



TUNGMETALLER OG JORDBUNDSKEMI -EN LIGHT VERSION

JULIE KATRINE JENSEN
JKTJ@RAMBOLL.DK

RAMBOLL

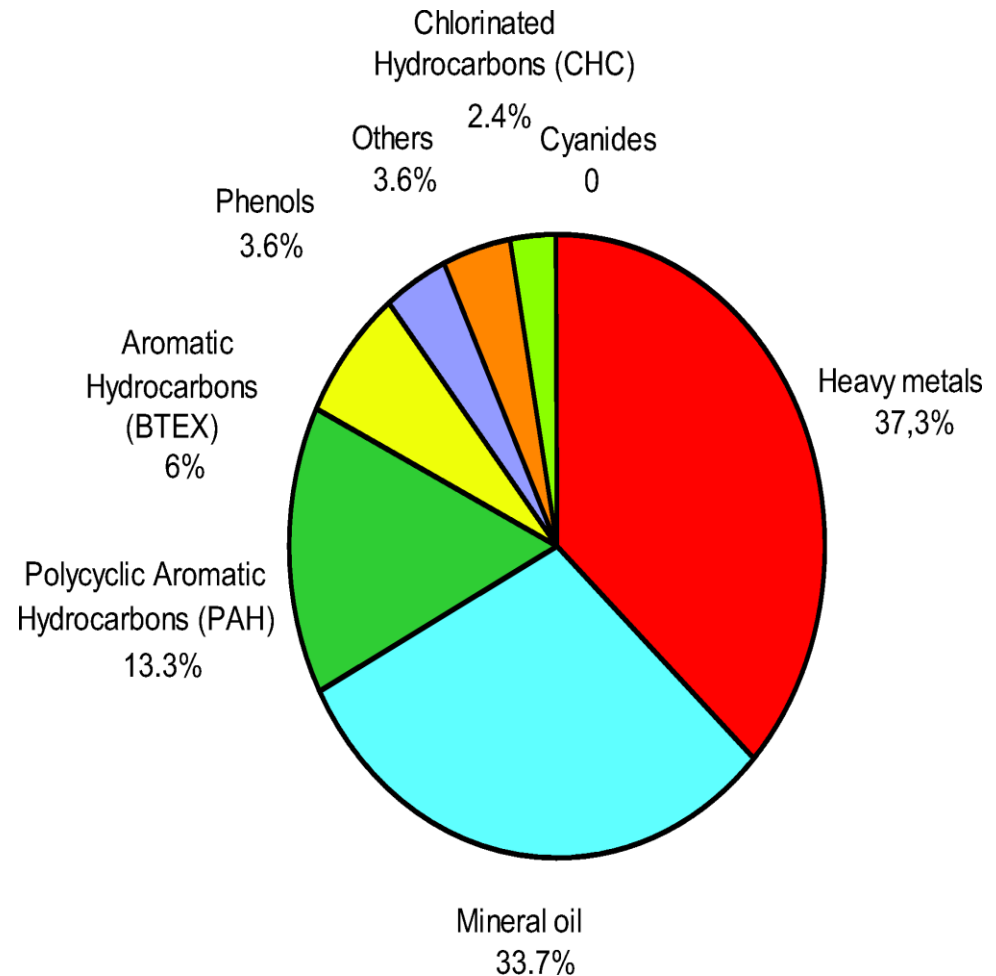
TUNGMETALLER I JORDEN - EN LIGHT VERSION
2012/03/06

PROGRAM FOR I DAG

- Hvorfor skal vi vide noget om tungmetaller I miljøet?
- Faktorer af betydning for mobilitet
 - Jordbunds faktorer
 - Kilden
 - Mængden
 - Tidspunktet

HVORFOR SKAL VI VIDE NOGET OM TUNGMETALLER ?

- 250000 forurenede grunde rapporteret af EEA. Hyppigste kilde til forurening er tungmetaller.
- 25 % af de kortlagte grunde I DK er forurenede med tungmetaller
- Nogle af de største forureninger i DK skyldes tungmetaller
- Jordbunds kemi er vigtig for vurdering af risiko samt ved valg af oprensningstype



METALLERNES LADNING OG SPECIERING

Cd^{2+} Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} Ni^{2+}

Cr (III): Cr^{3+} / $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (reduceret form)

Cr (VI): CrO_4^{2-} (oxideret form)

As (III): H_2AsO_3^- (reduceret form)

As (V): H_2AsO_4^- (<pH 7) HAsO_4^{2-} (>pH7) (oxideret form)



JORDBUNDSFAKTORER AF BETYDNING FOR MOBILITET

- Lermineraler
- Sesquioxider
- Organisk stof
- Forekomst af specifikke mineraler
- Andre ting, så som jordbundsfysik og temperatur spiller også ind
- Redoxforhold
- pH
- Mikroorganismer

LERMINERALER

- Lermineraller har lille partikelstørrelse ($< 2 \mu\text{m}$)
og derfor relativt stort overfladeareal, og
dermed potentielt stor reaktivitet.
- Med permanent negativ ladning (substitution af fx Si^{4+} med Al^{3+}).
Det betyder lerminerallerne kan adsorbere positivt ladede ioner.
- Smectit (montmorillonit), vermiculit, illit og kaolinit
adsorberer ioner i varierende grad.

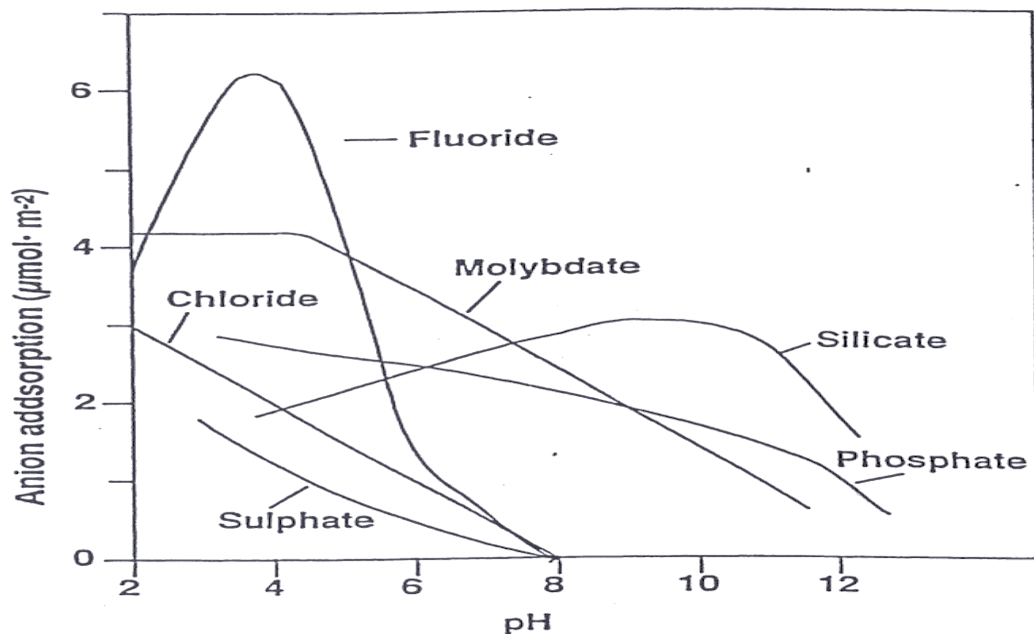
LERMINERALER

- Derudover har lermineralerne en pH-afhængig ladning.
- Lermineralerne har overfladegrupper af Al-OH og Si-OH som protoniseres eller deprotoniseres alt efter pH-værdien i miljøet.
- Ved lav pH-værdi er mineralerne positivt ladet – ved høj pH er mineralerne negativt ladet ➡ Ved lav pH bindes anioner (fx arsenat). Ved høj pH bindes cationer (fx Cu^{2+})
- Specifik binding vs. nonspecifik binding:

Den specifikke binding er stærkere end den nonspecifikke.

SESQUIOXIDER

- Oxider og Hydroxider af Jern og Aluminium
- fx. Goethit (FeOOH) og Gibbsit ($\text{Al}(\text{OH})_3$)
- Også med stor specifik overflade (som ler)
- Er domineret af den pH-afhængige ladning



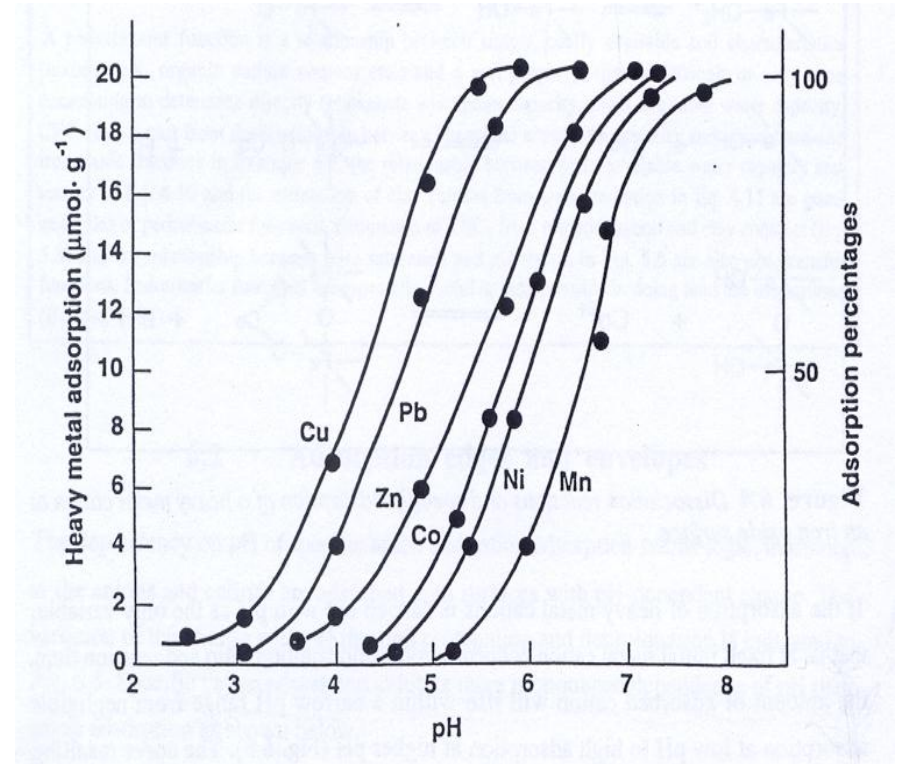
ADSORPTION AF ANIONER TIL GOETHIT

ORGANISK STOF

- Stor specific overflade.
- Mange overfladenære, funktionelle phenol- og carboxylgrupper
- pH-afhængig ladning, der hidrører fra protonisering af grupperne
- Komplekst. Endnu ikke fastsat den præcise sammensætning af jordens organiske stof
- Også betydning for mobilitet fordi der kan dannes mobile komplekser
- Affinitet for visse metaller, især kobber.

JORDENS PH-VÆRDI

pH er nok den vigtigste enkeltfaktor når man snakker om metalleres binding og mobilitet!



ADSORPTION AF METALLER TIL GOETHIT- FRA BORGGAARD 2001

REDOXFORHOLD

- Redoxforhold: sammentrækning af REDuceret og OXideret.
- Er der ilt tilstede, snakker man om oxiderede forhold
- Er der ikke ilt tilstede, snakker man om reducerede forhold
- Under reducerede forhold reduceres stofferne og får en lavere ladning. Oxiderede stoffer har højere ladning.

JERN:

- Jern (III) og jern (II).
- Rødfarvning af vandløb (okker)
- Redoxzonen i jord ses rent fysisk der, hvor jorden bliver blå-grå



REDOXFORHOLD

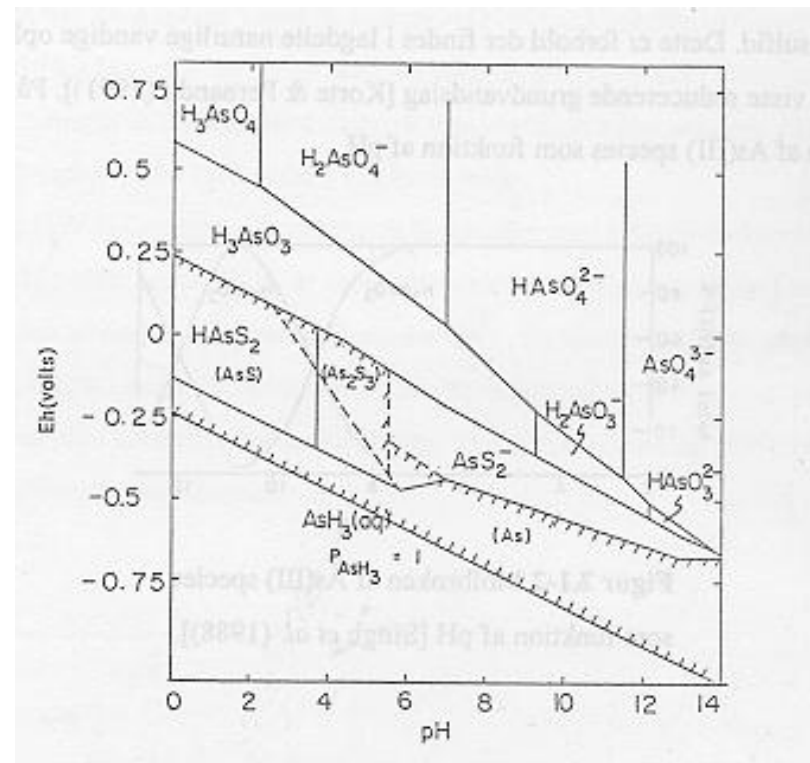
Arsen:

Speciering af arsen afhænger blandt andet af redoxforhold.

Når der ikke er ilt tilstede - reducerede former: As (III).

Når der er ilt tilstede – oxiderede former: As (V)

As (III) er mest mobilt og mest toksisk



MIKROORGANISMER

- Vigtigst ved organisk forurening, men spiller faktisk også en rolle ved tungmetalforurening.
- Immobilisering ved at tungmetaller indkorporeres i biomolekuler.
- Øget mobilisering via nedbrydning af organisk stof.
- Øget mobilisering via påvirkning af redox-forhold.



ANDRE FAKTORER UNDER JORDOVERFLADEN

- Tilstedeværelse af specifikke jordminerale. Fx Carbonat (Pb)
- Jordfysik – fx densitet og sprækkedannelse
- Tilstedeværelse af sekundære grundvandsspejl og vandførende lag

EKSTERNE FAKTORER

Kilden

- As_2O_3 kontra As_2O_5 .

Mængden

- Betydning for ligevægtsprocesserne i jorden

Tidspunktet

- Aging. Tungmetallerne tilbageholdes hårdere i jorden efter nogen tid.

Klimaet

- Nedbør og temperatur

OPSUMMERING

- Komplekst og spændende system der styrer binding og mobilitet af tungmetaller.
- Man kan sige meget om binding og mobilitet uden at måle det direkte
- Ved man noget om binding og mobilitet er det muligt at lave risikovurdering samt træffe et fornuftigt valg af oprensningstype

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN