

IDENTIFIERING AV SKYDDSVÄRDE OCH SKADA HOS VATTENFÖREKOMSTER I SAMBAND MED FÖRORENINGSPÅVERKAN

Identification of protective value and damage of waters,
caused by contaminating substances

av NINA RUNVIK¹ och KENNETH M PERSSON²

1 Reinertsen Sverige AB, Österg. 18 Malmö
e-post: ninarunvik@hotmail.com

2 Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet
e-post: Kenneth_M.Persson@tvrl.lth.se



Abstract

Uncontaminated water is essential for life. That is a fact that ought to be a sufficient argument for groundwater aquifers and surface water resources to be considered as worth protecting from contamination. Despite this, numerous of contrarious interests exist that might lead to contamination of water. In this article it is discussed, that the type of reasoning and legislation that should be used in order to decide the protective value of ground-water or surface water varies depending on how the water is used or is going to be used. Furthermore, the protective value depends on whether or not any valuable ecosystem has been identified to be in or in connection with the water resources. A correct evaluation of any damage caused by contamination should be made by measuring the deviation from the normal state, rather than measuring the concentration of a certain substance. It is in practice only relevant to measure damage of objects and organisms that have a protective value. Since the definition of protective value differs, also the purpose of protecting the water resources varies. Therefore, the definition of damage varies from case to case causing inconsistent baseline information to be produced and confusing the priorities when deciding on protective values for water resources.

Key words – damage, surface water, ground water, protective value, worth to preserve, contaminating substances, The Water Framework Directive 2000/60/EG, ecosystem services, aquifers, drinking water

Sammanfattning

Okontaminerat vatten är grundläggande för allt liv. Det borde i sig vara ett tillräckligt motiv för att vattenförekomster ska vara skyddsvärda. Trots det finns det en mängd motstridiga intressen som medför att vattenresurser förorenas. Denna studie visar att typen av resonemang och lagstiftning som ska användas för att bestämma en vattenförekomsts skyddsvärde varierar, beroende på hur dess vatten används eller kan komma att användas. Dessutom beror vattenresursens skyddsvärde på om något skyddsvärt ekosystem har identifierats i eller i anslutning till den. En riktig bedömning av skada bör göras genom att mäta vilken avvikelse från normaltillståndet som kontaminering medför, snarare än genom att mäta koncentrationen av en viss substans. Det är bara relevant att mäta skador på sådant som är skyddsvärt. Eftersom definitionen av skyddsvärde kan variera, skiljer sig också syftet med att skydda vattenförekomsten åt. Därmed är även definitionen av skada olika från fall till fall. Det medför att bakgrundsdata varierar för olika vattenresurser och att prioriteringen skiljer sig åt mellan olika vattenresurser vid bedömning av skyddsvärde.

Inledning

Hur påverkan på grund- och ytvattenförekomster ska kvantifieras är i regel svårbedömt, eftersom deras egenskaper varierar mycket från objekt till objekt. Bland annat varierar de akvatiska systemens robusthet mot skada orsakad av föroreningar. Dessutom skiljer sig redan förekommande bakgrundskoncentrationer åt från plats till plats. Bedömning av en vattenförekomsts skyddsvärde är också svår att göra, eftersom det är ett begrepp som varierar beroende på vilket användningsområde den har. Begreppen skyddsvärde och skada på skyddsvärda objekt är centrala frågor vid bedömning av risker orsakade av förorenande substanser. Trots detta saknas det, i den allmänna debatten, en diskussion om hur skyddsvärde och skada hos yt- och grundvatten ska bedömas. I denna studie kommer dessa frågor därför att utredas.

Frågeställningar

De frågeställningar som främst ska besvaras är:

- Hur definieras skyddsvärde, vad gäller yt- och grundvatten?
- Hur definieras och mäts skada på yt- och grundvatten, orsakad av förorenande substanser?

Metod

För att kunna definiera begreppen skyddsvärde och skada på vattenförekomster studerades hur olika källor bedömer frågan. En omfattande litteraturstudie av publicerade forskningsartiklar och rapporter har genomförts, framför allt i ämnet risk- och sårbarhetsanalys av grund- och ytvatten samt deponier. Även lagtexter och EU-förordningar samt riskanalysmetoder av relaterade områden, exempelvis MIFO (Metodik för Inventering av Förorenade Områden), som behandlar förorenad mark, har studerats.

Värde av grund- och ytvatten

Grundvattnets största värde ur mänsklig synpunkt är att det kan användas för exempelvis dricksvatten, konstbevattning och i industriella processer. Ytvatten har ett mera komplext användningsområde än grundvatten. Förutom att vattnet kan användas på samma sätt som grundvatten, har det även estetiska och rekreationsmässiga värden.

Ett fungerande ekosystem är viktigt för att vattenkvaliteten ska bibehållas (Cairns et al., 1995). Förmågan att omhänderta föroreningar som läcker ner i grundvattenzonen och i ytvattenförekomster minskar drastiskt om

vattnets ekosystem är skadat. Biologisk nedbrytning är det vanligaste degraderingssättet för kemikalier i vattenlösningar i naturen (Schnoor, 1996). Exempelvis katalyseras reaktioner, vilka kräver en hög aktiveringsenergi, av mikroorganismer. Sådana reaktioner kan därmed ske endast om mikrofloran är närvarande (Nilsson et al., 2007).

Utöver vattenkvalitetsaspekten finns det ett biologiskt egenvärde att bevara och skydda de akvatiska ekosystemen. För de flesta människor är emellertid den ekosystems-service som ett fungerande ekosystem ger det mest betydelsefulla skälet till att ekosystem bör skyddas (Cairns et al., 1995).

Ekosystem i grund- och ytvatten

Den biologiska sammansättningen i grund- och ytvatten är i huvudsak en funktion av den kemiska miljön. Det omvända förhållandet gäller emellertid också – den kemiska vattensammansättningen är beroende av att de akvatiska ekosystemen är i balans. Ett viktigt mått på ekosystemets status är att studera dess funktioner. En indikator på det är energiomsättningen i systemet. Energiomsättningen kan mätas i primär- och sekundärproduktion, respiration eller nedbrytningshastighet (Cairns et al., 1995). Cirkulationen av organiskt kol – kvoten mellan primärproduktion och sekundärproduktion – är exempelvis väldigt viktig, eftersom en störning i denna cykel är en indikation på obalans i systemet.

Biodiversitet är ett betydelsefullt mått på ett ekosystems struktur. Det brukar sägas att systemets intrigetet måste behållas – strukturen kan inte förändras för mycket utan att dess funktion tar skada (Cairns et al., 2005). Enligt Hooper et al. (2005) har både teoretiska och experimentella studier visat att ett ekosystems egenskaper är beroende av biodiversiteten. Det beror på att ett ekosystem är beroende av att de funktioner som uppfylls av olika arter inte rubbas. Om de gör det kan ekosystemet inte fungera normalt. Därför är en skev ekosystemstruktur ett tidigt tecken på skada.

Ju större biodiversitet, desto mer robust är normalt ett ekosystem, eftersom det finns en större »buffert» i systemet (Hooper et al., 2005). Peterson et al. (1998) beskriver hur arter i ett ekosystem verkar och interagerar enligt en skalenlig struktur, vilket gör att ekosystemfunktionerna fungerar. En hög robusthet kännetecknas enligt Peterson et al. (1998) av att varje funktion uppfylls av flera arter, vilka verkar delvis oberoende av varandra. Om det finns flera arter på varje trofinivå, kommer störningarna på systemet som en minskning av förekomsten av en art medför att bli mindre, eftersom andra arter då kan kompensera för förskjutningen. Denna struktur kallas tvärskalig robusthet (Peterson et al., 1998).

Skyddsvärde, sårbarhet och skada vid miljöriskanalyser

Miljö- och hälsoriskanalyser är i princip likartat uppbyggda, men miljöriskanalyser är generellt sett mera komplexa än hälsoriskanalyser. Orsaken till det är att de slutlägen (endpoints) som måste beaktas är många fler i en miljöriskanalys. Vid en hälsoriskanalys måste hänsyn bara tas till humana effekter. I en miljöriskanalys behöver hänsyn tas till en mängd olika spridningsscenarioer och till både direkta och indirekta effekter på olika nivåer (Suter II, 1995).

Hur ett skyddsvärde ska definieras beror på vilken typ av slutläge det handlar om, men dess värde måste alltid kunna motiveras. Ett skyddsvärt objekt eller organism måste vara relevant antingen ur ett biologiskt eller ett samhällsligt perspektiv. Värdering av skyddsvärdet kan göras genom att beakta nyttoaspekter som handelsvärde, rekreation och ekosystemservice eller genom att ta hänsyn till icke nyttoaspekter som estetiska, kulturella eller rent vetenskapliga värden. Att en skogsbäck ger tillfällen till rekreation, samtidigt som den är biologiskt viktig är ett exempel på att det kan finnas flera orsaker till att vattenförekomster ska skyddas (se figur 1). Ett skyddsvärde kan definieras på flera olika nivåer; allt ifrån en hel nationalpark till en enskild population kan vara skyddsvärda. Att ett område anses vara känsligt beror på att det är skyddsvärt eller på att skyddsvärda objekt eller organismer finns i området (Suter II, 1995).

Risken för att ett skyddsvärt objekt ska skadas måste dessutom vara kommunicerbar. Skadan som det finns en risk för måste vara mätbar, eftersom det inte är någon mening med att uppskatta risken för något om det är

okänt hur händelsen ska registreras (Suter II, 1995). Indikatorer på skada ska vara generella, lättförståeliga, känsliga och relevanta (Cairns et al., 1995).

Skyddsvärde hos grund- och ytvatten

I tabell 1 redovisas förekommande definitioner av sårbarhet och skyddsvärde. En vattenförekomst anses inte ha ett skyddsvärde i sig. I stället är det de objekt, människor eller andra organismer som står i förbindelse med vattnet som gör det skyddsvärt. Dock finns det en röd tråd i vad som anses göra en vattenförekomst skyddsvärd; skyddsvärdet baseras på källornas intresseområden. Generellt sett gäller det att de internationella organisationerna WHO och FN, vilka har fokus på skydd av mänskligheten, lägger tyngdpunkten på skydd av människans hälsa. På europeisk och, framför allt, på nationell nivå är skälen till vattenskydd å andra sidan inte enbart att skydda människans hälsa och bibehålla vatten med god dricksvattenkvalitet. Enligt dessa källor finns det även miljömässiga orsaker till att vattenförekomster anses vara skyddsvärda. Avfall Sverige har andra utgångspunkter än Naturvårdsverket. Detta är dock inte så konstant, men måste beaktas då skyddsvärdet ska formuleras.

Skada på grund- och ytvatten

Tabell 1 visar tydligt att det främst är riktvärden av olika slag som används som definition av skada på grund- och ytvatten. Riktvärdenas syfte varierar emellertid. Precis som för skyddsvärde, finns det ett visst samband mellan hur bedömning av skada görs, och det ansvarsområde

Figur 1. Värdering av skyddsvärdet kan göras genom att beakta nyttoaspekter som handelsvärde, rekreation och ekosystemservice eller genom att ta hänsyn till icke nyttoaspekter som estetiska, kulturella eller rent vetenskapliga värden. Denna skogsbäck ger både tillfälle till rekreation för besökare och är biologiskt viktig.



Tabell 1. Sammanfattning av hur de olika studerade källorna bedömer skyddsvärde, skada och sårbarhet på grund- och ytvattenförekomster.

Källa	Definition av skyddsvärde	Definition av sårbarhet	Definition av skada
WHO	Människors hälsa	Förekomst av exponeringsvägar till grundvatten	Överskridande av riktvärden för dricksvattenkvalitet
FN	Vattnet ska kunna användas till det syfte det är tänkt Ekosystemservice ska fungera	Ett ekosystems förmåga att motstå negativa effekter orsakade av förorenande substanser	För skydd av människor: Överskridande av riktvärden som baseras på vattnets användningsområden För skydd av ekosystem: Överskridande av bakgrundshalter
Vattendirektivet (2000/60/EG) och dess implementeringar i svensk lagstiftning	Områden som är opåverkade av mänsklig aktivitet samt områden som är ekologiskt känsliga	Ej definierat	En mängd olika kvalitetsfaktorer måste uppfyllas, avvikelser från det normala som är större än »måttliga» medför att vattnets status är dålig
Naturvårdsverket	Beror på markanvändning och på ekosystemets egenskaper	Beror på sannolikheten för att exponering ska ske	»Oönskade effekter» för människor på individnivå Ekosystemfunktionen påverkas
Sveriges Geologiska Undersökning	Värdet på en grundvattenakvifär beror på dess egenskaper, om vattnet används för vattenförsörjning och om grundvattnet påverkar omgivande naturmiljö	Beror på spridningsförutsättningarna i den omgivande marken	Om de krav på grundvatten som finns för att det ska uppnå en god grundvattenstatus enligt vattendirektivet (2000/60/EG) inte uppnås, är grundvattnet skadat
Miljö kvalitetsmålen	En mängd olika aspekter som ger skyddsvärde hos ytvatten finns, t.ex. orörda vattendrag, vattenförekomster där utrotningshotade eller av andra orsaker känsliga arter lever För grundvatten: ej definierat	Ej definierat	Skada på både grund- och ytvatten baseras på vattendirektivets (2000/60/EG) krav för god vattenstatus Dessutom ska grundvattnet hålla dricksvattenkvalitet, för att målets krav ska vara uppfyllt För ytvatten gäller att en minskad biologisk mångfald är ett tecken på skada.
Banverket (2008)	Riskkällans närområde är alltid skyddsvärt Skyddsvärda objekt kan finnas i miljön eller vara tillverkade av människan	Baseras på spridningsförutsättningarna och hur stor sannolikheten är att förorenande substanser når skyddsvärdet	Baseras på Naturvårdsverkets (1999a) bedömning av skada
Avfallsdirektivet (1999/31/EG) och dess implementeringar i svensk lagstiftning	Människors hälsa och miljön. Yt- och grundvatten, mark och luft, växter och djur samt att den globala miljön	Sårbarheten baseras på spridningsförutsättningarna och simuleras genom TAC-modellen	Skada på grundvatten anses ha skett när en påtaglig förändring av vattnets kvalitet uppmäts (1999/31/EG, Bilaga III, kap. 4 C) Dricksvattenkvalitetsnormer används som gräns för skada på grundvattnet 20 eller 200 m från deponin. (Gäller för TAC) För ytvatten: ej definierat.

Forts.

Tabell 1. *Fortsättning.*

Källa	Definition av skyddsvärde	Definition av sårbarhet	Definition av skada
Avfall Sverige	Kan definieras beroende på vilka behov och intressen som finns	Ej definierat	Platsspecifika gränsvärden för halterna i utsläppt lakvatten, enligt avfallsdirektivet (1999/31/EG). Förslag på andra kriterier ges. Vad gäller skada på vattenförekomster finns det ingen definition.
Vetenskapliga artiklar	Ej definierat	Sårbarhet hos grundvatten baseras på spridningsföret-sättningarna Sårbarhet hos ytvatten baseras på förmågan hos ett ekosystem att stå emot störningar	Toxicitetstester på enskilda organismer eller artkänslighets-fördelning. Biomarkörer

som de granskade källorna har. Dock är sambandet i detta fall inte lika starkt. Dricksvattenkvalitet används av bland andra WHO (2008) och i miljökvalitetsmålen (Naturvårdsverket, 2010a). FN har varierande gränsvärden, som beror på vattnets användningsområden. De grundar sig i att användaren direkt eller indirekt inte ska skadas om vattnet används för konsumtion. Att dricks-vattenkvalitetsnormer används av WHO är inte så underligt, eftersom organisationens huvudsyfte är att skydda människans hälsa. Emellertid är det något förvånande att dessa typer av koncentrationsgränser används i miljökvalitetsmålen och i samband med lakvatten-spridning.

Flertalet av de granskade källorna använder avvikelser från normalvärdet som ett mått på skada, antingen vad gäller koncentrationer av kemiska substanser eller vad gäller indirekta effekter på ekosystem. Detta för att kunna beakta att förekomsten av olika substanser, men även av andra ekologiska parametrar, varierar naturligt. Så görs explicit i vattendirektivet (2000/60/EG). Många av de övriga källorna baseras på denna definition. Naturvårdsverkets (2007) schablonvärden för bakgrundskoncentrationer av vissa ämnen, vilka ska representera hur halterna var för hundratals år sedan, är extremfallet på hur avvikelse från normalvärdet bedöms. I vattendirektivet (2000/60/EG) finns det dock också mera specifika gränsvärden för vissa prioriterade ämnen.

I de granskade vetenskapliga artiklarna används främst toxicitetstester på enskilda organismer *ex situ* eller artkänslighetsfördelningar som ett mått på skada. För bedömning av skada *in situ* är det framför allt olika typer av biomarkörer som beaktas. Det bör påpekas att inga av de granskade källorna använder uttrycket »skada» för överskridande av de koncentrationsgränser som listas. Förhöjda värden räcker inte i sig till för att en vattenre-surs ska anses vara skadad.

Diskussion – definition av skyddsvärde och skada

Okontaminerat vatten är grundläggande för allt liv och det i sig borde vara ett tillräckligt motiv för att vatten-förekomster ska vara skyddsvärda, men det finns också en mängd motstridiga intressen som medför att vatten trots det förorenas. Det är därför inte möjligt att skydda allt vatten från kontaminerande substanser. För att kunna göra ett urval av vilka vattenförekomster som ska skyddas, måste begreppen skyddsvärde, skada och sårbarhet vad gäller akvatiska objekt definieras.

Skyddsvärde

Hur skyddsvärde ska definieras varierar beroende på vem som tillfrågas. Det kan ses i tabell 1, vilken sammanfattar hur de källor som har studerats definierar skyddsvärde och sårbarhet på grund- och ytvattenförekomster. Som konstateras ovan varierar de intressen som gör att källorna anser att vattenförekomster eller objekt som är relaterade till vatten är skyddsvärda beroende på vilka intressen som källorna företräder. Centralt för alla undersökta källor är emellertid att de anser att rent vatten i sig inte är något självändamål och därmed ett skyddsvärde. I stället är det den skada som förorenat vatten kan medföra på organismer, människor, ekosystem eller objekt som gör att vatten är skyddsvärt. De ekonomiska och samhälleliga värden som vattenförekomster har, är centrala för vattenförekomsternas skyddsvärde.

Hur de undersökta källorna anser att skyddsvärde ska definieras är i allmänhet mycket otydligt. Att skyddsvärde i lagstiftningen är så pass luddigt definierat, kan leda till onödigt hårt tryck på de vattenförekomster som finns. Anledningen är förmodligen att subjektiva tolkningar av regelverket då kan genomföras av aktörer som

har ekonomiska intressen att ta hänsyn till. Det visar till exempel Avfall Sveriges (kap. 14, 2006) relativt krassa syn på skyddsvärdesfrågan; Avfall Sverige (kap. 14, 2006) anser att skyddsvärda objekt kan definieras beroende på vilka behov och intressen som finns. Medvetenheten om att det mesta i slutänden handlar om ekonomiska frågor är viktig att ha. De intressenter som har makt, genom att de har resurser att tillgå, får på så sätt möjlighet att påverka besluten om vad som är skyddsvärt. Det innebär att det oftast inte blir det som är ekologiskt önskvärt i en skyddssituation som avgör skyddsbehovet, utan vad som är ekonomiskt acceptabelt för den som orsakar skadan.

Hur ska ett skyddsvärde i praktiken definieras? Skyddsvärden måste ha relevans och kunna motiveras. Det tas upp av bland andra Suter (II, 1995). Ett skyddsvärde som har relevans både för vattenkvaliteten för oss människor och för naturmiljön i stort är ekosystemfunktionen. Det krävs ett välfungerande ekosystem för att en vattenförekomsts kemiska kvalitet ska bibehållas (Cairns et al., 1995). Därför hör skydd av människans hälsa samman med skydd av biologisk mångfald, av ekologiskt känsliga eller opåverkade områden samt av ekosystemets struktur. Anledningen till att det är viktigt att bevara biologisk mångfald är till stor del att den är tätt förbunden med ekosystemfunktionen och därmed med vattenkvaliteten. Att bevarande av ekosystemfunktionen är betydelsefullt tas i hög grad upp av FN (GEMS/Water Programme, 2008). Även i vattendirektivet (2000/60/EG), i svensk lagstiftning (bl.a. Skogsjö, 2007; avfallsdirektivet, 1999/31/EG) och i miljökvalitetsmålen (Naturvårdsverket, 2010b) behandlas att skydd av känsliga ekosystem och arter är viktigt. Även i dessa källor saknas det dock en diskussion om varför bland annat ekosystem i naturmiljön är skyddsvärt. Eftersom svaret på frågan om vad som är skyddsvärt är subjektivt, är det viktigt att motivera varför ett specifikt skyddsvärde väljs. Det är därför lite märkligt att de undersökta källorna inte närmare kommenterar varför förekomster i naturmiljön, som ekosystem eller populationer, är skyddsvärda. Att ta upp skydd av naturmiljöer gör emellertid att skyddsvärdesfrågan blir mycket mera komplex – frågan om vad som ska värderas högst blir då inte lätt att svara på. Det kan vara en av de orsaker som gör att skyddsvärdena inte definieras närmare; en sådan definition måste göras från fall till fall. Naturvårdsverket (Skogsjö, 2007) löser frågan genom att uttryckligen påtala att människors hälsa är lika värdefull som en bibehållen god miljö. Det är logiskt, eftersom en god miljö är en förutsättning för att även människor ska må bra. Detta ställningstagande är dock inte helt okontroversiellt för dem som inte inser sambandet mellan naturmiljöns status och människors hälsa.

Eftersom det finns så många värden som kan skadas av förorenat grund- och ytvatten, är det mycket viktigt att en inventering av de skyddsvärda objekt som finns inom ett rimligt avstånd från riskkällan görs i samband med miljöriskbedömningar. Detta görs till viss del redan i dag, men det måste understrykas att en sådan inventering, vilken beaktar både människors hälsa, naturmiljön och andra skyddsvärden, är mycket viktig för de resultat som fås fram vid riskanalysen. Baserat på de skyddsvärda objekt som identifieras, ska sedan den största acceptabla risken för dessa objekt fastställas. Varje riskanalys bör därför grundas på en sådan inventering.

Skada orsakad av förorenande substanser

Definitionen av skada beror till stor del av hur skyddsvärdet definieras och precis som för skyddsvärde finns det en mängd olika sätt att bedöma skada. Inga av de undersökta källorna har explicit uttryckt hur skada ska bedömas, i stället har sådana tolkningar gjorts vid författandet av denna studie.

Riktvärden av olika slag används på internationell nivå av WHO och FN, genom dricksvattenkvalitetsnormer (World Health Organisation, 2008, kap. 1) och riktvärden som baseras på vattnets användningsområden (GEMS/Water Programme, 2008). På europeisk och nationell nivå har liknande gränser tagits fram inom ramar för vattendirektivet (2000/60/EG). Naturvårdsverket (2009) använder sig också av riktvärden. Att ha riktvärden som ett mått på skada är inte helt komplikationsfritt. Riktvärden är beräknade värden, vilka baseras på forskningsresultat, men också på vad som är ekonomiskt och tekniskt rimligt. Som påpekats ovan får skyddsvärdets kortsiktiga ekonomiska faktorer en avgörande betydelse även vad gäller bedömning av var gränsen för skada går. Riktvärden är koncentrationsgränser under vilka risken för negativa konsekvenser för skyddsvärda objekt är tolerabel. Det innebär emellertid inte att ett överskridande av ett riktvärde automatiskt är likställt med att negativa effekter uppstår och vice versa. Riktvärden blir därför ett mycket trubbigt mått på skada. Omfattande kunskap om de metoder som har använts och om de aspekter som har beaktats då riktvärdena har tagits fram krävs, för att göra en bedömning av hur strikta och relevanta riktvärdena är.

En annan typ av referensvärde för skadebedömning är avvikelse från normalvärden, som används för att avgöra om halten av förorenande substanser som förekommer i naturmiljön är för hög. Bakgrundskoncentrationer används för bedömning av skada av bland annat Naturvårdsverket (2007). Problemet med bakgrundshalter är emellertid att de koncentrationer som förekommer i naturen i nutid i allmänhet är förhöjda jämfört med

de värden som fanns innan industrialismen och utvecklingen av det moderna jordbruket tog fart. Därför är de bakgrundskoncentrationer som används tänkta att representera de halter som fanns före industrialismens tid. Att så låga halter skulle kunna förekomma naturligt i dag är inte realistiskt. Det kan därför vara bättre att jämföra de uppmätta halterna med faktiska bakgrundshalter, men inte tillåta någon ytterligare förhöjning av värdena. Dock är det svårt att veta var gränsen går, eftersom olika platser är olika mycket förorenade. Å andra sidan är många osäkerheter förknippade även med de beräknade bakgrundshalter som används av Naturvårdsverket (2007), eftersom det är svårt att veta hur höga de naturliga halterna var.

Metoden att bedöma avvikelse från normalvärdet som används i vattendirektivet (2000/60/EG) är den mest heltäckande metod som har undersökts inom ramen för denna rapport. Definitionen av »måttlig vattenkvalitet» vid bedömning av ekologisk status hos ytvatten (2000/60/EG, Bilaga V) utgår från det aktuella tillståndet hos en vattentyp i relation till dess normaltillstånd. De ovan nämnda parametrarna, vilka används för definition av ekologisk status, är till stor del platsspecifika. Därför är det nödvändigt att övervakning av vattenförekomsten har skett även innan någon mänsklig störning introducerats för att veta hur stor avvikelsen från normaltillståndet är. Eftersom det oftast inte har skett är det i allmänhet svårt att säkert bedöma vattnets status. Även om generella värden på parametrarna vid normaltillstånd för en viss vattentyp är kända kan naturliga fluktuationer, vilka inte beror på mänsklig inverkan, förekomma. I vattendirektivet (2000/60/EG) tas det även hänsyn till att det inte är rimligt att alla vattenförekomster kan få god status, vilket är en viktig faktor. Detta görs genom att vissa vattenförekomster klassificeras som »konstgjorda» eller »kraftigt modifierade».

Några diskussioner om hur forskningsresultat, som är utförda under kontrollerade förhållanden, ska kunna appliceras på verkliga fall ute i naturen och överföras så att en reell definition av skada kan göras har inte kunnat hittas inom ramen för arbetet med denna artikel. De flesta riskanalyser som hittats är utförda med avseende att skydda människors hälsa. För toxicitet som drabbar människor är det nödvändigt med dricksvattnenormer eller andra liknande gränsvärden. Eftersom halterna som orsakar skada på människor är mycket mindre varierande än de som orsakar skada på olika ekosystem, är det inte något större problem att sådana fasta referensvärden används. Vidare är de gränsvärden för skydd av människans hälsa som har tagits fram väl genomarbetade, eftersom de ytterst grundar sig på omfattande sammanställningar av humanpatologiska studier. Dessa studier har granskats av expertgrupper inom WHO sedan 1960-

talet, inom ramarna för arbetet med WHO:s dricksvattnenkvalitetsnormer. Gränsvärden som tas fram för att skydda ekosystem bör dock alltid vara platsspecifika, eftersom olika ekosystem är olika känsliga. Ett sätt att gå runt problemet med hur skada ska kunna registreras, är att använda biomarkörer. Biomarkörer är emellertid också beroende av att normalförhållandena är kända för att kontaminering ska kunna upptäckas. Att använda biologiska metoder för att registrera skada fungerar bara när skada på sådana är aktuellt. Dessutom finns det, om de kontaminerande ämnena inte har några akuta effekter, en kortare eller längre tidsförskjutning mellan det ögonblick då kemikalierna först läcker ut och den tidpunkt då dess påverkan på organismer kan registreras. För påverkan av ekosystem är denna tidsförskjutning ännu längre. Indikatororganismer som redan finns i det ekosystem man är intresserad av och som är extra känsliga för störningar är lämpliga att använda för att påvisa skada på även andra organismer eller på det biologiska systemet. Deras närvaro indikerar att ingen kontaminering av området skett, med avseende på de parametrar som skadar indikatororganismerna. För att mäta graden av föroreningar kan så kallade övervakningsorganismer användas. Förekomst av vissa specifika kemiska ämnen orsakar att dessa organismer får utmärkande symptom, vilka kan användas för att härleda vilken föroreningsnivå som finns i området.

Vad gäller ekosystem, är en störd funktion ett tidigt tecken på att något är fel. Dessutom är en fungerande ekosystemfunktion nödvändig för att vattenkvaliteten ska kunna bibehållas. Ekosystemfunktionen är en mycket användbar måttstock för skada. En fördel med ekosystemfunktion är att den är oberoende av vilket ekosystem som studeras (Cairns et al., 2005). Det gör att det blir ett generellt mått, som går att jämföra mellan olika system, trots att dessa skiljer sig åt i uppbyggnad och art sammansättning.

Hur skada ska bedömas, beror för närvarande till stor del på vilka objekt som ska skyddas. Därför är skyddsvärdesdefinitionen tätt sammanknuten med definitionen för skada. Risken för skada på människor kan till viss del bedömas genom användning av dricksvattnenkvalitetsnormer, men då sådana normer och andra riktvärden inte utgör någon egentlig gräns för var skada inträffar, måste de användas med försiktighet. Vad gäller skada på naturmiljön och ekosystem bör platsspecifika indikatorer på skada användas, eftersom känsligheten för olika typer av skador (det vill säga sårbarheten) varierar mycket från fall till fall. Det finns flera typer av sådana, men eftersom skada på ekosystem och naturmiljön kan ta sig så många olika uttryck, bör de indikatorer på skada som används vara mångfacetterade och ta upp både kemiska, fysikaliska och biologiska parametrar.

Slutsatser

Skyddsvärde

Det är inte realistiskt att skydda allt grund- och ytvatten så de hålls i ett jungfruligt, ostört tillstånd. Därför är det viktigt att göra en utvärdering av de verksamheter som pågår och som kan komma att pågå i framtiden kring vattenförekomsterna för att utvärdera om det är möjligt att skydda dem. En utvärdering av de negativa konsekvenser som en minskning av exponeringen av förorenande substanser skulle innebära måste göras, för att undersöka om det är ekonomiskt och tekniskt möjligt.

Vatten har inte något skyddsvärde i sig, utan det blir de förhållanden som kan skadas av förorenat vatten som gör vattenförekomster skyddsvärda. Vattnets användningsområden och de ekosystem som är i kontakt med vattnet, påverkar hur viktigt det är att det skyddas från kontaminerande ämnen. Vid granskningen av de källor som har använts, blev det uppenbart att typen av resonerang och lagstiftning som ska användas för att bestämma vattenförekomstens skyddsvärde varierar beroende på hur vattnet i en vattenförekomst används eller kan komma att användas. Dessutom beror det på om något skyddsvärt ekosystem finns i eller i anslutning till vattenförekomsten. Olika myndigheter beaktar hur skydd av vattenförekomster ska bedömas och deras åsikter skiljer sig åt. Vidare är det viktigt att beakta att en vattenförekomstens skyddsvärde i slutänden till stor del utgörs av den kortsiktiga ekonomiska kostnaden för att skydda vattnet. Vattendirektivet (2000/60/EG) har en stor betydelse i Sverige, men även nationella lagar och förordningar, som miljökvalitetsmålen, spelar in. Därför är exempelvis den lagstiftning som rör en grundvattenakvifär som ska användas för dricksvatten inte densamma som den som rör en redan starkt förorenad sjö. Bedömningen av skyddsvärde måste således ske från fall till fall. Denna avvägning är inte helt lätt, men nödvändig.

Skada

För att kunna göra en riktig bedömning av skada, måste avvikelserna från normaltillståndet som kontaminering medför, hellre än koncentrationen av en viss substans, mätas. Det är effekten av kontamineringen, snarare än kontamineringen i sig som är intressant. Det är också viktigt att påpeka att det bara är relevant att mäta skador på sådant som är skyddsvärt. Eftersom definitionen av skyddsvärde kan variera och därmed också syftet med att skydda vattenförekomsten, varierar även definitionen av skada från fall till fall. Emellertid kan det, särskilt i ekosystem, förekomma oväntade kaskadeffekter som leder till att skyddsvärden som vid första anblicken inte ser ut att kunna hotas av förorenande ämnen ändå hamnar i riskzonen för kontaminering. Därför måste försiktighet

råda då de koncentrationsgränser som anses medföra en acceptabel risk för skyddsvärdena tas fram. En skadebedömning, framför allt för ekosystem och naturmiljöer, måste vara platsspecifik för att den ska vara relevant. Den modell för uppskattning av en vattenförekomsts status, som har utvecklats i vattendirektivet (2000/60/EG), är därför den som kan anses som mest heltäckande av de bedömningar av skada som har studerats i denna rapport.

Att göra en platsspecifik bedömning av skada ur alla synvinklar kan vara svårt och resurskrävande. Med den kartläggning av vattenförekomsternas status som pågår i dag, i och med vattendirektivets (2000/60/EG) införande, är processen emellertid redan i gång. Redan i dag görs omfattande utvärderingar av risksituationen vid riskanalyser av förorenade områden. Genom att applicera de kunskaper som har framkommit vid vattenkaraktäriseringen på riskanalyser, går det att använda de kunskaper som redan är kända, för att se om en riskkälla har orsakat avvikelser i vattenkvaliteten vilka inte är obetydliga. Arbetet är inte enkelt, men nödvändigt. Det är enligt författarnas åsikt inte tillräckligt att bara ta hänsyn till de kortsiktiga ekonomiska konsekvenserna vid vattenskydd. Diskussionen behöver lyfta från vad verksamhetsutövaren är beredd på att investera till att också identifiera vad vattenförekomsten fordrar för långsiktigt skydd.

Tack

Författarna riktar tack till univ. lekt. Olof Berglund på Ekologiska institutionen vid Lunds universitet för viktiga synpunkter till denna artikel.

Referenser

- Avfall Sverige. 2006. Deponihandboken. Olika kapitel är från olika år. Kapitel 12 är uppdaterat 2002, kapitel 19 är uppdaterat 2003. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Deponering/Handbok060727.pdf>, 2010-09-23.
- Banverket. 2008. Förorenade områden – system för riskanalys och prioritering. BVS 585.82. Version 2. Dnr: F 08-4088/SA60.
- Cairns, Jr. J., Niederlehner, B. R., Smith, E. P. 1995. Ecosystem Effects: Functional End Points. Ingår som kapitel 19 i en antologi av Rand, G. M. (red.) Fundamentals of Aquatic Toxicology; Effects, Environmental Fate and Risk Assessment. Second Edition. ISBN: 1-56032-091-5. Taylor & Francis.
- GEMS/Water Programme. UNEP, ERCE, UNESCO. 2008. Water Quality for Ecosystem and Human Health. 2nd edition. ISBN 92-95039-51-7. Prepared and published by the United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme. Elektronisk. Tillgänglig på: http://www.unwater.org/worldwaterday/downloads/water_quality_human_health.pdf, 2010-10-13.

- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., Wardle, D. A. 2005. Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: a Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monographs*, vol. 75, no. 1, ss. 3–35.
- Naturvårdsverket. 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon; En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 2007:4. Utgåva 1. ISBN 978-91-620-0147-6. ISSN 1650-2361. Naturvårdsverket. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-0147-6.pdf>, 2010-08-19.
- Naturvårdsverket. 2009. Riktvärden för förorenad mark; Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. ISBN 978-91-620-5976-7. ISSN 0282-7298. Naturvårdsverket. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5976-7.pdf>, 2010-09-19.
- Naturvårdsverket. 2010a. Miljömålportalens hemsida. 9. Grundvatten av god kvalitet. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.miljomal.se/9-Grundvatten-av-god-kvalitet/>, 2010-11-07.
- Naturvårdsverket. 2010b. Miljömålportalens hemsida. 8. Levande sjöar och vattendrag. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.miljomal.se/8-Levande-sjoar-och-vattendrag/>, 2010-11-07.
- Nilsson, I. (redaktör). Uppdaterad av Björnsson, L., Murto, M. 2007. *Environmental Biotechnology*. Department of Biotechnology. Lund University.
- Peterson, G., Allen, C. R., Holling, C. S. 1998. Ecological Resilience, Biodiversity, and Scale. *Ecosystems*, vol. 1, ss. 6–18.
- Schnoor, J. L. 1996. *Environmental modelling; Fate and Transport of Pollutants in Water, Air and Soil*. Department of Civil & Environmental Engineering, University of Iowa. John Wiley & Sons, Inc. A Wiley-Interscience Publication. ISBN 0-471-12436-2.
- Skogsjö, E. 2007. Naturvårdsverkets hemsida. Känslighet och skyddsvärde. Föroreningskänslighet och skyddsvärde. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Bedomningsgrunder-for-miljokvalitet/MIFOFforoarenade-omraden/Kanslighet-och-skyddsvarde/>, 2010-08-19.
- Suter II, G. W. 1995. *Introduction to Ecological Risk Assessment for Aquatic Toxic Effects*. Ingår som kapitel 28 i en antologi av Rand, G. M. (red.) *Fundamentals of Aquatic Toxicology; Effects, Environmental Fate and Risk Assessment*. Second Edition. ISBN: 1-56032-091-5. Taylor & Francis.
- Sveriges Geologiska Undersökning. 2010a. Sveriges geologiska undersöknings hemsida. Hydrogeologisk konsekvensbedömning och riskanalys. Elektronisk. Tillgänglig på: http://www.sgu.se/dokument/service_sgu_publ/fakta_uppdrag-konsekvens.pdf, 2010-10-26.
- Sveriges Geologiska Undersökning. 2010b. Sveriges geologiska undersöknings hemsida. Miljömål. Elektronisk. Tillgänglig på: <http://www.sgu.se/sgu/sv/miljomal/index.html>, 2010-11-07.
- World Health Organisation (WHO). 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Third Edition, Incorporating the First and Second Addenda. Volume 1. Recommendations. ISBN 978 92 4 154761 1 (WEB version). Elektronisk. Tillgänglig på: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf, 2010-10-12.

