

Krav til kjemikalier i avløpsrensning

Av Harsha Ratnaweera

Dr.ing. Harsha Ratnaweera er gruppeleder
i Interconsult Group (ICG) ASA

Innlegg på seminar 8. des. 1998

Kravene som settes til kjemikalier som brukes i avløpsrensning blir stadig forandret som følge av økt kunnskap, bedre teknologi, strengere utslippskrav og press på økonomien. Strengere og mer krevende krav har ført til bedret miljøvennlighet og prosessøkonomi, noe som er mottatt positivt av både brukere, leverandører og myndigheter. I dette innlegget vil noen sentrale krav til kjemikalier i avløpsrensning bli belyst. Det vil spesielt bli lagt vekt på de prosess-tekniske krav, da HMS-kravene blir presentert av andre innlegg i tidsskriftet.

Koagulanter og flokkulanter er de mest sentrale kjemikalier som blir brukt i Norge for avløpsrensning, men det finnes flere andre kjemikalier som anvendes i et avløpsrenseanlegg avhengig av avløpstype, renseprosess og gjenbruksformål. Tabell 1 på neste side viser en oversikt over noen kjemikalier som brukes i dagens avløpsrenseanlegg.

Kravene som stilles til kjemikalier i et avløpsrenseanlegg kan ha følgende

kategorier: (1) helsemessige (settes av myndigheter); (2) miljømessige (settes av myndigheter og oss selv); (3) prosess-tekniske (fra anleggseiere) og (4) økonomiske (fra anleggseiere). Kravene tilhører ofte flere kategorier, som vist i tabell 2. I etterfølgende diskusjon har vi stort sett tatt hensyn til fellingskjemikalier, mens en del av kravene også skal gjelde på de øvrige kjemikalier som er nevnt i Tabell 1.

Tradisjonelt sett har kjemisk felling i kommunalt avløp bare hatt en hovedhensikt: Fjerne mest mulig partikulært stoff og fosfor. I den senere tid har imidlertid prosesskonseptene blitt betydelig endret sammen med myndighetens krav. Nå er det flere norske renseanlegg som har forfelling med etterfølgende biologisk trinn for nitrogen fjerning. Biomassen som brukes i disse biologiske metodene er avhengig av en viss minimal fosfatkonsentrasjon. Nordeidet et al. (1994) har vist at ved konsentrasjoner lavere enn ca. 0,2 mg-fosfat/l kan man forvente en reduksjon i nitrifikasjonshastighet (1.trinn i biologisk nitrogenfjerning). I tillegg vil denitrifikasjonen (2.trinn i biologisk nitrogen-

Tabell 1. Kjemikalier i avløpsrensaneanlegg

Type	Varianter og eksempler
Koagulanter vannglass	Uorganiske: Al, Fe og Ca salter Syntetiske organiske: Polyakrilamid, etc Naturlige organiske: kitosan Blandede: org+Me-salter + silikater,
Flokkulanter etc	Syntetiske organiske polymere: PAA, Biologiske polymerer: kitosan, algenat, etc.
pH-justerende kjemikalier	syre og base
Næringsstoffer for biomasse	Nitrogen- og fosforkilder
Karbonkilder for N-fjerning	Metanol, etanol, eddiksyre/acetat, etc.
For å unngå negative forhold i ledningsnettet	Kalsiumnitrat, Nutriox, etc
Desinfeksjon	Klor, ozon
Slambehandlings- kjemikalier	Organiske polymerer Kalk,etc

fjerning) kreve betydelig mengder fosfor til celleoppbygging, typisk 0,2-0,4 mg P/l. Da er det nødvendig å stille spesielle krav til koagulanten slik at den fortsatt kan fjerne mest mulig partikulært stoff men samtidig slippe igjennom litt fosfat til etterfølgende biologiske prosesser. De nye prepolymerserte

aluminiumforbindelser klarer å tilfredsstille disse kravene, men brukeren må velge riktig prepolymerseringsgrad i forhold til dosen og prosessen slik at det endelige utløpssvannet har minimalt fosfat (Ratnaweera, 1992).

Et annet krav til koagulanter som brukes i forfellingssanlegg med etterføl-

Tabell 2.**Krav til fellingskjemikalier og tilhørighet til kategoriene**

	helse	miljø	prosess	økonomi
Partikkelfjeringseffekt		x	x	x
Fosforfjerningseffekt		x	x	x
pH og Alkalitetsforbruk			x	x
Basisitet (OH/Me forhold)			x	x
Toksisitet	x	x		x
Fnokkeegenskaper		x	x	x
Slamegenskaper		x	x	x
Slam-gjenvinnbarhet	x	x	x	x
Arbeids-pH	x	x	x	x
Arbeids-temperatur			x	x
Me-konsentrasjon		x	x	x
pH i arbeidssløsning	x	x	x	x
Rest-metall i avløp		x	x	x
Tungmetall innhold	x	x		x
Pris				x
Leverings- og bruksform	x			x
Etablerte leveranser			x	x
Brukerstøtte			x	x
Gjenvinnbarhet		x		x
Produksjonsmetode		x		
Leverandørens FoU			x	x

gende biotrinns er alkalitets- og pH- forbruk under felling. Det er vist at både nitrifikasjon og denitrifikasjon reduserer proseshastigheten opptil 50% ved reduksjon av prosess pH fra 7,5 til 6,5 (Henze, et. al, 1990). En slik pH-reduksjon er vanlig ved bruk av de tradisjonelle koagulanter i norsk avløpsvann, som har en meget lav buffer kapasitet. Slike anlegg må kreve at koagulanter skal forbruke mindre pH og alkalitet. Blant dagens koagulanter kan man finne passende prepolymeriserte varianter eller man kan avtale med produsenten for å levere en anleggstilpasset koagulant, f.eks. som ved VEAS.

Effektiviteten i fellingsprosessen er bl.a. avhengig av virkningsgraden av fellingsproduktet ved fellings-pH. Som kjent fungerer Ca-koagulantene ved en høyere fellings-pH, mens Al- og Fe-koagulanter ved en lavere pH. Aluminium sulfat har sitt optimale pH rundt 6,6. Det er observert at man må dosere mer koagulanter enn nødvendig for selve fellingsprosessen, kun for å oppnå den optimale fellings-pH. For å håndtere denne problemstillingen, kan man bruke bassisten, eller OH/Al-forholdet i en koagulant. OH/Al-forholdet er lik null i aluminiumsulfat som har den laveste optimale fellings-pH, mens prepolymeriserte koagulanter som har OH/Al-forhold f.eks. opptil 2,5 (teoretisk maksimum 3,0) fungerer bedre ved høyere pH, dvs. rundt 7,0-7,5.

Uansett hvor god koagulering man har fått, er sluttresultatet avhengig av separasjonsprosessen. Den er avhengig av både fnokk- og slam-karakter. Det er nødvendig at man får sterke fnokker

som tåler overgang fra basseng til basseng, samt tyngre fnokker som sedimenterer raskt. I tillegg er det ønskelig at fnokkene kan aggregeres fort slik at det dannes store og kompakte fnokker i løpet av kort tid. Det samme gjelder slam-fnokkene. Krav til slam-fnokker bør stilles av brukerne. Det finnes spesielle koagulanter og flokkulanter som er spesielt egnet for dette, bl.a. de variantene som er kombinert med silikater og vannglass, etc.

Det er viktig at kjemikalier skal minimalisere flyteslam i bassengene. Samtidig er det nødvendig å ha et lavt slam-volum med gode avvannings-egenskaper og stabiliseringssegenskaper. Kostnader forbundet med slambehandling representerer en vesentlig del av et fellingsanleggs total kostnader må derfor prioriteres. Brukerne må stille krav til at kjemisk slamproduksjon skal være minst mulig og det nødvendige tilleggskjemikaliet (flokkulanter) skal identifiseres og tilbys fra leverandøren.

Tungmetallinnholdet i slam er et annet problemområde. De fleste renseanlegg i Norge har opplevd problemer med leveranse av slam til gårdbrukere av ulike årsaker, og innholdet av tungmetall i slam gjør ikke saken lettere. Eksisterende slamforskrifter har fastsatt innholdet av enkelte tungmetaller i avløpslam. NORVAR har utarbeidet en kravspesifikasjon for de fleste koagulanter hvor kravene for tungmetall innholdet i koagulanter er gitt basert på gjennomsnitts bruksverdier (NORVAR, 1994). Norge har strenge krav til dette, og for sammenligning er veiledende verdier for innhold av tungmetaller i

Tabell 3. Verdier for tungmetall innhold i kjemikalier

	Norge (omregnet krav)		Tyskland (veiledende verdi)	
	mg/kg-Al	mg/kg-Fe	mg/kg-Al	mg/kg-Fe
Pb	70	35	3600	2250
Cd	2	1	24	15
Cu	400	300	3200	2000
Cr	500	35	3600	2250
Hg	2	1	32	20
Ni	60	230	800	500
Zn	600	3000	8000	5000

koagulanter i Tyskland gitt i sine ATV-håndbøker (ATV, 1992) gitt sammen med de norske i tabell 3.

En analyse av utvalgte kjemikalier fra Kemira er gitt i tabell 4. Disse data er basert på gjennomsnittverdier i datablader, og som vi ser, er det kun i få situasjoner at innholdet overstiger de verdiene som er gitt i NORVAR's kravspesifikasjon. Det er også nødvendig å merke seg at databladene er ca 3-4 år gamle og det antas at leverandøren har forbedret sine produkter ytterligere den siste tiden. Likevel, tabellen kan brukes for sammenligning mellom kravene og den aktuelle verdi i produktene.

Toksistet i koagulanter og flokkulanter er et annet aspekt brukerne må stille krav til. Dette er spesielt viktig i næringsmiddelindustrien dersom slam-

met eller rensed vannet skal gjenbrukes eller resirkuleres. For eksempel, i meieriavløpsrensing med slamgjenvinning som produksjonsinput eller som dyrefôr, er det viktig at metallsaltene er minimale og at ikke godkjente syntetiske organiske materialer ikke er tilstede. Det samme gjelder i rekepilende industri, hvor man ønsker bruk av slam til dyrefôr og vannet til produksjon. Det er noen få produkter som tilfredsstillende disse krav per i dag. Den organiske biopolymer kitosan, som er laget av rekeskall, er blant dem.

Blant andre krav til koagulanter funksjonalitet nevnes temperatur sensitivitet. Hvis koagulant og flokkulant ikke klarer å skape gode fnokker i løpet av kort tid ved lave temperaturer, som er vanlig under norske for-

Tabell 4. Innhold i noen produkter (mg-TM/kg-Me)

	PAX-14	PAX 21	PAX XL60	ALS	ALG	AVR	JKL
Pb	6.21	13.89	6.85	11.63	5.56	34.48	17.70
Cd	0.62	0.69	0.68	1.16	0.44	0.46	0.44
Cu	6.21	6.94	6.85	11.63	11.11	11.49	8.85
Cr	12.42	20.83	13.70	23.26	11.11	517.24	44.25
Hg	0.62	0.69	0.68	1.16	1.11	1.15	0.44
Ni	12.42	27.78	13.70	23.26	11.11	34.48	176.99
Zn	12.42	27.78	27.40	23.26	11.11	11.49	176.99

hold, må brukerne velge et annet produkt.

Når det gjelder arbeidssikkerhet med kjemikalier blir dette utdypet i et annet innlegg her. Men det er viktig å ta hensyn til at koagulanter har en lav pH i leveringsformen og krever spesielle håndteringsinstrukser og utrustninger. Det kreves at HMS-sikkerhetsblader er tilstede og at arbeid med kjemikalier følger disse. Enkelte kjemikalier leveres i tørr-form, og da blir det ekstra kostnader for brukeren for oppløsning, etc.

Metall-konsentrasjon i koagulanter, og aktive stoffer i andre kjemikalier, er også et viktig moment når det gjelder økonomi i prosesseeffektiviteten. Altfor lave konsentrasjoner fører til høyere transportkostnader og samtidig, i noen tilfeller, lavere prosess effektivitet.

Når det gjelder krav til leverandøren, er det viktig at man vurderer leverandørens evne til fast leveranse til avtalt tid, pris og kvalitet. Leverandøren bør ha et godt brukerstøtteapparat, et godt engasjement og kunnskap som kommer brukerne tilgode. Det er viktig at leverandøren er fremtidsorientert og kjenner til brukernes- og myndighetens kommende krav. De bør også være kjent med og engasjert i FoU aktiviteter innen feltet. Erfaringsmessig er de store leverandører kanskje de beste.

Den siste tids fokusering på miljøvennlige produkter blir stadig mer aktuell også innenfor avløpsrensing. Det er sannsynlig at miljøvennlige koagulanter i fremtiden vil ha betydelige fordeler, selv om dette ikke er så merkbart i dag blant koagulantene. Men

Tabell 5. Energi forbruk ved produksjon, kWh/ton produkt (Ødegaard og Karlsson, 1994)

Komponent	JKL	AVR	PAX
Råvarer, inkl transport	50-100	200	150
Produksjon	35-40	50	100
Transport av sluttprodukt	60	70	60
Sum	<200	320	310

temaet er blitt en aktuell diskusjon ved vurdering av «miljøvennlighet» mellom kjemiske og biologiske metoder (Ødegaard og Karlsson, 1994). Det forventes at en slik fokusering internt blant koagulanter vil komme i fremtiden. Tabell 5 gir en oversikt over energiforbruk for produksjon av enkelte merkevarer, men man må sammenligne tallene med tanke på forskjell i brukskvanta av hvert produkt for rensing av sitt avløpsvann.

Gjenvinnbarhet av verdistoffer fra kjemisk slam er utforsket i dag kun ved noen få renseanlegg. Men det er grunn til å forvente at både miljøkrav og økonomiske krav for råvarer i fremtiden vil bli fokusert på gjenvinnbarhet av Mesalter samt andre verdistoffer fra slam.

Til slutt teller selvsagt prisen på produktet, eller spesifikk kostnad per mengde rensed avløpsvann, mye. Det er viktig at både produktet og leverandøren klarer å tilfredsstille brukernes og myndighetenes krav innen en konkurransedyktig pris. Dette er viktig både for brukeren og leverandøren.

Etter en vurdering av ulike krav til kjemikalier i avløpsbransjen sitter vi med en inntrykk av at både brukerne, myndighetene og leverandørene er på

riktig vei, da det er åpenbart at både kravene og tilfredsstillingsgradene har vært økende med tiden. Vi håper at trenden vil fortsette tilsvarende, -det har vi alle et ansvar for.

Referanser

ATV code-of-practice no. A 202,

Removal of phosphorous from wastewater, ATV-Forening for avløpsverk i Tyskland, 1992

Henze, M., Harremoës, P., Jansen, J.la Cour og Arvin, E.: Wastewater treatment Biological and chemical processes. Springer, Berlin, 1997

Nordeidet, B., Rusten, B.,

Ødegaards, H.: Phosphorous requirements for tertiary nitrification in a biofilm. Wat. Sci. Tech., Vol.29, No. 10-11, pp. 77-82, 1994

NORVAR, Kravspesifikasjoner for VA-kjemikalier, 1990

Ratnaweera, H.: Influence of the degree of coagulant prepolymerization on wastewater coagulation mechanisms. Dr.Ing avhandling, Inst. for vassbygging, NTH/NTNU, 1992

Ødegaard, H. og Karlsson, I.:

Chemical wastewater treatment – Value for money. In Chemical Water and wastewater treatment III, Springer-verlag, Berlin, pp 191-209