEK-deltager med oplæg: Kåre Hendriksen.



6. Publikationer

Nedenfor ses listen af publikationer, som er skrevet af ARTEKs medarbejdere. Listen indeholder fulde forskningsartikler og rapporter.

- Belmonte, L.J.; Ottosen, L.M.; Kirkelund, G.M.; Jensen, P.E.; Vestbø, A.P. Screening of heavy metal containing waste types for use as raw material in Arctic clay-based bricks, *Environmental Science and Pollution Research* (DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-8040-z>), 2016.
- Bertelsen, I.M.G.; Ottosen, L.M. Engineering properties of fibres from waste fishing nets. *International Conference on Materials, Systems and Structures in Civil Engineering: Conference workshop on Cold Region Engineering*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, 7-16 (DTU Byg Rapport; No. Byg R-352), 2016.
- Belmonte, L.J.; Bertelsen, I.M.G. Evaluation of the potential for using Greenlandic marine sediments for brick production. *International Conference on Materials, Systems and Structures in Civil Engineering: Conference workshop on Cold Region Engineering*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, 1-6 (DTU Byg Rapport; No. Byg R-352), 2016.
- Dias-Ferreira C, Kirkelund G.M., Jensen P.E. (2016) The influence of electrolytic remediation on dioxin (PCDD/PCDF) levels in fly ash and air pollution control residues, *Chemosphere*, 148, 380-387.
- Dias-Ferreira C., Kirkelund G.M., Jensen P.E. (2016): Mercury levels in fly ash and APC residue from municipal solid waste incineration before and after electrolytic remediation. *J. Sus. Dev. Plann.*, 11(5): 672-682.
- Hendriksen K. Greenland island infrastructures - energy challenges to the fishing industry. Artikel præsenteret på Arctic Circle Conference, Reykjavik, Island, 2016.
- Hendriksen, K.; Hoffmann, B. Qaanaaq Distrikt - infrastruktur og erhvervsgrundlag: Sammenfatning af pilotprojekt om lokal baseret erhvervsudvikling. Rapport, Center for Arktisk Teknologi, 2016. 56 p.
- Hendriksen, K.; Hoffmann, B.; Knudsen, R. Settlement Patterns. Perspectives on Skills: An anthology on informally acquired skills in Greenland. ed. Rebekka Knudsen. University of Copenhagen, 2016. p. 183-205.
- Hendriksen, K et.al. Sitting on Gold, A report on the use of informally acquired skills in Greenland, University of Copenhagen and Ilisimatusarfik 2015.
- Ingeman-Nielsen, T.; Tomaskovicova, S.; Dahlin, T. Effect of electrode shape on grounding resistances - Part 1: The focus-one protocol. I: *Geophysics*, Vol. 81, No. 1, 2016, p. WA159-WA167.
- Kirkelund G.M., Ottosen L.M., Jensen P.E., Goltermann P. (2016): Greenlandic waste incineration fly and bottom ash as secondary resource in mortar. *J. Sus. Dev. Plann.*, 11(5): 719-728.
- Kirkelund, G. M., Dias-Ferreira, C., & Jensen, P. E. (2016). Characterization of particulate residues from greenlandic mswi for use as secondary resources. In *Proceedings of the International Conference Materials, Systems and Structures in Civil Engineering 2016: Workshop on Cold Region Engineering*: 27-36. Nyt Teknisk Forlag.
- Luc, K.M.; Kotol, M.; Lading, T. Energy-efficient Building in Greenland: Investigation of the Energy Consumption and Indoor Climate. In: *Procedia Engineering*, Vol. 146, 2016, 166-173.
- Pedersen, K.B.; Lejon, T.; Jensen, P.E.; Ottosen, L.M. Applying multivariate analysis as decision tool for evaluating sediment-specific remediation strategies, *Chemosphere*, vol: 151, 59-67, 2016
- Pedersen, K.B.; Lejon, T.; Jensen, P.E.; Ottosen, L.M. Degradation of oil products in a soil from a Russian Barents hot-spot during electrolytic remediation, *Springer Plus*, vol: 5, 2016.
- Jensen, P.E.; Ottosen, L.M.; Hansen H.K.; Bollwerk, S.; Belmonte, L.J.; Kirkelund, G.M. Suspended electrolytic extraction of toxic elements for detoxification of three different mine tailings, *Int. J. Sus. Dev. Plann.* Vol. 11, No. 2 119-127, 2016.
- Pedersen, K.B.; Jensen, P.E.; Ottosen, L.M.; Evenset, A.; Christensen, G.N.; Frantzen, M. Metal speciation of historic and new copper mine tailings from Repparfjorden, Northern Norway, before and after acid, base and electrolytic extraction, *Minerals Engineering* (DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2016.10.009>) 2016.
- Sigvardsen, N.M.; Bonnerup, A.H.; Ottosen, Lisbeth M. (2016) Recycled fishing nets as reinforcement of existing concrete structures. *Proceedings of the International RILEM Conference Materials, Systems and Structures in Civil Engineering*, August 2016, Kgs. Lyngby, Denmark (ISBN: 978-8-77877-445-3), 2016, RILEM Publications s.a.r.l.
- Stevens, V.; Kotol, M.; Grunau, B.; Craven, C. The Effect of Thermal Mass on Annual Heat Load and Thermal Comfort in Cold Climate Construction. *Journal of Cold Regions Engineering*, Vol. 30, No. 1, 04015002, 2016.
- Tomaskovicova, S.; Ingeman-Nielsen, T.; Christiansen, A.V.; Brandt, I.; Dahlin, T.; Elberling, B. Effect of electrode shape on grounding resistances - Part 2 : Experimental results and cryospheric monitoring. In: *Geophysics*, Vol. 81, No. 1, 2016, p. WA159-WA172.

7. ARTEK organisation

ARTEKs medarbejdere er organisatorisk forankret i Sektionen for Arktisk Teknologi og Bæredygtige Løsninger på DTU BYG. Sektionen har i alt 26 medarbejdere, hvoraf 20 er direkte beskæftiget i ARTEK, og løser de uddannelses- og forskningsaktiviteter omkring de arktiske ingeniøruddannelser og andre opgaver i relation til arktisk teknologi.

Medarbejderne er placeret dels i afdelingen i Sisimiut og i Lyngby og omfatter forskere/undervisere, teknisk og administrativt personale og Ph.d.-studerende. Centeret ledes af Niels-Jørgen Aagaard (centerleder) og Lisbeth M. Ottosen (vicecenterleder og sektionsleder).

NAVN	STILLING
Aaron Cooke	Forskningsassistent
Annemette Kappel	Ph.d. studerende
Baptiste Robert Marcel Vandecrux	Ph.d. studerende
Barten Abdel	Geodæt
Bente Højlund	Erhvervs-ph.d.-studerende
Ebba Cederberg Schnell	Laboratoriekoordinator
Fatehmed Shouli Pour	Gæste-ph.d.-studerende
Gunvor Marie Kirkelund	Lektor, studieleder og koordinator for Cold Climate Engineering
Ida Maria Gieysztor Bertelsen	Ph.d.-studerende
Ingrid Vernimmen	Sekretær
Jennifer Fiebig	Ph.d.-studerende
Jessica Fernandoy Pedreros	Postdoc.
Kåre Hendriksen	Lektor
Lisbeth Ottosen	Professor, vicecenterleder, sektionsleder
Malene Grønvold	Laborant
Martin Kotol	Postdoc
Niels-Jørgen Aagaard	Centerleder, direktør for DTU Byg
Niels Hoedeman	Sekretariatskoordinator
Natasja Rudbæk Eggertsen	Laborantelev
Nina Sigvardsen	Forskningsassistent
Pernille Erland Jensen	Forsker
Sabrina Hvid	Laborant, barselsorlov i 2016
Sonia Tomaskovicova	Ph.d.-studerende
Thomas Ingeman-Nielsen	Lektor
Tove Lading	Lektor, studieleder for diplomingeniøruddannelse i Arktisk Teknologi
Wan Chen	Ph.d.-studerende

Fisker fra Kangaatsiaq





8. ARTEK økonomi

ARTEK drives i samarbejde mellem Grønlands Selvstyre og DTU og i joint venture med Kalaallit Nunaanni Teknikimik Ilinniarfik (KTI) i Sisimiut. Centerets drift er finansieret af tilskud fra Grønlands Selvstyre, en rammebevilling fra DTU

og eksterne fondsmidler. Driftsbevillingen er forankret i en treårig ramme- og resultat aftale mellem Selvstyret og DTU.

DTU finansierer foruden tilskuddet også stillinger, kontorer, laboratorie- og forsøgshaller og andre støttefaciliteter til uddannelsen og forskningsaktiviteterne ved ARTEK.

Årsregnskab 2016

Udgifter	14.081.522,00 kr.
Den arktiske ingeniøruddannelse, undervisning og studenterprojekter	9.296.672,00 kr.
Forskning, myndighedsbetjening og formidling	4.784.850,00 kr.
Indtægter	14.128.123,00 kr.
Driftstilskud, Grønlands Selvstyre og DTU	11.634.483,00 kr.
Øvrig ekstern finansiering	2.493.640,00 kr.
Resultat 2016	46.601,00 kr.

Center for
ARKTISK TEKNOLOGI



Postboks 1001 . 3911 Sisimiut

www.artek.gl