

Grundkurs i Kemisk fällning 3

AVLOPPSVATTENRENING

I de föregående två artiklarna har vi i all enkelhet berättat om kemisk fällning och hur den tillämpas för att rena dricksvatten. Nu går vi in på hur avloppsvatten renas med hjälp av kemisk fällning. Tyngdpunkten kommer att ligga på kommunal avloppsvattenrening, men mycket av det som nämns nedan kan appliceras även på industriella vatten.

Kemisk fällning av avloppsvatten kan delas upp i fyra olika processer

- **Direktfällning**
- **Förfällning**
- **Simultanfällning**
- **Efterfällning**

Beroende på vilken metod som används erhålls olika resultat i form av slamproduktion, driftskostnader, energiförbrukning med mera. Det enda som alla dessa metoder kan sägas ha gemensamt är att de avskiljer fosfor. Effektiviteten kan dock variera beroende på metoden

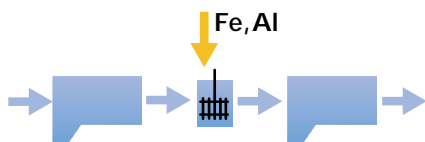
och kvalitén på avloppsvattnet. Lagg märke till att det som är skrivet nedan är den generella erfarenheten från olika reningsmetoder. Det finns som sagt alltid undantag från regeln.

Direktfällning

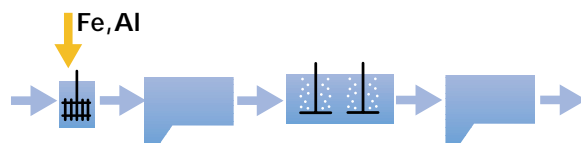
Med direktfällning menas att reningen av avloppsvattnet sker i ett enda steg efter rens-galler och sandfång.

Som nämndes i artikel nr. 1, är fällningskemikalier bra både på att avskilja partiklar och fosfor. Om vi vill rena ett avloppsvatten i ett steg, är det önskvärt att ta bort så mycket partiklar och fosfor som möjligt. Detta kan göras genom att en fällningskemikalie tillsätts.

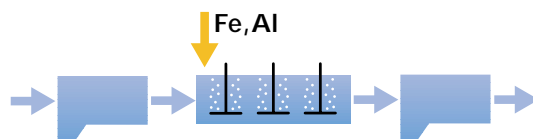
Direktfällning



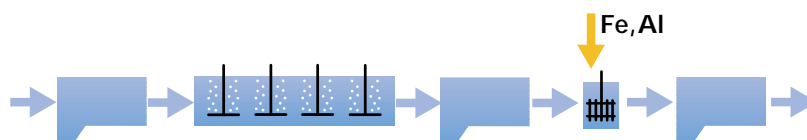
Förfällning



Simultanfällning



Efterfällning



Tabell 1. Reningsresultat för olika reningsmetoder samt volymer av ett reningsverk belastat med 100.000 pe

	Reduktion i %				Volym på reningsverket m ³
	BOD	Ptot	Ntot	SS	
Primär och sekundär rening	90	30	30	90	12 000
Direktfällning	75	95	25	95	5 400
Simultanfällning	95	90	30	95	19 100
Förfällning	95	95	30	95	15 200
Bio-P och kväverening	90	75	75	95	34 200
Förfällning med efterdentrifikation	95	90	75	95	24 200

Då bildas dels ett svårslösligt metallfosfatsalt, dels flockar. Flockarna består av mindre partiklar, som tack vare fällningskemikalien bildar större partiklar och därigenom kan avskiljas. Med flockarna följer även det svårslösliga fosforsaltet och en del lösta ämnen. Med hjälp av en låg dos anjonisk polymer kan sedimentationshastigheten ökas och avskiljningen förbättras.

De lösta organiska ämnena är svårare att avskilja och därför är reduktionen av BOD inte optimal med denna metod. Vi kan dock räkna med att 75% av BOD kan reduceras, i vissa fall upp emot 90%. Detta får anses som mycket bra med tanke på den enkla process som direktfällning är. Om reningsverket har krav på kväverening, krävs ytterligare rening och vi kan inte längre tala om ett renodlat direktfällningsverk.

I Nynäshamn finns idag ett direktfällningsverk som har fått kvävekrav. Istället för utbyggnad med konventionell biologisk rening har valet här blivit tvåstegs direktfällning med efterföljande våtmark. I Nynäshamn är tanken att avskilja alla partiklar ur vattnet, innan det förs över till våtmarken. På detta sätt minskar risken för slambildning i våtmarken där kvävereningen sker.

Normalt används i Sverige aluminiumbase-erade fällningsmedel vid direktfällning, men även järnklorider går att använda, normalt tillsammans med en polymer. AVR, PAX-21 och PAX-XL60 är de produkter som Kemwater främst levererar till direktfällningsverk.

Trenden går mot PAX-produkter, eftersom dessa generellt sett avskiljer partiklar bättre. Nackdelen med dessa produkter kan vara att

fosforavskiljningen försämras något på grund av en högre basicitet. Normalt är dock dosen av fällningskemikalie hög nog för att även klara av den lösta fosfor.

Fördelen med ett direktfällningsverk är med andra ord att det är en energisnål och billig process både i drift och i investering. Kostnaden för uppnått resultat är klart bäst med denna reningsmetod, vilket gör att den lämpar sig väl som ett första reningsalternativ i de delar av världen som idag saknar mer avancerade metoder än mekanisk rening.

Nackdelen med direktfällning är, att kväve reduceras dåligt och att BOD inte kan reduceras fullt ut. Slamproduktionen blir också ganska hög, men vid en efterföljande anaerob rötning minskar slammängderna samtidigt som primärslam är det slam som ger bäst metangasutbyte.

Förfällning

Förfällning är i princip samma sak som direktfällning. Skillnaden är vad som kommer efter den primära reningen, nämligen biologisk rening. Syftet med förfällningen är att avlasta den biologiska reningen samt att sänka fosforhalten i vattnet.

Biologisk rening kräver stora mängder energi i form av luft som blåses in i aktivslambassängerna. Luften behövs för att mikroorganismer skall kunna bryta ner organiska föroreningar (BOD/COD) snabbast möjligt. Mikroorganismer tar lätt hand om löst organiskt material, men för partikulärt material krävs mer tid och energi för omvandlingen till koldioxid, vatten och biomassa.

Om vi tar bort partiklarna ur vattnet och

Tabell 2. Energiförbrukning och energiproduktion för olika typer av reningsverk belastade med 100.000 pe samt jämförelse mellan olika reningsteknikers slamproduktion

	Energiförbrukning och produktion i kWh per dag				Relativ slamproduktion
	Fällningskemikalie	Biologisk rening	Rötgas	Total energiproduktion	
Primär och sekundär rening	0	-8 000	7 800	-200	1
Direktfällning	-1 600	0	9 000	7 400	1,33
Simultanfällning	-800	-5 600	7 800	1 400	1,03
Förfällning	-1 200	-2 800	9 900	5 900	1,34
Bio-P och kväverening	0	-8 000	7 800	-200	1,02
Förfällning med efterdenitrifikation	-960	-6 000	10 680	3 720	1,37

lämnar det lösta materialet till den biologiska reningen, utnyttjar vi både den kemiska och den biologiska reningen optimalt. Precis som vi sköljer av det värsta från tallrikarna, innan vi ställer in dem i diskmaskinen, avskiljer vi det grövsta före den biologiska reningen med förfällning. Energiförbrukningen minskar drastiskt på grund av mindre syrebehov, och den biologiska reningen kräver dessutom mindre volymer.

Vid förfällning används normalt järnklorid (PIX-110 och PIX-111) samt AVR och olika PAX-produkter. På vissa verk säger man sig ha förfällning med järnsulfat. Detta är dock en sanning med modifikation, eftersom järnsulfat består av tvåvärt järn som främst kan fälla fosfor. För att järnet skall kunna förfälla, måste det oxideras upp till trevärt järn, vilket inte hinns med mer än delvis i sandfånget på grund av den korta uppehållstiden.

Valet av fällningsmedel beror främst på vattnets egenskaper men även på hur mycket löst COD och fosfor som önskas föras vidare till den biologiska reningen. En tumregel är, att fosforhalten ut från försedimenteringen inte bör understiga 1,0 mg P/l, eftersom det då kan bli fosforbrist i den biologiska reningen. Det finns många exempel från industriell vattenrening, där fosfor måste tillföras den biologiska reningen för att erhålla god rening.

En annan faktor som kan vara av betydelse vid förfällning är alkalinitetsförbrukningen. Denna är av största vikt i vatten med låg alkalinitet, där det finns krav på kväverening. Då mer löst substans och lägre alkalinitets-

minskning önskas, bör en PAX eller ännu hellre en PAX-XL användas.

När det gäller kväverening, kan förfällning både vara till för- och nackdel. Nackdelen kan vara att för mycket COD avskiljs och denitrifikationen blir lidande. Detta gäller de verk som använder sig av fördenitrifikation.

Fördelen med förfällning vid kväverening kan dock uppväga mycket av nackdelarna. Med förfällning förbättras nitrifikationshastigheten drastiskt. Detta beror på att nitrifierarna inte behöver konkurrera lika hårt med de mikroorganismer som bryter ned BOD. På så sätt kan volymerna i den biologiska reningen minskas, samtidigt som energiförbrukningen sjunker. Förfällningen är med andra ord mest lämpad för kvävereningsverk som använder sig av efterdenitrifikation. Normalt krävs det då också en extern kolkälla (metanol, etanol, sockerlösning med mera) för denitrifikationen. Denna kostar självfallet pengar, men samtidigt kan reningsverket själv styra och ha bättre kontroll på hur mycket kväve som avskiljs. Precis som vid direktfällning producerar förfällningsverket mer slam än t.ex. vid simultanfällning. Även här går det dock att få ut mer rötgas och ytterligare förbättra energibalansen på verket, samtidigt som investeringskostnaderna och miljöbelastningen blir lägre.

Simultanfällning

Simultanfällning används främst för att reducera fosfor. I några få fall används järnklorid och aluminiumbaserade fällningskemikalier i

denna reningsprocess. Den produkt som används mest i de nordiska länderna är emellertid järnsulfat, ett tvåvärt salt som är en biprodukt från framställningen av titandioxid. På Kemwater ser vi järnsulfaten främst som en god råvara till produktion av våra trevärda järnbaserade fällningskemikalier.

Att använda sig av järnsulfat för att rena fosfor ger de lägsta kemikaliekostnaderna. Det är dock inte säkert att den totala kostnaden blir lägst, eftersom denna metod på intet sätt avlastar den biologiska reningen utan tvärtom. Där krävs det större bassängvolym och högre energiförbrukning i form av ökad luftning för att uppnå samma resultat som vid förfällning (se tabell 2). Produktionen av primärslam minskar, men mängden överskottsslam ökar. Totalt sett produceras mindre slam vid simultanfällning, men även mindre biogas.

Vid kväverening går det i många fall bra att använda sig av fördenitrifikation och dosering av extern kolkälla kan ibland helt undvikas.

På vissa reningsverk som har primär och sekundär rening används en fällningskemikalie i något som vi kallar eftersimultanfällning. Fällningskemikalien doseras då i inloppet till den sekundära sedimentationsbassängen och syftet är att finpolera vattnet från partiklar och restflockar samt reducera fosforhalten till ett minimum. Det blir ett slags kompakt efterfällningsverk utan någon egentlig efterfällning (se nedan). För denna typ av eftersimultanfällning används främst PAX-produkter, där PAX-XL60 har visat sig ge en god effekt redan vid extremt låga doser. Processen kan lämpligen kombineras med förfällning, varvid ett kompakt reningsverk med extremt hög rening erhålls utan investering i ett poleringsfilter som sista steg.

PAX har också visat sig vara nyttigt för den biologiska reningen när det biologiska slammet lider av slam-svällning. Vi har skrivit om detta problem tidigare, men nedan kommer en kort sammanfattning.

Under vissa förhållanden i den biologiska reningen kan trådformiga bakterier, s.k. filament, gynnas. Dessa gör att det biologiska slammet blir voluminöst och får svårt att

sedimentera, vilket i sin tur orsakar högre utsläpp ifrån verket och ett svårbehandlat slam. Ett av de vanligaste filamenten i nordiska reningsverk är *Microthrix parvicella*. Det har visat sig att med relativt låga doser av PAX kan filamentproblemen elimineras. Slamkvaliteten och reningen förbättras. Det har också visat sig, att även andra filamentformande bakterier kan bekämpas på samma sätt.

Då PAX används vid simultanfällning, reduceras fosforhalten bättre än då molmässigt samma mängd järn doseras. PAX är med andra ord mer effektiv på att fälla ut fosfor, och metallhalten i det aktiva slammet kan minskas.

Efterfällning

Den fosforreningsmetod som först kom till Sverige var efterfällning. När det uppdagades att fosfor var den största orsaken till övergödningseffekter i recipienter, byggdes helt enkelt ett reningssteg enbart ämnat för fosforseparering. Det steget lades efter den befintliga tvåstegsreningen (försedimentering och biologisk rening) och fick därför även namnet tertiär rening. Då den tertiära reningen byggdes ut i Sverige stod staten för en stor del av kostnaderna, vilket underlättade för kommunerna att bygga ut.

Om fosforrening skulle ha blivit ett krav först idag, är det tveksamt om det hade byggts ett enda efterfällningsverk. Med dagens kunskap om kemisk rening och vårt lands nuvarande ekonomi skulle troligen de flesta verken istället ha börjat med förfällning. Kostnaderna för att bygga ett tredje reningssteg är naturligtvis onödiga, när samma arbete kan göras i två steg. Dessutom blir slamproduktionen hög, samtidigt som energiförbrukningen är lika hög som vid simultanfällning, vilket inte gör saken bättre.

Nu är allt inte dåligt med efterfällning. Reningen blir synnerligen god, eftersom fosfor är lätt att avskilja, samtidigt som halten av suspenderad substans blir extremt låg. Ett bättre reningsresultat är svårt att erhålla. Att polera på filter som ett sista steg är det enda alternativet för att uppnå samma resultat och den investeringen bör ju undvikas, om

bassängerna redan finns på plats. Med andra ord, alla ni som arbetar på efterfällningsverk, fortsätt att tävla om vem som har det renaste och klaraste vattnet!

De fällningskemikalier som används på efterfällningsverk är PIX, AVR och olika typer av PAX. Normalt är det aluminiumbaserade produkter som ger den bästa effekten och vår gamle trotjänare AVR har här gjort ett jättejobb och avskiljt tusentals ton fosfor genom åren. Med tiden har flytande produkter kommit in på marknaden och här har det visat sig att våra PAX-produkter fungerar väl så bra. PAX-XL60 är kanske den bästa av våra produkter för denna applikation.

Avslutning

Detta var mycket kortfattat om kemisk rening på avloppsreningsverk. I artikeln har vi inte gått in nämnvärt på detaljer, till exempel har

pH:s inverkan på reningen inte tagits upp. Det finns ett otal andra faktorer som också kan tas upp, men dessa får ni ger er till tåls med till ett annat tillfälle.

Sammanfattningsvis kan vi säga, att med kemisk rening kan ett reningsverk göras kompaktare och energiförbrukningen minskas. Samtidigt blir reningsresultatet bättre jämfört med reningsverk som inte använder sig av fällningskemikalier.

Härmed avslutar vi artikelserien om kemisk rening. Är det något ni saknat i denna serie, är ni välkomna att höra av er till redaktionen, så kanske vi kan återkomma till detta vid ett annat tillfälle.

Bengt Hansen, Kemwater

Artikeln har varit publicerad i Vattenspegeln nr. 3/1997.