



Teknisk rapport –
2015 – 093

Teknisk rapport om anslutna akvatiska ekosystem

*Slutversion teknisk
rapport, oktober
2015, nr 9*

EUROPEISKA KOMMISSIONEN

Generaldirektoratet för miljö

Enhet C1 – vatten

Kontaktperson: Elisa Vargas-Amelin

E-post: Elisa.Vargas-AMELIN@ec.europa.eu

Europeiska kommissionen

B-1049 Bryssel

Teknisk rapport om anslutna akvatiska ekosystem

Slutversion oktober
2015

Teknisk rapport nr 9

***Europa direkt är en tjänst som hjälper dig att få
svar på dina frågor om Europeiska unionen.***

Kostnadsfritt telefonnummer (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Den information du får är gratis, precis som det är att ringa (men vissa operatörer, telefonautomater och hotell kan ta betalt för samtalet).

RÄTTSLIGT MEDDELANDE

Detta dokument har skrivits för Europeiska kommissionen, men uttrycker endast författarnas åsikter, och kommissionen kan inte hållas ansvarig för eventuell användning av informationen i dokumentet.

Du hittar mer information om Europeiska unionen på nätet (<http://www.europa.eu>). Luxemburg:

Europeiska unionens publikationsbyrå, 2015

ISBN 978-92-79-53895-7
doi:10.2779/6042

© Europeiska unionen, 2015
Kopiering är tillåten om källan anges.

FÖRFATTARE TILL DEN TEKNISKA RAPPORTEN

Klaus Hinsby	Expertgruppen för vattenresurser, EuroGeoSurveys (geologisk undersökning, Danmark och Grönland, GEUS)
Johan Schutten	Oberoende miljöexpert
Matt Craig	Irländska miljöskyddsbyrå
Marco Petitta	Sapienza-universitetet i Rom, Italien
Hana Prchalova	Vattenforskningsinstitutet, Tjeckien
Redigerad av:	Tony Marsland, Amec Foster Wheeler

VERKSAMHETSANSVARIG

Johannes Grath	Förbundsministeriet för miljöfrågor (Österrike)
----------------	---

YTTERLIGARE DELTAGARE

Balazs Horvath	Europeiska kommissionen, GD Miljö
Elisa Vargas Amelin	Europeiska kommissionen, GD Miljö Ian
Davey	Miljöbyrå, England, Storbritannien

FÖRTECKNING ÖVER FÖRKORTNINGAR

CIS – gemensam genomförandestrategi för ramdirektivet för vatten

CV – kriterievärde

DWS – dricksvattennormer

GD – CIS vägledningsdokument

GWB – grundvattenförekomst

GWAAE – anslutna akvatiska ekosystem
GWD – grundvattendirektivet (2006/118/EG)

GWDE – grundvattenberoende terrestra ekosystem

RBMP – förvaltningsplan för avrinningsdistrikt (1: plan för första cykeln; 2: plan för andra cykeln)

SWB – ytvattenförekomst

TV – gränsvärde

WFD – ramdirektivet för vatten (2000/60/EG)

WGGW – CIS-arbetsgruppen för grundvatten

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING OCH KOMMENTARER	1
1 INLEDNING	2
1.1 Varför behövs en teknisk rapport om anslutna akvatiska ekosystem (GWAAE)? ..	2
1.2 Den tekniska rapportens räckvidd	3
1.3 Anslutna akvatiska ekosystem i ramdirektivet för vatten och grundvattendirektivet	5
2 VIKTIGA BEGREPP OCH DEFINITIONER.....	10
2.1 Vad är anslutna akvatiska ekosystem och anslutna ytvattenförekomster?.....	10
2.2 Kategorier av anslutna akvatiska ekosystem.....	12
2.3 Hur avgörs om ett akvatiskt ekosystem är beroende av en grundvattenförekomst?	14
2.4 Skador på ett anslutet akvatiskt system.....	15
2.5 Ordlista	16
3 ATT AVGÖRA KVALITETS- OCH KVANTITETSBEHOVEN HOS ETT ANSLUTET AKVATISKT EKOSYSTEM	17
4 KARAKTERISERING OCH RISKBEDÖMNING	19
4.1 Steg 1: Inledande karakterisering	21
4.2 Steg 2: Fortsatt karakterisering	21
5 ÖVERVAKNING	24
5.1 Insamling av bakgrundsfakta	24
5.2 Övervakning i grundvattenförekomster och anslutna ytvattenförekomster.....	25
6 TRÖSKEL- OCH KRITERIEVÄRDEN	29
6.1 Definition av tröskel- och kriterievärden.....	30
6.2 Tillämpning av tröskel- och kriterievärden på anslutna akvatiska ekosystem	31
7 STATUSBEDÖMNING	35
7.1 Bakgrund	35
7.2 Kvantitativ status	36
7.3 Kemisk status.....	37
8 REKOMMENDATIONER	39
9 REFERENSER.....	40
BILAGA 1: FALLSTUDIER	43
Fallstudie 1: Poole Harbour, Dorset, södra England	44
Fallstudie 2: Interaktion mellan grundvatten och ytvatten i kalkstensområden av grundvattenförekomsten BE_Meuse_RWM021 (Belgien)	47

SAMMANFATTNING OCH KOMMENTARER

För att grundvattenförekomster ska ha god status måste en rad villkor uppfyllas. Dessa villkor fastställs i ramdirektivet för vatten och, om den kemiska statusen är god, beskrivs ytterligare i grundvattendirektivet. Ett av dessa villkor är att se till att grundvatten som rinner ut i anslutet ytvatten inte gör att miljömålen för det vattnet inte kan uppfyllas eller leder till att vattnets status eller miljömässiga eller kemiska kvalitet försämras avsevärt.

Anslutna akvatiska ekosystem är ytvattenförekomster i form av vattendrag, sjöar och vatten i övergångszoner där ytvattnets vattenbalans och miljö är beroende av att grundvatten rinner till för att uppfylla miljömålen i ramdirektivet för vatten. Dessa miljömål kan variera och därför kan miljökvalitetsnormerna (EQS) och flödes-/nivåkraven för anslutna akvatiska ekosystem skilja sig åt mellan ytvattenförekomster med hög och god status.

I vattenförslaget noterades att analysen av de första förvaltningsplanerna för avrinningsdistrikt har visat att medlemsstaterna (MS) har haft svårigheter med att förstå interaktionerna mellan grundvatten och ytvatten och att genomföra de nödvändiga statusbedömningarna. Arbetsgruppen för grundvatten (WGGW) påpekade detta i en undersökning från 2014/15, som visade att endast hälften av medlemsstaterna hade gjort bedömningar av kvantitativa interaktioner och väldigt få hade tagit upp frågan om kemisk belastning, inklusive fastställande av tröskelvärden som var lämpliga för de mål för anslutna akvatiska ekosystem som finns i ramdirektivet för vatten.

Denna rapport syftar till att öka kunskapen om vad anslutna akvatiska ekosystem är och hur de passar ihop med förfaranden inom ramdirektivet för vatten samt hjälpa medlemsstaterna att ta hänsyn till dessa ekosystems behov när de planerar förvaltningen av avrinningsdistrikt.

I rapporten klargörs de olika kategorierna av anslutna akvatiska ekosystem samt deras relativa beroende av grundvatten. Dessutom sammanställs befintliga kunskaper och erfarenheter med hjälp av ett antal exempel och fallstudier. Termer och tillvägagångssättet för statusbedömningar förklaras och pragmatiska metoder föreslås så att medlemsstaterna får lite svängrum för att anpassa arbetet till sina specifika behov. I denna tekniska rapport, som inte är något "vägledningsdokument", används och kompletteras befintliga dokument för den gemensamma genomförandestrategin, inklusive befintliga tekniska rapporter om grundvattenberoende terrestra ekosystem samt CIS Guidance 18 (*Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*).

Varje kapitel innehåller rutor med rekommendationer till tekniska användare av rapporten. Gemensamma ämnesområden för dessa rekommendationer finns sammanställda i kapitel 8, som vanliga problem och frågor riktade till arbetsgruppen för grundvatten. Rapportens viktigaste budskap är behovet av ett närmare samarbete mellan olika vetenskapliga discipliner, utövare och arbetsgrupper för att skapa förståelse för begreppet anslutna akvatiska ekosystem och genomförandet av kraven i ramdirektivet för vatten. Detta innefattar att identifiera, karakterisera och övervaka anslutna akvatiska ekosystem samt anta lämpliga metoder för statusbedömning.

1 INLEDNING

Denna tekniska rapport har författats av arbetsgruppen för grundvatten inom ramen för den gemensamma genomförandestrategin för ramdirektivet för vatten.

1.1 Varför behövs en teknisk rapport om anslutna akvatiska ekosystem (GWAAE)?

Analysen av de första förvaltningsplanerna för avrinningsdistrikt, som har utarbetats och genomförts av vattenförvaltare i hela Europa, (vattenförslaget: http://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/index_en.htm) har visat att EU:s medlemsstater har haft svårt att förstå interaktionen mellan grundvatten och ytvatten, såväl ur ett kvantitativt eller volymmässigt som ur ett kvalitativt eller kemiskt perspektiv.

Dessa svårigheter blev även tydliga i en riktad undersökning som arbetsgruppen för grundvatten genomförde bland medlemsstaternas grund- och ytvattenföreträdare under vintern 2014/2015 (Europeiska kommissionen, 2015b). Undersökningen visade att ungefär hälften av de 21 medlemsstater som svarade hade gjort bedömningar av hur grundvattnet påverkar de låga flödesnivåerna i vattendrag, men bara ett fåtal hade gjort bedömningar av hur kemisk belastning från grundvattnet påverkar ytvattnet (främst i vattendrag). Några medlemsstater hade börjat göra bedömningar av påverkan i Natura 2000-områden, men dessa bedömningar befann sig ännu i ett tidigt stadium. Andra medlemsstater uppgav att de planerade att ta större hänsyn till anslutna akvatiska ekosystem när de utarbetade sin andra omgång av förvaltningsplaner för avrinningsdistrikt (RBMP2). Denna tekniska rapport syftar till att underlätta detta arbete.

I en nyligen publicerad teknisk EU-rapport (2015-086) med titeln *Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive* (Europeiska kommissionen, 2015a) belystes också behovet av att ta hänsyn till grundvattnet, särskilt när ekologiska flöden inte har uppnåtts. Särskild vikt fästes vid den ofta problematiska grundvattentillgången när vattendragen har låga flödesnivåer och vid att bevara ekosystem i vattendrag som är direkt beroende av grundvatten.

Denna rapport syftar till att öka kunskapen om vad anslutna akvatiska ekosystem är och hur de hör ihop med förfaranden inom ramdirektivet för vatten för att på så sätt hjälpa medlemsstaterna att ta lämplig hänsyn till dessa ekosystems behov när de planerar förvaltningen av avrinningsdistrikt.

I arbetsgruppen för grundvattens undersökning från 2015 påvisades att de flesta medlemsstater i nuläget inte fastställer tröskelvärden för grundvattenförekomster baserat på de mål för anslutna akvatiska ekosystem som finns i ramdirektivet för vatten, utan helt enkelt använder dricksvattennormer som tröskelvärden, troligtvis på grund av brist på uppgifter. Vi hoppas med denna rapport att bidra till att förbättra utarbetandet av tröskelvärden för grundvatten baserat på målen för anslutna akvatiska ekosystem. Detta kommer att vara ett viktigt steg för att värna om den ekologiska statusen i EU:s ytvattenförekomster.

Bilderna 1.1 och 1.2 visar ytvattenförekomster i Europa som har påverkats i olika grad av näringsämnen. Föroreningar kan färdas på olika sätt från föroreningskällan till ytvattnet, till exempel via grundvattnet (ett av ämnena för denna rapport).

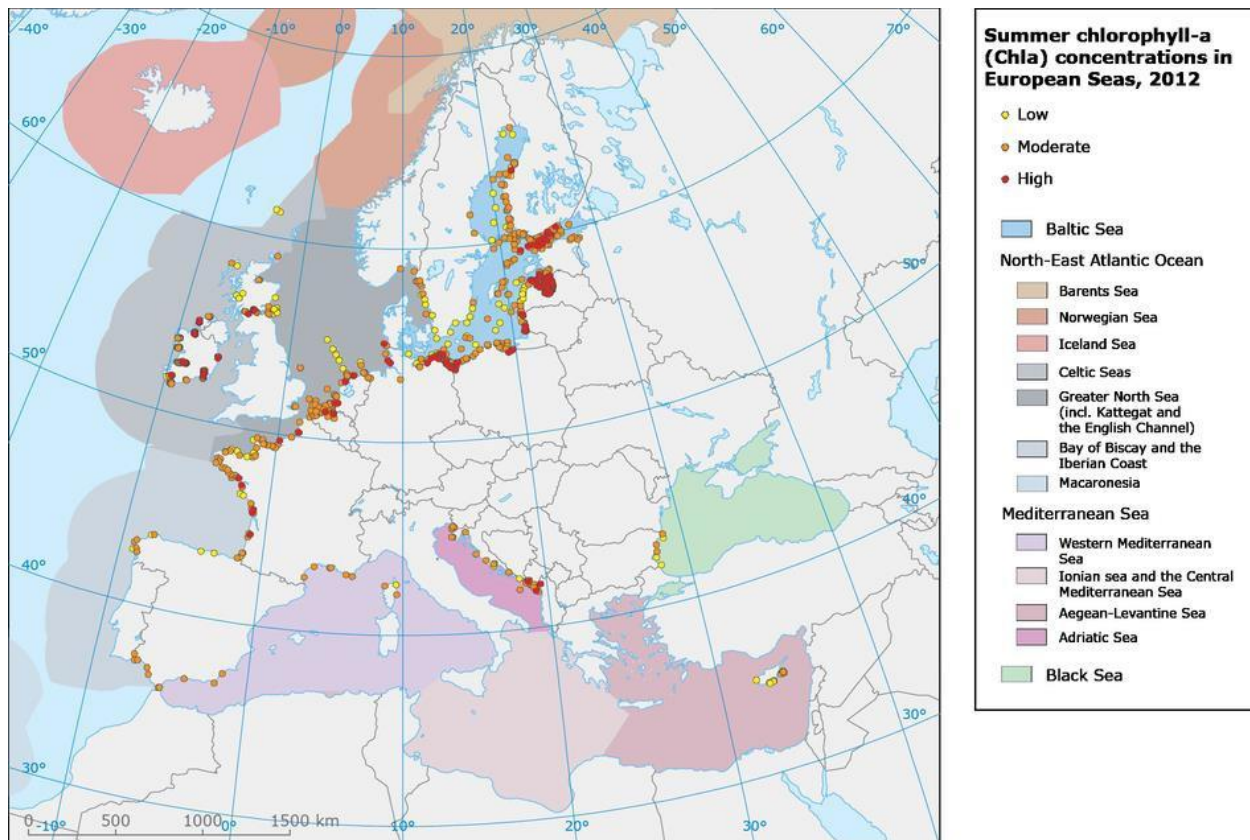


Bild 1.1: EU-översikt över eutrofieringstillståndet i vatten i övergångszoner och kustvatten. Källa: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/chlorophyll-in-transitional-coastal-and-2/assessment#toc-3>. Observera: Uppgifter för Danmark saknas i denna rapport. Höga koncentrationer av klorofyll a och hypoxi förekommer ofta i danska kustvatten på sommaren.

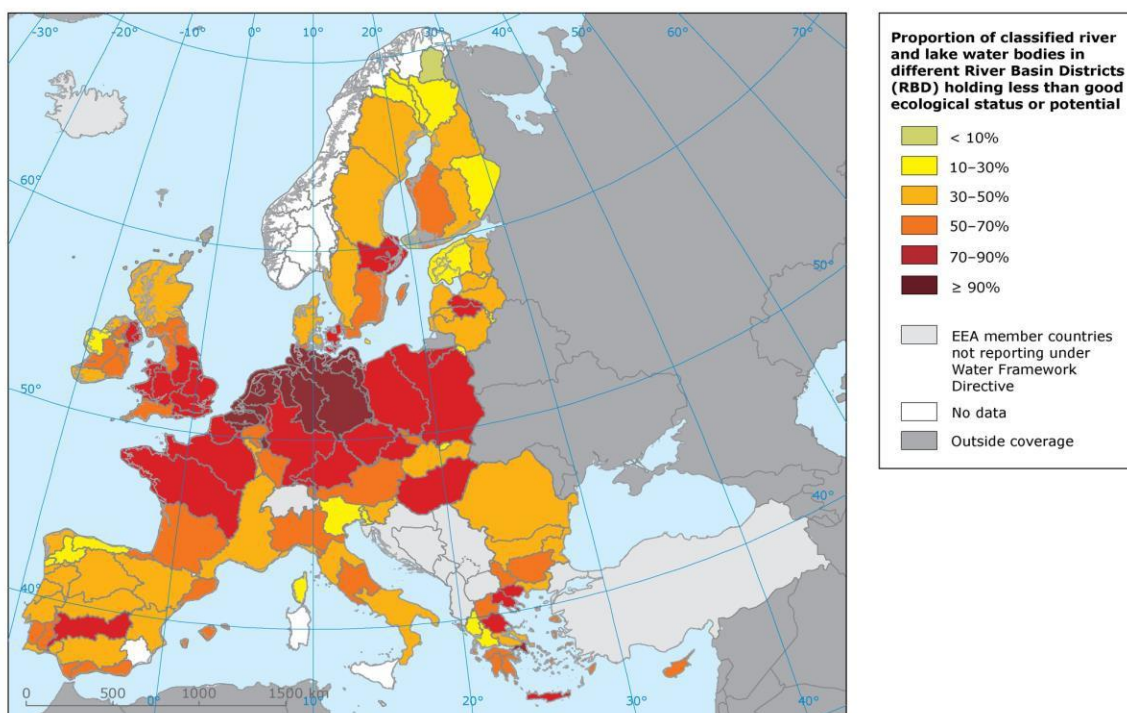


Bild 1.2: EU-översikt över andelen vattendrag- och sjövattnenförekomster som har sämre ekologisk status än "god" eller "god ekologisk potential". Källa: [WISE WFD Database](https://www.wise-europe.eu/).

1.2 Den tekniska rapportens räckvidd

Antropogena förändringar av grundvattennivån och koncentrationen av förorenande ämnen i en grundvattenförekomst kan påverka ytvattenekosystem som är direkt beroende av detta grundvatten (anslutna akvatiska ekosystem) i sådan utsträckning att grundvattenförekomsten inte kan uppnå god status. Denna rapport syftar till att:

- Klargöra de olika kategorierna av anslutna akvatiska ekosystem och deras relativa beroende av grundvatten.
- Sammanställa befintliga kunskaper och erfarenheter.
- Bidra till att klargöra termer med hjälp av befintliga CIS-dokument.
- Samt föreslå pragmatiska lösningar för att genomföra bestämmelserna som gäller interaktionen mellan grundvattenförekomster och anslutna och beroende akvatiska ekosystem, men samtidigt ge medlemsstaterna manöverutrymme för sina specifika behov.

Denna tekniska rapport, som inte är någon CIS Guidance, kompletterar de två befintliga tekniska rapporterna om grundvattenberoende terrestra ekosystem (Europeiska kommissionen, 2012 och 2014). Därför ingår inte grundvattenberoende terrestra ekosystem såsom våtmark i rapporten. I rapporten ges särskilt kompletterande teknisk information till CIS Guidance nr 18 (*Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*) (GD18, EG, 2009). De allmänna tillvägagångssätt som beskrivs i GD18 i kapitel 4.4.4: *Test: Significant diminution of associated surface water chemistry and ecology due to transfer of pollutants* och 5.3.2: *Test: Surface Water Flow* kan fortfarande användas.

På samma sätt finns det tydliga kopplingar mellan ämnet för denna rapport och arbete som har utförts parallellt i andra arbetsgrupper för den gemensamma genomförandestrategin för ramdirektivet för vatten, särskilt arbetsgruppen som utarbetade vägledningsdokumentet om miljöflöden (teknisk EU-rapport 2015-086).

Slutligen noterar vi att ekosystem som finns i själva grundvattnet (grundvatten-ekosystem) kan ha en egen betydelse. Men de faller utanför denna rapports räckvidd eftersom de inte ingår i målsättningarna och efterlevnadssystemen i ramdirektivet för vatten.

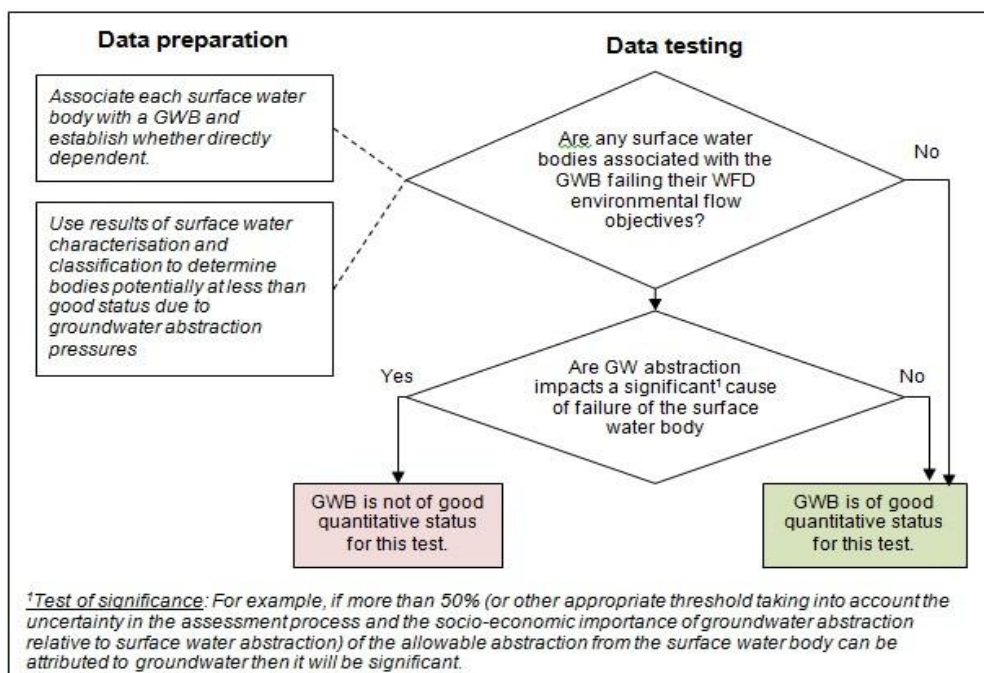


Bild 1.3: CIS Guidance nr 18, bild 12 (beskrivning av tillvägagångssättet för ytvattendelen av kvantitativa statusbedömningar).

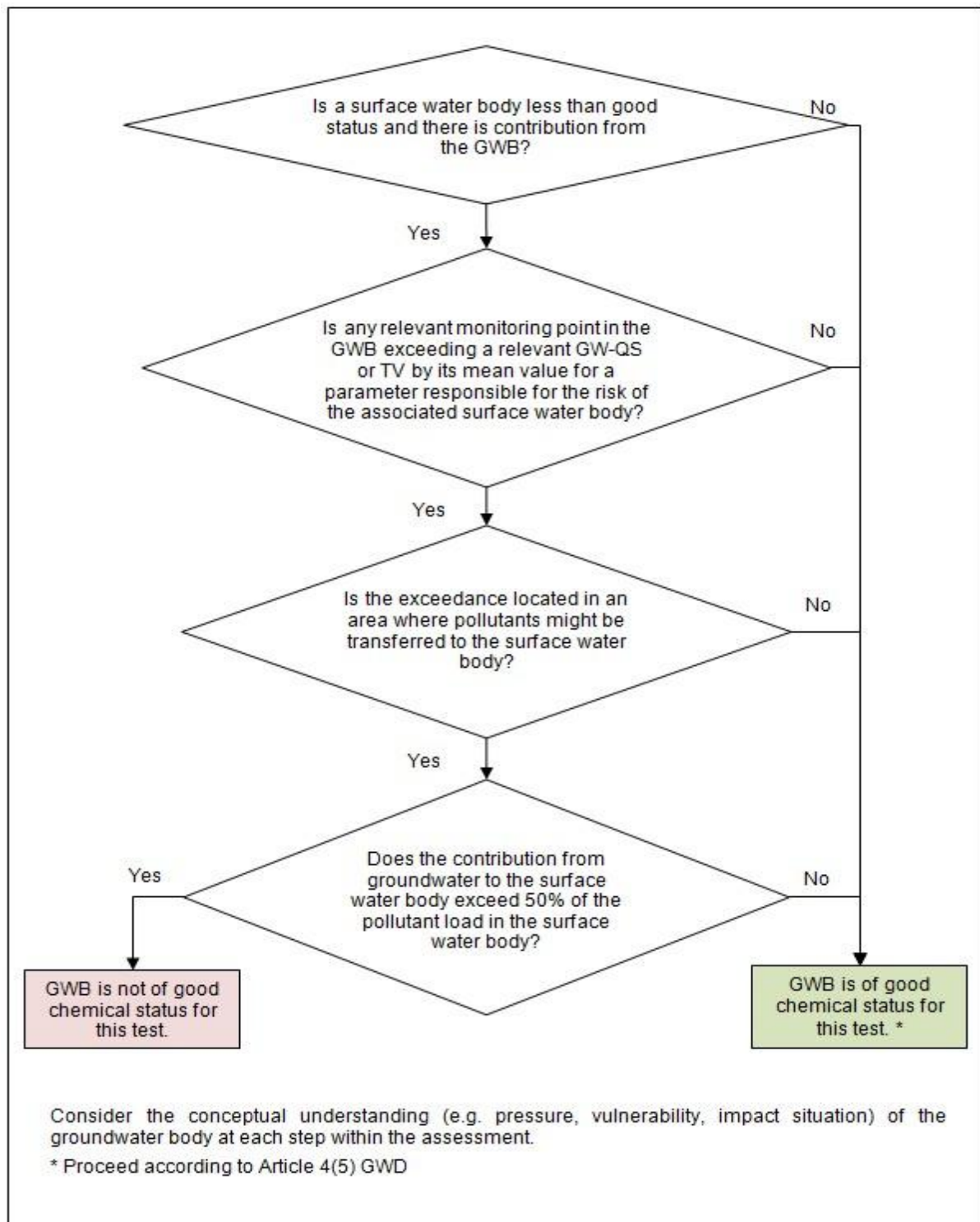


Bild 1.4: CIS Guidance nr 18, bild 8 (föreslaget tillvägagångssätt för att testa en avsevärd försämring av den ekologiska eller kemiska kvaliteten på en ansluten ytvattenförekomst).

1.3 Anslutna akvatiska ekosystem i ramdirektivet för vatten och grundvattendirektivet

I ramdirektivet för vatten (2000/60/EG) och grundvattendirektivet (2006/118/EG) inrättas en ram för att skydda Europas vattenförekomster och uppnå god kvantitativ, kemisk och ekologisk status fram till år 2027. På så sätt säkerställs att det finns tillräckligt med vatten av bra kvalitet för att täcka människornas, företagens och

miljöns behov i hela EU
(http://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/index_en.htm).

1.3.1 Ramdirektivet för vatten (2000/60/EG)

Syftet med ramdirektivet för vatten är att skapa en ram för att skydda inlandsytvatten, vatten i övergångszoner, kustvatten och grundvatten. För grundvattnet ringas fem miljömål in i artikel 4. I dessa målsättningar ingår att uppnå en god grundvattenstatus, vilket innebär en god kvantitativ och kemisk status för grundvattnet. Dessa två begrepp definieras i ramdirektivet för vatten (bilaga V).

När det gäller **anslutna akvatiska ekosystem**

- föreskrivs följande i artikel 1: "Syftet med detta direktiv är att upprätta en ram för skyddet av inlandsytvatten, vatten i övergångszon, kustvatten och grundvatten, för att a) hindra ytterligare försämringar och **skydda och förbättra statusen hos akvatiska ekosystem** och, såvitt avser deras vattenbehov, även terrestra ekosystem och våtmarker som är direkt beroende av akvatiska ekosystem... och därigenom bidra till... skydd för territoriella och marina vatten...".
- I skäl 34 identifieras följande: "Ur miljöskyddssynpunkt behövs det en **ökad integrering av de kvalitativa och kvantitativa aspekterna av både yt- och grundvattenresurserna som tar hänsyn till de naturliga vattenflödesförhållandena i den hydrologiska cykeln**" (EG 2000).
- I bilaga V definieras kriterierna för bedömning av grundvattnets kvantitativa och kemiska status, till exempel på grundval av **målsättningar för god status för anslutna ytvatten** och direkt beroende terrestra ekosystem.

Tabell 1.3.1: Definition av en god kvantitativ status för grundvattnet (hämtad från bilaga V, tabell 2.1.2, i ramdirektivet för vatten)

Faktorer	God status
Grundvatten nivå	Grundvattennivån i grundvattenförekomsten är sådan att den tillgängliga grundvattenresursen inte underskrider det långsiktiga årliga genomsnittsuttaget. Därmed får grundvattennivån inte utsättas för antropogena förändringar som skulle resultera i: Att miljömålen i artikel 4 för anslutna ytvatten inte kan uppnås. En avsevärd försämring av dessa ytvattenförekomsternas status. - Avsevärda skador på terrestra ekosystem som är direkt beroende av grundvattenförekomsten. Flödesriktningen kan tillfälligt förändras på grund av nivåvariationer, eller förändras regelbundet inom ett begränsat område, men sådana förändringar leder inte till att saltvatten eller annat vatten tränger in och visar inte på en ihållande och tydlig mänsklig påverkan av flödesriktningen som kan leda till sådan tillförsel.

Tabell 1.3.2: Definition av en god kemisk status för grundvattnet (hämtad från bilaga V, tabell 2.3.2, i ramdirektivet för vatten)

Faktorer	God status
Allmänt	Grundvattenförekomstens kemiska sammansättning är sådan att koncentrationerna av föroreningar: • Enligt specifikationerna nedan inte överskrider effekterna av saltvatten eller andra tillströmmande vatten • Inte överskrider de tillämpliga kvalitetsnormerna i annan relevant gemenskapslagstiftning i enlighet med artikel 17 • Varken är sådana att miljömålen för anslutna ytvatten i artikel 4 inte skulle kunna uppfyllas eller innebär avsevärda försämringar av vattenförekomstens ekologiska eller kemiska kvalitet eller avsevärda skador på terrestra ekosystem som är direkt beroende av grundvattenförekomsten

Observera: En otillfredsställande kemisk status återspeglar inte inverkan från höga koncentrationer av naturligt förekommande ämnen utan **endast den mänskliga påverkan**.

1.3.2 Grundvattendirektivet (2006/118/EG)

Syftet med grundvattendirektivet är att skydda grundvattnet mot att förorenas och försämrats.

När det gäller anslutna akvatiska ekosystem läggs i grundvattendirektivet tonvikt på bedömningar av grundvattnets kemiska status för att skydda grundvattenberoende terrestra ekosystem och **anslutna akvatiska ekosystem**:

- I artikel 3 specificeras kriterierna för att bedöma grundvattnets kemiska status, vilket omfattar allmänna kvalitetsnormer för nitrater och bekämpningsmedel enligt definitionerna i bilaga I. Dessutom finns en minimiförteckning över förorenande ämnen i bilaga II i grundvattendirektivet. Dessa måste beaktas när tröskelvärdena fastställs för att skydda anslutna akvatiska ekosystem och beroende terrestra ekosystem: *"Tröskelvärden som är tillämpliga på god kemisk status skall baseras på skyddet för grundvattenförekomster i enlighet med del A punkterna 1, 2 och 3 i bilaga II, varvid man skall beakta grundvattnets inverkan på och växelverkan med förbundna ytvatten och därav direkt beroende terrestra ekosystem och våtmarker, och hänsyn skall bland annat tas till vad som är känt om ämnenas humantoxikologi och ekotoxikologi."*
- I bilaga I finns en uppräkningslista av de allmänna kvalitetsnormerna för nitrater och bekämpningsmedel, där följande föreskrivs: *"Om det anses att kvalitetsnormerna för grundvatten för en viss grundvattenförekomst skulle kunna innebära att miljömålen för förbundna ytvattenförekomster enligt artikel 4 i direktiv 2000/60/EG inte uppnås eller leda till en betydande försämring av en sådan förekomsts ekologiska eller kemiska kvalitet eller en betydande skada på terrestra ekosystem som är direkt beroende av grundvattenförekomsten, skall striktare tröskelvärden fastställas i enlighet med artikel 3 och bilaga II till det här direktivet. De program och åtgärder som krävs för ett sådant tröskelvärde skall även gälla verksamhet som omfattas av direktiv 91/676/EEG."*

Den ekologiska eller kemiska kvaliteten hos ytvattenförekomster som är anslutna till grundvatten (anslutna akvatiska ekosystem) eller en framtida försämring av förekomsternas ekologiska eller kemiska status är alltså mycket viktiga drivkrafter när statusen för grundvattenförekomster ska bedömas.

En annan betydande aspekt är hur beroende det anslutna akvatiska ekosystemet är av grundvattnet, d.v.s. om det endast är beroende av grundvattnet under vissa delar av året. På samma sätt måste frågan ställas om beroendet är kopplat till grundvattnets kemiska sammansättning. (Till exempel när en viss ytvattenlevande art är beroende av grundvattnet eller när relativt icke-förorenat grundvatten behövs för att upprätthålla den ekologiska balansen i en förorenad ytvattenförekomst).

Vi rekommenderar att ni ökar er förståelse för de kvantitativa och kemiska beroendena hos ett anslutna akvatiska ekosystem innan ni genomför detaljerade statusbedömningar enligt ramdirektivet för vatten, eftersom dessa aspekter kan påverka mätningarna.

Vi rekommenderar även att ni undersöker interaktionerna mellan grundvattenförekomsten och det akvatiska ekosystemet med hjälp av en modellberäkning. Detta kan ske med hjälp av en enkel konceptuell modell (till exempel den som visas i slutet av kapitel 2 (bild 2.3)) eller en mer detaljerad konceptuell eller numerisk modell. Metoden för modellberäkningen och hur detaljerad den bör vara avgörs av risknivån (eller skadenivån) för det akvatiska ekosystemets samt den kunskap som medlemsstaten redan förfogar över. I CIS Guidance nr 26: *Risk assessment and conceptual models* (kapitel 3.3, Europeiska kommissionen, 2010) finns ytterligare vägledning om modeller och i beskrivningen av projektet GENESIS (publikation 5, GENESIS, 2015) i kapitel 2 finns fler exempel och möjliga metoder.

Rekommendation

1.1: Undersök noggrant både kvantitativa och kemiska interaktioner mellan det anslutna ytvattensystemet och grundvattenförekomster innan ni genomför detaljerade statusbedömningar enligt ramdirektivet för vatten, så att dessa aspekter kan avgöra vilka mätningar som eventuellt behöver göras. I detta arbete kan konceptuell och vid behov numerisk modellräkning användas, där detaljnivån anpassas till risknivån (eller skadenivån) för det akvatiska ekosystemet samt tillgängliga data.

Exempel 1.1 – grundvattnets kemiska status baserat på målsättningen om god status för ett estuarie (anslutna akvatiska ekosystem)

En god ekologisk status för anslutna akvatiska ekosystem, såsom estuariet i danska Horsens (Hinsby et al., 2012), kan äventyras av eutrofiering, som beror på att för mycket näringsämnen har ansamlats i avrinningsdistrikt med intensivt jordbruk. För att skydda det anslutna akvatiska ekosystemet och säkerställa en god ekologisk status brukar sötvatten- och marinekologer beräkna den maximala årliga eller årstidsvisa mängd näringsämnen som totalt får släppas ut i ekosystemet (vanligtvis kväve och/eller fosfor).

Övervakningsdata från grundvattnet (i syresatta och inte syresatta delar av grundvattenförekomster) och vattendrag (totalt vattenflöde och koncentrationer av näringsämnen) används för att beräkna den faktiska vattenburna mängden näringsämnen och den andel av denna mängd som kommer från grundvattnet, inklusive ytligt dräneringsvatten.

Dessa uppgifter, tillsammans med den beräknade maximalt tillåtna mängden, användes för att fastställa en total koncentration av kväve i grundvattnet som kunde användas som tröskelvärde för den totala kvävemängden i grundvattenförekomsterna i avrinningsområdet kring estuariet i Horsens för att säkra och bevara en god ekologisk status för detta anslutna akvatiska ekosystem. Mer information om denna studie finns i exempel 5.2 och avsnitt 6.2 i denna rapport samt i (Hinsby et al., 2012).

Exempel 1.2 – grundvattnets kvantitativa status baserat på målsättningen om god status för anslutna akvatiska ekosystem (ett exempel från Schweiz)

Den kvantitativa statusen för grundvatten och den ekologiska statusen för anslutna akvatiska ekosystem äventyras lokalt och regionalt i många delar av Europa på grund av uttag från grundvattnet för vattenförsörjning, bevattning o.s.v., samt på grund av klimatförändringen. Klimatförändringen kan påverka både det direkta återflödet av regnvatten/smältvatten och det indirekta återflödet via ytvattenförekomster.

Ett exempel på interaktioner mellan grundvatten och ytvatten (anslutna akvatiska ekosystem) i samband med mänsklig användning, klimatförändringen och ekosystem finns i övre Emme-dalen i Schweiz (Hunkeler, et al., 2015). Den akvifer som gränsar till vattendraget tillhandahåller upp till 40 % av dricksvattnet i staden Bern. Den ekologiska statusen för vattendraget Emme äventyras på grund av den kombinerade effekten av uttag från grundvattnet i vattenförsörjningssyfte och klimatförändringen som orsakar torka på sommaren. Vattenflödena på sommaren minskar på grund av tidig snösmältning och allt mindre glaciärer. Under 2003 fick pumpningsmängderna från brunnarna för vattenförsörjning exempelvis minskas för att upprätthålla miljöflödet (Europeiska kommissionen, 2015) och säkra en god ekologisk status för vattendraget. Sådana minskade uttag kommer att ske oftare i framtiden på grund av de längre och torrare somrar som nuvarande klimatprognoser genomgående förutspår.

Interaktionerna mellan grundvatten- och ytvattenförekomster/-ekosystem har undersökts inom ramen för det schweiziska forskningsprojektet GW-TREND: *Groundwater shortage due to climate change?* (Hunkeler et al., 2015) och i ett pågående doktorandprojekt vid universitetet i Neuchâtel. Projektgruppen använder sig av distribuerade, helt sammanlänkade modeller för grundvatten-ytvatten för att bedöma klimatförändringens inverkan på vattendraget Emme i övre Emme-dalen. Ett verktyg för modellberäkning har utvecklats och används för att bedöma hur årstidsvisa trender för grundvattennivåer och vårflooder kan variera på grund av klimatförändringen. Det går även att utvärdera vilken inverkan uttag från grundvattnet har när villkoren förändras på grund av klimatförändringen. På så sätt kan de största möjliga uttagsmängderna beräknas som säkerställer minimiflödesnivåer i vattendraget (de miljöflöden som krävs enligt lagstiftningen). I det pågående doktorandprojektet håller ett styrsystem på att utvecklas som gör det möjligt att optimera pumpningsschemat med hänsyn till vattenflödet in i vattendragen samt vattenförhållandena i akviferen i realtid.

Den kunskap som samlas in genom dessa projekt utgör basen för kvantitativa bedömningar av olika faktors betydelse i förhållande till hur klimatförändringen påverkar vattenflödet, interaktionerna mellan ytvatten och grundvatten samt antropogena ingrepp. Med hjälp av resultaten kan akviferer och anslutna akvatiska ekosystem som reagerar särskilt känsligt på klimatförändringen identifieras, lämpliga åtgärder kan vidtas i god tid och riktade övervakningsprogram kan genomföras.

Referenser:

Europeiska kommissionen, 2015: Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Tekniska rapporter, vägledningsdokument nr 31

2 VIKTIGA BEGREPP OCH DEFINITIONER

2.1 Vad är anslutna akvatiska ekosystem och anslutna ytvattenförekomster?

Med hänsyn till kraven i ramdirektivet för vatten (bilaga 5) och grundvattendirektivet (artikel 3) som beskrivs i avsnitt 1.3 ovan föreslås följande definition:

Definition av ett anslutet akvatiskt ekosystem:

Ett ekosystem som sträcker sig över en eller flera ytvattenförekomster (vattendrag, sjöar, vattenförekomster i övergångszoner eller kustvattenförekomster), vars status (ekologisk eller kemisk) eller miljömål skulle kunna påverkas av förändringar av grundvattennivån eller de föroreningskoncentrationer som överförs via grundvattnet (se bilderna 2.1 och 2.2).

Ett skadat anslutet akvatiskt ekosystem som påverkar statusen hos ytvattenförekomsten skulle också kunna leda till otillfredsställande status hos den grundvattenförekomst som tillhandahåller det grundläggande vattnet. Hur beroende det anslutna akvatiska ekosystemet är av grundvatten kommer sannolikt att variera mellan åren och årstiderna, men ett ekosystems akuta beroende av grundvatten är centralt för dess definition och skydd.

Grundvattnet bidrar till vattenflödet i de flesta ytvattenförekomsterna. Hur mycket grundvatten som tillförs varierar beroende på den hydrogeologiska och fysiska miljön – andelen grundvatten i vattenflödet kan vara mycket olika under olika delar av året. Grundvattentillförselns betydelse för ytvattenförekomstens ekologiska eller kemiska status skiftar avsevärt, men en tumregel är att betydelsen ökar i takt med att mer grundvatten tillförs till ytvattenförekomstens totala vattenflöde. I vissa fall kan dock ett relativt litet inflöde av grundvatten vara ekologiskt viktigt när bedömningen görs årstidsvis istället för på årsbasis. Därför kan grundvatten som tillförs till en ytvattenförekomst även från en mindre produktiv akvifer vara betydelsefullt, t.ex. under perioder med låga vattenflöden. Å andra sidan finns det ytvattenförekomster, såsom grundvattenberoende sjöar (utan utmynnande vattendrag) eller vissa vattendragavsnitt, som är nästan helt beroende av grundvatten.

GENESIS-projektet (GENESIS, 2015) har gett intressant vägledning om karakterisering av flödesvägar och utveckling av konceptuella modeller. Vi har använt dessa uppgifter i arbetet med denna rapport, men om du vill ha mer detaljerad information, särskilt om konceptuella metoder för anslutna akvatiska ekosystem och, ännu viktigare, hanteringen av situationer när anslutna akvatiska ekosystem har skadats, rekommenderas ett besök på webbplatsen för GENESIS:

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=16858&p_menu_id=16904&p_sub_id=16859&p_dim2=16860

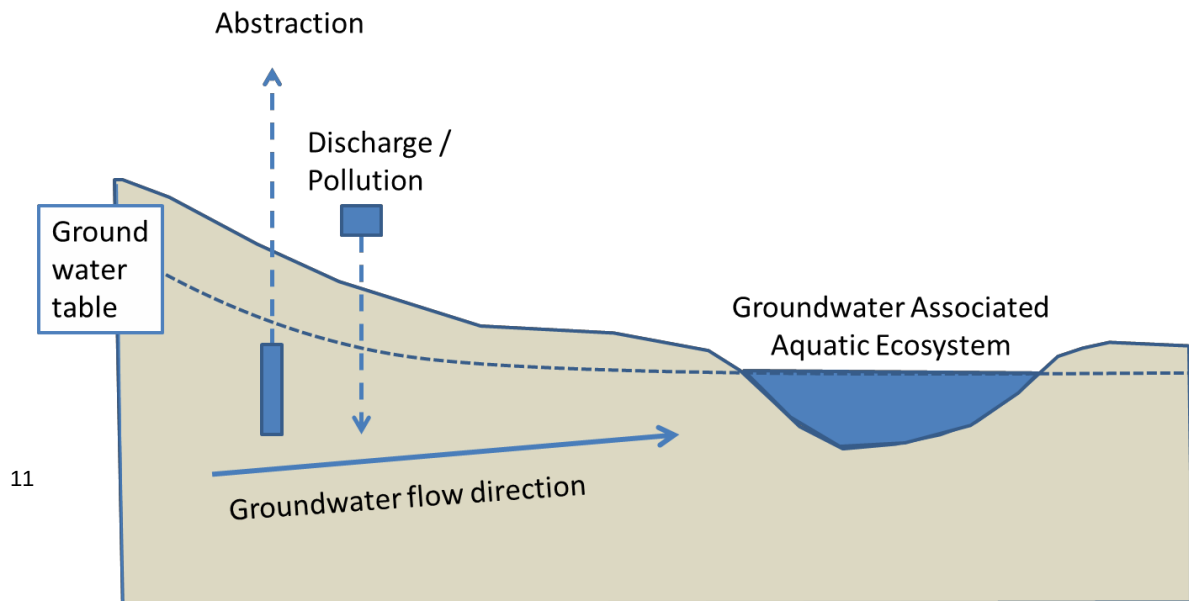


Bild 2.1: Konceptuell modell för ett anslutet akvatiskt system, grundvattenförekomst och påverkanstryck.

Denna bild kommer att användas som utgångspunkt för resten av rapporten.

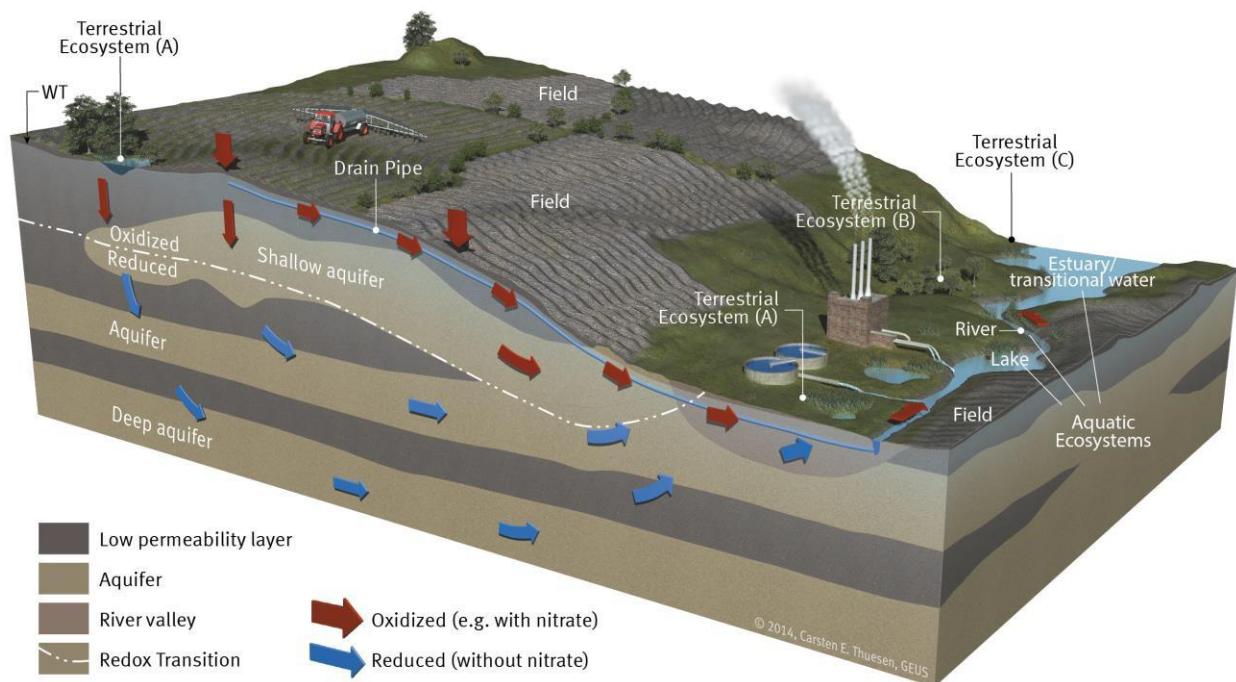


Bild 2.2: Exempel från Danmark på anslutna akvatiska ekosystem och kopplingen till verksamheterna i avrinningsområdet (ändrad från Hinsby et al., 2008, 2012).

Exempel 2.1: Turlougher är prioriterade livsmiljöer i bilaga I till Natura 2000 som främst förekommer i karstområden med kalksten i Irland. Det handlar om tillfälliga sjöar som uppstår genom en kombination av stora regnmängder och lika höga grundvattennivåer i de topografiska sänkorna i karsten. Översvämningar i turlougher kan te sig mycket olika och vara under kort eller lång tid.

Ett tvärvetenskapligt projekt med namnet *Assessing the Conservation Status of Turloughs* (En bedömning av bevaringsstatusen för turlougher) har genomförts av nationalparker, viltvårdstjänsten och Trinity College i Dublin i syfte att bevara turlougher. De ekologiska konsekvensbedömningarna inriktades på viktiga arter i livsmiljön och inbegripna algsamhällen, växtsamhällen samt närvaron av enskilda arter av kärlväxter och vattenlevande ryggradslösa djur. Vattenkvalitetsbedömningarna inriktades på att identifiera de viktigaste orsakerna till varierande koncentrationer av näringsämnen i översvämningsvattnet i turlougherna.

Alla de turlougher som undersöktes befann sig i riskzonen för ökade näringsämnesnivåer snarare än att de var drabbade av kvantitativa problem, men för att förstå problemen med vattenkvaliteten var det mycket viktigt att göra konceptuella modeller av och kvantifiera utbytet mellan grundvatten och ytvatten.

Exempel 2.2: Kväveberikat grundvatten strömmar ut i ett vattendrag som mynnar ut i flodmynningen i Horsens (Danmark), ett Natura 2000-område. Den ekologiska skadan (minskad tillväxt av sjögräs och en avsevärd ökning av trådformiga alger) på flodmynningen (= den anslutna ytvattenförekomsten) innebär att statusen enligt ramdirektivet för vatten försämras och att målsättningen om god status i detta direktiv inte uppfylls. Grundvattnets tröskelvärde för total nitratmängd beräknas till 6,0 mg/l, vilket motsvarar ca 25 mg/l nitrat (se Hinsby et al., 2012, och fler uppgifter i exempel 5.2).

Exempel 2.3: Nitrathaltigt grundvatten (med en koncentration på ca 35 mg/l som NO_3) som strömmade in i en direkt beroende flodvattenförekomst i Tjeckien gjorde att flodvattnets kemiska status hamnade under godkänd nivå. Det långsiktiga basflödesindexet ligger på ca 0,7 och gränsen mellan god och måttlig ekologisk status går vid 20 mg NO_3 /l. Trots att kvalitetsnormen för grundvatten enligt bilaga I i grundvattendirektivet uppnåddes (50 mg NO_3 /l) så är den ekologiska statusen i floden (som är ett anslutet akvatiskt ekosystem inte god enligt ramdirektivet för vatten på grund av grundvattenrelaterad påverkan).

2.2 Kategorier av anslutna akvatiska ekosystem

För att göra det enklare att genomföra ramdirektivet för vatten och grundvattendirektivet föreslår vi en funktionell samling kategorier som är pragmatiska, användbara och, när så är lämpligt, sammanlänkade med ytvattenklassificeringarna i ramdirektivet för vatten och definitionerna för skyddade områden. Vi förstår att medlemsstaterna kan vilja utarbeta sina egna kategorier som återspeglar de specifika förhållandena i det egna landet.

Det finns flera sätt att kategorisera anslutna akvatiska ekosystem (exempelvis Brown et al., 2007; GENESIS, 2015). De flesta metoder innefattar ekosystem ovan mark, såsom vattendrag, sjöar och estuarier, och vissa kan omfatta ekosystem i grundvattnet. I denna tekniska rapport tar vi endast upp anslutna ytvatten och inte ekosystem i själva grundvattnet. Grundvattenberoende terrestra ekosystem diskuteras

i den tekniska rapporten nr 6 (Europeiska kommissionen, 2012).

Hur beroende ett anslutet akvatiskt ekosystem är av grundvattnet kan skilja sig åt mellan de ytvattenförekomster där den ekologiska miljön är oerhört beroende av grundvatten och därför inte uppnår målen i ramdirektivet för vatten när grundvatteninflödets kvalitet eller kvantitet

försämrats (vilket också leder till att grundvattenförekomsten inte får godkänt i det kemiska eller kvantitativa statustestet) och de ytvattenförekomster där den ekologiska eller kemiska miljön kan klara av stora förändringar av grundvattentillförseln utan att det förändrar ytvattenförekomstens status.

Tabell 2.1: Ram och exempel för kategorierna av anslutna akvatiska ekosystem.

Nedan beskrivs de olika kategorierna av anslutna akvatiska ekosystem på grundval av den anslutna ytvattenförekomsten och denna "anslutnings" egenskaper (tillfällig eller permanent).

Typ av anslutet akvatiskt system	Ansluten vattenförekomst	Beskrivning av grundvattenberoende	Exempel: Natura 2000-områden och andra skyddade områden
Sjöar med säsongsvarierat grundvatteninflöde	Sjö	Kritiskt beroende: Sjös vattenekologi är helt beroende av tillförsel av grundvatten och av den kemiska sammansättningen hos grundvattnet eftersom det utgör den största vattentillförseln.	Turlougher i Irland, Breckland Meres i Storbritannien
Sjöar med permanent grundvatteninflöde	Sjö	Kritiskt beroende: Grundvatten är den enda vattenkällan eller innehåller ämnen som är mycket viktiga för ekologin och som inte tillhandahålls genom andra vattenresurser.	Ohridsjön (Makedonien, Albanien)
Sjö	Sjö	Ansluten men inte extremt beroende. Sjöar där en avsevärd del av vattentillförseln kommer från direkta grundvatteninflöden, men som inte är extremt beroende av denna vattentillförsel eller dess kemiska sammansättning.	De flesta sjöar som också får vatten från åar, bäckar eller andra vattendrag.

Tillfälliga vattendrag eller vattendrags delsträckor som främst får sitt vatten från grundvattnet	Vattendrag	Kritiskt beroende: Grundvattnet ger den enda eller största vattentillförseln och vattendragets ekologi skulle lida skada om denna källa minskade avsevärt.	Vattendrag eller delsträckor som endast uppstår på vinterhalvåret
Alkalina vattendrag med ett högt basflödesindex	Vattendrag	Kritiskt beroende: Grundvatten ger den huvudsakliga vattentillförseln och innehåller kemiska parametrar som är avgörande för vattendragets ekologi.	Itchen-floden, Storbritannien
Permanent a vattendrag	Vattendrag	Ansluten men inte kritiskt beroende. Vattendrag där en avsevärd del av vattenflödet (på årsbasis eller årstidsvis) kommer från direkta grundvatteninflöden (exempelvis under perioder med lågt vattenflöde), men där vattendragets ekologi inte är helt beroende av grundvattentillförseln eller dess kemiska egenskaper.	De flesta vattendrag som även har ytvatteninflöden (exempelvis vattendrag som fått tillförsel av tillflöden/ ytvattendrag uppströms vilkas flöden huvudsakligen utgörs av
Tillfälligt grundvatten-försörjda ansamlingar av sötvatten på tidvattenslätter	Vatten i övergångs-zoner /kust-vatten	Kritiskt beroende: Grundvatten är den huvudsakliga källan till sötvatten, som är av avgörande betydelse för ytvattnets ekologi.	Ekologin är beroende av sötvattentillförsel via grundvattnet (t.ex. på Sylt i Tyskland)
Estuarier*, vatten i övergångszoner och kustvatten som har ett permanent grundvatten-inflöde, antingen direkt eller via vattendrag / floder	Vatten i övergångs-zoner /kust-vatten	Ansluten men inte kritiskt beroende. Utan de föroreningar som tillförs via grundvattnet skulle estuariet ha god status.	Estuariet i Horsens, Danmark Dalyan-lagunen (GENESIS, 2015)

Små utrymmen i vattendrags, sjöars och estuariers* sediment	Vattendrag, sjö eller estuarium*	Kritiskt beroende: När syrerikt grundvatten flödar ut genom flodbädden upprätthålls de syre- och temperaturförhållanden som behövs för ytvattnets ekologi.	Den hyporheiska zonen i vattendrag kan vara av stor betydelse som lekmiljö för lax och tillflyktsort för laxyngel när lax utgör den skyddade arten i Natura 2000-områden; Luleälven, Sverige (GENESIS, 2015).
Vattenekologin i en källa (ytvatten), inte den våtmarks-ekologi som är ansluten till källan	Vattendrag	Kritiskt beroende. Ekologin i ytvattnet är helt beroende av utflödet av grundvatten	Italien – Po-dalen, Storbritannien – pingoer. Det är viktigt att noggrant skilja på grundvattenberoende akvatiska ekosystem och ett grundvattenberoende terrestra ekosystem. Se Europeiska kommissionen (2012).

** Flod-, älv- och åmynningar där sötvatten blandas med det saltare havsvattnet, och där både marina och limniska miljöer förekommer och utgör en ekologisk enhet (Naturvårdsverket, NV-04493-11).*

2.3 Hur avgörs om ett akvatiskt ekosystem är beroende av en grundvattenförekomst?

Grundvatten, ytvatten, nederbörd och havsvatten kan alla tillföra vatten till ett anslutet akvatiskt system. För att kunna skydda anslutna akvatiska ekosystem med hjälp av ramdirektivet för vatten och grundvattendirektivet är det oerhört viktigt att avgöra om vattenekologin är extremt beroende av grundvatten (volymmässigt eller kemiskt) eller om den akvatiska ekologin bara är ansluten med grundvatten. Vi kommer att diskutera beroendet ytterligare i kapitel 3.

Beroendet kan vara permanent (till exempel i turlougher) eller tillfälligt (till exempel i den hyporheiska zonen i vattendrag där dessa zoner är avgörande för att bevara laxens livsmiljö enligt Natura 2000).

Observera

Anslutna akvatiska ekosystem skyddas redan i ramdirektivet för vatten, eftersom de utgör integrerade beståndsdelar i ytvattenförekomster (se avsnitt 2.5). Det är angeläget att undersöka om den avgörande grundvattenandelen ingår på ett lämpligt sätt i bedömningsmetoderna för ytvattenförekomster. Grundvattnets andel av det totala ytvattenflödet kan vara av stor betydelse för ett anslutet akvatiskt ekosystem, men kanske inte beaktas vid statusbedömningen av ytvattenförekomsten (till exempel den temperaturstabilisering i ett vattendrags hyporheiska zon och de stabila tillflyktsorter med lågt vattenflöde som behövs för laxens livsmiljö enligt Natura 2000).

2.4 Skador på ett anslutet akvatiskt system

Anslutna akvatiska ekosystem kan påverkas om dess inflöde av grundvatten förändras vad gäller kvantitet eller kemisk sammansättning. Denna ekologiska förändring skulle (a) kunna leda till att miljömålen inte kan uppnås (inklusive god status) för den anslutna ytvattenförekomsten, eller (b) är ännu inte så betydande att miljömålen inte kan uppnås, men om trenden fortgår så kommer miljömålen att äventyras inom överskådlig tid.

Det finns alltså två skadekriterier:

- a) Miljömålen för anslutna ytvattenförekomster kan inte uppnås:** Detta sker när den grundvattenrelaterade belastningen på ytvattenförekomsten (biologi, hydromorfologi eller kemi) leder till att ytvattenförekomstens status försämras eller till att ytvattenförekomsten inte uppnår hög eller god ekologisk eller kemisk status.

Exempel 2.4: Uttag ur grundvattnet för att bevattna grödor under de torra sommarmånaderna gör att grundvattennivån sjunker. Det får till följd att andelen grundvatten i en grundvattenberoende flods basflöde sjunker under de hydrologiska normerna för lågt flöde. Det leder till att det kvantitativa statustestet misslyckas (se kapitel 7).

Exempel 2.5: Överdriven gödsling av grödor på tunn och mycket genomsläpplig mark har gjort att betydande mängder nitrat har läckt ut i ytligt grundvatten. När detta grundvatten strömmar ut i det anslutna vattendraget berikas vattnet så att de typiska arterna av ryggradslösa djur ersätts av arter som är vanliga i vatten rika på näringsämnen, snarare än i de näringsämnesfattiga referensförhållandena i vattendraget. När ytvattenförekomstens ekologiska kvalitet försämras på grund av den kemiska belastningen från grundvattenförekomsten så får grundvattnet inte heller godkänt i det kemiska statustestet (kapitel 7).

Exempel 2.6: Uttag ur grundvattnet för dricksvattenförsörjning har gjort att grundvattennivån har sjunkit så mycket att mängden grundvatten med hög alkalinitet som tillförs det anslutna vattendraget har minskat avsevärt. Vattendragets övriga vatten kommer från avrinning i högre belägna områden i avrinningsområdet, men detta vatten har inte hög naturlig alkalinitet. Detta leder till att flodens alkalinitet minskar betydligt och att vattendragets Natura 2000-egenskaper blir ogynnsamma i fråga om bevarandestatus.

Denna försämring av förhållandena i ett skyddat område (i registret över skyddade områden) resulterar i att målen för det skyddade området inte kan uppnås och i att ytvattenförekomsten får lägre status. Därför är statusen otillfredsställande för den grundvattenförekomst som är källan till detta vatten.

b) Signifikant försämring av den ekologiska kvaliteten på den anslutna vattenförekomsten. Det finns ingen närmare definition av "signifikant försämring" i ramdirektivet för vatten eller grundvattendirektivet.

Definitionen av försämring (*diminution*) är: *En minskning av någontings storlek, utsträckning eller betydelse* (Oxford Dictionary på nätet).

Vi definierar "signifikant försämring av den ekologiska kvaliteten på den anslutna vattenförekomsten" som en trend med sänkning av ekosystemets kvalitet som till slut (inom överskådlig tid) kommer att få till följd att ekosystemet inte längre kan uppfylla sin roll i den anslutna vattenförekomsten (i fråga om att uppnå statusmål eller mål för skyddade områden), men det har ännu inte gått så långt.

2.5 Ordlista

I ramdirektivet för vatten definieras **grundvatten** som "allt vatten som finns under markytan i den mättade zonen och som står i direkt kontakt med marken eller underliggande jordlager".

Tröskelvärden (TV) är kvalitetsnormer som medlemsstaterna har fastställt. De utgör ett av de viktigaste kriterierna för att bedöma grundvattenförekomsternas kemiska status. Om ett tröskelvärde överskrids så inleds nästan alltid en utredning för att bekräfta grundvattenförekomstens status.

Kriterievärden (CV) är kvalitetsnormer för föroreningar som har fastställts för att skydda en specifik miljörecipient eller vattenanvändning. Ibland kallas de recipientbaserade normer, tar inte hänsyn till naturliga bakgrundsnivåer av föroreningar och kan härstamma från annan lagstiftning.

I kapitel 6 finns en närmare beskrivning av tröskelvärden och kriterievärden samt hur de används för att bedöma god kemisk status hos grundvatten.

I denna rapport syftar hänvisningar till "status" på **statusen hos hela vattenförekomster**, enligt definitionen i ramdirektivet för vatten. Detta skiljer sig från **bevarandestatusen för livsmiljöer** i habitatdirektivet (92/43/EEG), vilken vi kommer att hänvisa till som "bevarandestatus". Natura 2000-områden i habitatdirektivet blir skyddade områden i ramdirektivet för vatten (bilaga IV) och målen och normerna för dessa områden blir miljömål i ramdirektivet för vatten. Även dessa skiljer sig från miljömålen för ytvatten och grundvatten (såsom noteras i artikel 4 i ramdirektivet för vatten), som innefattar att uppnå god status för vattenförekomster.

Natura 2000-områden som är skyddade områden i ramdirektivet för vatten kan bestå av delar av, en hel eller mer än en vattenförekomst. Det innebär att om bevarandestatusen i ett Natura 2000-område inte uppnås så kommer inte heller målen för ett skyddat område enligt ramdirektivet för vatten att kunna uppnås. Det kan även påverka statusen för den vattenförekomst där området är beläget. När vi i denna rapport talar om **förhållandena** för ett anslutet akvatiskt system så kan det antingen syfta på bevarandestatusen eller statusen enligt ramdirektivet för vatten (som täcker in en hel vattenförekomst).

I princip kan en grundvattenförekomst med ett anslutet akvatiskt system inte uppnå sina statusmål enligt ramdirektivet för vatten om detta akvatiska ekosystem inte uppnår målen för skyddade områden eller ytvatten på grund av inverkan från antropogen påverkan i grundvattenförekomsten.

När vi talar om framtida påverkan baserat på nuvarande trender så använder vi begreppet **"överskådlig tid"**. Detta kan tolkas som inom planeringsperspektivet för ramdirektivet för vatten (t.ex. två cykler för förvaltningsplanerna för avrinningsdistrikt), men i praktiken kommer vilken tidsplanering som är lämplig för ett särskilt fall att bero på en rad olika faktorer, exempelvis hur säker den övervakade trenden är, hur snabbt de miljömässiga förhållandena förändras o.s.v.

3 ATT AVGÖRA KVALITETS- OCH KVANTITETSBEHOVEN HOS ETT ANSLUTET AKVATISKT SYSTEM

Vetenskapen tar snabba kliv framåt på detta område, men det praktiska genomförandet av denna nya kunskap är inte helt okomplicerat. I detta kapitel vill vi visa hur behoven hos ett anslutet akvatiskt system kan fastställas genom en undersökning av det akvatiska ekosystemets funktionella hydrologiska egenskaper, till exempel den hydrogeologiska/hydrologiska kopplingen till grundvattenförekomsten.

Erfarenhet från genomförandet av ramdirektivet för vatten under den första förvaltningscykeln, vilket också noteras i den senaste enkäten från arbetsgruppen för grundvatten (Europeiska kommissionen, 2015b), har visat att medlemsstaterna i stor utsträckning inkluderade ytvattenförekomsternas grundvattenbehov som kvantitativa flödesbehov under perioder med låga vattenflöden i vattendragen (alltså som basflödeskrav). De akvatiska ekosystemens behov av viss kemisk sammansättning eller behoven hos skyddade områden (Natura 2000) har i de flesta fall inte beaktats i den första förvaltningscykeln. Men många medlemsstater uppgav att de i den andra förvaltningscykeln skulle försöka ta större hänsyn till behoven hos anslutna akvatiska ekosystem.

Nyligen (2014) slutförde CIS-arbetsgruppen om Eflows en rapport (Europeiska kommissionen, 2015a) om utarbetande av miljöflödeskrav för ytvattenförekomster, särskilt vattendrag, i enlighet med ramdirektivet för vatten. Grundvatten kan spela en viktig roll genom att tillhandahålla vatten under perioder med låga vattenflödesnivåer (basflöden) i vattendrag och kan i vissa fall förse vattendrag med ekologiskt viktiga kemiska sammansättningar (såsom ökad alkalinitet, låga koncentrationer av näringsämnen, stabiliserade pH-värden och temperaturer samt en flodbädd med hög syrehalt (t.ex. den hyporheiska zonen)).

Projekten inom EU:s sjunde ramprogram för forskning, GENESIS (GENESIS, 2015) och REFORM (REFORM, 2015), har bidragit till att öka vår kunskap om utbytet mellan grundvatten och beroende ekosystem. Vi har tagit med den praktiska och konceptuella kunskapen från dessa projekt i denna rapport.

Grundvattenbehoven hos anslutna akvatiska ekosystem har hitintills inte kartlagts på ett systematiskt sätt i EU. Förutom bedömningar av grundvattenbehov baserat på basflöden har det inte gjorts några jämförelser av metoder för att fastställa grundvattenbehoven hos anslutna akvatiska ekosystem, för att inte tala om jämförelser och harmonisering av resultaten i form av normer.

En annan angreppsvinkel skulle kunna bestå i att ta reda på vilka behov särskilda ekosystem har av grundvatten, antingen baserat på typen av ytvattenförekomst eller kategorierna för Natura 2000. Vad vi vet har EU-ländernas forskning inte bidragit med några entydiga siffror vad gäller grundvattenbehovet. Ett vattendrag med hög alkalinitet är till exempel extremt beroende av just alkalinitet, som bara kan uppstå genom kontakt med jordlagren /geologin, men det är inte systematiskt klarlagt hur mycket alkalinitet som behövs och när (vilken årstid) den behövs (*LIFE in UK Rivers*, Natural England publications, 1999).

I en nylig tröskelvärdesenkät som arbetsgruppen för grundvatten genomförde påvisades att det pågår ett litet antal specifika forskningsprojekt i Natura 2000-områden som syftar till att utarbeta normer för grundvattenbehov i särskilda naturskyddsområden, men det har inte gjorts några försök att utvärdera detta arbete systematiskt och, om möjligt, sammanställa resultaten på europeisk nivå, till exempel via ECOSTAT.

Rekommendationer

3.1 Arbetsgruppen för grundvatten bör samarbeta med arbetsgrupper för ytvatten (exempelvis ECOSTAT) och med kollegorna som arbetar med naturskydd på GD Miljö för att ta fram en gemensam ram för att utvärdera behoven hos enskilda anslutna akvatiska ekosystem så att resultaten från dessa utvärderingar kan analyseras på ett sammanhängande sätt och användas i hela EU. Vi inser att de specifika behoven och tillstånden i enskilda anslutna akvatiska ekosystem ser olika ut beroende på de lokala förhållandena, exempelvis hydrologiska skillnader, men anser att gemensam ram skulle kunna bidra till samordnade bedömningar och beslut.

3.2 Det är också viktigt att föra en dialog med ytvatten- och grundvattenekologer samt ytvattenförvaltare för att förstå var anslutna akvatiska ekosystem finns och vilka behov de har.

3.3 När ett anslutet akvatiskt ekosystem utgör en del av ett Natura 2000-område bör en dialog föras med naturskyddsekologer.

4 KARAKTERISERING OCH RISKBEDÖMNING

I kapitel 1 och 2 konstaterades att anslutna akvatiska ekosystem är viktiga recipienter som kan påverkas av grundvatten från en grundvattenförekomst. Om grundvattnets utflöde eller kemiska sammansättning förändras så att den mottagande ytvattenförekomstens ekologiska kvalitet avsevärt försämras eller dess statusklassificering sänks så kan det leda till att grundvattenförekomsten får en otillfredsställande status.

Därför måste karakterisering och riskbedömningar av grundvattenförekomster på ett lämpligt sätt ta hänsyn till anslutna akvatiska ekosystem som recipienter. Enligt ramdirektivet för vatten (bilaga II) och CIS Guidance nr 26 (GD 26: *Risk assessment and the use of conceptual models for groundwater* – Europeiska kommissionen, 2010) ska den inledande karakteriseringen innefatta att identifiera grundvattenförekomster som har tillhörande direkt beroende ytvattenekosystem. Den ytterligare karakteriseringen, som inriktas på grundvattenförekomster som löper risk att inte uppnå god status, ska omfatta en inventering av anslutna ytvattenförekomster som grundvattenförekomsten har en dynamisk koppling till.

Enkäten bland medlemsstaterna (Europeiska kommissionen, 2015b) visade att de flesta medlemsstater inte utvärderade anslutna akvatiska ekosystem i den första förvaltningscykeln, men vissa följde råden i CIS Guidance 18 och fastställde specifika tröskelvärden för grundvattenförekomster med anslutna akvatiska ekosystem. I dessa fall återspeglade tröskelvärdena huvudsakligen miljökvalitetsnormerna för ytvatten eller basflödestillförseln. I vissa fall begränsades, i linje med CIS Guidance 18, grundvattnets andel av ytvattenförekomstens föroreningsbelastning (50 % av belastningen). När denna metod används måste grundvattnet stå för minst 50 % av föroreningsbelastningen i det anslutna akvatiska ekosystemet och ha en otillfredsställande kemisk status.

Den föreslagna metoden (se nedan) bygger på den begränsade erfarenheten från medlemsstaterna under den första förvaltningscykeln och baseras på identifiering av potentiella anslutna akvatiska ekosystem under den inledande karakteriseringen, riskbedömning och ytterligare karakterisering när en risk har identifierats. Vi anser att det skulle vara en rimlig utvidgning av CIS Guidance 26 att ta med en "identifiering av egenskaperna hos och eventuella försämrings i det anslutna akvatiska ekosystemet" i den inledande karakteriseringen, även om detta inte uttryckligen nämns i det dokumentet. Det skulle också vara till nytta i riskbedömningen.

Rekommendation

4.1 Under den inledande karakteriseringen bör anslutna akvatiska ekosystem identifieras, inklusive de egenskaper som definierar beroende. Under den ytterligare karakteriseringen bör specifika egenskaper och förhållanden (t.ex. behov) identifieras i anslutna ytvattenförekomster eller delar av ytvattenförekomster.

Observera: Det är särskilt viktigt att föra en dialog med ekologer för ytvattenskydd när det anslutna akvatiska ekosystemet är ett område av intresse inom ett skyddat område enligt habitatdirektivet (t.ex. Natura 2000) och förändringar av grundvattentillförseln till detta akvatiska ekosystem i betydande grad skulle kunna påverka målen för ytvattenförekomsten eller det område som är skyddat enligt ramdirektivet för vatten.

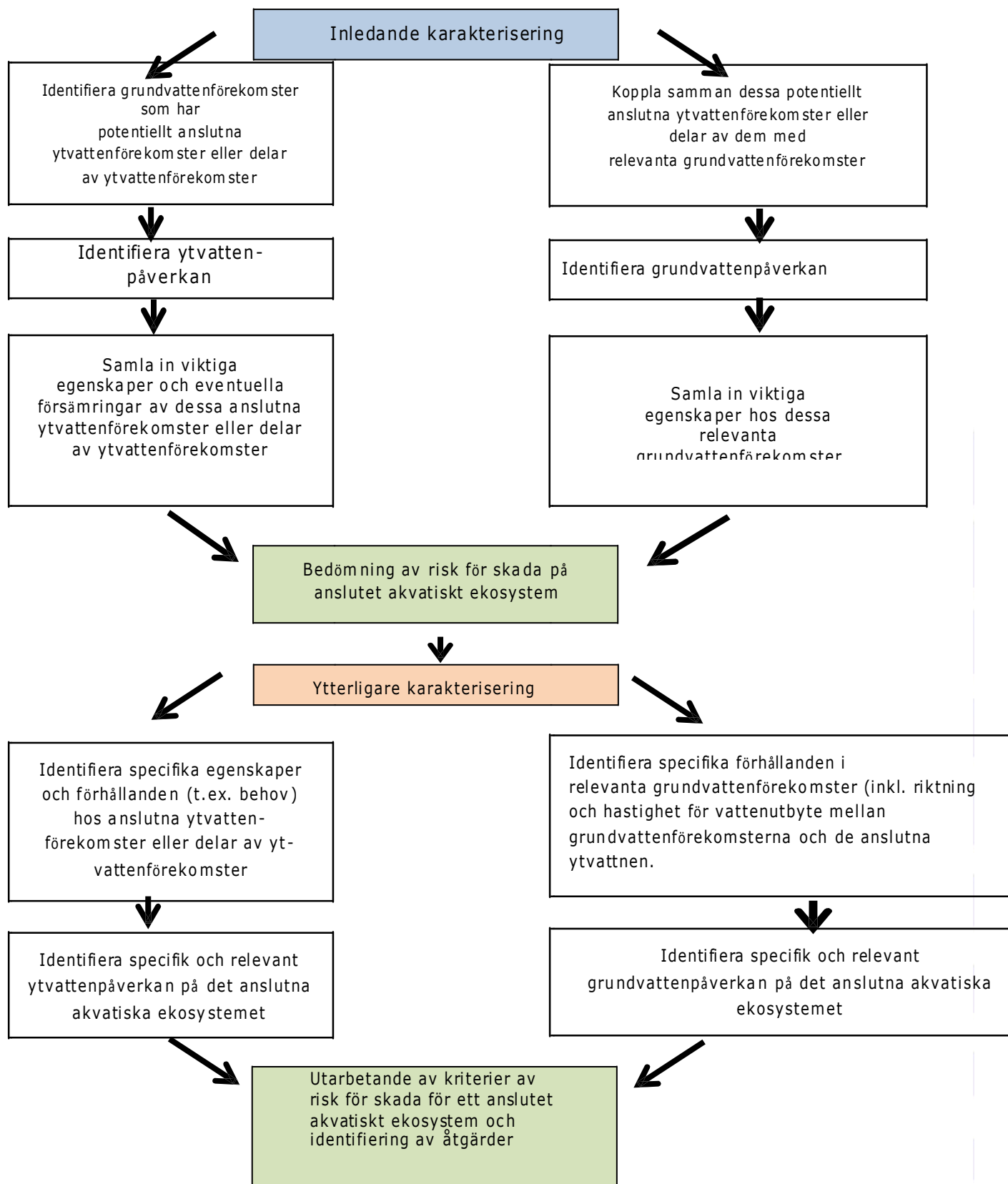


Bild 4.1: Flödesschema för att inkludera anslutna akvatiska ekosystem i karakterisering och riskbedömning av grundvattenförekomster.

4.1 Steg 1: Inledande karakterisering.

Ringa in de grundvattenförekomster som har tillhörande anslutna akvatiska ekosystem och lokalisera dessa ekosystem:

- Identifiera ytvattenförekomster eller delar av dem (till exempel skyddade Natura 2000-områden), vars status (ekologisk eller kemisk) eller miljömål i princip skulle kunna påverkas av grundvattnet.
- Koppla samman dessa ytvattenförekomster, eller delarna av dem, med relevanta grundvattenförekomster.
- Undersök kategorierna, betydande egenskaper och eventuella försämringar hos de potentiellt anslutna ytvattenförekomsterna eller delarna av dem (är det ett vattendrag, en sjö, vatten i en övergångszon eller kustvatten, ett särskilt Natura 2000-område) för att kunna göra en riskbedömning.
- Sammanställ sedan relevanta egenskaper hos relaterade grundvattenförekomster (eller delar av dem), t.ex. specifika geologiska förhållanden, nivåer eller kvalitet för grundvattnet.

Ringa in all betydande påverkan som ytvattenförekomsterna och grundvattenförekomsterna löper risk att utsättas för så att en ordentlig riskbedömning kan genomföras.

Resultatet av den inledande karakteriseringen blir en förteckning över potentiella anslutna akvatiska ekosystem och kopplingen mellan ytvatten och grundvatten. Resultaten från integrerade konceptuella modeller för grundvatten/ytvatten kan användas. Alla uppgifter används sedan för att bedöma skaderisken för det anslutna akvatiska ekosystemet och risken för att miljömålen i ramdirektivet för vatten inte ska kunna uppnås.

4.2 Steg 2: Ytterligare karakterisering.

- Gör en inventering av de anslutna ytvattensystem och ytvattenförekomster som grundvattenförekomsten har en dynamisk koppling till.
- Lägg till specifika egenskaper hos de potentiella anslutna akvatiska ekosystemen, deras beroende av grundvattenförekomster och deras specifika (grundvattenrelaterade) behov.
- Ange de uppskattade flödesriktningarna och flödes hastigheterna för vattenutbytet mellan grundvattenförekomsten och de anslutna ytvattensystemen.
- Kartlägg och samla in uppgifter om alla betydande specifika antropogena belastningar i yt- och grundvattenförekomster som skulle kunna leda till en lägre status för eller till att det anslutna akvatiska ekosystemet inte uppnår miljömålen.

a) När anslutna akvatiska ekosystem helt eller delvis består av ytvattenförekomst som är vattendrag kan till exempel följande frågor ställas:

- Är beroendet kopplat till kvantitet eller kvalitet (eller båda)?
- Hur stor andel av flödet kommer från grundvatten och hur varierar detta under året? Detta är av särskild betydelse under perioder med låga vattenflöden (basflöden), eftersom ett minskat basflöde har en stor inverkan på den hydromorfologiska kvalitetsaspekten av den ekologiska statusen. OBSERVERA: Det är användbart att ta med miljöflödeskrav i detta arbete (Europeiska kommissionen, 2015a).
- Är vattendragets fysikalisk-kemiska kvalitetsaspekter akut beroende av kvaliteten på det vatten som kommer från grundvattnet?

b) När anslutna akvatiska ekosystem utgör delar av ytvattenförekomst som är sjö kan frågor ställas för att avgöra om grundvattnets kvalitet eller kvantitet är avgörande för detta akvatiska ekosystem, till exempel:

- Finns det särskilda geologiska förhållanden som leder till grundvatten med en särskild kemisk sammansättning som är av avgörande betydelse för det anslutna akvatiska ekosystemet? Ohridsjön (Makedonien, Albanien) är till exempel en geotektonisk sänka och en karst. Merparten (ca 50 %) av dess totala vatteninflöde kommer från grundvatten.

- Har ytvattenförekomsten/sjön några andra inflöden (vattendrag o.s.v.)? Om så inte är fallet tyder det på att grundvattnet är av avgörande betydelse. Till exempel i turlougher i Irland, grundvattenförsörjda sjöar i Storbritannien och grundvattenförsörjda sjöar i Danmark.
- c) **När anslutna akvatiska ekosystem utgör en del av vatten i övergångszoner eller kustvatten** kan till exempel följande frågor ställas:
- Utgör grundvattenutflöde (antingen diffust i tidvattenzonen (eng. mudflats) eller genom direkt utströmning i havsbotten) en betydande andel av sötvattenflödet till vattnet i övergångszonen eller till kustvattnet?
 - Utgör den kemiska belastningen (föroreningar såsom nitrat) från detta flöde en risk för statusen i vattnet i övergångszonen eller kustvattnet?
 - Och/eller finns det en betydande vattentillförsel från vattendrag som innehåller stora mängder grundvattenbasflöde eller dräneringsvatten/dagvattenflöden?
- d) **När ett anslutet akvatiskt system också utgör en del av ett Natura 2000-område** kan till exempel följande frågor ställas:
- Är de egenskaper som är intressanta att bevara (exempelvis ett vattendrag med hög alkalinitet eller ett vattendrag som löper genom tuff) extremt beroende av grundvatten?
 - Är dessa egenskaper knutna till grundvattnets kvalitet eller kvantitet? (Exempelvis grundvattnet som huvudflöde, koncentration av föroreningar o.s.v.). För detta arbete krävs avstämning med ytvatten- och naturskyddsekologer.
- e) **För alla kategorier av anslutna akvatiska ekosystem** kan ytterligare information fastställas:
- Grundvattenkvalitets- och kvantitetskraven hos ytvattenförekomster och/eller skyddade Natura 2000-områden kan fastställas rumsligt (var) och tidsmässigt (när) för att kunna ringa in grundvattenbehov som är knutna till statusbedömningar för ytvattenförekomster eller Natura 2000-bedömningar.
 - Bedömning av belastningar på grundvattenförekomster som skulle kunna påverka grundvattenutflödet (kvalitet och kvantitet) så att behoven hos ytvattenförekomsten eller Natura 2000-området inte uppfylls och ytvattenförekomsten får en sämre status/inte klarar klassificeringstestet eller Natura 2000-området får en ogynnsam bevarandestatus.

4.3 Steg 3: Bedömning av skaderisken för ett anslutet akvatiskt ekosystem

Finns det en risk för att belastningarna från grundvattenförekomsten har en negativ inverkan på det anslutna akvatiska ekosystemet?

I CIS Guidance 18 om grundvattenstatus och trendbedömning beskrivs hur anslutna ytvattens kemiska och ekologiska egenskaper avsevärt försämrats på grund av att föroreningar förs över från en grundvattenförekomst. Dessutom finns en beskrivning av hur specifika tröskelvärden fastställs och en förklaring av det kvantitativa statustestet.

Denna tekniska rapport syftar till att kasta mer ljus över riskbedömningen för anslutna akvatiska ekosystem.

Det finns två möjliga tillvägagångssätt för riskbedömningen:

- a) Recipientbaserat (anslutna akvatiska ekosystem eller Natura 2000) – denna metod beskrivs i CIS Guidance 18 – eller
- b) grundvattenbaserat.

Vart och ett av dessa tillvägagångssätt har sina fördelar när en riskbedömning för ett anslutet akvatiskt ekosystem ska göras. Nedan finns en beskrivning av båda metoderna.

a) Recipienten som utgångspunkt:

- Identifiera ytvattenförekomster som har sämre status än "god status" eller som är på väg att få det inom överskådlig tid. Identifiera alternativt delar av ytvattenförekomster som inte uppfyller miljömålen.
- Identifiera Natura 2000-områden i vatten som har ogynnsam bevarandestatus.

b) Grundvattnet som utgångspunkt:

- **Ta hänsyn till all identifierad specifik antropogen påverkan på grundvattenförekomsten** som kan orsaka en betydande förändring av volymen eller den kemiska sammansättningen hos det grundvatten som tillförs det anslutna akvatiska ekosystemet. Till exempel:
 - Kvantitativ påverkan: Är basflödesindex (BFI) för vattendraget större än den relevanta normen för ytvattenförekomster?
 - Sker stora uttag ur grundvattenförekomsten som skulle kunna påverka den volym som tillförs det anslutna akvatiska ekosystemet?
- **Ta hänsyn till alla identifierade specifika antropogena belastningar på ytvattenförekomsten** som kan orsaka en betydande förändring av volymen eller den kemiska sammansättningen hos det ytvatten som flödar genom det anslutna akvatiska ekosystemet. Till exempel:
 - Sker det stora uttag eller finns det stora reservoarer uppströms vattendragets anslutna ekosystem som avsevärt förändrar mängden vatten som flödar genom detta akvatiska ekosystem och på så sätt förändrar de relativa andelarna grundvatten och ytvatten i det flödet?
 - Finns det stora utlopp (t.ex. reningsverk eller intensivt jordbruk som kan orsaka diffusa föroreningar) uppströms om vattenförekomsten i övergångszonen (det anslutna akvatiska ekosystemet) som avsevärt förändrar kvaliteten på det vatten som flödar genom detta akvatiska ekosystem och på så sätt förändrar de relativa behoven av grundvatten och ytvatten i det flödet?

Observera: Det är endast effekten av de **antropogena belastningarna** som ska undersökas – inte grundvattnets naturliga egenskaper, även om det kan verka som att de naturliga egenskaperna inverkar negativt – t.ex. en naturlig minskning av grundvattnets källflöde under en torr period eller ökade koncentrationer av naturligt förekommande ämnen såsom tungmetaller eller ammonium i grundvattnet som beror på naturliga processer.

Rekommendationer

4.2 För riskbedömningar av anslutna akvatiska ekosystem anses både recipient- och grundvattenbaserade tillvägagångssätt vara lika användbara.

4.3 Precis som karakteriseringen och riskbedömningen tydligt visat behövs en direkt dialog och ett samarbete inom medlemsstaterna:

- Mellan yt- och grundvattenexperter och forskare för att bedöma risken för att förändringar i grundvattenflödet kan inverka avsevärt på anslutna akvatiska ekosystem samt**
- mellan grundvattenforskare och ytvattenekologer för att lokalisera och utreda de hydrologiska/hydrokemiska behoven hos anslutna akvatiska ekosystem.**

5.1 Sammanställning av bakgrundsfakta

En tillräcklig kunskap för att effektivt inkludera anslutna akvatiska ekosystem i karakteriseringen enligt ramdirektivet för vatten/grundvattendirektivet (kapitel 4) och statusbedömningen (kapitel 6) kan uppnås genom att samla in följande övervakningsinformation:

- Ta reda på omfattningen av nuvarande eller framtida förändringar av kvalitet eller kvantitet för vattnet i den grundvattenförekomst som förser det anslutna akvatiska ekosystemet med vatten.
- Undersök om det grundvatten som behövs för att den anslutna ytvattenförekomsten ska uppnå god status är av tillräcklig kvalitet och finns i tillräckliga volymer.
- Undersök följande för det anslutna akvatiska ekosystemet:
 - Om det grundvatten som behövs för att undvika avsevärda försämrings av det beroende ekosystemet är av tillräckligt hög kvalitet och finns i tillräckliga mängder.
 - Om förhållandena i det anslutna ekosystemet har förändrats i en utsträckning som kan beskrivas som en "avsevärd försämrings" eller kommer att förändrats på ett sådant sätt inom överskådlig tid om utvecklingen fortgår.

The diagram illustrates the interaction between groundwater and surface water. A dashed line represents the **Ground water table**. A solid blue line indicates the **Groundwater flow direction**. Key locations and processes are marked with letters:

- a**: A yellow star on the ground surface, with a dashed arrow pointing up labeled **Abstraction**.
- b**: A yellow star on the ground surface, with a dashed arrow pointing down labeled **Discharge / Pollution**.
- c**: A yellow star in the groundwater, with an arrow pointing towards the **Groundwater Associated Aquatic Ecosystem**.
- d**: A yellow star within the **Groundwater Associated Aquatic Ecosystem**.
- e**: A yellow star in the groundwater, with an arrow pointing towards the **Groundwater Associated Aquatic Ecosystem**.
- f**: A yellow star on the ground surface, with a dashed arrow pointing down labeled **Discharge / Pollution**.
- g**: A yellow star on the ground surface, with a dashed arrow pointing up labeled **Abstraction**.

- a = abstraction pressure monitoring b = chemical pressure monitoring
c = exchange between groundwater and surface water monitoring
d = monitoring of status of GWAAE e = pathway in GW monitoring
f = abstraction pressure on SWB g = pollution pressure on SWB

Bild 5.1: Schematiskt förhållande mellan grundvattenförekomst och anslutet akvatiskt ekosystem, med möjliga övervakningsplatser.

Med hänvisning till bild 5.1 kräver den **Inledande karakteriseringen** (se kapitel 4) information om:

- Platsen för det anslutna akvatiska ekosystemet och tillståndet för den anslutna ytvattenförekomsten. Detta kan omfatta ekologiska bedömningar (d).
- Tillståndet för grundvattenförekomsten (e).
- Hydrogeologiska och hydrogeokemiska behov hos det anslutna akvatiska ekosystemet (d) samt
- betydande påverkan som ytvattenförekomsterna och grundvattenförekomsterna kan utsättas för.

För den **ytterligare karakteriseringen** behövs information om:

- Egenskaperna hos det anslutna akvatiska ekosystemet (detta kan innefatta ekologiska bedömningar) (d).
- Specifik påverkan på grundvattenförekomsten som skulle påverka kvaliteten och kvantiteten för det grundvatten som strömmar in i det anslutna akvatiska ekosystemet (a och b).
- Specifik påverkan på ytvattenförekomsten som skulle påverka kvaliteten och kvantiteten för det vatten som förser det anslutna akvatiska ekosystemet med vatten(f och g).
- En processuell kunskap om kopplingen mellan grundvattenförekomsten och kvantiteten och/eller kvaliteten för det grundvatten som är tillgängligt för det anslutna akvatiska ekosystemet (d.v.s. uppskattningar av riktningarna och flödes hastigheterna för vattenutbytet mellan grundvattenförekomsten och de anslutna ytvattensystemen) (c).

5.2 Övervakning i grundvattenförekomster och anslutna ytvattenförekomster

Data från övervakningsnätverk omfattar såväl kvantitativa som kvalitativa egenskaper och deras utveckling. Det är god praxis att se till att övervakningen av grundvattenförekomsten är knuten till motsvarande konceptuell modell (se ovan och kapitel 2.2) för att säkerställa att övervakningsställena kan ge en korrekt bild av grundvattenförekomstens status och relationen till det anslutna akvatiska ekosystemet. Med andra ord kommer den konceptuella modellen av grundvattenflödet till det anslutna akvatiska ekosystemet, som utarbetas som en del av karakteriseringen och behovsbedömningen av det akvatiska ekosystemet, att underlätta utvärderingen av vilka övervakningsställena i grundvattenförekomsten som är representativa för inflödena i det anslutna akvatiska ekosystemet. Dessa övervakningsuppgifter kan sedan analyseras för att kontrollera hur de påverkar förhållandena i det anslutna akvatiska ekosystemet och statusen hos ytvattenförekomsten. Vid behov kan specifika övervakningsställena övervägas för att utvärdera det anslutna akvatiska ekosystemet, på grundval av den konceptuella modellen av grund- och ytvattenflöde.

Övervakningen av grundvattenförekomster innefattar i regel mätningar av vattennivån och dess förändringar över tid. Dessa uppgifter kan ge en fingervisning om vilken inverkan det grundvattenflöde som förser det anslutna akvatiska ekosystemet med vatten har. Det kan potentiellt påverka målen för det akvatiska ekosystemet eller statusen för vattenförekomsten, eller åtminstone beroendet av grundvatten. Det är god praxis att särskilt beakta variationerna i vattennivå. På samma sätt kan flödesövervakning vara till nytta i fall där det anslutna akvatiska ekosystemet är klart beroende av utflöde ur grundvattenförekomsten (som basflöde) in i ytvattenförekomsten.

Vid behov kan övervakningsinformation från de anslutna ytvattenförekomsterna användas för att utvärdera möjlig inverkan på målen för det anslutna akvatiska ekosystemet och vattenförekomstens status. Det kan vara användbart att övervaka uppströms och nedströms om det anslutna akvatiska ekosystemet. Denna övervakning kan om så krävs omfatta både kvalitet och kvantitet.

Övervakningsnätverken och parameteruppsättningen med de kvalitativa egenskaperna hos den grundvattenförekomst som är ansluten till det anslutna akvatiska ekosystemet bör vara representativa för behoven och förhållandena i det anslutna akvatiska ekosystemet (exempelvis om bevarandestatusen är gynnsam eller ogynnsam). Det innebär att parameteruppsättningen kan baseras på det specifika anslutna akvatiska ekosystemet. För att förstå interaktionerna mellan grundvattenförekomst, ytvattenförekomst och anslutet akvatiskt ekosystem rekommenderar vi att de fysikalisk-kemiska parametrar och kemiska ämnen som bestämmer/påverkar det anslutna akvatiska ekosystemet egenskaper och funktion ingår i övervakningen.

I tabell 2.1 fastställdes flera grader av beroende ("extremt beroende", "beroende" och "inte beroende, men kan påverkas av föroreningar"). Därför föreslår vi att övervakningen inriktas efter dessa tre klassificeringar:

- I. Anslutna akvatiska ekosystem som är extremt beroende av grundvattenförekomsten, t.ex. genom vattentillförsel från grundvattenförekomsten och/eller på grund av specifika fysikalisk-kemiska behov som uppfylls genom den anslutna grundvattenförekomsten – i detta fall räcker det med övervakningsdata från grundvattenförekomsten, så länge dessa är representativa för behoven och statusen/målen för det anslutna akvatiska ekosystemet.
- II. Anslutna akvatiska ekosystem som är beroende av ytvattenförekomster och grundvattenförekomster, där båda typerna av vattenförekomster kan påverka akvatiska ekosystemets bevarandestatus och statusen för anslutna vattenförekomster (t.ex. permanenta vattendrag i tabell 2.1). Här kan det finnas behov av specifika övervakningsdata från det anslutna akvatiska ekosystemet i kombination med utvald information från grundvattenförekomsten och ytvattenförekomsten.
- III. Anslutna akvatiska ekosystem som inte är akut beroende av grundvattenförekomster (se tabell 2.1) och som har begränsat utbyte med sådana, men som kan påverkas negativt om föroreningar överförs till akvatiska ekosystemet. Om sådan påverkan är tydlig behöver det anslutna akvatiska ekosystemet sannolikt övervakas.

Övervakningen kan skräddarsys för var och en av dessa tre allmänna klassificeringar och antalet parametrar, övervakningsplatser och tidpunkter för provtagning som behövs för att övervaka grundvattenförekomsten kan vara färre för vissa klassificeringar.

När det finns en risk för avsevärd försämring (d.v.s. en utveckling som inom överskådlig tid kommer att leda till att miljömålen inte kommer att kunna uppfyllas) föreslår vi att inte bara inkludera värden från specifik övervakning, utan även mer långsiktiga dataserier med parametrar som är knutna till det anslutna akvatiska ekosystemet och kommer från övervakning av grund- och ytvattenförekomster.

Exempel 5.1: Övervakning av grundvattenförekomster för anslutna akvatiska ekosystem

På platser där utbytet är mycket tydligt har grundvattenförekomster övervakats för att fastställa inverkan på anslutna akvatiska ekosystem. Denna övervakning ligger till grund för det anonymiserade exemplet nedan:

- Vattennivån och/eller flödet mättes på ett ställe längs flödesvägen mellan grundvattenförekomsten och det anslutna akvatiska ekosystemet (se på bild 5.1), eller vid minst två övervakningsställen om de inte låg längs flödesvägen. Det räckte med årstidsvisa intervall:
- Övervakningen av de fysikalisk-kemiska parametrarna innefattade en förteckning som godkänts för grundvattenförekomsten, med minst två provtagningar per år. Övervakningsställena behövde ligga längsmed grundvattnets flödesväg mot det anslutna akvatiska ekosystemet, vilket innebar att källor och springflöden som korsade grundvattenflödet men inte mynnade ut i det anslutna akvatiska ekosystemet uteslöts.
- Det är möjligt att det finns flera olika flödesvägar eller hydrogeologiska förhållanden i olika skikt inom en enda grundvattenförekomst och att detta kan påverka transporten av föroreningar (t.ex. nitrat). I dessa fall rekommenderade vi att ett övervakningsnätverk i flera nivåer med avskiljning på olika djup skulle användas längs den huvudsakliga flödesvägen. En övervakningspunkt räckte.
- Parameterförteckningen för övervakning av grundvattenförekomsten baserades på känsligheten hos de ekologiska recipienterna (det anslutna akvatiska ekosystemet) och deras indikatorer, när dessa var kända (t.ex. för Natura 2000-nätverk).
- I övervakningen av det anslutna akvatiska ekosystemet ingick parametrar som inte inkluderades för grundvattenförekomsten. Dessutom beaktades årstidsvariationer.

Rekommendation

5.1 Övervakning för att understödja risk- och statusbedömning för grundvattenanslutna vattenekosystem bör täcka in data från både grund- och ytvattenförekomsten. Det är avgörande att grund- och ytvattenforskare inom medlemsstaterna samarbetar i fråga om övervakningsbehov och utbyte av befintlig information och kunskap.

Exempel 5.2: Nödvändiga övervakningsdata för att sätta tröskelvärden för grundvatten för att skydda anslutna akvatiska ekosystem.

Sjöar och estuarier kan förses med grundvatten både från direkta utlopp från grundvattenförekomster och från grundvatteninnehåll i utmynnande vattendrag. Det är viktigt att kvantifiera andelen grundvatten både i vatten från utmynnande vattendrag och i den totala mängd vatten som mynnar ut i det anslutna akvatiska ekosystemet för att kunna uppskatta grundvattnets bidrag till den totala föroreningsbelastningen i akvatiska ekosystemet och slutligen sätta tröskelvärden för att bedöma grundvattenförekomstens kemiska status.

För att detta arbete ska kunna ske måste alla parametrar som är relevanta för kvaliteten (koncentrationer) och kvantiteten (avrinning/vatten som tillförs via vattendrag) övervakas. För denna typ av bedömningar behövs ibland både övervakningsdata och kalibrerade numeriska modellberäkningar av utbytet mellan grundvatten och ytvatten.

En annan faktor att ta hänsyn till är den geokemiska miljö där övervakningsstationerna finns. Exempelvis bör övervakningsställen som finns i den anoxiska zonen inte ingå i uppskattningen av genomsnittliga nitratkoncentrationer, eftersom nitraterna har minskat och inte borde finnas i denna zon. Om alla övervakningsstationer var placerade i den anoxiska zonen så skulle den genomsnittliga koncentrationen i grundvattenförekomsten vara 0 mg/l, även om ytligt syrerikt grundvatten med korta transporttider till vattendrag (och de mest sårbara grundvattenanslutna akvatiska ekosystemen) innehöll >30 mg/l nitrater och hade en allvarlig inverkan på anslutna akvatiska ekosystem. Ett sådant exempel återfinns i fallet med estuariet i Horsens, Danmark, som visas på bild 5.2.

Anslutna akvatiska ekosystem är i regel känsligare för de totala årliga belastningarna av näringsämnen (främst total mängd nitrat och bekämpningsmedel) än för maximala koncentrationer. Därför kräver bedömningen av näringsämnenas inverkan på ett akvatiskt ekosystem långvarig övervakning av årstidsvisa variationer både i fråga om kvantitet (avrinning) och kvalitet (t.ex. nitratkoncentrationer) för att flödesviktade koncentrationer och årliga eller totala nitratbelastningar på ekosystemet ska kunna uppskattas samt för att tröskelvärden för vattendrag och grundvatten slutligen ska kunna sättas för att skydda ekosystemet (Hinsby et al., 2008, 2012). Det ovan beskrivna fallet med estuariet i Horsens är ett exempel på detta.

Data från både övervakning och modellberäkningar kompletterar varandra och underlättar förståelsen för utbytet mellan grundvatten och ytvatten och för vilka typer av uppgifter som behövs. Dessutom får vi genom denna kombination av uppgifter viktig information för anpassningen till klimatförändringen och för bedömningen av klimatförändringens effekter på grund- och ytvattnets kvalitet och kvantitet.

Observera

I CIS Guidance 18 beskrivs metoder för att fastställa tröskelvärden som tar hänsyn till naturliga bakgrundskoncentrationer och legitim grundvattenanvändning. Dessa skulle leda till ett tröskelvärde för nitrat (uttryckt som N) som skulle likna storleken på det värde som fastställdes ovan för att säkerställa (återställa) en god ekologisk status för estuariet i Horsens. Men vissa sjöar och/eller grundvattenberoende terrestra ekosystem i avrinningsområdet kring estuariet i Horsens, eller i andra avrinningsområden, kan vara känsligare och därför skulle vissa grundvattenförekomster behöva ett ännu lägre tröskelvärde för nitrat. Nya bevis från Storbritannien (UKTAG, 2012) visar att spannet för nitratkänslighet hos grundvattenberoende terrestra ekosystem kan börja redan vid ett så lågt värde som 4 mg/l nitrat (NO_3).

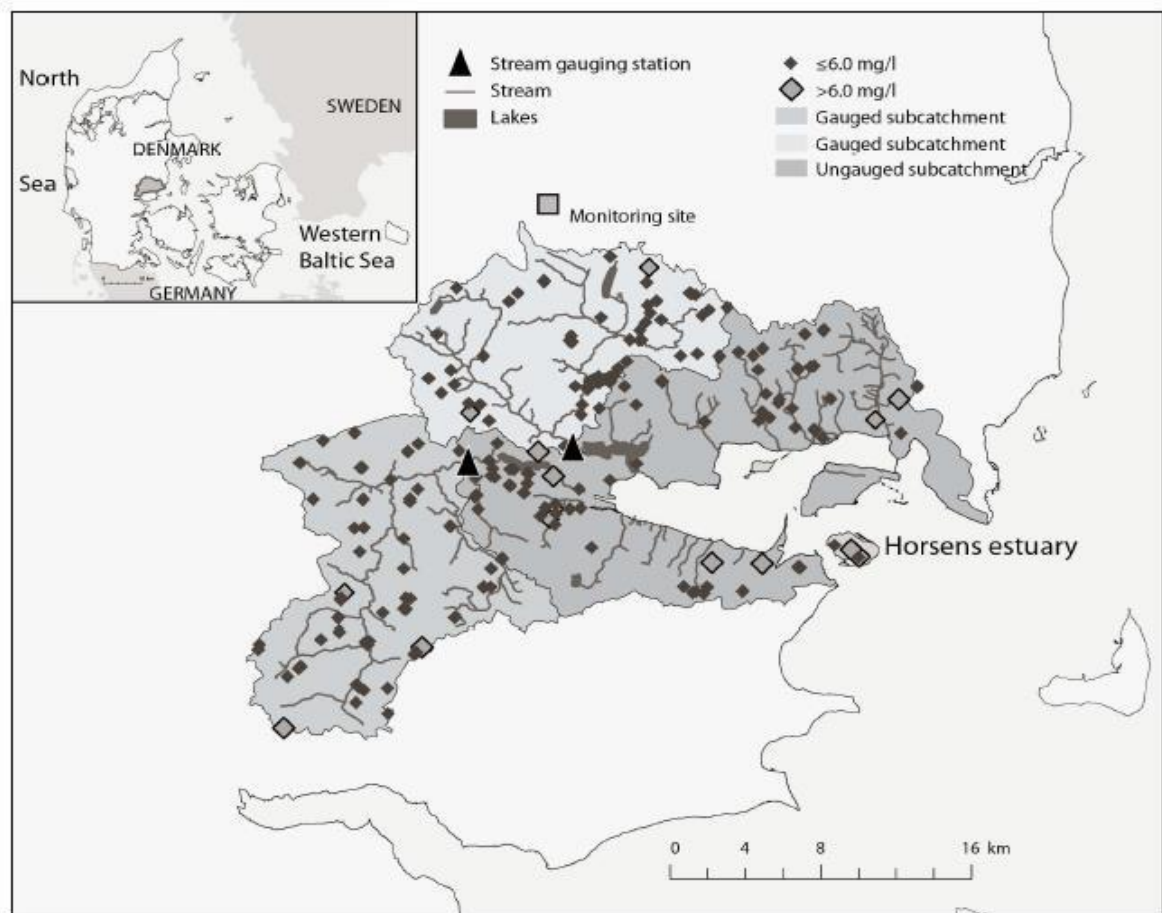


Bild 5.2: Estuariet i Horsens. Nitrat-N-koncentrationer (mg/l) i övervakade grundvatten (2011) jämfört med det fastställda tröskelvärde för grundvatten på 6,0 mg/l totalt N (motsvarar ~25 mg/l nitrat). De flesta övervakade källorna finns i anaerobt grundvatten som inte innehåller nitrat och låga mängder oorganiskt kväve (DIN) – de har nitrat-N-koncentrationer under tröskelvärde och den genomsnittliga mängden nitrat-N antyder inga problem med nitrat. Men estuariet har en dålig ekologisk status och merparten av övervakningsställena i den oxiska zonen uppvisar nitrat-N-koncentrationer som är betydligt högre än tröskelvärde.

5.3 Övervakning i det anslutna akvatiska ekosystemet

Förutom övervakning i grundvattenförekomsten så kan även specifik övervakning i det anslutna akvatiska ekosystemet genomföras som en del i den operativa övervakning som beskrivs i CIS Guidance 15 (grundvattenövervakning), när en risk har identifierats antingen på grund av påverkan från grundvattenförekomsten eller förhållandena i det anslutna akvatiska ekosystemet (se kapitel 4).

Vi rekommenderar att först undersöka utbytet mellan grundvattenförekomster och ytvattenförekomster med hjälp av den konceptuella modellen för att få en bild av det anslutna akvatiska ekosystemets beroende av grundvatten och/eller ytvatten. I den mån det är möjligt med den konceptuella modellen måste vi klargöra graden av beroende hos det anslutna akvatiska ekosystemet (klass I eller klass II, enligt avsnitt 5.2). Detta påverkar även den specifika övervakningsförteckningen för det anslutna akvatiska ekosystemet. När anslutna akvatiska ekosystem är mycket beroende av ytvattenförekomster måste de förekomsterna övervakas särskilt (klass III).

Tredimensionell (nivåavskild) övervakning kan behövas för anslutna akvatiska ekosystem som är beroende av ett särskilt skikt i grundvattenförekomsten, exempelvis när ett skikt i grundvattenförekomsten tillhandahåller syrerikt grundvatten eller grundvatten med hög alkalinitet.

Det kan behövas särskild övervakning för att påvisa att anslutna akvatiska ekosystem som tidigare inte klassificerats som "avsevärt skadade" inte blir "avsevärt skadade" på grund av belastningar i grund- eller ytvattenförekomster (övervakning av risk för försämring). Detta är endast möjligt när det finns en lämplig tidsserie för mätningarna.

Övervakningen av anslutna akvatiska ekosystem kan inriktas på att utvärdera effekterna på de viktigaste biogeokemiska processerna (t.ex. inverkan på cykeln för kväve/näringsämnen) på platsen. Denna metod kan användas för att ringa in kemiska föreningar som påverkar de biologiska egenskaperna.

En direkt övervakning av den ekologiska statusen (inkl. biologiska och hydrologiska aspekter) kan ingå i övervakningen av det anslutna akvatiska ekosystemet om detta bidrar till kunskapen om förhållandena i akvatiska ekosystemet eller effekterna av påverkan på grund- eller ytvattenförekomster (se avsnitt 6.4 om fastställande av tröskelvärden på grundval av övervakningsdata från det anslutna akvatiska ekosystemet).

Om karakteriseringen eller övervakningen av det anslutna akvatiska ekosystemet eller grundvattenförekomsten påvisar en betydande skaderisk för det akvatiska ekosystemet så måste en förteckning med lämpliga parametrar sammanställas.

Om en skada har konstaterats på ett grundvattenanslutet akvatiskt ekosystem och skadan har lett till sänkt status för ytvattenförekomsten, grundvattenförekomsten eller det skyddade området så rekommenderar vi att en lämplig övervakning upprätthålls för att ta reda på hur effektiva de åtgärder är som har vidtagits för att återställa det akvatiska ekosystemet.

Rekommendation

5.2 Det kan behövas specifik övervakning av anslutna akvatiska ekosystem när det akvatiska ekosystemet är skadat eller löper risk att skadas. Enligt god praxis ska denna övervakning baseras på en konceptuell förståelse av utbytet mellan grundvattenförekomsten, ytvattenförekomsten och det akvatiska ekosystemet och ske i samarbete med relevanta forskare som känner till ytvattenförekomsten eller det skyddade området (t.ex. Natura 2000).

6 TRÖSKEL- OCH KRITERIEVÄRDEN

6.1 Definition av tröskel- och kriterievärden

Begreppet **tröskelvärden (TV)** för grundvatten för att bedöma grundvattnets kemiska status nämns för första gången i skäl 7 i grundvattendirektivet:

”Med beaktande av behovet av att uppnå likformiga skyddsnivåer för grundvatten bör man upprätta kvalitetsnormer och tröskelvärden och utveckla metoder grundade på ett gemensamt tillvägagångssätt för att få kriterier för bedömning av grundvattenförekomsternas kemiska status.”

Tröskelvärden definieras sedan i artikel 2 som kvalitetsnormer som medlemsstaterna fastställer i enlighet med artikel 3. I artikel 3 beskrivs ”kriterierna för bedömning av kemisk grundvattenstatus”, vilka innefattar tröskelvärden. Det föreskrivs att:

Artikel 3.1 b:

”Tröskelvärden som är tillämpliga på god kemisk status skall baseras på skyddet för grundvattenförekomster i enlighet med del A punkterna 1, 2 och 3 i bilaga II, varvid man skall beakta grundvattnets inverkan på och växelverkan med förbundna ytvatten och därav direkt beroende terrestra ekosystem och våtmarker, och hänsyn skall bland annat tas till vad som är känt om ämnens humantoxikologi och ekotoxikologi.”

Artikel 3.2:

”Tröskelvärden kan fastställas på nationell nivå, för ett avrinningsdistrikt eller för den del av det internationella avrinningsdistriktet som ligger inom en medlemsstats territorium eller för en grundvattenförekomst eller en grupp av grundvattenförekomster.”

Medlemsstaterna måste meddela och tillämpa det striktaste tröskelvärde som krävs för att skydda alla ekosystem samt rättfärdiga relevant användning av den undersökta grundvattenförekomsten. Om övervakningsdata från grundvattnet i grundvattenförekomsten (eller relevanta delar av grundvattenförekomsten) visar att det fastställda tröskelvärdet har överskridits så ska en ”lämplig undersökning” följa. Resultatet av denna undersökning avgör huruvida grundvattenförekomsten har en god eller otillfredsställande kemisk status.

Mer information om tröskelvärden finns i tidigare publikationer (Müller et al., 2006, Hinsby et al., 2008, Europeiska kommissionen, 2009, Europeiska kommissionen, 2012). Av dessa källor framgår tydligt att de flesta medlemsstater, i enlighet med CIS Guidance 18, tar hänsyn till de naturliga bakgrunds nivåerna av ett näringsämne när de fastställer tröskelvärden för grundvattenförekomster.

Det finns ingen specifik definition av termen **kriterievärde (CV)** i grundvattendirektivet, men termen används för första gången i vägledningsdokument 18 (bild 3) som en kvalitetsnorm som fastställs för alla relevanta näringsämnen för alla specifika miljökriterier eller recipienter (saltvatteninträngning, anslutna akvatiska ekosystem, grundvattenberoende terrestra ekosystem) eller användningsområden (dricksvatten, industri, jordbruk o.s.v.). Dessa kriterievärden, som ibland kallas recipientbaserade normer, tar inte hänsyn till naturliga bakgrunds nivåer av föroreningar och kan härstamma från annan lagstiftning. Till exempel består kriterievärdet för skydd av dricksvatten av dricksvattnenormen för en viss förorening. Tröskelvärdet för samma förorening, som fastställs för att skydda grundvatten som en dricksvattenresurs, bestäms av medlemsstaten, men kan i princip variera mellan dricksvattnenormen (kriterievärdet) och den naturliga bakgrunds nivån för föroreningen (när kriterievärde > bakgrunds nivå). I vägledningsdokument 18 beskrivs olika faktorer och den allmänna metoden för att fastställa tröskelvärden. Där står följande:

"Medlemsstaterna fastställer tröskelvärden genom att jämföra bakgrundsivån med kriterievärdet. Kriterievärdet är koncentrationen av en förorening, utan hänsyn till eventuella bakgrundskoncentrationer. Om kriterievärdet överskrids kan det leda till att kriteriet för god status inte uppfylls. När kriterievärden fastställs ska riskbedömningen och grundvattnets funktioner beaktas. "

Tröskelvärden och kriterievärden utgör grunden för kemiska normer, men vi föreslår att kvantitativa normer ska inrättas på samma sätt för att ge ett lämpligt skydd till anslutna akvatiska ekosystem. För att undvika förvirring bör dock dessa nya normer inte kallas tröskelvärden eller kriterievärden.

Rekommandation

6.1: Medlemsstaterna uppmuntras att utarbeta kvantitativa normer för att skydda anslutna akvatiska ekosystem. Dessa normer bör tas fram på liknande sätt som tröskelvärden och kriterievärden, men få en annan benämning för att inte blandas ihop med dessa.

6.2 Tillämpning av tröskel- och kriterievärden på anslutna akvatiska ekosystem

I ovanstående text framgår att den minsta inrättandenivån för tröskelvärden är en grundvattenförekomst. Men precis som Müller et al. (2006) och Hinsby et al. (2008) påpekar kan det bli nödvändigt att dela in en grundvattenförekomst i olika hydrokemiska miljöer beroende på föroreningen i fråga för att kunna beräkna meningsfulla tröskelvärden och bakgrundsivåer. Detta beror på att föroreningens beteende och koncentrationer kan skilja sig åt avsevärt i olika geokemiska miljöer. I exempel 5.2 visas att nitrat (den förorening som oftast hindrar grundvattenförekomster från att uppnå god status) inte förekommer i anoxiska grundvattenmiljöer och mätningar i denna zon skulle inte vara representativa vid en jämförelse med det tröskelvärde för nitrat som fastställts för att skydda det anslutna akvatiska ekosystemet, eftersom endast förhållandena i den övre, oxiska delen av grundvattenförekomsten är relevanta för anslutna akvatiska ekosystem.

Fastställandet av tröskelvärden för att ge ett adekvat skydd till anslutna akvatiska ekosystem skulle i praktiken kunna innebära att en stor grundvattenförekomst eller en grundvattenförekomst som innehåller flera olika geokemiska miljöer delas in i mindre grundvattenförekomster eller olika geokemiska zoner. Det skulle kunna underlätta det praktiska genomförandet eller fastställandet av ytterligare åtgärder, eftersom olika förvaltningsstrategier för dessa mindre vattenförekomster skulle vara effektivare. Denna metod utvärderas i ett forskningsprojekt (Hinsby och Refsgaard, 2015, www.soils2sea.eu) där en genomgång görs av olika bestämmelser och effektiva åtgärder för att kontrollera näringsämnen (nitrat och bekämpningsmedel) som läckt från jordbruksmark ut i ytvatten/anslutna akvatiska ekosystem.

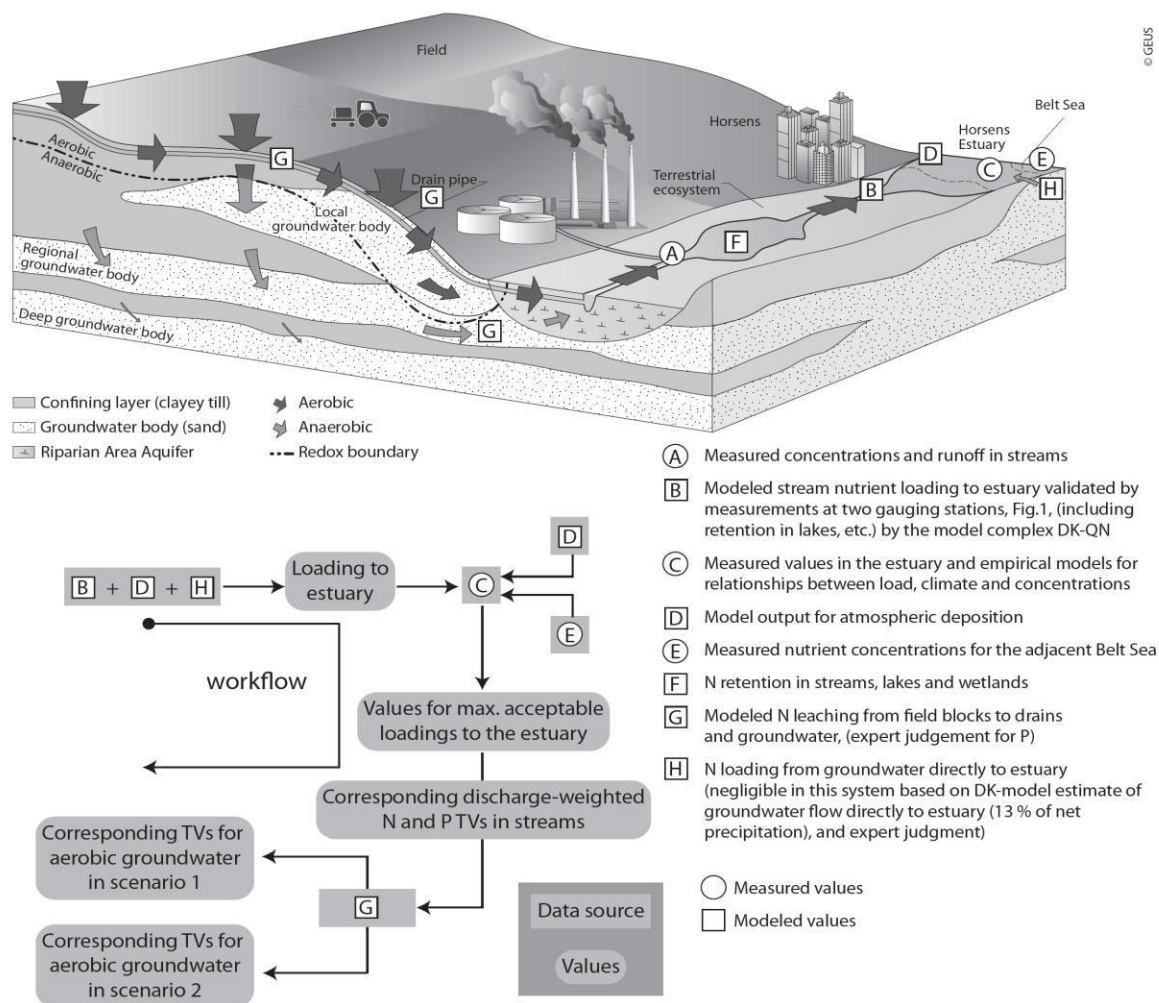


Bild 6.1: Konceptuell modell för avrinningsområdet kring estuariet i Horsens, Danmark, med data- och näringsämneskällor samt en illustrering av beräkningsprocessen för tröskelvärden för vattendrag och grundvatten (Hinsby et al., 2012).

Såsom beskrivs i grundvattendirektivet och ytterligare utvecklas i vägledningsdokument 18 kan tröskelvärden för grundvatten fastställas för att skydda anslutna akvatiska ekosystem i liten skala lokalt för relativt små sjöar till i stor gränsöverskridande skala för kustvatten och marina vatten. Ofta är anslutna akvatiska ekosystem de mest sårbara recipienterna i det avrinningsområde som undersöks och för att fastställa ett motsvarande tröskelvärde för grundvattnet för föroreningen i fråga måste godtagbara medelkoncentrationer i och totala belastningar på det anslutna akvatiska ekosystemet användas.

Eftersom tröskelvärden för grundvattenförekomster måste skydda de särskilda behoven hos anslutna akvatiska ekosystem måste dessa akvatiska ekosystems ekologiska behov vara utgångspunkten när tröskelvärdena ska fastställas. Hydro(geo)loger och ekologer måste ha ett nära samarbete när tröskelvärdena ska fastställas för att reda ut och kvantifiera interaktionerna mellan grundvatten och ytvatten (bild 6.1). Denna kvantifiering är avgörande för att exempelvis uppskatta den högsta godtagbara belastningen (ekologisk tröskel) av ett särskilt näringsämne på ett ekosystem, vilket kan utgöra basen för att fastställa tröskelvärdet. På bild 6.2 visas ett exempel på de övervakningsdata för ett anslutet akvatiskt ekosystem som behövs för att göra en uppskattning av tröskeln för ett sådant akvatiskt ekosystem i ett estuarium.

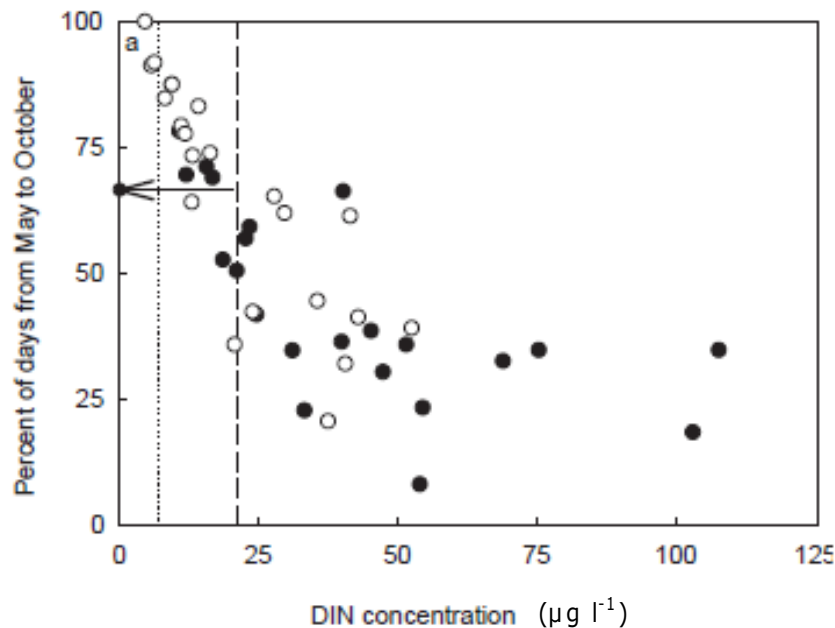


Bild 6.2: Relation mellan medelkoncentrationen och procent dagar med begränsning för oorganiskt kväve, DIN. Årlig beräkning från 1985 till 2006 för estuariet i Horsens, Danmark. Fyllda cirklar (inre del) respektive öppna cirklar (yttre del). Beräkningarna görs baserat på data från maj till oktober (184 dagar) och begränsningen antas inträffa när DIN är $< 14 \mu\text{g l}^{-1}$. De vertikala streckade linjerna visar när begränsningarna inträffar 2/3 av tiden, och motsvarande koncentrationer (DIN $21 \mu\text{g l}^{-1}$) anses utgöra målvärden för god ekologisk status i estuariet. Den vertikala prickade linjen är den resulterande DIN-koncentrationen i den yttre delen av estuariet med en årlig nitratbelastning på 560 t yr^{-1} . Hinsby et al. (2012).

Exempel på arbetsflöde för att fastställa ett tröskelvärde för ett anslutet akvatiskt ekosystem:

- Fastställ den högsta tillåtna koncentrationen i det anslutna akvatiska ekosystemet (och under vilken tid på året, till exempel månatliga eller årstidsvisa genomsnitt).
- Beräkna befintliga och maximalt godtagbara belastningar på det anslutna akvatiska ekosystemet (från grund- och ytvattenkällor).
- Anta att alla andra belastningar är konstanta och beräkna den belastning som kommer från grundvattnet.
- Omvandla belastningen från grundvattnet till en koncentration i grundvattnet = tröskelvärde.

Rekommendationer

6.2: Arbetet med att fastställa adekvata tröskelvärden för att skydda ett anslutet akvatiskt ekosystem bör baseras på kunskap om de ekologiska behoven hos detta akvatiska ekosystem och den konceptuella kopplingen mellan grundvattenförekomsten och det anslutna akvatiska ekosystemet.

6.3: Ekologer som arbetar med anslutna akvatiska ekosystem, hydrogeologer och hydrologer bör arbeta tillsammans och kommunicera under alla faser av utarbetandet av tröskelvärdena.

6.3 Exempel på hur tröskelvärden fastställs och tillämpas för att skydda anslutna akvatiska ekosystem

Exempel från medlemsstaterna

Enligt resultaten från enkäten om tröskelvärden som har skickats ut till alla medlemsstater (Europeiska kommissionen, 2015b) finns det mycket få exempel på att tröskelvärden för grundvatten har fastställts på grundval av målsättningarna för anslutna akvatiska ekosystem. I allmänhet rapporterar medlemsstaterna att de inte har tillgång till data för att fastställa tröskelvärden för grundvatten för att skydda anslutna akvatiska ekosystem, och de utgår antingen från dricksvattennormer eller miljökvalitetsnormer för ytvatten, i vissa fall multiplicerade med en faktor mindre än ett (t.ex. 0,75) som en försiktighetsåtgärd. Miljökvalitetsnormerna för ytvatten gäller vanligtvis för en hel ytvattenförekomst och inte bara för det anslutna akvatiska ekosystemet. Med det anslutna akvatiska ekosystemet kan ha specifika, mer begränsade behov än de allmänna behoven hos hela ytvattenförekomsten.

Medlemsstaterna har dock i hög utsträckning använt sig av kvantitativa normer för att skydda anslutna akvatiska ekosystem, såsom basflödet i vattendrag. Vi rekommenderar att detta tillvägagångssätt, i situationer där ett anslutet akvatiskt ekosystem är utsatt för risker, breddas till att omfatta andra kategorier av ytvattenförekomster, såsom sjöar och kustvattenförekomster eller vattenförekomster i övergångszoner.

I bilaga 1 till denna rapport presenteras två fallstudier, en från Storbritannien och en från Belgien (Vallonien).

Forskningsexempel

Baserat på litteratursökningar i Web of Science och Scopus finns det även i de vetenskapliga tidsskrifterna endast ett fåtal exempel på fastställda tröskelvärden för grundvatten (eller andra kvalitetsnormer för grundvatten) för att skydda anslutna akvatiska ekosystem i enlighet med ramdirektivet för vatten och grundvattendirektivet (Hinsby et al., 2008, 2012, 2015). Skälet är antagligen att det för att fastställa sådana värden krävs stora mängder övervakningsdata med tid och plats för grundvatten, vattendrag och kustvatten (eller sjöar), kunskap om både kvantitativa och kemiska aspekter av den hydrologiska cykeln, liksom en omfattande förståelse av ekosystemets status och dynamik (se bild 6.1), vilket också kräver ett nära samarbete och tvärvetenskapliga forskningsprojekt mellan hydrogeologer, hydrologer samt sötvatten- och marinekologer.

Vi hittade inga andra exempel på tröskelvärden för grundvatten eller liknande kvalitetsnormer för grundvatten när vi genomförde en global sökning. Men USA:s metod, där totala högstabelastningar per dag (TMDL) uppskattas för ekosystem (t.ex. Bjorneberg et al., 2015, Reuben och Sorensen, 2014, Paolisso et al., 2015, US EPA, 2015), baseras på samma tankesätt/resonemang om att skydda och bedöma statusen för sötvatten och ekosystem. Denna metod kan användas för att fastställa tröskelvärden för grundvatten och vattendrag som är jämförbara med de europeiska exemplen. Det tillvägagångssätt som användes för att fastställa tröskelvärden i linje med ramdirektivet för vatten/grundvattendirektivet på grundval av målsättningar om god status och godtagbara högstabelastningar ("TDML") för två estuarier i Danmark, och som beskrivs i Hinsby et al. (2008, 2012, 2015), är jämförbara med den amerikanska TMDL-metoden.

Tröskelvärden för grundvatten och vattendrag kan även användas för att införa ny och differentierad lagstiftning och förvaltningsstrategier för markanvändning, såsom beskrevs i avsnitt 6.

7 STATUSBEDÖMNING

7.1 Bakgrund

För att uppnå god status för grundvatten måste en rad villkor uppfyllas, vilka definieras i ramdirektivet för vatten/grundvattendirektivet. Anslutna akvatiska ekosystem är ytvattenförekomster, inklusive vattendrag, sjöar och vatten i övergångszoner, där ytvattnets ekologi och hydrologi är beroende av vattentillförsel från grundvatten för att kunna uppfylla miljömålen enligt ramdirektivet för vatten. Miljömålen för dessa ytvattenförekomster kan variera och därför kan de relaterade miljökvalitetsnormerna eller flödes-/nivåkraven för anslutna akvatiska ekosystem skilja sig åt mellan ytvattenförekomster med hög och god status.

I ramdirektivet för vatten definieras grundvatten som "allt vatten som finns under markytan i den mättade zonen och som står i direkt kontakt med marken eller underliggande jordlager". Anslutna akvatiska ekosystem kan under naturliga förhållanden förse med vatten från djupt eller ytligt grundvatten, eller i många fall från båda. När ett statustest genomförs för ett anslutet akvatiskt ekosystem måste därför hänsyn tas till vattenflöden från både djupt liggande och ytligt grundvatten som kan utmynna i den anslutna ytvattenförekomsten. Det är viktigt att förstå dessa flöden och interaktioner när konceptuella modeller utarbetas för anslutna akvatiska ekosystem (se kapitlen 2.3 och 4).

Definitionen av **god kvantitativ grundvattenstatus** finns i bilaga V till ramdirektivet för vatten.

2.1.2. I denna bilaga påpekas att i fråga om anslutna akvatiska ekosystem så uppnås en god kvantitativ grundvattenstatus när grundvattennivån inte är föremål för antropogena förändringar som skulle kunna resultera i:

- att miljömålen i artikel 4 för anslutna ytvatten inte kan uppnås, eller
- en avsevärd försämring av dessa ytvattenförekomsternas status.

Definitionen av **god kemisk grundvattenstatus** finns i bilaga V 2.3.2 till ramdirektivet för vatten. I fråga om anslutna akvatiska ekosystem föreskrivs att en sådan status uppnås när grundvattenförekomstens kemiska sammansättning är sådan att koncentrationerna av föroreningar:

- varken är sådana att miljömålen för anslutna ytvatten i artikel 4 inte skulle kunna uppfyllas eller innebär avsevärda försämringar av vattenförekomstens ekologiska eller kemiska kvalitet eller avsevärda skador på terrestra ekosystem som är direkt beroende av grundvattenförekomsten.

För att kunna bedöma om dessa förutsättningar har uppfyllts presenterades fem kemiska och fyra kvantitativa tester i CIS-vägläsningsdokument 18 (om grundvattenstatus och trendbedömning). Två av dessa tester, ett kemiskt och ett kvantitativt, handlar om huruvida det tillförda grundvattnets kemiska sammansättning eller uttag ur grundvattnet bidrar till att målen för anslutna ytvattenförekomster i artikel 4 i ramdirektivet för vatten inte kan uppfyllas.

"I enlighet med grundvattendirektivet behöver statusbedömningar endast genomföras för grundvattenförekomster som bedöms vara i riskzonen och i förhållande till recipienten och alla förorenande ämnen som bidrar till att grundvattenförekomsten får denna klassificering (bilaga III 1 grundvattendirektivet).

Grundvattenförekomster som inte bedöms vara i riskzonen klassificeras automatiskt som att de har god status" (CIS-vägläsningsdokument 18).

"Statusbedömningar genomförs med hjälp av tillgängliga övervakningsdata och operativa övervakningsdata som har samlats in under perioden för förvaltningsplanen för avrinningsdistrikt. Statusbedömningen ska genomföras i slutet av en vattenförvaltningscykel för att utvärdera effektiviteten i de åtgärdsprogram som tidigare har upprättats (CIS- vägläsningsdokument 18).

Även om en ytvattenförekomst kan vara liten i jämförelse med de anslutna grundvattenförekomsterna så räcker det med ett icke godkänt test för ett anslutna akvatiska ekosystem (precis som det motsvarande testet för grundvattenberoende terrestra ekosystem) för att hela grundvattenförekomsten ska få otillfredsställande status. Det kan vara flera belastningar som gör att en ytvattenförekomst inte uppnår målen i ramdirektivet för vatten, men enligt den gemensamma strategin i vägledningsdokument 18 ska en grundvattenförekomst, som är orsaken till att en ytvattenförekomst inte uppnår miljömålen enligt ramdirektivet för vatten, bedömas ha otillfredsställande status när grundvattnet bidrar med mer än 50 % av den kemiska belastningen eller grundvattenuttaget ut förekomsten är större än 50 % av det tillåtna vattenuttaget. Vi förstår dock att det kan finnas andra tillvägagångssätt som passar bättre i vissa medlemsstater och för vissa anslutna akvatiska ekosystem.

7.2 Kvantitativ status

I bilaga V till ramdirektivet för vatten föreskrivs att grundvattennivån ska vara den viktigaste parametern för att bedöma god kvantitativ status. Men för att fullt ut förstå relationerna mellan grundvatten och anslutna akvatiska ekosystem behövs ofta andra uppgifter som bas för statusbedömningen, såsom grundvattenflöde och tillförseln till det anslutna akvatiska ekosystemet.

Till skillnad från vattenbalanstestet tar testet för anslutna akvatiska ekosystem hänsyn till huruvida, på lokal nivå, påverkan från grundvattenuttag har någon betydande inverkan på enskilda ytvattenförekomster när allpåverkan som dessa utsätts för räknas in. När ett grundvattenuttag i betydande grad kan bidra till att förhindra uppfyllandet av målen för en ansluten ytvattenförekomst så är det per definition lämpligt att genomföra ett test för det anslutna akvatiska ekosystemet. En grundvattenförekomst kan angränsa flera olika ytvattenförekomster, som var och en har sina egna mål.

För detta test måste behoven av flöde (flöde) eller vattennivå (miljönivå) identifieras (se CIS-vägledningsdokument nr 31 om miljöflöden) för ytvattenförekomster för att se till att dessa vattenförekomster uppfyller målen enligt ramdirektivet för vatten. Om dessa flödes-/nivåkrav inte uppfylls på grund av avsevärd inverkan från grundvattenuttag så kommer ytvattenförekomsten per definition inte att uppnå målen enligt ramdirektivet för vatten och grundvattenförekomsten kommer att få otillfredsställande status.

Det är en utmaning att direkt koppla grundvattenuttag till flödet/vattennivån i en ytvattenförekomst. Därför föreslår vi en modell, baserad på en konceptuell förståelse, för att uppskatta hur stor del av det bristfälliga tillståndet i ytvattenförekomsten som beror på grundvattenuttag. *"Ett förslag till tröskel för grundvattenuttagens betydelse skulle kunna vara när grundvattenuttagen är större än 50 % av det 'tillåtna' grundvattenuttaget inom hela avrinningsområdet uppströms"* (CIS-vägledningsdokument 18). Definitionen av vad som är tillåtet kommer att variera beroende på de övergripande förvaltningssätten för vattenuttag, men hänsyn till miljöflöde, miljönivå och socioekonomiska krav. I påverkade system kan den tillåtna volymen för grundvattenuttag utgöra en liten del av den effektiva nederbörden eller återflödet, men i system med färre kvantitativa problem kan den också utgöra en större andel av den effektiva nederbörden eller återflödet.

En av de viktigaste utmaningarna som medlemsstaterna påtalade under den andra rapporteringscykeln för ramdirektivet för vatten är hur de ska utarbeta kvantitetskriterier som skyddar anslutna akvatiska ekosystem och hur dessa kriterier hör ihop med befintliga kriterier för ytvattenflöde, såsom vattenflödesnormer för vattendrag eller vattennivånormer för sjöar. Som en provisorisk åtgärd skulle låg flödesnivå i allmänhet (t.ex. ett flöde på 95 percentil) eller en del av det årliga återflödet eller den effektiva nederbörden kunna användas som det

minimiflöde som måste upprätthållas under kritiska perioder under året (för det anslutna akvatiska ekosystemet) eller den maximala procent grundvatten som får tas ut i avrinningsområdet uppströms. Vi rekommenderar att tidsrelaterade (t.ex. årstidsvisa) behov hos det anslutna akvatiska ekosystemet ska inkluderas i flödeskriterierna så snart som det är praktiskt möjligt. När det finns tidigare uppgifter om varierande vattendelare för grundvatten, minskade vattenflöden i vattendrag eller vattennivåer i sjöar och/eller ekologiska effekter som inte beror på annan påverkan än grundvattenuttag i avrinningsområdet så kan det dessutom göras en ytterligare karakterisering av dessa avrinningsområden för ytvattenförekomster. På så sätt underlättas utarbetandet av normer för miljöflöden och miljönivåer, förvaltningsplan för anslutna uttag och normer för grundvattennivåer.

7.3 Kemisk status

När det gäller kemisk status föreskrivs följande i bilaga III 2 c i grundvattendirektivet:

”Medlemsstaterna skall ta hänsyn till [...] (c) all annan relevant information, inbegripet en jämförelse mellan det årliga aritmetiska medelvärdet för koncentrationen av de relevanta förorenande ämnena vid en övervakningspunkt och de kvalitetsnormer för grundvattnet [...] och de tröskelvärden [...].” Det vill säga att det årliga aritmetiska medelvärdet för koncentrationen av ett förorenande ämne, som är relevant för det otillfredsställande tillståndet i ett anslutet akvatiska ekosystem, ska jämföras med den relevanta vattenkvalitetsnormen eller det relevanta tröskelvärdet vid en operativ övervakningspunkt eller en övervakningspunkt i grundvattenförekomsten eller gruppen av grundvattenförekomster som hör ihop med det anslutna akvatiska ekosystemet.

En bedömning av den kemiska statusen hos ett anslutet akvatiskt ekosystem utlöses alltså i följande fall:

- En ansluten ytvattenförekomst uppnår inte sina miljömål och detta beror inte på punktvisa källinflöden (t.ex. vattentillförsel via rör) eller andra faktorer såsom invasiva arter eller hydromorfologi, d.v.s. att den misstänka orsaken är diffusa föroreningar, **och**
- grundvattnet är en viktig flödesväg genom vilken diffusa föroreningar kan nå ytvattenförekomsten – dessa ytvattenförekomster är alltså per definition anslutna akvatiska ekosystem – **och**
- kvalitetsnormerna för grundvatten och/eller tröskelvärdena för den berörda föroreningen i ytvattenförekomsten överskrids vid ett övervakningsställe eller en operativ grundvattenövervakningspunkt i grundvattenförekomsten eller gruppen av grundvattenförekomster som är ansluten till ytvattenförekomsten.

Testet är utformat för att avgöra huruvida överföringen av föroreningar från grundvattnet till ytvattnet eller någon annan senare inverkan på ytvattnets ekologi eller kemiska sammansättning räcker för att äventyra målen enligt ramdirektivet för vatten för dessa anslutna ytvattenförekomster. I fall där miljökvalitetsnormerna verkar uppfyllas, men ekologiska brister upptäcks och den misstänkta orsaken till bristerna är oklar så kan testet för anslutna akvatiska ekosystem därför fortfarande genomföras med hjälp av kvalitetsnormer för grundvatten eller tröskelvärden som återspeglar diffus påverkan i avrinningsområdet för den ytvattenförekomst som uppvisar brister.

Observera: Ta också hänsyn till den naturliga bakgrundshalten hos det grundvatten som strömmar ut i de anslutna ytvattenförekomsterna, eftersom de noterade effekterna på ytvattnet helt enkelt kan bero på den naturliga grundvattenkvaliteten. De som ansvarar för klassificeringen av ytvattnet bör också göras uppmärksamma på detta.

När en grundvattenförekomst identifieras som potentiellt förser en ytvattenförekomst med stora mängder vatten så ska grundvattenmängden/-flödet till ytvattenförekomsten beräknas. Härvid ska hänsyn tas till grundvattenförekomstens vattenflöde till ytvattenförekomstens avrinningsområde, t.ex. med hjälp av basflödesindex, hydrografisk separation, beräkningar av grundvattenbildning o.s.v.

Testet resulterar i god status för grundvattenförekomsten om kvalitetsnormen för grundvatten eller tröskelvärdet för föroreningen i fråga inte överskrids vid något övervakningsställe i grundvattenförekomsten eller gruppen av grundvattenförekomster. Om koncentrationen är högre än kvalitetsnormen för grundvatten eller tröskelvärdet för föroreningen i fråga (eller föroreningen när det rör sig om en ekologiskt bristfällig status) och detta leder till en status sämre än god i ytvattenförekomsten så kan sedan medelkoncentrationen i de anslutna grundvattenförekomsterna beräknas med hjälp av:

Övervakningsdata eller operativa övervakningsdata från platser nära ytvattenförekomsten, särskilt där effekterna av grundvattnet begränsas till avskilda avsnitt längs ytvattenförekomsten, som skulle vara representativa för grundvattenflödet in i ytvattenförekomsten. Ackumulerade data från övervakning eller operativ övervakning i grundvattenförekomster eller grupper av grundvattenförekomster som är anslutna till en ytvattenförekomst med bristfällig status.

När det inte finns tillgång till detaljerade modellberäkningar för avrinningsområden så kan utspädningsfaktorerna härledas från enkla index såsom basflödesindex eller grundvattenbildning i förhållande till den effektiva nederbörden. I sådana fall kan följande formel användas:

$$\text{Threshold Value} = 0.5 \times \frac{\text{Surface Water Quality Standard}}{\text{Dilution factor}}$$

Where the dilution factor is normally in the range between 0.1 and 0.9

För sjöar kan detta värde beräknas utifrån det uppskattade grundvatteninflödet vid ytvattenutloppet. För vatten i övergångszoner kan värdet beräknas utifrån det uppskattade grundvatteninflödet vid den högsta tidvattennivån. Bedömningen blir tillförlitligare ju mer uppgifter som finns om utspädnings- och fastläggningsfaktorerna, t.ex. i den hyporheiska zonen.

8 REKOMMENDATIONER

I de föregående kapitlen av denna rapport finns ett antal rekommendationer som ha flera gemensamma nämnare. De belyser behovet av att:

1. Främja och förbättra samarbetet och kommunikationen mellan olika vetenskapliga inriktningar. Hydrogeologer, hydrologer och ekologer måste föra en dialog under hela processen med att identifiera, karakterisera och bedöma statusen för anslutna akvatiska ekosystem. När Natura 2000-områden är inblandade måste naturskyddspersonal rådfrågas.
2. Dela med sig av befintliga arbetssätt och metoder för anslutna akvatiska ekosystem i fråga om:
 - a. Identifiering (vad anslutna akvatiska ekosystem är och var de finns)
 - b. Riskbedömning/karakterisering
 - c. Övervakning
 - d. Data om samt utarbetande och fastställande av tröskel- och kriterievärden för att skydda anslutna akvatiska ekosystem.
3. Se till att arbetsgruppen för grundvatten och andra arbetsgrupper samarbetar för att ta fram en gemensam EU-metod/konceptuell metodik för att identifiera, bedöma behoven för och skydda anslutna akvatiska ekosystem i enlighet med ramdirektivet för vatten. Konkret bör arbetsgruppen för grundvatten samarbeta med arbetsgrupper för ytvatten (exempelvis ECOSTAT) och med kollegorna som arbetar med naturskydd på GD Miljö för att ta fram en gemensam ram för att utvärdera behoven hos enskilda anslutna akvatiska ekosystem, så att resultaten från dessa utvärderingar kan analyseras på ett sammanhängande sätt och användas i hela EU. Vi inser att de specifika behoven och tillstånden i enskilda anslutna akvatiska ekosystem ser olika ut beroende på de lokala förhållandena, exempelvis hydrologiska skillnader, men tror att gemensam ram skulle bidra till samordnade bedömningar och beslut.

Ovanstående frågor bör tas upp i arbetet i arbetsgruppen för grundvatten under nästa mandatperiod. Arbetsgruppen för grundvatten kommer principiellt att fokusera på att utarbeta mekanismer och identifiera ansvariga organisationer för att genomföra de rekommenderade åtgärderna, och medlemsstaterna kommer att behöva vidta åtgärder i samma syfte på lokal nivå. Särskilt den sista punkten (3) är en fråga som måste hänskjutas till den strategiska samordningsgruppen för ramdirektivet för vatten med en förfrågan om att denna grupp ska hjälpa till med informationsutbytet under nästa arbetsprogram.

9 REFERENSER

Anderson, Todd R; Groffman, Peter M; Kaushal, Sujay S; Walter, M Todd, 2014. Shallow Groundwater Denitrification in Riparian Zones of a Headwater Agricultural Landscape. *Journal of Environmental Quality* 43(2) 732-744

Bertrand, G; Siergieiev, D; Ala-aho, P; Rossi, P M, 2014. Environmental tracers and indicators bringing together groundwater, surface water and groundwaterdependent ecosystems: importance of scale in choosing relevant tools. *Environmental Earth Sciences* 72 (3) 813-827

Bjorneberg DL, Leytem AB, Ippolito JA, Koehn AC (2015) Phosphorus Losses from an Irrigated Watershed in the Northwestern United States: Case Study of the Upper Snake Rock Watershed. *Journal of Environmental Quality* 44: 552-559 DOI 10.2134/jeq2014.04.0166

Brown, J, Wyers, A, Aldous, A, Bach, L., 2007. Groundwater and biodiversity conservation: a methods guide for integrating groundwater needs of ecosystems and species into conservation plans in the Pacific Northwest. The Nature Conservancy

Camargo JA, Alonso A. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environ Int* 2006;32:831-49.

Caschetto, Mariachiara; Barbieri, Maurizio; Galassi, Diana M; P; Mastrorillo, Lucia; Rusi, Sergio; Stoch, Fabio; Di Cioccio, Alessia; Petitta, Marco, 2014. Human alteration of groundwater-surface water interactions (Sagittario River, Central Italy): implication for flow regime, contaminant fate and invertebrate response. *Environmental Earth Sciences* 71 (4) 1791-1807

Dahl, M. och Hinsby, K., 2013. Typology of groundwater-surface water interaction (GSI typology) – with new developments and case study supporting implementation of the EU Water Framework and Groundwater Directives. In Ribeiro et al. (red.) *Groundwater and Ecosystems, IAH – Selected papers on Hydrogeology*, Taylor & Francis, 358 pp.

Europeiska kommissionen (2003) – Guidance on Monitoring under the Water Framework Directive – Working Group 2.7 Monitoring. Guidance Document No 7. ISBN 92-894- 5127-0. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Europeiska kommissionen (2004) – Groundwater Monitoring. Technical Report No. 3 on groundwater monitoring as discussed at the workshop of 25th June 2004.

Europeiska kommissionen (2007) – Guidance on Groundwater Monitoring, Guidance Document No 15. Technical Report - 002 - 2007. ISBN 92-79-04558-X. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Europeiska kommissionen (2009) – Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment, Guidance Document No 18. Technical Report - 2009 - 026. ISBN 978-92-79-11374-1. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Europeiska kommissionen (2010) – Guidance on Risk Assessment and the Use of Conceptual Models for Groundwater, Guidance Document No 26. Technical Report - 2010 - 042. ISBN-13 978-92-79-16699-0. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Europeiska kommissionen (2010a) – Links between the Water Framework Directive (2000/60/EC) and Nature Directives (Birds Directive 79/409/EEC and Habitats Directive 92/43/EEC). Frequently Asked Questions. Utkast 3.4 (1 juni 2010).

Europeiska kommissionen (2012) Technical Report on Groundwater Dependent Terrestrial Ecosystems, Technical Report No. 6. ISBN 978-92-79-21692-3. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Europeiska kommissionen (2015a) Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive, Guidance Document No. 31. ISBN 978-92-79-45758-6. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Europeiska kommissionen (2015b) UNDER FÖRBEREDANDE. Tröskelvärden: Inledande analys av enkätsvaren 2015. CIS-arbetsgruppen för grundvatten. Europeiska gemenskaperna, Luxemburg.

Genesis, 2015 (använd i juli 2015). Groundwater and Dependent Ecosystems: New Scientific and Technological Basis for Assessing Climate Change and Land-use Impacts on Groundwater (GENESIS). GENESIS-projektet (avtalsnummer: 226536) inrättades inom ämnesområdet miljö (inklusive klimatförändring) inom ramen för Europeiska gemenskapens sjunde ramprogram för verksamhet inom området forskning, teknisk utveckling och demonstration (2007–2013).

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=16858&p_menu_id=16904&p_sub_id=16859&p_dim2=16860

Guillaume Bertrand & Nico Goldscheider & Jean-Michel Gobat & Daniel Hunkeler, 2011. Review: From multi-scale conceptualization to a classification system for inland groundwater-dependent ecosystems. Hydrogeology Journal (2012) 20: 5–25.

Hatvani, István Gábor; Magyar, Norbert; Zessner, Matthias; Kovács, József; Blaschke, Alfred Paul, 2014. The Water Framework Directive: Can more information be extracted from groundwater data? A case study of Seewinkel, Burgenland, eastern Austria. Hydrogeology Journal 22 (4) 779–794.

Hinsby K och Refsgaard, J.C. 2015. Groundwater and stream threshold values for targeted and differentiated output based regulation of nutrient loadings to ecosystems. Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, EGU2015-9225, EGU General Assembly 2015.

Hinsby K, Markager S, Kronvang B, Windolf J, Sonnenborg TO och Thorling L, 2015. An approach to derive groundwater and stream threshold values for total nitrogen and ensure good ecological status of associated aquatic ecosystems – example from a coastal catchment to a vulnerable Danish estuary. Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, EGU2015-6669, EGU General Assembly 2015.

Hinsby, K. och Jørgensen, L.F. 2009. Groundwater monitoring in Denmark and the Odense Pilot River Basin in relation to EU legislation. I: Ph. Quevauviller et al. (red.) Groundwater Monitoring, Wiley, 209–224.

Hinsby K, Markager S, Kronvang B, Windolf J, Sonnenborg TO och Thorling L. 2012. Threshold values and management options for nutrients in a catchment to a temperate Danish estuary. Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 2663–2683.

Hinsby, K; Condesso de Melo, MT; Dahl, M, 2008. European case studies supporting the derivation of natural background levels and groundwater threshold values for the

protection of dependent ecosystems and human health. Science of the total environment 401 (1-3) 1-20

Hunkeler, D. et al., 2015. GW-TREND: Groundwater shortage due to climate change? (http://www.nfp61.ch/E/projects/cluster-hydrology/groundwater-shortage_climate-change/Pages/default.aspx)

Megan L; Groom, Philip K, 2010. Groundwater-dependent ecosystems and the dangers of groundwater overdraft: a review and an Australian perspective. Pacific Conservation Biology 16(3) 187-208

Nevill, Jon C; Hancock, Peter J; Murray, Brad R; Ponder, Winston F; Humphreys, William F; Phillips,

Nwankwoala, H.O. 2012. Towards a Conceptual Understanding of Groundwater Ecology. European Journal of Sustainable Development (2012), 1, 3, 493-508

Paolisso M, Trombley J, Hood RR, Sellner KG, 2015. Environmental Models and Public Stakeholders in the Chesapeake Bay Watershed. Estuaries and Coasts 38: S97-S113 DOI 10.1007/s12237-013-9650-z

REFORM, 2015 (använd i juli 2015). Det övergripande syftet med REFORM är att tillhandahålla en ram för att förbättra effektiviteten hos hydromorfologiska återställandeåtgärder för att på ett kostnadseffektivt sätt uppnå den ekologiska målstatusen eller målpotentialen i vattendrag. <http://www.reformrivers.eu/>

Reuben TN, Sorensen DL, 2014. APPLICABILITY OF KRIGING FOR ESTIMATING GROUNDWATER FLOW AND NUTRIENT LOADS SURROUNDING PINEVIEW RESERVOIR, UTAH. Transactions of the Asabe 57: 1687-1696

Steube, Christian; Richter, Simone; Griebler, Christian, 2009. First attempts towards an integrative concept for the ecological assessment of groundwater ecosystems. Hydrogeology Journal 17 (1) 23-35

US EPA, 2015. <http://water.epa.gov/lawsregs/lawsguidance/cwa/tmdl/>.

Bilaga 1: Fallstudier

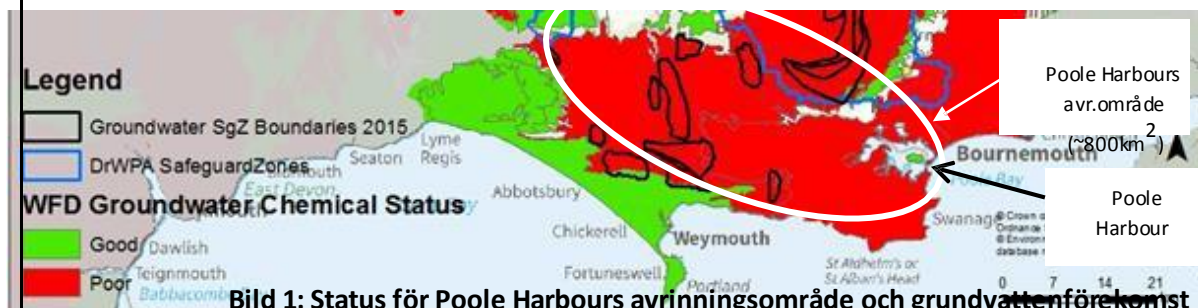
Fallstudie 1: Poole Harbour, Dorset, södra England

Typ av studie och nyckelord

Statusbedömning med hjälp av testet för anslutna akvatiska ekosystem *Grundvatten, vatten i övergångszoner, kemisk status, nitrat, förutsägande modellberäkning*

Bakgrundsinformation

Poole Harbour är av internationell betydelse på grund av sina bestånd av vilda fåglar och vadarfåglar (särskilt skyddsområde), sällsynta växtarter och ryggradslösa djur som är typiska för estuarieområden, våtmark och ekologisk mångfald (särskilt bevarandeområde). Hamnen är direkt beroende av utflödet från en ansluten grundvattenförekomst (bild 1). Målen i habitatdirektivet och ramdirektivet för vatten kan inte uppnås på grund av att höga nitratnivåer tränger in i hamnen och orsakar spridning av makroalger (sjögräs).



Beskrivning av fallstudien

Koncentrationerna av nitrat i grundvattnet, vattendragen och hamnen har ökat snabbt under de senaste 50–60 åren (bilderna 2 och 3). Vad gäller fördelningen mellan olika källor så utgör diffusa utsläpp från lantbruket den största källan till kväve (bild 4). På grund av avrinningsområdets genomsläppliga natur transporteras det kväve som kommer in i hamnen i stor utsträckning via grundvattnets flödesvägar innan det strömmar ut som basflöde i vattendragen Frome och Piddle (med BFI på 85 % respektive 89 %) och sedan ut i hamnen. Genomsnittsåldern på grundvattenbasflödet in i Poole Harbours avrinningsområde är 30 år – nitrater som sipprar igenom från jordzonen år 2015 kommer alltså inte att dyka upp i Frome och Piddle eller hamnen förrän 2045.

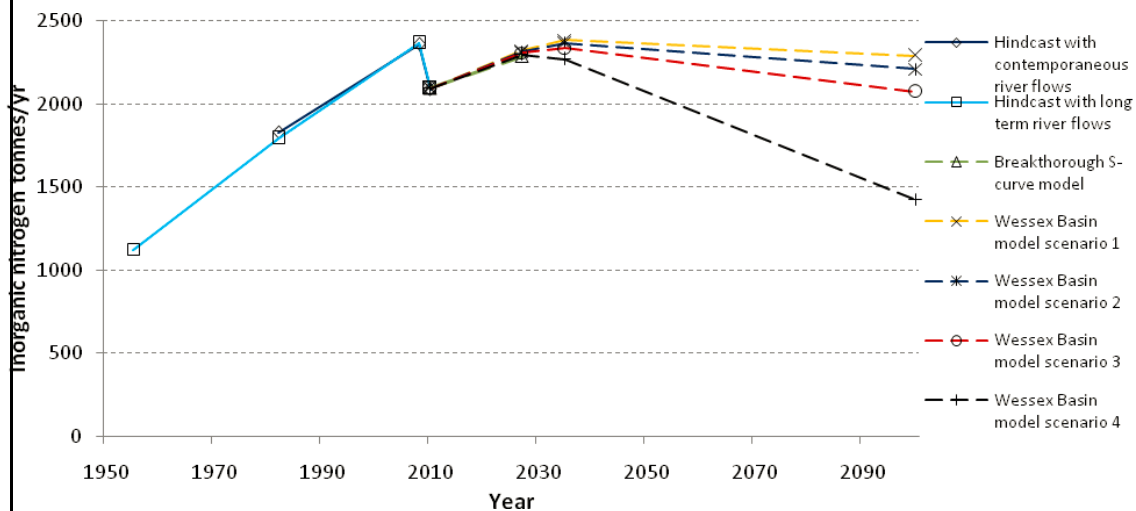


Bild 2: Modellberäknade trender för belastningar av oorganiskt kväve i Poole Harbour för fyra scenarier med läckage av nitrat från lantbruket (1 – ingenting görs, 2 – befintliga åtgärder enligt åtgärdsprogrammet för nitratkänsliga områden, 3 – "optimala" förvaltningsåtgärder, 4 – hälften av avrinningsområdet omvandlas till skogsmark eller liknande).

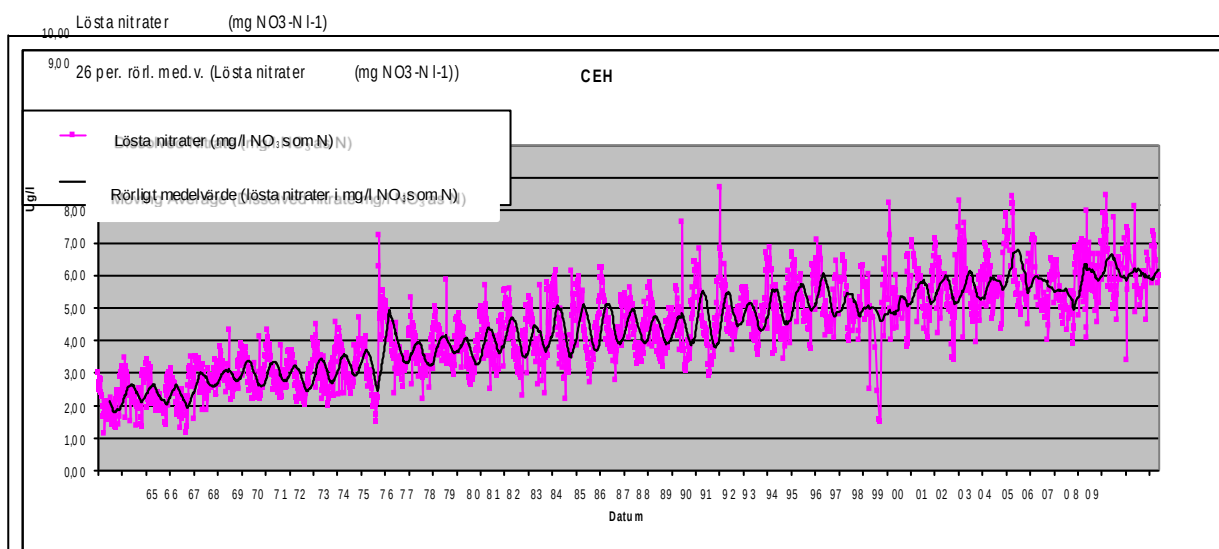


Bild 3: Vattenkvalitet för floden Frome vid East Stoke (databasrättigheterna/upphovsrätten tillhör NERC – centrum för ekologi och hydrologi samt FBA (biologiska sötvattenföreningen).

Modellberäkningarna för grundvattnet pekar mot att den nitratsbybelastning som kommer in i hamnen kommer att fortsätta öka mellan 2015 och 2025 innan den stabiliseras och möjligtvis sjunker något (bild 5). Denna trend beror på den intensifiering av jordbruket som inleddes kring 1940- och 1950-talet, med de högsta nivåerna av kväveanvändning i slutet av 1980-talet och det

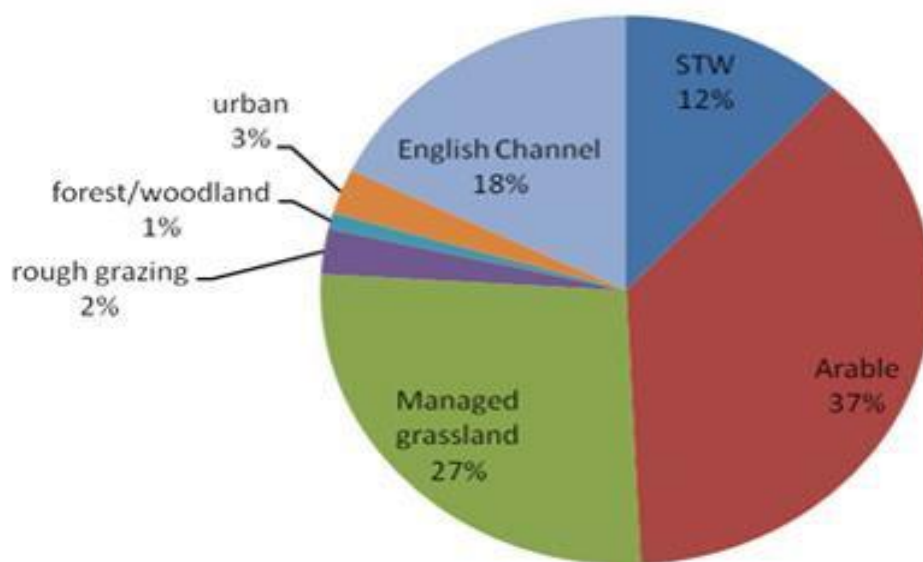


Bild 4: Fördelning mellan olika källor för avrinningsområdet i

Forward prediction based on repeating water levels and rainfall from 1992 to 2006

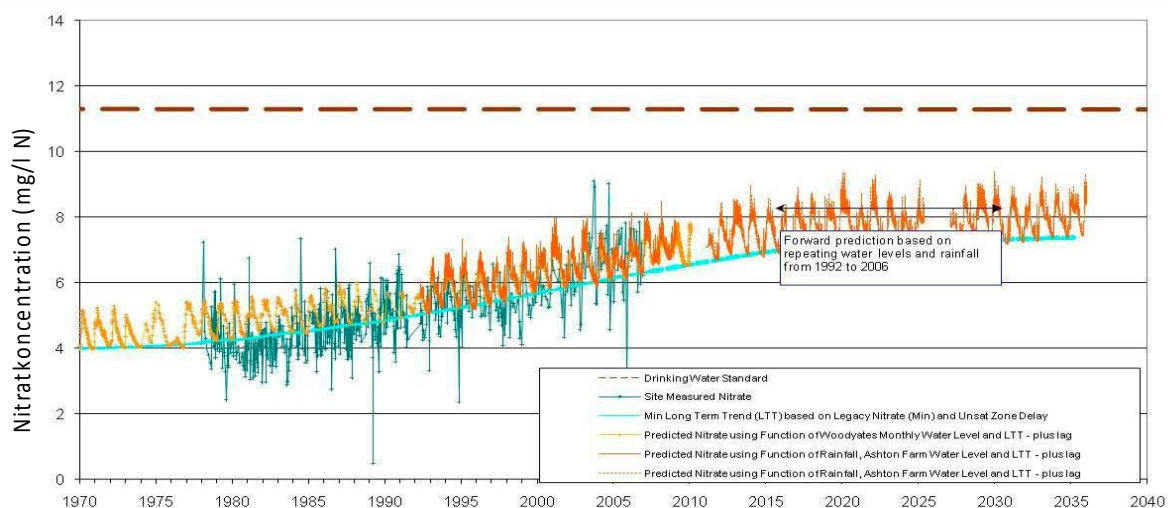


Bild 5: Wessex-bäckenets modellberäknade (orange linje) och registrerade (blå linje) nitratkoncentrationer och baslinjetrend (tjock blå linje) för vattendraget Frome vid Bockhampton

Bedömning av statusen i grundvattenförekomsten

Det första steget bestod i att beräkna den totala kvävebelastningen från alla grundvattenförekomster som strömmar ut i Poole Harbour. Sedan beräknades den kvävebelastning som behövs för att Poole Harbour, som är en vattenförekomst i en övergångszon, ska få otillfredsställande status. En jämförelse visade att de grundvattenförekomster som mynnar ut i Poole Harbour via ytvattnet totalt bidrog med mer än 50 % av den belastning som behövs för att detta övergångsvatten ska få bristfällig status.

Slutsatser

Poole Harbour har inte uppnått god status på grund av eutrofiering. De grundvattenförekomster som förser Poole Harbour med vatten har inte heller fått godkänt på testet för anslutna akvatiska ekosystem och har därmed bristfällig kemisk status på grund av nitratpåverkan på hamnen.

Resultaten från undersökningen och de åtgärder som rekommenderas för att uppnå god status sammanfattas i "Strategy for Managing Nitrogen Across the Poole Harbour Catchment" (En strategi för att hantera kväve i Poole Harbours avrinningsområde) som finns på nedanstående länk. Dessa åtgärder ska se till att de diffusa jordbruksföroreningarna minskas med ungefär 550 N ton/år, vilket kommer att säkerställa att den framtida utvecklingen och befolkningstillväxten inte leder till ökad kvävebelastning i hamnen.

Referenser/viktiga resultat/andra

webblänkar <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140328084622/http://www.environment-agency.gov.uk/research/library/publications/148450.aspx>

<https://www.wessexwater.co.uk/About-us/Environment/Catchment-management/Poole-Harbour-Catchment-Initiative/>

Fallstudie 2: Interaktion mellan grundvatten och ytvatten i kalkstensområden av grundvattenförekomsten BE_Meuse_RWM021 (Belgien)

Typ av fallstudie och nyckelord

Karaktärisering av ett anslutna akvatiska ekosystem

Karaktärisering, basflöde, makrovertebrater, kiselalger, övervakning, effekter av uttag

Bakgrundsinformation

Projektet "Karaktärisering av vattenförekomster vars status är beroende av utbyte mellan grundvatten och ytvatten" leddes av hydrogeologer, sötvattenekologer och agronomer inom den offentliga förvaltningen (avdelningen för vatten och miljö) i den belgiska regionen Vallonien.

Karbonakvifererna i Condruz-regionen (i centrala Vallonien) är viktiga grundvattenmagasin som utsätts för betydande påverkan, såväl kvantitativt (grundvattenuttag) som kvalitativt (främst nitrat från jordbruket). Vattendrag i avrinningsområdet inhyser bräckliga anslutna akvatiska ekosystem, såsom biologiska travertiner (bild 1) och andra sötvattenekosystem, särskilt i vattendragen Hoyoux (MV07R) och Triffoy (MV08R). Detaljerad undersökning (bild 2) under två år av karakteriserade (1) interaktioner mellan grundvatten och vattendrag samt deras inverkan på anslutna akvatiska ekosystem och (2) överföringarna av nitrat i samspelet mellan jord – grundvatten – vattendrag.

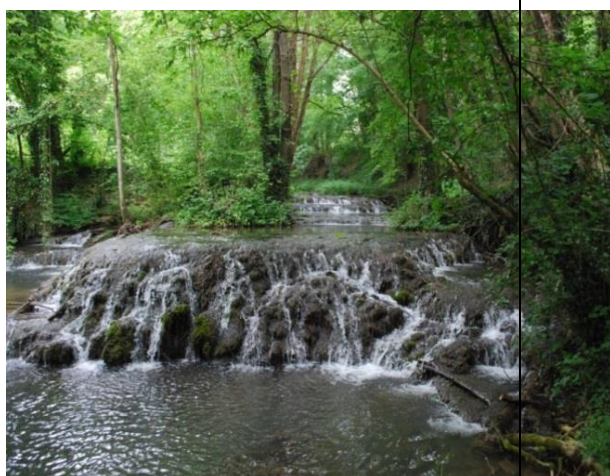
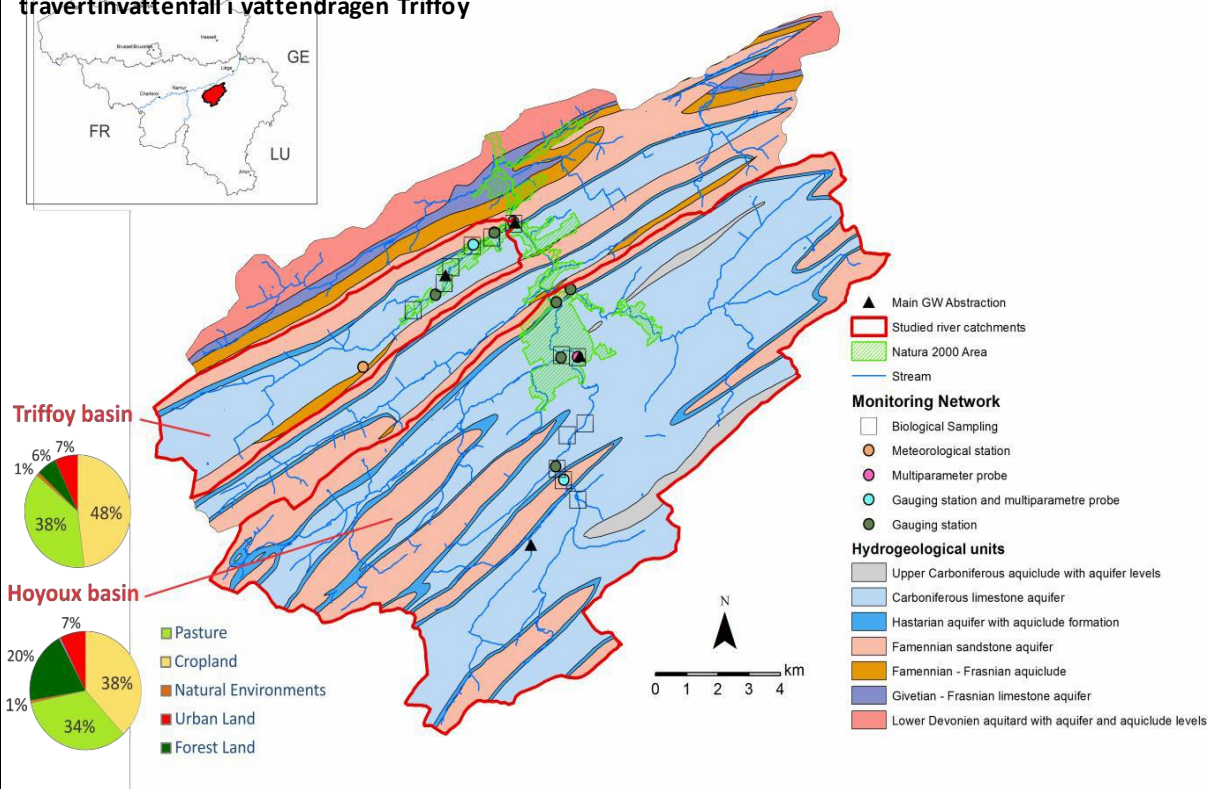


Bild 1:

travertinvattenfall i vattendragen Triffoy

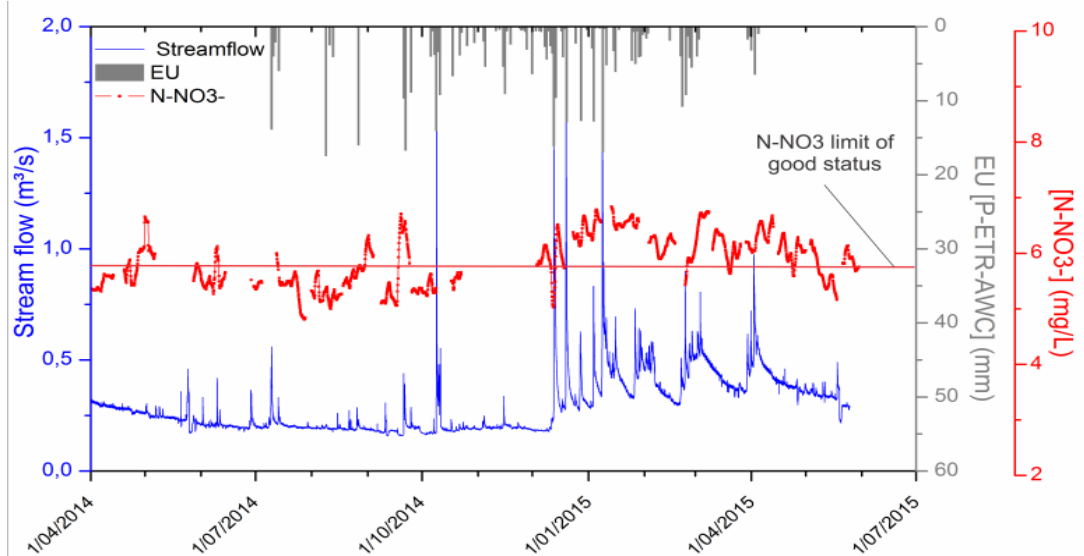


Beskrivning av fallstudien

De två vattendragen karakteriseras av mycket högt basflödesindex ($BFI = 0,92-0,87$) och betydande grundvattenuttag ($I_{GWA} = 0,56-0,48$) (se tabell nedan). Nitratkoncentrationerna är relativt konstanta under året och ligger nära gränsen för god status (bild 3). Men under vintern ökar dessa koncentrationer tillfälligt och överskrider gränsen för vattendraget eftersom nitratrester läcker från jordbruksmarken.

Från september 2013 till augusti 2014			Hoyoux	Triffoy
Klimatparametrar	Årlig nederbörd	$P \text{ mm (\%)}$	897 (100)	
	Evapotranspiration	$ETR \text{ mm (\%)}$	612 (68)	
	Variation av tillgängligt vatteninnehåll i jorden	$SAWC \text{ mm (\%)}$	67,2 (7,5)	
	$EU = P - ETR - SAWC$	$EU \text{ mm (\%)}$	217,4 (24,5)	
Parametrar för avrinningsområdet	Yta	$S \text{ (km}^2\text{)}$	145,2	30,5
	Grundvattenuttag	$Q_a \text{ mm (\%)}$	163,4 (18)	117,9 (13)
	Flodvattenflöde	$Q_t \text{ mm (\%)}$	127,1 (14)	129,2 (14)
	Basflöde	$Q_b \text{ mm (\%)}$	116,3 (13)	112 (12)
	Årlig variation av grundvattenreserver	$\Delta res \text{ mm (\%)}$	-21 (-2)	-12 (-1)
	Slutlig grundvattenbalans (inklusive grundvattenflöde mellan	$\varepsilon \text{ mm (\%)}$	-51 (-6)	-17 (-2)
	Infiltration ($EU - (Q_t - Q_b)$)	$I \text{ mm (\%)}$	206,6 (23)	200,2 (22)
Indikatorer	Basflödesindex (Q_b/Q_t)	BFI	0,92	0,87
	Infiltrationsindex (I/EU)	I_{ESO}	0,95	0,92
	Index för grundvattenuttag ($Q_a/(Q_t + Q_a)$)	I_{GWA}	0,56	0,48

Prover togs på makrovertebrater och bentiska kiselalger på flera ställen för att bedöma den ekologiska statusen och reaktionen på förändringar i vattenkvalitet (näringsämnesberikning) och vattenkvantitet (strömhastighet och livsmiljöer i vattendrag). Övervakning av pH-värde och upplöst syre visade typiska dagliga variationer som en följd av ekosystemets metabolism, vilket antydde att ekosystemets naturliga funktion inte hade begränsats i de vattendrag som undersöktes. Analysen av vattendragens biosamhällen avslöjade en annan reaktion hos makrovertebrater och bentiska kiselalger. Biotiska index baserade på bentiska makrovertebrater bekräftade en god ekologisk status förutom på ett ställe. En detaljerad funktionell analys av den makrobentiska sammansättningen på denna plats visade på en låg taxonomisk, biologisk och ekologisk mångfald som var knuten till låg hastighet hos strömmarna, vilket lämnade vägen öppen för sedimentering och ansamling av organiska partiklar. Index för kiselalger och samhällenas struktur pekade på en god till hög status i båda vattendragen, vilket antyder att förhöjda nitratkoncentrationer inte märkbart påverkar deras biologiska kvalitet.



Slutsatser

Resultaten framhäver behovet av att beakta den möjliga inverkan som grundvattenuttag har på vattendragens hydromorfologi i karsttillrinningsområden, liksom näringsämnestillförsel i ytvatten. Studien visar även att analysen av biologiska och ekologiska egenskaper hos bentiska makrovertebrater är ett lämpligt redskap för att ta reda på hur vattensamhällen reagerar på förändringar i vattendragets flöde på grund av utbyte mellan grundvatten och ytvatten.

Det behövs datautvinning från befintliga databaser för att ytterligare undersöka effekterna av näringsämnesberikning (nitrat kontra bekämpningsmedel) på biologiska indikatorer (särskilt kiselalger), liksom för att upprätta kopplingar mellan hydrologiska variabler för hydromorfologisk status i vattendrag. Det kommer att underlätta utarbetandet av förutsäggande modellberäkningar för att bedöma hur ett minskat basflöde påverkar bentiska grupper (hör ihop med miljöflödet). Genom särskild övervakning av konduktivitet har vi fått ökad kunskap om systemet eftersom denna metod visar mineraliseringen i tillrinningsområdet och grundvattentillförseln till vattendraget samt har möjliggjort en mer exakt hydrografisk separation och beräkning av basflödesindex.

För att förbättra kunskaperna kommer alla strategiska övervakningssystem (mätstationer med konduktivitetsgivare, regelbunden provtagning i grund- och ytvatten) att upprätthållas på medellång till lång sikt.

Det är möjligt att övervaka vattenkvaliteten i vattendrag med hög tidsupplösning om givaren kalibreras ofta: Detta är ett passande verktyg för att bedöma ekosystemets metabolism.

Nitratkoncentrationen skulle dock kunna övervakas en gång per dag för att undersöka inverkan från grundvattnet och annan vattentillförsel från avrinningsområdet.

Om det finns travertiner i de undersökta vattendragen så måste frågan om bevarande tas upp, eftersom dessa Natura 2000-biotoper är känsliga för eutrofiering och minskat vattenflöde på grund av vattenuttag. Denna fråga hör till viss del ihop med miljöflödet (CIS-vägläsningsdokument nr 31).

Referenser/viktiga resultat/andra webblänkar

Alla resultat från studierna finns på projektets webbplats: <http://goo.gl/5lLVGA> or http://www.facsia.ulg.ac.be/upload/docs/application/pdf/2015-10/characterisation_of_water_bodies_whose_status_depends_on_groundwater_and_surface_water_interactions.pdf

SÅ HÄR BESTÄLLER DU EU-PUBLIKATIONER

Kostnadsfria publikationer:

- ett exemplar:
via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>)
- flera exemplar eller affischer/kartor:
från Europeiska unionens representationskontor (http://ec.europa.eu/represent_en.htm)
eller från delegationerna i länder utanför EU
(http://eeas.europa.eu/delegations/index_en.htm),
genom att kontakta tjänsten Europa direkt (http://europa.eu/europedirect/index_en.htm)
eller ringa 00 800 6 7 8 9 10 11 (kostnadsfritt nummer var du än ringer från i EU) (*).

(*) Den information du får är gratis, precis som det är att ringa (men vissa operatörer, telefonautomater och hotell kan ta betalt för samtalet).

Betalpublikationer:

- via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Betalabonnemang:

- via en av försäljarna på Europeiska unionens publikationsbyrå
(http://publications.europa.eu/others/agents/index_en.htm).

