

Dräneringsvatten från begravningsplatser

P-A Camper



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Rörsnät & Klimat
Avlopp & Miljö
Management

SVU styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Agneta Granberg (m), ordförande	Göteborgs Stad
Daniel Hellström, sekreterare	Svenskt Vatten
Henrik Aspegren	VA SYD
Per Ericsson	Norrvatten
Tove Göthner	Sveriges Kommuner och Landsting
Per Johansson (s)	Gävle kommun
Stefan Johansson	Skellefteå kommun
Henrik Kant	Göteborg Vatten
Lisa Osterman	Örebro kommun
Kenneth M. Persson	Sydvatten AB
Lars-Gunnar Reinius	Stockholm Vatten AB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan återopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 14057
167 14 Bromma
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Dräneringsvatten från begravningsplatser
Title of the report:	Drainage from cemeteries
Författare:	P-A Camper, WSP Samhällsbyggnad
Rapportnummer:	2014-06
Antal sidor:	44
Sammandrag:	Dräneringsvattens innehåll av patogener och tungmetaller från begravningsplatser har uppmärksammats under flera år. Det finns flera lagar som reglerar hur det ska hanteras. Vattnet från begravningsplatserna leds ofta till det kommunala ledningsnätet. Rapporten redovisar praktiska erfarenheter och råd från både Sverige och utlandet.
Abstract:	Drainage water content of pathogens and heavy metals from the cemeteries has been recognized for several years. There are several laws that govern how it should be handled. The water from the cemeteries is often led to the municipal sewerage. The report describes practical experience and advice from both Sweden and abroad.
Sökord:	Begravningsplatser, kyrkogårdar, dräneringsvatten, avlopp, förorenat vatten, dagvatten, grundvatten, miljöpåverkan, miljörisker, hälsorisker, tungmetaller, regler
Keywords:	Cemeteries, drainage water, runoff water, storm water, groundwater, water pollution, environmental health, heavy metals, legislations, regulations
Målgrupper:	Personer på kommuner, tillsynsmyndigheter, begravningsplatser och konsulter
Omslagsbild:	Håjums begravningsplats i Trollhättan. Fotograf: P-A Camper
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2014
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB
Om projektet	
Projektnummer:	SVU 27-119
Projektets namn:	Värdering av risker med att leda dräneringsvatten från kyrkogårdar till kommunernas ledningsnät
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, Svenska kyrkan i Trollhättan, Trollhättans kommun och WSP

Förord

Denna rapport är ett samarbete mellan Trollhättans kyrkosamfällighet, Svenskt Vatten Utveckling, SVU, Trollhättans Energi och WSP. En extra studie av metaller har delfinansierats av Svenskt Vatten Utveckling, SVU.

Rapporten tar upp de svenska regler och råd som styr verksamheterna på våra begravningsplatser som berör eller kan påverka dräneringsvattnet. Några motsvarande utländska regler och råd tas upp där det finns liknande förutsättningar som i Sverige. Svenska och utländska resultat från kontroller av dräneringsvatten från begravningsplatser. Ett praktikfall från Trollhättans kommun med genomgång och hantering av dräneringsvatten med resultat av provtagningar redovisas mer ingående. Erfarenheter från 60 VA-förvaltningar i Sverige har även samlats in.

Därefter redovisas förslag till hur man kan hantera frågor kring dagvatten och dräneringsvatten från våra svenska begravningsplatser.

Vid arbetet med framtagningen av denna rapporten har kunnat konstateras att åsikter och kunskapen om hur vattnet från våra begravningsplatser ska hanteras varierar över landet. Naturligtvis varierar även de lokala förutsättningarna vilket gör det svårt att ta fram en enhetlig bild. Det kan även konstateras att utomlands finns det många gånger en högre kunskapsnivå än här. Denna rapport kan inte på långa vägar ge en total eller komplett bild över hur dräneringsvatten från begravningsplatser i Sverige ska hanteras. Variationen av förutsättningarna är för stor. Men den kan ge en kunskapsbakgrund och med ett praktikfall i Trollhättan visa på hur man kan arbeta för att öka säkerheten och minska på belastningen av vår vattenmiljö.

Här ska även tackas Per Johansson och Pia Björkbacke på Trollhättans kyrkogårdsförvaltning för sin delaktighet i detta projekt. De har flera gånger visat sin professionella kunskap och erfarenhet av att driva verksamheten på en svensk begravningsplats som de delat med sig mycket frikostigt.

Här ska även tackas för det stöd som visats från Svenskt Vatten vid framtagandet av denna rapport.

P-A Camper

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	6
Summary.....	7
1 Bakgrund.....	8
2 Vilka lagar och regler gäller i Sverige för en begravningsplats?.....	9
2.1 Miljöbalken	9
2.2 Begravningslagen	9
2.3 Regler utanför Sverige.....	11
3 Miljöbelastningar och hälsorisker.....	14
3.1 Risker med begravningsplatser	14
3.2 Utförda provtagningar i Sverige.....	16
3.3 Utförda provtagningar utomlands.....	17
4 Dag- och dränvattenhanteringen på en svensk begravningsplats	19
5 Ett praktikfall: Håjums begravningsplats i Trollhättans kommun	21
5.1 Dräneringsvatten	21
5.2 Reningsanläggning	22
6 Provtagning över markbädden	24
6.1 Provtagningar	24
6.2 Analysresultat 2008, 2009 och 2010	24
6.3 Varierande reningsresultat	29
6.4 Utvärdering av resultaten för markbädden.....	30
6.5 Övriga erfarenheter från Trollhättan	31
7 Avgift för omhändertagande av vatten.....	32
8 Erfarenheter från VA-verksamheter i Sverige.....	33
9 Råd och anvisningar	35
9.1 Förslag till anvisningar vid planering inför en ny begravningsplats eller vid expansion av en existerande begravningsplats.....	35
9.2 Dagens existerande begravningsplatser.....	36
10 Litteraturförteckning.....	39

Sammanfattning

Begravningslagen och Begravningsförordningen styr begravningsplatserna i Sverige. Dessa drivs oftast av församlingarna i Svenska kyrkan, men även kommuner kan ta på sig detta ansvar. Huvudmännen för begravningsplatserna får ta ut en avgift för att täcka sina kostnader. Miljöbalken definierar vatten som avvattnar en begravningsplats som avloppsvatten. Utsläpp av detta vatten är en miljöfarlig verksamhet. En begravningsplats har strikt uppdelade ytor för kistbegravningar, minneslundar och askgravar. Då en begravd kropp ska förmultnas med en luftad process får marken inte vara dränkt, därför används dränering för att sänka grundvattnet.

Vatten från begravningsplatser i utlandet visar höga halter av bakterier. Detta skiljer sig från flera svenska erfarenheter. Många av de utländska provtagningarna är utförda under en längre tid vilket kan vara en delförklaring till skillnaderna. Gemensamma erfarenheter är höjda halter av närsalter och låga halter av tungmetaller. Kraven på hur vattnet ska hanteras skiljer sig mellan olika länder. Flera länder och organisationen WHO anger hårdare regler än i Sverige.

En enkät gick ut till Sveriges kommuner för att få en kunskap om hur man hanterar vatten från begravningsplatser. 60 svarade, vilket motsvarar en svarsfrekvens på 20 %. 35 kommuner tog emot vatten från en eller flera begravningsplatser, medan 18 inte tog emot vatten. 15 kommuner hade uppdelning av dränerings- och dagvatten, medan 20 inte hade en sådan uppdelning. I sju kommuner leds vattnet till spillvattennätet medan i 13 leds det till dagvattennätet. Två kommuner utförde kontroll av vattnet. Två kommuner reglerade ersättningen enligt särskild taxa medan 15 följde sin VA-taxa.

Ett flerårigt arbete har gjorts på Håjums begravningsplats av Trollhättans kyrkosamfällighet för att få kunskap om vattnet. På Håjums begravningsplats finns dränering och en modifierad markbädd för rening av vattnet. Halterna av BOD₇, COD och TOC var genomgående låga. Markbädden reducerade totalfosfor med ca 75 %. Patogener mättes i form av E.coli och 35° koliforma bakterier. Då markbädden varit i drift efter några år sker en 40–50 % reduktion av de koliforma bakterierna. Inkommande halter av E.coli är ofta under detektionsnivån, men vid de tillfällen då halterna stiger sker det en reduktion. Halterna av tungmetaller var generellt låga. Vid provtagningarna uppmättes en reduktion av bly, medan halterna av koppar, kvicksilver och silver inte reducerades.

Prover på orenat dräneringsvatten visar att detta inte bör släppas till dagvattennätet utan en rening i markbädden. Provtagningen har varit underlag för beslut om vattnet ska ledas till kommunens dagvatten- eller spillvattenledningar. Dagens rening av dräneringsvattnet innan det leds till dagvattennätet godkändes 2013 av Trollhättans miljöförvaltning.

Råd för hur dräneringsvattnet kan hanteras vid nya begravningsplatser och förslag för att öka säkerheten på existerande begravningsplatser anges i rapporten.

Summary

Begravningslagen and Begravningsförfordningen govern Swedish cemeteries. They are usually runned by the parishes in the Swedish church, but municipalities can assume this responsibility. The management of the cemetery charge a fee to cover operational costs. Swedish Environmental legislation classifies water that is diverted from a cemetery as waste water. Cemeteries strictly divide areas for traditional coffin burials and plots for cremated remains. The buried remains should decompose with an aerated process, the soil must be aerated, hence drainage is used to lower groundwater levels.

Water from cemeteries outside Sweden indicate elevated levels of bacteria. This differs from many Swedish experiences. Many of the foreign sampling series are longer than the Swedish ones which could in part explain the difference. Common experiences show elevated levels of nutrients and low levels of heavy metals. Regulations for handling water differs between countries. Several nations and the WHO specify harsher regulations than Sweden.

A survey was sent to Swedish municipalities to get an overview of how water from cemeteries is handled. 60 municipalities replied, representing a response rate of 20 %. 35 municipalities received water from one or more cemeteries, while 18 did not. 15 municipalities distinguished between drainage and storm water, while 20 did not. In seven municipalities water from cemeteries is diverted in to the sewage network, while in 13 it's diverted to the storm water network. Two municipalities controlled the water. Two municipalities regulated compensation under special rates, while 15 followed its normal rates.

A sampling of the water has been made over several years in Håjum cemetery by the Swedish Church in Trollhättan. Håjum cemetery has a sand filter for purifying the water. Levels of BOD₇, COD and TOC were consistently low. The sand filter reduced the phosphor amount by 75 %. Pathogens were measured in the form of E.coli and 35° coliform bacteria. After a few years of operation, the sand filter reduces coliform bacteria by 40–50 %. Incoming levels of E.coli are usually below the detection limit, but there is a reduction when incoming levels rise. Levels of heavy metals were generally low. Samples showed a reduction of lead, while copper, mercury and silver were not reduced.

Analyses of untreated water shows that the water cannot be recommended for release to the storm water network without prior treatment in the sand filter. The sampling is a basis for forming a decision on whether water should be diverted to the municipal storm water- or sewage facility. The current handling of the drainage water prior to diversion to the storm water network was approved by Trollhättan's environmental management in 2013.

Advice for how drainage water should be handled when planning new cemeteries and suggestions on increasing safety on existing cemeteries is stated in the report.

1 Bakgrund

Traditionellt har jordbegravningar eller kistbegravningar varit det dominerande gravskicket i Sverige. Från slutet av 1800-talet introducerades kremering, många gånger av utrymmesskäl eller av hygieniska skäl när det blev en större kunskap om hur sjukdommar spreds i befolkningen. Idag kremeras ca 70–75 % av alla som avlider i Sverige. I storstadsområdena är kremeringar mer vanliga och ca 80 % av alla avlidna kremeras här. Askan efter kremeringar sprids i minneslundar eller begravs i så kallade asklundar eller genom en urnbegravning.

Kistbegravningar sker oftare på landsbygden och bland delar av vår befolkning som har t.ex. judisk, muslimsk eller katolsk trosuppfattning. Men gravskicket behöver inte vara av något speciellt skäl utan det beror helt på vilket val som de anhöriga väljer eller om det tas hänsyn till att den avlidne har haft speciella önskemål.

Det finns olika uppfattningar om hur den framtida utvecklingen kommer att ske av våra begravningsstraditioner. En vanlig uppfattning är att kremeringar kommer att öka upp till ca 80 % av de avlidna men att det kommer att stanna vid denna nivå.

Vad gäller risker med begravningar nämns vid spridning av aska oftast eventuella risker med tungmetaller medan för kistbegravningar oftast tar upp eventuella risker med hälsoproblem och annan miljöpåverkan.

Inom en begravningsplats tar man ofta hand om både dagvatten och dräneringsvatten. Hur det uppsamlade vattnet behandlas kan variera, beroende på var begravningsplatsen är belägen i en stad eller på landsbygden, hur gammal den är, i vilken mån den har behövt byggas ut eller andra lokala förutsättningar.

2 Vilka lagar och regler gäller i Sverige för en begravningsplats?

Det finns en mycket rik flora av regler och lagar som styr de svenska begravningsplatserna. Verksamheten lyder under flera etiska regler och måste ta även hänsyn till flera historiska och kulturella värden. Flera begravningsplatser är mycket gamla och har ett högt kulturellt skyddsvärde. Här följer en genomgång av de flesta lag- och regeltexter som kan påverka hur vattenhanteringen sker. Det kan även vara intressant att se hur verksamheten för en begravningsplats är finansierad.

2.1 Miljöbalken

Hanteringen av det vatten som tas omhand på en begravningsplats regleras i Miljöbalkens 9. kap Miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, enligt följande:

Definitioner

1 § Med miljöfarlig verksamhet avses

1. *utsläpp av avloppsvatten, fasta ämnen eller gas från mark, byggnader eller anläggningar i mark, vattenområden eller grundvatten,*
2. ...

2 § Med avloppsvatten avses

1. *spillvatten eller annan flytande orenlighet,*
2. *vatten som använts för kylning,*
3. *vatten som avleds för sådan avvattning av mark inom detaljplan som inte görs för en viss eller vissa fastigheters räkning, eller*
4. *vatten som avleds för avvattning av en begravningsplats*

Avledning av vatten i syfte att avvattna en begravningsplats är således att betrakta som en miljöfarlig verksamhet. Avsänkning av en grundvattenyta är däremot att betrakta som en vattenverksamhet enligt Miljöbalkens 11 kap. Här kan tyckas att skillnaden av de båda fallen är hårfin men i praktiken hanterar myndigheterna ofta detta som två olika verksamheter.

2.2 Begravningslagen

Verksamheten på en begravningsplats styrs av Begravningslagen (1990:1144). Denna lag kan direkt eller indirekt påverka vattenhanteringen på en begravningsplats. Till Begravningslagen finns även Begravningsförordning (1990:1147) som anvisar mer i detalj hur lagen ska tillämpas. Här beskrivs förutsättningarna för begravingar. Det anges att huvudman för en begravningsplats kan även vara en kommun.

Begravningsplatserna i Sverige drivs oftast av församlingarna inom Svenska kyrkan, men även kommuner kan med lagstöd få ta på sig detta ansvar. Huvudman för de svenska begravningsplatserna är Svenska kyrkan

med undantag av Stockholms stad och Tranås kommun som är huvudmän för sina begravningsplatser.

Eftersom huvudmännen ansvarar för att det ska finnas tillräckligt med begravningsplatser för sin befolkning kan begravningsplatser även finnas utanför den egna kommungränsen. Detta är inte så vanligt idag men förekommer, troligen kommer detta att bli mer vanligt i framtiden.

I landet finns även enskilda begravningsplatser. Dessa är oftast små och inte så vanligt förekommande.

Det finns även paragrafer som kan få ett stort inflytande vid mycket speciella förutsättningar. Nedan redovisas några exempel.

Beredskapsförberedelser m.m.

3 § En församling som är huvudman för begravningsverksamheten skall vidta de beredskapsförberedelser som behövs för denna verksamhet under höjd beredskap.

Bestämmelser om vilket ansvar kommuner i detta sammanhang har inom det civila försvaret finns i lagen (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap. Lag (2006:633).

4 § Skyldigheten att lämna upplysningar m.m. enligt 6 kap. 1 § andra stycket och 2 § lagen (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap gäller för huvudman och annan församling som innehar en eller flera allmänna begravningsplatser. Lag (2006:633).

Gravsättning och kremering under krig

5 § Om Sverige är i krig, får stoftet efter en person vars död har orsakats av en krigsåtgärd eller en smittsam sjukdom gravsättas eller kremeras trots att vad som sägs i denna lag eller i föreskrifter som har meddelats med stöd av lagen inte kan iakttas. Lag (1999:943).

Detta är ett kapitel som är mindre känt. Lagen säger att vid krigstid eller vid extraordinära händelser som katastrofer under fredstid har en huvudman för en begravningsplats ett ansvar att snabbt kunna hantera flera avlidna samtidigt. På de större begravningsplatserna i Sverige finns därför ofta anvisat platser som ska kunna hantera flera kroppar samtidigt i en större gemensam gravplats eller placeras innan gravsättningen sker på annan ort. Man kan här i praktiken göra en jämförelse med de massgravar som man historiskt tvingats använda vid större katastrofer.

Fastställande av begravningsavgift (9 kap)

Detta kapitel anger hur verksamheten på en begravningsplats ska finansieras. Huvudmännen för begravningsplatserna inom varje församling eller kommun föreslår hur stor avgiften ska vara. Avgifterna ska täcka de kostnader som verksamheten har, detta är mer reglerat i Begravningslagen. Normalt ska avgiften motsvara kostnaden för en begravning och en begravningsplats under 25 år samt kostnader för krematorier och övriga anläggningar och lokaler som behövs för att sköta verksamheten.

Det finns många likheter hur verksamheten på en begravningsplats ska finansieras med hur den svenska VA-verksamheten i kommunerna finansieras.

2.3 Regler utanför Sverige

2.3.1 De nordiska länderna

I Danmark gäller att när en ny begravningsplats planeras ska alltid de geologiska förhållandena undersökas och lokaliseringen av begravningsplatsen kontrolleras med avseende på bebyggelse, brunnar och grundvattennivåer. Även de hälsomässiga riskerna ska värderas. (Kirker og kirkegarde, 2001)

Den danska Miljöstyrelsen reglerar även att dräneringsvatten ska betraktas och hanteras som ett spillvatten. Dränvatten från en kyrkogård ska kunna ledas till en offentlig spillvattenanläggning och omfattas även av de spillvattenregler som gäller för ekonomisk kompensation. Hämtat från; "Vejledning om betalningsregler for spildevandsanlæg".

I de övriga nordiska länderna kan ses att det gäller ungefärlig samma syn på hanteringen av dräneringsvattnet från en begravningsplats.

Det kan även ses samma utveckling med ett förändrat gravskick liknande det i Sverige.



Figur 2-1 Nyanlagt askgravområde i en äldre begravningsplats i Norge.
Foto P-A Camper.

2.3.2 Storbritannien

I Storbritannien har det tagits fram regler för hur lokalisering av en ny begravningsplats ska ske. Det finns olika regler för de olika landsdelarna (Skottland, Wales och England samt Nordirland,) men i reglerna finns samma krav på flera minsta avstånd vilket kan läsas i bestämmelserna. (Scottish Environment Protection Agency and Sustainable Development, Scottish Offic, 1996) (Environment agency, 2004) (Northern Ireland Environment Agency, 2009)

Reglerna är baserade på ett antal utredningar och rapporter, där främst ett arbete (Pollution Potential of Cemeteries) bör nämnas där stora delar av den brittiska grundkunskapen finns samlad. (C P Young, 2002)

Generellt gäller att bergrunden ska ligga djupt inom området för en begravningsplats och att högsta normala grundvattennivån ska vara åtminstone en meter under schaktgrop.

- En begravningsplats ska vara minst 250 meter från ett borrhål eller källa som används för hämtning av dricksvatten.
- En begravningsplats ska vara minst 50 meter från borrhål eller källa som inte används för dricksvatten.
- En begravningsplats ska vara minst 50 meter från en kanal eller ett vattendrag eller en våtmark eller kustlinjen.
- Dräneringsledningar för jordbruket får inte dras inom 10 meter från en begravningsplats och det ska kontrolleras att det inte finns några gamla dräneringsledningar inom detta avstånd efter att en ny begravningsplats har anlagts.

Av de angivna måtten kan sägas att normal nivå på grundvattnet ska vara minst 2,8 meter under marknivån för att en begravningsplats ska kunna godkännas.

I reglerna för placering av begravningsplats i England och i Wales anges även att det ska beräknas den teoretiska tid det tar för ett grundvatten att strömma från en begravningsplats. Denna tid ska användas för att värdera riskerna med en lokalisering av en begravningsplats. Allt under 50 dygns uppehållstid för vattnets flöde från en begravningsplats till ett borrhål för dricksvatten godkänns ej. För att det ska vara en riskminimering anges en uppehållstid för grundvattnet på minst 400 dygn. Samtidigt anges även att hänsyn ska tas till hur stor den planerade begravningsplatsen kommer att bli och vilket gravskick som kommer att råda på begravningsplatsen. (Environment agency, 2004)

Enligt muntlig uppgift har dessa regler nu i praktiken även börjat tillämpas i Skottland.



Figur 2-2 En äldre traditionell kyrkogård i England. Foto P-A Camper.

2.3.3 Regler angivna av WHO

WHO har även tagit fram regler och flera länder stödjer sig på dessa regler vid lokalisering av en ny begravningsplats. WHO har även tagit fram råd baserat på en insamling av fakta från provtagningar och erfarenheter från

begravningsplatser. (WHO Regional office for Europe, European Centre for Environment and Health, 1998)

De angivna reglerna är mycket lika de brittiska reglerna för nya begravningsplatser men har en del avvikelser. Reglerna har här komprimerats:

- En begravningsplats ska vara minst 250 meter från ett borrhål eller källa som används för hämtning av dricksvatten. Om det är en brant lutning på grundvattennivån dvs. det råder ett relativt snabbt grundvattenflöde ska minsta avstånd ökas.
- En begravningsplats ska vara minst 30 meter från borrhål eller källa som inte används för dricksvatten eller från ett vattendrag.
- Dräneringsledningar får inte dras inom 10 meter från en begravningsplats.

Minst en meters djup ska finnas mellan kista till högsta normala grundvattennivå och till berggrunden. Det anges även att vid begravning ska kistan täckas med minst en meter jord. Det finns även fler regler för själva begravningen men dessa får anses som vara mer speciellt angivna för förutsättningar som inte råder i Europa.

3 Miljöbelastningar och hälsorisker

3.1 Risker med begravningsplatser

3.1.1 Hälsorisker

De vanliga riskerna som nämns med vatten från begravningsplatser är riskerna med spridning av hälsovådliga patogena organismer. Ofta kan man i traditioner med begravingar och placeringar av de gamla begravningsplatserna se att det funnits tankar kring risker med spridning av sjukdomar. Den tid som traditionellt förespråkades från dödsfall till begraving sammanföll oftast med att minimera risker för spridning av sjukdommar. De gamla pest- och kolerakyrkogårdarna placerades ofta en bit utanför byar och städer så risken för smittspridning minskade. Kolerakyrkogårdarna hade bestämmelser som minskade riskerna för smittspridning, det fanns kunskap i slutet av 1800-talet att kolera kunde spridas med vattnet.

Vetskapen om att döda kroppar kan sprida sjukdomar till vatten och göra vatten farligt att dricka har funnits sen medeltid i Europa och redan under antiken i medelhavsländerna och Orienten. (Engelbrecht, 1998) mfl. Under krigstid på 1600-talet kunde flyende människor kasta ner döda djurkroppar i sina brunnar för att fördärva dricksvattnet för ockupanter. Detta lär ha hänt under flera av de nordiska historiska krigen.

Av dessa skäl görs det undersökningar om eventuella sjukdomalstrande organismer sk. patogener i vattnet som avleds från en begravningsplats. Majoriteten av de analyser som görs koncentreras på de indikatororganismer i vatten som det finns en allmän erfarenhet på. I Sverige analyseras ofta koliforma bakterier och *E. coli*. Koliforma bakterier finns naturligt i övre jordskiktet, i naturvatten och i djurs tarmkanaler. Höga halter av koliforma bakterier kan ofta ses i förorenade ytvatten. Oftast görs en analys av 35° koliforma bakterier som främst kommer från varmblodiga djur. Då det har visats att närvaron av 35° koliforma bakterier i ett vatten inte är ett 100 % bevis för att det är påverkats av varmblodiga djur tas därför även prover på *E.coli* som tydligare visar påverkan från varmblodiga djur. Men samtidigt ska man komma ihåg att alla varmblodiga djur inte har *E. coli* i sina tarmkanaler. Saknas *E. coli* i ett vatten är det ingen garanti för att det inte är påverkat. En kontroll ska därför baseras på flera provtagningar i serie som ökar chansen för att kunna hitta eventuell närvaro av bakterier i ett vatten.

Om dessa indikatorbakterier påträffas finns det en risk att det förekommer sjukdomsframkallande bakterier i vattnet. För att kunna göra en samlad bedömning av riskerna måste det även finnas en kunskap om källan till bakterierna. Är källan till bakterierna en större hälsorisk, t.ex. om källan är ett avlopp från ett sjukhus som kan ha flera typer av sjukdomsalstrande organismer i sitt avlopp, bedöms den samlade risken vara större. Vid en samlad bedömning av hälsorisker med ett vatten måste det därför göras både en analys av antalet av indikatorbakterier i vattnet och en riskvärdering av källan till bakterierna.

En begravningsplats måste anses utgöra en hög risk eftersom det begravs människor som kan ha avlidit av farliga sjukdommar. Men det är även vik-

tigt att uppmärksamma att det finns inte något känt fall under modern tid där patogener från en begravningsplats varit orsak till en större sjukdomsspridning.

Risker med patogener i vatten från en begravningsplats gäller enbart för ett dräneringsvatten från kistbegravningar. Övrigt vatten som dagvatten eller dränering av byggnader har låga risker med eventuella patogener.

3.1.2 Tungmetaller

Tungmetaller har ofta uppmärksammats vid diskussioner om begravningsplatser. Det kunde ibland ses höjda halter av tungmetaller i vattnet från begravningsplatserna. Ofta förklaras detta med att de flesta krematorier är placerade vid begravningsplatser. Dessa spred tidigare partiklar med tungmetaller med rökavgången. Ofta angavs amalgamet som orsak till tungmetallerna. Men numera är krematorier försedda med en avancerad rökgasrening och ger ingen påverkan på begravningsplatserna. Dessutom har det nu införts regler för vad som får kremeras med en avliden kropp. Metallobjekt tas numera bort innan kremationen sker.

Det har även angetts att det finns ofta bly- eller koppartak på byggnaderna på begravningsplatserna och att det finns gravutsmyckningar av brons som kan ge en påverkan. Men detta kan inte heller förklara de ibland förhöjda halterna eftersom detta utgör en liten andel av en begravningsplats yta, man kan göra jämförelsen med ett dagvatten från en stadsbebyggelse som kan ha flera kvarter med byggnader med koppartak.

Troligen kan en delkälla till tungmetallerna vara spridningen av askan från krematorierna. De tungmetaller som finns i aska är troligen relativt mobila och kan lätt föras med i ett vatten. Antagligen kan även den tidigare rökspridningen från de äldre krematorierna ha gett en diffus belastning på ytorna närmast anläggningarna som därmed gett en påverkan på vattnet som avleds från området.

Många av de stadsgravplatserna som anlades under 1900-talet skapades med att det kördes dit jordmassor som troligen inte var kontrollerade. Det kan finnas en risk att det användes massor med sämre kvalitet som nu ger en påverkan på vattnet.

Svenska kyrkan som driver majoriteten av begravningsplatserna har även uppmärksammat riskerna med tungmetaller under en längre tid. Det genomförs flera åtgärder och införs regler som alltmer kommer begränsa användning av tungmetaller. Krematorierna har infört en bättre rening och det har införts striktare regler för vad som får medföras vid en kremation. Gravutsmyckningar och typer av kistor har även reglerats. Dessutom kan antas att amalgamets negativa påverkan minskas alltmer då detta har slutats användas inom den svenska tandvården. Därför får antas att tungmetaller kommer att få en mindre roll vid bedömning av risker med begravningsplatser.

Risker med tungmetaller i vatten från en begravningsplats gäller för både dräneringsvatten och dagvatten. Men variationen är mycket olika för olika begravningsplatser och troligen finns det många begravningsplatser med mycket små halter av tungmetaller i det avledda vattnet.

3.1.3 Närsalter

Både kistbegravningar och askspredning ger ett bidrag av närsalter beroende på att en kropp innehåller en viss mängd av både kväve och fosfor. I Sverige har ofta riskerna med närsalter en lägre roll i utvärderingar i jämförelse med vad som sker utomlands. Troligen beror detta på att det begravs fler per ytenhet på de flesta begravningsplatser utomlands medan de svenska ofta är mer glesa.

Troligen kommer närsaltbelastningen att uppmärksammas mer i framtiden vid utvärdering av vatten från de svenska begravningsplatserna. Detta beroende på att det kan antas att det kommer bli fler som begravs på de begravningsplatser som finns och dels beroende på att vattenflöden med lägre halter av närsalter även uppmärksammas alltmer av myndigheterna.

Risker med närsalter i vatten från en begravningsplats gäller för främst dräneringsvatten och men kan även vara för dagvattnet. Variationen är troligen mycket olika för begravningsplatserna.

3.2 Utförda provtagningar i Sverige

1982 utfördes en ambitiös provtagningsomgång på flera begravningsplatser runt om i landet på uppdrag av Naturvårdsverket. (Ulf von Brömsen, Paul Heinrup, Sven Hoffner, Jan Rennerfelt, 1982) Både dränerade och ej dränerade begravningsplatser undersöktes. Proverna analyserades med avseende på indikatororganismer och med avseende på tungmetaller.

Provtagningarna visade nästan uteslutande på låga halter av metaller och patogener. Vad gäller metaller angavs takytor och andra ytor som den största källan till förekomst av bly och koppar i vattnet. Men de relativt låga halterna kunde förklaras med att jordmaterialet band metallerna när vattnet infiltrerades. Men det antogs att kopparhalterna kommer att stiga alltefter som jordmaterialet mättades med tiden.

Förklaringen till de låga halterna av patogener förklarades med den stora avdödningen som sker i jordprofilen. Enbart en provtagning hade förhöjda halter, men detta var svårt att förklara med att det berodde på begravningsplatserna eftersom även ytvatten blandade upp det provtagna dräneringsvattnet.

Troligen bidrog de relativt gamla gravarna inte med något större utflöde av bakterier, flera av gravarna var mer än två år gamla. En grav sprider patogener och andra föroreningar framförallt under det första året och oftast enbart vid nederbörd då föroreningarna tvättas ut till dräneringsvattnet. (C P Young, 2002) (Environment agency, 2004)

Man har numera oftast ett annat resonemang där risken för sjukdoms-spidning anses vara större från en avliden kropp än vad man tidigare antog. Man vet idag att nedbrytande hälsofarliga bakterier sprids över en kropp under de första dygnet efter ett dödsfall. (Sable Guttman, 2011) Uppmärksamheten på riskerna med spridande av patogener är även större idag än på flera år.

Nu anser man även att den reduktion av bakterier som sker i en jordprofil sker till största delen enbart i den översta metern av jordlagret. Detta beror

på att här finns de organismer som konkurrerar ut patogenerna. (F Ekelund, 2001) (Noah Fierer, 2003) En jämförelse kan även göras med hur den biologiska reningen sker i en markbädd. Här sker den största aktiviteten i den översta delen av jordprofilen. (Ridderstolpe, 2009) Vid ett djup på mer än två meter finns det mycket litet med konkurrerande organismer och dessutom är här relativt låga temperaturer som minskar på patogenernas metabolism som leder till att de kan leva längre och transporteras med dräneringsvattnet.

Relativt nyligen har även några provtagningar utförts i Malmö (2011) från ett område med kistbegravningar och i Stockholm (2009) från ett område med askspridning. Tyvärr togs enbart två prover under torr väderlek i Malmö vilket gjorde att det kan vara svårt att detektera eventuella patogener. Enbart kolibakterier kunde ses i ett av proverna. Relativt höga halter med både kväve och fosfor kunde detekteras. För metallerna kunde enbart en hög kopparhalt ses. (Wahlund, 2011) (Miljöpåverkan vid askspridning i minneslundar, 2009)

Kontroll av askspridning har gjorts med provtagning av grönt växtmaterial och en provtagning av dräneringsvattnet. Här görs naturligtvis ingen analys av patogener eftersom dessa avdödas vid kremeringen. Det kunde visas förhöjda halter av fosfor och några av metallerna. Provtagningen av växtmaterialet kunde visa en tydlig påverkan från silver. (Miljöpåverkan vid askspridning i minneslundar, 2009)

3.3 Utförda provtagningar utomlands

Flera provtagningar har utförts i ett flertal länder. Provtagningarna har utförts för att kontrollera dels spridningen av närsalter och dels spridningen av sjukdomsalstrande organismer. Provtagningar i begravningsplatser har skett bland annat i Tyskland, Australien, Brasilien, Sydafrika och i Kanada. Dessa visar på att det finns patogener i grundvatten nedströms begravningsplatser. Även höga halter av närsalter kan uppträda. Provtagningarna gjordes oftast med att grundvattenrör slogs ned inom begravningsplatserna och nerströms gravområdena. (Sable Guttman, 2011) (Engelbrecht, 1998)

Gemensamt för de flesta provtagningarna visade på att *Pseudomonas aeruginosa* och *Faecal Streptococci* fanns närvarande i grundvattnet. Analyserna visade även på att halterna sjönk tydligt alltefter avståndet till gravarna ökade för provtagningarna. Även för grundvattenflöden som passerat en begravningsplats reducerades halterna kraftigt efter några veckors flödestid. (Sable Guttman, 2011) (C P Young, 2002)

För närsalterna baseras beräkningarna på att en normal kropp innehåller 1,8 kg kväve och 0,5 kg fosfor. Vid nedbrytningen av kroppen sprids kvävet i den inledande fasen efter en begravning medan fosfor har en mer långsam spridning. Även om spridningen av fosfor är mer långsam kan det antas att ca hälften av fosfor har spridits inom ett år. (Environment agency, 2004) (C P Young, 2002)

Det sker oftast inte några analyser av tungmetaller i de utländska provtagningarna. Detta beror troligen på att den vanligaste sedvänjan är kistbegrav-

ningar eller jordbegravningar som inte ger samma spridning av tungmetaller som spridning av aska kan ge. (Aysel Uslu, 2009) (Sable Guttman, 2011)

En samlad bild över de olika provtagningarna utomlands är svårt att göra. De lokala förutsättningarna skiljer sig mycket för de olika begravningsplatserna och använd metodik skiljer sig även en hel del. Många av provtagningarna är ambitiösa med nerslagna grundvattenrör och provtagningsprogram som sträcker sig över en längre tid.

Några reflektioner kan göras. Provtagningarna visar på en påverkan av närsalter inom och nerströms begravningsplatserna. Tungmetaller provtas mer sporadiskt och någon större påverkan kan inte ses. Patogener kan ses både inom och nerströms begravningsplatserna men halterna klingar av med avståndet till kistbegravningarna. Det är sällsynt att det utförs en analys på eventuell närvaro av virus.

4 Dag- och dränvattenhanteringen på en svensk begravningsplats

På de flesta moderna begravningsplatserna är dag- och dränvattenledningarna separerade med olika ledningsnät.

Dagvatten är tillfälligt avrinnande vatten på ytan. Uppsamlandet av dagvatten på en kyrkogård sker ofta på samma vis som det görs i en stadspark.

Inom en begravningsplats kan det dock finnas många olika typer av ytor, från hårdgjorda parkeringsplatser till exempelvis sammanhängande områden med naturliknande vegetation. Medan en hårdgjord parkeringsyta genererar dagvatten som måste avledas, behöver exempelvis ett naturligt skogsområde inte ha någon uppsamling.

Det finns en trend att skapa mer naturliknande områden inom begravningsplatserna. Detta beror oftast på att det finns ett önskemål från allmänheten och en vilja från kyrkogårdsförvaltningarna att stödja naturvärden som kan finnas på platsen. Flödena av dagvatten kan därmed variera starkt inom en begravningsområdet och för de olika begravningsplatserna. Man bör därmed inte använda generella avrinningskoefficienter för en begravningsplats när man ska bedöma vilket dagvattenflöde som kan ges vid nederbörd, utan istället mer ingående se hur ytorna ser ut och används.

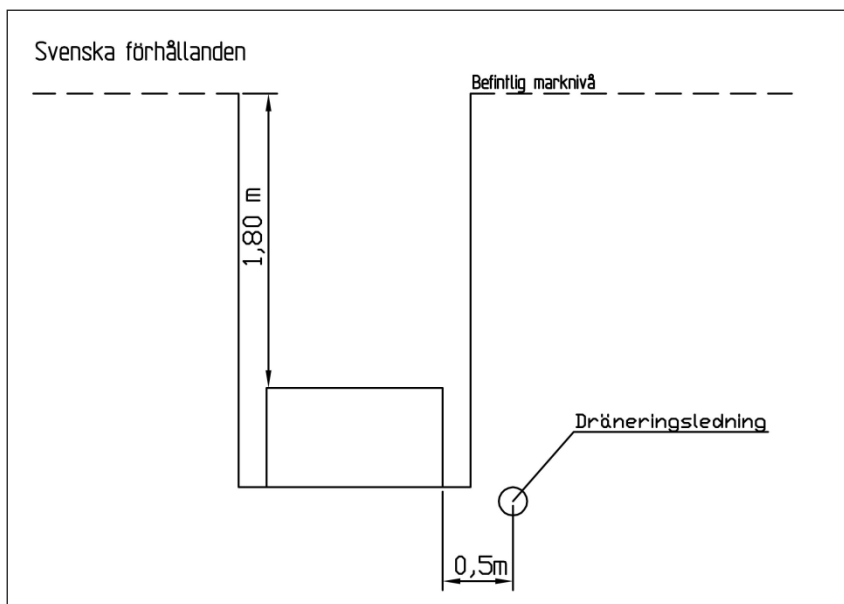
Begravningsplatserna är ofta dränerade för att sänka grundvattenytan. Det kan bero på att en gammal begravningsplats expanderar från ett område med annars låga grundvattenytor till ett område som är mer låglänt eller till marker med sämre förmåga att avleda överskottsvattnet utan en aktiv dränering.

Skälet till att en begravningsplats ska vara dränerad beror på att begravning inte får ske i marker som är dränkta eller riskerar att bli dränkta eftersom en begravd/gravsatt kropp ska förmultnas dvs. brytas ner med en syredriven process. Därför är det mycket viktigt att grundvattennivåerna kontrolleras för de områden på en begravningsplats där det finns kistbegravningar.

På de ytor som används för kistbegravningar kan det därför finnas omfattande nät av dräneringsledningar. Dräneringsledningarna ska vara placerade på ett djup som säkrar bortledningen av grundvatten. Dränering av en begravningsplats liknar på många vis en traditionell dränering som sker av en åkermark. Dräneringsledningarna på en begravningsplats i Sverige kan placeras enligt figur 4-1 på nästa sida.

Det finns en invändning mot resonemanget med att det sker en syresatt nedbrytning av en begravd kropp. Flera av de rapporter som beskriver nedbrytningen anger att det sker mestadels med en anaerobiska förutsättningar dvs. det sker under syrefria eller syrefattiga förutsättningar trots att det ej råder dränkta förhållanden. (Sable Guttman, 2011) (C P Young, 2002)

Detta kan även visas med att höga halter av närsalter, som uppträder i ett dräneringsvatten under den inledande tiden efter begravningen, tyder på att det sker en syrefri nedbrytning. (Environment agency, 2004)



Figur 4-1 Placering av dräneringsledning ska inte ske närmare än 0,5 meter från kistan.

5 Ett praktikfall: Håjums begravningsplats i Trollhättans kommun

Håjum är begravningsplats för Trollhättans stad och det sker årligen ca 50 kistbegravningar och sammanlagt ca 250 urnplaceringar och askspridningar. Håjum är en relativt modern begravningsplats men har under ganska lång tid blivit kringbyggd av bostadsområden. Håjum har både traditionella begravningsplatser och större gröna områden för urnsättningar som har en tydlig naturprägel. Delar av Håjum kommer troligen aldrig att användas för begravningar utan behålla sina ursprungliga naturvärden.

5.1 Dräneringsvatten

Miljöförvaltningen i Trollhättans kommun ställde år 2007 krav på att det vatten som lämnar Håjums begravningsplats ska förbättras och kontrolleras.

Avloppsanläggningen består av dräneringsledningar för uppsamling av vatten, pumpstation och en markbädd anlagd 2007 för rening av dräneringsvattnet. Dräneringsledningar och pumpstation är utförd med vanlig konventionell teknik medan markbädden har anpassats till de förutsättningar och krav som finns på plats. Efter behandling i markbädden leds vattnet ut till kommunens dagvattenanläggning.

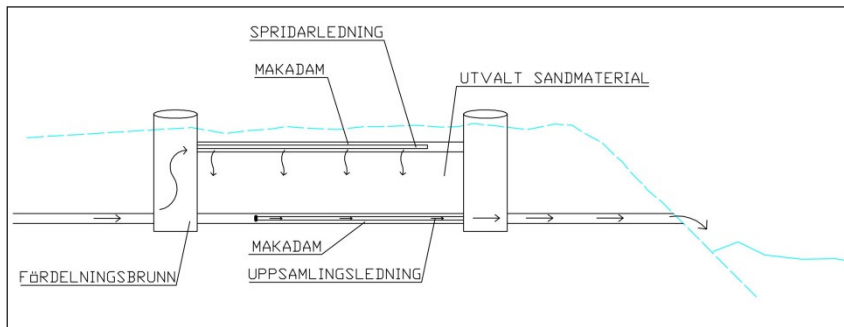
Markbädden har fram till 2013 fungerat som en provanläggning med ett omfattande provtagningsprogram för att få fram beslutsunderlag för om det går att fortsätta leda ut dräneringsvattnet till kommunens dagvattenanläggning eller om det istället ska ledas till kommunens spillvattenanläggning. Ett arbete har därför bedrivits under 2008–2010 där det utfördes regelbundna kontroller och provtagningar av vattnet till och från markbädden. Samtidigt med arbetet att hantera dräneringsvattnet har undersökningar gjorts för att identifiera flödena av grundvatten till och inom kyrkogården. Provtagningarna har även fortsatt från 2011 till 2013.

Dräneringsvatten från gravplatserna leds via pumpstation till markbädden. Enbart vatten från dräneringen leds till markbädden, vilket verifierades genom kontroller av ledningsnätet under sommaren 2009. Det renade vattnet leds ut från markbädden till ett mindre dike inom begravningsplatsen. Diket leds västerut mot kommunens ledningsnät för dagvatten.

Uppsamlingen och övrig hantering av både dagvatten och dräneringsvatten kontrolleras regelbundet av kyrkogårdsförvaltningen. Det pågår ett arbete med att praktiskt kunna minska och utjämna de bäge flödena. 2009 gjordes en installation av nya ventiler på flera av dräneringsledningarna. Därmed har det varit möjligt att stänga av de ledningar som är dragna på områden som inte har behövt dräneras. Flödet av dräneringsvattnet har därmed kunnat reduceras och bättre kontrolleras. Med de nya ventilerna kan personalen mer aktivt driva dräneringssystemet än vad det tidigare var möjligt.

5.2 Reningsanläggning

Markbädden består av fördelningsbrunnar, spridarlager med spridarledning och makadam, ett filtermaterial som är ett utvalt sandmaterial och ett uppsamlingslager av makadam med uppsamlingsledningar. Det renade vattnet leds via brunnar ut till det närliggande diket. Markbädden är en täckt markbädd d.v.s. besökare kan inte komma i kontakt med dräneringsvattnet förän det renats i bädden. Se figur 5-1 och 5-2.



Figur 5.1 Principiell skiss över markbädden i Håjum, Trollhättan.



Figur 5.2 Markbädden i Håjum finns i en del av begravningsplatsen som är naturmark. Foto P-A Camper.

I en markbädd sker en rening av vattnet avseende suspenderat material, patogener, fosfor och syretärande material. Även tungmetaller kan reduceras med de processer som sker i en markbädd. Reningen i markbädden sker främst med mekaniska, kemiska och biologiska processer. Den mekaniska reningen kan jämföras som en filtrering. Den kemiska reningen som uppstår sker när olika föreningar som fosfater och metalljoner binds till sandmaterialet.

Den biologiska reningen på en markbädd fungerar genom att det byggs upp en mikrobiell fauna sammansatt av flera olika arter som förbrukar det organiska materialet som kommer med vattnet. Det organiska materialet består av både dött material och levande organismer som bakterier och andra patogener som kan forslas med dränvattnet.

Reduktionen av patogener beror antagligen på att det byggs upp en fauna av bland annat ciliater i den fuktigare delen av bädden. Ciliater är ett encelligt djur som förekommer i alla vatten eller i markområden som varit dränkta under en längre tid och speciellt där vattnet har höga halter av organiskt material. Ciliater kan förekomma rikligt i näringsrika dammar och våtmarker men finns i princip i alla typer av naturliga ytvatten. Ciliater förekommer i flera arter som friflytande i vatten men kan även vara fastvuxna på t.ex. sandkornen i markbädden. Dessa ciliater, tillsammans med andra mikroskopiska organismerdjur, förtär bakterier och andra patogener som kommer till markbädden. Patogener är även konkurrenssvaga i den här miljön d.v.s. i en miljö med en rik fauna som utnyttjar innehållet av organiskt material som kommer med dränvattnet.

Ciliaterna och de andra organismerna är beroende av att det finns en viss regelbunden belastning av vatten och organiskt material på markbädden. Det ska alltid finnas en tillräcklig hög fukthalt i bädden. Om markbädden torkar upp kommer större delen av dessa djur att dö ut och det kommer att behövas en tid för att bygga upp det här livet igen. Oftast tar det upp mot ett år att bygga upp ett stark sammansatt fauna med ciliater och andra organismer som lever på patogener i en markbädd. Hur lång tid detta tar är svårt att förutsäga. Men resultaten visar att reduktionen av patogener i en markbädd blir bättre efter en inledande tidsperiod på ca. ett år.

För att minska risken med att bädden ska torka ut och därmed minska sin kapacitet att reducera patogener har bädden en relativt liten yta i förhållandevis till det dimensionerande flödet. Om bädden belastades med spillvatten från hushåll skulle markbädden enligt gängse dimensioneringsregler behöva vara större. Men om bädden hade varit för stor på begravningsplatsen skulle även dess funktion att reducera patogener bli mindre eftersom den hade partiellt torkat upp under de veckor under sommaren den inte fått vatten. Uppbyggnadsfasen av ciliater och andra djur hade behövt starta upp igen. Det kan konstateras att det är praktiskt svårare att rena ett vatten som har ett oregelbundet flöde i jämförelse med om det var ett mer stabilt kontinuerligt flöde. Det hade varit mer optimerade förutsättningar om det hade varit möjligt att recirkulera vattnet över markbädden. På så vis hade både uppbyggnadsfasen kunnat göras kortare och reningseffekten antagligen blivit högre.

Markbäddar har länge använts för att rena spillvatten från hushåll och en hel del kunskap och erfarenheter därifrån har använts här. Men samtidigt finns det en hel del skillnader. Markbäddar som används för rening av spillvatten från hushåll ska rutinmässigt torka upp för att ha en stabil fosforreduktion, men detta hade varit förödande om det skett här. I så fall hade förmågan att reducera patogener antagligen helt tappats.

Eftersom det är en pågående reduktion av patogener och organiskt material kommer bädden troligen att ha fortsatt god reduktion. En mättnad av fosfor kommer naturligtvis att ske men då belastningen av fosfor är så mycket mindre än vad markbäddar för rening av spillvatten får, kan man anta att bädden kommer att fungera under en längre tidsperiod.

6 Provtagning över markbädden

6.1 Provtagningar

Totalt har 21 provtagningar gjorts under 2008, 2009 och 2010. Under 2008 analyserades vattnet med avseende på BOD₇, totalfosfor, koliforma bakterier 35 grader, E.coli 44 grader, och TOC. Under 2009 utökades analyserna med avseende på COD, silver, koppar, kvicksilver och bly.

Provtagning av vatten före markbädd sker i pumpstation medan provtagning av vatten efter markbädd sker i utgående ledning från bädden. Provtagningarna har skett som stickprovstagningar dvs. det finns ingen flödesrelaterad provtagning.

6.2 Analysresultat 2008, 2009 och 2010

Totalt har 20 analyser gjorts under de tre åren.

Tabell 6-1 Resultaten från analyserna, medelvärden av de 20 provtagningarna, maxvärden inom parentes.

Mätresultat 2008–2010	Ingående vatten till markbädd Medel (max)	Utgående vatten från markbädd Medel (max)
BOD ₇ , mg/l	< 3,0 (4,0)	< 3,0 (< 3,0)
COD, mg/l	< 30 (< 30)	< 30 (< 30)
TOC, mg/l	5,2 (8,5)	4,9 (7,6)
Totalfosfor, mg/l	0,129 (0,240)	0,036 (0,052)
Koliforma bakt, 35° C	1 146 (9000)	654 (5000)
E Coli, 44° C	< 100 (1500)	< 40 (560)
Silver, mg/l	< 0,00005 (0,0001)	< 0,00008 (0,0005)
Koppar, mg/l	0,0032 (0,0096)	0,0041 (0,0065)
Kvicksilver, mg/l	< 0,0001 (< 0,0001)	< 0,0001 (< 0,0001)
Bly, mg/l	0,00052 (0,0019)	0,00026 (0,078?)

Provtagningar har skett både under en tid då anläggningen fortfarande anpassas och förbättras och med mer stabila förhållande för bädden. Men en reduktion kan ses för alla ämnen utom för silver och koppar. För silver var den första analysen högre än de följande resultaten och för koppar kan det ofta ses en svag höjning av värdena.

Det som är värt att notera är att det är enbart enstaka tillfällen som utgående värde blir höga. För medelvärdesberäkningen har en del analysresultat inte tagits med. När det är uppenbart eller när resultaten visar på osannolika resultat har de tagits bort från beräkningen. Det gäller t.ex. för det inledande provtagning och resultatet för bly på utgående flöde. För en del analyser är resultaten lägre än detektionsnivån. I dessa fall har då detektionsnivån använts som underlag till beräkningar för medelvärdena. Detta är i och för sig inte korrekt eftersom halterna sannolikt är lägre än denna haltnivå men av försiktighetsmått har detta ändå gjorts eftersom halten kan

vara i närheten av att detekteras. På detta viset har det även byggts in ett visst mått av säkerhet i beräkningarna och bedömningarna av resultaten.

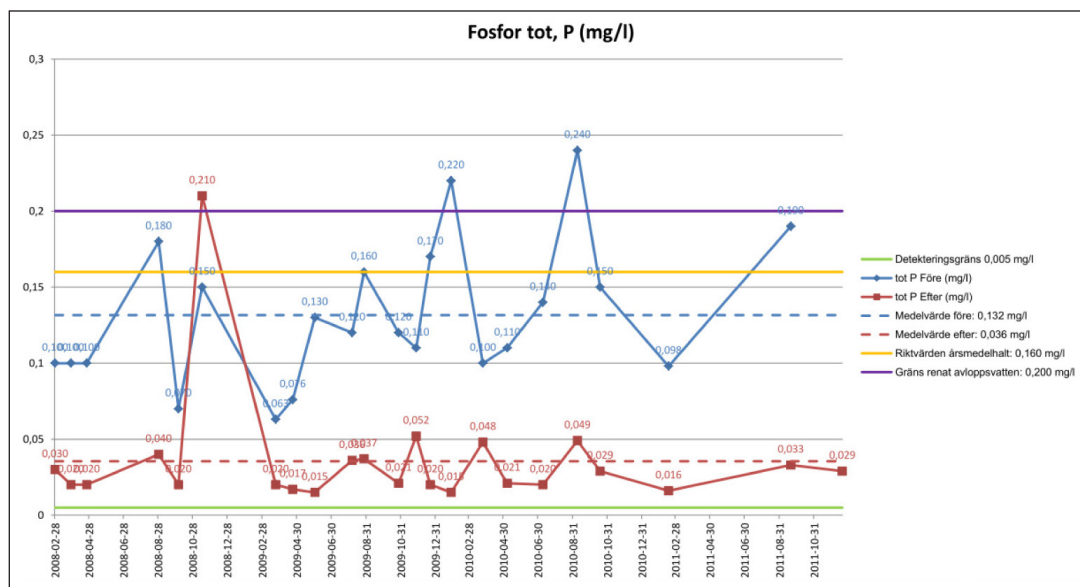
6.2.1 Syretäring

För kontroll av syretärande substans valdes att analysera både BOD_7 och TOC. Skillnaden mellan värdena kan mycket förenklat förklaras som att BOD_7 anger den biologiska syretäring som sker under sju dygn och TOC anger den totala mängden organiskt kol som i sin tur är ett mått på hur mycket syre som kommer att behövas för att bryta ner det organiska materialet. COD är ett mått på den totala mängden kemiskt syretärande material. Genomgående visas låga halter och alla utgående analyser visar på bra värden. Även belastningsmässigt visar resultatet att det är låg belastning av syretärande material.

6.2.2 Närsalter

För att få en kontroll på närsalter valdes att se på halten av totalfosfor. I vattnet som skickades till markbädden kan ses att flera prover visar på relativt höga halter dvs. så pass höga halter att det inte kan rekommenderas att det skickas obehandlat till en recipient. Utgående halter visar på reducerade fosforhalter, bädden har gett ca 75 % reduktion av fosfor. Se figur 6-1.

En provtagning 2008 visar på höjda halter men då är markbädden förhållandevis nyanlagd och erfarenhetsmässigt ger markbäddar sämre resultat den första tiden. I övrigt visar markbädden på bra värden på de utgående flödena. Utgående medelhalter för Tot-P är ca 0,036 mg/l vilket får ansas vara ett bra värde.



Figur 6-1 Provtagningsresultat av totalfosfor.

Fosforreduktionen bedöms kunna fortsätta under många år framöver. Markbädden får anses ha en kapacitet att binda fosfor under en lång överskådlig tid med tanke på den relativt låga belastning från dagens vatten i jämförelse med om t.ex. det varit en behandling av ett spillvatten.

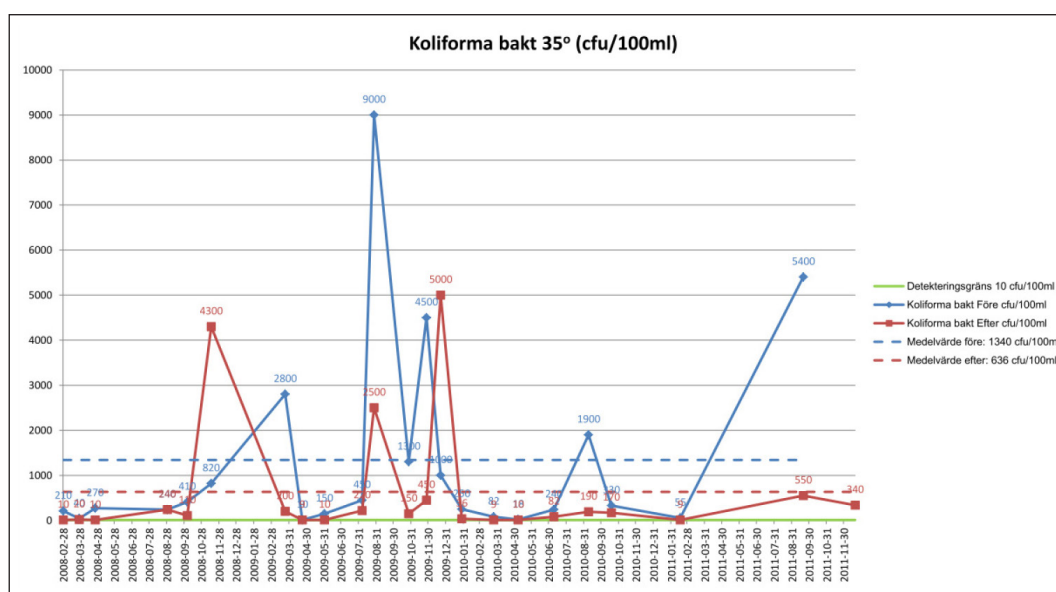
6.2.3 Patogener

För kontroll av sjukdomsalstrande organismer används en rutin för att analysera olika s.k. indikatororganismer. Förenklat kan sägas att förekommer det indikatororganismer förekommer det även andra patogener. Vilka arter det kan vara beror på vilken typ av källa eller vad som kan vara orsak till att det finns indikatororganismer i vattnet.

De indikatororganismer som analyserats är koliforma bakterier 35° och E coli 44°. Koliforma bakterier 35° indikerar någon förorenande källa som kan vara av både fekalt eller av annat ursprung. E coli 44° eller *Escherichia coli* är en fekal koliform bakterie som förekommer i varmblodiga djurs tarmflora.

För reduktionen av bakterier fodras att markbädden har varit i användning en tid så det har utvecklats en flora av liv som reducerar bakterierna. Det kan generellt ses att reduktionen av bakterier var mer stabil under 2009 och 2010 än vad den var under 2008.

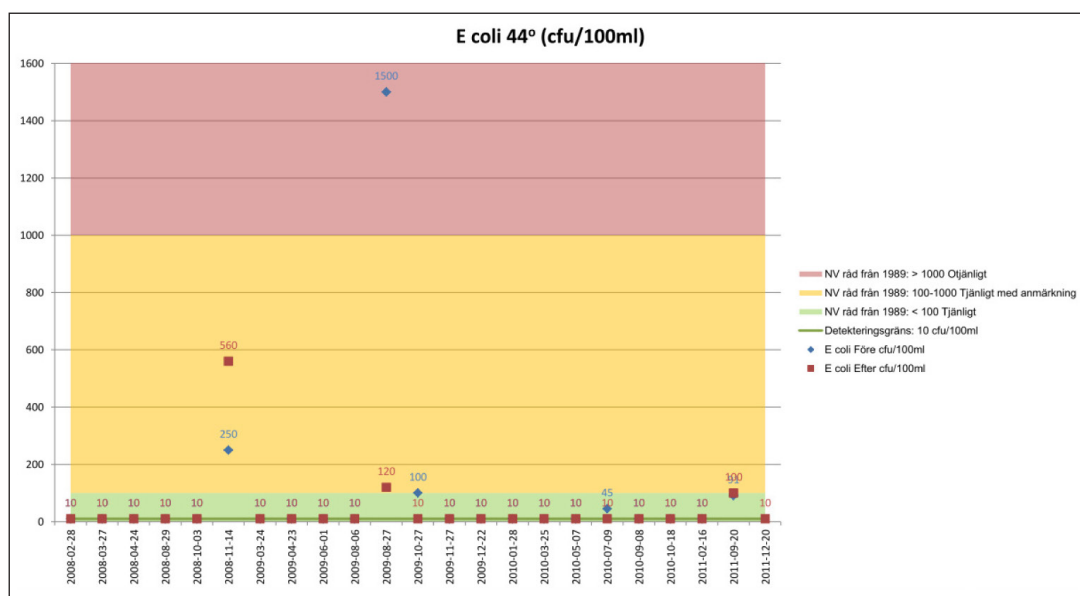
För koliforma 35° bakterier syns en betydligt större variation på inkommande halter. Under 2008 varierar halterna på utgående flöde antagligen beroende på att markbädden var ny. Men under 2009 och 2010 reduceras halterna mer stabilt, reduktionen över de bägge åren är ca 40–50 % trots en mycket varierande belastning. Se figur 6-2.



Figur 6-2 Provtagningsresultat koliforma bakterier 35°.

För de halter av E.coli som når markbädden är det svårt att se hur stor reduktionen är, oftast är halterna under detektionsnivå. Att det sker en reduktion kan ses 2009 och 2010 då halterna stiger på inkommande flöden vid tre tillfällen men vid alla tre tillfällena reducerades halterna av E. coli över markbädden. Vid ett enstaka tillfälle under 2009 och 2010 är halten av E coli 120 cfu/100ml, detta får anses som ett relativt högt värde. Se figur 6-3.

För att enklare kunna bedömma halterna på E coli och få en känsla på nivåerna har de tidigare råden om strandbad utgivna av Naturvårdsverket



Figur 6-3 Provtagningsresultat E. coli bakterier 44°.

tagits med i figur 6-3. (Strandbad, vattenkvalitet och kontroll, Allmänna råd 89:4, 1989)

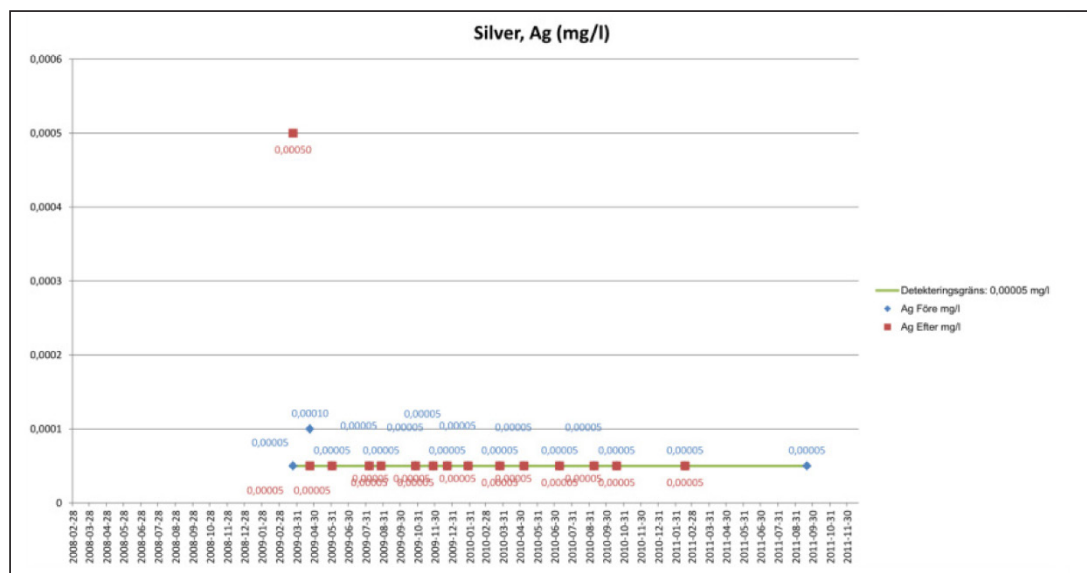
Med tanke på att den troliga källan till bakterierna är de begravningskropparna, är det klart motiverat att det sker en rening av dräneringsvattnet. Sju analyser på inkommande vatten visar på nära eller mer än 1000 cfu/ 100 ml. Det är en förhållandevis stor andel av provtagningarna. Vid tre tillfällen är det högre halter på utgående, där ett av tillfällena sker under 2008. De andra tillfällena det är högre halter på det utgående vattnet är under augusti och november månad. Det kan ses under det andra halvåret av 2009 att på det vatten som leds till markbädden är det generellt mycket högre halter av bakterier. Samtidigt ska här uppmärksammas att det sker en god reduktion under samma tidsperiod trots den höga belastningen. Det sker totalt sett under andra halvåret 2009 en halvering av bakterierna på det vatten som passerar markbädden. Det var även under denna tid relativt höga flöden.

6.2.4 Tungmetaller

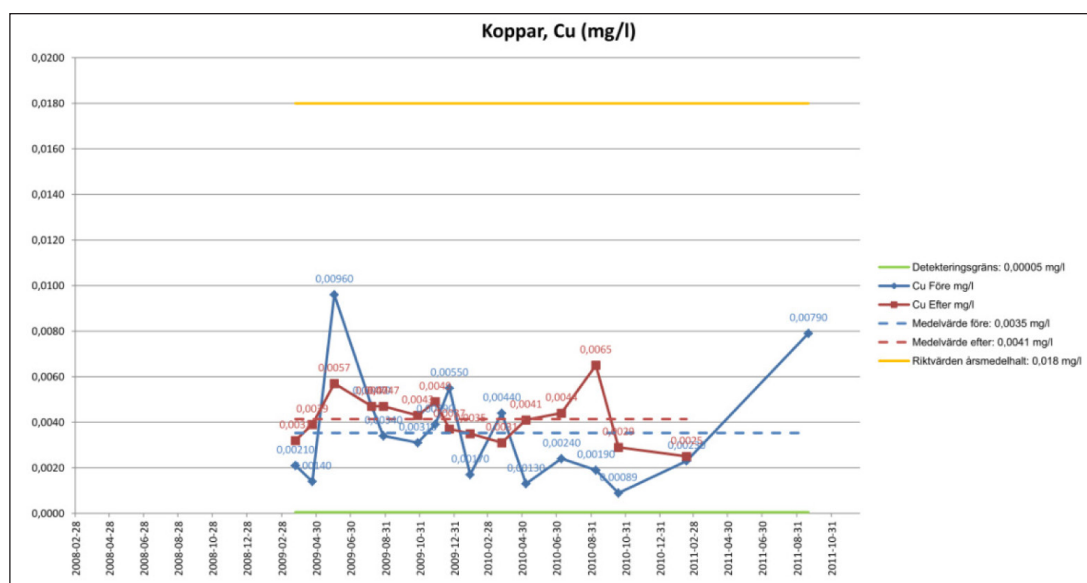
De metaller som har analyserats här är koppar, kvicksilver, bly och silver. Dessa analyser finns inte med i de ursprungliga krav som ställts från myndigheterna utan de tillkom i samband med bidrag från Svenkt Vatten och från Trollhättans kyrkogårdsförvaltning.

De mätningar som gjorts visar på generellt låga halter av tungmetaller. Dessa halter reduceras inte vad gäller kvicksilver, koppar och silver men samtidigt är inkommande halter för dessa metaller mycket låga. Det finns inte heller några extra källor av metaller inom avrinningsområdet. På Håjums begravningsplats har några av byggnaderna koppartak men dessa finns inte i närheten av området som dräneringsvattnet kommer ifrån. Se figur 6-4, 6-5 och 6-6 på nästa sida.

För bly är inkommande halter låga men samtidigt kan det ses att det sker en reduktion av halterna. Hur denna reduktion sker är svårt att bedöma, några mätningar på partikulärt bundna halter av metallerna har inte skett



Figur 6-4 Provtagningsresultat silver, Ag.

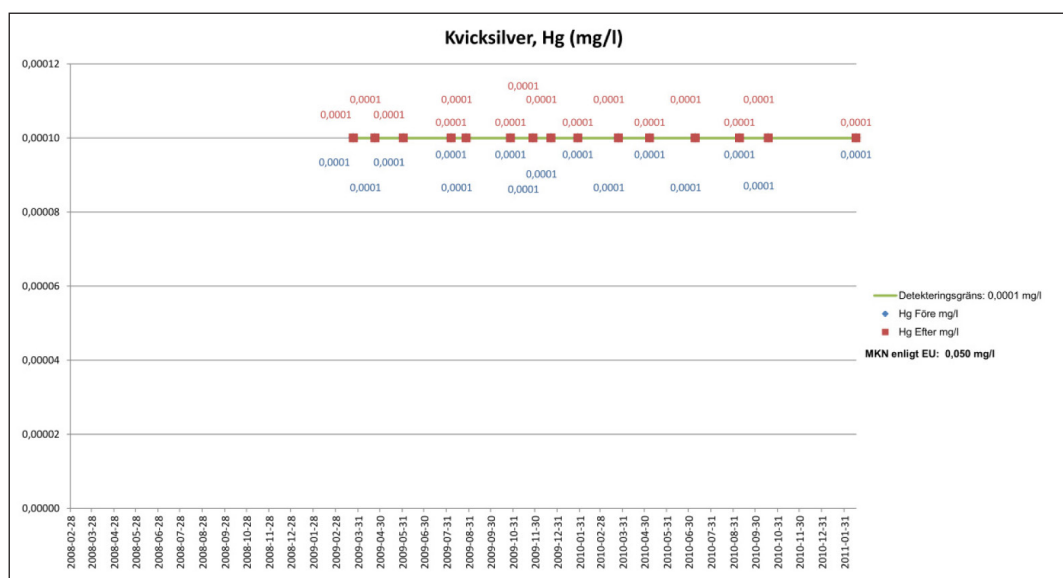


Figur 6-5 Provtagningsresultat koppar, Cu.

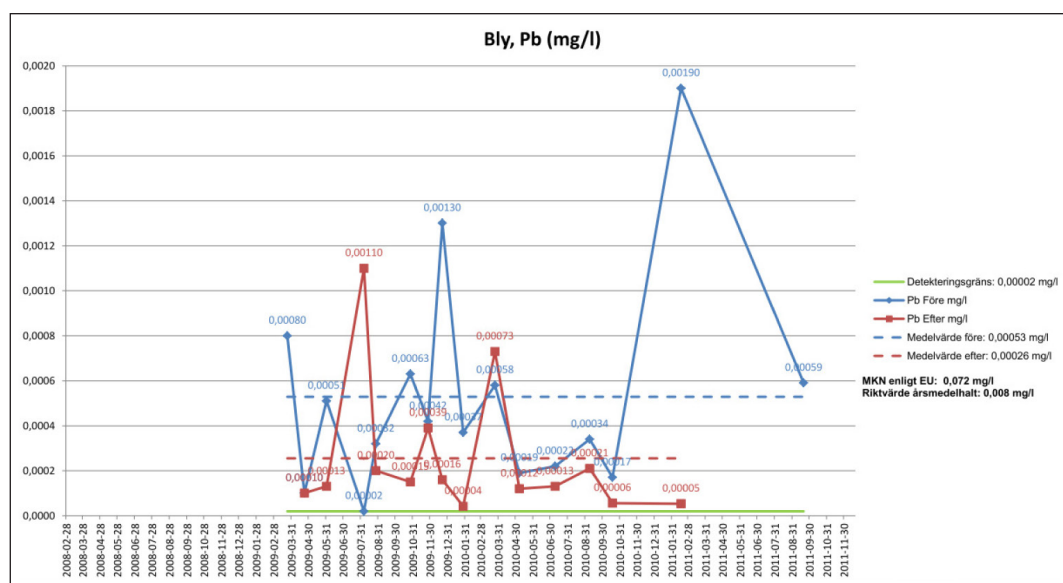
så det är svårt att utreda om det sker en direkt filtrering av partiklar med tungmetaller eller om det sker en bindning av tungmetallerna i baddens sandmaterial. Se figur 6-7.

6.2.5 Övrigt

Någon provtagning på suspenderat material har inte skett. Orsaken är att i dräneringsvatten är oftast halten suspenderat material mycket låg eftersom allt vatten som passerat jordmassor blir i någon form filtrerade och eventuella partiklar fastnar i jordmassan. I några fall kan ses att dräneringsvatten har en del partikulärt material t.ex. om järn fälls ut i dräneringsledning när grundvatten blir syresatt, oftast kan detta ses med att vattnet blir svagt brunfärgat. Men detta har inte kunnat ses i vattnet som leds till markbädden. Däremot kan det ibland ses att vattnet inte är klart, det kan jämföras



Figur 6-6 Provtagningsresultat kvicksilver Hg.



Ett mätvärde är borttaget (första efter-mätningen) för att övriga ska synas bättre. Även medelvärdet är justerat.

Figur 6-7 Provtagningsresultat bly, Pb.

med en opalisering, en mjölkskimrande grumling av vattnet. Vad denna opalisering av vattnet beror på är inte känt.

Ingen grumling eller opalisering har kunnat ses i vattnet efter att det har passerat markbädden.

6.3 Varierande reningsresultat

Några av proven uppvisar höga värden både på inkommande och utgående flöden. Detta har en koppling med tillfällen med riklig nederbörd. När det blir dygn med stora flöden på en markbädd brukar resultaten variera. Detta dels beroende på att reningseffekten går ner på grund av en högre belastning och dels beroende på att belastningen troligen inte varit jämn utan

hög i början vid nederbördstillfället och avklingande alltefter tiden går efter nederbörden har fallit.

En jämförelse kan göras med begreppet "first flush" som används vid diskussioner om dagvattenbelastning. First flush brukar förklaras med det inledande flödet som kommer vid stora nederbördsmängder. Denna inledande del av flödet har oftast ett betydligt högre innehåll av föroreningar än den avslutande delen av flödet. Görs en provtagning precis efter ett nederbördstillfälle kan det bli lite underliga värden när man gör en jämförelse mellan inkommande och utgående halter. Det kan bli så att när man provtar inkommande vatten till en reningsanläggning får man ett prov av vattnet när first flush har passerat d.v.s. det är ett betydligt renare vatten. Samtidigt har first flush flödat igenom anläggningen och nått utgående provtagningsplats när ett prov tas. Resultatet blir att det kan se ut som att halterna ut ur anläggningen är större än inkommande halter till markbädden.

Många gånger antas att sänkningen av reningsresultaten vid höga dygnsflöden beror på att de höga flödena skapar en urspolning ur markbädden. Urspolningen beror då oftast på att markbädden får för höga hastigheter på flödena. Men detta är inte troligt för markbädden på Håjum. Vattnet till markbädden beskickas med en pumpstation som ger samma flödeshastigheter på markbädden vare sig det är stora eller små dygnsflöden. Men vid stora dygnsflöden stiger belastningen av föroreningar på markbädden.

Eftersom det är mycket svårt att skapa stabila förhållande på de inkommande dygnsflödena till markbädden är de varierande reningsresultaten något som måste ingå i bedömningen av anläggningen. Samtidigt är dessa erfarenheter något som inte är typiskt bara för markbäddar utan sker för de flesta reningsanläggningar som används idag.

6.4 Utvärdering av resultaten för markbädden

Provtagningarna vid markbädden visar på att halterna av syretärande material, närsalter och tungmetaller reduceras till en låg nivå. För de indikatororganismer som provtagits visar resultaten att markbädden sänker halterna med ca 50 % över de tre åren. Det kan även tolkas som att reduktionen av bakterier blir bättre med tiden.

Analyserna på dräneringsvattnet före markbädden visar även på att det inte kan rekommenderas att detta vatten släpps orenat till dagvattennätet utan en behandling över markbädden. Detta gäller på grund av för höga halter av patogener och fosfor.

En jämförelse kan även göras för Miljökvalitetsnormerna. Om dräneringsvattnet skulle ledas direkt till Götaälv kan recipienten jämföras som ett fiskevatten med dess gränsvärden. Här skulle enbart fosforhalterna uppmärksammas med dess gränsvärde på 0,2 mg Tot-P/l. Vid några tillfällen överstiger halterna i flödet till markbädden över gränsvärdet medan vattnet efter markbädden ligger stabilt under gränsvärdet. Ingen av de uppmätta metallerna, vare sig före eller efter markbädden, går över något av de angivna gränsvärdena. Reningsresultaten kommer troligen att fortsätta för bakteriereduktionen och fosforreningen bedöms kunna fortsätta under en lång tid framöver. Analyserna på tungmetaller visar på mycket låga halter.

Eftersom det sker en del variationer på resultaten kan det vara motiverat att se på möjligheterna med en efterpolering av det renade vattnet t.ex. att anlägga en mindre våtmark efter markbädden. Syftet skulle vara att se till att det skapades en mottagande yta med en fortsatt reduktion av bakterier. Det kombinerade diket och våtmarken skulle kunna fungera både som en plats för reduktion av bakterier, vara utformad för att ge en mindre flödesutjämning och skapa en utjämning av kvalitetsvariationer. Denna åtgärd skulle kunna ge en positiv påverkan på vattenkvaliteten och därmed underlätta för att låta vattnet ledas ut till det framtida dagvattennätet. Det finns i övrigt många fördelar att kombinera markbäddar med efterföljande våtmarker. Det ger oftast en robust rening av vattnet.

Det finns flera undersökningar som visar på att våtmarker har en reduktion av kolibakterier. På Hässleholms våtmark som efterbehandlar det renade avloppsvattnet från det kommunala reningsverket sker det en reduktion av både E coli och Enterokocker över året. På sommaren är reduktionen betydligt högre än under vintern. (Hässleholms Vatten AB, 2013)

Liknande goda erfarenheter fick man vid försöken med vattenväxtodling och rotzonanläggning som tidigare fanns vid Ringsjöarna i Skåne. (Hörberg, 1991)

6.5 Övriga erfarenheter från Trollhättan

Vattnet från begravningsplatsen leds idag till ett dagvattennät som leds vidare till ett kombinerat avloppsnät. Dräneringsvattnet blandas med dagvatten och avloppsvatten och leds vidare till Trollhättans reningsverk.

Men det finns en strategi i kommunen att separera flödena så att dagvattnet inte leds till reningsverket. Därmed kommer planerna att resultera i att dräneringsvattnet inte kommer ledas till reningsverket utan ledas med dagvattenledning till slutrecipienten dvs. Göta älv. Eftersom det finns planer på att höja skyddet av Göta älv är kravet på reningsåtgärd på begravningsplatsen i Håjum helt i linje med dessa planer.

Baserat på de reningsresultat som har visats har reningsanläggningen godkänts 2013 av miljöförvaltningen i Trollhättan stad. En fortsatt kontroll ska ske av anläggningen och det ska finnas driftsinstruktioner och en gällande egenkontroll för reningsanläggningen. De reningsresultat som visats under de senare åren visar på en fortsatt stabil reduktion av patogener och fosfor.

I samband med detta arbete har diskussioner förts om det behövs någon speciell utbildning eller information för driftansvariga på Trollhättans VA-förvaltning för de pumpstationer och ledningsnät som ligger nerströms Håjums begravningsplats. Men eftersom samma höga uppmärksamhet ska gälla för bortledning av allt avloppsvatten har det ansetts inte vara nödvändigt med att göra några speciella utbildningsinsatser här. Däremot är personal uppmärksam på vilka ledningsdragningar och pumpstationer som mottager dräneringsvattnet från begravningsplatsen. Det bör däremot i framtiden, när dagvattnet har separerats från spillvattnet, göras en information till personalen som uppmärksammar vad förändringen kan innebära.

7 Avgift för omhändertagande av vatten

Det vatten som omhändertas från begravningsplatser i stadsbebyggt område får oftast kommunens VA-förvaltning ansvara för att ta emot. De begravningsplatser som finns ute på landsbygden leder oftast vattnet till en lokalt vattendrag.

Beroende på vilket vatten som leds från begravningsplatsen tas vattnet omhand på olika vis. Ofta leds dräneringsvattnet till kommunernas spillvatten men det finns även flera exempel där dräneringsvattnet leds till kommunernas dagvattennät. Ibland är det kombinerade ledningar inom begravningsplatserna men detta kan hanteras som både ett spillvatten eller som ett dagvatten utanför begravningsplatsen. Många gånger leds vattnet från en äldre begravningsplats till kombinerade ledningarna och renas på det kommunala reningsverket. Det är inte så enkelt att det kan sägas att valet beror på begravningsplatsens ålder eller hur det lokala ledningsnätet ser ut. Det är många gånger svårt att i efterhand få en klar bild över vad som styr när man beslutat att det ska ledas till spill- eller dagvattenledningarna.

Anläggande och drift av begravningsplatser finansieras av begravningsavgiften som tas ut av samtliga kommuninnevånare, vilket regleras av Begravningslagen.

Landets VA-verksamheter styrs av Lagen om allmänna vattentjänster. I denna benämns dagvatten och dränvatten från en begravningsplats som avlopp. Därmed omfattar denna lag även hantering av vatten från begravningsplatser. Den styr därmed även avgiftsuttaget.

Eftersom självkostnadsprincipen styr avgiftsuttaget gäller principen att även de kostnader som VA-verksamheten har för att ta emot vatten från en begravningsplats ska täckas av avgifter. Kostnaderna för att ta hand om vattnet kan variera för de olika begravningsplatserna, eftersom tillgång på lediga ytor, kapacitet på det lokala ledningsnätet och på reningsanläggningen, kan variera stort.

För att begränsa kostnaderna bör flödena reduceras. Bäst är om man låter kyrkogårdsförvaltningarna själva försöka lösa hanteringen, eftersom det ofta finns lediga ytor på begravningsplatserna som kan användas för fördröjning och infiltration av vatten. Det bör vara billigast i längden för kyrkogårdsförvaltningen och enklast för VA-verksamheten att låta vattnet så långt möjligt hanteras inom begravningsplatserna.

Det bör alltid strävas mot lokala lösningar som kan hantera vattnet på ett bra miljömässigt vis och ett hygieniskt säkert sätt. Driften av ett kommunalt reningsverk blir inte enklare om det tvingas ta emot ett utspätt och relativt kallt dräneringsvatten från den lokala begravningsplatsen vid nederbördstillfällen.

8 Erfarenheter från VA-verksamheter i Sverige

För att få en uppfattning av hur vatten från begravningsplatser behandlas idag av de olika VA-förvaltningarna skickades i samarbete med Svenskt Vatten ut en enkät till Sveriges samtliga 290 kommuner. Efter påminnelse inkom svar från sammanlagt 60 av dem vilket motsvarar en svarsfrekvens på ca 20 %.

Svar inkom från alla län utom Gotland och Gävleborg. De deltagande var kommuner av varierande storlek, från ca 5 000 invånare till ca 800 000. 18 av dem hade mer än 50 000 invånare, 19 av dem hade mindre än 15 000 invånare. Av de inkomna svaren fanns det en god spridning på kommunernas invånarantal.

Frågorna som ställdes var följande:	Ja	Nej	Vet ej
Finns det någon begravningsplats inom ert verksamhetsområde?	57	2	1
Tar ni emot något vatten från någon begravningsplats?	35	18	5
Finns det någon uppdelning på t.ex. dräneringsvatten och dagvatten från begravningsplatsen?	15	20	21
Om ni tar emot något vatten ansluts det till ert spillvattennät eller dagvattennät?			
Om ni tar emot något vatten har ni haft någon kontroll eller undersökning (ex via flödesmätning eller provtagning) på detta vatten?	3		
Om det sker, vilken kontroll/undersökning gör ni i så fall?			
Har ni haft någon utbildning eller diskussion om miljömässiga, tekniska, säkerhetsmässiga eller etiska frågor om att ta emot vatten från begravningsplatser?	4		
I så fall vad har utbildningen eller diskussionen gällt?			
Om ni tar emot vatten, har ni pågående eller fortlöpande kontakter med förvaltningen för begravningsplatsen?	2		
Om ni tar emot vatten från begravningsplatserna får ni ersättning för detta?			
Om ni får ersättning regleras det via avtal med förvaltningen för begravningsplatsen eller genom er VA-taxa?			

Svarsalternativen var Ja/Nej/Vet inte. Några valde att svara med kommentarer där det behövdes mer uttömmande svar.

Av enkätsvaren framgår att 57 kommuner har en eller flera begravningsplatser inom sitt verksamhetsområde (två angav att de inte hade någon, en visste inte).

Av de aktuella kommunerna angav 35 att de tog emot vatten från en eller flera begravningsplatser. Det var 18 kommuner som inte tog emot sådant vatten, medan fem inte visste.

På 15 kommuner var vattnet från begravningsplatserna uppdelat på dräneringsvatten och dagvatten från någon av begravningsplatserna inom verksamhetsområdena. 20 av dem (vilket motsvarar ca 1/3 av de svarande) hade inte en sådan uppdelning, och ungefär lika många visste inte det fanns någon uppdelning.

I fråga 4 borde svarsalternativen ha sett annorlunda ut, eftersom det hade varit intressant att veta om vattnet anslöts till spillvattennätet eller dagvattennätet. Många hade dock specificerat vilket av dem som avsågs. Fem av kommunerna angav specifikt att en del av vattnet gick till spillvattennätet,

13 till dagvattennätet och två meddelade att det från några begravningsplatser gick vattnet till det kombinerade nätet.

Två kommuner hade någon form av kontroll eller undersökning av vattnet (samt en som tidigare har gjort sådana kontroller). Det var endast en uppgiftslämnare som meddelade vilka kontroller/undersökningar som gjordes. På denna plats var det metaller och bakterier som mättes.

I fyra kommuner har man haft utbildning eller diskussion om de olika aspekterna med att ta emot vatten från begravningsplatser. Utbildningen/diskussionen hade då gällt diskussion om utsläpp till recipient (vilket lett till omledning till spillvattennätet), miljömässiga diskussioner, diskussion som lett till rening av dagvatten, samt diskussioner rörande obehagskänsla vid hantering och diskussioner om att undvika att komma i kontakt med vatten.

Det var endast två kommuner som meddelade att man hade pågående eller fortlöpande kontakter med förvaltningen för begravningsplatsen.

Två kommuner angav att de hade ersättning som reglerades enligt särskild taxa, medan 15 följde sin VA-taxa och en kommun hade en överenskommen dagvattenavgift.

Flera kommuners VA-förvaltningar ringdes upp för att få en bättre bakgrund till de svar som getts.

- Flera VA-förvaltningar kunde berätta att de försökt få till stånd en ekonomisk överenskommelse med kyrkogårdsförvaltningen men att den stoppats upp av "politiska skäl".
- Flera kommuner hade startat diskussioner och var på väg att få fram överenskommelser.
- Ofta angavs skäl som att de inte kunde prioritera begravningsplatserna i sin hantering och att mer viktiga frågor behövde lösas.
- Ofta var kunskapen låg om hur vattenhanteringen fungerade på begravningsplatserna vilket erkändes under samtalen.
- En erfarenhet var att vid kontakterna med kyrkogårdsförvaltningarna visade de oftast en god vilja att ta sitt miljöansvar med olika åtgärder.
- Rutiner för samarbetet med kyrkogårdsförvaltningarna saknades. Ibland var det kommunernas miljöförvaltningar som medverkade i kontakterna.

Sammanfattningsvis kan ses att kunskapen om vattenhanteringen inom begravningsplatserna är relativt låg för de svarande. Flera VA-förvaltningar tar emot vatten från begravningsplatser där det upplevs att det inte sker en tillräcklig kostnadstäckning av deras hantering av dränvattnet. Alltefter som dagvattenpolicys skapas och dagvattentaxa tas ut inom kommunerna har det förenklats för VA-förvaltningarna att ta ut en ersättning. I de fall att dräneringsvattnet leds till avlopps- eller kombinerade ledningar till det kommunala reningsverket upplevs det vara svårare att ta ut en mer skälig ersättning.

Det kan konstateras att det finns många anledningar till ett ökat samarbete mellan VA-förvaltningarna och Kyrkogårdsförvaltningarna i en kommun. Det skulle antagligen kunna ge bägge parter flera fördelar.

9 Råd och anvisningar

9.1 *Förslag till anvisningar vid planering inför en ny begravningsplats eller vid expansion av en existerande begravningsplats*

Vid etableringen av nya begravningsplatser eller vid expansion av en begravningsplats bör ett mer omfattande utredningsarbete ske av vattenhanteringen. En genomgång av de geologiska förutsättningarna med tyngdpunkt på de geohydrologiska förhållanden måste ske. Längre mätningsserier måste göras där grundvattenytans pendlingar över året ska registreras.

Om det visar sig att det krävs en aktiv dränering har man samtidigt skapat krav på skyddsåtgärder och kostnader för kyrkogårdsförvaltningarna för åtskilliga år framåt i tiden. Dessutom kan man anta att myndigheterna kommer att betrakta dessa åtgärder som en vattenverksamhet enligt Miljöbalkens 11 kap. Kraven kommer då att öka för kontroll och uppföljning av dessa anläggningar.

Utgå ifrån att dräneringsvattnet och dagvattnet ska samlas upp i separerade ledningssystem.

Belastningen på grundvattnet och dräneringsvattnet är beroende av hur stor begravningsplatsen kommer att bli. Hur många begravningar kommer det att ske över ett år? Ska det finnas några ytor i beredskap för att kunna ta emot flera avlidna samtidigt t.ex. vid en katastrof? Gör en beräkning av närsaltbelastningen och en bedömning av belastningen av patogener.

Spridningsmodeller för grundvattnet bör tas fram där uppehållstider och grundvattenflöden blir tydliga. Hur lång tid tar det innan vatten från olika delar av begravningsplatsen når en recipient?

Är recipienten ett öppet vattendrag och/eller grundvatten? Hur används recipienten idag och hur känslig är den?

Finns gamla dräneringsledningar inom begravningsplatserna? Hur påverkar det grundvattenflödena och uppehållstiderna?

Vilka miljö- och hälsomässiga risker kan ses i detta inledande skede?

Kan WHO:s regler för begravningsplatser följas på den nya begravningsplatsen?

Är kommunens VA-förvaltning informerad om planerna på en ny eller utökad begravningsplats?

Finns det kommunala eller enskilda vattentäkter nerströms begravningsplatsen? Kommer vattentäkternas skyddsområden att i framtiden närma sig begravningsplatsen eller kanske tvärtom?

Ska begravningsplatsen placeras intill en kommunal avloppsanläggning kommer krav på ersättning för dagvatten att uppstå. Kan det vara möjligt att begravningsplatsen kan lokalt omhänderta eller utjämna dagvattnet? Vilka flöden av dagvatten kommer uppstå vid dimensionerande nederbördstillfälle? Vilken recipient har det kommunala dagvattennätet? Hur ser dagvattennätet ut idag och vilka planer finns det för framtiden?

Finns det ett behov av rening av dräneringsvattnet? Går det att lösa inom begravningsplatsen? Eller ska det ledas till det kommunala reningsverket? Vilka dimensionerande flöden av dräneringsvatten kan uppstå?

Eftersom en begravningsplats kommer att finnas kvar under en mycket lång tid bör man även se på framtida scenarior och t.ex. även se vilka konsekvenser en klimatförändring kan ge. Större nederbörds mängder ger större grundvattenflöden som även kortar ner uppehållstiden för grundvattnet inom en begravningsplats. Hur påverkas ovan nämnda frågor vid en framtida större nederbörd?

Vilka andra aktiviteter och byggnader ska finnas på begravningsplatsen?

Grönplaneringen för en begravningsplats är även viktig för hur vattenhanteringen blir. En mer naturliknande begravningsplats med inslag av mycket träd kan minska på volymerna av påverkat vatten och förlänga uppehållstiderna. En sådan bedömning bör alltid ingå vid planeringen och utredning av nya begravningsplatser.

Se över hur den framtida driften med vattenhanteringen på den nya begravningsplatsen kan göras. Här kanske det kan utvecklas ett större samarbete mellan VA-förvaltning och kyrkogårdsförvaltningen.

9.2 Dagens existerande begravningsplatser

På dagens existerande begravningsplatser bör det göras ett inventerings- och utredningsarbete så att följande frågor kan besvaras;

- Hur ser de geohydrologiska förhållandena ut inom begravningsplatsen?
Finns det någon kunskap om hur det var före begravningsplatsen anlades?
- Hur ser belastningen ut inom begravningsplatsen?
- Kan WHO:s regler för begravningsplatser följas idag?

Följande frågor bör ställas av förvaltningarna vad gäller hanteringen av dagvatten och dräneringsvatten;

- Är allt vatten blandat eller kan det göras en separering av dräneringsvatten och dagvatten?
- Har förvaltningen en god kontroll över sitt ledningsnät och dräneringsledningar?
- Finns det en god kontroll över vilka aktiviteter som sker eller kan ske på de ytor som dräneras?
- Vad sker på de ytor där det avleds dagvatten från?
- Hur rör sig grundvattnet över begravningsplatsen och vilka variationer har grundvattenytan?
- Vart leds vattnet idag?
- Finns det dräneringsledningar bör man göra en bättre uppföljning av vad som sker vid nederbörd och vid tillfällen med höga grundvattennivåer.
- Går det att göra åtgärder som minskar flödena eller ökar uppehållstiderna för både dagvattnet och dräneringsvattnet innan det leds ut från begravningsplatserna?
- Är det rätt kommunalt ledningsnät som tar emot dräneringsvattnet och dagvattnet? Har en riskvärdering gjorts? Vilka flöden leds ut till det kommunala nätet? Planeras det förändringar inom begravningsplatserna som kan påverka flödesbilden?

- Hur ser eventuella risker ut för personal som sköter ledningsnät och andra anläggningar som tar emot vattnet?
- Behövs det rening? Provtagningar och en bedömning av riskerna kan relativt snabbt ge en bättre kunskap om eventuella miljö- och hälsorisker. Provtagningar av dränvattnet måste ske mer regelbundet så alla årstider och vädertyper täcks in. Enbart enstaka provtagningar kan ge en helt felaktig bild av dränvattnets kvalitet.
- Är ersättningsnivån skälig till VA-förvaltningen? Följs gällande taxa enligt kommunens ABVA och VA-taxa? Finns det ekonomisk motivering för kyrkogårdsförvaltningen att förbättra sina utsläpp av vatten?
- I de fall vatten leds ut till egen recipient. Hur ser recipienten ut? Kan både grundvatten och ytvatten vara recipient? Hur känslig är den och vilka risker finns det med att människor kan komma i kontakt med vattnet?
- En riskvärdering bör även göras för dagens anläggningar med hänsyn till klimatförändringar och övriga kunskaper om höga flöden i närliggande vattendrag och eventuella översvämningsrisker. Hur klarar dagens anläggningar ett förändrat klimat?

9.2.1 Generella förslag

Dagvattnet som formellt tolkas som ett avloppsvatten enligt miljöbalken behöver inte vara någon miljörisk. Finns det ingen askspredning över ytorna är det svårt att se några speciella risker med dagvattnet. Speciellt i de fall som förvaltningen av begravningsplatsen bestämt att helt undvika bekämpningsmedel vid driften av deras ytor och där det inte finns några koppar- eller blytak på byggnaderna.

Om det utförs olika åtgärder för att säkra dagvattnet borde det i flera fall kunna jämföras som vilket annat normalt dagvatten. På så vis skulle stora flöden av dagvatten inte behöva ledas till reningsverken. Detta kan även ekonomiskt motivera förvaltningen av begravningsplatsen att genomföra praktiska åtgärder på deras anläggningar. Ett skifte från avloppstaxa till dagvattentaxa kan ge stora besparingar.

En bättre formell juridisk uppdelning bör av dessa skäl göras av vattnet som leds ut från en begravningsplats. Skillnaderna mellan ett dagvatten och ett dräneringsvatten kan vara mycket stora. Att ställa krav att ett dagvatten ska hanteras som ett spillvatten gynnar varken kommunernas VA-verksamhet, förvaltningarna av begravningsplatserna eller miljön.

Om det finns vattentäkter nerströms begravningsplatserna måste utredningskraven skärpas. På flera begravningsplatser finns det en förberedelse att kunna ta emot flera avlidna vid en katastrof eller under krigstid. Detta är troligen inte känt vilka konsekvenser detta kan ge för nedströms liggande vattentäkter. Ofta är detta inte heller känt vid planering av beredskap för de vattentäkter som ligger nerströms en begravningsplats. Man bör här även komma ihåg att krematorierna i Sverige har en begränsad kapacitet och kan inte ta emot det stora antal av kroppar som en katastrof kan orsaka.

Det bör även ses över hur utvecklingen och framtiden ser ut för begravningsplatserna. Detta kan även ge en tydligare bild av hur driften av begravningsplatsen kommer att bli i framtiden. Även vilka krav som kan ställas i framtiden.

En fortlöpande kontakt mellan kyrkogårdsförvaltning och VA-förvaltning erfordras. Bägge parter vinner på att det finns ett bättre utbyte av kunskap och ett samarbete. Kommunernas drift och skötsel av ledningsnät och pumpstationer kan vara mycket värdefullt att ta till sig för kyrkogårdsförvaltningen. Personalen på en kyrkogårdsförvaltning har även en imponerande kunskap att kunna driva och sköta stora områden med höga krav på skydd av natur- och kulturvärden.

10 Litteraturförteckning

- (1989). *Strandbad, vattenkvalitet och kontroll, Allmänna råd 89:4*. Naturvårdsverket.
- (2001). *Kirker og kirkegarde*. Kirkeministeriet, Danmark.
- (2004). *Assesing the groundwater Pollution potential of cemetery developments*. Environment agency UK.
- (2009). *Miljöpåverkan vid askspridning i minneslundar*. Svenska kyrkans Församlingsförbund och Stockholms stad.
- Aysel Uslu, E. B. (2009). *Ecological concerns over cemeteries*. Ankara university, Agriculture Faculty.
- C P Young, K. M. (2002). *Pollution Potential of Cemeteries*, R&D Technical Report P223. Environment Agency.
- Engelbrecht, J. F. (1998). *Groundwater pollution from cemeteries*. Groundwater Group, Cape Water Programme.
- Environment agency. (2004). *Assesing the groundwater pollution potential of cemetery developments*. Bristol: Environment agency, England and Wales.
- F Ekelund, R. R. (2001). *Distribution with depth of protozoa, bacteria and fungi in soil profiles from three Danish forest sites*. University of Copenhagen.
- Hässelholms Vatten AB. (2013). *Magle våtmark. Sammanställning av mätdata*.
- Hörberg, K. o. (1991). *Snogeröds VVO-anläggning*. Kalmar: K-Konsult.
- Noah Fierer, J. P. (2003). *Variations in microbial community composition through two soil depth profiles*. Department of Ecology, University of California, Santa Barbara.
- Northern Ireland Environment Agency. (2009). *Cemeteries, Burials and the Water Environment*. Northern Ireland Environment Agency.
- Ridderstolpe, P. (2009). *Markbaserad rening. En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov*. Länsstyrelserna, Stockholm, Västra Götaland, Skåne.
- Sable Guttman, J. W. (2011). *"Til death do we pollute and beyond" The potential pollution of cemeteries and crematoriums*. Trent University.
- Scottish Environment Protection Agency and Sustainable Development, Scottish Offic. (1996). *Environmental policy number 19-Groundwater protection policy for Scotland-Cemetery development and Green burial*. Scottish Environment Protection Agency and Sustainable Development, Scottish Office.
- Ulf von Brömsen, Paul Heinrup, Sven Hoffner, Jan Rennerfelt. (1982). *Begravningsplatser – förekomst och transport av tungmetaller och sjukdomsalstrande mikroorganismer*. Solna: Statens Naturvårdsverk.
- Wahlund, F. (2011). *Kistbegravning – en miljörisk – en studie av kvaliteten på dränvattnet från Östra kyrkogården i Malmö*. Miljö- och hälsoskydd, Lunds Universitet.

WHO Regional office for Europe, European Centre for Environment and Health. (1998). *The impact of cemeteries on the environment and public health*. WHO Regional office for Europe, European Centre for Environment and Health.



Box 14057 • 167 14 Bromma
Tfn 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se