GEUS

Jordvarmeboringer og grundvandskvalitet

Lærke Thorling, Rene Juhler og Anders Johnsen

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
Klima-, Energi- og Bygningsministeriet

GEUS

Vigtigste reslutater

- Der er relativt begrænset erfaring om jordvarmeboringer og vandkvalitetsproblemer i DK. Ingen tilfælde af lækage identificeret.

- Det er muligt at vælge løsninger, der umiddelbart på nuværende vidensgrundlag ser miljømæssigt forsvarligt ud.
- Mht naturlige mikrobiologi, kun begrænset påvirkning ved de forventede nedkølinger
- Mht udslip, Brinestoffer generelt letnedbrydelige
  - Eneste problem er additiverne, anticorrosive, antibakterielle stoffer

GEUS

Vidensgrundlag:

- Litteraturstudier under dette projekt forår 2013 kombineret med modellering af kuldepåvirkning
- Vi valgte IKKE at lave laboratorie forsøg, på baggrund af litteraturstudiet.

- Miljøstyrelsen, COWI, 2008:

  ”Jordvarmeanlæg, Miljøprojekt 1238.”
- Torkild Feldhusen, 2000:

  ”Vandplan Sjælland, Miljømæssige konsekvener af akvifer kulde og varmelagring.”

Stoffer, der må anvendes i jordvarmeboringer

- Lovlige stoffer i dag er:
  - Ethanol
  - IPA sprit (isopropanol)
  - Ethylenglycol (fuldt deklarerede antikorrosiver)
  - Propylenglycol (fuldt deklarerede antikorrosiver)

  - Andre stoffer, hvis kommunalbestyrelsen kan godtgøre, at det er forsvarligt.

Bekendtgørelse om jordvarmeanlæg nr.1019, 25. okt.2009

Kemiske egneskaber (1)

- Frysepunkterne generelt lave < -10 ºC
- Frysepunktsænkning ved blanding i vand

Stofferne er fuldt vandblandbare.

Stofferne har lille sorbtion, tilbageholdes stort set ikke.

Stofferne har relativt lavt damptryk, og vil kunne nedsive gennem umættet zone

DVS: stofferne transporteres med grundvandet uden tilbageholdelse

Nedbrydning Ethanol

Giftigt for mikroorganisk er ved mere end 100 g/l, dvs næsten ren fase.

Eksempel på halveringstider i forskellige redoxmiljøer i forsøg ved T=20 ºC

Iltningsmiddel	1. Ordens konstant (dag^{-1})	$T_{½}$ (dag)
O_2	Ca. 0,3	2 - 3
NO_3^-	0,53	1,3
Fe (II)	0,17	4
SO_4^{2-}	0,1	7
CO_2	0,12	6

I DK koldt grundvand, noget langsommere nedbrydning, dog kan forventes ret omfattende nedbrydning på fx 1 år.

Nedbrydning glycoler

- Danske forsøg viser hurtig nedbrydning i jord ved 25 ºC.
- $T_{½}$ = ca. 14 dage i ler og 35 dage i sand, T= 10ºC, og ilt tilstede.
- $T_{½}$ ≥ 3-4 måneder, T= 10ºC, og ilt IKKE tilstede.
- Ingen dannelse af giftige eller persistente mellemprodukter

Antikorrosiver

- Tilsættes ethylenglycol og propylenglycol
  - 0,4% natrium nitrit (grænseværdi 0,01mg/l, kendt fra pølser)
  - 4% natriumbenzoat (ingen grænseværdi, kendt fra atamon)
  - 4% borax (Opført på MST liste over uønskede stoffer, bør IKKE anvendes
  - 0,2 % benzotriazol (ret persistent og mobilt, bør undgås, anvendes ved afisning af fly)

Brine Fortyndingsbehov ved udslip

- Mindst grænseværdi i drikkevand er 10 µg/l, for at begrænse bakterievækst i ledningsnet.
- Worstcase udslip af 50 l frostsikringsvæske ca 40 kg.
- Fortynding til 10 µg/l kræver $V=40*10^6 µg/10µg/l=4*10^6$ l = 4000 m^3.
- Antag transport tid 1 år og $T_{½}$ = ca. 14 dage
- Dette giver os 25 gange halvering $=2^{25} = 33*10^6$ fortynding
- 40 kg nedbrydes til 1,2 µg på et år.
- Forureningspotentiale ca. 200 ml.
- Antag transport tid 1 år og $T_{½}$ = ca. 1 måned
- Dette giver os 10 gange halvering $=2^{10} = 1024$ fortynding
- 40 kg nedbrydes til ca 40 gram
- Forureningspotentiale ca. 4000 l = 4 m^3

Kuldeeffekter på mikroorganismer

- Der regnes med ned til ca 4 grader.
- Lokalt nær boringen væsentligt nedsat aktivitet.
- Med bare 5 m væk fra boringen forventet kun 1 grads kuldesænkinng.
- Samlet et en meget begrænset økologisk effekt.

GEUS

Effekt af udslip på mikrobiologi

- Uden tilstrækkelig fortynding vil etanolerne have antibakteriel virkning
- Nedbrydning vil derfor kun finde sted væk fra boringen, hvor der kun er mindre kuldepåvirkning, dvs forventet god nedbrydelighed.
- Additiverne kan påvirke nedbrydeligheden af etanol og glycolerne.

Videre arbejde

- Se mere på nedbrydeligehed af additiver
- Sammenskrive resultaterne.