

Laboratorieforsøk for fjerning av humus med aktivt karbon

Av Erik Bergan og Jan Aug. Myhrstad

Erik Bergan er ansatt ved Statens Institutt for Folkehelse, Sanitær-kjemisk avdeling.
Jan Aug. Myhrstad er ansatt i Rådgivende ingeniørfirma, Sivilingeniør Elliot Strømme A/S.

INNLEDNING

I en tidligere artikkel har vi diskutert bruk av aktivt karbon ved behandling av drikkevann (1). Artikkelen beskriver aktivt karbon metoden, samt forhold som har betydning for metodens effektivitet. Utgangspunktet for artikkelen var metodens potensiale som lukt- og smaksforbedrende tiltak.

I den foreliggende artikkel beskriver vi hvordan laboratorieforsøk kan avklare om aktivt karbon reduserer innholdet av humus i vann. Laboratorieforsøkene er basert på råvann fra en kommune i Østlandsområdet, hvor det var ønskelig å vurdere om bruk av aktivt karbon kunne være en aktuell vannbehandlingsmetode for å redusere vannets humusinnhold.

FORSØKSOPPLEGG

For å få grunnlag for nærmere planlegging av laboratoriefilterforsøket, ble først kontakttidens innflytelse på humusreduksjonen undersøkt. Dernest ble adsorpsjonskapasiteten bestemt og beskrevet ved hjelp av adsorpsjonsisotermer.

Etter dette ble det bygget et laboratoriefilter med pumpeinnretning og forfilter, og det ble utført filterforsøk.

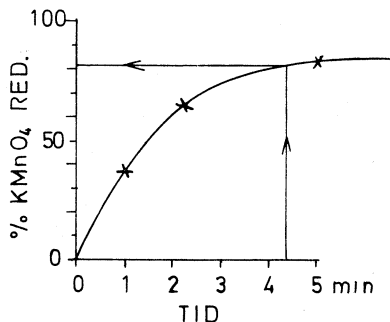
HUMUSREDUKSJON/KONTAKTTID

Forsøk ble utført med granulert aktivt karbon (GAC) som ble pulverisert og aktivt karbon i pulverform (PAC).

Like store råvannsprøver ble tilsatt samme mengde karbon. Vannprøvene ble ristet slik at karbonet ble holdt i suspensjon i løpet av kontakttiden, som ble variert.

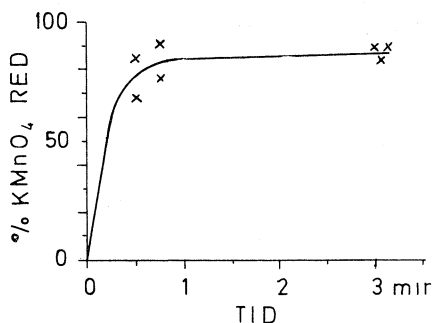
Humusmengden ble karakterisert ved permanganattallet. I figur 1 er vist prosentvis reduksjon i permanganattallet ved økende kontakttid ved bruk av GAC.

Det granulerte karbonet ble pulverisert etter gitt prosedyre før forsøkene ble utført.



Figur 1.

KMnO₄ reduksjon som funksjon av kontakttid ved bruk av GAC.



Figur 2.

KMnO₄ reduksjon som funksjon av kontakttid ved bruk av PAC.

I figur 2 er vist reduksjonen i permanganattallet ved økende kontakttid ved bruk av PAC.

Den maksimale reduksjonen i permanganattall synes i henhold til figurene 1 og 2 å ligge i området 80—90% ved en kontakttid på ca. 5 minutter. Pulverkarbonet har en større adsorpsjonshastighet enn det granulerte karbonet. Allerede etter ca. 1 minutt har nær den maksimale adsorpsjon inntrådt for PAC, mens vel 5 minutter medgår ved bruk av GAC.

ADSORPSJONSISOTERMER

Adsorpsjonskapasiteten (q_e) angis som vekten av humus (X) adsorbent pr. vektmengde aktivt karbon (M):

$$q_e = K_F \cdot C^{1/n} = X/M$$

K_F og n er konstanter som er karakteristiske for adsorbat og karbontype. C er restkonsentrasjonen av humus i vannfasen.

Dobbeltlogaritmisk fremstiller uttrykket en rett linje som kalles adsorpsjonsisoterm, med $1/n$ som linjens vinkelkoeffisient:

$$\log q_e = 1/n \cdot \log C + \log K_F.$$

Adsorpsjonskapasiteten ble målt ved å tilsette forskjellige mengder karbon (GAC og PAC) til like store råvannsmengder med samme utgangskonsentrasjon av organisk stoff. Vannprøvene ble ristet i 5 minutter for å oppnå størst mulig adsorpsjon.

GAC ble også ved dette forsøket pulverisert.

Etter å ha adskilt karbonet fra vannfasen ble vannet analysert. Adsorpsjonskapasiteten ble bestemt og resultatene inntegnet på dobbeltlogaritmisk papir, konferer figur 3.

Som det fremgår av figuren hadde GAC høyest adsorpsjonskapasitet bortsett fra for de høyeste restkonsentrasjonene (figur 3a).

Sammenlignes figur 3b og 3c, fremgår det at det medgår mer PAC enn GAC for å oppnå et tilfredsstillende lavt innhold av humus.

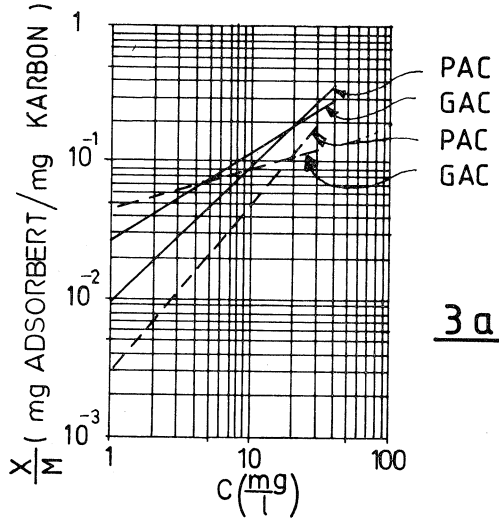
FILTERFORSØK

Med utgangspunkt i ovennevnte resultater ble filterforsøkene gjennomført med GAC. Det ble laget en filterkolonne med mindre diameter 38 mm og høyde 340 mm. Filtermassen var 200 mm dyp, og det var uttak for prøvetaking i fire forskjellige nivåer, med fire perifere og ett sentralt uttak. Utstyret er vist i figur 4.

Filteret ble tilført råvann via et forfilter av glassvatt.

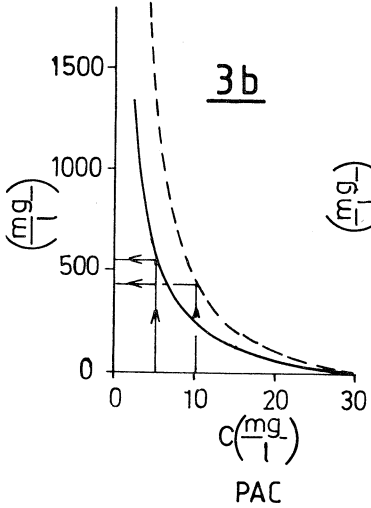
Filtermassen veide 80 g, hadde et porevolum på ca. 40% og ble tilført vann med en hydraulisk belastning på 0,35 ml/s. Total oppholdstid i filtermediet var 4,35 minutter.

Etter at 120 l vann hadde passert filteret, ble det oppnådd metning i øvre skikt, dvs fra filterets overflate og ned til snitt I ($C_I = C_o = 26,5$ mg KMnO₄/l). I figur 5 er vist permanganattallet i vannet i de forskjellige snitt i filteret etter filtrering av 120 l vann.



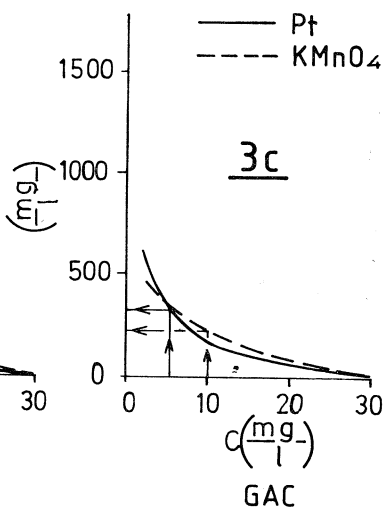
3a

ADSORPSJONSISOTERMER



3b

PAC

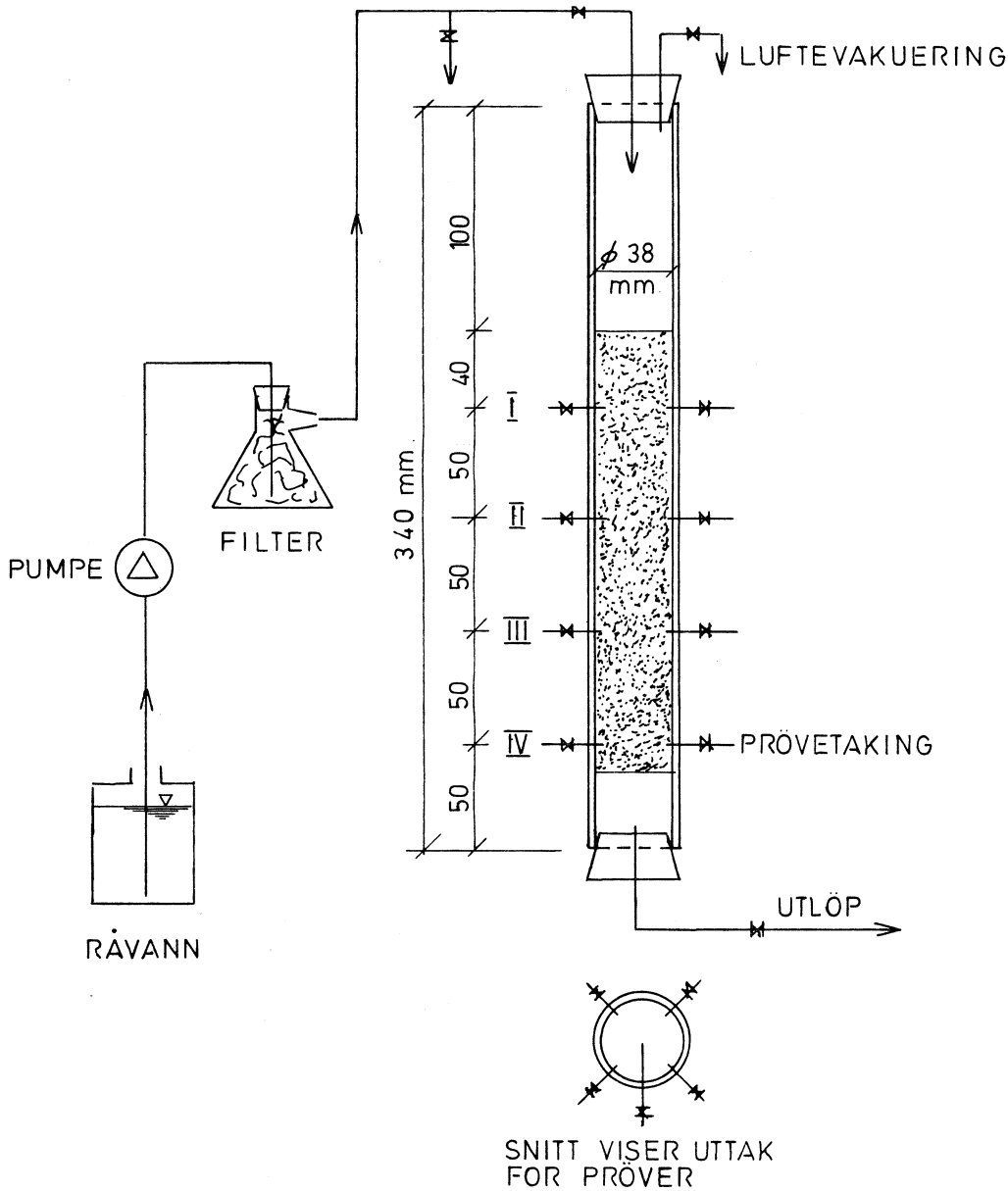


3c

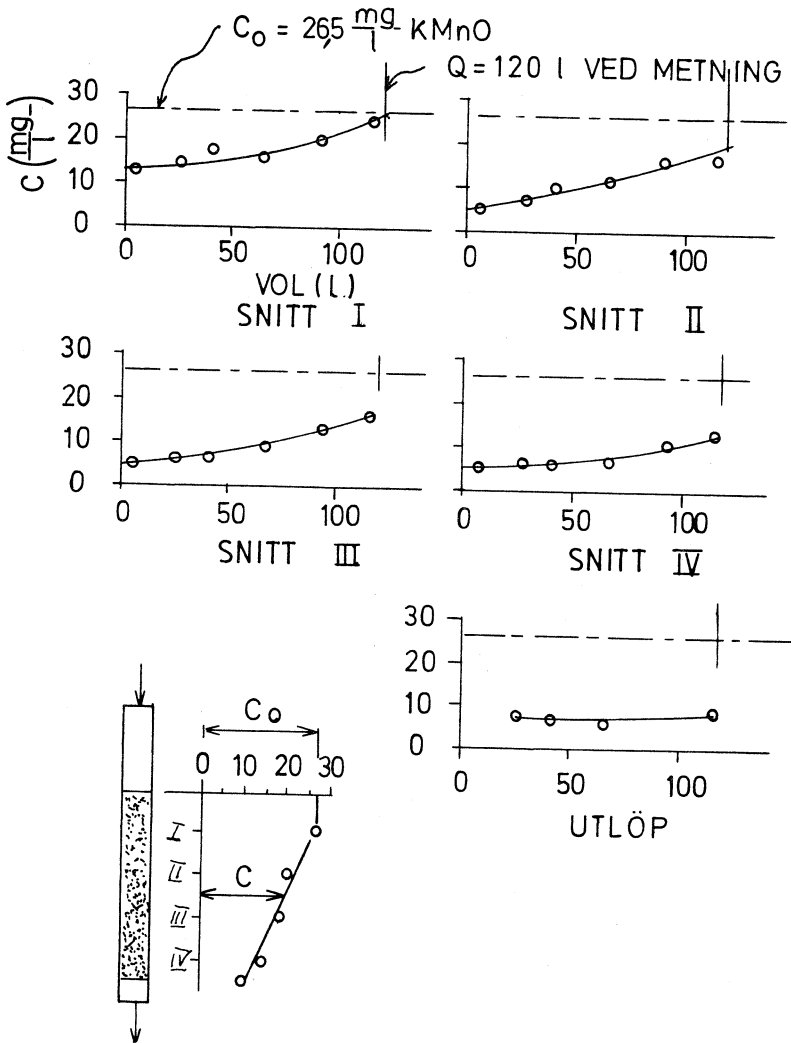
GAC

KARBONFORBRUK SOM FUNKSJON AV RESTHUMUS

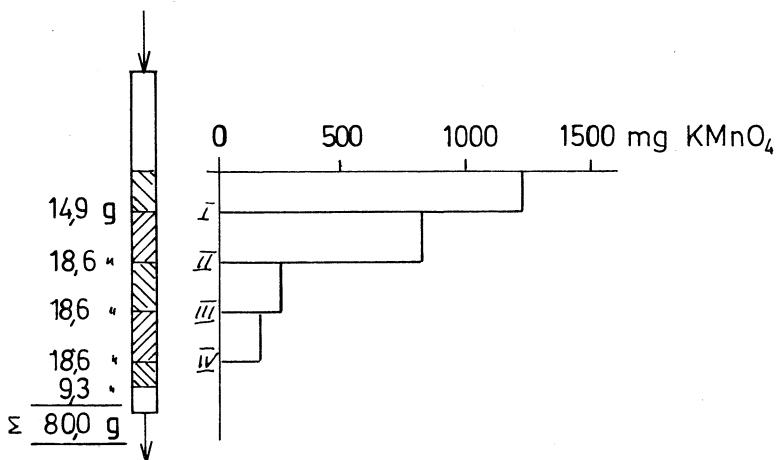
Figur 3. Adsorpsjonsforsøk.



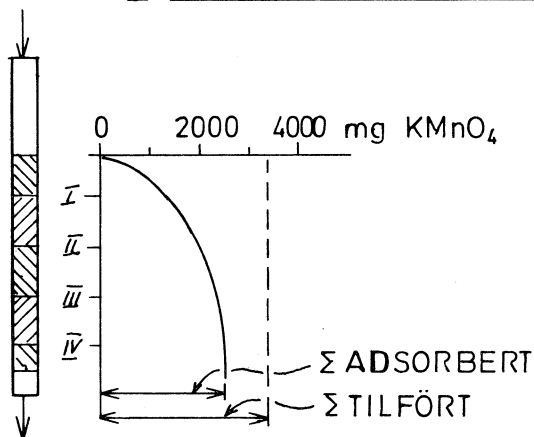
Figur 4. Opplegg for filterforsøk i laboratoriemålestokk.



Figur 5. Permanganattallet (mgKMnO_4/l) i vannet i de forskjellige snitt i filteret som funksjon av filtrert vannmengde (l).



a, SKIKTVIS ADSORBERING



b, AKKUMULATIVT

Figur 6. $KMnO_4$ -adsorpsjon ved filterforsøk i laboratoriemålestokk.

ADSORPSJONSKAPASITET

I figur 6 er adsorpsjonen av humus vist skiktvis og akkumulativt ved filtrering av 120 l råvann med permanganattall 26,5 mg $KMnO_4/l$, og hvor filteret over snitt I var mettet.

Spesifikk adsorpsjon for metning av det benyttede GAC blir etter de utførte forsøk 0,08 mg $KMnO_4/mg$ GAC.

En massebalanse etter filtrering av 120 l råvann gir følgende:

Tilført humus (som $KMnO_4$)	3.350 mg
Adsorbent humus (som $KMnO_4$)	2.520 mg
<hr/>	
Unnsluppet humus (som $KMnO_4$)	830 mg

Unnsluppet humus kan på grunnlag av permanganattallet i det filtrerte vannet beregnes til 930 mg $KMnO_4$. Dette gir en forskjell i de to verdiene på vel 10%, noe som må ansees som tilfredsstillende i denne type forsøk.

Totaladsorpsjonen av humus etter 4,35 minutters kontakttid i filteret blir ca. 75%.

Dette stemmer bra med resultatene fra rysteforsøket, konferer figur 1.

AVSLUTNING

Etter en teknisk-økonomisk vurdering ble det konkludert med at fjerning av humus ved adsorpsjon på aktivt karbon ikke var aktuelt i det foreliggende tilfellet. Adsorpsjonskapasiteten syntes for dårlig, og det ble besluttet å vurdere andre metoder for å bedre vannkvaliteten.

REFERANSER

- (1) Bergan, E. og Myhrstad, J. A., Bruk av aktivt karbon i drikkevannsbehandlingen, VANN, nr. 2, 1980.