

5.000 år gammelt massebord opklaret

Hvad skete der egentlig for 5.000 år ved landsbyen Koszyce i det sydlige Polen? Det har været et mysterium, siden en massegrav på stedet blev afdækket for otte år siden. Graven indeholdt skeletterne af 15 kvinder, børn og yngre mænd – alle dræbt med kraftige slag i hovedet, men sirligt placeret i graven og med masser af gaver til deres sidste rejse.

Nu har et internationalt forskerhold, bestående af blandt andet universiteterne i København og Aarhus og Det Arkæologiske Museum i Poznan i Polen ved hjælp af blandt andet dna-profiler og arkæologiske metoder bevist, at der er tale om et massebord på en stor familie i tre generationer.

De nye forskningsresultater er med til at afdække en meget voldelig periode i den europæiske forhistorie, som vi ikke ved meget om i forvejen.

Arkæolog Niels N. Johannsen fra Aarhus Universitet siger om de arkæologiske aspekter af fundet:

»Vi ved fra andre gravfund, at der udspillede sig voldelige konflikter mellem forskellige



Ligene var lagt pænt side om side i graven og med gaver til deres sidste rejse. Men alle var blevet dræbt med slag i hovedet. Nu er mysteriet løst. Rekonstruktion: Michał Podsiadło.

befolkningsgrupper på det tidspunkt. Det er bare ikke dokumenteret så klart før. Samtidig viser vores studie med al tydelighed, at familiesammenhold og omsorg betød meget for de her mennesker for 5.000 siden – både i livet og i døden.«

Evolutionarbiolog Morten Allentoft fra Københavns Universitet siger:

»Ved at analysere arvemassen har vi kunnet kortlægge alle familierelationerne i massegraven, og vi kan se, at mødre er lagt ved siden af deres børn og brødre ved siden af hinanden. De folk, som har begravet de døde, har altså kendt dem godt. Derudover kan vi se, at de fleste fædre i den store familie mangler i graven. Vores bud er, at de ikke var hjemme på bopladsen, da massakren skete, men senere returnerede og begravede deres familier på en respektfuld måde.«

Også fra Polen lyder der entusiastiske ord fra professor og direktør for Det Arkæologiske Museum i Poznan, Marzena Szmyt. Hun pointerer, at resultaterne i høj grad skyldes det internationale samarbejde mellem eksperter indenfor forskellige områder.

Historien er offentliggjort i det amerikanske videnskabelige tidsskrift *Proceedings of The National Academy of Sciences* (PNAS).

Svend Thaning, Københavns Universitet.

Bitcoin giver CO₂-aftryk som Hamborg

Brugen af den virtuelle valuta Bitcoin medfører et CO₂-aftryk svarende til udledningen fra en stor by som Hamborg. Det har forskere fra det tekniske universitet i München beregnet i det hidtil mest detaljerede studie af denne kryptovalutas energiforbrug. Selvom Bitcoins kun eksisterer som virtuelt betalingsmiddel, er energiforbruget til at holde systemet kørende særdeles reelt. For at en overførsel af Bitcoins kan udføres og valideres, skal et matematisk problem løses af en vilkårlig computer i det globale Bitcoin-netværk – et netværk enhver kan tilslutte sig. Netværket belønner efterfølgende problem-løserne med Bitcoins. Computerkapaciteten brugt i denne proces – kaldet Bitcoin-mining – er øget kraftigt de senere år, og alene i 2018 blev den firedoblet.

Energiforbruget forbundet med Bitcoin (og tilsvarende kryptovalutaer) har længe været problematiseret, men det er ikke en enkel sag at beregne, præcist hvor stort det er. I de nye beregninger af Bitcoin-systemets strømforbrug har Christian Stoll og kolleger været dybt nede i detaljerne om, hvilken hardware der bruges til Bitcoin-mining og i hvilken grad der er tale om enkelte Bitcoin-farmere eller storskala-farme, som er sat op af professionelle de senere år.

Forskerne beregnede, at det årlige strømforbrug af Bitcoin-systemet per november 2018 var cirka 46 TWh. I omregningen af dette strømforbrug til et CO₂-aftryk har forskerne taget hensyn til, hvor Bitcoin-farmerne er lokaliseret. Det viser sig, at 68 % af Bitcoin-minerne er lokaliseret i Asien, 17 % i Europa og

15 % i Nordamerika, og forskerne kombinerede efterfølgende dette med statistikker for carbonintensiteten af elproduktionen i de forskellige lande (altså i hvilken grad den er baseret på fossile brændsler, der giver stor udledning af CO₂).

Det samlede resultat blev, at Bitcoin-systemet har et CO₂-aftryk på mellem 22 og 22,9 megatons om året, hvilket altså svarer til udledningen fra en by som Hamborg eller Wien. Forskerne mener, at et CO₂-aftryk i denne størrelsesorden gør det værd at diskutere muligheden af at regulere mining af Bitcoin og andre kryptovalutaer i regioner, hvor elproduktionen er særligt CO₂-intensiv.

CRK, Kilde: www.TUM.de, DOI: 10.1016/j.joule.2019.05.012

Ny teknologi sikrer rent fosfor fra spildevand

Forskere fra Syddansk Universitet har udviklet en teknologi, som kan vride ren fosfor ud af spildevand. Fosforens kvalitet er så høj, at den lever op til de standarder, som kræves for at blive anvendt som foderfosfater til dyrefoder.



Professor Haiyan Qu fra SDU Chemical Engineering fortæller, at det gennem kemiske processer er lykket at skabe en ren form for calciumfosfat, hvor indholdet af tungmetaller er under det niveau, som kræves for, at fosforen kan blive godkendt til foderindustrien. Derudover er teknologien så effektiv, at man kan genanvende 90 procent af fosforen.

Fosfor er et livsnødvendigt mineral, og hvert år importerer dansk landbrug cirka 12.000-13.000 tons foderfosfater, som primært

Fosfor i spildevand udgør en værdifuld ressource. Foto: Colourbox.

tilsættes grises og kyllingers foder. Samtidig gøder landmænd jorden med fosfor, så afgrøderne får de bedste vækstbetingelser.

Men fosfor er også en af de væsentligste årsager til iltsvind i vandløb, søer og fjorde, fordi det også får algerne til at gro. Samtidig er fosfor en begrænset resurse, og fosforreserverne er ved at løbe tør. Fosfat har siden 2014 været på EU's liste over kritiske råstoffer.

Derfor arbejder landets renseanlæg målrettet på at opfange og genanvende fosfor i spildevandet. Hidtil har fosforen haft en kvalitet, som gjorde, at den kun kunne sælges som gødning, men den rene fosfor har en højere salgspris og kan gøre genanvendelse af fosfor til en god forretning.

På sigt tænker Haiyan Qu, at den rene fosfor fra spildevandet også kan blive godkendt til fødevarerindustrien, og hun søger nu patent på teknologien OxyCrySP. Men indtil videre afholder industrien sig fra at investere i en opskalering og videreudvikling af teknologien. For selv om bæredygtighed og genanvendelse står højt på den politiske dagsorden, betyder EU-regler, at fosfor udvundet af spildevand ikke må bruges i produktionen af foderprodukter.

Af Birgitte Dalgaard, SDU

Fornem robotpris til studerende

En gruppe ingeniørstuderende fra Aarhus Universitet har med en autonom polarbåd i maj måned vundet en fornem førsteplads i den internationale konkurrence i robotdesign, Engineering Impacts Awards. Den autonome polarbåd ARCAB (der står for Arctic Research Center Autonomous Boat) er designet til ekspeditioner i iskoldt hav. Den kan blandt andet måle vanddybde, saltindhold, marinvekst og strømningssforhold med meget stor præcision og dermed hjælpe forskerne til at blive klogere på Grønlands økosystem.



Den lille autonome båd: ARCAB. Foto: Mathias Skovby.

Det er Alexander Fürsterling, Simon Sejer Pedersen, Mathias Skovby og Lasse Vesterved – alle fra diplomingeniøruddannelsen i Maskinteknik ved Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet – der står bag både design, konstruktion og programmering af ARCAB. De har udviklet båden i forbindelse med et se-

mesterprojekt til universitetets klimaforskere på Arctic Research Centre.

Båden er designet til at indsamle data af en meget høj kvalitet og i meget store mængder uden at forstyrre målingerne på den måde, som større bemandede skibe gør. Den er på størrelse med en lille kuffert, er fremstillet i glasfiber og designet til at klare de barske arktiske forhold.

ARCAB sejler efter foruddefinerede GPS-kordinater, men er samtidig forsynet med et lidarsystem, som gør den i stand til at undvige forhindringer i vandet som isbjerge, skibe eller bøjer.

Elektronikken, der styrer ARCAB, er pakket i en vandtæt kasse på det lille dæk, og motorcontrolleren er placeret i skroget, som køles ned af det kolde vand gennem en aluminiumsfinne.

De studerende vandt med deres robot i kategorien Global Engineering Impact Peoples Choice. Desuden løb de med en flot andenplads i årets Student Design Competition for ingeniørstuderende fra universiteter over hele verden. I juni måned modtog ARCAB også Sustainable Development Goal Award i kategorien research

CRK, Kilde: ingenioer.au.dk

Gamle fjernsyn bliver til isolering

Klimadebatten raser, og der kommer større og større krav til, at vi hver især bruger mindre energi. En af de store syndere, når det gælder spild af energi, er dårligt isolerede huse, og derfor vil der fremadrettet blive stillet større krav til de materialer, som byggefirmaer benytter, når de konstruerer vores boliger. I den sammenhæng har forskere fra Aalborg Universitet udviklet et nyt og meget robust isoleringsmateriale af gamle fjernsyn og CO₂.

Dette nye isoleringsmateriale, der hedder celleglas, kan isolere lige så godt som mineraluld og er samtidig så robust, at det i sig selv kan benyttes som en del af den bærende konstruktion i bygninger. Sammenligner man med isolering med mineraluld, kan celleglas mindske tykkelsen på en isoleret mur med 12 til 15 centimeter og stadig have den samme grad af isolering.

» Med celleglas kan vi lave tyndere ydermure med samme isoleringsevne, eller vi kan lave samme tykkelse mure med bedre isoleringsevne. Det gør det lettere at følge med lovgivningens krav til bedre isolering og mere energivenlige huse,« forklarer Martin Bonderup Østergaard fra Institut for Kemi og Bioviden-



Martin Bonderup Østergaard med en klump celleglas. Foto: Camilla Kristensen, AAU.

skab ved Aalborg Universitet. Han har netop forsvaret sin ph.d.-afhandling om emnet. Celleglas er faktisk ikke en helt ny form for isoleringsmateriale, da det allerede nu benyttes til blandt andet at isolere rørsystemer under jorden og fundamenter under huse. Celleglas kan bedst sammenlignes med en hård tavlesvamp af glas, hvor lufthullerne i glasstrukturen er fyldt ud med en gas. Det giver isoleringsmaterialet særdeles attraktive egenskaber i forhold til både at isolere og skabe struktur. Alligevel har materialet endnu

ikke vundet indpas som det foretrukne isoleringsmateriale i forbindelse med husbyggeri. Det kan dog komme meget snart.

I sin forskning har Martin Bonderup Østergaard udviklet forbedringer af celleglas, som vil gøre det mere attraktivt som isoleringsmateriale. Han har blandt andet undersøgt, hvordan glassammensætningen og gasarten påvirker de isolerende egenskaber for celleglas. Den del af hans forskning viser, at specielt billedrørsglas fra gamle fjernsyn giver celleglas rigtig god isoleringsevne, mens CO₂ ligeledes isolerer særdeles godt. Billedrørsglas har en lavere varmeledningsevne end eksempelvis vinduesglas, mens CO₂ holder bedre til at holde varmen inde end almindelig atmosfærisk luft, da varmen har sværere ved at bevæge sig ud gennem CO₂.

»Der er et miljømæssigt perspektiv i forhold til at genanvende gamle billedrør til at lave isoleringsmaterialer til huse. En af mine kollegaer har lavet nogle beregninger, som viser, at vi på nuværende tidspunkt har nok gamle billedrør til at kunne isolere med vores form for celleglas i mange år ud i fremtiden,« siger Martin Bonderup Østergaard.

Sanne Holm Nielsen, AAU

Vi lever længere og ældes langsommere

Tilbage i 2002 afsluttede forskere fra SDU et studie, hvor de lod en gruppe mennesker se på 382 fotografier, som netop var taget, af personer i alderen 70 til 90 år. Gruppen skulle gætte, hvor gamle personerne på de forskellige fotos var. Den korrekte gennemsnitsalder var knap 76 år, og gruppen gættede stort set rigtigt.

10 år senere blev de samme fotos vist frem, og igen blev gruppen bedt om at gætte alderen på de personer, de så på billederne. Denne gang var gennemsnittet af gruppens gæt knap 79 år, altså næsten 3 år højere end den første gruppes gæt. I 2012 blev personerne på fotografierne fra 2002 således skønnet til at være ældre, end de egentlig var. Gruppen, der havde set billederne, havde altså en forventning om, at der burde

være gået flere år, før man så ud som personerne på billederne.

En af grundene til, at man i 2012 vurderede alderen af "fotomodellerne" højere er, at danskerne i dag lever længere og er sundere. Det mener forsker Ulrich Steiner fra Biologisk Institut.

»Vi lever længere og denne øgede levetid går hånd i hånd med ændringen i, hvordan vi lever. Vi får flere og flere sunde leveår,« siger han.

Gruppens gæt i 2012 på de knap 79 år har vist sig at stemme overens med den øgede levetid, danskerne kan forvente at have. På 10 år steg danskernes forventede levetid nemlig med cirka 2,5 år, hvilket passer med de knap 3 år, som gennemsnitsgættet var steget med fra 2002 til 2012.

»Vi var overraskede over at finde sådan et tæt forhold mellem, hvor gamle folk ser ud, og hvor længe de forventes at leve,« siger Steiner.

Den gennemsnitlige levealder for mænd var i 2012 cirka 78 år, mens den for kvinder var omkring 4 år længere. Går man 10 år tilbage i tiden, var disse tal 2-3 år lavere (3 år for mænd og 2,25 år for kvinder). Studiet viste også, at der generelt blev skudt mindre ved siden af i 2012, når det drejede sig om at vurdere mænds alder (kun 2,6 år forkert), mens kvinder blev aldersbestemt hele 3 år forkert.

Studiet er for nylig publiceret i *Journal of Gerontology: Medical Sciences*.

Majken Brahe Ellegaard Christensen, SDU

Den perfekte skateboardrampe

Arets modtager af RUC Challenge-prisen for juniorer er selv hverken skater- eller snowboarder. Han interesserer sig for matematik. Alligevel har Adam Bøgelund Hansen fra Skt. Josefs skole i Roskilde i sit vinderprojekt konstrueret den optimale halframpe – den rampe som skateboardere og snowboardere kører på. Idéen kom, da han så skaterne konkurrere i X-games:

»Jeg tænkte, at hvis man udskifter de sædvanlige kurver på halframpen med en særlig matematisk kurve, der hedder brachistochron-kurven, vil tyngdekraften hjælpe skaterne til hurtigere gennemførelsestid, højere hop i begge sider og maksimal tid i luften. Hvis altså de er dygtige.«

Adam Bøgelund Hansen modtog prisen fra RUC 30. april foran flere hundrede gæster i Bella Center. Prisen er en del af konkurrencen Unge Forskere, der er Danmarks største naturvidenskabelige talentkonkurrence. I alt



Adam Bøgelund Hansens model af den ideelle skateboardrampe.
Foto: Torben Jarl Jørgensen.

har næsten 2000 projekter deltaget i konkurrencen.

RUC Challenge-prisen uddeles for første gang i år og gives til et projekt, der anvender naturvidenskab til løsning af virkelighedens problemer. Roskilde Universitet ønsker med prisen at motivere unge til at undre sig og finde kreative løsninger med en naturfaglig tilgang.

Adam Bøgelund Hansen har i sit projekt været i dialog med professionelle skatere, blandt andet Rune Glifberg, der flere gange er kåret som verdens bedste skater og som i dag ejer et firma, der designer skate-parker. Det har bekræftet Adam Bøgelund Hansen i teorien om, at konstruktionen af halframpes kan blive bedre. For i dag mangler der en fælles standard for, hvordan man konstruerer halframpes til konkurrencer.

»De professionelle joker faktisk med, at der er flere konstruktører af halframpes, end der er skatere til at køre på dem. Halframpes er i dag konstrueret ud fra, hvad en tilfældig skater synes føles bedst. Jeg kommer med et design bygget på fakta, som jeg matematisk kan bevise er bedre end dem, skaterne har i dag«, fortæller Adam Bøgelund Hansen.

For Adam Bøgelund Hansen er næste trin at bygge en prototype sammen med en konstruktør og undersøge, om han kan tage patent på sit design.

Forskere skal studere “tipping points”

Selvom klimamodellerne gennem de seneste 30 år er blevet væsentlig bedre, er de stadig ikke virkelighedstro. Specielt ikke, når det gælder store klimændringer eller tipping points, hvor klimaet i løbet af relativ kort tid måske vil løbe løbsk. De store klimamodeller i dag er nemlig kun gearet til at beregne vores klima, som vi har kendt det de seneste 100 år. De tager højde for en stabil, lineær klimaudvikling, men ikke pludselige drastiske ændringer. Derfor åbner Københavns Universitet et nyt internationalt forskningscenter, der blandt andet skal udvikle bedre klimamodeller, så vi med større sikkerhed kan forudsige risikoen for tipping points fremover.

Peter Ditlevsen, fysiker og klimaforsker ved Niels Bohr Institutet og leder af det nye forskningscenter TiPES, som står for *Tipping Points in the Earth System*, siger:

»Blandt forskerne stiger frygten for tipping points. Det er altså *points of no return*, hvor



Foto: Colourbox.

klimaet ændrer sig drastisk, uanset hvad vi gør. Om vi så kunne suge al CO₂ ud af atmosfæren igen, ville vi alligevel være på vej ud over afgrunden. Det fænomen ved vi alt for lidt om. Det er afgørende, at vi kan give verdens beslutningstagere bedre besked. For lige nu er politikerne kun klædt på til at reagere på en temperaturstigning op til to grader,

der foregår i et jævnt, glidende tempo.«

Et kendt eksempel på et muligt tipping point er afsmeltningen af Grønlands indlandsis. Det vil, ifølge forskerne, skabe en kædereaktion med blandt andet havstigninger, oversvømmelser og ændrede havstrømme. Men vi er ikke i stand til at forudsige, hvornår det måske vil ske. Ingen ved reelt, om vendepunkterne ligger ved en temperaturstigning på 2 eller 1,5 grader eller andre steder på skalaen.

I forhistorien findes der adskillige eksempler på tipping points. For eksempel under den seneste istid for cirka 12.000 år siden, hvor gennemsnits-temperaturen steg med 10-15 grader i løbet af 10 år. Perioden op til disse tipping points lignede den jævne klimaudvikling, som vi gennemgår nu. Derfor vil forskerne også se nærmere på tidligere tiders klimaskift blandt andet ved hjælp af data fra iskerneprøver.

Maria Hornbek, Københavns Universitet.