

VYRAKVI-METODEN

Vattenrening i konstgjord akvifär

Water treatment in an artificial aquifer

av ÅKE HANSSON, Teknisk chef, Bergs kommun, Box 73, 840 40 Stenstavig
och ÅKE DANIELSSON, Teknisk chef, Krokoms kommun

Abstract

The Swedish company, VYRMETODER AB, has developed a means of treating water in an artificial aquifer according to the VYREDOX method. The method is based on degassing and aeration of raw water which is then infiltrated into the artificial aquifer. The article informs about three VYRAKVI plants installed in the mountainous region in the north of Sweden.

Key words – artificial aquifer, infiltration, degassing, oxidation, precipitation.

Sammanfattning

VYRMETODER AB har utvecklat en method att i artificiella akvifärer rena yt- eller grundvatten enligt VYREDOX eller NITREDOX metoden. Förfarandet baseras på infiltration av avgasat och syresatt råvatten i en konstgjord akvifär, en så kallad VYRAKVI. Artikeln informerar om tre VYRAKVI anläggningar installerade i Jämtland. Två med grundvatten från bergborrar som råvatten, Storsjö Kapell och Gräftåvall och i Laxsjön utgör ytvatten från en fjällbäck råvatten. Den tidvis låga råvattentemperaturen, omkring noll, i Laxsjöanläggningen medför naturligtvis att de mikrobiella processerna blir långsamma och därför krävs en längre uppehållstid i denna akvifär i jämförelse med akvifärerna i Gräftåvallen och Storsjö Kapell. Alla tre anläggningar levererar tjänligt vatten.

Bakgrund

Den årliga produktionen av dricksvatten i Sverige uppgår till storleksordningen en miljard kubikmeter varav drygt 50 % utgöres av ytvatten och 25 % utgöres av konstgjort grundvatten dvs. infiltrerat/perkolerat ytvatten samt resterande knappa 25 % dvs. 250.000.000 m³ utgöres av grundvatten.

75 % dvs. 750.000.000 m³ av Sveriges dricksvattenproduktion erhålles direkt och indirekt från ytvatten som råvatten.

Traditionellt sett har ytvattnet renats i anläggningar som omfattar reningsstegen grovpartikelavskiljning, flockning, sedimentering samt tillsats av desinfektionskemikalier. Förutom de höga anläggningskostnaderna för själva reningsanläggningen tillkommer ofta kostnaderna för långa intagsledningar och/eller ledningar för konstgjord infiltration. Därtill kommer höga driftkostnader inte minst i form av kemikalier, personalkostnader och drift av ett flertal olika maskiner.

Ett annat problem vid de traditionella ytvattenreningsanläggningarna är omhändertagandet av de flocknings- och sedimenteringsprodukter dvs. slam, som kontinuerligt bildas och som i sig själva utgör föroreningar.

Mot bakgrund av allt dyrare och i många fall in-

effektiva traditionella reningsanläggningar och med de allt högre krav på rening, har VYRMETODER AB utvecklat en konstgjord »in situ» reningsteknik den s.k. VYRAKVI metoden som bygger på konstgjorda akvifärer.

Almän beskrivning

I råvattentäkter, det må vara sjöar, älvar, bäckar eller bergbrunnar är det normalt med höga halter av organiskt material likväl som med höga halter av metaller framförallt av järn och mangan. Ibland har ytvattentäkterna inslag av för höga halter av nitrater och sulfater speciellt om täkterna ligger inom intensiva jordbruksområden.

Med metodens oxidativa steg omvandlas det organiska materialet i vattnet genom biokemisk oxidation till slutprodukterna koldioxid och vatten. Metaller såsom järn och mangan oxideras och mineraliseras och faller ut i akvifärmaterialiet. Ingen tillsats av kemikalier behövs.

Metoden bygger på att vattnet avgasas och dess oxygenhalt höjs genom luftning. Därvid skapas en lämplig miljö för vissa i grunden naturligt förekommande mikroorganismer som då aktiveras i den biokemiska oxidationen.

Råvattnet, som pumpas från en ytvattentäkt eller bergbrunn infiltreras därefter i en i marken uppbyggd

akvifär och strömmar genom densamma mot en centralt placerad centrumbrunn. En oxidationszon bildas och upprätthålls i omgivningen runt centrumbrunnen. Organiskt material samt metaller oxideras därvid av de aktiverade mikroorganismerna, vilka har förmågan att utnyttja denna oxidation som energikälla för sin ämnesomsättning. Vid utpumpning passerar vattnet oxidationszonen och är när det når centrumbrunnen fritt från föroreningar. Rent vatten kan därefter pumpas upp från den i akvifären centralt placerade centrumbrunnen.

Med metodens reduktiva steg utnyttjas i förekommande fall en kolkälla, exempelvis etanol eller metanol, såsom energikälla för de anaeroba och de fakultativt anaeroba mikroorganismerna i deras metabolism, samtidigt som de reducerar exempelvis nitrater och/eller sulfater till kvävgas resp. svavelväte. Dessa gaser kan i de flesta fall avgasas i samband med utpumpning i den centralt belägna centrumbrunnen. Liksom vid den oxidativa processen bildas och upprätthålles den reduktiva mikrobiella processen i en omgivning kring uttagsbrunnen. Vid utpumpning passerar vattnet den zon där de för processen deltagande bakterierna befinner sig.

Respektive akvifär dimensioneras för en teoretisk drifttid av flera hundratals år vilket innebär att från praktisk synpunkt drift av anläggningen är möjlig under många år utan problem med igensättning av akvifärerna.

VYRAKVI-anläggning

En anläggning utgöres av en eller flera artificiella cirkulära akvifärer. I varje akvifär installeras vanligtvis 4 injektionsbrunnar i periferin, en i vardera kvadranten med tillhörande dräner samt en centrumbrunn, se fig 1.

Själva akvifären utgöres av en markbädd med tvättad

sand och grus. Akvifärens totaldjup är ca 5 m med ett vattenmättat djup av ca 4 m. För att förhindra inträngning av förorenat vatten från omgivningen samt för säkerställande av reservoarfunktion innesluts akvifären av en giftfri plastduk.

Erforderlig automatik för styrning och reglering av anläggningen installeras i en byggnad av friggebods storlek i omedelbar anslutning till akvifären.

Funktion

Det obehandlade råvattnet leds vanligtvis beroende av kvalitet via mikrofilter till injektionsbrunnarna i akviferen, som ovan angivits. Till injektionsbrunnarna är dräner anslutna, vilka är installerade i akviferen. Infiltrationen sker stegvis i varje kvadrant. I stationen är automatik för helautomatisk drift, kompressor, och eventuell doseringsutrustning för kolkälla och/eller pH-justering installerad.

Från respektive injektionsbrunn fördelas råvattnet över akvifärens mantelyta genom de nämnda dränera, som täcker akvifärens omkrets. Från dessa strömmar råvattnet på flera nivåer mot centrumbrunnen. Upphållstiden i akviferen är ett antal timmar beroende av vattnets svårighetsgrad.

Under vattnets uppehållstid i akvifären renas råvattnet från de icke önskvärda ämnena jämte icke önskvärda bakterier. I de fall det visar sig att reningen av vattnet ej är tillfredsställande när det når centrumbrunnen, recirkuleras vattnet till de perifera dränera tills tillfredsställande rening erhålles. Kompletterande dosering eller oxygenering utföres därvid vid behov.

Det renade vattnet pumpas med dränkbara pumpar från akvifärens centrumbrunn till leveransledningen. Recirkulationen ombesörjes av separat pump eller av

ejektorer. Centrumbrunnen i akvifären har en sådan diameter att ett inre mindre koncentriskt silrör kan installeras. I detta inre silrör placeras de dränkbara pumparna och i mellanrummet mellan de båda silrören kan om så är nödvändigt hårdhetshöjande filtermassa och/eller aktivt kol tillföras. Byte av denna massa kan med lätthet åstadkommas medelst en installerad evakueringsutrustning.

Driften av en anläggning sker helt automatiskt med den styr- och reglerutrustning som är monterad i stationen.

Anläggningen dimensioneras normalt förutom för vattenreningen även som lågreservoar, vilket medför att ytterligare lågreservoar ej behövs.

Befintliga anläggningar

Tre av de byggda anläggningarna är i *Storsjö Kapell* och i *Gräftåvallen*, båda i Bergs Kommun samt i *Laxsjö*, Krokoms Kommun.

Storsjö Kapell, byggår 1990

Råvattnet pumpas från en bergborrad brunn 200 m från Ljungan. Råvattenkvaliteten varierar något under året. Anläggningen skall främst reducera järn- och manganhalten. Råvattnet innehåller 0,83 mg/l järn och 0,46 mg/l mangan i medeltal på årsbasis.

Samhället har en ganska ringa befolkningsmängd dock med turister under vissa perioder och har av det skälet en ojämn vattenförbrukning mellan 15 och 75 m³/dygn.

En anläggning byggdes med en radie av 10 m, slänter inräknade, samt ett djup av 3,75 m. Med en porositet av ca 0,2 innebär det en reservoarvolym på ca 100 m³ exklusive den ej vattenmättade översta metern, som utgör skyddsskikt.

Akvifären är indelad i kvadranter med avseende på det syrsatta injektionsvattnet. Ett programverk styr både vilken sektor som skall injiceras samt injektionstiden per sektor.

Centralt i akvifären är en centrumbrunn placerad med två dränkbara pumpar varav den ena utnyttjas för leverans och den andra för recirkulation och syrsättning. Leveranspumpen är varvtalsstyrd mot trycket i leveransledningen.

Det renade vattnet har en järn- och manganhalt av 0,05 resp. 0,02 mg/l.

Ingen pH justering behöver göras.

Storsjö Kapell är känt för att vara en av Sveriges kallaste platser med av SMHI uppmätta lufttemperaturer ned till -50°C. Under de år anläggningen, som är byggd på en »vindpinad» udde, varit i drift har något driftstopp på grund av kyla ej inträffat.

Gräftåvallen, byggår 1990

Råvattnet pumpas från en bergborrad brunn i fjällslutningen. Råvattenkvaliteten är ganska stabil under året. Anläggningen skall främst reducera järn- och manganhalten. Råvattnet innehåller 2,1 mg/l järn och 0,42 mg/l mangan i medeltal på årsbasis.

Gräftåvallen utgöres med undantag för några permanentboende i huvudsak av fritidsbebyggelse samt högfjällshotell och har av detta skäl naturligtvis en ojämn vattenförbrukning mellan 30 och 120 m³/dygn.

En anläggning byggdes med en radie av ca 12 m, slänter inräknade, samt ett djup av 5 m. Med en porositet av ca 0,2 innebär detta en reservoarvolym av ca 175 m³ exklusive den ej vattenmättade översta metern, som utgör skyddsskikt.

Akvifären är uppbyggd enligt samma princip som anläggningen i Storsjö Kapell.

Det renade vattnet har en järn- och manganhalt av 0,05 resp. 0,02 mg/l.

Lufttemperaturer under -25°C har uppmätts av SMHI utan några frysproblem i anläggningen.

Anläggningskostnaden för dessa VYRAKVI anläggningar uppgick till 20 % av billigaste alternativen. Beträffande driftkostnaden uppgår dessa till ca 50 % av billigaste alternativen.

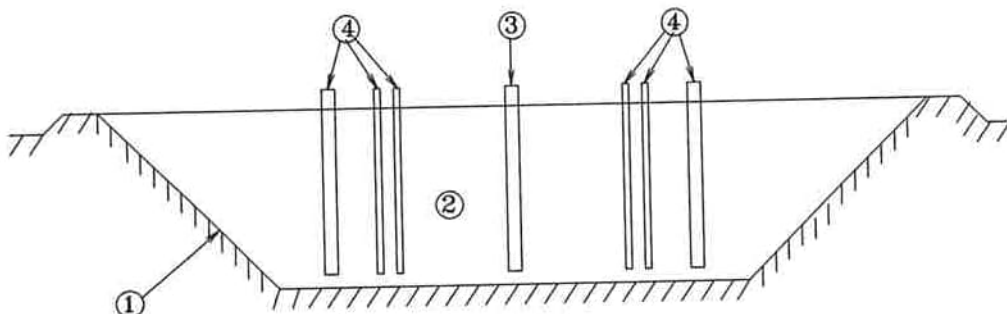
Dessa anläggningar besöks av driftpersonal en gång per 14 dagar.

Laxsjö, byggår 1989

I detta fall erhålles råvattnet från en fjällbäck med tidvis höga halter av humus. Uppströms anläggningen finnes både myrmarker och kalhyggen. Detta medför stora årstidsvariationer i vattenkvalitet och de parametrar som varierar mest i råvattnet är framförallt temperatur från 0–ca 20°C, järn <0,05–0,60 mg/l, färg 40–80 Pt mg/l, turbiditet 0,4–1,2 FNU och Kem. syreförbr. CODMn 3–14 mg/l. Tidvis är råvattnet således ganska brunt. Före VYRAKVI utbyggnaden var det tidvis också höga halter av colibakterier, som krävde kraftig klorering, något som numera enbart utgöres av skyddsklorering.

Laxsjö by utgöres av ett antal permanentbebodda fastigheter och vattenförbrukningen uppgår till mellan 40–130 m³/dygn.

Konstruktionen av denna anläggning är i princip enligt ovan nämnda anläggningar. Radien i detta fall är 12 m inklusive slänter och djupet är ca 4 m med ett vattenmättat djup på ca 3 m. Med en porositet av 0,2 innebär detta en reservoarvolym av ca 130 m³ exklusive den ej vattenmättade översta metern, som utgör skyddsskikt. Anläggningen föregås av en makadambädd vid intaget i bäcken följt av en grovsil varefter vattnet pumpas via mikrofilter intermittert beroende av vattenförbrukningen till akvifärens olika sektorer. Byte av aktivt kol vid centrumbrunnen i akvifären måste pga. råvattenkvaliteten normalt göras minst en gång per år. Därtill kommer att



Figur 1. VYRAKVI anläggning.

En VYRAKVI anläggning utgöres av en artificiell akvifär enligt följande princip.

1. En viss volym urschaktas, varefter en plastfolie installeras.
2. Den urschaktade gropen fylls med sand och grus.
3. I centrum installeras en uttagsbrunn, varifrån leverans av rent vatten till konsument sker.
4. I periferin installeras infiltrationsbrunnar och dräner för stegvis infiltration av råvatten eller recirkulation från centrumbrunnen för ytterligare rening vid behov. Därefter är drift enligt VYREDOX eller NITREDOX reningsförfarande möjligt oavsett om råvattnet är grundvatten eller ytvatten.

recirkulationen är större vid denna anläggning än vid ovan angivna anläggningar. Det renade vattnet uppfyller Livsmedelsverkets krav på dricksvatten.

Omgivande lufttemperatur är jämförbar med temperaturen i Gräftåvallen.

Innan anläggningen byggdes så fanns ett sandfilter, som ej fungerade tillfredsställande och planer fanns på

att bygga ett fällningsverk med aluminumsulfat som fällningskemikalie. Dock var detta fällningsverk dyrare än den nu byggda anläggningen och därtill kom att konsumenterna av hälsoskäl ej accepterade aktuella vattenreningskemikalier. I detta fall fanns sedan tidigare en vattenreservoar och därför utgör denna akvifär endast en extra buffert.