

Bakteriereduktion i Polonite®

Forskningen bakom Polonite® har länge haft fosforfångst som huvudfokus, men materialet har också en starkt bakteriereducerande funktion vilken har studerats både i forskning och via fältstudier. Avlägsnandet av bakterier från avloppsvatten sker genom flera olika processer och omfattningen av dessa beror bland annat på mängden bakterier i inkommande avloppsvatten; ju högre koncentration i inloppsvattnet desto större reduktion. Polonite kan, tack vare dess goda egenskaper, reducera bakterier med hjälp av flertalet processer och materialet har i fältstudier visat sig kunna reducera så mycket som 100% av studerade bakteriekulturer (Intestinala Enterokocker samt E.coli). Systemen som installeras före ett filter (minireningsverk eller markbädd) har också en viss bakteriereducerande funktion, varför den totala reduktionen över hela systemet normalt sett är högre än de som presenteras här.

Då bakteriereduktion involverar komplexa processer genomförs fortsatt forskning och utvärdering genom fältprover, både vid KTH och i Ecofiltrations egen regi.

Polonite har en specifik yta som är 80 gånger större än markbäddssand vilket gör det till ett utmärkt material för adsorption och filtrering av bakterier. Till denna funktion kan läggas det initialt höga pH-värdet vilket avdödar bakterierna direkt.

Enligt NFS 2006:7, Naturvårdsverkets allmänna råd om små avloppsanordningar, är ett av grundkraven på hälsoskyddsnivå att ett utsläpp av avloppsvatten inte får medverka till en väsentligt ökad risk för smitta. I alla avloppsvatten finns bakterier som härrör från människor och ett intag av dessa kan leda till magsjuka eller andra slags sjukdomar. Det är främst dricksvattentäkter som ska skyddas då de ofta är slutna akviferer. Ytvatten har en större utspädningsförmåga men om flera utsläppspunkter ligger nära en badplats måste vattenkvaliteten kontrolleras.

För att utvärdera om ett vatten är kontaminerat eller ej brukar oftast två olika bakteriegrupper användas som indikatorer; Intestinala Enterokocker och E-coli. Det finns oftast inte möjlighet att utvärdera alla slags bakterier som kan finnas i ett vatten men då nämnda bakteriekulturer är relativt motståndskraftiga anses de representera ett stort spann av olika bakterier.

Bakteriereducerande mekanismer

Följande mekanismer agerar för att reducera bakterier i ett avloppsvatten:

1. Fysiska mekanismer som helt enkelt filtrerar bort bakterier (förutsätter att bakterierna är större än hålrummen i filtermaterialet)(Stevik m.fl, 2004)
2. Adsorption till filtermaterial (Stevik m.fl, 2004)
3. Hög porositet i filtermaterial "låser in" bakterier som därmed dör (Stevik m.fl, 2004)
4. Vid lägre pH (~8) bildas konkurrerande goda bakterier (biohud) som till viss del dödar och slår ut de skadliga bakterierna. Denna biohud kan också agera som ett ytterligare filter (Stevik m.fl, 2004)
5. Högt pH (8-12) som gör att bakterier inte kan leva (Nilsson m.fl, 2013)

En låg hydraulisk belastning ökar reduktionen av bakterier då tiden för avskiljning och kemiska reaktioner ökar (Ausland m.fl, 2002) En annan parameter som ökar avskiljningen är tillgången till luft, vilken är en av de viktigaste egenskaperna för bakteriereduktion i ett minireningsverk eller en markbädd.

Bakteriell adsorption till ett material är även beroende av den initiala koncentrationen – ju högre koncentration bakterier det finns i det ingående vattnet, desto större reduktion (Powelson m.fl, 1993). Generellt i avloppsvatten kan man se en högre avskiljning av bakterier i ett vatten som har en hög koncentration av BOD och en av anledningarna kan vara att det redan från början finns fler bakterier i ett sådant vatten.

Applicerbart på Polonite

Adsorptionen av bakterier till filtermaterialet spelar stor roll för reduktionen i avloppsvattnet. Klassisk markbäddssand har en specifik yta på 0,5 m²/g medan Polonite har en specifik yta på 40 m²/g. Tack vare att Polonite är så poröst bildas en mycket större yta för bakterierna att binda till jämfört med markbäddssand.

Alla bakteriereducerande mekanismer som nämnts ovan agerar i ett Polonite filter – skillnaden mellan Polonite och en klassisk markbädd är att i Polonite finns **ytterligare en** mekanism som inte går att hitta i en markbädd; högt pH som slår ut bakterier. Det är därmed inte relevant att enbart bedöma bakteriereduktionen baserat på pH eftersom det finns andra starka mekanismer i sammanhanget. Ny filtermassa har så högt pH (ca 12) att alla bakterier dödas. Äldre filtermassa har fortfarande mycket god bakteriedödning men då tar andra processer, bland annat inlåsningsmekanismen, över. I vilken utsträckning dessa mekanismer har effekt beror mycket på Polonitens tillstånd och historia. Filtrets bakteriereducerande funktion kan påverkas om filtret varit utsatt för till exempel slamflykt. Därför har systemen som föregår filtret en viktig roll i att bibehålla den goda bakteriereduktionen.

Testresultat

Ecofiltration har under flera år samlat data på installerade system i syfte att få en empirisk bild av verkligheten för att säkerställa prestandan av Polonite. Mätningarna har utförts på olika typer av reningssystem (främst markbäddar och minireningsverk). Mätningarna indikerar upp till 100% reduktion av bakterier över filtrets rekommenderade livslängd vid hög skyddsnivå. Konkret innebär det en typisk livslängd på 2 år inom hög skyddsnivå för 500 kg Polonite vid 5 PE-belastning.

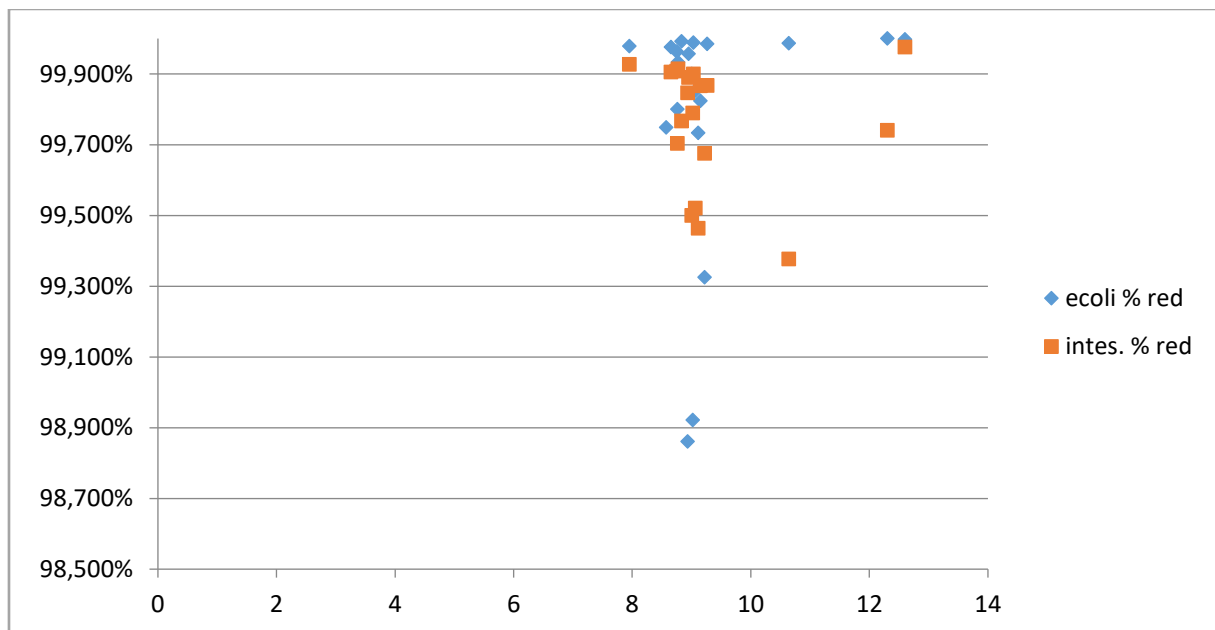
Förutsättningar för bakteriereduktionen är att reningen **innan** fosforfiltret uppfyller vissa krav för att minimera risken för att filtret sätts igen av organiskt material. Syretillförseln bör vara 32-48 ml/l/dygn (säkerställs genom till exempel syretillförsel med pump i ett minireningsverk eller luftningsrör i en markbädd) och att det finns en total yta för biofilm om minst 100 m² (säkerställs genom biomoduler i ett minireningsverk eller en normalt dimensionerad markbädd).

Prover tagna i fält

Exempel 1

Följande exempel visar mätningar som har gjorts kontinuerligt flera gånger i månaden under ca ett år för ett filter med flöden motsvarande ett hushåll om 5 PE (figur 1). Filtret ingår här i ett minireningsverk.

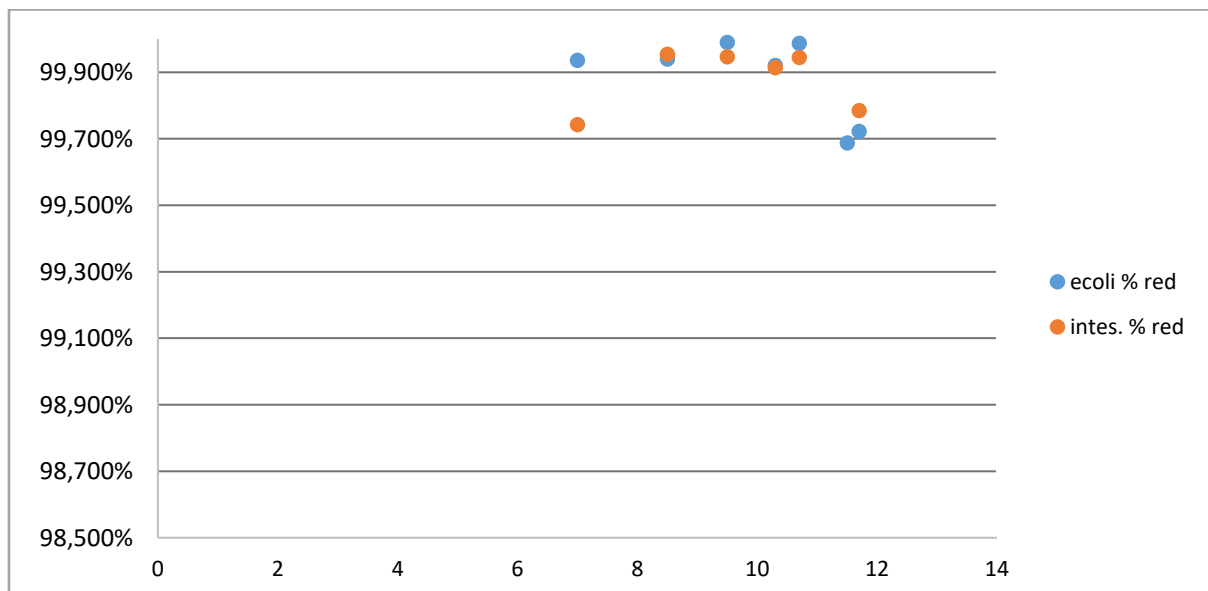
Som resultaten visar så håller reduktionen en god nivå (98,9-100%) av både E. coli och Intestinala Enterokocker.



Figur 1. Bakteriereduktion i ett Polonite filter i relation till pH under en längre period

Exempel 2

Figur 2 visar bakteriereduktionen över åtta olika filter i ett och samma geografiska område, med en mätpunkt vardera. Filtren har varit installerade i 6-36 månader och har en varierande belastning över året. Systemen före filtren varierar mellan markbäddar och minireningsverk. Resultaten visar på god rening oavsett typ av föregående reningssteg och belastning.



Exempel 3

Tabell 1 visar testresultat från vattenanalyser utförda på filter med mycket låga pH-värden. Mätvärdena kan jämföras med kravet på kvalitet för EU-bad, vilka presenteras i tabell 2 (havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Tabell 1. Analysresultat från prover tagna i fält

ID	Ålder på filter	Utgående halt bakterier (cfu/100 ml)		pH
		<i>E.coli</i>	<i>Intestinala enterokocker</i>	
Filter 1	4–5 år	<1	80	6,5–7
Filter 2	4–5 år	<1	10	6,5–7
Filter 3	5–6 år	5	90	6,5–7
Filter 4	5–6 år	12	90	6,5–7

Tabell 2. Halter för bedömning av kvalitet på EU-bad

Parameter	Tjänligt (cfu/100 ml)	Tjänligt med anmärkning (cfu/100 ml)	Otjänligt (cfu/100 ml)
E.coli	≤100	>100–1000	>1000
Intestinala enterokocker	≤100	>100–300	>300

Tjänligt vatten betyder att halterna av bakterier är så låga att de inte indikerar en fekal förorening som kan innebära en hälsorisk.

Forskningsresultat

Den egenskap hos Polonite som fått mest uppmärksamhet i forskning är dess förmåga att fånga fosfor. Materialet har likväl en god förmåga att reducera bakterier från avloppsvatten och forskning visar på upp till 100% (Nilsson m.fl, 2013; Renman m.fl, 2004) reduktion av bakterier, med ett medelvärde på 91% (Nilsson m.fl, 2013). Dessa resultat härrör från testsiter med autentiskt avloppsvatten. Vi hänvisar till varje enskild rapport för ytterligare information om provtagningarna.

Tillämpning av resultaten

Avloppsvatten

Systemen som installeras före ett filter (minireningsverk eller markbädd) har också en viss bakteriereducerande funktion, varför den totala reduktionen över hela systemet normalt sett är högre än de som presenteras här.

En av de bästa och viktigaste egenskaperna hos Polonite är att bakteriereduktionen ej är beroende av någon pump eller kemikalier - systemet kan beskrivas som grön kemi. Det är alltså ett robust och effektivt sätt att reducera bakterier.

Spridning av Polonite på jordbruksmark

I avloppsfraktioner som är "hela fraktioner", såsom avloppsslam och urin, är bakterieinnehållet ofta stort och det krävs en omfattande hygienisering. De allra flesta bakterier finns i tarmkanalen hos människor och därför också i fekalierna. Polonite är ett material som enbart filtrerar **redan behandlat avloppsvatten** och de bakterier som finns kvar i vattnet dör i materialet. Polonite kan låtas torka innan spridning på åkermark men då det normalt inte finns några fasta avloppsfraktioner i själva materialet behövs ingen ytterligare hygienisering.

Referenser

Ausland, G., Stevik, T K., Hanssen, J F., Køhler, J C & Jenssen, P D. 2002. Intermittent filtration of wastewater – removal of fecal coliforms and streptococci. *Water Research*, 36 (14), p 3507-3516.

Havs- och Vattenmyndigheten. 2016. Vägledning kring EU-bad.

Nilsson, C., Renman, G., Westholm Johansson, L., Renman, A & Drizo, A. 2013. Effect of organic load on phosphorus and bacteria removal from wastewater using alkaline filter materials. *Water Research*, 47 (16), p 6289-6297.

Powelson, D K., Gerba, C P & Yahva, M T. 1993. Virus transport and removal in wastewater during aquifer recharge. *Water Research*, 27 (4), p 583-590.

Renman, G., Kietlinska, A., Cucarella Cabañas, V., 2004. Treatment of phosphorus and bacteria by filter media in on-site wastewater disposal systems. *Proceed. 2nd International Symposium on Ecological Sanitation*, p 573-576.

Stevik, T K., Aa, K., Ausland, G & Hanssen, J F. 2004. Retention and removal of pathogenic bacteria in wastewater percolating through porous media: a review. *Water Research*, 38 (6), p 1355-1367.