Kæmpemagneter, kedeldragter og geologisk kortlægning

At køre rundt på en mark på ATV med en kæmpe elektromagnet spændt bagpå er en almindelig arbejdsdag, når de øverste jordlag skal analyseres til klimatilpasning, nitratregulering og meget mere.

Foto: Johanne Uhrenholt Kusnitzoff, GEUS.

Kold vind og tiltagende forårssol kæmper om magten over de nysåede marker på Sydfyn, da freden pludselig forstyrres af motorlarm fra en rød ATV-motorcykel, der dukker op bag et læhegn. ATV'en har en særpræget anordning spændt efter sig, som bumler afsted hen over den ujævne, nypløjede jord. I sadlen sidder Rune Kraghede, videnskabelig assistent fra Aarhus Universitets Hydrogeofysiske Gruppe (HGG). I dag er sidste dag i en lang feltsæson med kortlægning af den danske overfladenære undergrund.

"Vi kører meget på markerne, og det går jo ikke, når afgrøderne for alvor begynder at vokse. Så må vi vente, til der bliver høstet," siger han.

Elektromagnetiske signaler

Hele anordningen, som Rune Kraghede zigzagger afsted med henover markerne, ligner ikke den gennemsnitlige maskine, der færdes på en mark. På ATV'ens rat sidder en computerskærm, og på bagsædet sidder tre gule batterikasser fastmonteret med strips og remme. Ledningerne fra dem ledes over til en stor sort kælk med noget, der ligner en hightech tørresnor og bagerst, for enden af to lange kabler, sidder der en mindre kælk med en fastspændt gul firkant. Tilsammen udgør kortegen en nyudviklet teknik ved navn tTEM, der står for 'towed Transient Electro Magnetic'.

"Den virker ved, at den største kælk sender kraftige elektromagnetiske impulser ned i jorden, hvorefter måleren på kælken, der kører bagved, opfanger de signaler, der kastes tilbage fra jorden. Signalerne oversættes så til en meget præcis placering og udbredelse af de forskellige jordtyper, jeg er kørt henover, som ler, sand eller grus," fortæller Rune Kraghede.

Hver jordtype har nemlig en ganske specifik elektrisk ledningsevne, som systemet kan genkende og notere. Da der også er en GPS placeret på hver af de to kælke, ved systemet hele tiden, hvor det er, og kan derfor lave et præcist 3D-kort af undergrundens sammensætning.

"Og så ved man samtidig, hvor på marken man er kommet til," tilføjer han og peger på skærmen på ATV'ens styr, hvor en blågrå streg zigzagger henover marken i den bane, han har kørt. Han finder en tablet frem fra en taske og scroller lidt.

"Se, her kan du se et af resultaterne fra den mark, vi kørte på i går," siger han og holder skærmen frem. Der er et aflangt billede med røde, grønne og blå felter.

"Den røde er sand, den blå er ler og så videre. Det er faktisk nogle virkelig gode resultater, meget tydelige."

Nitratudvaskning og oversvømmelser

De undergrundsanalyser, Rune Kraghede og kollegerne har arbejdet på i størstedelen af tiden siden efteråret 2018, er til to projekter ved navn rOPEN og MapField. Her er formålet at undersøge, hvordan man bedst begrænser kvælstofudledningen fra markerne samtidig med, at bonden kan gøde mest muligt.

"Med tTEM'en kan vi kortlægge de præcise steder på landmandens mark, hvor der for eksempel er meget permeable jordlag i den nære overflade, og det betyder, at her er der stor risiko for nitratudvaskning, når der kommer regn og vandet siver ned igennem rodzonen. Omvendt kan vi også udpege de steder, hvor der er lav risiko for udvaskning, og her kan der bruges mere nitrat, uden at det har en negativ effekt på miljøet," forklarer Rune Kraghede.

tTEM-metoden blev dog oprindeligt udviklet i forbindelse med et EU-finansieret projekt ved navn Topsoil, som blandt andet gik ud på at undersøge klimaændringernes indflydelse på grundvandsstigningen, der allerede påvirker flere byer i Danmark. Det fortæller projektlederen for tTEM-metoden ved Aarhus Universitet, Jesper Pedersen.

"For eksempel i byen Sunds i Midtjylland kæmper man med oversvømmelser, når det regner meget, og her var det enormt vigtigt at få overblik over, hvordan strukturen i de øverste jordlag kunne spille ind på grundvandets flow."

tTEM giver et meget præcist billede af de øverste omtrent 100 meter af jorden, og det er netop de lag, der har betyd-

Navn
Rune Kraghede

Stilling
Videnskabelig assistent fra Aarhus Universitets Hydrogeofysiske Gruppe (HGG)

Uddannelse
Kandidat i Geoscience, Aarhus Universitet

Arbejde
At kortlægge de øverste jordlag, så forståelsen af blandt andet terrænnært grundvand kan blive bedre

TEM-metoden kort fortalt

Transient Electro Magnetic eller TEM genererer et stærkt elektromagnetisk felt hele vejen rundt omkring sig, hvoraf en del af det går ned i jorden. Her kan den bagerste del af maskinen måle, hvor stor elektrisk modstand der er ned gennem jorden, hvilket kan oversættes til områder med forskellige jordarter som ler eller sand. Sand har stor elektrisk modstand, og ler har lav.

Der må ikke anvendes nogen form for metal i udstyret, da det vil forstyrre det elektromagnetiske signal. Derfor er det hele bygget i glasfiber og boltet sammen med specielle beslag, der er 3D-printet i karbonforstærkede plastmaterialer. Derfor skal der også være en vis afstand til ATV'en foran. Det betyder også, at man ikke kan køre under elmaster eller gå hen til magneten med en tændt mobiltelefon, imens udstyret er tændt.

Foto: Johanne Uhrenholt Kusnitzoff, GEUS.

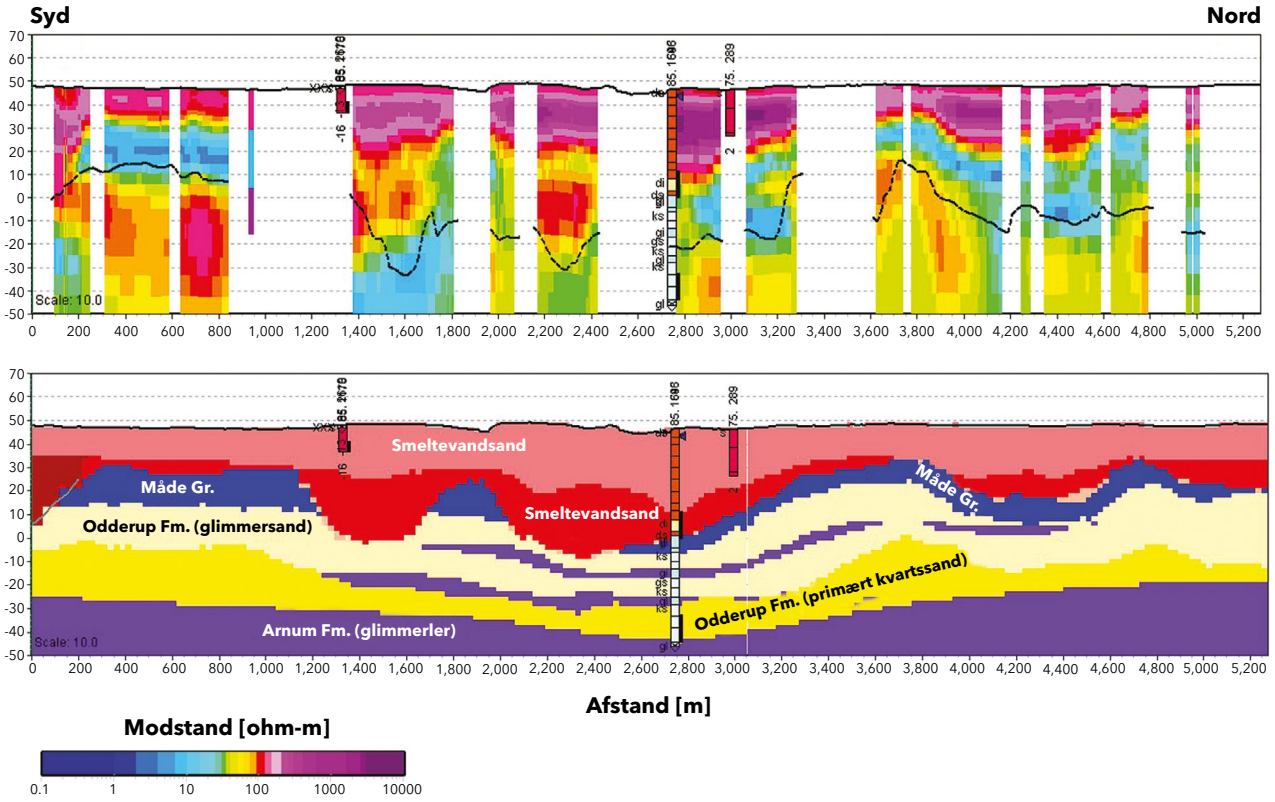

Illustration: Jesper Pedersen m.fl, Aarhus Universitet og Anders Kallesøe m.fl., GEUS.

Figur 9: Eksempel på en rå (øverst) og tolket (nederst) måling fra tTEM'en fra den jyske by Sunds, da resultaterne fra Sydfyn ikke er færdigbearbejdede. Rødlige farver viser høj elektrisk modstand i jorden, som er sandede jordarter, blå betyder lav elektrisk modstand, som er typisk for lerede jordlag. Ved at lægge de rå målinger sammen med hvad man i forvejen ved om geologien i området fra boringer mm., kan man få et meget præcist billede af, hvordan de geologiske lag går.

ning for, hvorvidt et område er følsomt over for pludselige stigninger i grundvandsspejlet, forklarer han.

Til lands til vands og i luften

Den ATV-trukne kortlægningsmetode har også allerede tiltrukket sig opmærksomhed i udlandet, fortæller Jesper Pedersen. Blandt andet er den blevet brugt til at kortlægge det hydrologiske kredsløb i Mississippideltaet i USA, blandt andet med henblik på at forudsige oversvømmelser.

"Til det formål videreudviklede vi metoden sammen med det De Amerikanske Geologiske Undersøgelser (USGS), så vi kunne måle strukturen i den overfladenære undergrund under floden. Til det formål blev udstyret så trukket bag en gummibåd, men ellers er princippet stort set det samme," forklarer han.

Udover at metoden så kaldes floaTEM. Her kunne forskerne finde frem til de steder, hvor floden eksempelvis tilførte vand til grundvandsmagasiner eller hvor grundvandsmagasinerne tilførte vand til floden. En anden gren af TEM-metoden foregår i luften, dinglende under en helikopter. Den kaldes SkyTEM og er også udviklet af Aarhus Universitet.
"Igen, princippet er det samme, men med SkyTEM får du et overblik over undergrundens struktur i et stort område frem for en præcis, lokal måling med stor detaljegrad. Med SkyTEM bruger vi derfor også en større elektromagnet, der flyves henover et område af en helikopter, og hvis impulser trænger meget dybere ned i jorden, helt op til 500 meter afhængigt af jordtyperne," fortæller Jesper Pedersen.

Den metode er god til den mere overordnede kortlægning af, hvilke lag der cirka er hvor i jorden. Det er blandt andet godt, når man skal kortlægge grundvandsmagasiner i større skala, forklarer han.

"Men egentlig er det vel kun fantasien, der sætter grænser for, hvad man kan bruge teknologien til. Så vi er altid spændte på, hvem der tager fat i os ude på konferencerne og til møder, for man ved aldrig helt, hvad næste projekt bliver."

Flymotor på Grønland

Det kan Rune Kraghede skrive under på. Sammen med en række kolleger flyver han og tTEM'en nemlig afsted til Grønland i år, hvor tTEM-systemet skal bruges til at lede efter en flymotor, der blev tabt på Indlandsisen af en forbiflyvende Airbus 380 i 2017 og siden er blevet begravet under sneen.

"Det bliver spændende at se, om det lykkes. Der var også et hold afsted sidste år uden held. Og nu er der jo faldet endnu mere sne oven på motoren, så det er ikke blevet nemmere. Men forhåbentlig kan vi løse opgaven i år med tTEM'en. Den slår nemlig kraftigt ud, hvis den kører henover metal," siger han.

Inden det gælder Indlandsisen er der dog en mark mere, der mangler at blive kørt, inden det er fyraften på Sydfyn. Efter en kort pause med en klapsammenmad og et par chokoladekiks lyner Rune Kraghede sin blå kedeldragt helt op i halsen og trækker hætten over hovedet, inden han springer på ATV'en og drejer på gashåndtaget.

"Så er det sidste etape," siger han og sætter det lille vogntog i gang igen og forsvinder henover et bakkedrag.