

Grundvattenkemiberoende ekosystem

Översiktlig klassificering av känslighet för svenska naturtyper inom nätverket Natura 2000

Kent Werner, EmpTec

Per Collinder, Ekologigruppen AB

28 augusti 2014



Innehåll

1	Introduktion	4
1.1	Bakgrund och syfte	4
1.2	Avgränsningar och begränsningar	4
1.2.1	Avgränsningar avseende naturtyper	4
1.2.2	Avgränsningar avseende parametrar/parametergrupper	4
1.2.3	Avgränsning avseende miljöer och påverkansscenarier	5
2	Metodik för identifiering och klassificering av grundvattenkemiberoende naturtyper	7
2.1	Identifiering av naturtyper som inte är grundvattenkemiberoende	7
2.2	System för känslighetsklassificering av grundvattenkemiberoende naturtyper	7
2.3	Beskrivning av parametrar/parametergrupper och exempel på tänkta påverkansscenarier	8
2.4	Klassificering av inneboende känslighet	10
2.5	Klassificering av sårbarhet	11
3	Klassificering av känslighet för grundvattenkemiberoende Natura 2000-naturtyper	13
3.1	Parametrar och klassificeringssystem	13
3.2	Klassificering av inneboende känslighet	13
3.2.1	pH	13
3.2.2	Salt (klorid)	14
3.2.3	Näringsämnen (kväve och fosfor)	14
3.2.4	Tungmetaller (inklusive kvicksilver)	15
3.2.5	Bekämpningsmedel	15
3.2.6	Mikrobiologiska föroreningar	15
3.2.7	Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorerande ämnen enligt vattenförvaltningen)	16
3.2.8	Temperatur	16
3.2.9	Integrerad inneboende känslighet	16
3.3	Klassificering av sårbarhet	17
3.3.1	Metodik för stegvis klassificering	17
3.3.2	Resultaterande sårbarhetsklassificeringar	18
3.4	Klassificering av total känslighet	23
3.4.1	Integrerade mått för parametrar/parametergrupper och naturtyper	23
3.4.2	pH	24
3.4.3	Salt (klorid)	24
3.4.4	Näringsämnen (kväve och fosfor)	24
3.4.5	Tungmetaller (inklusive kvicksilver)	25
3.4.6	Bekämpningsmedel	25
3.4.7	Mikrobiologiska föroreningar	25
3.4.8	Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorerande ämnen enligt vattenförvaltningen)	25
3.4.9	Temperatur	25
4	Sammanfattning och slutsatser	26

Referenser.....	30
Bilaga 1 – Beskrivning av inneboende känslighet för grundvattenkemiberoende Natura 2000-naturtyper	33
Bilaga 2 – Integrerad total känslighet samt värden för grundvattenkemiberoende Natura 2000-naturtyper	38
Bilaga 3 – Översikt över miljökvalitetsnormer och bedömningsgrunder.....	47

1 Introduktion

1.1 Bakgrund och syfte

Denna rapport presenterar en översiktlig klassificering av känslighet för grundvattenkemiberoende naturtyper i Sverige. Studien syftar till att utgöra ett stöd för prioriteringar inom svensk vattenförvaltning och miljömålsarbetet och är en påbyggnad av en tidigare studie (Werner och Collinder 2011). I den tidigare studien identifierades grundvattenberoende naturtyper och klassificerades med avseende på värden samt känslighet för kvantitativa förändringar i ansluten grundvattenförekomst (GVF). Det ska påpekas att GVF, på motsvarande sätt som i Werner och Collinder (2011), i vid bemärkelse avser vatten i den mättade zonen under markytan (i jord eller berg) och dess ekologiska betydelse. Begreppet ska därför inte sammanblandas med de GVF, av betydelse för vattenförsörjning, som hittills identifierats och statusbedömts i Sverige.

Vad gäller känslighet fokuserade den tidigare studien på kvantitativa frågeställningar, det vill säga förändrad grundvattennivå eller grundvattenströmning i GVF och tillgörande respons i nedströms belägna ekosystem. Denna studie fokuserar på förändringar av grundvattnets kemiska egenskaper (inklusive temperatur) i GVF och hur sådana förändringar inverkar på de ekologiska förhållandena i anslutna ekosystem.

I Werner och Collinder (2011) beskrivs de övergripande syftena med arbetet rörande grundvattenberoende ekosystem inom svensk vattenförvaltning. I den rapporten ges även en allmän introduktion till det integrerade ämnesområdet ekohydrologi (eller hydro(geo)ekologi) samt definitioner av viktiga begrepp. För närmare beskrivningar av syften, det aktuella ämnesområdet och tillhörande begrepp hänvisas därför till Werner och Collinder (2011).

1.2 Avgränsningar och begränsningar

1.2.1 Avgränsningar avseende naturtyper

På motsvarande sätt som i Werner och Collinder (2011) är föreliggande studie avgränsad till svenska Natura 2000-naturtyper, det vill säga naturtyper som listas i Art- och habitatdirektivets annex I och som förekommer i Sverige. De id-nummer och benämningar på naturtyper som används i denna rapport följer de som används i ArtDatabanken (2007) och Naturvårdsverket (2007). Studien inkluderar inte de två Natura 2000-naturtyperna 9150 Kalkbokskog och 9170 Ek-avensskog av måra-typ, eftersom de inte längre anses förekomma i Sverige (Lena Tranvik, ArtDatabanken, pers. komm. 2011). Det ska även observeras att ekosystem och arter i grundvatten (stygofauna) inte ingår i studien, eftersom sådana ekosystem och arter för närvarande inte ingår i nätverket för Natura 2000. Klassificering av värde för grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper presenteras i Werner och Collinder (2011), se även Bilaga 2 till denna rapport. Någon översyn eller justering av denna värdeklassificering har inte genomförts inom ramen för denna studie.

1.2.2 Avgränsningar avseende parametrar/parametergrupper

I mark och vatten förekommer naturligt ett stort antal processer som inverkar på kemiska ämnens (här benämnda ”parametrar”) förekomstformer och halter. Processer, förekomstformer och halter kan även påverkas av en mångfald olika typer av mänsklig

verksamhet, som även kan ge upphov till spridning av ytterligare andra ämnen i mark och vatten. Av förklarliga skäl syftar inte denna studie till en fullständig genomgång eller klassificering av naturtypers känslighet för alla kemiska ämnen som förekommer eller skulle kunna förekomma i mark och vatten.

Inom ramen för studien, i samråd med studiens beställare och referensgrupp, har ett begränsat antal parametrar inledningsvis valts ut som utgångspunkt för klassificeringen. En översikt över de parametrar som för närvarande ingår i svensk vattenförvaltning och miljömålsarbetet presenteras i Bilaga 3. Det kan till exempel noteras att ett stort antal parametrar ingår i de så kallade prioriterade och särskilt förorenande ämnena, vilka i den aktuella studien grupperats under beteckningen miljögifter (se nedan). De utvalda parametrarna kan således betraktas som relevanta exempel, eftersom de är vanligt förekommande eller miljöfarliga och prioriterade i vattenförvaltnings- och miljömålsarbetet. De utvalda parametrarna har i förekommande fall även grupperats för att klassificeringen ska ge ett hanterbart men ändå meningsfullt ”spann” i termer av parametergrupper och tillhörande påverkansscenarier, det vill säga scenarier som kan leda till en förändring av grundvattnets egenskaper i GVF. Syftet är alltså främst att klassificeringen ska ge ett jämförbart mått på svenska, grundvattenberoende naturtypers känslighet för ett antal olika typer av kemiska förändringar, som underlag för myndigheternas prioriteringar inom det fortsatta arbetet.

De utvalda parametrarna/parametergrupperna är följande:

- pH.
- Salt (klorid).
- Näringsämnen (kväve och fosfor).
- Tungmetaller (inklusive kvicksilver).
- Bekämpningsmedel.
- Mikrobiologiska föroreningar (bakterier, virus och parasiter).
- Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorenande ämnen enligt vattenförvaltningen).
- Temperatur.

De utvalda parametrarna ingår bedömningsgrunderna för grundvatten (SGU 2013) och deras gruppering följer vad som är brukligt i vetenskaplig litteratur (e.g. Foster and Hirata 1995, WHO 2006). Det ska noteras att en icke-kemisk parameter (temperatur) ingår i studien, eftersom vattentemperaturens variationer eller stabilitet identifierats som en potentiellt viktig parameter för vissa ekosystem. Initialt övervägdes att även inkludera syre och redox samt oxiderbarhet (COD) som parametrar. Dessa valdes dock bort eftersom de främst inverkar på förekomstformer och halter av andra utvalda parametrar, som har mer direkt ekologisk betydelse.

1.2.3 Avgränsning avseende miljöer och påverkansscenarier

Den förändring i en GVF som en viss verksamhet eller process leder till, och följaktligen de ekologiska förändringar som kan uppstå i ett anslutet grundvattenberoende ekosystem, är helt beroende på verksamhetens art och omfattning

samt de hydrogeologiska och ekologiska förhållanden som råder på den aktuella platsen. I Werner och Collinder (2011) påtalas därför att vid en generisk känslighetsklassificering är det nödvändigt att förutsätta ”typiska” hydrogeologiska, ekologiska och andra egenskaper och förhållanden för känslighetsklassificering av en viss naturtyp. Det ska därför påpekas att faktorer såsom hydrogeologiska och/eller ekologiska förhållanden i ett enskilt fall och på en viss plats kan vara annorlunda än de ”typiska” förhållanden som med nödvändighet måste vara utgångspunkt för en generisk studie av denna typ.

Vidare är det nödvändigt för en generisk känslighetsklassificering att förutsätta en schabloniserad verksamhet eller process. Klassificeringen av känslighet med avseende på respektive parameter/parametergrupp avser därför ett slags motsvarande, tänkbart ”scenario” som påverkar en ansluten GVF. I Werner och Collinder (2011) betraktades kvantitativa påverkansscenarier, till exempel grundvattenuttag eller konstgjord grundvattenbildning via brunnar, bortledning av grundvatten från undermarksanläggningar, såsom tunnlar, bergrum eller gruvor samt dikning och andra typer av markavvattningsåtgärder. För en generisk klassificering är dock inte de exakta definitionerna av påverkansscenarierna avgörande, utan det viktiga är att tänkt påverkan på ansluten GVF är motsvarande för alla beaktade naturtyper.

Avsnitt 2.3 ger en kortfattad beskrivning av karaktäristik för respektive parameter/parametergrupp, inklusive exempel på tänkta påverkansscenarier. Med avseende på verksamheter, utsläpp och spridning av förorenande ämnen brukar man generellt skilja på å ena sidan geografiskt avgränsade (relativt andra rumsliga skalor) verksamheter/föroreningskällor, såsom punkt-, linje eller geografiskt avgränsade areella verksamheter/föroreningskällor, och ”diffusa” föroreningskällor å den andra. Atmosfäriskt nedfall av ämnen (såsom kväve och tungmetaller), klimatförändringar och andra typer av diffusa påverkansscenarier kan påverka GVF (e.g. Aastrup et al. 2012) och kan också ge direkt påverkan på akvatiska eller terrestra ekosystem. Detta innebär att det i praktiken kan vara svårt att särskilja responsen i ett ekosystem till följd av diffus påverkan i de olika delarna av landskapet.

2 Metodik för identifiering och klassificering av grundvattenkemiberoende naturtyper

2.1 Identifiering av naturtyper som inte är grundvattenkemiberoende

Som ett inledande steg identifierade Werner och Collinder (2011) sådana Natura 2000-naturtyper som inte är grundvattenberoende ur kvantitativ synpunkt. Identifieringen gjordes i förteckningar som omfattar totalt 89 stycken Natura 2000-naturtyper och genomfördes i samråd med projektets referensgrupp. Identifieringen baserades bland annat på en genomgång av Naturvårdsverkets naturtypsvisa vägledningar för Natura 2000 (Naturvårdsverket 2011).

De identifierade grundvattenberoende Natura 2000-naturtyperna med tillhörande motiveringar redovisas i Werner och Collinder (2011). Grundvattenberoende naturtyper omfattar bland annat sådana som uppenbart faller utanför kriterierna, naturtyper som endast förekommer i torra miljöer (torra markfuktighetsförhållanden) samt naturtyper som i allt väsentligt utgör geologiska formationer (och som inte innehåller grundvattenberoende partier), exempelvis 4060 Rishedar ovanför trädgränsen och flertalet av naturtyperna i gruppen Sandhedar.

Av de totalt 89 Natura 2000-naturtyperna identifierades 51 stycken som grundvattenberoende och 36 stycken som grundvattenoberoende. Som nämnts tidigare ingår inte naturtyperna 9150 Kalkbokskog och 9170 Ek-avensskog av måra-typ i studien, eftersom de inte längre anses förekomma i Sverige.

2.2 System för känslighetsklassificering av grundvattenkemiberoende naturtyper

De tidigare identifierade grundvattenberoende 51 Natura 2000-naturtyperna listas i Bilaga 1. Den metodik som använts för klassificering av känslighet för dessa motsvarar den metodik som användes i Werner och Collinder (2011). Specifikt omfattar metodiken två bedömningsfaktorer, inneboende känslighet (IK) samt sårbarhet (S), som tillsammans avser att ge ett integrerat mått på en viss naturtyps totala känslighet för en viss parameter/parametergrupp (se Tabell 2-1). Dessa bedömningsfaktorer och vad de representerar i klassificeringssystemet beskrivs närmare i avsnitt 2.3 (inneboende känslighet) och 2.4 (sårbarhet). Metodiken följer konceptet ”source–pathway-receptor” som rekommenderas av EU (European Commission 2010, Schutten et al. 2011). Konceptet används i liknande tillämpningar i andra EU-länder (e.g. Kilroy et al. 2008, Preda et al. 2013, Auterives 2014) och även utanför EU (e.g. Environment Australia 2001), med motsvarande definitioner av begreppen inneboende känslighet och sårbarhet.

Varje bedömningsfaktor klassificeras på en skala från 1 till 3, med följande principiella innebörd:

- 1: Litet bidrag till känslighet.
- 2: Stort bidrag till känslighet.
- 3: Mycket stort bidrag till känslighet.

För bedömningsfaktorn IK ingår även klassificeringen 0 (noll), vilket innebär att naturtypen har en inneboende känslighet ur kvantitativ synpunkt men inte med avseende på en viss parameter eller parametergrupp som ingår i denna studie. Ett mått på varje naturtyps totala känslighet för en viss parameter/parametergrupp (K_{tot}) har därefter erhållits genom att multiplicera IK och S.

Tabell 2-1. Principerna för klassificeringssystemet. För IK och S betyder högre siffra större bidrag till total känslighet.

Natura 2000- naturtyp	Klassificering av känslighet för viss parameter/parametergrupp		
	Inneboende känslighet (IK)	Sårbarhet (S)	Total känslighet (K_{tot}) = IK·S
Naturtyp 1	1	2	2
Naturtyp 2	3	1	3
:			
:			

Eftersom de två bedömningsfaktorerna inneboende känslighet och sårbarhet klassificeras på en skala från 1–3 (0–3 för inneboende känslighet), är den maximala totala känsligheten 9. I ett sista steg ansätts den totala känsligheten i en av tre klasser enligt följande:

- Mycket känslig: $K_{tot} > 5$.
- Känslig: $K_{tot} = 3-4$.
- Mindre känslig: $K_{tot} = 1-2$.
- Okänslig: $K_{tot} = 0$ (IK = 0).

2.3 Beskrivning av parametrar/parametergrupper och exempel på tänkta påverkansscenarier

I nedanstående avsnitt ges kortfattade beskrivningar av karaktäristik för respektive utvald parameter/parametergrupp samt exempel på tänkta påverkansscenarier (e.g. UNESCO 2002). Som nämnts tidigare omfattar de tänkta påverkansscenarierna punkt-, linje eller geografiskt avgränsade areella verksamheter/föroreningskällor, samt

atmosfäriskt nedfall, klimatförändringar och andra ”diffusa” föroreningskällor. Det ska påpekas att scenarierna för respektive parameter endast utgör tänkt påverkan som är gemensam för alla naturtyper, i syfte att åstadkomma en meningsfull jämförelse mellan dem. Sårbarheten för ett visst scenario påverkas av många faktorer, såsom den aktivitet eller händelse som ger påverkan, påverkansplats (ovan eller under mark- eller grundvattenytan) och påverkans karaktär i övrigt (e.g. UNESCO 2002).

- **pH**

pH är ett mått på grundvattnets surhet, medan alkalinitet är ett mått på grundvattnets pH-buffringsförmåga. pH har även inverkan på förekomstformer och halter (löslighet) för andra ämnen, till exempel aluminium och tungmetaller. pH-sänkning i grundvatten kan bland annat ske genom gödsling av jordbruks- och skogsmark, vid omvandling av ammonium till nitrat (nitrifiering) eller genom oxidation av organiska sulfatjordar eller sulfidmineral, medan pH-ökning kan ske genom kalkning eller betonggjutning.

- **Salt (klorid)**

Ökning av grundvattnets kloridhalt kan ske genom till exempel vägsaltning, utsläpp av avloppsvatten eller lakvatten från deponier. De kan även ske som en sekundär effekt av uttag eller bortledning av grundvatten i områden nära strandlinjen mot havet, eller genom uppträngning av relik havsvatten i områden under den marina gränsen. Liksom de flesta anjoner är kloridjonen lätttrörlig. Den är dessutom icke-reaktiv och räknas, liksom nitrat, som den mest mobila och persistenta i mark och vatten (WHO 2006).

- **Näringsämnen (kväve och fosfor)**

Ökning av halten näringsämnen (kväve och fosfor) i grundvatten kan till exempel ske genom gödsling av jordbruks- och skogsmark samt utsläpp av avloppsvatten eller lakvatten från deponier. Nitratjonen är lätttrörlig och räknas, liksom klorid, som den mest mobila i mark och vatten (WHO 2006). Fosfatjonen binds i större utsträckning i marken och är därmed inte lika mobil.

- **Tungmetaller (inklusive kvicksilver)**

Grundvattnets innehåll och halt av tungmetaller kan ökas genom bland annat gödsling (kadmium), från vägar och genom gruvdrift. Tungmetaller fastläggs i regel i mark, men de kan mobiliseras vid förändrade pH- eller redoxförhållanden.

- **Bekämpningsmedel**

Bekämpningsmedel används inom bland annat jordbruk och längs vägar och järnvägar. De bekämpningsmedel som används i dagsläget fastläggs och bryts generellt ned snabbt i marken. WHO (2006) räknar bekämpningsmedel, liksom mikrobiologiska föroreningar, som den minst mobila och persistenta ämnesgruppen, under förutsättning att jordmånen har tillräcklig lerhalt, tillräckligt innehåll av organiskt material och tillräcklig bakteriell aktivitet.

- **Mikrobiologiska föroreningar**

Med mikrobiologiska föroreningar avses bakterier, virus och parasiter som kan spridas till och i grundvatten genom bland annat utsläpp av avloppsvatten eller i samband med översvämningar. WHO (2006) räknar mikrobiologiska föroreningar, liksom

bekämpningsmedel, som den minst mobila och persistenta ämnesgruppen, under förutsättning att jordmånen har tillräcklig lerhalt, tillräckligt innehåll av organiskt material och tillräcklig bakteriell aktivitet.

- **Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inkl. prioriterade/särskilt förorenande ämnen enl. vattenförvaltningen)**

Denna parametergrupp omfattar ett mycket stort antal, främst organiska ämnen (se Bilaga 3). I detta sammanhang förutsätts de främst kunna spridas till grundvatten från förorenad mark, från pågående industriella aktiviteter eller i samband med olyckor vid transport av farligt gods.

- **Temperatur**

Grundvattnets temperatur kan till exempel förändras genom konstgjord grundvattenbildning eller som följd av utvinning eller lagring av värme och kyla (geoenergi).

2.4 Klassificering av inneboende känslighet

Enligt den metodik som presenteras i Werner och Collinder (2011) definieras inneboende känslighet som ekosystemets grad av beroende med avseende på en viss parameter/parametergrupp, enligt aktuellt kunskapsläge om bevarandestatus för respektive Natura 2000-naturtyp och tillhörande ”ekologisk nisch” (god livsmiljö) för de typiska arter som karaktäriserar respektive naturtyp (arter som är typiska för respektive naturtyp och utgör dess kärnvärden). Klassificeringen omfattar både positiva och negativa beroenden, det vill säga både gynnande och missgynnande beroenden. Liksom i den tidigare studien är djupgående ekologisk kunskap parat med Naturvårdsverkets naturtypsvisa vägledningar viktiga utgångspunkter för klassificeringen.

Givet den tregradiga klassificeringsskala som beskrivs i avsnitt 2.2, utgår klassificeringen för respektive kombination av naturtyp och parameter/parametergrupp från klassificeringen 2 (stort bidrag till känslighet). Vid bedömningen av respektive kombination görs därefter en uppåt- eller nedåtjustering i de fall där det finns information eller erfarenheter som påtalar att naturtypen uppvisar större eller mindre inneboende känslighet än vad som kan betraktas som ”medelkänslighet”. I avsnitt 3.2 sammanfattas resultatet av klassificeringen, med tillhörande kommentarer och motiveringar.

Det är viktigt att notera att klassificeringen gjorts successivt för alla naturtyper, per parameter/parametergrupp. Klassificeringen ger därför ett mått på olika naturtypers relativa inneboende känslighet för respektive parameter/parametergrupp, men den ger inget motsvarande mått på en viss naturtyps inneboende känslighet för olika parametrar/parametergrupper. Med andra ord säger klassificeringen att ”naturtyp A” med avseende på ”parametern 1” har större/mindre inneboende känslighet än ”naturtyp B”. Den säger dock ingenting om naturtyp A:s inneboende känslighet för ”parameter 1” i relation till någon annan parameter.

2.5 Klassificering av sårbarhet

Enligt den metodik som presenteras i Werner och Collinder (2011) definieras sårbarhet som ”responsten” i ekosystemet vid förändring av en viss parameter/parametergrupp i ansluten GVF. Den aktuella sårbarhetsklassificeringen ska återspegla en ”typisk kemisk respons” i ekosystemet, vilket innebär att klassificeringen måste ta hänsyn till dels typiska hydrologiska kopplingar mellan ekosystem och ansluten GVF, dels hydrogeokemiska och andra faktorer som påverkar hur en förändring av en viss parameter i GVF transfereras till ekosystemet. Klassificeringen av sårbarhet har här gjorts i tre successiva steg:

- **Steg 1 – basklassificering av parametrar/parametergrupper:** Basklassificeringen syftar till att ge ett relativt mått på respektive parameters/parametergrupps typiska mobilitet (kvardröjning/retardation) och persistens (nedbrytningsegenskaper) i grundvatten.
- **Steg 2 – justering utifrån S_kvant:** Utgående från basklassificeringen görs i detta steg, i förekommande fall, en justering av sårbarhetsklassificeringen för respektive naturtyp. Justeringen baseras på den klassificering av ”kvantitativ sårbarhet” som presenteras i Werner och Collinder (2011) och avser att ta hänsyn till skillnader mellan olika naturtyper vad gäller grundvattnets roll för och andel av naturtypens typiska vattenförsörjning. För en närmare beskrivning av genomförandet av detta steg, se avsnitt 3.3.
- **Steg 3 – justering utifrån typiska hydrogeokemiska eller andra faktorer:** I detta steg görs, i förekommande fall, en ytterligare justering som beaktar typiska hydrogeokemiska förhållanden i sådana miljöer där naturtypen normalt förekommer. Exempelvis har naturtyper i kalkrik miljö i regel hög inneboende känslighet med avseende på pH, men de har samtidigt låg sårbarhet till följd av stor buffringsförmåga. Vidare görs en justering för naturtyper som typiskt är anslutna till GVF med en mäktig omättad zon. Detta motiveras av att denna zon har stor betydelse för fastläggning/retardation och nedbrytning, vilket i sin tur inverkar på vissa parametrar/parametergrupper och tillhörande påverkansscenarier som innefattar denna zon. För en närmare beskrivning av genomförandet av detta steg, se avsnitt 3.3.

Basklassificeringen av respektive parameter/parametergrupp sammanfattas i Tabell 2-2. Som nämns ovan återspeglar basklassificeringen de utvalda parametrarnas/parametergruppernas relativa, typiska mobilitet och persistens i grundvatten. Den typiska mobilitet och persistens som används i Tabell 2-2 samt den ansatta basklassificeringen bygger bland annat på klassificeringar av ”föroreningspotential” (eng. ”groundwater pollution potential”), se bland annat Foster and Hirata (1995), National Research Council (1993), IAH (1994), Lindström and Scharp (1995), UNESCO (2002) och WHO (2006).

Den relativa klassificering av ”aquifer vulnerability” eller ”groundwater pollution potential” som presenteras i litteraturen avser förorening av grundvatten, det vill säga klassificeringen återspeglar strikt transport- och fördröjningsprocesser i den omättade zonen. Denna aeroba zon karaktäriseras av andra hydrogeokemiska förhållanden än den mättade zonen, till exempel med avseende på redox- och pH-förhållanden. Sådana skillnader har olika stor inverkan på transport och fördröjning av olika ämnen och ämnesgrupper, till exempel nitrat, metaller, mikrobiologiska föroreningar och

bekämpningsmedel. De förhållanden som styr transport och fördröjning uppvisar således stor variation i olika hydrogeologiska miljöer, på olika platser och på olika djup. Bedömningen är dock att den basklassificering som genomförts, i kombination med de naturtypsvisa justeringarna i efterföljande steg, ger en sårbarhetsklassificering som är relevant och tillräckligt välunderbyggd för dessa syften.

Gödsling med gödselmedel som innehåller både kväve och fosfor är ett tänkbart påverkansscenario. I Tabell 2-2 är kväve, med högre mobilitet än fosfor, styrande för basklassificeringen av parametergruppen näringsämnen (kväve och fosfor). För parametergruppen tungmetaller avser basklassificeringen främst ämnena kadmium, bly, nickel, koppar och kvicksilver, för vilka kvardröjning och retardation styrs av redox och pH. För parametergruppen bekämpningsmedel avser basklassificeringen kvardröjning och retardation av katjonpesticider, e.g. BTMA (Polubesova et al. 1997). Icke-polära pesticider, som är den största gruppen (Linde 1994), samt anjonpesticider skulle ha motsvara högre basklassificering. För mikrobiologiska föroreningar avser basklassificeringen kvardröjning och retardation av så kallade patogena protozoer (sjukdomsframkallande, encelliga organismer), medan patogena bakterier och virus generellt har lägre grad av kvardröjning och retardation. Nedbrytning avser patogena bakterier, medan patogena protozoer och virus har lägre grad av nedbrytning. För miljögifter avser basklassificeringen aromatiska kolväten, medan klorerade kolväten har lägre grad av kvardröjning, retardation och nedbrytning.

Tabell 2-2. Basklassificering per parameter/parametergrupp. Högre siffra betyder större bidrag till total känslighet (jmf. Tabell 2-1).

Parameter/ parametergrupp	Basklassificering av sårbarhet		
	Mobilitet (mått på kvardröjning/ retardation)	Persistens (mått på nedbrytning)	Basklassificering
pH	3	2	2
Salt (klorid)	3	3	3
Näringsämnen (kväve och fosfor)	3	3	3
Tungmetaller (inklusive kviksilver)	1	3	2
Bekämpningsmedel	1	1	1
Mikrobiologiska föroreningar (bakterier, virus och parasiter)	1	1	1
Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inkl. prioriterade/särskilt förorenande ämnen enl. vattenförvaltningen)	2	2	2
Temperatur	-	-	1

3 Klassificering av känslighet för grundvattenkemiberoende Natura 2000-naturtyper

3.1 Parametrar och klassificeringssystem

Som framgått tidigare så har åtta parametrar/parametergrupper valts ut som utgångspunkt för klassificeringen:

- pH.
- Salt (klorid).
- Näringsämnen (kväve och fosfor).
- Tungmetaller (inklusive kvicksilver).
- Bekämpningsmedel.
- Mikrobiologiska föroreningar (bakterier, virus och parasiter).
- Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorenande ämnen enligt vattenförvaltningen).
- Temperatur.

Enligt avsnitt 2.2 har för varje kombination av Natura 2000-naturtyp och parameter/parametergrupp en klassificering gjorts från 1 till 3 på inneboende känslighet (IK) respektive sårbarhet (S), där 1, 2, respektive 3 representerar litet, stort respektive mycket stort bidrag till känslighet. Ett relativt mått på varje naturtyps totala känslighet för en viss parameter/parametergrupp (K_{tot}) har därefter erhållits genom att multiplicera IK och S. I avsnitt 3.2 och 3.3 ges sammanfattande beskrivningar av klassificeringarna av IK och S, och avsnitt 3.4 presenterar de resulterande känslighetsklassificeringarna.

3.2 Klassificering av inneboende känslighet

Nedanstående avsnitt sammanfattar de genomförda klassificeringarna av grundvattenberoende Natura 2000-naturtypers inneboende känslighet med avseende på utvalda parametrar/parametergrupper. Klassificeringarna baseras på ett stort antal litteraturkällor, bland annat Bobbink (1998), SCB (2000), Etana och Rydberg (2003), Vartia (2006), Europeiska Kommissionen (2009), Dryselius (2012), European Commission (2013), SGU (2013), Havs- och vattenmyndigheten (2014), Naturvårdsverket (2008, 2011, 2014)

3.2.1 pH

De naturtyper som generellt har störst inneboende känslighet för pH-förändringar är sådana som har låg omsättning på näringsämnen och som finns i miljöer med låg pH-buffringskapacitet. Detta gäller i synnerhet kalkberoende naturtyper som finns i

områden med begränsade kalkförekomster, eftersom sådana naturtyper balanserar mot fattigare förhållanden och lätt övergår i andra naturtyper vid en pH-förändring.

Följande 18 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har därför enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på pH: 2190 Kustnära dynvåtmarker, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 4010 Fukthet med klockljung, 4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen, 5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen, 6230 Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen, 6510 Slätterängar i låglandet, 6520 Höglänta slätterängar, 6530 Lövängar, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr, 7240 Alpina rikkärrsamhällen med brokstarr/svedstarr, 7310 Aapamyrar och 8310 Grottor.

3.2.2 Salt (klorid)

Enligt aktuell kunskapsbild utgör höga kloridhalter i grundvatten inte något generellt hot mot någon svensk Natura 2000-naturtyp. Naturtyper som typiskt förekommer vid strandlinjen mot havet har liten eller ingen inneboende känslighet, givet de kloridbelastningar som förekommer i Sverige.

Endast en grundvattenberoende Natura 2000-naturtyp, 7220 Källor med kalktuffbildning, har enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på salt (klorid). Följande fyra naturtyper bedöms inte ha någon inneboende känslighet, eftersom de typiskt förekommer vid strandlinjen mot havet: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp och 2190 Kustnära dynvåtmarker.

3.2.3 Näringsämnen (kväve och fosfor)

I stort sett samtliga terrestra naturtyper är känsliga för kvävetillförsel, medan samtliga limniska naturtyper är känsliga för fosfortillförsel. Enligt klassificeringen har därför samtliga grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper mycket stor inneboende känslighet med avseende på näringsämnen (kväve och fosfor), med undantag för naturtypen 8310 Grottor som bedöms ha liten inneboende känslighet.

Separata klassificeringar av inneboende känslighet har även gjorts med avseende på kväve respektive fosfor. Enligt dessa har flertalet naturtyper mycket stor inneboende känslighet med avseende på kväve, med undantag för följande sex naturtyper som bedöms ha liten inneboende känslighet: 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dytbladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ och 8310 Grottor.

Vidare bedöms följande 13 naturtyper ha mycket stor inneboende känslighet med avseende på fosfor: 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dytbladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 7140 Öppna svagt

välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn och 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ.

3.2.4 Tungmetaller (inklusive kvicksilver)

De naturtyper som generellt har störst inneboende känslighet med avseende på tungmetaller är sådana med låg omsättning på näringsämnen och som karaktäriseras av typiska arter högt upp i näringskedjan. Enligt aktuell kunskapsbild har limniska naturtyper särskilt hög inneboende känslighet för tillförsel av tungmetaller.

Följande 22 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har därför enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på tungmetaller: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen, 5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen, 6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen, 6410 Fuktängar med blåtåtel eller starr, 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7310 Aapamyrar, 9020 Boreonemoral ädellövskog, 9030 Skogar på landhöjningskust, 9040 Nordisk fjällbjörkskog, 91D0 Skogsbevuxen myr och 91E0 Svämlövskog.

3.2.5 Bekämpningsmedel

Enligt aktuell kunskapsbild har limniska naturtyper samt terrestra naturtyper med tvåhjärtbladiga växter och insekter som typiska arter störst inneboende känslighet för tillförsel av bekämpningsmedel.

Följande 20 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har därför enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på bekämpningsmedel: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp, 2190 Kustnära dynvåtmarker, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 6210 Kalkgräsmarker (viktiga orkidélokaler = av EU prioriterad naturtyp), 6230 Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen, 6270 Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen, 6510 Slätterängar i låglandet, 6520 Höglänta slätterängar, 6530 Lövängar, 7220 Källor med kalktuffbildning, 9070 Trädklädd betesmark.

3.2.6 Mikrobiologiska föroreningar

Det råder brist på kunskap rörande olika naturtypers inneboende känslighet för tillförsel av mikrobiologiska föroreningar. Bedömningen är att limniska naturtyper har störst inneboende känslighet, eftersom det erfarenhetsmässigt visat sig att tillförsel av sjukdomsalstrande bakterier kan få stor spridning i sådana miljöer.

Följande nio grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har därför enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på mikrobiologiska

föreningar: 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor.

3.2.7 Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorerande ämnen enligt vattenförvaltningen)

På motsvarande sätt som tungmetaller (avsnitt 3.2.4) har naturtyper med låg omsättning på näringsämnen och som karaktäriseras av typiska arter högt upp i näringskedjan generellt störst inneboende känslighet med avseende på miljögifter. Enligt aktuell kunskapsbild har limniska naturtyper särskilt hög inneboende känslighet för tillförsel av miljögifter.

Följande 21 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har därför enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på miljögifter: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6410 Fuktängar med blåttåtel eller starr, 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 7140 Öppna svagt välvda mossor, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7310 Aapamyror, 7320 Palsmyror, 9010 Västlig taiga, 9020 Boreonemoral ädellövskog, 9030 Skogar på landhöjningskust, 9040 Nordisk fjällbjörkskog och 91D0 Skogsbevuxen myr. Observera att 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp enligt klassificeringen har mycket stor inneboende känslighet med avseende på tungmetaller (avsnitt 3.2.4), men stor inneboende känslighet med avseende på miljögifter.

3.2.8 Temperatur

Enligt aktuell kunskapsbild uppvisar ingen Natura 2000-naturtyp någon utmärkande inneboende känslighet för sänkt vattentemperatur. Däremot finns det ett antal naturtyper som bedöms ha en inneboende känslighet för ökad vattentemperatur, såsom laguner strandängar och palsmyror. Vidare karaktäriseras källor i Sverige av en jämn vattentemperatur över året, vilket innebär att sådana naturtyper bedöms ha en inneboende känslighet för temperatursvängningar.

Följande åtta grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har därför enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet med avseende på vattnets temperatur: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen, 6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7320 Palsmyror och 8310 Grottor.

3.2.9 Integrerad inneboende känslighet

I Werner och Collinder (2011) beaktades endast inneboende känslighet med avseende på kvantitativa förändringar, medan denna studie omfattar totalt åtta parametrar/parametergrupper. Genom att summera klassificeringarna av inneboende

känslighet för samtliga parametrar/parametergrupper naturtyp erhålls ett ”integrerat”, relativt mått (maximalt 24) på respektive naturtyps inneboende känslighet för de parametrar/parametergrupper som valts ut för studien.

Högst summerad inneboende känslighet (lika med eller över 20) erhålls för följande nio grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper: 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6520 Höglänta slätterängar, 7220 Källor med kalktuffbildning och 7320 Palsmyrar.

Lägst summerad inneboende känslighet (lika med eller under 15) erhålls för naturtyperna 6450 Nordliga översvämningsängar, 8310 Grottor, 9050 Näringsrik granskog, 9180 Ädellövskog i branter, 91E0 Svämlövskog och 91F0 Svämädellövskog.

3.3 Klassificering av sårbarhet

3.3.1 Metodik för stegvis klassificering

Enligt avsnitt 2.5 har sårbarhetsklassificeringen genomförts i tre successiva steg: (1) Basklassificering av parametrar/parametergrupper, (2) justering utifrån S_kvant (sårbarhetsklassificering med avseende på kvantitativa förändringar i ansluten GVF) samt (3) justering utifrån hydrogeokemiska eller andra faktorer. Enligt avsnitt 2.5 har i steg 1 följande basklassificering ansatts per parameter/parametergrupp: pH = 2, salt (klorid) = 3, näringsämnen (kväve och fosfor) = 3 (kväve är styrande), tungmetaller (inklusive kvicksilver) = 2, bekämpningsmedel = 1, mikrobiologiska föroreningar = 1, miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorenande ämnen enligt vattenförvaltningen) = 2 och temperatur = 1 (högre siffra betyder större bidrag till total känslighet).

Med avseende på steg 2, redovisas klassificeringar av Natura 2000-naturtypers sårbarhet med avseende på kvantitativa förändringar i ansluten GVF (S_kvant) i Werner och Collinder (2011). I det sammanhanget avser sårbarhet den ”hydrologiska responsen” i ekosystemets vid en förändring i ansluten GVF. Denna sårbarhet styrs bland annat av grundvattnets typiska andel av ekosystemets vattenförsörjning, om grundvattenberoendet består av ett beroende av djupet till grundvattenytan eller utströmmande grundvatten samt typisk storlek på ansluten GVF. Dessa faktorer har generellt stor betydelse även för naturtypers sårbarhet för kemiska förändringar i ansluten GVF.

För respektive Natura 2000-naturtyp och parameter/parametergrupp har S_kvant specifikt använts på följande sätt:

- S_kemi har satts till basklassificeringen då S_kvant = 2.
- S_kemi har minskats till 1 eller 2 för parametergrupper med basklassificering 2 eller 3 om S_kvant = 1. Som ett exempel på detta har S_kemi för naturtypen 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, med S_kvant = 1, minskats från 2 (basklassificering) till 1 för parametergruppen pH och från 3 (basklassificering) till 2 för parametergruppen Salt (klorid).

- S_kemi har ökat till 2 för parametergrupper med basklassificering 1 om S_kvant = 3. Som ett exempel på detta har S_kemi för naturtypen 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, med S_kvant = 3, ökat från 1 (basklassificering) till 2 för parametergruppen Bekämpningsmedel.

Efter dessa två steg (basklassificering av parametrar/parametergrupper, samt i förekommande fall justering utifrån S_kvant) gjordes, i förekommande fall, ytterligare en justering av S_kemi för vissa naturtyper och parametergrupper. Dessa är specifikt följande:

- Justering av S_kemi för parametergruppen Salt (klorid) för naturtyper som typiskt är belägna vid strandlinjen mot havet.

Dessa justeringar omfattar naturtyperna 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp samt 2190 Kustnära dynvåtmarker. För dessa naturtyper har S_kemi satts ned med 1 i sådana fall där platsspecifika förhållanden medför att S_kvant = 2 och med 2 steg då S_kvant = 1.

- Justering av S_kemi för parametergrupperna pH och Tungmetaller (inklusive kvicksilver) för naturtyper som typiskt förekommer i områden med högt kalkinnehåll i jord och berg.

Dessa justeringar omfattar naturtyperna 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7210 Kalkkärr med ag samt 7220 Källor med kalktuffbildning. För dessa naturtyper har S_kemi satts ned från 2 (basklassificering för dessa parametergrupper) till 1, oavsett S_kvant.

Det bör även nämnas att dystrofa sjöar med pH under 5 har minskad sårbarhet med avseende på pH, eftersom aluminium och humus buffrar vid lägre pH.

- Justering av S_kemi för naturtypen 9060 Åsbarrskog, som typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon. För denna naturtyp har S_kemi satts ned med 1 för parametergrupper med basklassificering 2 eller 3, det vill säga till S_kemi = 1 eller 2.

3.3.2 Resultaterande sårbarhetsklassificeringar

Integrerad sårbarhet

I Werner och Collinder (2011) beaktades endast en typ av sårbarhet (kvantitativa förändringar i ansluten GVF), medan denna studie omfattar totalt åtta parametrar/parametergrupper. Genom att summera sårbarhetsklassificeringarna för samtliga parametrar/parametergrupper naturtyp erhålls ett ”integrerat”, relativt mått på respektive naturtyps sårbarhet (S_kemi_tot) för de parametrar/parametergrupper som valts ut för studien. En summering ger en maximal sårbarhetsklassificering på $3 \cdot 8 = 24$, och en grov indelning kan då göras enligt följande:

- S_kemi_tot = 8–12: Låg summerad sårbarhet.
- S_kemi_tot = 13–15: Stor summerad sårbarhet.
- S_kemi_tot = 16–24: Mycket stor summerad sårbarhet.

Enligt resultaten återspeglar generellt $S_{\text{kemi_tot}}$ för respektive naturtyp motsvarande klassificering utifrån kvantitativa aspekter (S_{kvant}). Undantaget är naturtypen 9060 Åsbarrskog, för vilken $S_{\text{kvant}} = 2$ (Werner och Collinder 2011) vilket motsvarar högt bidrag till känslighet. Med avseende på de parametrar/parametergrupper som ingår i denna studie är $S_{\text{kemi_tot}} = 10$, vilket motsvarar en låg summerad sårbarhet. Denna skillnad beror på den justering av S_{kemi} som i steg 3 gjorts för naturtypen, eftersom den typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon.

Mycket stor summerad sårbarhet ($S_{\text{kemi_tot}}$) erhålls för 16 av de 51 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyperna. Dessa är naturtyperna 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr och 9080 Lövsumpskog. För följande naturtyper, med alternativa klassificeringar av S_{kvant} , erhålls mycket stor summerad sårbarhet för de alternativ där $S_{\text{kvant}} = 3$: 1150 Laguner, 2190 Kustnära dynvåtmarker, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7210 Kalkkärr med ag, 7240 Alpina rikkärrsamhällen med brokstarr/svedstarr, 9050 Näringsrik granskog, 91E0 Svämlövskog och 91F0 Svämädellövskog.

Låg summerad sårbarhet ($S_{\text{kemi_tot}}$) erhålls för 30 Natura 2000-naturtyper. Dessa är naturtyperna 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen, 6210 Kalkgräsmarker (viktiga orkidélokaler = av EU prioriterad naturtyp), 6230 Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen, 6270 Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen, 6410 Fuktängar med blåtåtel eller starr, 6520 Höglänta slåtterängar, 6530 Lövängar, 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 9020 Boreonemoral ädellövskog, 9040 Nordisk fjällbjörkskog, 9060 Åsbarrskog, 9070 Trädklädd betesmark, 9130 Näringsrik bokskog, 9180 Ädellövskog i branter och 9190 Näringsfattig ekskog.

För följande naturtyper, med alternativa klassificeringar av S_{kvant} , erhålls låg summerad sårbarhet för de alternativ där $S_{\text{kvant}} = 1$: 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp, 2190 Kustnära dynvåtmarker, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 4010 Fukthet med klockljung, 4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen, 6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen, 6430 Högorrtsamhällen, 7240 Alpina rikkärrsamhällen med brokstarr/svedstarr, 9010 Västlig taiga, 9030 Skogar på landhöjningskust, 9160 Näringsrik ek- eller ek-avenskog och 91D0 Skogsbevuxen myr.

pH

Steg 1: För denna parameter är basklassificeringen av sårbarhet = 2.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_{kemi} minskats till 1, då $S_{\text{kvant}} = 1$. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) ansatts på S_{kvant} , eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_{kemi} (1 eller 2), för alternativ där $S_{\text{kvant}} = 1$.

Steg 3: För följande naturtyper, som typiskt förekommer i kalkrika miljöer, har S_{kemi} satts till 1: 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 7160 Mineralrika källor och

källkärr av fennoskandisk typ, 7210 Kalkkärr med ag och 7220 Källor med kalktuffbildning. Vidare har S satts ned till 1 för 9060 Åsbarrskog, som typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon.

Ingen naturtyp har erhållit mycket hög sårbarhet. Följande naturtyper har erhållit hög sårbarhet, exklusive de naturtyper som till följd av alternativa klassificeringar på S_kvant erhållit alternativa klassificeringar på S_kemi (1 eller 2): 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6450 Nordliga översvänningsängar, 6510 Slätterängar i låglandet, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7230 Rikkärr, 7310 Aapamyror, 7320 Palsmyror, 8310 Grottor, 9050 Näringsrik granskog, 9080 Lövsumpskog, 91E0 Svämlövsskog och 91F0 Svämädellövskog.

Salt (klorid)

Steg 1: För denna parameter är basklassificeringen av sårbarhet = 3.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi minskats till 2, då S_kvant = 1. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (2 eller 3), för alternativ där S_kvant = 1.

Steg 3: För följande naturtyper, som typiskt är belägna vid strandlinjen mot havet, har S_kemi minskats: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp och 2190 Kustnära dynvåtmarker. Vidare har S_kemi minskats till 2 för 9060 Åsbarrskog, som typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon.

Följande naturtyper har erhållit mycket hög sårbarhet, exklusive de naturtyper som till följd av alternativa klassificeringar på S_kvant erhållit alternativa klassificeringar på S_kemi (1 eller 3, eller 1 eller 3): 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6450 Nordliga översvänningsängar, 6510 Slätterängar i låglandet, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7210 Kalkkärr med ag, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr, 7310 Aapamyror, 7320 Palsmyror, 8310 Grottor, 9050 Näringsrik granskog, 9080 Lövsumpskog, 91E0 Svämlövsskog och 91F0 Svämädellövskog.

Näringsämnen (kväve och fosfor)

Steg 1: För denna parametergrupp är basklassificeringen av sårbarhet = 3 (kväve styr).

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi minskats till 2, i de fall då S_kvant = 1. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (2 eller 3), för alternativ där S_kvant = 1.

Steg 3: S_kemi minskats till 2 för 9060 Åsbarrskog, som typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon.

Med undantag för följande, som har erhållit hög sårbarhet, har alla naturtyper erhållit mycket hög sårbarhet (exklusive de naturtyper som till följd av alternativa klassificeringar på S_kvant erhållit alternativa klassificeringar på S_kemi (2 eller 3)): 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen, 6210 Kalkgräsmarker (viktiga orkidélokaler = av EU prioriterad naturtyp), 6230 Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen, 6270 Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen, 6410 Fuktvängar med blååtäl eller starr, 6520 Höglänta slätterängar, 6530 Lövängar, 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 9020 Boreonemoral ädellövskog, 9040 Nordisk fjällbjörkskog, 9060 Åsbarrskog, 9070 Trädklädd betesmark, 9130 Näringsrik bokskog, 9180 Ädellövskog i branter och 9190 Näringsfattig ekskog

Tungmetaller (inklusive kvicksilver)

Steg 1: För denna parametergrupp är basklassificeringen av sårbarhet = 2.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi minskats till 1, då S_kvant = 1. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (1 eller 2), för alternativ där S_kvant = 1.

Steg 3: För följande naturtyper som typiskt förekommer i kalkrika miljöer har S_kemi satts till 1: 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7210 Kalkkärr med ag och 7220 Källor med kalktuffbildning. Vidare har S_kemi satts ned till 1 för 9060 Åsbarrskog, som typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon.

Till följd av basklassificeringen har ingen naturtyp erhållit mycket hög sårbarhet. Följande naturtyper har erhållit hög sårbarhet, exklusive de naturtyper som till följd av alternativa klassificeringar på S_kvant erhållit alternativa klassificeringar på S_kemi (1 eller 2): 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6450 Nordliga översvämningsängar, 6510 Slätterängar i låglandet, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7230 Rikkärr, 7310 Aapamyror, 7320 Palsmyror, 8310 Grottor, 9050 Näringsrik granskog, 9080 Lövsumpskog, 91E0 Svämlövskog och 91F0 Svämädellövskog.

Bekämpningsmedel

Steg 1: För denna parametergrupp är basklassificeringen av sårbarhet = 1.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi ökats till 2, då S_kvant = 3. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (1 eller 2), för alternativ där S_kvant = 3.

Steg 3: Ingen justering har gjorts i steg 3.

Till följd av basklassificeringen har ingen naturtyp erhållit mycket hög sårbarhet. Följande naturtyper har erhållit hög sårbarhet, eftersom S_kvant = 3 (oräknat naturtyper med alternativa klassificeringar på S_kvant): 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr, 9080 Lövsumpskog.

Mikrobiologiska föroreningar

Steg 1: För denna parametergrupp är basklassificeringen av sårbarhet = 1.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi ökat till 2, då S_kvant = 3. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (1 eller 2), för alternativ där S_kvant = 3.

Steg 3: Ingen justering har gjorts i steg 3.

Till följd av basklassificeringen har ingen naturtyp erhållit mycket hög sårbarhet. Följande naturtyper har erhållit hög sårbarhet, eftersom S_kvant = 3 (oräknat naturtyper med alternativa klassificeringar på S_kvant): 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr och 9080 Lövsumpskog.

Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorerande ämnen enligt vattenförvaltningen)

Steg 1: För denna parametergrupp är basklassificeringen av sårbarhet = 2.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi minskats till 1, då S_kvant = 1. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (1 eller 2), för alternativ där S_kvant = 1.

Steg 3: S_kemi har minskats till 1 för 9060 Åsbarrskog, som typiskt förekommer i anslutning till grus- och sandåsar med mäktig omättad zon.

Till följd av basklassificeringen har ingen naturtyp erhållit mycket hög sårbarhet. Följande naturtyper har erhållit hög sårbarhet, exklusive de naturtyper som till följd av alternativa klassificeringar på S_kvant erhållit alternativa klassificeringar på S_kemi (1 eller 2): 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller årlig vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6450 Nordliga översvämningsängar, 6510 Slätterängar i låglandet, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7210 Kalkkärr med ag, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr, 7310 Aapamyrar, 7320 Palsmyrar, 8310 Grottor, 9050 Näringsrik granskog, 9080 Lövsumpskog, 91E0 Svämlövskog och 91F0 Svämädellövskog.

Temperatur

Steg 1: För denna parametergrupp är basklassificeringen av sårbarhet = 1.

Steg 2: För ett antal naturtyper har S_kemi ökat till 2, då S_kvant = 3. För vissa naturtyper har alternativa klassificeringar (1, 2, eller 3) satts på S_kvant, eftersom naturtypen kan förekomma i olika hydrogeologiska miljöer (Werner och Collinder 2011). Detta medför alternativa klassificeringar även för S_kemi (1 eller 2), för alternativ där S_kvant = 3.

Steg 3: Ingen justering har gjorts i steg 3.

Till följd av basklassificeringen har ingen naturtyp erhållit mycket hög sårbarhet. Följande naturtyper har erhållit hög sårbarhet, exklusive de naturtyper som till följd av alternativa klassificeringar på S_kvant erhållit alternativa klassificeringar på S_kemi (1 eller 2): 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr och 9080 Lövsumpskog.

3.4 Klassificering av total känslighet

Nedanstående avsnitt ger sammanfattande beskrivningar av den resulterande klassificeringen av total känslighet. Inledningsvis kommenteras integrerade känslighetsmått över samtliga parametrar/parametergrupper respektive Natura 2000-naturtyper, medan resterande avsnitt presenterar resultaten per parameter/parametergrupp. För en fullständig resultatredovisning, se filen ”Total känslighet 140817.xlsx”.

3.4.1 Integrerade mått för parametrar/parametergrupper och naturtyper

En summering av klassificeringen av total känslighet för samtliga 51 Natura 2000-naturtyper för varje parameter/parametergrupp möjliggör en relativ jämförelse mellan parametrarnas/parametergruppernas kemiska ”påverkanspotential” för svenska grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper. En sådan summering visar att näringsämnen (kväve och fosfor) intar en särställning, eftersom denna parametergrupp, integrerat över alla Natura 2000-naturtyper, uppvisar störst påverkanspotential.

Lägst relativ påverkanspotential erhålls för pH, bekämpningsmedel, mikrobiologiska föroreningar och temperatur, medan salt (klorid), tungmetaller (inklusive kvicksilver) och miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorenande ämnen enligt vattenförvaltningen) intar ett mellanläge.

På motsvarande sätt möjliggör en summering av klassificeringen av total känslighet för samtliga parametrar/parametergrupper för varje Natura 2000-naturtyp en relativ jämförelse mellan naturtypernas ”integrerade” totala känslighet. En sådan summering visar att de naturtyper som sett över alla parametrar/parametergrupper har störst total känslighet (inklusive naturtyper med alternativa klassificeringar av S_kvant) är 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller ånnuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr, 7240 Alpina rikkärksamhällen med brokstarr/svedstarr, 7310 Aapamyrar, 7320 Palsmyrar och 9080 Lövsumpskog.

Lägst integrerad, total känslighet erhålls för 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp, 3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ, 5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen, 6210 Kalkgräsmarker (viktiga orkidélokaler = av EU prioriterad naturtyp), 6230 Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen, 6270 Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen, 6410 Fuktängar med blåtåtel eller starr, 6450 Nordliga översvänningsängar, 6520 Höglänta slätterängar, 6530 Lövängar, 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 8310 Grottor, 9020 Boreonemoral ädellövskog, 9030 Skogar på landhöjningskust, 9040 Nordisk fjällbjörkskog, 9060 Åsbarrskog, 9070 Trädklädd betesmark, 9130 Näringsrik bokskog, 9180 Ädellövskog i branter och 9190 Näringsfattig ekskog.

3.4.2 pH

De naturtyper som har mycket stor känslighet med avseende på pH är 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 6510 Slätterängar i låglandet, 7230 Rikkärr, 7310 Aapamyrar, 8310 Grottor. Ett antal naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet: 2190 Kustnära dynvåtmarker, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen och 7240 Alpina rikkärksamhällen med brokstarr/svedstarr.

3.4.3 Salt (klorid)

De naturtyper som har mycket stor känslighet med avseende på salt (klorid) är 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 6450 Nordliga översvänningsängar, 6510 Slätterängar i låglandet, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7210 Kalkkärr med ag, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr, 7310 Aapamyrar, 7320 Palsmyrar, 9050 Näringsrik granskog och 9080 Lövsumpskog.

Ett antal naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet: 4010 Fukthed med klockklung, 6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen, 6430 Högorksamhällen, 7240 Alpina rikkärksamhällen med brokstarr/svedstarr, 9160 Näringsrik ek- eller ek-avensskog och 91D0 Skogsbevuxen myr. Följande fyra naturtyper bedöms inte ha någon känslighet, eftersom de typiskt förekommer vid strandlinjen mot havet: 1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp och 2190 Kustnära dynvåtmarker.

3.4.4 Näringsämnen (kväve och fosfor)

De enda naturtyper som inte har mycket hög känslighet med avseende på näringsämnen (kväve och fosfor) är 7110 Högmossar, 7120 Degenererade högmossar, 8310 Grottor, 9010 Västlig taiga, 9030 Skogar på landhöjningskust, 9040 Nordisk fjällbjörkskog, 9050 Näringsrik granskog, 9130 Näringsrik bokskog, 9180 Ädellövskog i branter, 91E0 Svämlovskog och 91F0 Svämädellövskog. Två naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar, 6430 Högorksamhällen och 9160 Näringsrik ek- eller ek-avensskog, har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet.

3.4.5 Tungmetaller (inklusive kvicksilver)

De naturtyper som har mycket stor känslighet med avseende på tungmetaller (inklusive kvicksilver) är 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller ånnuell vegetation på exponerade stränder, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7310 Aapamyror, 7320 Palsmyror och 91E0 Svämlövskog.

Ett antal naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet: 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp, 3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor, 4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen, 6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen, 9010 Västlig taiga, 9030 Skogar på landhöjningskust och 91D0 Skogsbevuxen myr.

3.4.6 Bekämpningsmedel

De naturtyper som har mycket stor känslighet med avseende på bekämpningsmedel är 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7220 Källor med kalktuffbildning och 7230 Rikkärr. Ett antal naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet: 1150 Laguner, 2190 Kustnära dynvåtmarker, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller ånnuell vegetation på exponerade stränder och 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger.

3.4.7 Mikrobiologiska föroreningar

Den enda naturtyp som har mycket hög känslighet är 3160 Dystrofa sjöar och småvatten. Ett antal naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet: 1150 Laguner, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller ånnuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger och 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation.

3.4.8 Miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorerande ämnen enligt vattenförvaltningen)

De naturtyper som har mycket stor känslighet med avseende på miljögifter är 1150 Laguner, 3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden, 3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller ånnuell vegetation på exponerade stränder, 3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger, 3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation, 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7310 Aapamyror och 7320 Palsmyror. Ett antal naturtyper med alternativa sårbarhetsklassificeringar har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet: 1330 Salta strandängar, 9010 Västlig taiga, 9030 Skogar på landhöjningskust och 91D0 Skogsbevuxen myr.

3.4.9 Temperatur

De naturtyper som har mycket stor känslighet med avseende på vattnets temperatur är 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ och 7220 Källor med kalktuffbildning. En naturtyp med alternativa sårbarhetsklassificeringar, 1150 Laguner, har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet.

4 Sammanfattning och slutsatser

Rapporten presenterar metodik och resultat med en översiktlig klassificering av känslighet för grundvattenkemiberoende Natura-2000 naturtyper i Sverige. I en tidigare studie har klassificeringar av naturtypernas känslighet utifrån kvantitativa aspekter samt deras värden presenterats (Werner och Collinder 2011). Syftet är dessa klassificeringar, i kombination med resultaten från denna studie, ska utgöra ett stöd för prioriteringar inom svensk vattenförvaltning och miljömålsarbetet. De parametrar/parametergrupper som valdes ut (pH, salt, näringsämnen, tungmetaller, bekämpningsmedel, mikrobiologiska föroreningar, miljögifter, och temperatur) kan ses som relevanta exempel, eftersom de är vanligt förekommande eller miljöfarliga och prioriterade i vattenförvaltnings- och miljömålsarbetet.

Totalt 51 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper har klassificerats med avseende på deras känslighet för förändringar av grundvattnets egenskaper i ansluten grundvattenförekomst (GVF). Klassificeringarna har gjorts med motsvarande metodik som användes i den tidigare studien. Metodiken omfattar två bedömningsfaktorer, inneboende känslighet samt sårbarhet, som tillsammans avser att ge ett integrerat mått på en viss naturtyps totala känslighet för en viss parameter/parametergrupp. Varje bedömningsfaktor klassificeras på en skala från 1 till 3, där 1 innebär litet bidrag till känslighet, 2 stort bidrag till känslighet och 3 mycket stort bidrag till känslighet. Ett mått på varje naturtyps totala känslighet för en viss parameter/parametergrupp har erhållits som produkten av inneboende känslighet och sårbarhet, där utfallet tolkats som mycket känslig (> 5), känslig (3–4) respektive mindre känslig (1–2).

Med avseende på pH har 18 av de 51 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyperna enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet. Naturtyper med mycket stor inneboende känslighet i termer av pH återfinns inom alla naturtypsgrupper, med undantag för gruppen Skogar. Med avseende på salt (klorid) har endast naturtypen 7220 Källor med kalktuffbildning enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet. De fyra naturtyperna inom grupperna Kust och hav samt Sanddyner bedöms inte ha någon inneboende känslighet, eftersom de typiskt förekommer vid strandlinjen mot havet. Enligt klassificeringen har samtliga grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper mycket stor inneboende känslighet med avseende på näringsämnen (kväve och fosfor), med undantag för naturtypen 8310 Grottor. Enligt separata klassificeringar med avseende på kväve har samtliga naturtyper mycket stor inneboende känslighet, med undantag för fem stycken naturtyper inom gruppen Sjöar och vattendrag samt 8310 Grottor. Med avseende på fosfor har 13 naturtyper inom grupperna Kust och hav, Sjöar och vattendrag samt Våtmarker mycket stor inneboende känslighet.

Med avseende på tungmetaller har 22 av de 51 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyperna enligt klassificeringen mycket stor inneboende känslighet. Dessa återfinns inom alla naturtypsgrupper utom Sanddyner och omfattar heller inte 8310 Grottor. Motsvarande för parametergruppen bekämpningsmedel är 20 naturtyper, som återfinns inom alla naturtypsgrupper utom grupperna Hedar, Enbuskmark och naturtypen 8310 Grottor. En utgångspunkt för att bedöma den inneboende känsligheten med avseende på mikrobiologiska föroreningar (bakterier, virus och parasiter) är att limniska naturtyper har störst inneboende känslighet. De nio naturtyper som enligt klassificeringen har mycket stor inneboende känslighet återfinns därför inom naturtypsgrupperna Kust och

hav samt Sjöar och vattendrag. Vad gäller parametergruppen miljögifter har enligt klassificeringen 21 naturtyper mycket stor inneboende känslighet. Dessa återfinns inom alla naturtypsgrupper utom Sanddyner, Hedar, Enbuskmark och omfattar heller inte naturtypen 8310 Grottor. De åtta naturtyper som enligt klassificeringen har mycket stor inneboende känslighet med avseende på temperatur återfinns inom naturtypsgrupperna Kust och hav, Hedar, Gräsmarker, Våtmarker och omfattar även naturtypen 8310 Grottor.

En summering av sårbarhetsklassificeringarna för de totalt åtta parametrarna/parametergrupperna ger ett ”integrerat”, relativt mått på respektive naturtyps sårbarhet för de parametrar/parametergrupper som valts ut för studien. En grov indelning i tre klasser (mycket stor, stor respektive låg summerad sårbarhet) visar att naturtypernas fördelning generellt återspeglar den motsvarande klassificering utifrån kvantitativa aspekter som presenterats i en tidigare studie, och som också ingår som en bedömningsfaktor vid den aktuella sårbarhetsklassificeringen.

Mycket stor summerad sårbarhet erhålls för 16 naturtyper, i grupperna Sjöar och vattendrag och Våtmarker (3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ, 7220 Källor med kalktuffbildning, 7230 Rikkärr och 9080 Lövsumpskog). Inom grupperna Kust och hav, Sanddyner, Sjöar och vattendrag, Våtmarker samt Skogar har 11 naturtyper erhållit alternativa sårbarhetsklassificeringar utifrån kvantitativa aspekter i den tidigare studien. I fall där dessa naturtyper i den tidigare studien erhållit en mycket stor sårbarhet, har de enligt den aktuella klassificeringen en mycket stor summerad sårbarhet även med avseende på grundvattnets egenskaper i ansluten GVF.

En summering av klassificeringen av total känslighet (produkten av inneboende känslighet och sårbarhet) för samtliga 51 naturtyper, för varje parameter/parametergrupp, ger en relativ jämförelse mellan parametrarnas/parametergruppernas kemiska ”påverkanspotential” för svenska grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper. Resultatet visar att näringsämnen (kväve och fosfor) intar en särställning, eftersom denna parametergrupp, integrerat över alla Natura 2000-naturtyper, uppvisar störst påverkanspotential. Lågst relativ påverkanspotential erhålls för pH, bekämpningsmedel, mikrobiologiska föroreningar och temperatur, medan salt (klorid), tungmetaller (inklusive kvicksilver) och miljögifter (industriella/syntetiska ämnen, inklusive prioriterade/särskilt förorenande ämnen enligt vattenförvaltningen) intar ett mellanläge.

På motsvarande sätt ger en summering av klassificeringen av total känslighet för samtliga parametrar/parametergrupper, för varje grundvattenberoende Natura 2000-naturtyp, en relativ jämförelse mellan naturtypernas ”integrerade” totala känslighet. De naturtyper som sett över alla parametrar/parametergrupper har störst total känslighet är 15 naturtyper inom grupperna Kust och hav, Sjöar och vattendrag, Våtmarker och Skogar.

Sju naturtyper inom grupperna Sjöar och vattendrag, Gräsmarker, Våtmarker samt naturtypen 8310 Grottor har mycket stor känslighet med avseende på pH. Vidare har fyra naturtyper inom grupperna Sanddyner, Sjöar och vattendrag och Våtmarker erhållit mycket stor total känslighet i fall med hög sårbarhetsklassificering. 14 naturtyper inom grupperna Sjöar och vattendrag, Gräsmarker, Våtmarker samt Skogar har mycket stor känslighet med avseende på salt (klorid). Vidare har sex stycken naturtyper inom grupperna Hedar, Gräsmarker, Våtmarker och Skogar erhållit mycket stor total

känslighet i fall med hög sårbarhetsklassificering. Fyra naturtyper bedöms inte ha någon känslighet, eftersom de typiskt förekommer vid strandlinjen mot havet (1150 Laguner, 1330 Salta strandängar, 1630 Havsstrandängar av Östersjötyp och 2190 Kustnära dynvåtmarker).

Med undantag för 11 naturtyper i grupperna Våtmarker och Skogar, har samtliga naturtyper mycket hög känslighet med avseende på näringsämnen (kväve och fosfor). Därutöver har två naturtyper (6430 Högorthsamhällen och 9160 Näringsrik ek- eller ek-avensskog) erhållit mycket hög känslighet i fall med hög sårbarhetsklassificering. Nio naturtyper inom grupperna Kust och hav, Sjöar och vattendrag, Våtmarker samt naturtypen 91E Svåmlövskog har mycket stor känslighet med avseende på tungmetaller. Vidare har åtta naturtyper inom grupperna Kust och hav, Sjöar och vattendrag, Heddar, Gräsmarker, och Skogar erhållit mycket stor total känslighet i fall med hög sårbarhetsklassificering. Tre naturtyper (3160 Dystrofa sjöar och småvatten, 7220 Källor med kalktuffbildning och 7230 Rikkärr) har mycket stor känslighet med avseende på bekämpningsmedel. Vidare har fyra naturtyper inom grupperna Kust och hav, Sanddyner samt Sjöar och vattendrag erhållit mycket stor total känslighet i fall med hög sårbarhetsklassificering.

Endast en naturtyp har erhållit mycket hög känslighet med avseende på mikrobiologiska föroreningar, 3160 Dystrofa sjöar och småvatten. Fyra naturtyper inom grupperna Kust och hav samt Sjöar och vattendrag har vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet. Med avseende på miljögifter har 11 naturtyper inom grupperna Kust och hav, Sjöar och vattendrag och Våtmarker mycket stor känslighet. Vidare har fyra naturtyper inom grupperna Kust och hav samt Skogar erhållit mycket stor total känslighet i fall med hög sårbarhetsklassificering. De källmiljöer som omfattas av Natura 2000-systemet (7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ och 7220 Källor med kalktuffbildning) har enligt klassificeringen mycket stor känslighet med avseende på vattnets temperatur. Vidare har naturtypen 1150 Laguner vid hög sårbarhetsklassning erhållit mycket hög känslighet.

Av sammanställningen framgår att av de totalt 51 grundvattenberoende Natura 2000-naturtyper som identifierats, uppvisar ett begränsat antal mycket hög känslighet för respektive parameter/parametergrupp, bland dem som valts ut för denna studie. Det ska dock betonas att de känslighetsklassificeringar som presenteras i rapporten är översiktliga och endast syftar som vägledning för fortsatt arbete inom svensk vattenförvaltning och miljömålsarbetet. Komplicerade och till stora delar okända processer styr kemisk och annan påverkan på ett visst ekosystem och dess arter, vid en förändring av grundvattnets egenskaper i ansluten GVF. Klassificeringen utgår till stora delar från grupperade parametrar som sinsemellan kan uppvisa stora variationer vad gäller mobilitet, nedbrytning och ekologiska effekter. Klassificeringen beaktar heller inte samverkan mellan olika parametrar, som till exempel kan uppstå i sediment vid övergångar mellan grund- och ytvattensystem i strandzoner och/eller i utströmningspunkter för grundvattensystem på olika skalor (e.g. Winter et al. 1998, Kløve et al. 2012, Kuglerová et al. 2014).

Givet rådande kunskapsbrist inom det område som behandlas i rapporten (e.g. Kløve 2010) rekommenderas att hydrologisk, kemisk och ekologisk monitorering i ett urval välkaraktäriserade typområden prioriteras i det fortsatta arbetet inom svensk vattenförvaltning och miljömålsarbete (e.g. Nilsson et al. 2014). Typområdesarbetet bör nyttja aktuella metoder och verktyg för beskrivning av hydrogeologiska typmiljöer (e.g.

Eklund, 2002) samt för modellering av grundvattnets in- och utströmning i landskapet (e.g. Sørensen et al. 2006, Lindström et al. 2010). Bedömningsgrunder för limniska, grundvattenberoende ekosystem började utvecklas under 1990-talet (e.g. Hart et al. 1993). Motsvarande bedömningsgrunder för terrestra, grundvattenberoende ekosystem finns framtagna utanför EU (e.g. Environment Australia 2001). Inom EU saknas det dock fortfarande sådana bedömningsgrunder, och det är oklart i vilken utsträckning de parametrar och tillhörande normer som gäller för grundvatten är tillämpbara för sådana system. En annan viktig prioritering bör därför vara att identifiera ett begränsat antal hydrologiska, kemiska och ekologiska nyckelparametrar som är specifika för respektive naturtyp (eller grupp av naturtyper). Sådana nyckelparametrar ska vara relevanta för att bedöma påverkan på naturtypen, dels ska de vara så enkla och kostnadseffektiva som möjligt att monitorera över lång tid.

Referenser

- Aastrup M, Thunholm B, Sandén G, Dahné J, 2012.** Klimatets påverkan på koncentrationer av kemiska ämnen i grundvatten. SGU-rapport 2012:27, Sveriges geologiska undersökning.
- ArtDatabanken, 2007.** Arter & naturtyper i habitatdirektivet – tillståndet i Sverige 2007. ArtDatabanken, Uppsala.
- Auterives C, 2014.** Ecological and hydrogeological approach to identify groundwater dependent terrestrial ecosystems at large scale. Poster presented at *Integrated Management of Groundwater Resources and Groundwater Dependent Ecosystems*, Prague, March 5–7, 2014.
- Bobbink R, 1998.** Kvävenedfall i Västeuropa. *Biodiverse* 3, 5–7.
- Dryselius R, 2012.** Mikrobiologiska dricksvattenrisker ur ett kretsloppsperspektiv – behov och åtgärder. Rapport 6, Livsmedelsverket.
- Eklund H, 2002.** Hydrogeologiska typmiljöer: Verktyg för bedömning av grundvattenkvalitet, identifiering av grundvattenförekomster samt underlag för riskhantering längs vägar. Publ. A 201, Geol. inst., Chalmers tekniska högskola, Göteborg.
- Environment Australia, 2001.** Environmental water requirements to maintain groundwater-dependent ecosystems. Environmental Flows Initiative, Technical Report no. 2.
- Etana A, Rydberg T, 2003.** Inverkan på vägsalt (NaCl) på jordens aggregatstabilitet och risker för fosforförluster på åkermark. Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- European Commission, 2003.** The role of wetlands in the Water Framework Directive. Guidance document no. 12.
- European Commission, 2010.** Guidance on risk assessment and the use of conceptual models for groundwater. Guidance document no. 26.
- European Commission, 2013.** Interpretation manual of European Union habitat types. EUR 28, European Commission, DG Environment.
- Europeiska Kommissionen, 2009.** Salt- och natriumanrikning. Faktablad 4, Europeiska Kommissionen, Jordbruk och landsbygdsutveckling.
- Foster S, Hirata R, 1995.** Groundwater pollution risk assessment – a methodology using available data. Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences, Lima, Peru.
- Hart BT, Angehrn-Battinazzi C, Campbell IC, Jones MJ, 1993.** Australian water-quality guidelines: role in protecting ecosystem health. *J. Aquatic Ecosystem Health* 2, 151–163.

Havs- och vattenmyndigheten, 2014. Försurningspåverkan i grundvatten. Klorid i grundvatten. Nitrat i grundvatten. www.havochvatten.se (mars 2014).

IAH, 1994. Guidebook on mapping groundwater vulnerability. Int. Contribution to Hydrogeology 16. Verlag Hans Heise, Hannover, Germany.

Kilroy G, Dunne F, Ryan J, O'Connor Á, Daly D, Craig M, Coxon C, Johnston P, Moe H, 2008. A framework for the assessment of groundwater-dependent terrestrial ecosystems under the Water Framework Directive. Environmental Research Centre Report Ser. 12, Environmental Protection Agency, Ireland.

Kløve B, 2010. Baseline study on GDE ecohydrology. GENESIS Project Deliverable D4.1.

Kløve B, Ala-aho P, Bertrand G, Erturk A, Gemitzi A, Göneç E, Moszczynska A, Mileusnic M, Kupfersberger H, Kværner J, Lundberg A, Peña Haro S, Rossi P, Siergieiev D, Wachniew P, Wolak A, 2012. Groundwater surface water interaction in GDE. GENESIS Project Deliverable D4.2.

Kuglerová L, Jansson R, Ågren A, Laudon H, Malm-Renöfält B, 2014. Groundwater discharge creates hotspots of riparian plant species richness in a boreal forest stream network. *Ecology* 95(3), 715–725.

Linde CD, 1994. Physico-chemical properties and environmental fate of pesticides. Report EH 94-03, California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA, USA.

Lindström G, Pers C, Rosberg J, Strömqvist J, Arheimer B, 2010. Development and testing of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) water quality model for different spatial scales. *Hydrol. Res.* 4(3–4), 295–319.

Lindström R, Scharp C, 1995. Approaches to groundwater vulnerability assessments – a state of the art report. Report 1035, Div. of Land and Water Resources, KTH, Stockholm, Sweden.

National Research Council, 1993. Groundwater vulnerability assessment: Predictive relative contamination potential under conditions of uncertainty. Nat. Academy Press, Washington D.C., USA.

Naturvårdsverket, 2007. Kartläggning och analys av grundvatten – en handbok för tillämpningen av 3 kap. 1 och 2 §§, Förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön. Handbok 2007:3, Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2008. Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Rapport 5799, Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2011. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. www.naturvardsverket.se (mars 2014).

Naturvårdsverket, 2014. Riksdagens miljömål grundvatten av god kvalitet. www.naturvardsverket.se (mars 2014).

Nilsson B, Thorling L, Møller I, Nielsen A M, Jensen P, Ejmæs R, 2014. Basiskarakterisering av GNOI område i Urup Dam. Rapport 2014/37, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

- Polubesova T, Rytwo G, Nir S, Serban C, Margulies L, 1997.** Adsorption of benzyltrimethylammonium and benzyltriethylammonium on montmorillonite: Experimental studies and model calculations. *Clays and Clay Minerals*, 45 (6), 834 – 841.
- Preda E, Kløve B, Kværner J, Lundberg A, Siergieiev D, Boukalova Z, Wachniew P, Postawa A, Witczak S, Balderacchi M, Trevisan M, Ertürk A, Gonenc E, Rossi P, Muotka T, Ilmonen J, Stefanopoulos K, Vadineanu A, 2013.** New indicators for assessing GDE vulnerability. GENESIS Project Deliverable D4.3.
- SCB, 2000.** Naturmiljön i siffror. Statistiska Centralbyrån.
- Schutten J, Verweij W, Hall A, Scheidleder A, 2011.** Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Technical Report 6, European Communities.
- SGU, 2013.** Bedömningsgrunder för grundvatten. Rapport 2013:01, Sveriges geologiska undersökning.
- Sørensen R, Zinko U, Seibert J, 2006.** On the calculation of the topographic wetness index: evaluation of different methods based on field observations, *Hydrol. Earth System Sci.* 10, 101–112.
- UKTAG, 2012.** Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems (GWDTE) threshold values. UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive, UK.
- UNESCO, 2002.** Groundwater contamination inventory – a methodological guide (ed. Zaporozec A). IHP-VI, Series on Groundwater 2.
- Vartia K, 2006.** De sydsvenska mossarna växer igen. Världsnaturfonden WWF
- Werner K, Collinder P, 2011.** Grundvattenberoende ekosystem. Översiktlig klassificering av känslighet och värde för svenska naturtyper och arter inom nätverket Natura 2000.
- WHO, 2006.** Protecting groundwater for health. Managing the quality of drinking-water sources (eds. Schmoll O, Howard G, Chilton J, Chorus I). IWA Publishing, London.
- Winter TC, Harvey JW, Franke OL, Alley WM, 1998.** Ground water and surface water – a single resource, U.S. Geological Survey Circular 1139.

Bilaga 1 – Beskrivning av inneboende känslighet för grundvattenkemiberoende Natura 2000-naturtyper

- **1150 Laguner:** Naturtypen är naturligt saltpåverkad. Endast gloopartier i avsnörda havsvikar är grundvattenberoende och naturtypen karaktäriseras av hög produktion och hög omsättning på näringsämnen. Med avseende på pH svämmas naturtypen regelbundet över av välbuffrat och relativt näringsrikt havsvatten. Avsnörda havsvikar bedöms ha en inneboende känslighet med avseende på både kväve och fosfor. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter, såsom gädda, som typiska arter. Vattenmiljöer har generellt en hög inneboende känslighet med avseende på bekämpningsmedel.
- **1330 Salta strandängar:** Naturtypens typiska artsammansättning bedöms ha en hög inneboende känslighet med avseende på sänkt pH och ökad vattentemperatur. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fåglar) som typiska arter. I övrigt, se naturtyp 1150.
- **1630 Havsstrandängar av Östersjötyp:** Se naturtyp 1330.
- **2190 Kustnära dynvåtmarker:** Naturtypen karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga och stor naturlig fosfortillgång. Naturtypen har inga toppkonsumenter som typiska arter. I övrigt, se naturtyp 1330.
- **3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden:** Naturtypen är lågproduktiv och karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga. I naturtypen är typiskt fosfor men inte kväve produktionsbegränsande. Med avseende på mikrobiologiska föroreningar bedöms limniska miljöer ha större inneboende känslighet jämfört med terrestra miljöer.
- **3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder:** Se naturtyp 3110.
- **3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger:** Naturtypen karaktäriseras av hög pH-buffringsförmåga. Tillförsel av kväve i kombination med hög kalkhalt i jord och berg kan medföra hög ammoniumhalt, vilket är skadligt för groddjur. I näringsrika miljöer inlagras ofta tungmetaller (inklusive kvicksilver) i sediment tillsammans med dött organiskt material. I mer näringsfattiga miljöer är produktionen lägre, vilket innebär att tungmetaller omsätts i högre utsträckning. I övrigt, se naturtyp 3110.
- **3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation:** Naturtypen karaktäriseras av hög pH-buffringsförmåga. I naturtypen är typiskt kväve men inte fosfor produktionsbegränsande. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fisk) som typiska arter. I övrigt, se naturtyp 3110.
- **3160 Dystrofa sjöar och småvatten:** Naturtypen är lågproduktiv och karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga. I naturtypen är typiskt fosfor men inte kväve

produktionsbegränsande. pH: dålig buffringsförmåga, ofta grundvattenförsörjda. Näringsämnen: Kväve är inte en begränsande faktor men fosfor är begränsande. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fiskätande fågel) som typiska arter. I övrigt, se övriga naturtyper inom gruppen Sjöar och vattendrag.

- **3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ:** Naturtypen karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga. I naturtypen är typiskt fosfor men inte kväve produktionsbegränsande. I övrigt, se övriga naturtyper inom gruppen Sjöar och vattendrag.
- **3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation:** Naturtypen karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga. Med undantag för strandzonen är kväve typiskt inte en produktionsbegränsande faktor. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fisk) som typiska arter.
- **3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor:** Naturtypen karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga. Tillförsel av kväve kan öka igenväxning i naturtypens strandzon och tillförsel av fosfor kan ge ökad vattendrag. I övrigt, se övriga naturtyper inom gruppen Sjöar och vattendrag.
- **4010 Fukthet med klockljung:** Naturtypen kan innehålla relativt låggenomsläppliga jordar, vilket kan ge anrikning av klorid. Naturtypen karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga. Vegetationen är typiskt anpassad till relativt sura förhållanden, vilket innebär att en negativ respons endast bör kunna uppstå vid kraftig försurning. Tillförsel av kväve ger en ökad igenväxning och förändrad florasammansättning. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen inga toppkonsumenter som typiska arter. Naturtypens typiska artsammansättning bedöms ha en hög inneboende känslighet med avseende på ökning av grundvattnets temperatur.
- **4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen:** Till skillnad från naturtyp 4010 innehåller typiskt inte låggenomsläppliga jordar, vilket motverkar kloridanrikning. Naturtypens typiska artsammansättning bedöms ha hög inneboende känslighet med avseende på försurning. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fågel) som typiska arter. I övrigt, se övriga naturtyper inom gruppen Hedar.
- **5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen:** Naturtypen bedöms ha hög inneboende känslighet med avseende på pH. I kalkrika miljöer har naturtypen hög pH-buffringsförmåga. Hedmiljöer har lägre pH-buffringsförmåga, men kännetecknas av mer pH-tolerant artsammansättning. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fågel) som typiska arter. I övrigt, se naturtyperna inom gruppen Hedar.
- **6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen:** Naturtypen har typiskt försurningskänslig vegetation men hög pH-buffringsförmåga. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (rovfågel) som typiska arter. Alpina miljöer bedöms ha hög inneboende känslighet med avseende på ökad grundvattentemperatur.

- **6210 Kalkgräsmarker (viktiga orkidélokaler = av EU prioriterad naturtyp):** Med avseende på pH har naturtypen försurningskänslig vegetation, men generellt god buffringsförmåga. Inom naturtypen finns det dock även intermediära, pH-känsliga former. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen inga toppkonsumenter som typiska arter. Naturtypen har dock hög inneboende känslighet vad gäller bekämpningsmedel, eftersom insekter utgör typiska arter.
- **6230 Artrika stagg-gräsmarker nedanför trädgränsen:** Med avseende på grundvattnets pH har naturtypen försurningskänslig vegetation, i synnerhet i lokala utströmningsområden. Vad gäller tungmetaller, miljögifter och bekämpningsmedel, se naturtyp 6210.
- **6270 Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen:** Se naturtyp 6230.
- **6410 Fuktängar med blååtätel eller starr:** Naturtypen är ofta förknippad med försurningskänslig vegetation i områden med pH-buffrande leror. Naturtypen kan dock även förekomma i områden med lägre pH-buffringsförmåga. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fågel) som typiska arter.
- **6430 Högorrtsamhällen:** Naturtypen karaktäriseras i regel av försurningskänslig vegetation och hög pH-buffringsförmåga. Naturtypen har hög näringsomsättning och kännetecknas av en konkurrensstark artsammansättning.
- **6450 Nordliga översvämningsängar:** Naturtypen har hög produktionsförmåga och hög näringsomsättning. Regelbundna översvämningsar gör naturtypen relativt okänslig för grundvattnets egenskaper. Som nämnts tidigare bedöms alpina miljöer ha hög inneboende känslighet med avseende på ökad grundvattentemperatur.
- **6510 Slåtterängar i låglandet:** Naturtypen finns ofta på utmagrade marker med låg pH-buffringsförmåga, men förekommer även på kalkjordar där vegetationen generellt har en inneboende känslighet för surare förhållanden. Vad gäller tungmetaller, miljögifter och bekämpningsmedel, se naturtyp 6210.
- **6520 Höglänta slåtterängar:** Som nämnts tidigare bedöms alpina miljöer ha hög inneboende känslighet med avseende på ökad grundvattentemperatur. I övrigt, se naturtyp 6510.
- **6530 Lövängar:** se naturtyp 6510.
- **7110 Högmossar:** Denna naturtyp är naturligt sur, och den har låg inneboende känslighet för grundvattnets egenskaper även med avseende på övriga parametrar/parametergrupper.
- **7120 Degenererade högmossar:** Se naturtyp 7110.
- **7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn:** Naturtypen innehåller typiskt lagg- och kärrområden som kan påverkas av grundvattnets egenskaper. Vad gäller tungmetaller och miljögifter har naturtypen toppkonsumenter (fågel) som typiska arter.
- **7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ:** Inom naturtypen förekommer intermediära, pH-känsliga former. Kvävetillförsel kan ge ökad tillväxt

och förändrad artsammansättning i strandzonen, medan fosfortillförsel kan ge ökad igenväxning i vattendrag. Med avseende på tungmetaller och miljögifter så har naturtypen inga toppkonsumenter som typiska arter. En jämn vattentemperatur är en viktig förutsättning för naturtypens växt- och djurliv.

- **7210 Kalkkärr med ag:** Se naturtyp 7160.
- **7220 Källor med kalktuffbildning:** Se naturtyp 7160.
- **7230 Rikkärr:** Se naturtyp 7160.
- **7240 Alpina rikkärrsamhällen med brokstarr/svedstarr:** Se naturtyp 7160.
- **7310 Aapamyrar:** Naturtypen karaktäriseras av låg pH-buffringsförmåga och hög inneboende känslighet för tillförsel av näringsämnen. Med avseende på tungmetaller och miljögifter så har naturtypen toppkonsumenter (rovfågel) som typiska arter.
- **7320 Palsmyrar:** Naturtypen bedöms ha hög inneboende känslighet med avseende på ökad grundvattentemperatur. I övrigt, se naturtyp 7310.
- **8310 Grottor:** Naturtypens geologiska karaktär ger den en hög inneboende känslighet för pH-förändringar, eftersom de kan påverka stalagmit och stalaktitbildningen. Naturtypens typiska arter är fladdermöss och spindlar (inga toppkonsumenter), vilket innebär att pH-förändringar har mindre betydelse ur ekologisk synpunkt. Naturtypen bedöms dock ha hög inneboende känslighet med avseende på ökad grundvattentemperatur, eftersom grottor är övervintringsmiljö för fladdermöss.
- **9010 Västlig taiga:** Endast lokala utströmningsområden har en hög inneboende känslighet med avseende på pH och näringsämnen. Vad gäller tungmetaller och miljögifter så har naturtypen toppkonsumenter (fågel) som typiska arter. Naturtypen har även hög inneboende känslighet vad gäller bekämpningsmedel, eftersom insekter utgör typiska arter.
- **9020 Boreonemoral ädellövskog:** Se naturtyp 9010.
- **9030 Skogar på landhöjningskust:** Se naturtyp 9010.
- **9040 Nordisk fjällbjörkskog:** Vad gäller tungmetaller och miljögifter så har naturtypen toppkonsumenter (rovfågel) som typiska arter. I övrigt, se naturtyp 9010.
- **9050 Näringsrik granskog:** Naturtypen kännetecknas av hög produktion och hög omsättning på näringsämnen.
- **9060 Åsbarrskog:** Naturtypen är i regel näringsfattig, där lokala utströmningsområden har en hög inneboende känslighet med avseende på grundvattnets egenskaper.
- **9070 Trädklädd betesmark:** Se naturtyp 9010.
- **9080 Lövsumpskog:** Naturtypen kan innehålla relativt låggenomsläppliga jordar, vilket kan ge anrikning av klorid. I övrigt, se naturtyp 9010.

- **9130 Näringsrik bokskog:** Naturtypen kännetecknas av hög produktion och hög omsättning på näringsämnen. I övrigt, se naturtyp 9010.
- **9160 Näringsrik ek- eller ek-avensskog:** Se naturtyp 9010.
- **9180 Ädellövskog i branter:** Se naturtyp 9010.
- **9190 Näringsfattig ekskog:** Se naturtyp 9010.
- **91D0 Skogsbevuxen myr:** Naturtypen karakteriseras av näringsfattiga förhållanden och en hög inneboende känslighet för grundvattnets egenskaper.
- **91E0 Svämlövskog:** Regelbundna översvämningar gör naturtypen relativt okänslig med avseende på grundvattnets egenskaper. I övrigt, se naturtyp 9010.
- **91F0 Svämädellövskog:** Se naturtyp 91E0.

Bilaga 2 – Integrerad total känslighet samt värden för grundvattenkemiberoende Natura 2000-naturtyper

GRUPP Natura 2000-naturtyp (naturtypskod och namn)	Känslighet (känslighetspoäng; max. = 8·9 = 72)	Värde (A = alpin region, B = boreal region, K = kontinental region); se Werner och Collinder (2011)	Kommentar
KUST OCH HAV			
1150 Laguner	32–41	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp. Känslighet beror på successionsstadium (kontakten med havet).
1330 Salta strandängar	21–31	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Högt värde (3).	Känslighet beror på förekomst av grundvattenutströmning från högre belägna områden.
1630 Havsstrandängar av Östersjötyp	19–28	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp. Känslighet beror på förekomst av grundvattenutströmning från högre belägna områden.
SANDDYNER			
2190 Kustnära dynvåtmarker	20–37	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Mycket högt värde (9).	Känslighet beror på kontakten med havet.

SJÖAR OCH VATTENDRAG			
3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden	41	A: Högt värde (3). B: Mindre värde (2). K: Högt värde (4).	
3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder	39–47	A: Mindre värde (2). B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	Känslighet beror på sjöns/avrinningsområdets storlek och om sjön har lerbotten.
3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger	33–41	A: Högt värde (4). B: Högt värde (4). K: Mycket högt värde (6).	Känslighet beror på sjöns/avrinningsområdets storlek och om sjön har lerbotten.
3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation	30–38	A: Högt värde (3). B: Mindre värde (2). K: Mycket högt värde (6).	Känslighet beror på sjöns/avrinningsområdets storlek och om sjön har lerbotten.
3160 Dystrofa sjöar och småvatten	49	A: Mindre värde (2). B: Mindre värde (2). K: Mycket högt värde (9).	
3210 Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ	24	A: Mycket högt värde (6). B: Högt värde (4). K: Mycket högt värde (9).	Naturtypen omfattar stora vattendrag med stora avrinningsområden.

3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation	38	A: Mindre värde (2). B: Högt värde (3). K: Förekommer inte.	
3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor	23–35	A: Högt värde (4). B: Högt värde (3). K: Högt värde (4).	Känslighet beror på vattendragets/avrinningsområdets storlek.
HEDAR			
4010 Fukthed med klockljung	22–33	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Mycket högt värde (6).	Känslighet beror på nederbördsförhållandena.
4080 Videbuskmarker ovanför trädgränsen	23–35	A: Mindre värde (1). B: Högt värde (3). K: Förekommer inte.	Känslighet beror på nederbördsförhållandena.
ENBUSKMARK			
5130 Enbuskmarker nedanför trädgränsen	24	A: Förekommer inte. B: Data saknas. K: Mycket högt värde (6).	
GRÄSMARKER			
6170 Kalkgräsmarker ovanför trädgränsen	24–36	A: Mindre värde (2). B: Förekommer inte. K: Förekommer inte.	Känslighet beror på förekomst av s.k. extrema snölegor.

6210 Kalkgräsmarker	23	A: Mycket högt värde (9). B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	Viktiga orkidélokaler = av EU prioriterad naturtyp.
6230 Artrika stagggräsmarker nedanför trädgränsen	24	A: Mycket högt värde (9). B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp.
6270 Artrika silikatgräsmarker nedanför trädgränsen	24	A: Förekommer inte. B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	Av EU prioriterad naturtyp.
6410 Fuktängar med blååtäl eller starr	22	A: Mycket högt värde (6). B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	Naturtypen kan innehålla områden som översvämmas vintertid.
6430 Högrötsamhällen	21–31	A: Högt värde (4). B: Förekommer inte. K: Förekommer inte.	Känsligheten beror på naturtypens karaktär; fuktigt och näringsrikt högrötsamhälle i kantzonen, längs vattendrag, i betesmark eller i skogsbryn, eller högrötsamhälle i bergsområde.
6450 Nordliga översvämningsängar	28	A: Mycket högt värde (6). B: Mycket högt värde (6). K: Förekommer inte.	

6510 Slätterängar i låglandet	36	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Högt värde (3).	
6520 Höglänta slätterängar	25	A: Mycket högt värde (9). B: Mycket högt värde (9). K: Förekommer inte.	
6530 Lövängar	24	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp.
VÄTMARKER			
7110 Högmossar	19	A: Förekommer inte. B: Högt värde (3). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp.
7120 Degenererade högmossar	19	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Mycket högt värde (9).	
7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn	37–43	A: Högt värde (3). B: Mindre värde (2). K: Mindre värde (2).	Känslighet beror på förekomst av torvbildande s.k. mader i anslutning till sjöar och vattendrag.

7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ	38	A: Mindre värde (2). B: Mycket högt värde (9). K: Mycket högt värde (9).	
7210 Kalkkärr med ag	30–36	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp. Känsligheten beror på naturtypens karaktär; kalkrikt kärr, sjöparti, eller annan fuktig mark.
7220 Källor med kalktuffbildning	45	A: Mycket högt värde (6). B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (9).	Av EU prioriterad naturtyp.
7230 Rikkärr	43	A: Högt värde (4). B: Mindre värde (2). K: Mycket högt värde (9).	
7240 Alpina rikkärrsamhällen med brokstarr/svedstarr	23–41	A: Mycket högt värde (9). B: Förekommer inte. K: Förekommer inte.	Av EU prioriterad naturtyp. Känsligheten beror på naturtypens karaktär; översilningsmark, i sluttning/fjällbacke och källförekomst.
7310 Aapamyrar	38	A: Mindre värde (1). B: Mindre värde (2). K: Förekommer inte.	Av EU prioriterad naturtyp.

7320 Palsmyrar	38	A: Högt värde (3). B: Förekommer inte. K: Förekommer inte.	Av EU prioriterad naturtyp.
BERG OCH GROTTO			
8310 Grottor	23	A: Högt värde (3). B: Högt värde (3). K: Mycket högt värde (9).	
SKOGAR			
9010 Västlig taiga	20–31	A: Högt värde (3). B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	Av EU prioriterad naturtyp. Känslighet beror på källförekomst.
9020 Boreonemoral ädellövskog	23	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp.
9030 Skogar på landhöjningskust	18–28	A: Förekommer inte. B: Högt värde (4). K: Förekommer inte.	Av EU prioriterad naturtyp. Känslighet beror på topografiskt läge.
9040 Nordisk fjällbjörkskog	22	A: Mindre värde (1). B: Förekommer inte. K: Förekommer inte.	

9050 Näringsrik granskog	27–33	A: Mindre värde (1). B: Högt värde (3). K: Förekommer inte.	Känslighet beror på topografiskt läge.
9060 Åsbarrskog	23	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Förekommer inte.	Känslighet beror på topografiskt läge.
9070 Trädklädd betesmark	23	A: Mycket högt värde (6). B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	
9080 Lövsumpskog	39	A: Förekommer inte. B: Högt värde (3). K: Högt värde (3).	Av EU prioriterad naturtyp.
9130 Näringsrik bokskog	20	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Högt värde (3).	
9160 Näringsrik ek- eller ek-avenskog	20–30	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (6). K: Högt värde (3).	Känslighet beror på topografiskt läge.
9180 Ädellövskog i branter	19	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Mycket högt värde (9).	Av EU prioriterad naturtyp.

9190 Näringsfattig ekskog	21	A: Förekommer inte. B: Högt värde (4). K: Mycket högt värde (9).	
91D0 Skogsbevuxen myr	24–37	A: Förekommer inte. B: Mindre värde (2). K: Högt värde (3).	Av EU prioriterad naturtyp. Känsligheten beror på naturtypens karaktär; tallmosse eller skogsbevuxet kärr.
91E0 Svämlövskog	26–32	A: Mycket högt värde (9). B: Mycket högt värde (6). K: Mycket högt värde (6).	Av EU prioriterad naturtyp. Känsligheten beror på naturtypens karaktär; nära översvämmande vattendrag eller källförekomst.
91F0 Svämädellövskog	24–30	A: Förekommer inte. B: Mycket högt värde (9). K: Mycket högt värde (9).	Känsligheten beror på naturtypens karaktär; nära översvämmande vattendrag eller källförekomst.

Bilaga 3 – Översikt över miljökvalitetsnormer och bedömningsgrunder

Miljökvalitetsnormer och bedömningsgrunder för grundvatten

I EU:s Grundvattendirektiv (2006/118/EG) anges kvalitetsnormer för nitrat samt aktiva ämnen i bekämpningsmedel. Vidare anges att medlemsländerna ska överväga tröskelvärden för ämnen som kan förekomma naturligt eller till följd av mänsklig verksamhet (arsenik, kadmium, bly, kvicksilver, ammonium, klorid, sulfat), för framställda ämnen (trikloretylen och tetrakloretylen) samt för indikatorparametern elektrisk ledningsförmåga.

I SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU-rapport 2013:01) presenteras en genomgång av följande parametrar:

- Försurning – alkalinitet och pH.
- Syre och redoxförhållanden.
- Oxiderbarhet, färg och turbiditet.
- Salt – klorid, sulfat och elektrisk konduktivitet.
- Kväve – nitrat, nitrit och ammonium.
- Järn, mangan och aluminium.
- Arsenik och uran.
- Bly, kadmium och kvicksilver.
- Koppar, zink, krom och nickel.
- Kalcium, magnesium, natrium och kalium.
- Fluorid, bor och sulfat.
- Radioaktiva ämnen.
- Bekämpningsmedel – växtskyddsmedel.
- Övriga organiska ämnen.
- Mikrobiologiska parametrar.
- Temperatur.
- SGU-FS 2013:2 (bilaga 1)

I Bilaga 1 till SGU:s föreskrifter om miljökvalitetsnormer och statusklassificering av grundvatten (SGU-FS 2013:2, som ersätter de tidigare föreskrifterna SGU-FS 2008:2)

anges riktvärden för de GVF som pekas ut inom ramen för vattenförvaltningen. I bilagan anges generella riktvärden på nationell nivå samt utgångspunkter för att vända trender för följande parametrar:

- Nitrat.
- Bekämpningsmedel (aktiva ämnen).
- Klorid.
- (Elektrisk) konduktivitet.
- Sulfat.
- Ammonium.
- Arsenik
- Kadmium
- Bly.
- Kvicksilver.
- Trikloreten och tetrakloreten.
- Triklormetan (kloroform).
- 1,2-dikloreten.
- Bensen.
- Benso(a)pyrene.
- Summa 4 PAH:er: Benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(ghi)perylen och indeno(1,2,3-cd)pyren.
- Kadmium och kadmiumföreningar.
- Polyaromatiska kolväten (PAH).

De parametrar och riktvärden som ingår i föreskrifterna beaktar användande av grundvatten som dricksvatten. För GVF som är i förbindelse med ytvatten ska även påverkan på akvatiska ekosystem beaktas. I föreskrifterna anges att miljö kvalitetsnormerna i direktivet om miljö kvalitetsnormer inom vattenpolitikens område (2008/105/EG, numera ersatt av 2013/39/EU) kan användas som utgångspunkt för att beräkna vilket riktvärde för att en ansluten GVF inte ska försämra ytvattnets ekologiska eller kemiska kvalitet. I en sådan beräkning ska man ta hänsyn till utspädning och nedbrytning av kemiska ämnen.

I Bilaga 2 till SGU-FS 2013:2 anges referensvärden för följande naturligt förekommande joner, metaller samt för (elektrisk) konduktivitet i grundvatten i magasin som utgörs av sand- och grusavlagringar:

- Joner: Klorid, sulfat, nitrat och ammonium.

- Metaller: Arsenik, bly, kadmium. Kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel, vanadin och zink:
- Föroreningsindikator: (Elektrisk) konduktivitet.

Bedömningsgrunder för ytvatten

Bedömningsgrunder för ytvatten (sjöar och vattendrag) finns i bilaga A till Naturvårdsverkets handbok 2007:4. Bilagan är numera införlivad i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19), eftersom myndigheten tagit över Naturvårdsverkets ansvar för sjöar och vattendrag. Bedömningsgrunderna omfattar biologiska samt fysikalisk-kemiska parametrar. De senare omfattar näringsämnen (totalfosfor, som kan ersättas av totalkväve om kväve är begränsande), siktdjup, syrgas samt försurning. Vidare ingår så kallade prioriterade ämnen och särskilt förorenande ämnen (se nedan). De prioriterade ämnena listas i Bilaga 6 till VMFS 2013:19, medan vattenmyndigheterna ansvarar för att identifiera och ansätta miljökvalitetsnormer för särskilt förorenande ämnen.

Prioriterade och särskilt förorenande ämnen

Vad gäller (grupper av) prioriterade och särskilt förorenande ämnen, finns det i bilaga VIII till EU:s vattendirektiv (2000/60/EG) en förteckning över huvudsakliga, förorenande ämnen eller grupper av ämnen:

- Organiska halogenföreningar och ämnen som kan bilda sådana föreningar i akvatisk miljö.
- Organiska fosforföreningar.
- Organiska tennföreningar.
- Ämnen och beredningar eller nedbrytningsprodukter av dessa för vilka det har påvisats att de har cancerogena eller mutagena egenskaper eller sådana egenskaper som i eller via vattenmiljön kan påverka steroidogena funktioner, sköldkörtelns funktioner, fortplantningen eller andra endokrina funktioner.
- Svårnedbrytbara kolväten och svårnedbrytbara och bioackumulerbara organiska, toxiska ämnen.
- Cyanider.
- Metaller och deras föreningar.
- Arsenik och dess föreningar.
- Biocider och växtskyddsmedel.
- Uppslammade ämnen.
- Ämnen som bidrar till eutrofiering (i synnerhet nitrater och fosfater).
- Syretärande ämnen (mätbara med hjälp av parametrar som till exempel BOD och COD).

I ett dotterdirektiv till vattendirektivet (2008/105/EG) finns det i Bilaga I och Bilaga II listor med sammanlagt 33 prioriterade (grupper av) ämnen och vissa andra förorenande ämnen. De 33 prioriterade ämnena beskrivs närmare i Naturvårdsverkets Rapport 5801, inklusive förslag på gränsvärden. De prioriterade ämnena har EU-gemensamma miljökvalitetsnormer och ingår i Bilaga 6 till HVMFS 20013:19. De prioriterade (P) och de övriga förorenande ämnena är följande:

Bekämpningsmedel:

- Alaklor (P).
- Atrazin (P).
- Diuron (P).
- Endosulfan (P).
- Hexaklorcyklohexan (P).
- Isoproturon (P).
- Klorfenvinfos (P).
- Klorpyrifos (klorpyrifosetyl) (P).
- Pentaklorbensen (P).
- Simazin (P).
- Trifluralin (P).

Industriella föroreningar:

- Antracen (P).
- Bensen (P).
- Di(2-ethylhexyl)ftalat (DEHP) (P).
- Diklormetan (P).
- Kloroalkaner, C10-13 (P).
- Koltetraklorid.
- Naftalen (P).
- Nonylfenol (4-nonylfenol) (P).
- Oktylfenol (P).
- 4-(1,1',3,3'-tetrametylbutyl-fenol) (P).
- Pentabromerad difenyleter (PBDE) (P).
- Tetrakloretylen.

- Triklöretylen.
- Triklormetan (kloroform) (P).

Tungmetaller:

- Bly och blyföreningar (P).
- Kadmium och kadmiumföreningar (P).
- Kvicksilver och dess föreningar (P).
- Nickel och nickelföreningar (P).

Övriga föroreningar:

- Aldrin.
- DDT.
- 1,2-dikloretan (P).
- Dieldrin.
- Endrin.
- Fluoranten (P).
- Isodrin
- Hexaklorbensen (P).
- Hexaklorbutadien (P).
- Pentaklorfenol (P).

Polyaromatiska kolväten (PAH):

- Benso(a)pyrene (P).
- Benso(b)fluoranten (P).
- Benso(g,h,i)perylene (P).
- Benso(k)fluoranten (P).
- Indeno(1,2,3-cd)pyren (P).
- Tributyltennföreningar (P).
- Triklorbensener (P).

I Bilaga III till 2008/105/EG anges följande lista med ämnen som ska bli föremål för översyn för eventuell identifiering som prioriterade ämnen eller prioriterade farliga ämnen (dessa ingår inte i HVMFS 20013:19):

- AMPA.
- Bentazon.
- Bisfenol A.
- Dikofol.
- EDTA.
- Fri cyanid.
- Glyfosat.
- Mekoprop (MCPPE).
- Myskxalen.
- Perfluorooktansulfonsyra (PFOS).
- Kinoxifen (5,7-dikloro-4(p-fluorofenoxi)kinolin).
- Dioxiner och dioxinliknande ämnen.
- PCB.

I (2008/105/EG) samt i HVMFS 2013:19 anges även miljö kvalitetsnormer för biota för kvicksilver, hexaklorbensen och hexaklorbutadien. Direktivet 2008/105/EG ersattes 2013 med ett nytt dotterdirektiv (2013/39/EU), där följande prioriterade ämnen tillkom, förutom ovanstående (dessa ingår inte i HVMFS 2013:19):

- Aklonifen.
- Bifenox.
- Cybutryn.
- Cypermetrin.
- Diklorvos.
- Hexabromcyklododekaner (HBCDD).
- Heptaklor och heptaklorepoxyd.
- Terbutryn.

I det nya direktivet tillkom dessutom följande ämnen, som alltså listats i Bilaga III till det tidigare dotterdirektivet (2008/105/EG).

- Dikofol.
- Perfluorooktansulfonsyra (PFOS).
- Kinoxifen (5,7-dikloro-4(p-fluorofenoxi)kinolin).

- Dioxiner och dioxinliknande ämnen.

Som nämnts tidigare ska varje medlemsstat, i Sverige vattenmyndigheterna, identifiera och ansätta miljökvalitetsnormer för så kallade särskilt förorenande ämnen. Förslag på sådana ämnen och tillhörande gränsvärden anges i Naturvårdsverkets Rapport 5799: Enligt ett utdrag från VISS (VattenInformationsSystem Sverige) i november 2013 har hittills följande särskilt förorenande ämnen identifierats för ytvatten:

Icke-syntetiska ämnen:

- Arsenik.
- Koppar.
- Krom.
- Uran.
- Zink.

Syntetiska ämnen:

- 17-alfa-etinylöstradiol.
- 17-beta-östradiol.
- Aklonifen.
- Ammoniak.
- Bentazon.
- Bisfenol A.
- Bronopol.
- Cyanazin.
- Diflufenikan.
- Diklofenak.
- Diklorprop.
- Dimetoat.
- Dioxinlika PCB:er, dioxiner och furaner.
- Fenpropimorf.
- Glyfosat.
- Hexabromcyklododekaner (HBCDD).
- Icke-dioxinlika PCB'er.

- Irgarol.
- Kloridazon.
- MCCP
- MCPA.
- Mekoprop
- Metamitron.
- Metribuzin.
- Metsulfuronmetyl.
- Nitrat.
- Nonylphenoletoxilater.
- PFOS.
- Pikoxystrobin.
- Pirimikarb.
- Propoxikarbazonnatrium.
- Sulfosulfuron.
- Tifensulfuronmetyl.
- Tribenuronmetyl.
- Triclosan.