

Ny metode rens forurenede grundvand uden det pumpes til overfladen

Ved at sætte strøm til forurenede grundvand, kan sundhedsskadelig forurening effektivt nedbrydes, til gavn for forbrugerne af drikkevand og miljøet. Dette viser et netop afsluttet anvendelsesorienteret forskningsprojekt.

Af Bente Højlund Hyldegaard

Rent drikkevand er udover at være en luksuriøs gode, som mange tager for givet, en essentiel byggeklods for livet på jorden. Derfor skal vi passe godt på denne knappe ressource. Ikke desto mindre, er der gennem årtier blevet spildt eller på anden vis udledt menneskeskabte kemikalier til naturen, hvoraf flere er sundhedsskadelige. Et eksempel herpå er de såkaldte klorerede opløsningsmidler, der bruges til blandt andet rensning af tøj og affedtning af metaller. Af aktuelle større kendte forurenings-sager i Danmark med klorerede opløsningsmidler kan nævnes to såkaldte generationsforureninger ved henholdsvis Kærgård Klitplantage og Himmarsk Strand på Als. Da de klorerede opløsningsmidler er tungere end vand, kan de spredes vidt omkring i jord og grundvand. For at beskytte os forbrugere af drikkevand mod disse kemikalier, kan indvindingsboringer sløjges eller jord og grundvand renses. Ofte vælges første mulighed, fordi der ganske enkelt mangler effektive tekniske løsninger til håndtering af problemet. Dette er naturligvis en uholdbar løsning, da forureningen ikke forsvinder, men blot spredes over et større område og derved øger omkostningerne ved en eventuelt senere oprensning. Denne udfordring dannede rammen for et erhvervs-ph.d.-samarbejdsprojekt, der forløb i perioden fra 2016 til 2019. I projektet gik eksperter fra erhvervslivet, universiteter og en forvaltende myndighed sammen om at udvikle et mere effektivt og bæredygtigt alternativ til rensning af forurenede grundvand. Metoden er baseret på tilførelse af en elektrisk strøm.

Et aktuelt miljøproblem

Udfordringen med klorerede opløsningsmidler er stort. Alene i Region Hovedstadsområdet, er der ca. 1.300 registrerede grunde forurenede med klorerede opløsningsmidler. Også i USA, er omfanget og opmærksomheden herom stor. Det skyldes, at de klorerede opløsningsmidler er sundhedsskadelige, herunder kræftfremkaldende og hæmmende for reproduktionen. Samtidig har de klorerede opløsningsmidler nogle egenskaber, der udfordrer både sporingen af forureningskilderne i jorden samt nuværende oprensning-metoder. For at håndtere den sundhedsskadelige forurening i grundvandet, vælges det derfor ofte at pumpe vandet til overfladen for at rense det inden det pumpes tilbage i jorden. Det er en langvarig, pladskrævende og omkostningstung proces, der samtidig genererer et sekundært forurenede affaldsprodukt og har en svingende effektivitet over for enkeltstoffer i gruppen af klorerede opløsningsmidler.

En alsidig løsning

Sættes i stedet strøm til de jordlag, hvori grundvandet strømmer, kan der dannes en række ufarlige kemiske forbindelser, der er i stand til at nedbryde de klorerede opløsningsmidler. Dette betegnes som elektrokemisk nedbrydning. De elektrokemisk dannede stoffer er grundlaget for en kombination af mindst fem forskellige nedbrydningsprocesser for de klorerede opløsningsmidler. Dette er en fordel, da enkeltstofferne dermed kan nedbrydes sideløbende

via en eller flere processer. I andre rensningsstrategier udnyttes ofte kun en enkelt nedbrydningsproces, hvilket gør disse mere sårbare overfor variationer i sammensætningen af jord, grundvand og forurening.

Derudover er designet af den elektrokemiske metode fleksibelt, således, at antallet og længden af elektroder installeret i jorden, afhænger af den pågældende forurenings udbredelse. Ligesom, at metodens infrastruktur kan installeres under jordoverfladen. Dette tillader aktiviteter på den pågældende forurenede grund at fortsætte uhindret mens grundvandet renses.

Det eneste input, der driver nedbrydningen af forureningen, er den elektriske strøm. Der skal således ikke suppleres med ellers hyppigt anvendte stoffer eller mikrobielle kulturer til grundvandsmagasinet for at igangsætte eller vedligeholde nedbrydningen. Samtidig kan energikilden til strømforsyningen være helt eller delvist grøn, f.eks. fra vindenergi eller solpaneler. Alt dette er med til at gøre den udviklede elektrokemiske metode til et mere bæredygtigt, simpelt og potentielt billigere alternativ.

Et lovende potentiale

Metoden med at sætte strøm til grundvandet, er udviklet og testet af forskningsgruppen i systemer, der minder om forurenede grunde. Specifikt ved at inkorporere naturligt sand, oppumpet forurenede grundvand, grundvandsstrømningshastigheder og grundvandstemperaturer tilsvarende forholdene i typiske grundvandsmagasiner. Det anvendelsesorienteret aspekt har nemlig været centralt gennem processen fra design af konceptet, udvikling af hele tre forsøgsopstillinger, afprøvning under realistiske forhold og sideløbende optimering. I arbejdet med at udvikle metoden, er det lykkedes holdet bag metoden at demonstrere effektiv nedbrydning af klorerede opløsningsmidler til koncentrationer under de danske grundvandskvalitetskriterier, der er politisk definerede

skæringsgrænser for, hvornår specifikke forureningsstoffer udgør en sundhedsskadelig risiko. De danske kriterier er blandt de laveste og dermed mest konservative i verden. Dette resultat er kun et af mange fra erhvervs-ph.d.-samarbejdsprojektet, men det viser, at metoden er blevet succesfuldt modnet og nu er klar til at vise sit værd uden for laboratoriet på en forurenede grund.

Udover at vise, at elektrokemisk nedbrydning af klorerede opløsningsmidler er effektiv, har forskningen bidraget med ny viden om nedbrydningsprocesser for den undersøgte forureningstype, indflydelsen af naturlige forhold på nedbrydningen, påvirkningen af elektrisk strøm på jord- og grundvandssystemer samt materialeegenskaber i forhold til elektroder. Denne viden kan bruges til at optimere flere af de kommercielle oprensningemetoder. Ikke blot for oprensning af klorerede opløsningsmidler, men potentielt også for mange andre typer af forureninger, f.eks. pesticider. Desuden har den styrket samarbejdet og erfaringsudvekslingen mellem de involverede offentlige og private aktører fra Danmark og USA, hvilket er afledt af de mange ligheder, der er ved forureningsudfordringerne i disse lande.

SOS: Stædighed, Optimisme og Søvnløshed

Arbejdet med udvikling af den elektriske metode til rensning af forurenede grundvand, har været udfordrende blandt andet grundet dets tværfaglighed. Dybdegående kendskab til forureningens egenskaber, miljøets kompleksitet, materialeegenskaber og kemiske processer var nemlig en forudsætning for, at disse fagområder kunne kombineres i en højere enhed. Måske derfor mødte projektet enkelte gange undervejs skepsis fra eksperter indenfor et af fornævnte fagområder. Dertil kommer alle de praktiske udfordringer, der kan være forbundet med udvikling af en ny metode. For selvom læringsudbyttet ofte er størst ved modgang, er det også grundlag for megen

frustration. Det har forskningsholdet bag den elektrokemiske metode erkendt. Uden en god portion passion og stædighed var denne nye metode nemlig ikke blevet til. Det tog alene næsten tre år og et utal af mislykkedes forsøg bare at udvikle og optimere egnede forsøgsopstillinger. Undervejs i udviklingen af disse forsøgsopstillinger blev det desuden tydeligt, at automatisk udluftning af dannede gasser ikke var en pålidelig løsning, men at en sådan udluftning var vigtig. I stedet foregik udluftningen af gasser fra forsøgsopstillingerne ved manuel udsugning hvert 15. sekund. Derfor krævede selve demonstrationen af metoden i realistiske systemer også sit: 37-60 timers uafbrudt pasning af forsøget, dvs. uden søvn og begrænset mulighed for at spise og drikke. Heldigvis var der jævnlige små fremskridt i processen, hvilket holdt liv i optimismen og til sidst førte til gode resultater. Indsatsen og forskningsprojektet har da også vakt megen opmærksomhed nationalt såvel som internationalt og er blevet belønnet med adskillige priser, herunder et af de præstige fyldte EliteForsk-rejsestipendier fra Uddannelses- og Forskningsministeriet.

Mange anvendelsesmuligheder

Elektrokemisk rensning af forurenede grundvand vil være særligt velegnet i situationer, hvor forureningskilden enten ikke kan spores, eller hvor flere forureningskilder spæder til den samme grundvandsforurening. Når forureningen nærmer sig indvindingsoplandene for drikkevand, vil en sekvens af underjordiske elektroder kunne danne en elektrokemisk zone på tværs af forureningen, der nedbryder forureningen efterhånden som den strømmer gennem denne zone og dermed hindre den sundhedsskadelige forureningen i at nå

vandværkerne og forbrugerne. Samtidig beskyttes miljøet.

Selvom den udviklede elektrokemiske metode er målrettet mod nedbrydning af klorerede opløsningsmidler, kan den anvendes til andre typer af forureninger, fordi den som nævnt kombinerer flere nedbrydningsprocesser. Det kan f.eks. være oliestoffer, perfluorerede stoffer eller pesticider. Af disse stofgrupper, er det særligt pesticider, der er oppe i den aktuelle debat grundet fund i mange drikkevandsboringer landet over. Samtidig vil metoden også med fordel kunne anvendes til håndtering af blandingsforureninger, der består af flere forureningsstoffer, f.eks. flere af de store generationsforureninger, da metoden kan skræddersyes den enkelte forurenings sammensætning.

For, at den elektrokemiske metode kan udbredes kommercielt, skal den dog først demonstrere sit værd i en pilottest udført på en grund forurenede med klorerede opløsningsmidler. En sådan pilottest er netop på tegnebrættet hos forskningsprojektets samarbejdspartnere. For en metode med det i forskningsprojektet viste potentiale, og mangfoldige anvendelsesmuligheder, er efterspurgt af private såvel som offentlige grundejere verden over.

KONTAKTOPPLYSNINGER

Bente Højlund Hyldegaard
Specialist, COWI A/S
E-mail: bentehh@pc.dk
Telefon: +45 29 76 93 07