



Länsstyrelsen
Västmanlands län

Miljöenheten



Grundvatten i Västmanlands län

Författare: Carolina Lind, Viktoria Karlsson och Magnus Svensson

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Rapport 2009:9

Titel: Grundvatten i Västmanlands län
Författare: Carolina Lind, Viktoria Karlsson och Magnus Svensson
Miljöenheten, Länsstyrelsen i Västmanlands Län
Diarienummer: 502-681-11
Kartmaterial: © Bakgrundskartor Lantmäteriet, dnr 106-2004/188, © SGU, © SMHI
Omslagsbild: Ingbo källor
Foto: Länsstyrelsen i Västmanlands län
Tryckning: Rapporten finns att ladda ned från Länsstyrelsens hemsida,
www.lansstyrelsen.se/vastmanland
Upplaga: 25 ex

Förord

I Västmanlands län finns det stora mängder grundvatten i rullstensåsarna. Grundvattnets kvalitet riskerar att försämrats vid föroreningspåverkan och exploatering av åsarna. En sammanställning av de vattenkemiska resultaten från de större kommunala grundvattentäkterna genomförs ungefär vart 5:e år inom den regionala miljöövervakningen för att upptäcka förändrad vattenkvalitet.

I den här sammanställningen ingår elva av de kommunala grundvattentäkterna. Dessa har valts ut utifrån tidigare gjorda sammanställningar från år 1995 respektive år 2002. För att följa upp resultaten från den förra utvärderingen inkluderas bedömningar gjorda med både de äldre bedömningsgrunderna och SGUs nu gällande föreskrifter.

Sammanställningen har finansierats av den regionala miljöövervakningen och av vattenförvaltningen. Carolina Lind har sammanställt och utvärderat alla mätningar, tagit fram information om grundvattentäkterna, tagit fram kartmaterial och skrivit texter. Viktoria Karlsson har bidragit med texter. Magnus Svensson har utfört de statistiska analyserna utvärderat trender och resultat och bidragit med texter. Rapporten har finansierats av anslag för regional miljöövervakning och vattenförvaltning.

Tommy Hansen

Enhetschef Miljöenheten

Carolina Lind

Vattenhandläggare

Innehåll

Sammanfattning	5
1 Inledning	9
1.1 Regional miljöövervakning	10
1.2 Vattenförvaltning	10
1.2.1 Statusbedömningar av grundvattenförekomsterna inom Västmanlands län	11
2 Tidigare undersökningar	13
3 Hydrogeologi och begreppet grundvatten	15
3.1 Berggrund i Västmanlands län	15
3.2 Jordarter i Västmanlands län	16
3.3 Hydrogeologiska typmiljöer	17
3.3.1 Geografiska regioner i länet	18
3.3.2 Grundvattenmiljöer i länet	19
4 Metodbeskrivning	20
4.1 Urval av vattentäkter	20
4.2 Parametrar och bedömningsgrunder	21
4.2.1 Kriterier för bedömning enligt Naturvårdsverket Rapport 4915	22
4.2.2 Bedömningar av kemisk status enligt SGU FS 2008:2	24
4.3 Databehandling och statistiska metoder	26
5 Resultat - Vattentäkter	28
5.1 Arboga kommun	29
5.1.1 Lungers grundvattentäkt	29
5.1.2 Götlunda vattentäkt	32
5.2 Fagersta kommun	36
5.2.1 Viksviken grundvattentäkt	36
5.3 Hallstahammars kommun	39
5.3.1 Kolbäck grundvattentäkt	39
5.4 Kungsörs kommun	42
5.4.1 Skottbackens grundvattentäkt	42
5.5 Köpings kommun	45
5.5.1 Himmata grundvattentäkt	45
5.6 Norbergs kommun	48
5.6.1 Karbenning grundvattentäkt	48
5.7 Sala kommun	51
5.7.1 Knipkällans grundvattentäkt	51
5.8 Skinnskattebergs kommun	54
5.8.1 Riddarhyttans grundvattentäkt	54
5.9 Surahammars kommun	57
5.9.1 Rävsnäs grundvattentäkt	57
5.10 Västerås kommun	60
5.10.1 Ansta grundvattentäkt	60
6 Referenser	63
Bilaga 1	65
Diagram över mätvärden	65

Sammanfattning

Länsstyrelsen bedriver regional miljöövervakning inom flera olika områden. Övervakning av kvaliteten av naturligt grundvatten i kommunala grundvattentäkter ingår som ett av delprogrammen. Provtagning och analyser utförs och bekostas av kommunerna i länet och Länsstyrelsen samlar in, bearbetar och utvärderar mätningarna. I denna rapport finns resultat från råvattenkontrollen från elva av länets kommunala grundvattentäkter sammanställda. Det främsta syftet har varit att undersöka om det skett några förändringar i råvattenkvaliteten över tiden och bedöma kvaliteten utifrån Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet och SGUs föreskrifter för statusklassificering av grundvattenförekomster. Urvalet av täkter är de samma som i de tidigare uppföljningarna av vattenkvaliteten i de kommunala grundvattentäkterna som gjordes av Länsstyrelsen i Västmanlands län 1995 och 2002.

Urvalet av parametrar i de tidigare uppföljningarna är främst framtaget för att bedöma grundvattnets lämplighet som dricksvatten. I denna uppföljning har mätresultaten bedömts utifrån Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999; Rapport 4915) men också SGUs nu gällande föreskrifter (SGU-FS 2008:2). Huvudsyftet med de nyare föreskrifterna kan snarare anses vara skydd mot föroreningspåverkan än att bedöma grundvattnets lämplighet som dricksvatten. Mätserierna har även undersökts statistiskt i syfte att utvärdera förekomst av uppåt- eller neråtgående trender. Provtagningsfrekvenser för råvatten och vilka parametrar som provtas skiljer sig åt för de olika vattentäkterna. I många fall har parametrar uppmätts endast sporadiskt och med väldigt oregelbundna intervaller. Detta försvårar möjligheten att detektera trend då en trend är starkt beroende av antalet mätningar.

Västmanlands grundvatten håller i allmänhet hög kvalitet och de flesta täkter bedöms uppfylla kraven på god kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Två av vattentäkterna bedöms dock ej uppnå god kemisk status p.g.a. att bekämpningsmedelsrester har uppmätts i halter över gränsvärdena. Grundvattentäkterna har också bedömts utifrån de kvalitetsfaktorer som anges i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Rapport 4915). Dessa är förurningskänslighet, redoxpotential, kväveförorening, och kloridhalt/konduktivet. Ett annat vanligt förekommande kvalitetsproblem för grundvatten är förhöjda fluoridhalter. Av den anledningen har även fluoridhalter utvärderats och jämförts med Livsmedelsverkets och Socialstyrelsens riktvärden.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder kan tillståndet i de flesta fall klassificeras inom klass 1 eller 2, vilket betyder ingen eller liten avvikelse från naturliga bakgrundshalter. För några parametrar i länet förekommer det dock i vissa grundvattentäkter värden som överskrider gränsvärden enligt SGUs föreskrifter och förhöjda halter enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder och enligt livsmedelsverkets föreskrifter. Dessa parametrar redovisas i tabell 1. I tabellen redovisas också trenden för parametern i grundvattentäkten. Jämfört med

tidigare utvärdering som gjordes 2002 uppvisas en liten förbättring av tillståndet med avseende på försurningskänslighet, något minskande problem med låg redoxpotential, ganska tydligt minskande nitratkvävehalter men ingen skillnad i kloridhalt eller konduktivitet.

Tabell 1. Sammanställning av bedömningar av kemisk status och påverkan som gjorts utifrån naturvårdsverkets bedömningsgrunder och SGUs föreskrifter. Bedömningarna har utgått ifrån medianvärdet av alla kända mätvärden av parametern i tälten. Trendanalysen redovisas i form av pilar som visar på uppåtgående, neråtgående eller ingen trend. För Lunger och Karbenningstälten anges status som God* då inga riktvärden överskrider men ligger över utgångspunkt för att vända trend, d.v.s. då åtgärder behöver vidtas. En ökande trend avseende försurning avser att alkalinitet och pH har uppvisat ökande trender, d.v.s. minskande problem med försurning eller försurningskänslighet. För redoxpotentialen anger procentsiffran andelen mätningar inom vilken den högsta tillståndsklassen har uppmätts. För fluorider har en låg halt definierats som lägre än 0,8 mg/l, vilket anses ge otillräckligt kariesförebyggande effekt av Socialstyrelsen. Hög halt har ansetts vara över 1,5 mg/l, vilket är det gränsvärde som gäller för att dricksvatten ska anses tjänligt av Livsmedelsverket.

Grundvatten-täkt	Kemisk status	Försurning	Redoxpotential	Kväve	Kond. / klorid	Fluorid
Lunger	God*	Klass 3 ↗	Klass 1 (87 %)	Klass 3 ↘	Klass 1 ↘	Hög →
Götlunda	Ej God	Klass 2 →	Klass 1 (94 %)	Klass 3 ↘	Klass 2 →	Hög →
Viksviken	God	Klass 3 ↗	Klass 1 (75 %)	Klass 1 →	Klass 1 ↗	Låg →
Kolbäck	Ej God	Klass 1 ↘	Klass 1 (83 %)	Klass 3 →	Klass 2 ↘	Hög →
Skottsbacken	God	Klass 2 →	Klass 1 (83 %)	Klass 3 →	Klass 2 →	Låg →
Himmata	God	Klass 1 →	Klass 3 (100 %)	Klass 1 →	Klass 3 →	Låg →
Karbenning	God*	Klass 1 ↗	Klass 3 (90 %)	Klass 1 →	Klass 2 ↗	Hög ↘
Knipkällan	God	Klass 1 →	Klass 1 (100 %)	Klass 2 →	Klass 1 ↘	Låg →
Riddarhyttan	God	Klass 4 →	Klass 1 (71 %)	Klass 1 →	Klass 1 →	Låg →
Rävnäs	God	Klass 2 →	Klass 1 (61 %)	Klass 1 →	Klass 2 ↗	Medel →
Ansta	God	Klass 2 ↘	Klass 1 (83 %)	Klass 2 →	Klass 2 ↘	Låg →

Försurning

Mätningar har visat att både utsläppen och nedfallet av försurade ämnen har minskat i Västmanland. Enligt trendanalyserna har detta gett störst effekt i de nordvästliga grundvattentäktarna som är belägna i naturligt sura rullstensåsar, där trenderna pekar på att alkaliniteten ökar. Den nordvästliga delen av länet har naturligt lägre alkalinitet då den sämre buffrande jordartstypen morän dominerar. Förklaringen till att även de två tälterna (Lunger och Götlunda) i Arboga kommun (i länets sydvästligaste hörn) visar på låg alkalinitet och pH, kan vara att sura vulkaniska bergarter dominerar bergrunden. Tälten med den lägsta alkaliniteten, Riddarhyttan, uppvisar dock ingen trend. Troligen påverkas denna täkt av inträngning av sjövattnet från den närbelägna sjön Lien. Sammantaget förefaller dock försurningsproblemen att avta i länet. Två av tälterna, Kolbäck och Ansta, visar på något minskad alkalinitet även om dessa är belägna i södra delen av länet och har inte heller uppvisat några problem med försurning.

Redoxpotential

Grundvattnets redoxpotential speglar främst syrgashalten vilken påverkar vattnets kemiska egenskaper och lösligheten för ett antal ämnen. För dricksvatten ger låg redoxpotential påverkan på vattnets färg, smak och lukt och kan även ge problem med utfällningar och bakterier. Under anaeroba förhållanden förekommer järn och mangan i jonerna Fe^{2+} och Mn^{2+} som då är vattenlösliga. Under syrefria förhållanden reduceras också organiskt material till metan och sulfat till svavelväte, vilket är toxiskt och ger dålig lukt. Höga järn och manganhalter är därför tecken på att vattnet har haft syrefria förhållanden. Då vattnet utsätts för luft oxideras järn och mangan och fälls ut. Ändrade redoxförhållanden i grundvatten är också tecken på ändrade strömningsförhållanden, för stort uttag och kan också indikera inträngning av ytvatten. Fluktuerande grundvattennivåer kan också påverka redoxpotentialen. I viss mån har fluktuerande redoxförhållanden syns i de flesta vattentäkterna, men tydligast problem har grundvattentäkterna i Himmeta och Karbenning haft. I dessa har redoxpotentialen i de flesta mätningar varit måttlig, vilket kan orsaka problem med järnutfällningar. I de flesta täkterna syns tecken på att järn- och manganhalter minskar, även trenduppskattningarna i de flesta fall är mycket osäkra. Låg redoxpotential är det vanligaste förekommande kvalitetsproblemet i grundvattentäkter i Sverige.

Kvävepåverkan

Nitralthalterna i grundvatten är under naturliga förhållanden väldigt låga, men i jordbruksbygd är det inte ovanligt att halterna är högre. Läckage från gödsel och enskilda avlopp men även nedfall från luft bidrar till att halter kan vara förhöjda. En tendens kan skönjas till att de mer mälarnära grundvattentäkterna har högre halter, då dessa täkter har en relativt hög andel jordbruksmark i närområdet. Överlag pekar trenderna på att nitrat halterna i grundvattnet i länet är stabila över tid. I Lunger och Götlunda, som är täkterna med de högsta halterna syns dock tecken på en minskning, vilket är positivt. I övriga vattentäkter kan nitralthalterna anses låga och samtliga vattentäkter ligger väl under riktvärdena för god kemisk status.

Konduktivitet

Vattnets konduktivitet är ett indirekt mått på den totala halten lösta joner. En ökning av vattnets konduktivitet kan indikera inträngning av vägsalt, relict havsvatten, påverkan av andra föroreningar eller påverkan av vatten med sämre kvalitet (lägre redoxpotential). Hög konduktivitet kan också vara en indikator på förorening av många olika slag. Ökat uttag av vatten eller uttag av sand/grus kan sänka grundvattennivån som kan ändrar strömriktningar och i en del fall inträngning av ytvatten. Samtliga täkter har kloridhalter och konduktivitetvärden väl under riktvärdena för god kemisk status. Riktvärdena har dock överskridits i enstaka mätningar, vilket tyder på att problem förekommit. Himmeta har den högsta konduktiviteten, vilket kan bero på relativt högt naturligt kalciuminnehåll.

Karbenning visar i några mätningar kraftiga toppar i konduktiviteten vilket dock inte kan förklaras genom hög salthalt. Enstaka förhöjda kloridhalter syns dock i de flesta täkter, vilket oftast förklaras med påverkan från vägsalt. I täkterna visar både tecken på ökning och minskningar varför inga generella slutsatser kan dras avseende kloridhalter.

Fluorider

Förhöjda fluoridhalter är ett mycket vanligt förekommande kvalitetsproblem i grundvattentäkter. Fluorid finns naturligt i vissa bergarter och frigörs långsamt till grundvattnet genom vittring. Processen går fortare i en sur miljö. Fluorider har i lagom höga halter en kariesförebyggande effekt i dricksvatten varför det inte heller är önskvärt att halterna är för låga. Optimal fluoridhalt anses av Socialstyrelsen vara mellan 0,8 och 1,3 mg/l. Flera av täkterna i länet kan anses ha relativt höga fluoridhalter.

Bekämpningsmedel

Bekämpningsmedel bör inte förekomma i grundvatten och är alltid ett tecken på antropogen påverkan. I Lunger, Götlunda, och Kolbäck har BAM (2,6-diklorbenzamid) och Atrazin uppmätts. I Götlunda och Kolbäck ligger värdena över gränsvärdet för god kemisk status. Kolbäck visar dessutom tecken på en ökande trend. BAM är en nedbrytningsprodukt av ämnet diklobenil och är den pesticid som påträffas i flest mätningar i grundvattentäkter i Sverige (Thunholm och Whitlock 2009). Även vid provtagningar av enskilda vattentäkter förefaller BAM vara det vanligaste ämnet som hittas (Rosling med flera 1998). Ämnena atrazin och diklobenil ingick i preparatet Totex Strö som såldes fram till 1990 och som har varit förbjudet sedan 1994. Totex Strö användes som totalbekämpningsmedel avsett för grusgångar, gårdsplaner, järnvägar, vägrenar och liknande. De höga halterna av BAM i Götlunda och Kolbäck kan förklaras med att grundvattentäkterna ligger i eller nära anslutning till större samhällen där Totex Strö kan tänkas ha används.

1 Inledning

Inom ramen för miljöövervakning och vattenförvaltningen sammanställer Länsstyrelsen resultat från råvattenkontrollen från några utvalda kommunala vattentäkter i länet. Syftet med den här utvärderingen har varit att undersöka om det skett några förändringar i råvattenkvaliteten över tid och ge en samlad bild av vattenkvaliteten i grundvattentäkter i länet. Övervakningen avser endast naturligt grundvatten och det har därför inte sammanställts några mätningar från vattentäkter där vattentillgången förstärks genom konstgjord infiltration av ytvatten, varför flera av de största dricksvattentäkterna i länet inte har utvärderats.

Grundvattnets kvalitet påverkas både av bergrund, jordarter och markanvändning, men också av temperaturer och nederbördsmonster. Förändrade klimatförhållanden medför därför förändrade förutsättningar för dricksvattenproduktion (Ojala m.fl. 2007). Regelbundna uppföljningar av grundvattenkvaliteten är därför önskvärda för att på sikt följa upp och säkra tillgången på grundvatten av god kvalitet.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) ansvarar för det nationella miljömålet Grundvatten av god kvalitet som innebär att grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag. SGU har också den nationellt mest samlade kunskapen om hur grundvattnet i form av databaser och kunnig personal. Det finns fem stora databaser inom området grundvatten som SGU ansvarar för: brunnarsarkivet, kemiarkivet, grundvattennätet, källarkivet och vattentäktsarkivet. I brunnarsarkivet finns brunnsuppgifter som insamlats genom lagen om uppgiftsskyldighet (SFS 1975:424, SFS 1985:245). I kemiarkivet finns uppgifter om kemiska analyser av brunnsvatten. Uppgifter om den nationella grundvattenövervakningen samlas i grundvattennätet. I källarkivet finns uppgifter om källor. I vattentäktsarkivet finns uppgifter om landets vattentäkter och resultat av råvattenanalyser. I tidigare föreskrifter från Livsmedelsverket fanns krav på undersökning av råvatten samt riktvärden för råvattenkvalitet. Numera är kraven omgjorda till råd i vägledningen till gällande dricksvattenföreskrifter. Provtagning och analys av grundvattnet sker kontinuerligt i samtliga kommunala vattentäkter. Livsmedelsverket anger gränsvärden och riktvärden för dricksvatten och har tillsynen av princip alla kommunala dricksvattentäkter. Livsmedelsverket anger inga gränsvärden för råvatten men provtagning av råvatten är dock en förutsättning för att beredningsprocessen ska kunna anpassas för att ge ett dricksvatten med stabil och tillfredställande kvalitet. Provtagningsfrekvensen för råvatten varierar med vattentäktens storlek. Vilka parametrar som provtas i råvatten varierar mellan olika grundvattentäkter beroende av råvattnets egenskaper.

1.1 Regional miljöövervakning

Länsstyrelsen i Västmanlands län upprättade 1995 ett regionalt miljöövervakningsprogram som reviderats tre gånger under årens lopp, nu senast 2009 (Länsstyrelsen i Västmanlands län 2009a). Det regionala miljöövervakningsprogrammet ska ge kunskaper om regionala miljöförhållanden, vara underlag för regional och kommunal planering och följa upp de nationella och regionala miljömålen. Inom ramen för den regionala miljöövervakningen och inom programområde sötvatten ska en sammanställning av några utvalda grundvattentäkter göras vart femte år, för att följa upp miljömålet grundvatten av god kvalitet. Arbetet med miljömålet syftar till att ge en hållbar och säker dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för djur och växter i sjöar och vattendrag. Miljöövervakningen har även en direkt koppling till den övervakning som ska ske enligt vattenförvaltningen, som har sin grund i EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). Undersökningar i vatten bör samordnas i stor uträkning för att få en så bra och kostnadseffektiv övervakning som möjligt.

1.2 Vattenförvaltning

EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) antogs år 2000 och införlivades i svensk lagstiftning genom vattenförvaltningsförordningen (SFS 2004:660). Till ramdirektivet finns ett dotterdirektiv för grundvatten (2006/118/EG) som syftar till att komplettera ramdirektivets bestämmelser. Enligt dotterdirektivet ska grundvatten skyddas mot kemisk förorening och försämring bland annat eftersom grundvatten är den känsligaste formen av sötvatten och är en värdefull naturresurs och eftersom det används till dricksvattenförsörjning.

Målet med vattenförvaltningsarbetet är att alla ytvatten ska ha god ekologisk och kemisk status 2015 samt att allt grundvatten ska ha god kvantitativ och kemisk status. För bedömning av status tillämpas riktlinjerna i SGUs föreskrifter om statusklassificering och miljökvalitetsnormer för grundvatten (SGU FS 2008:2). Status för grundvatten delas in i två klasser - god status och otillfredsställande status. God kvantitativ status uppnås om grundvattenuttaget inte överskrider nybildningen av grundvatten. God kvantitativ status innebär alltså att vattenuttagen är i balans med grundvattenbildningen. God kemisk status innebär att inga riktvärden för utpekade förorenade ämnen får överskridas i grundvattenförekomsten. Medlemsstaterna fastställde riktvärden för första gången i december 2008 i enlighet med direktivet och samma år statusklassificerade länsstyrelserna alla grundvattenförekomsterna.

Ur grundvattendirektivet 2006/118/EG:
”Grundvatten är en värdefull naturresurs och bör som sådan skyddas mot försämring och kemisk förorening”.

Vattenförvaltningsarbetet sker i sexårscykler som avslutas med att förvaltningsplan, miljökvalitetsnormer och åtgärdsprogram fastställs. 2009 avslutades vattenförvaltningens första cykel. Statusbedömningen ligger till grund

för miljö kvalitetsnormer som är juridiskt bindande och som ska sättas för alla grundvattenförekomster. Om miljö kvalitetsnormen för en grundvattenförekomst sätts till god status år 2015 innebär detta att vattnet ska ha uppnått god status år 2015 samt att det inte får försämrats (alltså få sämre status än god) för att uppfylla icke-försämringskravet. För att uppnå miljö kvalitetsnormerna som fastställdes i december 2009 (Länsstyrelsen i Västmanlands län 2009b) har åtgärdsprogram tagits fram (Länsstyrelsen i Västmanlands län 2009c). Åtgärdsprogrammet riktar sig till myndigheter och kommuner.

Riksdagen och regeringen har beslutat om organisationen för den svenska vattenförvaltningen. Sverige indelas i 5 vattendistrikt med en tillhörande vattenmyndighet i varje distrikt. Västmanlands län ingår i Norra Östersjöns vattendistrikt och Bottenhavets vattendistrikt.

Inom Sverige omfattas allt vatten av vattenförvaltningen. Av praktiska skäl arbetar man inom vattenförvaltningen med så kallade yt- och grundvattenförekomster, med en nedre storleksgräns på vattnet, detta för att få ett hanterligt antal vatten att administrera och kvalitetsklassificera. Alla Sveriges grundvattenförekomster har valts ut och avgränsats av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och för att få ett hanterligt antal grundvattenförekomster har de största magasinerna med störst uttagsmöjlighet valts. Detta har inneburit att fokus under den första förvaltningscykeln lagts på att avgränsa förekomster i sand och grusavlagringar samt i sedimentär. Tillämpningen i Sverige medför att samtliga grundvattenförekomster per definition uppnår god kvantitativ status.

1.2.1 Statusbedömningar av grundvattenförekomsterna inom Västmanlands län

I Västmanlands län finns 37 utpekade grundvattenförekomster. Alla är sand- och grusförekomster förutom en sedimentär bergförekomst i Arboga kommun. Eftersom grundvattenförekomsterna har valts ut p.g.a. sin storlek medför detta att samtliga av dem uppnår god kvantitativ status d.v.s. att vattenuttaget är i balans med grundvattenbildningen. Alla länets grundvattenförekomster har bedömts ha god kemisk status, även om riktvärden för bekämpningsmedel har överskridits i vattentäkterna Götlunda och Kolbäck. Bedömningen att god kemisk status uppnås i samtliga görs eftersom det är troligt att de områden där god kemisk status ej uppnås understiger 20 % av grundvattenförekomsternas totala yta, d.v.s. överskridandena är troligen inte representativa för hela grundvattenförekomsterna (Aastrup 2008). För många av grundvattenförekomsterna är mätdata bristfällig. De grundvattenförekomster där mätningar saknas har bedömts ha god status. Alla bedömningar finns tillgängliga i databasen VISS (VattenInformationSystem Sverige; www.viss.lst.se).



© Bakgrundskartor Lantmäteriet, dnr 106-2004/188

Figur 1. Karta över grundvattenförekomsternas kemiska status i Västmanlands län år 2010.

2 Tidigare undersökningar

Övervakning av grundvattnets kemiska sammansättning bedrivs i Sverige både på nationell och på regional nivå. I Västmanlands län har Länsstyrelsen tidigare utfört tre större undersökningar av grundvattnet. Undersökningarna har haft olika syften. Den första undersökningen fokuserade på försurningsproblematiken, medan de andra två gjordes i miljöövervakningens syfte. I de tidigare undersökningarna ingick Heby kommun som från och med den 1 januari 2007 tillhör Uppsala län.

Den första grundvattenundersökningen utfördes 1981 (Andersson 1981) för att få kunskap om försurningssituationen inom länet samt att erhålla bakgrundsvärden inför kommande undersökningar. Undersökningen omfattade både brunnar och kommunala grundvattentäkter. Eftersom grundvattnet används som dricksvatten skulle ett försurat grundvatten kunna medföra att metaller löses ut från vattenledningar i fastigheter, vilket i värsta fall kan innebära att vattnet blir oanvändbart. Undersökningen fokuserade främst på länets nordvästra kommuner eftersom de har de största problemen med ytvattenförsurning. Resultaten visade att det med stor sannolikhet inte föreligger några försurningsproblem i grundvattnet i Västerås, Sala, Heby, Kungsör samt Arboga kommun. I de övriga kommunerna i länet tenderade värdena på försurningsparametrarna för alkalinitet och pH att vara lägre än vad som anses vara normalt. Resultatet visade också att de lägre värdena för pH och alkalinitet återfanns i grävda brunnar, medan djupborrade bergbrunnar hade normala värden och därmed inte påvisats vara påverkade av försurning.

Inom ramen för regional miljöövervakning av grundvatten har två tidigare utvärderingar gjorts (Malmberg 1995; Sundberg 2002). Syftet med dessa rapporter var att följa upp grundvattnets kvalitet i några utvalda kommunala grundvattentäkter. Kriterierna för de utvalda täkterna var att de måste vara stora, dvs att uttagsmöjligheten är större än 5 l/s, samt att grundvattnet var naturligt dvs grundvattentillgången fick inte vara förstärkt genom konstgjord infiltration av ytvatten. Rapporterna skulle även fungera som underlag till kommande sammanställningar och var tänkta att genomföras vart 5:e år.

När undersökningen från 1995 genomfördes fanns inga riktvärden framtagna för råvatten för grundvatten. Däremot fanns det rikt- och gränsvärden för dricksvatten. I undersökningen ingick 34 större grundvattentäkter, dvs med en uttagsmöjlighet större än 5 l/s. 17 av dessa föreslogs ingå inom den fortsatta miljöövervakningen. Resultatet som erhöles var att grundvattnet i de stora akvifererna i länet var av god kvalitet för dricksvattenförsörjning. När det gäller försurningspåverkan på vattnet bedömdes denna från kvoten $\text{HCO}_3/(\text{Ca}+\text{Mg})$. Om kvoten är mindre än 1 är vattnet påverkat av försurning. Grundvattentäkten Karbenning i Norberg var dock den enda av vattentäktena som inte var påverkad av försurning, d.v.s. med en försurningskvot som är >1 .

I undersökningen från 2002 har Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet Grundvatten (rapport 4915; Naturvårdsverket 1999) använts för att utvärdera resultaten. I undersökningen ingick 14 av de större grundvattentäkterna i länet. Resultatet visade att grundvattnets kvalitet är mycket bra med undantag för t ex höga kloridhalter i Götlunda (Arboga kommun) och höga järn- och manganhalter i Karbenning (Norberg kommun) och Himmeta (Köpings kommun).

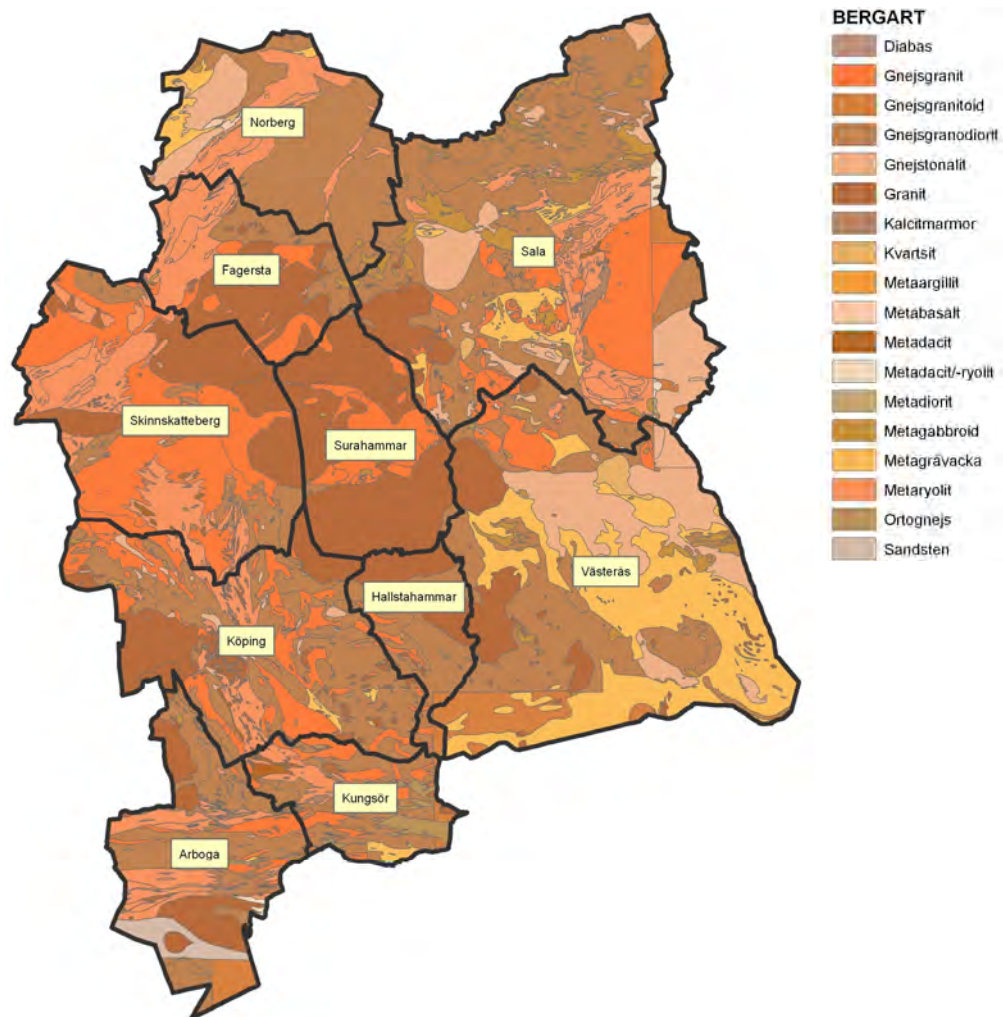
3 Hydrogeologi och begreppet grundvatten

Grundvatten är en av Jordens viktigaste naturtillgångar och finns överallt, men på varierande djup under markytan. Grundvatten är det vatten som finns där jordens porer och bergets sprickor är helt vattenfyllda. Grundvattennivåns läge i förhållande till markytan varierar med topografin, geologin och rådande klimatförhållanden. Grundvattnets kvalitet varierar beroende av vilka mineral som finns i marken och kontakttiden med dessa. Eftersom geologin och hydrologin skiftar varierar också grundvattnets kvalitet, flöde och nivå inom ett område. För att bedöma och jämföra resultat är det viktigt att jämförelser omfattar grundvatten med likvärdiga förutsättningar.

3.1 Berggrund i Västmanlands län

Den större delen av berggrunden inom Västmanlands län består av bergarterna granit och gnejsgranit (figur 2). I nordvästra delen av länet finns bildningar av vulkaniskt och sedimentärt ursprung. Dessa har omvandlats starkt. De vulkaniska bergarterna härstammar från lavar och tuffer. Blandbergarter i form av migmatiter och ådergnejser sliror, körtlar och oregelbundna växlingar av pegmatit eller granit är vanligt förekommande. I länets sydvästra del finns inslag av yngre bergarter som sandsten. I de mellersta och östra delarna finns inslag av kalciumrika grönstenar.

Tektonisk omvandling av länets bergarter har orsakats av spänningsutlösningar i prekambrisk tid. Ytterligare sönderbrytning har dock ägt rum senare, samtidigt som Alperna bildades. Enligt geofysiska undersökningar är sprickorna riktade i nordnordvästlig och nordöstlig riktning. Små förkastningar har utlösts längs flera av sprickorna. Bergarterna har ett stort inflytande på jordarternas komposition.



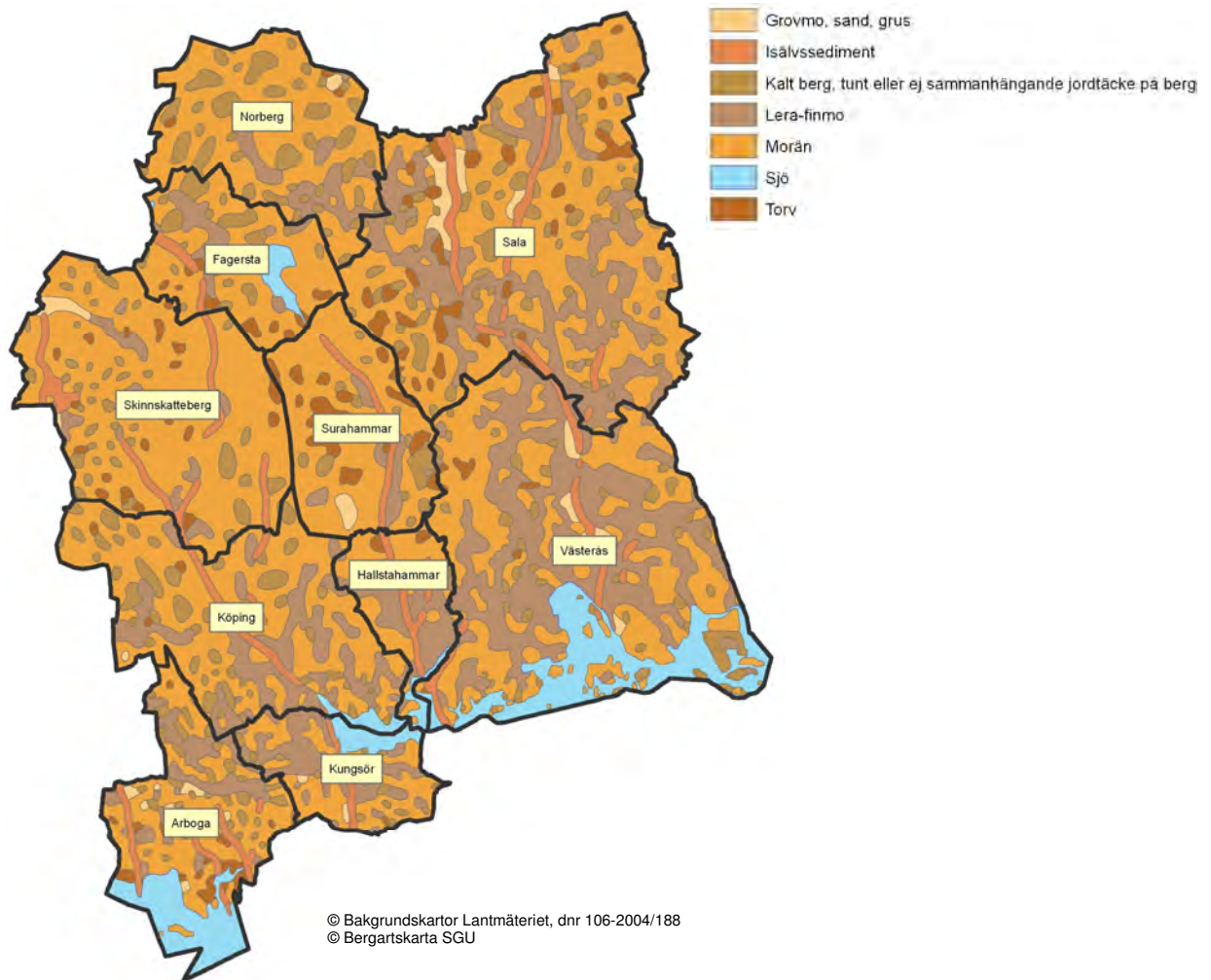
© Bakgrundskartor Lantmäteriet, dnr 106-2004/188
© Bergartskarta SGU

Figur 2. Bergarter i Västmanlands län.

3.2 Jordarter i Västmanlands län

Morän är den dominerande jordarten framförallt i de norra och nordvästra delarna av länet (figur 3). I söder och sydost breder vida lerslätter ut sig i landskapet. Förutom de vida lerslätterna med uppstickande bergsryggar är de karakteristiska formerna rullstensåsar, ändmoräner och nedskurna meanderlopp. Större delen av länet har legat under högsta kustlinjen. Detta har medfört att det finkornigare materialet har svallats ut och avlagrats i dalarna. Därav de vida lerslätterna som gett upphov till det öppna jordbruksdominerande mälardalen. Materialet är mer kalkhaltigt och har en bättre buffrande förmåga mot grundvattenförsurning jämfört med de grövre fraktionerna som till största delen har blivit kvar inom de högre delarna av terrängen. Mark ovan högsta kustlinjen är bland de känsligaste markerna för försurning. I de lösa avlagringarna i länets östligaste delar finns ett

betydande inslag av lättvittrat, kalkrikt material. Marken här har en god buffrande förmåga och därmed bra motståndskraft mot försurning.



Figur 3. Jordarter i Västmanlands län.

3.3 Hydrogeologiska typmiljöer

Det finns ett centralt begrepp inom hydrologin som används för att definiera ett avgränsat grundvattenområde, en så kallad akvifer. En akvifer är en geologisk formation med tillräcklig genomsläpplighet för att medge ett betydande flöde eller uttag av betydande mängder grundvatten. Ordet kommer ifrån latin och betyder ungefär vattenledare.

De stora akvifererna finner man i stora sand- och grusavlagringar, företrädesvis i åsformationer. Dessa karakteriseras av att grundvattenytan ligger djupt, vattenomsättningen är långsam och att variationerna hos grundvattennivån uppvisar stor tröghet. De små akvifererna finner man i sprickigt berg och i

områden med täta jordlager. Grundvattennivåerna i dessa reagerar snabbt på tillförd nederbörd och torrperioder.

Inom hydrologin skiljer man på öppna och slutna akviferer. En öppen akvifer har en fri grundvattenyta. Det är den vanliga situationen i våra moränområden och i större sand- och grusavlagringar. Den slutna akviferen bildas under ett tätare jordlager och står vanligen under övertryck. Slutna akviferer är vanliga i dalgångar med genomsläppligt material, som överlagras av täta lerjordar.

Eftersom grundvattnets kemiska egenskaper kan variera kraftigt mellan olika delar av landet och olika geologiska miljöer så har naturvårdsverket i sina bedömningsgrunder för grundvatten, Rapport 4915 delat in vårt land i nio geografiska regioner. Inom dessa regioner har man dessutom pekat ut fem grundvattenmiljöer. Kombinationen av en geografisk region och en grundvattenmiljö bildar ett typområde. Nio geografiska regioner och fem grundvattenmiljöer skulle teoretiskt möjliggöra 45 typområden. Men vissa kombinationer förekommer inte i praktiken, i praktiken finns det bara 36 typområden.

Inom varje typområde bedöms grunda och djupa brunnar för sig i två brunnsdjupklasser. Brunnsdjupet är viktigt på grund av att vattnets kontaktid med markens mineral utgörs av den tid vatten befinner sig i marken, både över och under grundvattenytan. Denna kontaktid har stor betydelse för vattnets kemiska beskaffenhet.

I Västmanlands län finns det tre geografiska regioner: Mellansvenska sänkan, Upplands kalkpåverkande område och Urbergsområde inom Norrlandsterrängen ovanför högsta kustlinjen och tre olika lokala grundvattenmiljöer. Miljöerna är kristallin berggrund, isälvsavlagringar och morän, och isälvsmaterial under lera och andra kohesionsjordarter.

3.3.1 Geografiska regioner i länet

Mellansvenska sänkan

Nästan hela Västmanlands län ligger i denna region. Relativt svårvittrade berg- och jordarter. Läget under högsta kustlinjen med förekomst av leror och andra finkorninga jordar ökar dock motståndskraften mot försurning. Höga naturliga kloridhalter förekommer i kustnära områden och från kvarvarande relikthavsvatten i berggrund och jordlager.

Upplands kalkpåverkade område

Jordarna är kalkhaltiga genom sitt bergartsinnehåll som delvis har sitt ursprung i sedimentära bergarter i Bottenhavet. Motståndskraften mot försurning blir därför

högre än mellansvenska sänkan. En liten del av länets sydvästra del tillhör regionen.

Urbergsområde inom Norrlandsterrängen ovanför högsta kustlinjen

Sveriges största region som sträcker sig från Dalsland i sydväst till treriksröset i norr. Men i Västmanland är de enbart en lite del av länets nordvästra hörn som tillhör regionen. Berg- och jordarter relativt svårvittrade och låg motståndskraft mot försurning.

3.3.2 Grundvattenmiljöer i länet

Kristallin berggrund

Miljön utgörs av kristallin berggrund som domineras av gnejser och graniter. Grundvattnet finns i dessa bergarter i sprickor. Grundvattenytan finns ofta inte mer än några meter under markytan. Grundvattenbildningen sker i sprickor eller i de överlagrande jordarterna. Vanligen är alkalinitetsvärdena höga och järnhalterna låga i denna miljö.

Isälvsavlagringar

Miljön utgörs av öppna akvifärer t ex sand och grus. Isälvsavlagringar förekommer såsom åsar, deltan och terrasser. Grovkorniga jordarter leder effektivt nybildat grundvatten nedåt och grundvattenytan kan därför ligga långt under marknivån. Isälvsavlagringar utgör ofta våra största grundvattenmagasin, t ex Köpingsåsen, Badelundaåsen och Strömholmsåsen.

Morän och isälvsavlagringar under lera

Miljön utgörs av slutna akvifärer. Den överlagrande lerans mäktighet varierar och ligger i dalgångar och lågområden. Grundvattenbildningar sker i omgivande höjdområden. Uppehållstiden i de slutna akvifererna är ofta lång och tillsammans med närvaron av finsediment med ofta hög kalkhalt finns tendens till höga alkalinitetsvärden. I de slutna akvifererna råder ofta syrefria förhållanden vilket medför höga järn- och manganhalter. Det överliggande finsedimentet utgörs vanligen av jordbruksmark.

4 Metodbeskrivning

Information om grundvattentäkterna har samlats in från samtliga kommuner i Västmanlands län via telefonkontakt och i ett fåtal fall har information även hämtats från kommunernas översiktplaner.

Data som har använts i rapporten kommer ifrån några olika källor. Äldre data som har använts har hämtats från de tidigare sammanställningar som har gjorts inom programmet för miljöövervakningen (Malmberg 1995; Sundberg 2002). I en del fall har även både äldre data och nyare data levererats från kommunerna. De nyare mätningarna, d.v.s. data ifrån början av 2000 och framåt, har till största delen hämtats ifrån DGV, den nationella databas för vattentäkter som SGU är datavärd för. I äldre data finns oftast bara ett värde per år, medan nyare data kan finnas från flera provtagningstillfällen per år. I och med detta kan årstidsvariationer synas tydligare i nyare data. Huruvida provtagning endast genomfördes en gång per år på 1980- samt 1990-talet eller om värdet är ett medelvärde är oklart. Kanske kan det dessutom skilja sig åt mellan olika grundvattentäkter liksom för olika kommuner om provtagning har skett vid ett eller flera tillfällen per år. För nyare data finns det i vissa fall flera värden från samma provtagningstillfälle för en vattentäkt i DGV. Detta kan bero på att provtagningar har gjorts i olika brunnar i samma täkt.

4.1 Urval av vattentäkter

För uppföljningen har valts samma vattentäkter som utvärderats i länsstyrelsens tidigare utvärderingar av grundvattenkvaliteten i länet (Malmberg 1995; Sundberg 2002), förutom de täkter som ligger i Heby kommun. Dessa utgör endast en del av de vattentäkter som används för dricksvattenförsörjning i länet för närvarande, men har ändå valts för att möjliggöra jämförelser med de föregående utvärderingarna. I denna rapport finns därför mätningar, trender och bedömningar för 11 av de totalt 37 vattentäkter i länet som har använts för kommunal dricksvattenförsörjning. De vattentäkter som är representerade kan anses vara geografiskt väl spridda över länet och får därmed antas vara representativa för grundvattenkvaliteten. I vissa fall kan urvalet vara mindre ändamålsenligt då vissa av täkterna inte längre utgör den huvudsakliga täkten för vattenförsörjning längre, eller inte ens används längre. Exempelvis har Ansta i Västerås kommun inte använts sedan 2004 och har heller inte provtagits sedan dess. De täkter som ingår i programmet för regional miljöövervakning visas i tabell 2.

Tabell 2. Vattentäkter som har ingått för övervakning av grundvattenkvalitet inom programmet för regional miljöövervakning och vilken grundvattenförekomst de är belägna inom.

Kommun	Vattentäkt	Grundvattenförekomst
Arboga	Götlunda	SE658336-149163
Arboga	Lunger	SE657597-149265
Kungsör	Skottbacken	SE660349-150685
Köping	Himmeta	Ingen
Skinnskatteberg	Riddarhyttan	SE663352-148354
Fagersta	Viksviken	SE665105-149481
Norberg	Karbenning	Ingen
Surahammar	Råvnäs	SE662501-152237 (Strömsholmsåsen)
Hallstahammar	Kolbäck	SE662501-152237 (Strömsholmsåsen)
Sala	Knipkällan	SE663972-153540
Västerås	Ansta	SE660221-154640 (Badelundaåsen)

4.2 Parametrar och bedömningsgrunder

Vid utvärderingen av länets grundvattentäkter år 2002 (Sundberg 2002) utvärderades kvaliteten med avseende på de parametrar som ingår i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten från 1999 (Naturvårdsverket 1999; rapport 4915). Urvalet av parametrar i dessa är främst framtagna för att bedöma grundvattnets lämplighet som dricksvatten. Bedömningar görs i fem tillståndsklasser för ett antal underkategorier. För bedömning av kemisk status enligt vattenförvaltningsförordningen ska istället SGUs föreskrifter SGU FS 2008:2 användas. De nyare föreskrifterna bygger på kraven i EUs ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) och direktivet 2006/118/EG om skydd för grundvatten mot föroreningar och försämring. Bedömningar enligt de nyare föreskrifterna görs endast i två tillståndsklasser där en grundvattenförekomst kan ha god respektive otillfredsställande kemisk status och bedömningen baseras på halter av ett antal föroreningar. För att följa upp resultaten från den förra utvärderingen har valts att inkludera bedömningar gjorda med både de äldre bedömningsgrunderna och SGUs nu gällande föreskrifter. Ingående parametrar i den nyare respektive äldre bedömningsgrunderna beskrivs längre fram.

Utöver de kriterierna som ställs upp i bedömningsgrunderna har även halter av fluorid, hårdhet, aluminium och koppar inkluderats i utvärderingen då dessa också är av intresse för bedömning av grundvattnets kvalitet. Särskilt är förhöjda fluoridhalter ett mycket vanligt förekommande kvalitetsproblem i grundvattentäkter. Vid förhöjda halter föreligger risk för tandemaljskador och risk för skelettskador om halterna är tillräckligt höga. Fluorid ingår inte som bedömningsgrund inom miljöövervakning, men vatten ska bedömas som otjänligt som dricksvatten om halten hos användare överstiger 1,5 mg/l enligt Livsmedelsverket (SLVFS 2001:30). För enskilda brunnar gäller socialstyrelsens försiktighetsmått (SOSFS 2003:17), där gränsen för otjänligt är 6,0 mg/l och gränsen för tjänligt med anmärkning är 1,3 mg/l. För låga halter är inte heller

önskvärda då halter under 0,8 mg/l anses ge ett otillräckligt skydd mot karies (SOS FS 2003:17). Vattnets hårdhet kan vara förknippat med tekniska problem, som t.ex. beläggningar i ledningar men är annars inget kvalitetsproblem för användning som dricksvatten. Förändringar av hårdhet kan därför vara av intresse att följa. Förhöjda halter av aluminium och koppar kan vara resultat av förorening och är också av intresse för bedömningen av kvaliteten som dricksvatten. För dricksvatten gäller gränsvärdet 0,100 mg/l för aluminium och 2,0 mg/l för koppar för att vattnet ska bedömas som tjänligt (SLVFS 2001:30).

4.2.1 Kriterier för bedömning enligt Naturvårdsverket Rapport 4915

Förorening

Vid bedömning av föroreningens påverkan (tabell 3) används både pH och alkaliniteten, som är ett mått på vattnets buffertkapacitet, d v s vattnets förmåga att stå emot förorening. Alkaliniteten anses ge ett säkrare resultat än pH eftersom pH kan förändras från provtagningstillfället till analysstillfället. pH bör därför alltid mätas direkt i fält. Vatten med lågt pH är korrosivt och har högre löslighet för metaller. Alkaliniteten bör inte understiga 60 mg/l (1 mekv/l) i dricksvattnet enligt Livsmedelsverket. Närvaro av lättvittrade material i takten ger en naturligt högre alkalinitet och därmed skydd mot nedfall av föroreande svavel- och kväveföreningar.

Tabell 3. Tillståndsklassning för grundvatten med avseende på alkalinitet [HCO₃]⁻ och pH. Alkalinitetens storlek är ett mått på vattnets förmåga att motstå förorening..

Klass	Benämning	Alkalinitet		pH	Beskrivning
		mg/l	mekv/l		
1	Mycket hög alkalinitet	>180	>3	>6,5	Tillräcklig alkalinitet för att även i fortsättningen bibehålla acceptabel pH-nivå
2	Hög alkalinitet	60-180	1-3	>6,0	Tillräcklig alkalinitet för att även i fortsättningen bibehålla acceptabel pH-nivå
3	Måttlig alkalinitet	30-60	0,5-1,0	5,5-7,5	Otillräcklig alkalinitet för att i framtiden ge en stabil och acceptabel pH-nivå i område med kraftigt syranedfall
4	Låg alkalinitet	10-30	0,2-0,5	5,0-6,0	Otillräcklig alkalinitet för att ge en stabil och acceptabel pH-nivå
5	Mycket låg alkalinitet	<10	<0,2	<6,0	Alkaliniteten ger oacceptabel pH-nivå

Redoxförhållanden

En redoxreaktion är en kemisk reaktion där oxidation av ett ämne sker samtidigt som reduktion av ett annat ämne sker. Vid oxidation lämnar ämnet som oxideras ifrån sig elektroner som tas upp av ämnet som reduceras. I vatten uppstår

reducerande förhållanden vid anaeroba (syrefria) förhållanden. Detta leder till ökad löslighet för en del oönskade ämnen. Indikatorer på låg redoxpotential är höga halter av järn och mangan samtidigt som sulfathalten är låg, vilket indikerar svavelvätebildning. Grundvatten med låg redoxpotential orsakar problem i vattentäkter genom järnutfällningar och dålig lukt. Låg redoxpotential och höga järnhalter är det vanligaste kvalitetsproblemet för grundvatten i Sverige. Vid bedömningar har de haltkriterier som gäller för södra Sverige använts (tabell 4).

Tabell 4. Tillståndsklassning av grundvatten m a p redoxförhållande, indikatorparametrar i mg/l.

Klass	Benämning	Järn (mg/l)	Mangan (mg/l)	Sulfat (mg/l) Södra Sverige	Norra Sverige	Beskrivning
1	Hög redoxpotential/aeroba vatten	<0,1	<0,05	>5	>2	Oftast utmärkta grundvatten som normalt kan distribueras utan behandling. God luftning bryter snabbt ned måttliga mängder av föroreningar.
2	Måttligt hög redoxpotential/aeroba vatten	<0,1	>0,05	>5	>2	Ibland kan det vara nödvändigt att lufta och filtrera bort mangan
3	Låg redoxpotential/anaeroba vatten	>0,1	>0,05	>5	>2	Vattnet kan komma från stort djup eller under lång tid ha påverkats av reducerande järnhaltiga mineral. Vattnet kräver alltid behandling för hög järnhalt. Vårt vanligaste kvalitetsproblem i Sverige.
4	Mycket låg redoxpotential/anaeroba vatten	>0,1	>0,05	<5	<2	Mycket besvärligt grundvatten att behandla. Ofta förorenat med svavelvätelukt, metan etc. Skall helst undvikas.
5	Blandvatten typ1	<0,1	alla värden	<5	<2	Vatten som leder till stora tekniska besvär. Ofta förorenat med järnutfällningar, igensättning, lukt och problem med bakterier.
	Blandvatten typ2	>0,1	<0,05	alla värden	alla värden	

Nitratpåverkan

Höga halter av kväve i grundvattnet speglar mänsklig påverkan i form av läckage från jordbruksmark eller avlopp. Vid bedömning av kvävepåverkan på grundvatten bedöms halten av nitratkväve. Nitratjonen är lätttröglig i mark eftersom den i liten utsträckning adsorberas till markpartiklarna. Kvävehalten är naturligt låg hos grundvatten eftersom det mesta kvävet tas upp av växterna innan det når grundvattnet. För grundvatten klassas kväve utifrån nitratkvävehalten och efter avvikelser från det beräknade bakgrundsvärdet som uppskattas ligga på ungefär 0,5 mg/l. Halter högre än denna halt anses påvisa en antropogen påverkan. Haltkriterier för de olika tillståndsklasserna anges i tabell 5.

Tabell 5. Tillståndsklassning och bedömning av avvikelse för grundvatten m a p nitratkvävehalt, mg/l.

Klass	Benämning	Avvikelse	No3-N (mg/l)	Beskrivning
1	Mycket låg halt	Ingen eller obetydlig avvikelse	<0,5	Vanlig i skogsmark
2	Låg halt	Måttlig avvikelse	0,5-1	
3	Måttlig halt	Påtaglig avvikelse	1-5	
4	Hög halt	Stark avvikelse	5-10	Ej ovanlig halt i jordbruksbyggd
5	Mycket hög halt	Mycket stark avvikelse	>10	

Saltpåverkan

Saltpåverkan i grundvattnet bedöms utifrån kloridhalten. Normalt är salthalten låg i områden över högsta kustlinjen, men kan vara högre i områden som tidigare varit täckta av hav. I dessa områden kan det vara svårt att skilja den naturligt höga salthalten ifrån antropogen saltpåverkan, t ex vägsaltning. Det är viktigt att veta att bedömningen endast visar ifall det föreligger en hög salthalt i grundvattnet men inte huruvida vattnet har en naturligt hög salthalt eller ifall det beror på antropogen påverkan. Om uppmätta kloridhalter saknas kan en uppskattad kloridhalt göras utifrån uppmätt konduktivitet eftersom hög konduktivitet brukar innebära en hög kloridhalt. Konduktiviteten mäter vattnets elektriska ledningsförmåga och ger ett indirekt mått på vattnets totala salthalt. För grundvatten klassas saltpåverkan utifrån kloridhalten (tabell 6) men bedöms även efter avvikelse från jämförelsevärde. Jämförelsevärdet ligger på 5 mg/l för Svealand och Norrland. Hög konduktivitet innebär inte nödvändigtvis hög kloridhalt, utan kan användas som indikator på många olika typer av förorening.

Tabell 6. Effektrelaterad tillståndsklassning för grundvatten m a p kloridhalt, mg/l samt hur uppmätt konduktivitet kan översättas till uppskattad kloridhalt.

Klass	Benämning	Uppmätt [klorid] mg/l	Beskrivning	Uppmätt Konduktivitet (mS/m)	Uppskattad kloridhalt (mg/l)
1	Låg halt	<20		<30	<20
2	Måttlig halt	20-50			
3	Relativt hög halt	50-100		>50	>50
4	Hög halt	100-300	Risk för korrosionsangrepp på ledningar	>70	>100
5	Mycket hög halt	>300	Risk för smaksförändringar	>100	>300

4.2.2 Bedömningar av kemisk status enligt SGU FS 2008:2

De nyare föreskrifterna baseras på kraven i EUs ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) och direktivet om skydd för grundvatten mot föroreningar och

försämring (2006/118/EG). Huvudsyftet med de nyare föreskrifterna kan snarare anses vara skydd mot föroreningspåverkan än att bedöma grundvattnets lämplighet som dricksvatten. Enligt föreskrifterna bedöms grundvattenförekomstens kemiska status i tillståndsklasserna god respektive otillfredsställande status. De parametrar som ingår som kvalitetsfaktorer och de riktvärden som anger god kemisk status visas i tabell 7.

Föreskrifterna anger också att halterna ska bedömas avseende trender. Om halten av en förorening visar en uppåtgående trend och halten ligger över angiven utgångspunkt för att vända trend ska åtgärder vidtas för att vända trenden. I likhet med de äldre bedömningsgrunderna bedöms halter av nitrat, kloridhalter och konduktivitet. Förutom dessa bedöms ett antal tungmetaller, de organiska lösningsmedlen kloroform, trikloretylen, tetrakloretylen, 1,2, diklorethan och bensen. Föreskrifterna har också riktvärden för PAH:er, som är vanliga markföroreningar som bildas vid ofullständig förbränning, men som också förekommer i råolja, kreosot, däck med mera. Utöver dessa bedöms också innehållet av kemiska bekämpningsmedel. Betydande mängder används i jordbruket, men också på banvallar, gårdsplaner och vägar. Rent kvalitativa egenskaper som förurningspåverkan och låg redoxpotential bedöms inte enligt de nyare kriterierna.

Tabell 7. Ingående parametrar och riktvärden för bedömning av kemisk status i grundvatten enligt SGUs föreskrifter

Parameter	Riktvärde för grundvatten	Utgångspunkt för att vända trend angiven som koncentration
Nitrat, mg/l	50	20
Aktiva ämnen i bekämpningsmedel inkl. metaboliter, nedbrytnings- och reaktionsprodukter, µg/l	0,1 0,5 totalt	Detekterat
Klorid, mg/l	100	50; Västkusten 75
Konduktivitet, mS/m	75	55; Västkusten 65
Sulfat, mg/l	250	100
Ammonium, mg/l	1,5	0,5
Arsenik, µg/l	10	5
Kadmium, µg/l	5	2
Bly, µg/l	10	2
Kvicksilver, µg/l	1	0,05
Trikloretan+ Tetrakloretan, µg/l	10	2
Kloroform, µg/l (Triklormetan)	100	20
1,2-dikloretan, µg/l	3	0,5
Bensen, µg/l	1	0,2
Benso(a)pyrene, ng/l	10	2
Summa 4 PAH:er, ng/l Benso(b)fluoranten Benso(k)fluoranten Benso(ghi)perylene Inden(1,2,3-cd)pyren	100	20

4.3 Databehandling och statistiska metoder

Alla mätresultat har sammanställts i syfte att presentera översiktliga resultat och bedömningar av tillståndet enligt både de äldre och de nyare bedömningsgrunderna. Mätserierna har även undersökts statistiskt i syfte att utvärdera förekomst av uppåt- eller neråtgående trender. För bedömningar av tillståndet ska användas medelvärden och årsmedelvärden, och för beräkningar av dessa har

använts de riktlinjer som anges i EU-direktivet 2009/90/EG om tekniska specifikationer och standardmetoder för kemisk analys och övervakning av vattenstatus enligt ramdirektivet för vatten (2000/60/EG). I detta direktiv anges att mätresultaten ska fastställas till halva värdet av kvantifieringsgränsen vid beräkningen av medelvärden. Vid trendanalyser och vid presentation av mätvärden i diagram har därför mätvärden där den uppmätta halten har legat under kvantifieringsgränsen angetts som halva detta värde. Vid beräkning av den maximala halten av pesticider har dock inte detta tillvägagångssätt använts, utan endast kvantifierade halter har summerats (se bilaga 4 i SGU FS 2008:2). I fall där flera mätvärden rapporterats under ett och samma provtagningsdatum har medelvärden för detta datum använts i trendanalyser men viktats för antalet prover. Då det gäller den summerade halten av pesticider har mätvärden under kvantifieringsgränsen räknats som 0, vilket möjligen underskattar medelvärdet. I de fall en betydande andel av mätvärdena ligger under kvantifieringsgränsen är varken beräkning av medelvärden eller trendanalyser meningsfulla. Då det i samtliga fall rör sig om föreningar där låga halter är önskvärda kan ändå konstateras att halterna ligger under riktvärdena och att bedömningen av status eller tillståndsklass inte påverkas. I en del fall har detektionsgränserna också sänkts avsevärt under perioden. Vid ovanstående datahantering skulle detta kunna leda till att felaktiga slutsatser om trender dras. En del av de ämnen som analyserats har inte i ett enda fall rapporterats i halter över kvantifieringsgränsen. Varken medelvärden eller trendanalyser har presenterats i dessa fall. Svårigheter med de äldre data som har använts är att det ibland har varit svårt att utläsa vilka enheter som har använts för olika mätvärden. Det har dessutom ibland varit oklart huruvida data representerar råvatten (grundvattentäkt) eller dricksvatten (vattenverk). Dessa mätvärden har då jämförts med nyare data från DGV. Underlagsdata som har använts i sammanställningen redovisas i separat tabellbilaga.

För att undersöka trender har programvaran R 2.10.0 (R Development Core Team 2009) och den icke-parametriska metoden Mann-Kendalls trendtest använts (package Kendall; McLeod 2009). Metoden är en rangbaserad statistisk metod som är lämplig för att detektera monotont uppåtgående eller neråtgående trender och är inte beroende av att fördelningen av mätvärden kan beskrivas med någon särskild sannolikhetsfunktion. Metoden kan också hantera serier där mätvärden ligger under detektionsgränsen. Möjligheten att kunna detektera en trend är starkt beroende av antalet mätningar, vilka varierar stort mellan olika vattentäkter och parametrar. I många fall har olika parametrar uppmätts endast sporadiskt och med väldigt oregelbundna intervaller. I fall där det endast finns ett fåtal oregelbundna mätningar blir därför trenduppskattningarna betydligt mer osäkra. I fall då det finns färre än tio mätningar anses inte meningsfullt att försöka utvärdera om det föreligger en trend eller inte och i dessa fall har därför inte någon trendanalys utförts. Vid presentationen av resultaten har endast angetts riktningen på trenden (uppåt- eller neråtgående) och den statistiska signifikansen, alltså hur säker man kan vara på att det verkligen föreligger en trend. Ingen uppskattning av storleken på trenderna har gjorts.

5 Resultat - Vattentäkter

I detta avsnitt presenteras resultaten för grundvattentäkterna per kommun. Utvärderingarna av de vattenkemiska mätdata från varje grundvattentäkt presenteras i form av översiktliga diagram som redovisas i bilaga 1, statistiska analyser och sammanfattande texter. Underlagsdata redovisas i bilaga 2. I figur 4 visas en karta över läget för länets vattentäkter.



Figur 4. Kommunala grundvattentäkter i Västmanlands län.

5.1 Arboga kommun

I Arboga kommun har resultat från två täkter utvärderats, Lunger och Götlunda. I Arboga kommun är Lunger den enda större grundvattentäkt som för närvarande är i bruk. Tidigare togs även vatten ut från grundvattentäkten Götlunda men denna fungerar numera endast som reservvattentäkt eftersom denna täkt har haft problem med bekämpningsmedel och fluorider. Vissa problem med bekämpningsmedel och fluorider förekommer dock även i Lunger. Eventuellt planeras att infiltrera ytvatten in i åsen vid täkten för att få en utspädningsseffekt och därmed minska problemen med fluoriderna. Inom kommunen finns även ett par små grundvattentäkter som bl. a. står för dricksvattenförsörjningen till en del fritidsområden. För dricksvattenförsörjningen till Arboga stad används ytvatten från Hjälmarens, med Arbogaån som reservvattentäkt. Tidigare fanns även det en grundvattentäkt i Medåker som försörjde samhället Medåker med vatten. Vattenkvalitet från dessa täkter har inte utvärderats.

5.1.1 Lungers grundvattentäkt

Tabell 8. Information om Lungers grundvattentäkt

Vattentäkt:	Lungers
Kommun:	Arboga
Antal abonnenter:	213 personer Lunger 310 personer Götlunda (DGV 2008)
Provtagningsbrunn:	2 st
Brunnsdjup:	Lunger 12m och ? m (grundvatten i Västmanlands län 1995)
Provtagningsdjup:	-
Uttagskapacitet:	Max kap 300 kbm/dygn (DGV 2008)
Medeluttag:	97 kbm/dygn (DGV 2008)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagring
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförkomst	Ja
Markanvändning:	Vägar, åkermark, grus- och sandtag
Påverkansfaktorer:	-

Grundvatten i Lunger vattentäkt har provtagits 1-3 gånger per år fram till 2002 och därefter med varierande frekvens. Under 2003 togs prover under nio månader och i en del fall flera gånger samma månad. För åren 2004-2007 gjordes provtagning 2-4 ggr årligen. Enligt mätningarna uppfyller Lunger vattentäkt kraven på god kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Av de ämnen som uppmätts ligger inga medelvärden över riktvärdena, men ett antal parametrar har uppvisat enstaka överskridanden av riktvärden eller tecken på kvalitetsproblem. I täkten

har förhållandevis höga nitrathalter uppmätts men riktvärdet har bara överskridits i en mätning (1984). Nitrathalten har uppvisat en tydligt minskande trend. Bekämpningsmedel har påträffats i ett antal mätningar, dock i halter under riktvärdena ($<0,1 \mu\text{g/l}$). De ämnen som uppmätts är BAM (2,6-diklorbenzamid) och atrazin. Halterna uppvisar ingen signifikant trend men bedömningen måste anses osäker då det bara har gjorts 11 mätningar av bekämpningsmedel. Även om halten ligger under riktvärdet i föreskrifterna, anges i dessa att halter av bekämpningsmedel över detektionsgränsen utgör utgångspunkt för att vända trender, alltså ska åtgärder vidtas för att minska halten bekämpningsmedel. BAM är en nedbrytningsprodukt av ämnet diklobenil. Atrazin och diklobenil ingick i preparatet Totex Strö som såldes fram till 1990 och som har varit förbjudet sedan 1994. Totex Strö användes som totalbekämpningsmedel avsett för grusgångar, gårdsplaner, järnvägar, vägrenar och liknande (Kemikalieinspektionen). I SGUs databas över provtagningsresultat från vattentäkter är BAM det ämne som oftast påträffas (Thunholm och Whitlock 2009). Även vid provtagningar av enskilda vattentäkter förefaller BAM vara det vanligaste ämnet som hittas (Rosling med flera 1998). Med avseende på övriga ämnen överskrids inte riktvärdena. Tungmetaller, PAH och bensen har dock bara analyserats vid enstaka tillfällen, men har endast uppmätts i halter under kvantifieringsgränsen. Medianvärden och medelvärden för de parametrar som ingår i SGU FS 2008:2 ges i tabell 9.

Tabell 9. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Lunger**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO_3 och NH_4 är beräknade från halterna $\text{NO}_3\text{-N}$ och $\text{NH}_4\text{-N}$. Trendernas statistiska signifikans anges som * $p<0,05$; ** $p<0,001$; *** $p<0,0001$. För ämnen där en hög andel av mätvärdena ligger under rapporteringsgränsen har trendpilen satts inom parentes och bör anses osäker.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO_3 (mg/l)	70	35,86	33,05	77,95	4,87	41,12	19,62	↘ ***
Σ pesticid ($\mu\text{g/l}$)	11	0,03	0,04	0,07	< det	0,06	0,02	→ (e.s.)
Max pest ($\mu\text{g/l}$)	11	0,03	0,03	0,06	< det	0,05	0,02	→ (e.s.)
Cl (mg/l)	55	12,00	12,02	16,00	7,30	14,60	10,00	↘ ***
Kond. (mS/m)	60	26,00	26,42	33,00	20,00	29,44	24,00	↘ **
SO_4 (mg/l)	55	27,00	28,24	43,00	20,00	37,20	23,00	↘ ***
NH_4 (mg/l)	13	0,01	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	(↘ ***)
As ($\mu\text{g/l}$)	1	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Cd ($\mu\text{g/l}$)	5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-
Pb ($\mu\text{g/l}$)	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-
Hg ($\mu\text{g/l}$)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri ($\mu\text{g/l}$)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2-diklor. ($\mu\text{g/l}$)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen ($\mu\text{g/l}$)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH ($\mu\text{g/l}$)	1	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	-

Med avseende på försurning uppvisar Lunger måttlig alkalinitet men har bara i enstaka mätningar visat låga pH-värden. Trenden är dock positiv med ökande alkalinitet och pH. Alkalinitetsvärdena var måttliga (klass 3) från 1980 till april 2002, med undantag för augusti 1999 då alkaliniteten bedöms vara hög (klass 2). Under 2003 var alkaliniteten hög förutom i februari och i juni då halterna var måttliga. Även under 2004 varierade halterna mellan måttliga och höga. Måttliga värden uppmättes från augusti 2004 till maj 2007, med undantag för augusti 2006 då halten bedöms som hög. Även sulfathalten minskar tydligt i vattentäkten, vilket troligen beror på minskande luftdeposition av försurande svavelföreningar (Pihl Karlsson med flera 2010).

För att kunna bedöma redoxförhållanden (enl. Rapport 4915) i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Mätningar av alla tre parametrar samtidigt har gjorts vid 55 tillfällen, och i dessa har täkten haft hög redoxpotential (tillståndsklass 1) vid 48 tillfällen (87,3%). I samtliga mätningar av sulfathalten i Lungers vattentäkt har halten varit högre än 5 mg/l, vilket visar att förhållandena inte har varit allvarligt reducerande vid något tillfälle. Järnhalterna är lägre än 0,1 mg/l med ett fåtal undantag, maj 1982, april 1997 samt februari 2003. Manganhalterna har varit låga i alla mätningar utom en mätning i februari 2003 då halten uppmättes till 0,17 µg/l. Vid så gott som samtliga provtagningstillfällen bedöms vattnet i Lungers grundvattentäkt ha hög redoxpotential (klass 1), vilket betyder att vattnet normalt kan distribueras direkt utan behandling. Redoxförhållanden som uppmättes i maj 1982 och april 1997 klassificerar vattnet till blandvatten typ 2 (klass 5). Sådant vatten leder ofta till tekniska besvär, ofta förorenat med t ex järnutfällningar och problem med bakterier. Då en redoxförändring sker från klass 1,2,3 eller 4 till klass 5 tyder detta på att det har skett en uppblandning av vatten från olika härkomst, vilket vanligtvis beror på ändrade strömriktningsförhållanden. Sådana kan uppkomma som konsekvens av verksamheter som dränering eller för stort grundvattenuttag men kan även ske naturligt. I februari 2003 skedde provtagningar vid två olika tidpunkter. Grundvattnet bedöms ha låg redoxpotential (klass 3) vid den ena tidpunkten och vid den andra bedöms vattnet vara av blandvatten typ 2 (klass 5). Det går inte att utläsa i underlagsdata ifall vattnet kommer ifrån olika brunnar och därmed är det svårt att avgöra varför bedömningarna skiljer sig så mycket åt.

Halterna av nitratkväve bedöms som höga (klass 4) fram till 2003 med undantag för några provtagningstillfällen. Maj 1984 uppmättes ett extremvärde med mycket hög halt (klass 5). Under senare år har dock halten legat i tillståndsklass 3 och kan anses som måttligt hög. Trenden är tydligt minskande.

Kloridhalterna i Lungers grundvattentäkt är låga och har överlag legat under 20 mg/l (klass 1). Samtliga värden har en måttlig avvikelse från jämförelsevärdet som ligger på 5 mg/l. Halterna uppvisar en minskande trend. Även konduktiviteten är låg och minskande.

Halterna av aluminium och koppar ligger tydligt under de gränsvärden som gäller för dricksvatten. Aluminiumhalten uppvisar en svagt ökande trend, men för koppar syns inga tecken på ökande eller minskande trender. Halten fluorid kan

anses vara något hög i Lunger. Det finns inget riktvärde för grundvatten, men för dricksvatten hos slutanvändare gäller Livsmedelsverkets gränsvärde på 1,5 mg/l som överskrids i merparten av mätningarna. En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser visas i tabell 10.

Tabell 10. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Lunger**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklass enl. tabellerna 3-6. Trendernas statistiska signifikans anges som * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$. För ämnen där en hög andel av mätvärdena ligger under rapporteringsgränsen har trendpilen satts inom parentes och bör anses osäker.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	60	7,05	6,97	8,20	6,50	7,90	6,60	↗ **
Alk. (mg/l)	60	49,00	56,58	150,00	42,00	74,20	43,00	↗ ***
SO ₄ (mg/l)	55	27,00	28,24	43,00	20,00	37,20	23,00	↘ ***
Fe (mg/l)	61	0,04	0,08	1,60	<0,01	0,10	0,02	(↘ ***)
Mn (mg/l)	61	0,01	0,02	0,17	<0,01	0,05	0,01	(↘ ***)
Kond. (mS/m)	60	26,00	26,42	33,00	20,00	29,44	24,00	↘ **
Cl (mg/l)	55	12,00	12,02	16,00	7,30	14,60	10,00	↘ ***
NO ₃ -N (mg/l)	64	8,10	7,47	17,61	1,10	9,29	4,43	↘ ***
Al (mg/l)	38	0,02	0,04	0,71	0,01	0,03	0,01	↗ *
Cu (µg/l)	35	10,00	14,68	200,00	2,80	10,00	6,58	→ (e.s.)
Fluorid (mg/l)	52	1,6	1,63	2,5	0,7	1,9	1,41	→ (e.s.)
Hårdhet (°dH)	17	5,2	5,2	5,7	4,4	5,6	4,8	↘ **

5.1.2 Götlunda vattentäkt

Tabell 11. Information om Götlunda grundvattentäkt

Vattentäkt:	Götlunda
Kommun:	Arboga
Antal abonnenter:	Reservvattentäkt
Provtagningsbrunn:	1 st
Brunnsdjup:	-
Provtagningsdjup:	-
Uttagskapacitet:	Max kap 450 kbm/dygn
Medeluttag:	Reservvattentäkt
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagringar
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförekomst	Ja
Markanvändning:	Vägar, Skog, åkermark, tätort
Påverkansfaktorer:	

Götlunda vattentäkt har provtagits 1-3 gånger per år mellan 1976 och 2007. Enligt mätningarna bedöms Götlunda vattentäkt ej uppnå kraven som ställs för god kemisk status enligt SGU FS 2008:2 på grund av förhöjda halter av pesticider. Främst har förhöjda halter av BAM (2,6-Diklorbenzamid), som är en nedbrytningsprodukt av ämnet diklobenil påträffats. I vissa mätningar har även atrazin uppmätts. Tungmetaller, PAH och bensen har dock bara analyserats vid ett enda tillfälle, men inga övriga riktvärden har överskridits. Medianvärden och medelvärden för de parametrar som ingår i SGU FS 2008:2 ges i tabell 12.

Tabell 12. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Götlunda**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. För tungmetallerna, Bensen och PAH finns endast ett mätvärde. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001. För ämnen där en hög andel av mätvärdena ligger under rapporteringsgränsen har trendpilen satts inom parentes och bör anses osäker.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	45	19,48	21,01	55,95	8,85	31,60	10,76	⚡ ***
Σ pesticid	7	0,23	0,23	0,64	< det.	0,53	< det.	-
Max pest. (µg/l)	7	0,22	0,22	0,64	< det.	0,53	< det.	-
Cl (mg/l)	35	31,00	33,89	54,00	20,00	48,60	24,60	→ (e.s)
Kond. (mS/m)	48	37,90	37,13	49,10	20,00	43,12	28,54	→ (e.s)
SO ₄ (mg/l)	35	49,00	44,83	63,00	16,00	58,00	23,60	⚡ ***
NH ₄ (mg/l)	48	0,10	0,06	0,21	0,01	0,10	0,01	(⚡ ***)
As (µg/l)	1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-
Cd (µg/l)	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	-
Pb (µg/l)	1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	1	< det.	< det.	< det.	< det.	< det.	< det.	-
PAH (µg/l)	1	< det.	< det.	< det.	< det.	< det.	< det.	-

Med avseende på bedömningskriterierna i rapport 4915 uppvisar Götlunda varierande kvalitet. Förurningstillståndet bedöms under större delen av perioden till klass 2. Trenden för pH är ökande, men alkaliniteten uppvisar ingen trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Vid en del av provtagningstillfällena har inte sulfat mätts vilket innebär att bedömningar av redoxförhållanden inte kan göras för dessa tillfällen. Mätningar av alla tre parametrar samtidigt har gjorts vid 35 tillfällen, och i dessa har redoxpotentialen varit hög i 31 fall (88,6%). Sulfathalten har varit högre än 5 mg/l i samtliga mätningar vilket visar att redoxförhållandena inte varit allvarligt låga vid något tillfälle. Både järn- och manganhalten har varit något förhöjda vid

ytterligare ett tillfälle vardera då inte sulfathalten har uppmätts. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder har vattnet i Götlunda vattentäkt vid merparten av provtagningstillfällen därmed haft hög redoxpotential (klass 1). Grundvatten med hög redoxpotential är ofta ett bra vatten som kan distribueras direkt utan behandling. Vid provtagningarna i april 1994 respektive 1997 bedöms grundvattnet ha måttligt hög redoxpotential (klass 2). Då en redoxförändring sker från klass 1 till klass 2 kan detta vara tecken på ytvatteninfiltration. En möjlig orsak kan vara att strömningsriktningen förändrats till följd av ett för stort grundvattenuttag, vilket medfört att ytvatten från Hjälmarens har infiltrerats. I mars och augusti 2006 klassificerades därför grundvattnet till blandvattentyp 2 (klass 5). Sådana vatten leder ofta till tekniska besvär, ofta förorenat med t ex järnutfällningar och problem med bakterier. Då en förändring av redoxförhållandena sker från klass 1,2,3 eller 4 till klass 5 tyder detta på att det har skett en uppblandning av vatten från olika härkomst, vilket vanligtvis beror på ändrade strömriktningsförhållanden. Sådana kan uppkomma som konsekvens av verksamheter som dränering eller för stort grundvattenuttag men kan även ske naturligt. Både järn och mangan uppvisar minskande trender i trendanalysen, men förmodligen är denna något missvisande i det här fallet. I början av perioden var rapporteringsgränsen för analyserna högre, och det finns skäl att anta att den faktiska halten under början av tidsperioden

Halter av nitratkväve var höga (klass 4) i Götlunda vattentäkt t o m april 1990 samt april 1999. Efter april 1990 minskar halterna och bedöms som måttliga (klass 3). Liksom i Lungers grundvattentäkt uppmättes i maj 1984 extrema halter av nitratkväve d.v.s. högre än 10 mg/l (klass 5). De resterande mätvärdena visar på en påtaglig avvikelse. Trenden är tydligt minskande.

Kloridhalterna i Götlunda vattentäkt är måttliga (klass 2) med undantag för aprilvärdena 1999, 2000 och 2001 som bedöms som relativt höga värden (klass 3). I de fall kloridhalten inte har uppmätts uppskattas en kloridhalt utifrån uppmätt konduktivitet. I samtliga fall klassas den uppskattade kloridhalten som måttlig. För åren 1976-1997, samt 2003-2007 har samtliga värden en måttlig avvikelse från jämförelsevärdet som ligger på 5 mg/l. För åren 1998-2001 har de uppmätta kloridvärdena en påtaglig avvikelse från jämförelsevärdet.

Halterna av aluminium och koppar ligger tydligt under de gränsvärden som gäller för dricksvatten. Fluoridhalten är däremot hög i Götlunda och har i merparten av mätningarna legat över Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten (1,5 mg/l). Inget av dessa ämnen uppvisar några ökande eller minskande trender. En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser visas i tabell 13.

Tabell 13. Median, medelvärde, max, min, 90:e och 10:e percentil, samt trender för mätvärden i **Götlunda**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklass enl. tabellerna 3-6. Trendernas statistiska signifikans anges som * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$. För ämnen där en hög andel av mätvärdena ligger under rapporteringsgränsen har trendpilen satts inom parentes och bör anses osäker.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	48	6,80	6,74	8,20	6,40	7,33	6,50	↗ ***
Alk. (mg/l)	48	81,00	80,15	139,00	35,00	94,60	58,60	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	35	49,00	44,83	63,00	16,00	58,00	23,60	↘ ***
Fe (mg/l)	48	<0,05	-	1,10	<0,01	0,06	<0,023	(↘ *)
Mn (mg/l)	48	<0,02	-	0,14	<0,005	0,05	<0,005	(↘ ***)
Kond. (mS/m)	48	37,90	37,13	49,10	20,00	43,12	28,54	→ (e.s.)
Cl (mg/l)	48	31,00	33,89	54,00	20,00	48,60	24,60	→ (e.s.)
NO ₃ -N (mg/l)	45	4,40	4,75	12,64	2,00	7,14	2,43	↘ ***
Al (mg/l)	10	0,12	0,12	0,18	0,09	0,15	0,10	→ (e.s.)
Cu (µg/l)	8	10,00	10,70	22,00	3,60	13,60	8,08	-
Fluor (mg/l)	29	2,50	2,42	3,90	1,10	2,80	1,86	→ (e.s.)
Hårdhet (°dH)	11	7,1	6,2	8,3	3,2	8,1	3,3	↘ *

5.2 Fagersta kommun

I Fagersta kommun har vattenkvaliteten i Viksvikens vattentäkt utvärderats. Denna vattentäkt ligger i Smedjebackens kommun och därmed utanför Västmanlands län men är den grundvattentäkt som försörjer Fagersta tätort med dricksvatten. Vattnet tas från Färnaåsen och leds till Fagersta via en ledning som går över sjön Saxen. Viksviken har en naturlig grundvattenström söderifrån på 40 l/s. Övrigt vatten induceras i vattentäkten norrifrån från Södra Barken långt ifrån vattentäkten. Detta innebär att när vattnet har nått råvattenbrunnen har det antagit en grundvattenkaraktär efter en uppehållstid på ca 3 månader i åsen. Vattenverket Viksviken tar ut 3600-3800 m³/dygn. Vid vattentäkten i Viksviken har Vägverket i samarbete med NVK vidtagit åtgärder för att skydda vattentäkten från eventuella utsläpp på vägen vid avåkning eller trafikolyckor.

I Fagersta kommun finns det två andra grundvattentäkter som dock inte har utvärderats, Ängelsberg och Hedkärra vattentäkter. Den senare är numera reservvattentäkt. Tidigare försörjde Hedkärra Västanfors med vatten. Idag har man ett vattenuttag på 40 m³/dygn från Hedkärra som man tar ut för att hålla igång ledningarna. Ängelsbergs grundvattentäkt försörjer halva Ängelsberg tätort med vatten. Den norra delen av Ängelsberg har en egen grundvattentäkt. I Ängelsbergs grundvattentäkt har man ett vattenuttag på 35-40 m³/dygn. Eftersom man har problem med förhöjda fluoridhalter i denna tillhandahåller kommunen avfluoridiserat vatten vid särskilda tappställen där småbarnsföräldrar kan hämta vatten.

5.2.1 Viksviken grundvattentäkt

Tabell 14. Information om Viksviken grundvattentäkt

Vattentäkt:	Viksviken
Kommun:	Fagersta
Antal abonnenter:	11700 personer
Provtagningsbrunn:	16 st
Brunnsdjup:	-
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	Max kap 10 000 kbm/dygn (DGV 2007)
Medeluttag: -	3733 kbm/dygn (DGV 2007)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagring
Akvifertyp:	-
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförekomst	Ja
Markanvändning:	Vägar, skog, åkermark
Påverkansfaktorer:	

Provtagning har skett 1-3 ggr/år från 1995 och framåt i Viksviken grundvattentäkt. För nitrat, sulfat och klorid saknas mätningar från och med 2004. De mätningar från 2002 och framåt som varit tillgängliga utgörs av

årsmedelvärden som kommunen har levererat. Trender och spridningsmått är därför mer osäkra för Viksvikens vatten. När det gäller nitrat, klorid, konduktivitet, sulfat och ammonium ligger dock alla mätningar under riktvärdena. Mätningar av bekämpningsmedel, tungmetaller och lösningsmedel har inte varit tillgängliga, men det finns inga kända skäl att misstänka förorening av något av dessa i vattentäkten. Viksviken bedöms uppfylla kraven på god kemisk status enligt SGU FS 2008:2. En sammanfattning av de mätvärden som använts för bedömning av den kemiska statusen enl. SGU FS 2008:2 visas i tabell 15.

Tabell 15. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Viksviken**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	16	0,44	1,50	6,64	0,04	4,43	0,44	→ (e.s.)
Σ pesticid (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	16	13,00	13,66	16,00	12,00	15,50	13,00	↗ *
Kond. (mS/m)	21	16,30	16,50	20,00	14,80	17,83	15,60	↗ **
SO ₄ (mg/l)	16	10,00	11,46	35,00	5,80	13,50	6,58	↘ **
NH ₄ (mg/l)	21	0,02	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	→ (e.s.)
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-

Alkaliniteten i Viksvikens grundvattentäkt har varit måttlig (klass 3) under större delen av perioden. Vid mätning i mars 2001 uppmättes dock en låg alkalinitet (klass 4), vilket tyder på försurningskänslighet. Trenden är dock tydligt ökande. Försurningskänsligheten visar därmed tecken på att förbättras, även om pH-värdet inte visar någon ökande trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Mätningar av dessa parametrar samtidigt har gjorts vid 16 tillfällen. I dessa har redoxpotentialen varit hög i 12 fall (75 %). Sulfathalten har varit högre än 5 mg/l i samtliga mätningar, vilket tyder på att redoxpotentialen inte har varit allvarigt låg vid något tillfälle. Järnhalterna har i de flesta mätningar varit låga, men var något förhöjd i mätningen i mars 1996 och har varit förhöjd vid några fler tillfällen. Samtliga manganhalter har varit under 0,05 mg/l med undantag för november 2001. Vid det tillfället mättes dessvärre ingen sulfathalt. Då de uppmätta järn- och manganhalterna i allmänhet har varit låga samtidigt som

sulfathalten varit högre 5 mg/l har vattnet i Viksviken haft hög redoxpotential i merparten av tillfällena (klass 1) och har bara uppvisat måttligt förhöjda järnhalter i vissa mätningar.

I merparten av mätningarna har nitratkvävehalten i Viksviken varit mycket låg (klass 1) och oftast lägre än vad som anses vara en naturlig bakgrundshalt. Från 1995 och fram till mars 1999 samt för åren 2001-2003 bedöms nitratkvävehalterna vara mycket låga i Viksviken grundvattentäkt (klass 1). I mätningarna mellan oktober 1999 och mars 2001 uppmättes aningen högre halter vilka sedan har minskat i de senaste mätningarna. Vid bedömning av avvikelse från jämförelsevärde benämns vattnet ha ingen eller obetydlig avvikelse, med undantag för år 2000 och mars 2001 då de uppmätta halterna har en måttlig avvikelse.

Samtliga uppmätta kloridhalter i Viksviken grundvattentäkt har varit låga (klass 1) d.v.s. lägre än 20 mg/l. Även konduktiviteten som är ett indirekt mått på den totala salthalten har varit mycket låg i samtliga mätningar (klass 1). Både konduktivitet och kloridhalt uppvisar dock en ökande trend.

Fluoridhalten i Viksvikens vattentäkt har legat under gränsvärdet för dricksvatten i samtliga mätningar och visar inga tecken på att öka. Mätningar av koppar- och aluminiumhalten har inte varit tillgängliga, vilka möjligen kan vara av intresse då täkten har visat relativt låg alkalinitet i vissa mätningar. En sammanfattning av mätvärdena samt bedömningar av tillståndsklasser visas i tabell 16.

Tabell 16. Median, medelvärde, max, min, 90:e och 10:e percentil, samt trender för mätvärden i **Viksviken**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	22	7,21	7,03	7,75	6,20	7,60	6,81	→ (e.s.)
Alk. (mg/l)	21	51,00	50,01	60,00	12,00	56,00	46,00	↗ ***
SO ₄ (mg/l)	16	10,00	11,46	35,00	5,80	13,50	6,58	↘ **
Fe (mg/l)	22	0,06	0,10	0,55	0,03	0,16	0,04	↘ ***
Mn (mg/l)	22	0,01	0,02	0,08	0,01	0,03	0,01	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	21	16,30	16,50	20,00	14,80	17,83	15,60	↗ **
Cl (mg/l)	16	13,00	13,66	16,00	12,00	15,50	13,00	↗ *
N ₀₃ -N (mg/l)	16	0,10	0,34	1,50	0,01	1,00	0,10	→ (e.s.)
Al (mg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cu (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Fluor (mg/l)	16	0,91	0,89	1,10	0,59	1,05	0,71	→ (e.s.)
Hårdhet (°dH)	21	3,2	3,2	4,1	2,5	3,5	2,9	↗ *

5.3 Hallstahammars kommun

I Hallstahammars kommun har grundvattenkvaliteten i vattentäkten i Kolbäck ingått i övervakningen. Denna vattentäkt togs dock ur bruk 2005 efter att vattnet har bedömts som otjänligt p.g.a. förhöjda halter av fluorider, bekämpningsmedel och radon. Vattentäkten försörjde tidigare samhällena Kolbäck, Mölntorp, Strömsholm och Sofielund och fungerar idag som reservvattentäkt.

För närvarande försörjs hela Hallstahammars kommun av vattenverket i Näs, som dock inte har ingått i grundvattenövervakningen. Vattenverket i Näs tar vatten från två brunnar i Karlsro och i en tredje brunn vid verket i Näs. På bägge ställen förstärks grundvattentillgången genom infiltration av ytvatten från Kolbäckssån, vilket är anledningen till att Näs inte valts ut för övervakningen. Kommunen bedömer dock vattnet som grundvatten trots infiltrationen av ytvatten eftersom uppehållstiden i åsen är lång samt p.g.a. vattnets låga bakteriehalt. Upphållstiden är ungefär 60 dagar i Strömsholmsåsen. Efter att vattenverket i Kolbäck togs ur bruk har även vattenverket i Näs haft problem med fluorider. Försök med bl. a. med spärrbrunnar pågår för att försöka minska halterna.

5.3.1 Kolbäck grundvattentäkt

Tabell 17. Information om Kolbäck grundvattentäkt

Vattentäkt:	Kolbäck
Kommun:	Hallstahammar
Antal abonnenter:	Reservvattentäkt
Provtagningsbrunn:	-
Brunnsdjup:	-
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	-
Medeluttag: -	Reservvattentäkt
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagringar
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförkomst	Ja
Markanvändning:	Åkermark, tätort, vägar
Påverkansfaktorer:	

Kolbäck grundvattentäkt har provtagits regelbundet sedan 1991. En enstaka mätning från 1980 har också funnits tillgänglig för utvärderingen. Alkalinitet, pH, järn, mangan och sulfat har analyserats tre gånger per år, medan nitratkväve och övriga ämnen har analyserats mer sällan. Grundvattnet i täkten bedöms inte uppfylla kraven på god kemisk status p.g.a. förhöjda halter bekämpningsmedel då förhöjda halter av BAM och Atrazin påträffats. Inga mätningar av bekämpningsmedel är inrapporterade efter år 2000, men årsmedelvärde för BAM var år 2000 0,14 µg/l vilket är högre än riktvärdet för ett enskilt ämne. Trenden för halten av BAM förefaller dessutom vara ökande, även om trendens signifikans är

låg. Enligt SGUs riktlinjer bör därför grundvattentäkten bedömas ha otillfredsställande kemisk status, även om mer aktuella mätningar vore önskvärda. Halterna av nitrat, ammonium, sulfat och klorid ligger däremot tydligt under riktvärdena för god kemisk status. Halterna av tungmetaller har mätts sporadiskt, men har i alla mätningar tydligt legat under riktvärdena. Klorerade lösningsmedel, PAH:er och bensen har inte analyserats. En sammanfattning av de mätvärden som ligger till grund för bedömningen enligt SGU FS 2008:2 visas i tabell 18.

Tabell 18. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Kolbäck**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	18	4,65	4,65	5,98	3,54	5,31	3,98	→ (e.s.)
Σ pesticid (µg/l)	44	0,08	0,16	0,73	< det	0,50	0,00	↗ *
Max pest. (µg/l)	44	0,08	0,15	0,70	< det	0,50	0,00	↗ *
Cl (mg/l)	18	24,00	22,83	28,00	17,00	27,00	18,00	↘ **
Kond. (mS/m)	30	45,15	44,64	50,00	37,90	48,33	40,79	↘ **
SO ₄ (mg/l)	18	32,50	32,17	40,00	26,00	35,30	27,00	→ (e.s.)
NH ₄ (mg/l)	13	0,04	0,03	0,04	0,01	0,04	0,01	→ (e.s.)
As (µg/l)	6	0,10	0,23	0,80	0,05	0,55	0,05	-
Cd (µg/l)	6	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	-
Pb (µg/l)	6	0,05	0,13	0,50	0,05	0,30	0,05	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-

Kolbäck grundvattentäkt har haft höga till mycket höga alkalinitetsvärden under större delen av tidsperioden och har därmed god motståndskraft mot försurning. Alkaliniteten och pH visar dock båda på en avtagande trend. Motståndskraften mot försurning är dock mycket hög.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Vid en del av provtagningstillfällena har inte sulfat mätts vilket innebär att bedömningar av redoxförhållanden inte har kunnat göras vid dessa tillfällen. Mätningar av alla tre samtidigt har gjorts vid 18 tillfällen och i dessa har redoxpotentialen varit hög (klass 1) i 15 fall (83,3 %). I samtliga mätningar av sulfathalten i Kolbäck grundvattentäkt har halten varit över 5 mg/l och järnhalterna har varit mindre än 0,1 mg/l med undantag för augusti 1991 och augusti 2001. I augusti 1991 respektive 2001 har redoxförhållandena varit sådana att vattnets bedömts som blandvattentyp 2 (klass 5). Sådana vatten leder ofta till tekniska besvär, ofta förorenat med t ex järnutfällningar och problem med bakterier. Då en redoxförändring sker från klass 1,2,3 eller 4 till klass 5 tyder

detta på att det har skett en uppblandning av vatten från olika härkomst, vilket vanligtvis beror på ändrade strömriktningsförhållanden. Sådana kan uppkomma som konsekvens av verksamheter som dränering eller för stort grundvattenuttag men kan även ske naturligt. I september 1992 var manganhalten något förhöjd vilket gör att redoxpotentialen i denna mätning bedöms ha varit inom tillståndsklass 2. De sporadiska förhöjningar av järn- och manganhalterna som har uppmätts i tåkten är dock små, och överlag bedöms redoxpotentialen i vattentåkten som hög.

Provtagning av nitratkväve i Kolbäcks grundvattentäkt har skett en gång om året fram till 2006 och därefter två till tre ggr/år. Halten nitratkvävet har under största delen av tiden bedömts som måttlig, men i en del mätningar som till låga halter (klass 3 respektive klass 2). Ingen tydlig trend kan ses.

Provtagningsfrekvensen av klorid och konduktivitet i Kolbäck grundvattentäkt varierar. Från 1990 och fram till 2005 mättes kloridhalterna mindre än en gång per år, men under de senare åren 2-3 gånger per år. Kloridhalterna i Kolbäcks grundvattentäkt har varit måttliga (klass 2), men har visat en tydlig minskning och har i de senare mätningarna varit låga. Konduktiviteten har under största delen av tiden också bedömts som måttlig, men har också tydligt minskat.

Halterna av aluminium och koppar har legat under gränsvärdena för dricksvatten, men kopparhalten visar en tendens till ökning. Fluoridhalten kan anses vara hög och har i alla utom den senaste mätningen legat över gränsvärdet för dricksvatten. För få mätningar har dock gjorts för att det skall kunna bedömas om det föreligger någon trend. En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser visas i tabell 19.

Tabell 19. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Kolbäck**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Trendernas statistiska signifikans anges som * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	30	7,35	7,31	8,90	7,00	8,02	7,00	↘ ***
Alk. (mg/l)	30	180,00	185,33	259,00	160,00	210,30	169,60	↘ **
SO ₄ (mg/l)	18	32,50	32,17	40,00	26,00	35,30	27,00	→ (e.s.)
Fe (mg/l)	30	0,03	0,05	0,27	0,01	0,05	0,02	↘ **
Mn (mg/l)	30	0,02	0,03	0,09	0,01	0,05	0,01	↘ **
Kond. (mS/m)	30	45,15	44,64	50,00	37,90	48,33	40,79	↘ **
Cl (mg/l)	18	24,00	22,83	28,00	17,00	27,00	18,00	↘ **
N ₀₃ -N (mg/l)	18	1,05	1,05	1,35	0,80	1,20	0,90	→ (e.s.)
Al (mg/l)	16	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	→ (e.s.)
Cu (µg/l)	17	0,50	7,22	91,00	0,50	6,82	0,50	↗ **
Fluor (mg/l)	8	1,70	1,73	2,00	1,40	1,93	1,54	-
Hårdhet (°dH)	16	9,9	9,9	11,0	9,1	10,5	9,2	→ (e.s.)

5.4 Kungsörs kommun

Kungsörs kommun har två grundvattentäkter, Skottbacken och Hogsta. I denna utvärdering har endast Skottbackens grundvattentäkt ingått då denna täkt valts ut i de föregående utvärderingarna. Båda vattentäkterna tar vatten ur Köpingsåsen och försörjer Kungsörs tätort och samhället Torpa med dricksvatten. Grundvattentäkterna ligger i Köpingsåsen. Köpingsåsen består av isälvsavlagringar som sträcker sig ända från Ludvikatrakten i Dalarna till Södermanland. På sina håll är materialet i åsen mycket grovkornigt och därmed lättgenomtränligt för vatten och föroreningar. Innan dricksvattnet distribueras pH-justeras det med natriumhydroxid, eftersom pH för både Skottbacken och Hogsta ligger på runt 6,5 före pH-justeringen. Vatten från täkterna Hogsta och Skottbacken samlas upp i en reservoar innan det skickas ut på nätet. Ingen rening sker. Skottbacken-Hogsta producerar ungefär 450 000-500 000 m³/år, men har tidigare producerat ända upptill 700 000 m³/år. Tidigare har man haft stora problem med läckage från ledningsnätet och uppskattningsvis har ca 30 % avgått genom läckage. Åtgärder för att minska både förbrukning och läckage har vidtagits.

5.4.1 Skottbackens grundvattentäkt

Tabell 20. Information om Skottbackens grundvattentäkt

Vattentäkt:	Skottbacken
Kommun:	Kungsör
Antal abonnenter:	5900 personer (DGV 2008) 1750abonnenter(SWECO 2009)?
Provtagningsbrunn:	2st (SWECO rapport 2009-11-23)
Brunnsdjup:	Brunn1: 11,2m Brunn2: 14,8m.
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	Max kap 3000 kbm/dygn (DGV 2008)
Medeluttag: -	1260 kbm/dygn (DGV 2008)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagring
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförkomst	Ja
Markanvändning:	Skog, åkermark, grus och sandtag, tätort (Metria marktäckedata)
Påverkansfaktorer:	Dagvatten från bebyggda ytor, dagvatten från vägar,fordonstvätt, grustäkt, kyrkogård,spridning av vägsalt (SWECO 2009)

Provtagningsfrekvensen har varierat något från år till år i Skottbackens grundvattentäkt. Ibland har provtagning skett 1-2 gånger per år och ibland bara vartannat år. Sulfat, mangan och nitrat har inte provtagits efter år 2002 och nitrat och klorid har en något lägre provtagningsfrekvens än övriga parametrar.

Skottbackens vattentäkt bedöms uppnå kraven på god kemisk status, även om detta inte säkert kan bekräftas. Inga mätningar av bekämpningsmedel, tungmetaller, lösningsmedel eller PAHer har funnits tillgängliga, vilka vore önskvärda. Täktens läge medför risk för påverkan genom närheten till vägar och bebyggelse. Belägenheten medför att det finns risk att påträffa både BAM och PAH i täkten. Grusade ytor i tätorter har ofta behandlats med preparatet Totex Strö. Både asfalt och bildäck innehåller PAHer, vilka sprids genom slitage från vägar och ökar i allmänhet med trafikintensiteten (Westlin 2004). Konduktivitet och halterna av nitrat, klorid, sulfat och ammonium ligger alla klart under riktvärdena för god kemisk status i samtliga mätningar. En sammanfattning av de mätvärden som ligger till grund för bedömningen av kemisk status enl. SGU FS 2008:2 visas i tabell 21.

Tabell 21. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentiler för mätvärden i **Skottbacken**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	11	4,43	4,49	6,20	3,10	4,87	3,98	→ (e.s)
Σ pesticid	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	12	38,00	37,83	46,00	30,00	45,80	32,00	→ (e.s)
Kond. (mS/m)	14	28,40	26,87	34,00	8,10	32,90	18,07	↗ *
SO ₄ (mg/l)	12	23,50	24,58	42,00	15,00	35,70	15,10	→ (e.s)
NH ₄ (mg/l)	12	0,02	0,04	0,13	0,01	0,10	0,01	↘ **
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd(µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-

Alkaliniteten i Skottbacken har varit hög (klass 2) i merparten av mätningarna och även pH har legat stabilt och högt (klass 1). Varken pH eller alkalinitet uppvisar någon trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Mätningar av alla tre samtidigt har gjorts vid 12 tillfällen och i 10 av dessa har redoxpotentialen varit hög (klass1; 83,3 %). Samtliga sulfatvärden i Skottbacken grundvattentäkt har varit högre än 5 mg/l, vilket tyder på att redoxpotentialen inte varit allvarligt låg i någon mätning. Vid två tillfällen har

järnhalten överstigit 0,1 mg/l medan manganhalten har varit lägre än 0,05 mg/l vid samtliga tillfällen. Detta medför att vattnet bedöms ha haft hög redoxpotential vid alla provtagningstillfällen förutom vid de två tillfällen då järnhalten varit förhöjd. Vid dessa tillfällen bedöms vattnet ha varit av blandvattentyp 2 (klass 5). Troligen indikerar detta att ändringar av strömningsriktningarna har förekommit. Sådana kan uppkomma som konsekvens av verksamheter som dränering eller för stort grundvattenuttag men kan även ske naturligt. Halterna av järn och mangan visar båda på en minskande trend, och därmed på minskade problem med låg redoxpotential i tälten.

Provtagning av nitratkväve i Skottbackens har gjorts sporadiskt. År 1989 genomfördes provtagning vid två tillfällen och därefter en gång varje eller vartannat år. Från 2003 och framåt har ingen provtagning av nitratkväve skett. Halten av nitratkväve har under hela tidsperioden varit låg till måttlig (klass 2 till 3) och ingen särskild trend har syns.

Provtagningsfrekvensen för klorid och konduktivitet har varierat. Vanligen har halten mätts en gång varje eller vartannat år, men vissa år har två mätningar gjorts. Kloridhalterna har i samtliga mätningar varit måttliga (klass 2), d.v.s. mellan 20-50 mg/l. Konduktiviteten har också varit låg i merparten av mätningarna (klass 1) och har bara i enstaka mätningar visat värden inom tillståndsklass 2. Konduktiviteten uppvisar en ökande trend.

Inga mätningar av aluminium och koppar har varit tillgängliga, vilka skulle kunna vara intressanta då alkaliniteten i vissa mätningar har varit relativt låg. Det finns dock inga särskilda skäl att misstänka att halterna skulle kunna vara förhöjda. Fluoridhalten har legat under Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten i samtliga mätningar.

Tabell 22. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Skottbacken**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	16	7,30	7,31	8,40	6,90	8,20	6,95	→ (e.s.)
Alk. (mg/l)	14	75,20	78,12	100,00	50,00	99,00	56,59	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	12	23,50	24,58	42,00	15,00	35,70	15,10	→ (e.s.)
Fe (mg/l)	16	0,05	0,07	0,28	0,01	0,16	0,01	↘ **
Mn (mg/l)	16	0,02	0,02	<0,10	<0,01	0,03	<0,01	↘ *
Kond. (mS/m)	14	28,40	26,87	34,00	8,10	32,90	18,07	↗ *
Cl (mg/l)	12	38,00	37,83	46,00	30,00	45,80	32,00	→ (e.s.)
NO ₃ -N (mg/l)	11	1,00	1,01	1,40	0,70	1,10	0,90	→ (e.s.)
Al (mg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cu (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Fluorid (mg/l)	11	0,79	0,77	0,98	0,53	0,90	0,61	→ (e.s.)
Hårdhet (°dH)	6	4,8	4,8	5,2	4,6	5,1	4,7	-

5.5 Köpings kommun

I utvärderingen har Himmetas grundvattentäkt ingått. Denna täkt utgör endast en mindre del av kommunens vattenförsörjning och försörjer enbart den mindre orten Himmeta med dricksvatten. Uttaget är i genomsnitt 5 l/s. I tidigare utvärderingar har även Kolsvas vattentäkt ingått. Denna har dock tagits ur bruk och fungerar enbart som reservvattentäkt. Inget uttag sker längre i denna varför den har utgått från utvärderingen.

Köpings tätort, Kolsva och Munktorp försörjs av Köpings vattentäkt belägen strax norr om Köping. I denna täkt i förstärks vattentillgången genom att ytvatten från Hedströmmen infiltreras i sandbassänger i Köpingsåsen ca en km norr om täkten. Eftersom vattnet har relativt lång uppehållstid i åsen räknar kommunen vattnet i täkten som grundvatten. Denna täkt i likhet med andra täkter där grundvattentillgången förstärks genom infiltration av ytvatten har inte ingått i denna utvärdering. Utöver vattentäkterna ovan har kommunen även mindre vattentäkter i Kölsta, Västra Skedvi och Kindbro.

5.5.1 Himmeta grundvattentäkt

Tabell 23. Information om Himmeta grundvattentäkt

Vattentäkt:	Himmeta
Kommun:	Köping
Antal abonnenter:	50 personer (DGV 2007)
Provtagningsbrunn:	1st (DGV 2007)
Brunnsdjup:	7,5m(SWECO 2009-02-19)
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	Max kap -
Medeluttag: -	3 kbm/dygn (DGV 2007)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Morän och isälvsmaterial under lera och andra kohesionsjordarter
Akvifertyp:	Sluten
Lagerföljd vid brunnen:	Lera mäktighet 6m, morän mäktighet 1,5-2m, berg bestående av hälleflinta, leptit och leptitgnejs(SWECO 2009)
Grundvattenförekomst	Nej
Markanvändning:	Åkermark, skogsmark (metria marktäckedata)
Påverkansfaktorer:	Bekämpningsmedel från väg, enskilda avlopp, jordbruksverksamhet, privat hantering av kemikalier(SWECO 2009),

Provtagningsfrekvensen varierar något från år till år i Himmeta grundvattentäkt. Ibland har provtagning skett upp till tre gånger per år och ibland bara vartannat år. Provtagningsfrekvensen varierar även för olika parametrar, bl.a. har järn och mangan mätts oftare än de övriga.

Även om inga mätningar av bekämpningsmedel, lösningsmedel, och tungmetaller gjorts i Himmeta bedöms tåkten uppnå kraven på god kemisk status. I grundvattentäkter belägna i anslutning till grusade ytor där Totex kan ha använts, exempelvis grusgångar vid kyrkor, finns risk att BAM förekommer. I tåkten finns dock inga särskilda skäl att befara förhöjda halter. Halten av PAH har mätts vid ett tillfälle och fanns då inte i halter över detektionsgränsen.

Konduktiviteten i vattentåkten är relativt hög och i vissa mätningar över *utgångspunkten för att vända trender* (tabell 24), d.v.s. över den nivå vid vilken åtgärder ska vidtas för att åtgärda problemet. Medianvärdet ligger strax under denna nivå (55 mS/m), vilket indikerar att vattnet har en hög halt av joner. Kloridhalten är däremot relativt låg, vilket annars är den vanligaste orsaken till hög konduktivitet. Förmodligen hänger den höga konduktiviteten samman med den höga alkaliniteten och höga hårdheten, d.v.s. ett relativt högt innehåll av kalciumkarbonat (tabell 25).

Halterna av nitrat, ammonium, sulfat har legat klart under riktvärdena för god kemisk status i samtliga mätningar. Inga trender i någon halterna kan identifieras, även om detta kan anses osäkert, då det i de flesta fallen inte finns tillräckligt antal mätningar för att kunna göra tillförlitliga trenduppskattningar.

Tabell 24. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Himmeta**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Särskild vaksamhet iaktas vad gäller NH₄ då detektionsgränsen har ändrats. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	9	1,11	1,01	2,21	0,22	2,21	0,22	→ (e.s.)
Σ pesticid	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	9	24,00	23,89	26,00	21,00	25,20	21,80	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	12	54,65	54,57	57,00	51,10	56,95	52,06	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	6	27,50	27,50	29,00	26,00	28,50	26,50	→ (e.s.)
NH ₄ (mg/l)	12	0,19	0,25	0,44	0,03	0,42	0,03	→ (e.s.)
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	1	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-

Alkaliniteten har i samtliga mätningar varit mycket hög (klass 1), och likaså har pH och varit högt och stabilt (klass 1). Varken pH eller alkalinitet visar heller några tecken på trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Sulfathalten har dock bara mätts vid sex tillfällen, varför redoxpotentialen endast kan bedömas vid dessa. I samtliga av dessa sex mätningar har redoxpotentialen varit låg (klass 3). Sulfathalten har i samtliga dess varit högre än 5 mg/l vilket dock tyder på att redoxpotentialen inte har varit allvarligt låg. Järn och manganhalterna kan dock anses relativt höga. Endast i en mätning har järnhalten varit lägre än 0,1 mg/l, och manganhalten har i samtliga mätningar varit högre än 0,05 mg/l (förutom möjligen i en mätning där detta inte kan avgöras p.g.a hög rapporteringsgräns för analysen). Detta gör att redoxpotentialen i större delen av tidsperioden bedöms ha legat inom tillståndsklass 3 (låg redoxpotential). Vatten med låg redoxpotential har antingen påverkats under lång tid av reducerande järnhaltiga mineral, alternativt kommer ifrån ett stort djup. Sådana här vatten kräver alltid behandling för hög järnhalt. Detta är det vanligaste kvalitetsproblemet i Sverige. Varken järn-, mangan- eller sulfathalten uppvisar någon trend, även om detta inte kan bedömas med säkerhet.

Nitrathalten har under hela tidsperioden varit mycket låg (klass 1) eller låg (klass 2). Ingen trend kan identifieras.

Kloridhalten har under hela tidsperioden varit måttlig (klass 2) och konduktiviteten bör anses relativt hög (klass 3). Aluminium- och kopparhalten har mätts vid ett tillfälle och låg då tydligt under gränsvärdet för dricksvatten (SLVFS 2001:30). Likaså har fluoridhalten legat under gränsvärdet i samtliga mätningar.

Tabell 25. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Himmets**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Trendernas statistiska signifikans anges som * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	13	7,80	7,66	8,00	7,30	7,90	7,42	→ (e.s.)
Alk. (mg/l)	11	269,00	265,82	280,00	245,00	280,00	260,00	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	6	27,50	27,50	29,00	26,00	28,50	26,50	-
Fe (mg/l)	22	1,40	1,71	7,80	0,02	2,39	0,71	→ (e.s.)
Mn (mg/l)	20	1,00	0,88	1,10	0,12	1,01	0,60	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	12	54,65	54,57	57,00	51,10	56,95	52,06	→ (e.s.)
Cl (mg/l)	9	24,00	23,89	26,00	21,00	25,20	21,80	-
N03-N (mg/l)	9	0,25	0,23	0,50	0,05	0,50	0,05	-
Al (mg/l)	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
Cu (µg/l)	1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	-
Fluor (mg/l)	9	0,93	0,92	1,00	0,70	1,00	0,85	-
Hårdhet (°dH)	11	11,0	11,4	12,0	10,5	12,0	11,0	→ (e.s.)

5.6 Norbergs kommun

I utvärderingen har Karbennings vattentäkt ingått, vilket också är den täkt som valts ut för övervakning i tidigare utvärderingar. Denna utgör en mindre vattentäkt som försörjer den tätorten Karbenning med dricksvatten. Uttaget är ca 30 m³/dygn.

Tillgången på naturligt grundvatten är annars ganska litet i Norbergs kommun, varför Norbergs tätort försörjs med dricksvatten från vattentäkten Brunnbäck i Avesta kommun.

5.6.1 Karbenning grundvattentäkt

Tabell 26. Information om Karbenning grundvattentäkt

Vattentäkt:	Karbenning
Kommun:	Norberg
Antal abonnenter:	175 personer (DGV data från 2003)
Provtagningsbrunn:	1st
Brunnsdjup:	97 m (grundvatten i Västmanlands län 1995)
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	Max kap 200 kbm/dygn (DGV data från 2003)
Medeluttag: -	43-45 kbm/dygn (DGV data från 2003)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Berg (grundvatten i Västmanlands län 1995)
Akvifertyp:	-
Lagerföljd vid brunnen:	Lera-silt i ytan och underlagras av morän (grundvatten i Västmanlands län 1995)
Grundvattenförekomst	Nej
Markanvändning:	Skog, åkermark
Påverkansfaktorer:	

Provtagning i Karbenning grundvattentäkt har skett årligen från 1988 och framåt. Ibland har provtagning bara skett vid ett eller ett par tillfällen medan upp till fem prover har tagits vissa år. Provtagningsfrekvensen varierar även för olika parametrar. Bl.a. har sulfat, nitrat och klorid mätts i färre antal prover.

Karbennings vattentäkt bedöms uppnå kraven på god kemisk status, men har uppvisat några kvalitetsproblem. Bekämpningsmedelsresten BAM har påträffats i en av två mätningar som utförts, vilket är tillräckligt för att åtgärder ska vidtas enligt SGU FS 2008:2. Halten är dock tydligt under riktvärdet (0,1 µg/l). Kloridhalten och konduktiviteten har i några mätningar visat kraftigt förhöjda värden, även om medianhalterna ligger under riktvärdena.

Halterna av nitrat, ammonium, och sulfat ligger alla väl under riktvärdena för god kemisk status. Av dessa visar ammonium en svagt ökande trend. Tungmetaller, lösningsmedel och PAH har inte mätts. En sammanfattning av mätvärdena som

ligger till grund för bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2 visas i tabell 27.

Tabell 27. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Karbenning**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Särskild vaksamhet iakttas vad gäller NH₄ då detektionsgränsen har ändrats. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	8	1,99	2,21	4,43	1,11	2,88	1,73	-
Σ pesticid (µg/l)	2	0,01	0,01	0,01	< det	0,01	< det	-
Max pest. (µg/l)	2	0,01	0,01	0,01	< det	0,01	< det	-
Cl (mg/l)	10	18,50	28,10	116,00	15,00	33,20	15,00	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	52	40,70	44,44	140,50	33,20	46,87	34,90	↗ ***
SO ₄ (mg/l)	10	18,50	19,50	30,00	14,00	23,70	14,90	→ (e.s.)
NH ₄ (mg/l)	51	0,18	0,17	0,24	0,02	0,21	0,10	↗ *
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-

Vid nästan samtliga provtagningstillfällen har alkaliniteten varit mycket hög (klass 1). Endast vid två tillfällen har lägre värden uppmätts, och då har båda legat inom tillståndsklass 2. I samtliga mätningar har pH-värdet legat högt och stabilt, och varken alkaliniteten eller pH visar någon trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Provtagning av sulfatvärden har endast genomförts vid tio tillfällen, medan järn och mangan har mätts vid betydligt fler tillfällen. Vid de tio tillfällen som alla tre har mätts samtidigt har redoxpotentialen legat inom tillståndsklass 3 i 9 fall (90 %). Sulfathalten har i samtliga mätningar varit högre än 5 mg/l, vilket visar att redoxpotentialen inte vid något av dessa tillfällen varit allvarligt låg. Järn- och manganhalterna har dock varit relativt höga nästan genomgående och endast vid ett fåtal tillfällen har halterna uppvisat lägre nivåer. Redoxförhållandena har troligen därför genomgående legat inom tillståndsklass 3 (låg redoxpotential). Vid ett tillfälle har halterna dessutom legat inom tillståndsklass 5 (1989; blandvatten typ 2), vilket tyder på att ändrade strömningsriktningar har förekommit. Orsaker kan t.ex. vara för stort uttag eller ytvatteninträngning. Sett över hela tidsperioden har järn och manganhalterna ökat, men de högsta halterna av järn och mangan uppmättes i slutet av 1990-talet.

Nitrathalten har endast mätts vid åtta tillfällen och har i samtliga legat mätningar varit låga. Medianhalten ligger inom tillståndsklass 1. I ett antal fall har rapporteringsgränsen för analysen varit för hög för att det ska kunna bedömas om halten legat inom klass 1. För få mätningar är gjorda för att det ska kunna bedömas om det föreligger någon trend.

Kloridhalten och konduktiviteten har i merparten av mätningarna legat inom tillståndsklass 2. Kloridhalten har bara mätts vid tio tillfällen, och den kraftiga halttopp som syns i maj 1992 återspeglas inte i konduktiviteten vid det tillfället. Denna visar istället förhöjda värden vid två andra tillfällen (augusti 1993 och maj 1994). Även om saltinträngning alltså har skett, verkar den höga konduktiviteten vid dessa tillfällen inte ha orsakats av detta. Konduktiviteten har uppvisat en svagt ökande trend, men har inte mätts sedan 2001.

Aluminium- och kopparhalten har mätts vid tre tillfällen och har i samtliga mätningar varit tydligt under gränsvärdena för dricksvatten. Dock har kopparhalten möjligen varit något förhöjd i en av mätningarna. Fluoridhalten är hög och har i merparten av mätningarna varit över gränsvärdet för dricksvatten (1,5 µg/l). Trenden är dock tydligt minskande. Få prover har dock tagits under 2000-talet och i det sista provet från 2006 överskreds gränsvärdet, varför höga fluoridhalter bör anses vara ett fortsatt problem i vattentäkten. En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser för de olika parametrarna visas i tabell 28.

Tabell 28. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Karbenning**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklassen. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	62	7,90	7,81	8,40	7,40	8,10	7,60	→ (e.s.)
Alk. (mg/l)	52	220,00	212,62	240,00	69,00	230,00	195,00	↗ ***
SO ₄ (mg/l)	10	18,50	19,50	30,00	14,00	23,70	14,90	→ (e.s.)
Fe (mg/l)	63	0,72	0,66	1,10	0,02	0,89	0,33	↗ ***
Mn (mg/l)	63	0,47	0,45	0,61	0,02	0,54	0,39	↗ *
Kond. (mS/m)	52	40,70	44,44	140,50	33,20	46,87	34,90	↗ ***
Cl (mg/l)	10	18,50	28,10	116,00	15,00	33,20	15,00	→ (e.s.)
N ₀₃ -N (mg/l)	8	0,45	0,50	1,00	0,25	0,65	0,39	→ (e.s.)
Al (mg/l)	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
Cu (µg/l)	3	0,50	57,00	170,00	0,50	136,10	0,50	-
Fluor (mg/l)	42	1,60	1,66	2,60	1,10	1,90	1,40	↘ ***
Hårdhet (°dh)	3	11	11	11	11	11	11	-

5.7 Sala kommun

Vattentäkten knipkällan i Sala kommun har utvalts för övervakning. Detta är den största grundvattentäkten i kommunen, och tar vatten från Badelundaåsen sydväst om Sala. Täkten är också den som försörjer Sala tätort, Västerfärnebo, Salbohed, Kila och Saladamm med vatten. Innan vattnet distribueras justeras pH genom tillsats av natriumhydroxid. I tidigare utvärderingar har även vattentäkten i Ransta inkluderats. Bedömningar för Ransta har inte gjorts i den här rapporten eftersom Ransta numera endast utgör en reservvattentäkt och inga provtagningar efter 2002 har varit tillgängliga.

Sala kommun har mycket goda grundvattentillgångar i grusavlagringarna i Badelundaåsen. Åsen sträcker sig i nordsydlig riktning genom Västmanlands län och ned i Södermanlands län. Utöver Knipkällan och Ransta finns även grundvattentäkter i Härsved, Sättra Brunn, Broddbo, Möklinta och Hedåker. Kommunen har också reservvattentäkterna Viggbo, Nötmarken och Tvärhandsbäcken. Härsved är den täkt som försörjer tätorterna Ransta, Kumla och Varmsättra med vatten och är ansluten till vattenverket i Ransta. Från reservvattentäkterna tar man ut vatten då och då för att hålla igång täkterna. Till exempel blandas grundvattnet i Härsved ut kontinuerligt med grundvatten från reservvattentäkten i Ransta för att hålla igång täkten. Ungefär 10 % tas från Ransta vattentäkt, resterande från Härsved.

5.7.1 Knipkällans grundvattentäkt

Tabell 29. Information om Knipkällan grundvattentäkt

Vattentäkt:	Knipkällan
Kommun:	Sala
Antal abonnenter:	82+261+466+129+12037
Provtagningsbrunn:	3st
Brunnsdjup:	-
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	-
Medeluttag: -	3796 kbm/dygn (DGV 2008)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvavlagringar
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförekomst	Ja
Markanvändning:	Skog, åkermark, vägar
Påverkansfaktorer:	

Mätningar från Knipkällans grundvattentäkt har funnits tillgängliga från 1977 och fram till 1982 och därefter har gjorts ett uppehåll i provtagningarna fram till 1997. Därefter har provtagningsresultat fram till 2004 funnits tillgängliga. Under de år provtagning har skett har provtagningsfrekvensen varierat mellan en till tre gånger

per år. Antalet uppmätta parametrar har också varierat, exempelvis analyserades inte sulfat och fluorid under den tidigare delen av perioden.

Knipkällans grundvattentäkt bedöms uppnå kraven på god kemisk status. Inga mätningar av pesticider, arsenik, tungmetaller, lösningsmedel eller PAH finns dock tillgängliga, men heller inga särskilda skäl att anta att dessa kan tänkas påträffas i förhöjda halter. I de tidigaste mätningarna har konduktiviteten legat på en mycket hög nivå, vilket inte har varit något problem i mätningarna från 1997 och framåt. Det är okänt vad som har orsakat den höga konduktiviteten under den tidigare delen av perioden. Halterna av nitrat, klorid, sulfat och ammonium har varit låga under hela tidsperioden. En sammanfattning av mätvärdena som ligger till grund för bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2 visas i tabell 30.

Tabell 30. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Knipkällan**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Färgerna anger tillståndsklassen. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	17	2,21	3,41	7,97	0,89	6,99	1,67	→ (e.s.)
Σ pesticid	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	17	18,00	17,18	23,00	10,00	22,00	10,00	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	24	23,75	51,23	185,00	20,60	145,00	21,43	↘ ***
SO ₄ (mg/l)	12	11,50	11,92	15,00	10,00	13,90	10,10	→ (e.s.)
NH ₄ (mg/l)	15	0,01	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	→ (e.s.)
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd(µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-

Knipkällan har genomgående haft hög alkalinitet under hela tidsperioden (klass 2). Likaså har pH legat högt och stabilt (klass 1) och varken alkalinitet eller pH har uppvisat någon trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Provtagning av sulfatvärden har endast genomförts från 1997 och framåt. I samtliga mätningar där alla tre parametrar har uppmätts har redoxförhållandena legat inom tillståndsklass 1 (hög redoxpotential). I en mätning från 2003 har dock en något högre järnhalt uppmätts, då vattnet kan bedömas vara av blandvatten typ 2 (tillståndsklass 5). Manganhalten har i ett antal mätningar angetts till 0,05 µg/l, vilket är precis på gränsen till tillståndsklass 2. Överlag bedöms Knipkällan ha haft hög redoxpotential.

Under den tidigare delen av perioderna har nitratkvävehalten varit måttlig, men i mätningarna efter 1997 har halterna till övervägande del varit mycket låga (klass 1) och i vissa mätningar låga (klass 2). Trots att halten är betydligt lägre i mätningarna efter 1997 visar inte den statistiska analysen att trenden är signifikant.

Kloridhalterna har i de flesta mätningarna varit låga eller måttliga. I mätningarna gjorda efter 1997 är halterna betydligt högre än de från början av 1980-talet. Trots detta visar inte trendanalysen att trenden är signifikant. I mätningarna gjorda före 1982 uppvisade täkten mycket höga konduktivitetsvärden, som dock inte berodde på saltinträngning eftersom kloridhalten var låg i dessa mätningar. Det är därför okänt vad som var orsaken till den höga konduktiviteten i dessa mätningar. I mätningarna gjorda efter 1997 var konduktiviteten betydligt lägre än de från början av tidsperioden. Minskningen av konduktiviteten är däremot signifikant enligt den statistiska analysen.

Halterna av koppar och aluminium har mätts vid ganska många tillfällen i Knipkällan och har i samtliga mätningar legat under gränsvärdena. Fluoridhalten har bara mätts vid några tillfällen under den senare delen och har i samtliga mätningar legat under gränsvärdet för dricksvatten (1,5 mg/l). Halten ligger t.o.m. under den halt som anses lämplig, då vattnet kan anses ha otillräcklig kariesförebyggande effekt (0,8 mg/l; SOSFS 2003:17). En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser för de olika parametrarna visas i tabell 31.

Tabell 31. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Knipkällan**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklassen. För manganhalten har ingen trenduppskattning gjorts beroende på ändrad rapporteringsgräns för analyserna. Färgerna anger tillståndsklassen. Trendernas statistiska signifikans anges som * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	24	7,40	7,43	8,00	7,20	7,70	7,20	→ (e.s.)
Alk. (mg/l)	24	81,50	85,08	120,00	70,00	107,00	71,00	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	12	11,50	11,92	15,00	10,00	13,90	10,10	→ (e.s.)
Fe (mg/l)	23	0,03	0,02	0,11	0,01	0,05	0,01	→ (e.s.)
Mn (mg/l)	24	0,02	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	24	23,75	51,23	185,00	20,60	145,00	21,43	↘ ***
Cl (mg/l)	17	18,00	17,18	23,00	10,00	22,00	10,00	→ (e.s.)
NO ₃ -N (mg/l)	17	0,50	0,77	1,80	0,20	1,58	0,38	→ (e.s.)
Al (mg/l)	23	0,01	0,05	0,27	0,01	0,23	0,01	→ (e.s.)
Cu (µg/l)	23	0,50	2,59	20,00	0,50	10,00	0,50	→ (e.s.)
Fluor (mg/l)	6	0,64	0,62	0,70	0,49	0,69	0,54	-
Hårdhet (°dh)	23	4,50	4,44	5,80	1,40	5,44	3,66	→ (e.s.)

5.8 Skinnskattebergs kommun

Riddarhyttans grundvattentäkt har ingått i övervakningen i Skinnskattebergs kommun. Denna täkt försörjer Skinnskattebergs och Riddarhyttans tätorter med grundvatten. Utöver vattentäkten i Riddarhyttan finns även en täkt i Färna som består av två grävda brunnar. Denna täkt har dock inte ingått i övervakningen. Söder om Färna pågår försök med att provpumpa en ny täkt. Mätningar av kvalitet och kvantitet görs regelbundet i denna. Oavsett resultaten från denna planeras att öppna en ny täkt för att få ett säkrare system. Planer finns på ett gemensamt dricksvattennät för alla tre orter med ett vattenverk i vardera änden. Skinnskattebergs kommun har i allmänhet god tillgång på grundvatten genom grusåsarna som går genom kommunen.

5.8.1 Riddarhyttans grundvattentäkt

Tabell 32. Information om Riddarhyttans grundvattentäkt

Vattentäkt:	Riddarhyttan
Kommun:	Skinnskatteberg
Antal abonnenter:	4500
Provtagningsbrunn:	-
Brunnsdjup:	-
Provtagningsdjup:	-
Uttagskapacitet:	-
Medeluttag:	-
Geografisk region:	Urbergsområde inom Norrländsterrängen ovanför högsta kustlinjen
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagringar
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförekomst	Ja
Markanvändning:	Skog, industri, vägar, tätort
Påverkansfaktorer:	

Provtagning har skett två till fyra gånger per år under åren 1990 till 2003 samt under 2006 i Riddarhyttans grundvattentäkt. Ett varierande antal parametrar har dock provtagits vid varje tillfälle. Alkalinitet, pH, järn, mangan och konduktivitet har analyserats oftare medan sulfat, nitrat och klorid har analyserats mer sällan.

Riddarhyttans grundvattentäkt bedöms uppnå kraven på god kemisk status. Inga mätningar av pesticider, arsenik, tungmetaller, lösningsmedel eller PAH finns dock tillgängliga, men det finns heller inga särskilda skäl att misstänka att dessa kan tänkas påträffas i förhöjda halter. Halterna av nitrat, klorid, sulfat och ammonium har varit låga under hela tidsperioden. Inga av dessa uppvisar heller

några trender. En sammanfattning av mätvärdena som ligger till grund för bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2 visas i tabell 33.

Tabell 33. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Riddarhyttan**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Särskild vaksamhet iakttas vad gäller NH₄ då detektionsgränsen har ändrats. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	14	1,44	1,88	4,43	0,44	4,43	0,44	→ (e.s.)
Σ pesticid	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	14	2,35	2,70	6,70	1,00	3,56	2,00	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	37	4,90	6,13	45,00	3,68	5,60	4,51	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	14	7,00	6,98	12,00	2,40	10,13	3,18	→ (e.s.)
NH ₄ (mg/l)	38	0,02	0,03	0,10	0,01	0,04	0,01	→ (e.s.)
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd(µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-

Vattentäkten i Riddarhyttan har genomgående haft låg alkalinitet. I merparten av mätningarna har alkaliniteten legat inom tillståndsklass 4, men i en mätning 1990 var alkaliniteten så låg som 7 mg/l [HCO₃-], alltså inom tillståndsklass 5. Även pH har stundtals varit låg. I vissa mätningar har pH legat inom tillståndsklass 2, men för det mesta har pH-värdet legat inom acceptabla nivåer, d.v.s. över 6,5 (tillståndsklass 1). Innan vattnet distribueras justeras pH med natriumhydroxid. Alkaliniteten uppvisar ingen trend, men pH visar tecken på en svag ökning.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Analys av samtliga dessa har gjorts vid 14 tillfällen. Vid dessa har redoxförhållandena varierat något i vattentäkten, men har i 10 fall legat inom tillståndsklass 1 (71,4 %). I mätningarna fram till och med 1995 har mätvärdena legat inom tillståndsklass 1 (hög redoxpotential), men i en del senare mätningar inom tillståndsklass 5 (blandvatten av både typ 1 och typ 2). Framförallt har järnhalten fluktuerat. Den stundtals låga sulfathalten tyder på att reducerande förhållanden tidvis råder. De förhöjda järn- och manganhalterna, den låga hårdheten och låga pH-värdet tyder därför på att en naturlig infiltration från sjön Lien förekommer. Problemen har varit kända sedan 1970-talet, men trots det har det inte gjorts utrymme för något filter i vattenverket. Det bedöms svårt att

åtgärda genom infiltration till takten eftersom området är kuperat och de borrhade brunnarna är grunda.

Nitratkvävehalten har i de flesta mätningar varit låg, men har fluktuerat något. I tre mätningar i början av 90-talet har halten legat inom klass 3 och i en mätning 2001 och en 2003 inom tillståndsklass 2. I övriga mätningar har halten legat inom tillståndsklass 1. Inga mätningar gjorda efter 2003 har varit tillgängliga.

Konduktiviteten och kloridhalten har också genomgående varit låga. Konduktiviteten har dock i en mätning legat inom tillståndsklass 2. I denna mätning från 1990 var konduktiviteten ca tio gånger högre än i övriga mätningar varför det mycket väl kan röra sig om ett fel vid rapporteringen. Kloridhalten har genomgående legat inom tillståndsklass 1. Ingendera visar någon trend.

Halterna av aluminium och koppar har inte mätts i takten. Fluoridhalten har hela tiden varit låg och ligger väl under gränsvärdet för dricksvatten (1,5 mg/l). Möjligen kan halten anses vara för låg, då dricksvatten med fluorid halter under 0,8 mg/l anses ha otillräcklig kariesförebyggande effekt (SOSFS 2003:17). En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser för de olika parametrarna visas i tabell 34.

Tabell 34. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Riddarhyttan**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklassen. För manganhalten har ingen trenduppskattning gjorts beroende på ändrad rapporteringsgräns för analyserna. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	
pH	38	6,69	6,64	7,40	6,20	7,03	6,47	↗ *
Alk. (mg/l)	38	14,00	14,16	20,00	7,00	16,00	13,00	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	14	7,00	6,98	12,00	2,40	10,13	3,18	→ (e.s.)
Fe (mg/l)	33	0,08	0,10	0,26	0,02	0,16	0,03	→ (e.s.)
Mn (mg/l)	38	0,04	0,04	0,12	0,01	0,06	0,02	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	37	4,90	6,13	45,00	3,68	5,60	4,51	→ (e.s.)
Cl (mg/l)	14	2,35	2,70	6,70	1,00	3,56	2,00	→ (e.s.)
N ₀₃ -N (mg/l)	14	0,33	0,43	1,00	0,10	1,00	0,10	→ (e.s.)
Al (mg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cu (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Fluor (mg/l)	13	0,16	0,17	0,25	0,1	0,24	0,11	→ (e.s.)
Hårdhet (°dh)	10	0,91	0,91	0,94	0,88	0,93	0,89	→ (e.s.)

5.9 Surahammars kommun

Vattentäkten i Rävsnäs i Surahammars kommun har ingått i miljöövervakningen. Täkten är den enda grundvattentäkten i Surahammars kommun och ligger ungefär fem kilometer norr om Surahammars tätort. Vattnet som tas ut ur täkten kommer ifrån isälvsavlagringen Strömsholmsåsen och försörjer orterna Surahammar, Ramnäs och Virsbo. I en av taktens brunnar använder man sig av inducerad infiltration för att späda ut grundvattnet och därmed sänka fluoridhalten, vilken stundtals har varit hög under torrare år. Kommunen håller även på att färdigställa den gamla grundvattentäkten i Färmsbo som reservvattentäkt.

5.9.1 Rävsnäs grundvattentäkt

Tabell 35. Information om Rävsnäs grundvattentäkt

Vattentäkt:	Rävsnäs
Kommun:	Surahammar
Antal abonnenter:	9500 personer(DGV 2008)
Provtagningsbrunn:	2
Brunnsdjup:	28m resp 20m (grundvatten i västmanland 1995)
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	10 000 kbm/dygn (grundvatten i västmanland 1995)
Medeluttag: -	3493 kbm/dygn (DGV 2008)
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	Isälvsavlagring
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförekomst	Ja
Markanvändning:	Väg, skog, åkermark, betesmark, myrmark
Påverkansfaktorer:	

Provtagnings i Rävsnäs grundvattentäkt har skett kontinuerligt från 1976 och framåt. Täkten i Rävsnäs bedöms uppnå kraven för god kemisk status, även om inga analyser av bekämpningsmedel eller lösningsmedel varit tillgängliga. Konduktiviteten, halterna av nitrat, klorid, sulfat och ammonium har under hela tidsperioden legat tydligt under riktvärdena. Konduktiviteten och kloridhalt har ökat signifikant medan ammonium- och sulfathalten visar minskande trender. För ammonium kan trenden möjligen delvis bero på att rapporteringsgränsen för ammonium har ändrats och att halterna därför kan vara överskattade under början av tidsperioden. Det är därför osäkert om det rör sig om en verklig trend. Halten ammonium har under hela perioden varit låg. En sammanfattning av mätvärdena som ligger till grund för bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2 visas i tabell 36.

Tabell 36. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Rävnäs**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	38	0,69	0,74	1,99	0,09	1,33	0,24	→ (e.s.)
Σ pesticid	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	38	21,00	19,46	47,00	4,00	29,60	6,00	↗ *
Kond. (mS/m)	43	26,70	24,70	44,50	5,93	30,26	10,76	↗ *
SO ₄ (mg/l)	38	15,00	16,39	89,00	2,10	21,00	9,28	↘ *
NH ₄ (mg/l)	46	0,01	0,01	0,10	0,01	0,03	0,01	↘ ***
As (µg/l)	2	0,20	0,20	0,30	0,10	0,28	0,12	-
Cd (µg/l)	2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
Pb (µg/l)	2	0,08	0,08	0,10	0,05	0,10	0,06	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	-

Rävnäs har stundtals uppvisat värden för alkalinitet och pH som tyder på en viss försurningskänslighet. Alkaliniteten har i vissa mätningar varit låg (tillståndsklass 4) och pH har varit under 6,5 i åtminstone en mätning. Alkaliniteten har i merparten av mätningarna legat inom tillståndsklass 2 och pH inom tillståndsklass 1. Trenden är ökande för pH, men alkaliniteten uppvisar ingen signifikant trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Vid en del provtagningstillfällen har inte sulfathalten mätts vilket medför att bedömningar av vattnets redoxförhållanden inte kan göras vid dessa tillfällen. Mätning av alla tre parameterar samtidigt har gjorts vid 38 tillfällen, och i 23 av dessa har täkten haft hög redoxpotential (60, 5 %). Täckten har visat förhöjda järn- och manganhalter i ett antal mätningar, framförallt under början av tidsperioden och har därmed haft ganska varierande redoxförhållanden. Fram till och med 1995 uppvisade täkten genomgående en redoxpotential inom tillståndsklass 2 eller 3. I mätningarna från 2001 och framåt har dock tillståndet mestadels legat inom klass 1, förutom vid tre tillfällen då vattnet har varit av blandvatten typ 2 och ett tillfälle då redoxpotentialen har varit inom klass 3. Sulfathalten har i en mätning under maj 2006 varit så låg som 2,1 mg/l, vilket tyder på reducerande förhållanden vid tillfället. Sulfathalten har också uppvisat en kraftig topp på 89 mg/l under 1990. Då någon motsvarande topp i konduktiviteten eller sänkning av pH inte kan ses vid tillfället kan det inte uteslutas att resultatet är felaktigt. Överlag visar därför täkten tecken på att en avsevärd förbättring av tillståndet har skett sedan 1970-talet. Både järn, mangan och sulfat uppvisar minskande trender.

Rävnäs grundvattentäkt har under hela perioden haft mycket låga halter av nitratkväve (klass 1), d.v.s. mindre 0,5 mg/l vilket kan anses vara en naturlig bakgrundshalt (Naturvårdsverket 1999). Ingen trend kan ses.

Kloridhalterna har i merparten av mätningarna varit låga, men särskilt i mätningar under de senaste åren syns förhöjda halter. Kloridhalten var genomgående låg fram till och med 1995 (tillståndsklass 1) och mättes efter detta inte förrän 2000. Kloridhalten har därefter fluktuerat, men i de flesta mätningarna legat inom tillståndsklass 2, d.v.s. måttlig halt. Enligt uppgifter från kommunen har man problem med ökade halter av klorid, vilket tros bero på vägsaltningen. Konduktiviteten, som är ett indirekt mått på den totala salthalten följer samma mönster som kloridhalten, med genomgående låg konduktivitet fram till mitten av nittitalet och därefter några mätningar inom tillståndsklass 2. Både konduktiviteten och kloridhalten uppvisar en ökande trend under tidsperioden.

Halten av aluminium och koppar har mätts relativt ofta i Rävnäs vattentäkt. Aluminiumhalten har genomgående varit låg och har i samtliga mätningar legat under gränsvärdet för dricksvatten. Kopparhalten har dock legat högre och har i en mätning varit så hög som 580 µg/l i en mätning från december 2006. Denna halt ligger visserligen under gränsvärdet för dricksvatten (2,0 mg/l = 2000 µg/l; SLVFS 2001:30), men är anmärkningsvärd i jämförelse med mätningar från länets övriga täkter som ingått i övervakningen. I databasen DGV finns totalt 375 mätningar av koppar från täkterna som ingått i utvärderingen. I dessa är medianhalten 0,5 µg/l och 90:e percentilen 10 µg/l. Motsvarande extremvärde kan dock inte ses i konduktiviteten vid tillfället varför det inte kan uteslutas att halten är felaktig. Fluoridhalten har i några mätningar legat över gränsvärdet för dricksvatten (1,5 mg/l). Medianhalten ligger dock under gränsvärdet och ingen trend kan ses. En sammanfattning av mätvärden och bedömning av tillståndsklasser för de olika parametrarna visas i tabell 37.

Tabell 37. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Rävnäs**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklassen. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001.

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	46	7,15	7,08	7,80	6,50	7,50	6,80	↗ **
Alk. (mg/l)	45	86,00	80,76	150,00	13,00	105,80	29,00	→ (e.s.)
SO ₄ (mg/l)	38	15,00	16,39	89,00	2,10	21,00	9,28	↘ *
Fe (mg/l)	46	0,03	0,08	1,10	0,03	0,16	0,03	↘ *
Mn (mg/l)	45	0,01	0,05	0,44	0,01	0,16	0,01	↘ **
Kond. (mS/m)	43	26,70	24,70	44,50	5,93	30,26	10,76	↗ *
Cl (mg/l)	38	21,00	19,46	47,00	4,00	29,60	6,00	↗ *
NO ₃ -N (mg/l)	38	0,16	0,17	0,45	0,02	0,30	0,05	→ (e.s.)
Al (mg/l)	28	0,01	0,03	0,19	0,01	0,06	0,01	→ (e.s.)
Cu (µg/l)	26	34,50	50,87	580,00	0,50	60,00	0,50	→ (e.s.)
Fluor (mg/l)	40	1,40	1,26	2,00	0,10	1,60	0,86	→ (e.s.)
Hårdhet (°dh)	34	5,3	5,3	8,8	1,1	7,0	4,7	→ (e.s.)

5.10 Västerås kommun

I Västerås kommun har grundvattentäkten i Ansta ingått i miljöövervakningen. Täkten lades dock ner 2004 och har inte provtagits sedan dess. Grundvattentäkten i Ansta försörjde tidigare Skultuna med dricksvatten. Västerås tätort försörjs av vattentäkterna Hässlö och Fågelbacken. Där består vattnet till största delen av ytvatten som infiltrerats genom Badelundåsen, varför denna täkt inte har utvärderats. Uppskattningsvis utgör endast 10 % av vattnet som tas ut av naturligt grundvatten. Hässlö och Fågelbacken försörjer även de mindre orterna Barkarö, Tidö-Lindö, Dingtuna, Irsta, Ändesta, Hökåsen, Tillberga, Skultuna och Lycksta. Kärbo och Gäddeholm kommer också att anslutas. I Västerås kommun är det numera endast de mindre orterna Tortuna, Orresta och Kärsta som försörjs med naturligt grundvatten. Dessa har en mindre grundvattentäkt i vardera tätort och skulle kunna bli föremål för övervakning i kommande utvärderingar.

5.10.1 Ansta grundvattentäkt

Tabell 38. Information om Ansta grundvattentäkt

Vattentäkt:	Ansta
Kommun:	Västerås stad
Antal abonnenter:	Nedlagd täkt
Provtagningsbrunn:	Nedlagd täkt
Brunnsdjup:	-
Provtagningsdjup: -	-
Uttagskapacitet:	Max kap 3000kbm/dygn (DGV 2003)
Medeluttag: -	Nedlagd täkt
Geografisk region:	Mellansvenska sänkan
Grundvattenmiljö:	isälvsavlagring
Akvifertyp:	Öppen
Lagerföljd vid brunnen:	-
Grundvattenförekomst	Ja
Markanvändning:	Väg, åkermark, industri
Påverkansfaktorer:	

Provtagningsfrekvensen i Ansta har varierat. Fram till och med 1987 togs prover vartannat till vart fjärde år. Därefter gjordes ett uppehåll i provtagningen som sedan återupptogs 1994 med en ökad provtagningsfrekvens till 2-3 ggr/år. De senaste tillgängliga mätningarna gjordes 2004. Provtagningsfrekvensen varierar även för de bedömda parametrarna. Alkalinitet och pH har exempelvis uppmätts betydligt oftare än sulfat-, nitrat och kloridhalterna.

Ansta bedöms uppfylla kraven på god kemisk status, även om inga mätningar av bekämpningsmedel, tungmetaller, lösningsmedel eller PAH varit tillgängliga. Det finns dock inga särskilda skäl att misstänka förorening i vattentäkten. Konduktiviteten, halterna av nitrat, sulfat och ammonium ligger alla väl under

riktvärdena för god kemisk status. Konduktiviteten och sulfathalten uppvisar dessutom minskande trender. En sammanfattning av mätvärdena som ligger till grund för bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2 visas i tabell 39.

Tabell 39. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Ansta**, samt bedömning av kemisk status enligt SGU FS 2008:2. Celler markerade med röd färg ligger över riktvärdet för att god kemisk status och de i blå färg under. NO₃ och NH₄ är beräknade från halterna NO₃-N och NH₄-N. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
NO ₃ (mg/l)	8	2,21	2,39	3,54	1,77	2,98	1,77	→ (e.s.)
Σ pesticid	0	-	-	-	-	-	-	-
Max pest. (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mg/l)	12	40,50	38,50	53,00	24,00	47,80	26,00	-
Kond. (mS/m)	29	46,40	44,20	62,00	27,00	55,64	30,80	↘ **
SO ₄ (mg/l)	12	65,00	61,75	92,00	28,00	89,60	29,20	↘ **
NH ₄ (mg/l)	16	0,03	0,03	0,05	0,01	0,05	0,01	→ (e.s.)
As (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Cd(µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Pb (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Hg (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Tri (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
1,2 diklor (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
Bensen (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-
PAH (µg/l)	0	-	-	-	-	-	-	-

Alkaliniteten bedöms i samtliga mätningarna i Ansta grundvattentäkt vara höga (klass 2) med undantag för år 1980 då alkaliniteten bedöms som mycket hög (klass 1). Vattnets pH-värde har i samtliga mätningar varit högt och stabilt (tillståndsklass 1) och uppvisar ingen trend.

För att kunna bedöma redoxförhållanden i ett vatten krävs mätningar av sulfat, järn och mangan. Sulfatvärden har inte mätts i samma utsträckning som järn och mangan i Ansta grundvattentäkt, vilket medför att bedömningar av redoxpotential inte kan göras vid alla tillfällen. I samtliga mätningar har dock sulfathalten varit högre än 5 mg/l, vilket tyder på att förhållandena inte har varit allvarligt reducerande vid något av dessa tillfällen. Järnhalten har vid ett enda tillfälle varit något förhöjd (1978). Vid detta tillfälle var samtidigt mangan- och sulfathalterna sådana att vattnet kan bedömas ha varit av tillståndsklass 5 (blandvatten typ 2), vilket kan leda till tekniska besvär, ofta förorenat med t ex järnutfällningar och problem med bakterier. Manganhalten har också varit något förhöjd vid ett enda tillfälle (1983), och då sådant att redoxförhållandena bedöms ha varit inom tillståndsklass 2. I samtliga andra mätningar har järn och manganhalterna varit låga och redoxförhållandena bedöms tillhöra klass 1 (hög redoxpotential).

Halten av nitratkväve började mätas först i mitten av 1990-talet i Ansta grundvattentäkt och har mätts vid ganska få tillfällen. För åren 1995-2001 bedöms halterna vara låga (klass 2), och i de två sista tillgängliga mätningarna som mycket låga (klass 1). Det kan inte avgöras om det har skett någon signifikant minskning.

Kloridhalterna i Ansta grundvattentäkt har mätts mer sällan än övriga parametrar. Fram till 1987 togs prover vartannat till vart fjärde år. Därefter mättes inte kloridhalten förrän 1995. I merparten av mätningarna bedöms halten som måttlig (klass 2) med undantag för 1978 då kloridhalten bedöms som relativt hög (klass 3). Halten uppvisar ingen tydlig trend.

Alumium- och kopparhalterna har i samtliga mätningar legat under gränsvärdet för dricksvatten och ingendera uppvisar någon trend. Fluoridhalten i tåkten bör anses vara låg, och möjligen lägre än önskvärt då bäst kariesförebyggande effekt nås vid halter mellan 0,8 och 1,2 mg/l.

Tabell 40. Median, medelvärde, samt max, min, 90:e och 10:e percentil för mätvärden i **Ansta**, samt sammanfattande bedömning av tillståndet under hela tidsperioden enligt bedömningsgrunderna för grundvatten (rapport 4915). Färgerna anger tillståndsklassen. Trendernas statistiska signifikans anges som * p<0,05; ** p<0,001; *** p<0,0001

Parameter	N	Median	Medel	Max	Min	90%	10%	Trend
pH	29	7,50	7,43	7,90	6,90	7,82	7,28	→ (e.s.)
Alk. (mg/l)	28	160,00	142,21	183,00	92,00	170,00	100,00	↘ ***
SO4 (mg/l)	12	65,00	61,75	92,00	28,00	89,60	29,20	↘ **
Fe (mg/l)	29	0,03	0,04	0,20	0,01	0,05	0,01	→ (e.s.)
Mn (mg/l)	26	0,01	0,02	0,07	0,01	0,03	0,01	→ (e.s.)
Kond. (mS/m)	29	46,40	44,20	62,00	27,00	55,64	30,80	↘ **
Cl (mg/l)	12	40,50	38,50	53,00	24,00	47,80	26,00	→ (e.s.)
N03-N (mg/l)	8	0,50	0,54	0,80	0,40	0,67	0,40	-
Al (mg/l)	11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	→ (e.s.)
Cu (µg/l)	10	0,50	6,45	60,00	0,50	6,45	0,50	→ (e.s.)
Fluor (mg/l)	6	0,66	0,66	0,73	0,59	0,72	0,60	-
Hårdhet (°dh)	25	11,0	9,3	12,0	5,30	12,0	6,16	↘ *

6 Referenser

Telefonkontakt med alla kommuner

Fagersta kommun översiktsplan 90

Skinnskattebergs kommun översiktsplan 2006

Aastrup, M. (2008). Kortfattad manual för arbeten inom svensk vattenförvaltning – grundvatten 2008 – 2012. SGU, PM 08-1346/2008

Andersson, O. (1981). Försurningssituationen i grundvattentäkter i Västmanlands län 1981, Olle Andersson, Naturvårdsenheten, Länsstyrelsen, Länsstyrelsen informerar 1982:14

Fredén, C. Sveriges Nationalatlas, Berg och Jord, (1994). Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.

Livsmedelsverket (2001). Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. SLVFS 2001:30

Länsstyrelsen i Västmanlands län (2009a). Program för regional miljöövervakning i Västmanlands län 2009-2014. Länsstyrelsen i Västmanlands län Rapport 2009:13.

Länsstyrelsen i Västmanlands län. (2009b). Vattenmyndigheten i Norra Östersjön Miljökvalitetsnormer Norra Östersjöns vattendistrikt. Dnr 537-12095-09.

Länsstyrelsen i Västmanlands län. (2009c). Vattenmyndigheten i Norra Östersjön Åtgärdsprogram Norra Östersjöns vattendistrikt. Dnr 537-10296-09.

Malmberg, S. (1995). Grundvatten i Västmanlands län. Länsstyrelsen i Västmanlands län. 1995:3

McLeod (2009). Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.1. <http://CRAN.R-project.org/package=Kendall>

Naturvårdsverket (1999). Bedömningsgrunder för miljökvalitet: Grundvatten. Naturvårdsverket Rapport 4915.

Ojala, L., Thunholm, B., Maxe, L., Persson, G. och Bergmark, M. (2007). Kan grundvattenmålet klaras vid ändrade klimatförhållanden? – Underlag för analys. SGU Rapport 2007:9.

Pihl Karlsson, G., Akselsson, C. Hellsten, S., Karlsson, P.E. och Malm, G. (2010). Övervakning av luftföroreningar i Västmanlands län – mätningar och modellering. Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2009, Kalenderår: resultat t.o.m. 2008. IVL Rapport B1901.

Socialstyrelsen (2003). Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten. SOSFS 2003:17.

Sveriges Geologiska Undersökning (2008): Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om statusklassificering och miljö kvalitetsnormer för grundvatten. SGU-FS 2008:2

Sundberg, M. (2002). Grundvatten i Västmanlands län. En sammanställning av data från de större kommunala grundvattentäkterna. Miljöenheten, Länsstyrelsen i Västmanlands län. Rapport 2002:13

Thunholm, B och Whitlock, H (2009). Egenskaper hos vattenanalysdata i vattentäktsarkivet (DGV). SGU Rapport 2009:19.

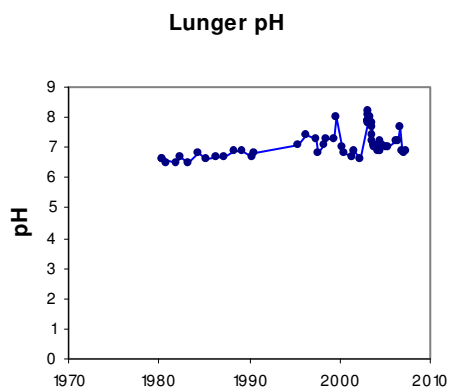
R Development Core Team (2009). R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österrike, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>

Rosling D, Erlandsson B, Pihlström T och Ericsson B-G (1998). Dricksvattnet - en stor undersökning av bekämpningsmedel. Vår Föda 1/98

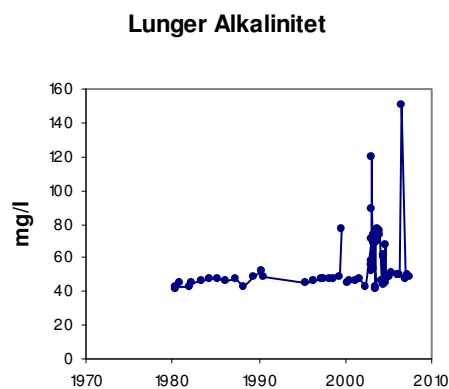
Westlin, A. (2004). Dagvatten från parkeringsytor. Stockholm Vatten Rapport 2004:27.

Bilaga 1

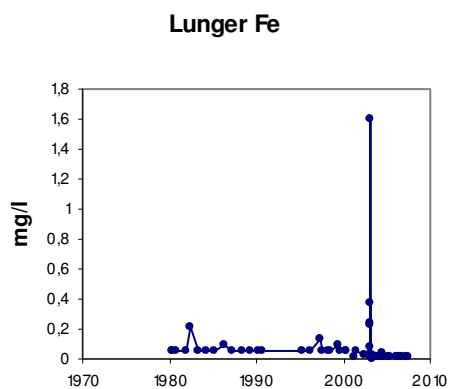
Diagram över mätvärden samt Tau-värde och signifikans för tidsserietrender enligt Mann-Kendalls trendtest.



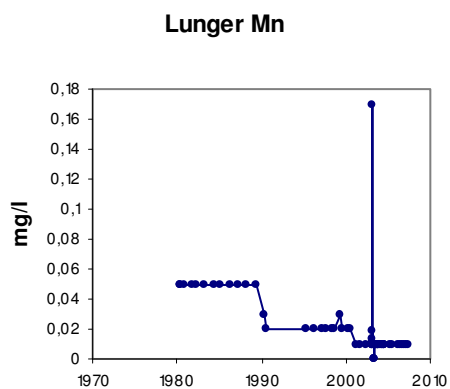
$\tau = 0.25, p = 0.0070^{**}$



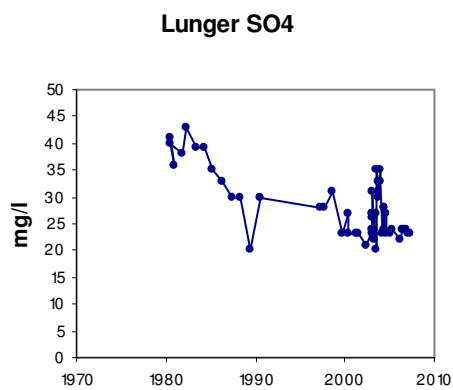
$\tau = 0.044, p = 0.67$ (e.s.)



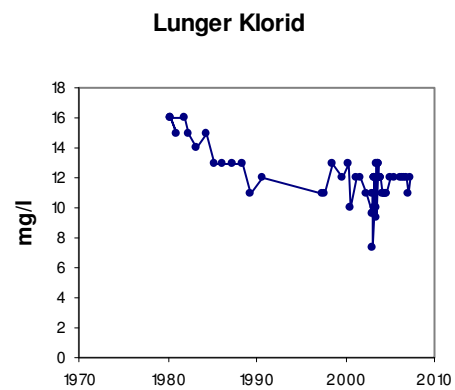
$\tau = -0.50, p = 4.14 \cdot 10^{-7}^{***}$



$\tau = -0.70, p = 1.6 \cdot 10^{-12}^{***}$

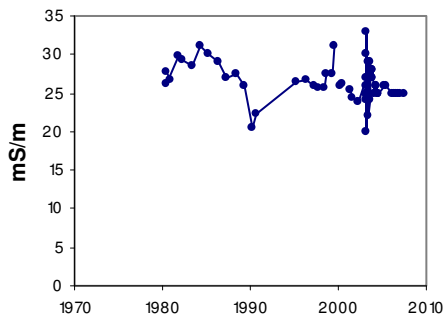


$\tau = -0.35, p = 0.00025^{***}$



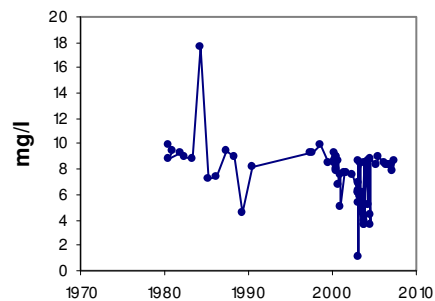
$\tau = -0.33, p = 0.00092^{***}$

Lunger konduktivitet



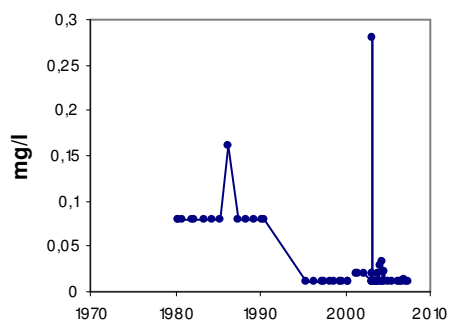
$$\tau = -0.26, p = 0.0041 **$$

Lunger NO3-N



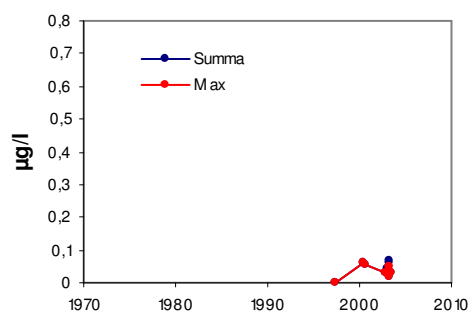
$$\tau = -0.34, p = 8.1 \cdot 10^{-5} ***$$

Lunger NH4-N



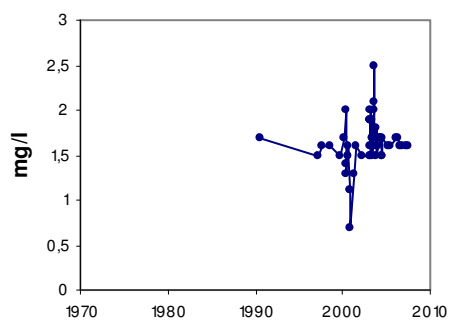
$$\tau = -0.40, p = 6.9 \cdot 10^{-5} ***$$

Lunger Pesticider



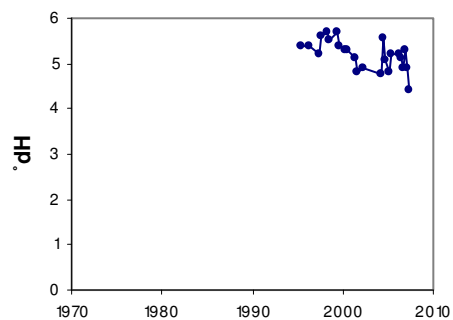
$$\tau = -0.12, p = 0.68 \text{ (e.s.)}$$

Lunger Fluorid



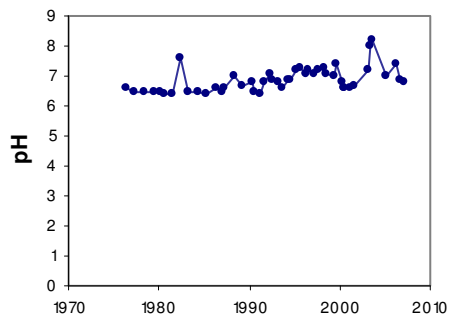
$$\tau = 0.16, p = 0.122 \text{ (e.s.)}$$

Lunger Hårdhet dH

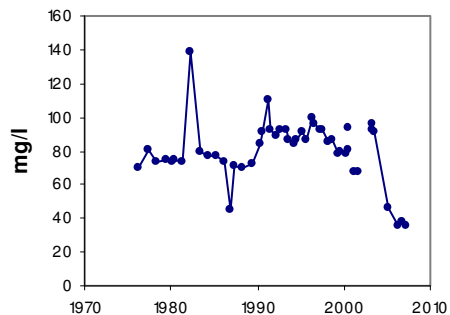


$$\tau = -0.56, p = 0.0025 **$$

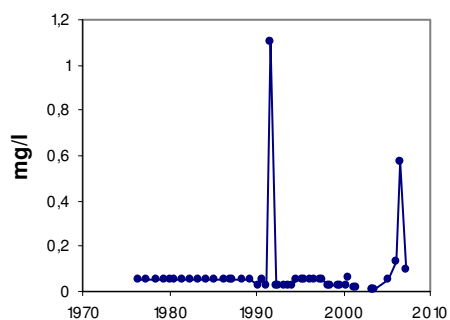
Götlunda pH

 $\tau = 0.46, p = 1.1 \cdot 10^{-5} ***$

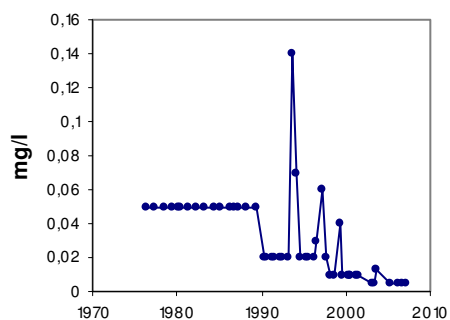
Götlunda Alkalinitet

 $\tau = 0.044, p = 0.67 \text{ (e.s.)}$

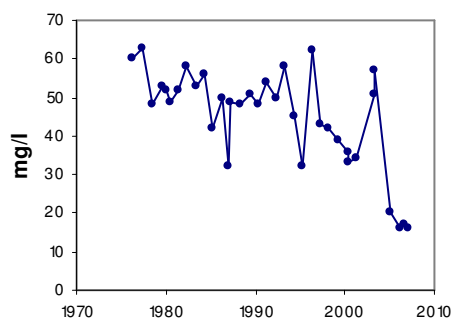
Götlunda Fe

 $\tau = -0.26, p = 0.020 *$

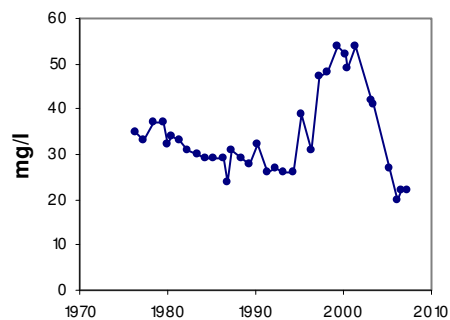
Götlunda Mn

 $\tau = -0.67, p = 4.8 \cdot 10^{-5} ***$

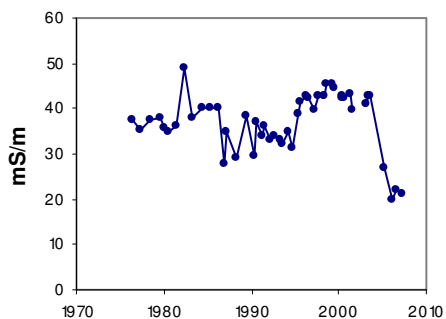
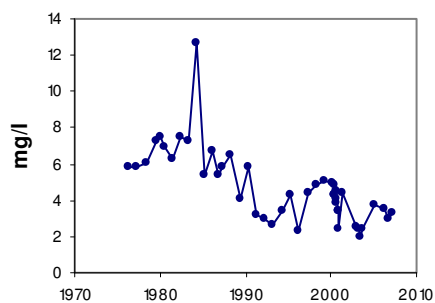
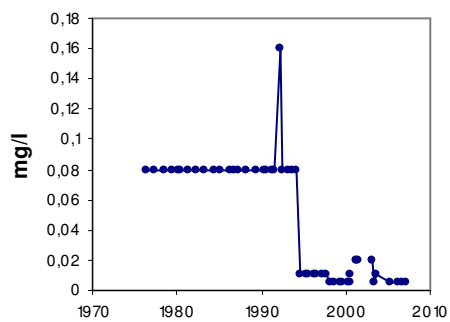
Götlunda SO4

 $\tau = -0.47, p = 9.8 \cdot 10^{-5} ***$

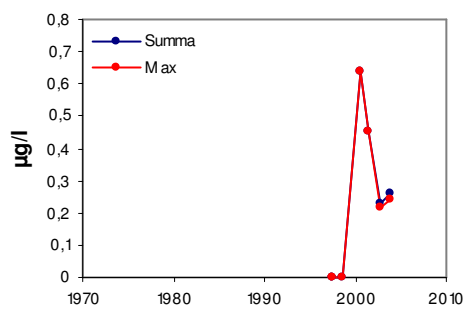
Götlunda Klorid

 $\tau = -0.094, p = 0.44 \text{ (e.s.)}$

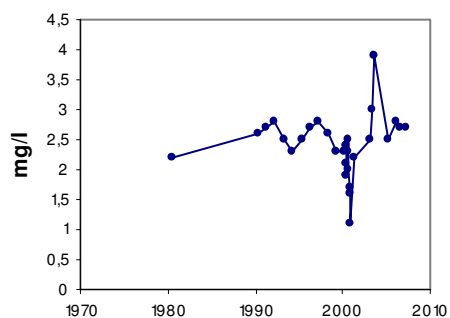
Götlunda konduktivitet


 $\tau = 0.14, p = 0.18 \text{ (e.s.)}$
Götlunda NO₃-N
 $\tau = -0.58, p = 3.3 \cdot 10^{-8} ***$
Götlunda NH₄-N
 $\tau = -0.66, p = 5.0 \cdot 10^{-9} ***$

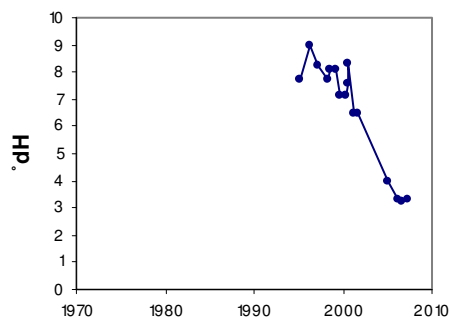
Götlunda Pesticider


 $\tau = 0.41, p = 0.27 \text{ (e.s.)}$

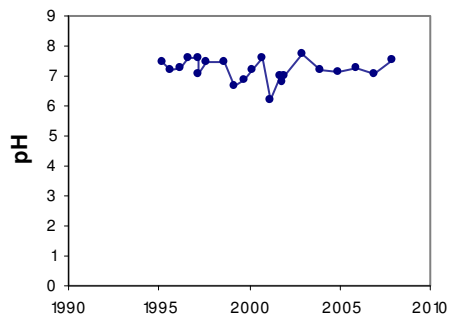
Götlunda Fluorid (F)


 $\tau = -0.013, p = 0.94 \text{ (e.s.)}$

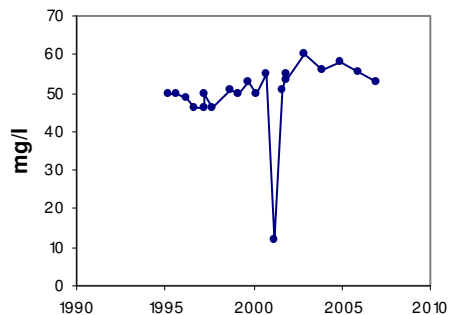
Götlunda Hårdhet dH


 $\tau = -0.56, p = 0.023 *$

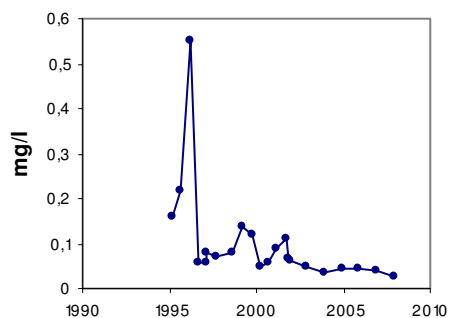
Viksviken pH

 $\tau = -0.11, p = 0.51$ (e.s.)

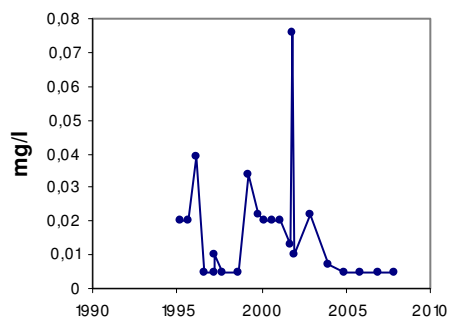
Viksviken Alkalinitet

 $\tau = 0.54, p = 0.00097$ ***

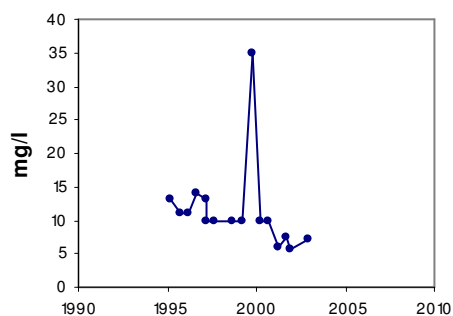
Viksviken Fe

 $\tau = -0.57, p = 0.00024$ ***

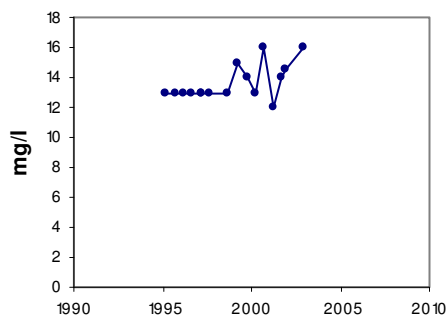
Viksviken Mn

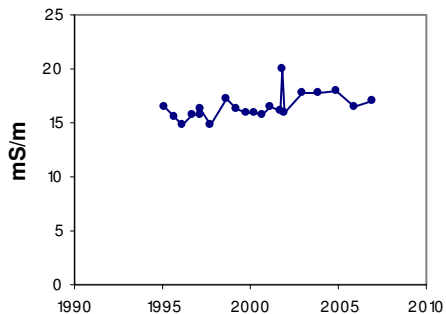
 $\tau = -0.23, p = 0.17$ (e.s.)

Viksviken SO4

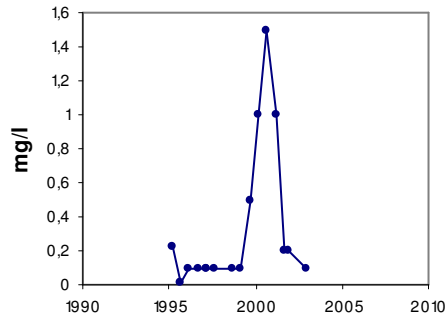
 $\tau = -0.62, p = 0.0016$ **

Viksviken Klorid

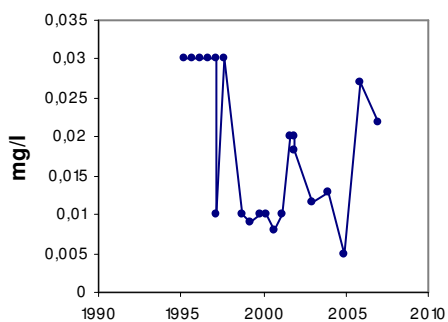
 $\tau = 0.44, p = 0.031$ *

Viksviken konduktivitet

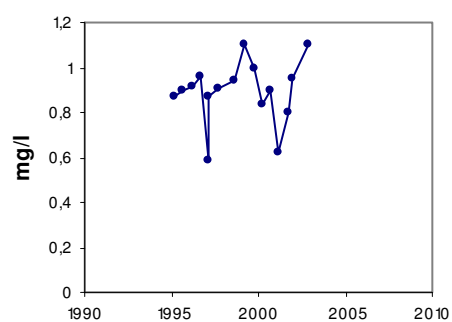
$\tau = 0.44, p = 0.0070^{**}$

Viksviken NO₃-N

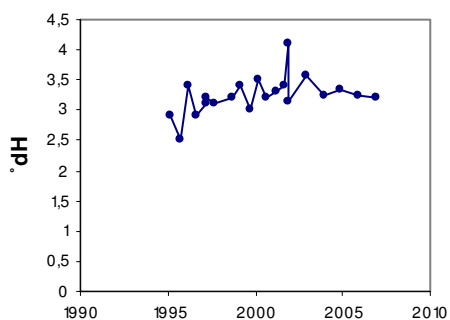
$\tau = 0.37, p = 0.073$ (e.s.)

Viksviken NH₄-N

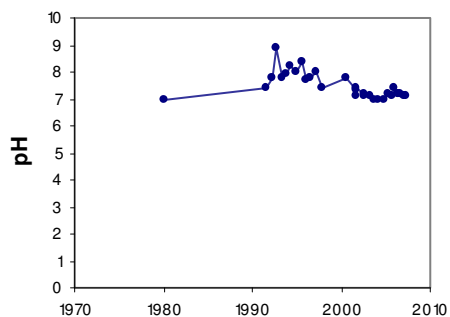
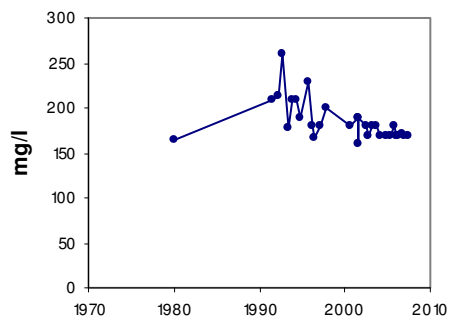
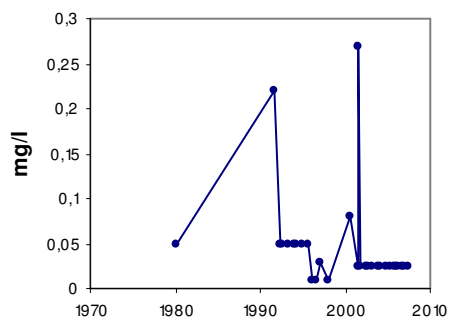
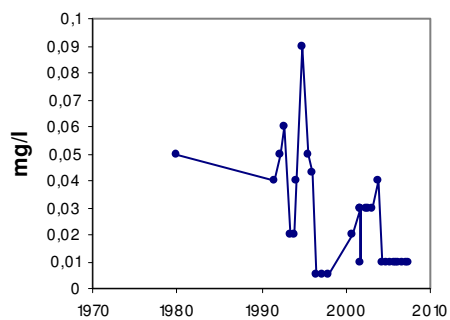
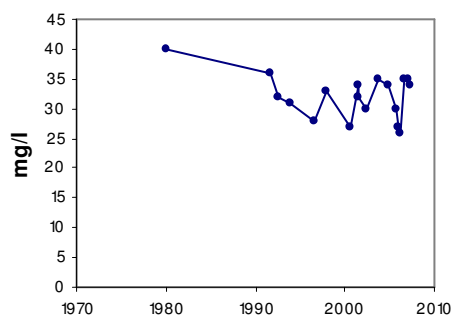
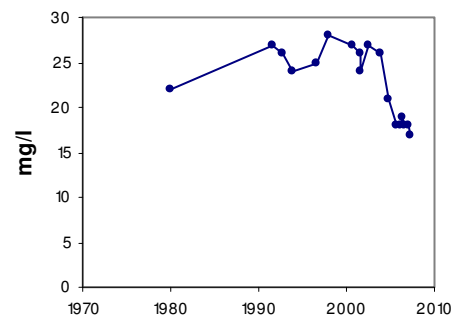
$\tau = -0.25, p = 0.13$ (e.s.)

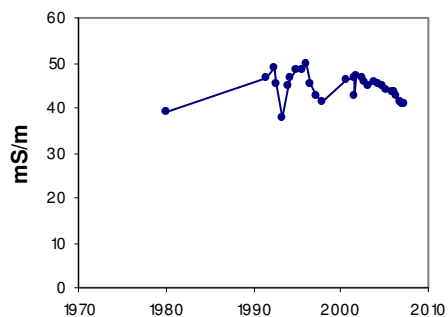
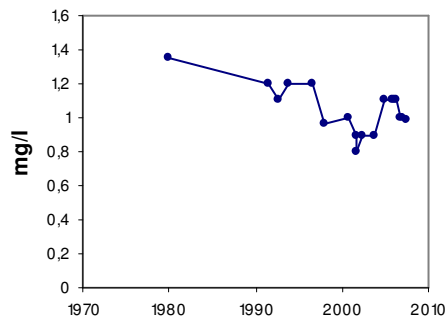
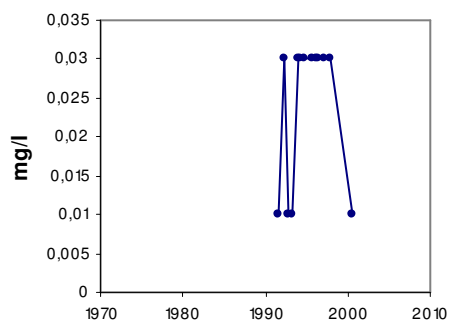
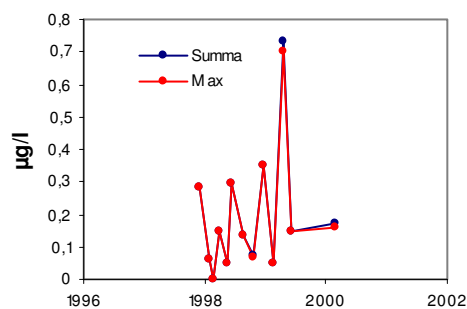
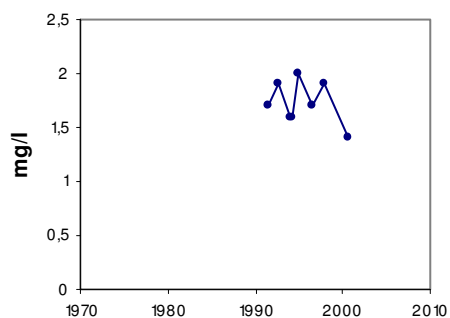
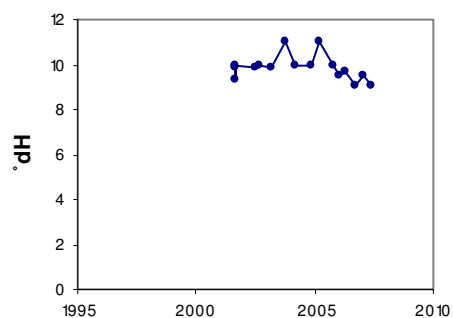
Viksviken Fluorid

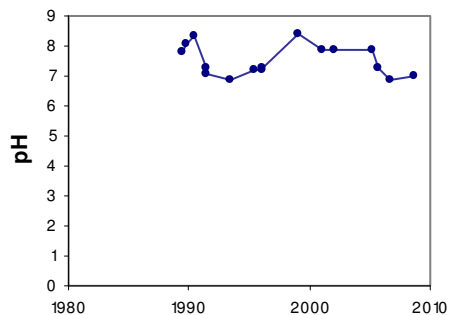
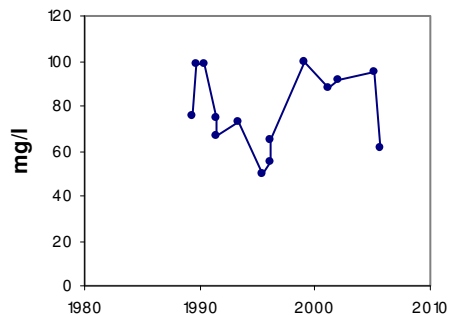
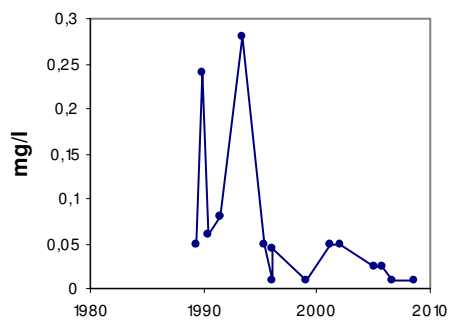
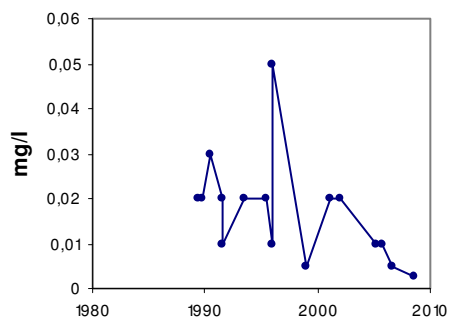
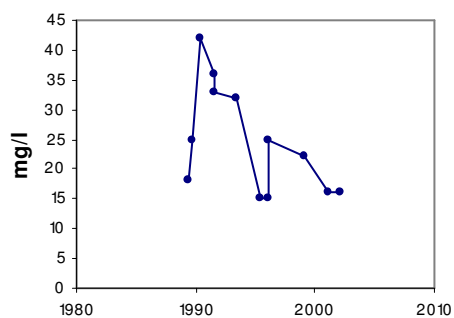
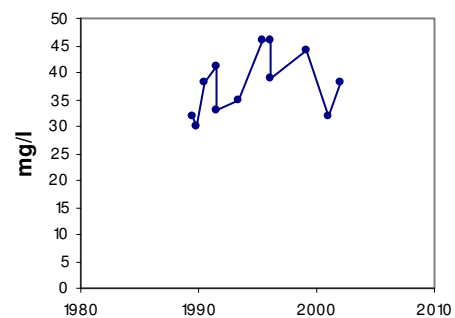
$\tau = 0.13, p = 0.53$ (e.s.)

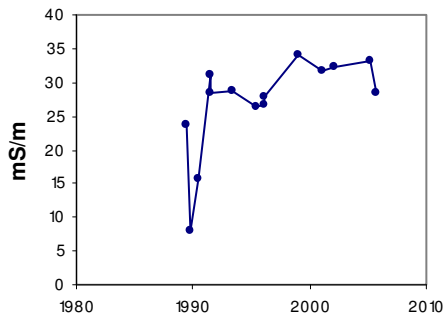
Viksviken Hårdhet dH

$\tau = 0.38, p = 0.021^{*}$

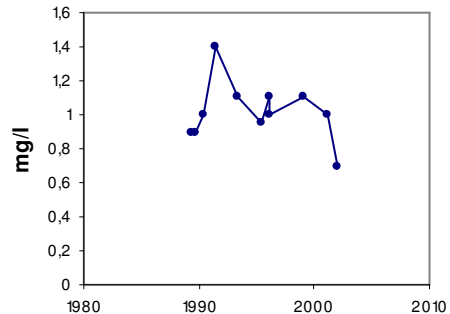
Kolbäck pH $\tau = -0.47, p = 0.00054 ***$ **Kolbäck Alkalinitet** $\tau = -0.42, p = 0.0018 **$ **Kolbäck Fe** $\tau = -0.41, p = 0.0041 **$ **Kolbäck Mn** $\tau = -0.42, p = 0.0022 **$ **Kolbäck SO4** $\tau = -0.11, p = 0.57 \text{ (e.s.)}$ **Kolbäck Klorid** $\tau = -0.55, p = 0.0024 **$

Kolbäck konduktivitet
 $\tau = -0.35, p = 0.0067^{**}$
Kolbäck NO₃-N
 $\tau = -0.32, p = 0.082 \text{ (e.s.)}$
Kolbäck NH₄-N
 $\tau = 0.26, p = 0.32 \text{ (e.s.)}$
Kolbäck Pesticider
 $\tau = 0.26, p = 0.017^{*}$
Kolbäck Fluorid
 $\tau = -0.11, p = 0.80 \text{ (e.s.)}$
Kolbäck Hårdhet dH
 $\tau = -0.25, p = 0.21 \text{ (e.s.)}$

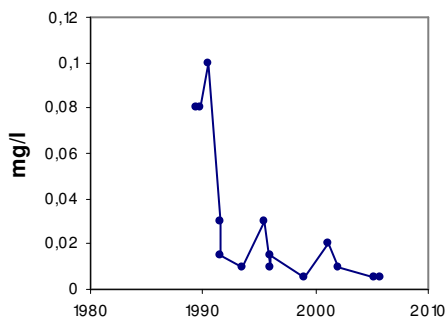
Skottbacken pH $\tau = -0.16, p = 0.44$ (e.s.)**Skottbacken Alkalinitet** $\tau = -0.088, p = 0.70$ (e.s.)**Skottbacken Fe** $\tau = -0.55, p = 0.0051$ ****Skottbacken Mn** $\tau = -0.50, p = 0.015$ ***Skottbacken SO4** $\tau = -0.39, p = 0.097$ (e.s.)**Skottbacken Klorid** $\tau = 0.26, p = 0.27$ (e.s.)

Skottbacken konduktivitet

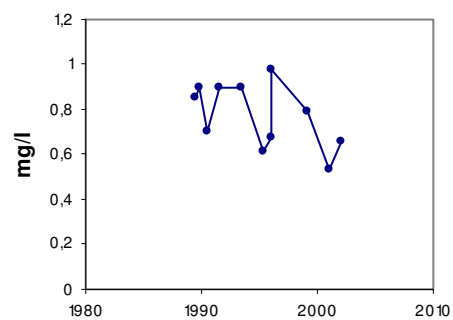
$\tau = 0.50, p = 0.016 *$

Skottbacken NO₃-N

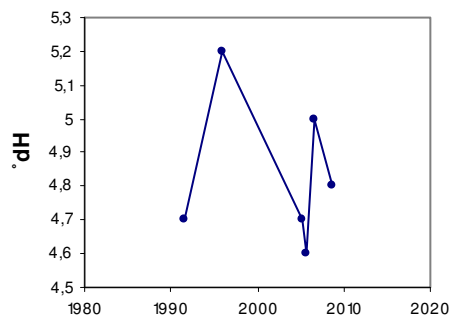
$\tau = 0.039, p = 0.94$ (e.s.)

Skottbacken NH₄-N

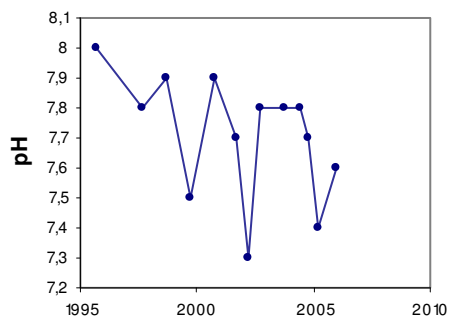
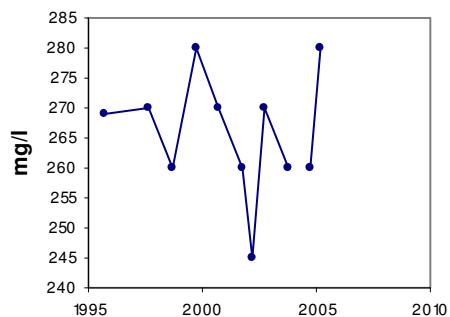
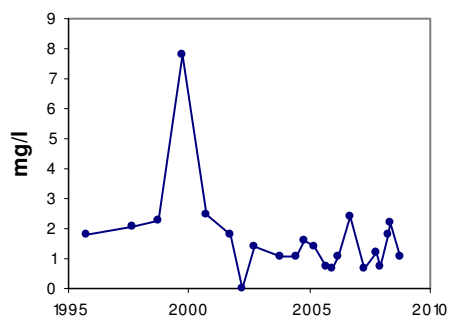
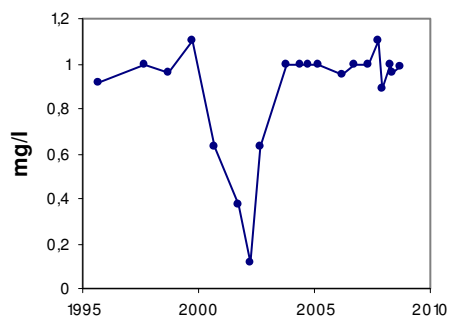
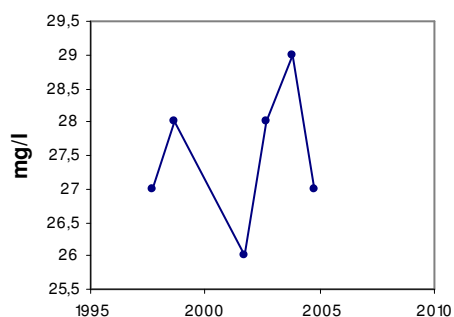
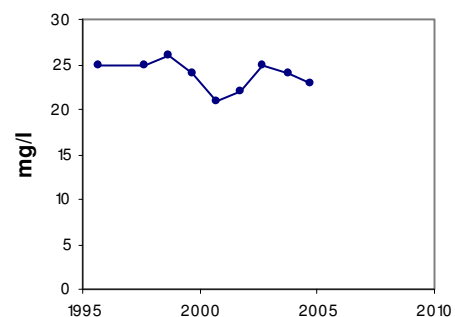
$\tau = -0.67, p = 0.0015 **$

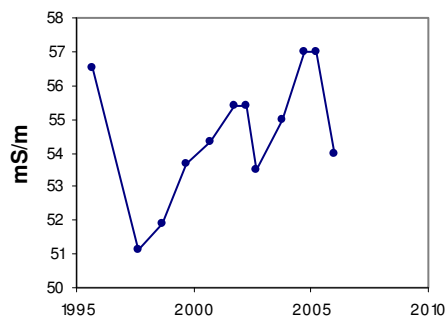
Skottbacken Fluorid

$\tau = -0.30, p = 0.24$ (e.s.)

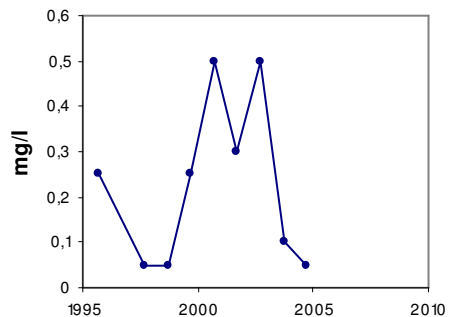
Skottbacken Hårdhet dH

$\tau = 0, p = 1$ (e.s.)

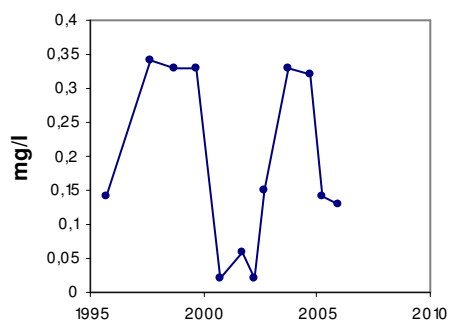
Himmeta pH $\tau = -0.43, p = 0.054$ (e.s.)**Himmeta Alkalinitet** $\tau = -0.060, p = 0.87$ (e.s.)**Himmeta Fe** $\tau = -0.24, p = 0.13$ (e.s.)**Himmeta Mn** $\tau = 0.14, p = 0.42$ (e.s.)**Himmeta SO4** $\tau = 0.22, p = 0.70$ (e.s.)**Himmeta Klorid** $\tau = -0.35, p = 0.24$ (e.s.)

Himmeta konduktivitet

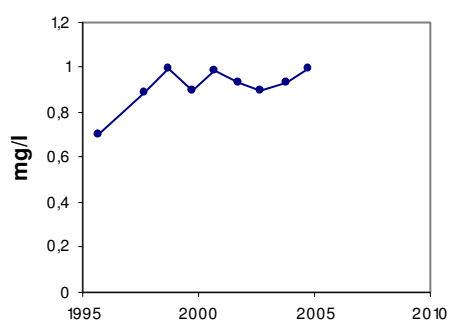
$\tau = 0.34, p = 0.15$ (e.s.)

Himmeta NO3-N

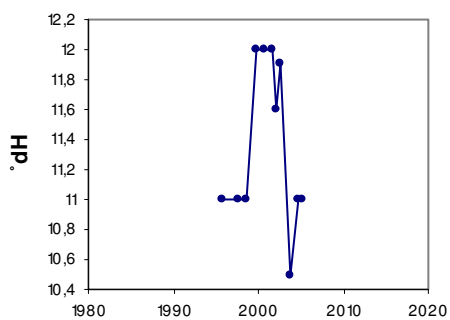
$\tau = 0.090, p = 0.83$ (e.s.)

Himmeta NH4-N

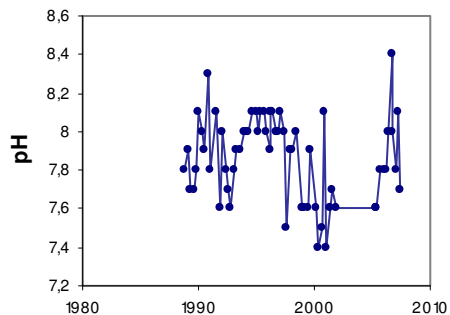
$\tau = -0.21, p = 0.40$ (e.s.)

Himmeta Fluorid

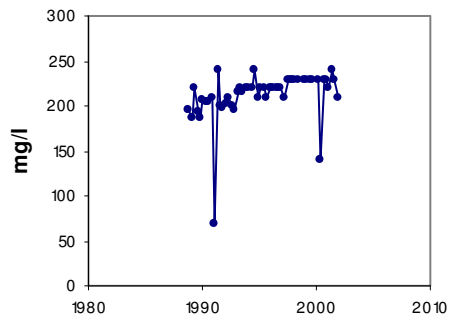
$\tau = 0.44, p = 0.14$ (e.s.)

Himmeta Hårdhet dH

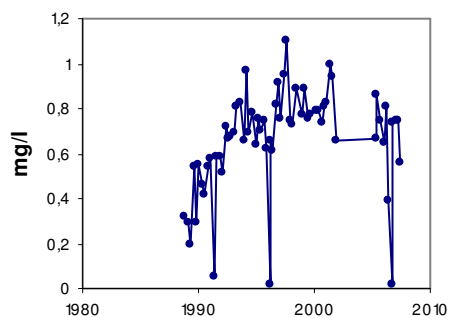
$\tau = -0.13, p = 0.68$ (e.s.)

Karbenning pH

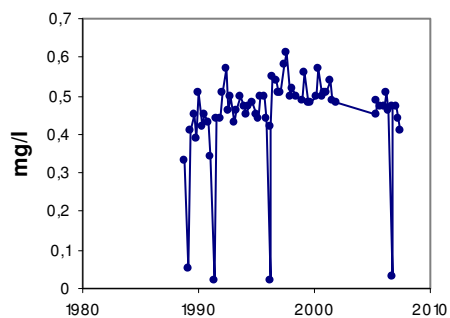
$\tau = -0.11, p = 0.25$ (e.s.)

Karbenning Alkalinitet

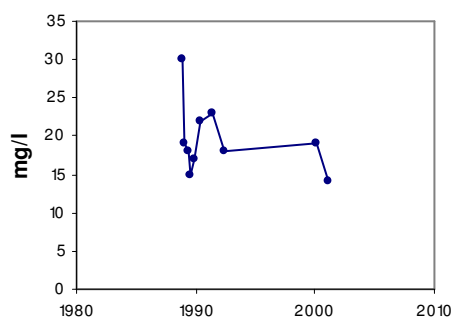
$\tau = 0.55, p = 5.0 \cdot 10^{-8}$ ***

Karbenning Fe

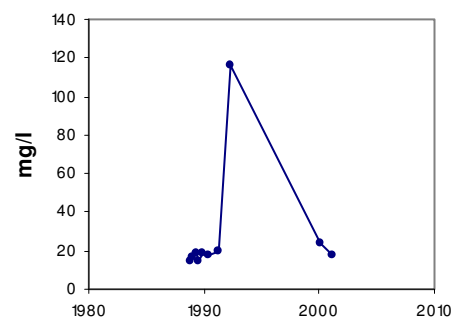
$\tau = 0.34, p = 9.7 \cdot 10^{-5}$ ***

Karbenning Mn

$\tau = 0.20, p = 0.022$

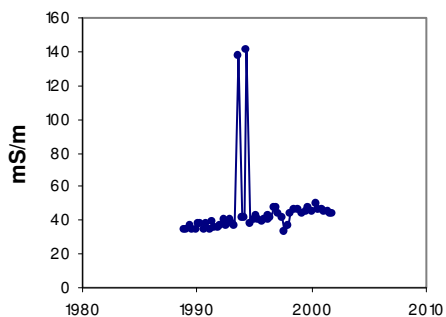
Karbenning SO4

$\tau = -0.25, p = 0.37$ (e.s.)

Karbenning Klorid

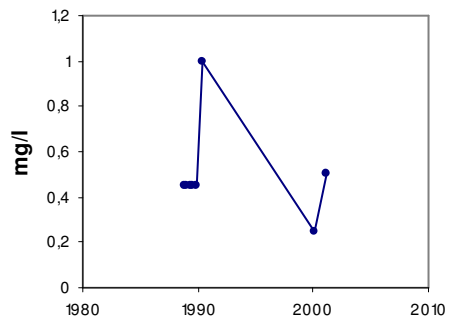
$\tau = 0.51, p = 0.057$ (e.s.)

Karbenning konduktivitet



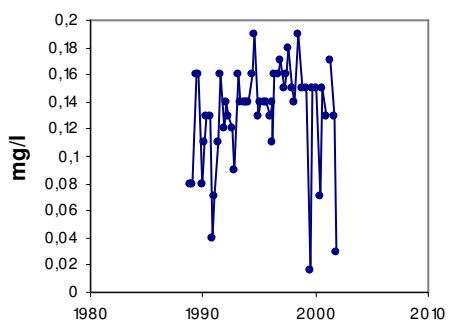
$$\tau = 0.57, p = 3.9 \cdot 10^{-9} ***$$

Karbenning NO3-N



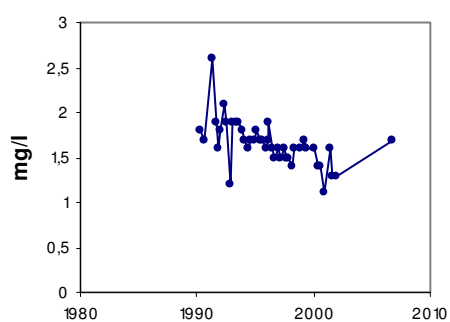
$$\tau = 0.18, p = 0.67 \text{ (e.s.)}$$

Karbenning NH4-N

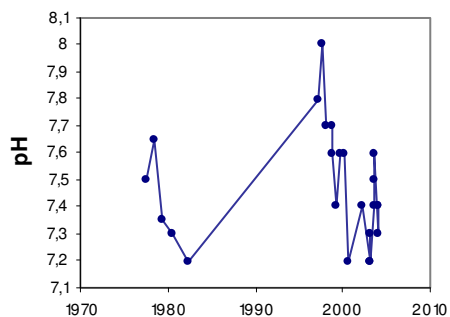


$$\tau = 0.23, p = 0.026 \text{ (e.s.)}$$

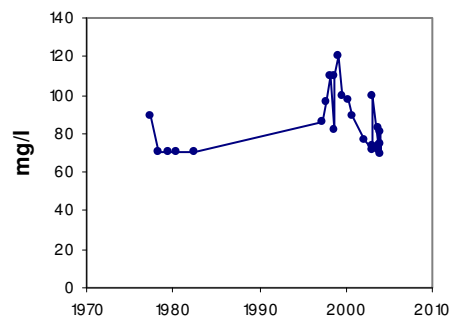
Karbenning Fluorid



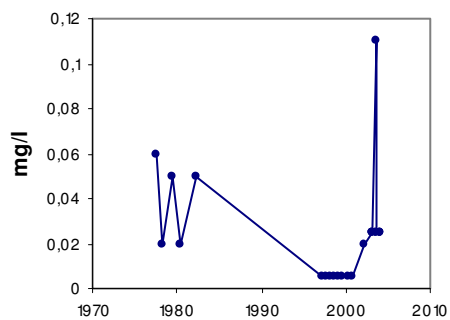
$$\tau = -0.59, p = 2.5 \cdot 10^{-7} ***$$

Knipkällan pH

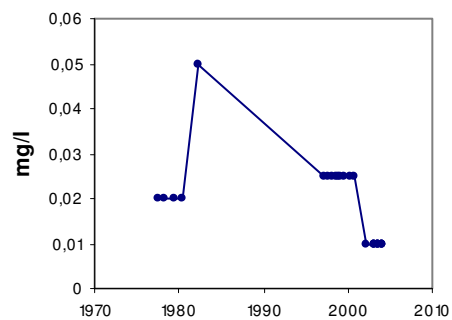
$\tau = -0.23$, $p = 0.15$ (e.s.)

Knipkällan Alkalinitet

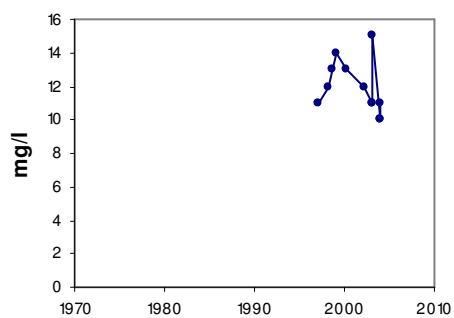
$\tau = -0.056$, $p = 0.73$ (e.s.)

Knipkällan Fe

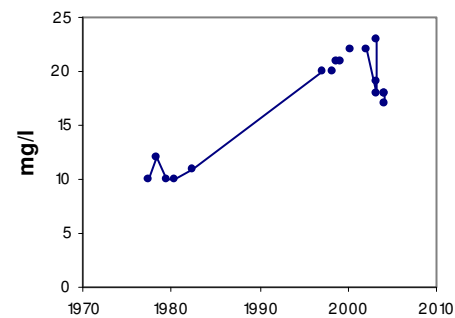
$\tau = 0.18$, $p = 0.298$ (e.s.)

Knipkällan Mn

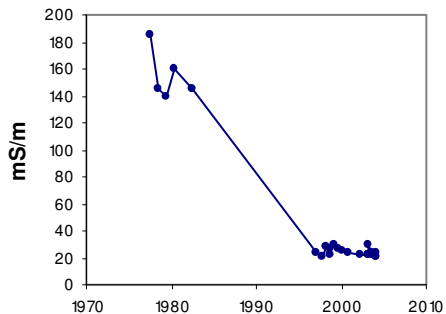
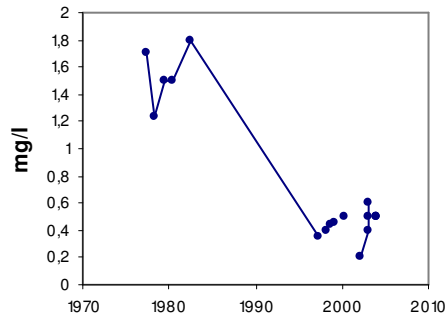
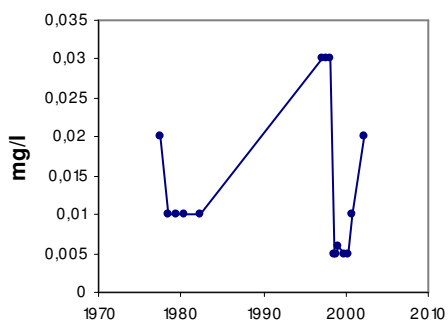
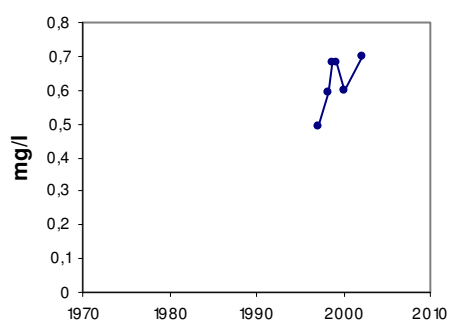
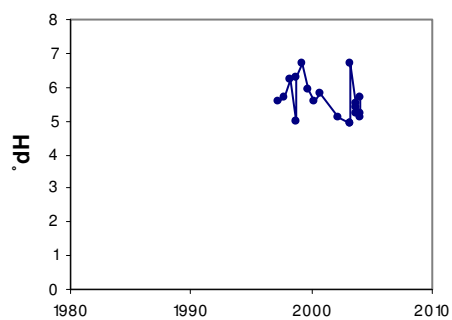
$\tau = -0.48$, $p = 0.0039$ **

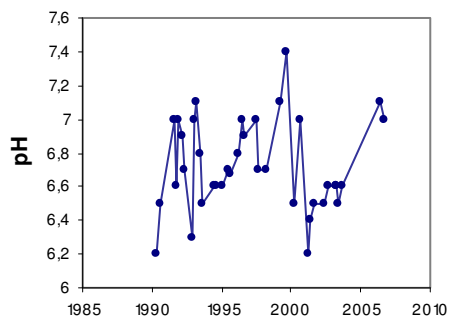
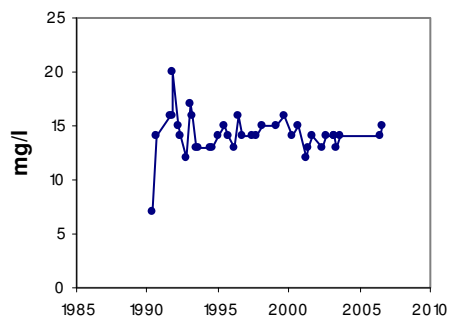
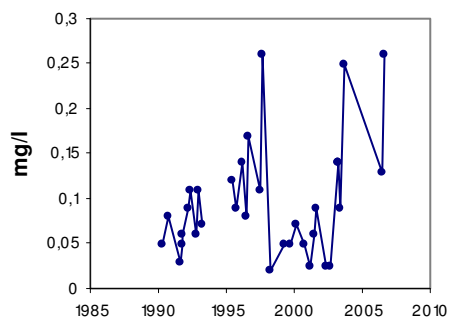
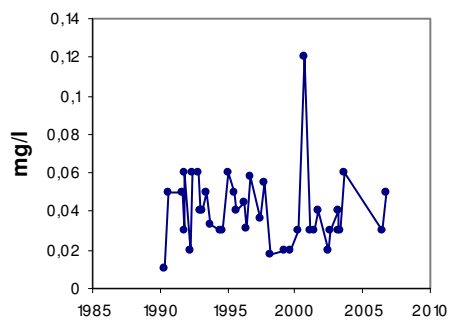
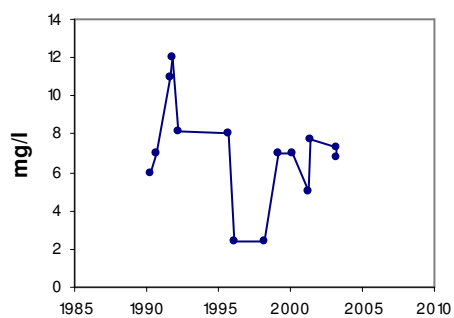
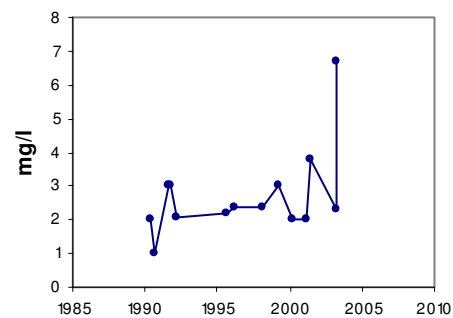
Knipkällan SO4

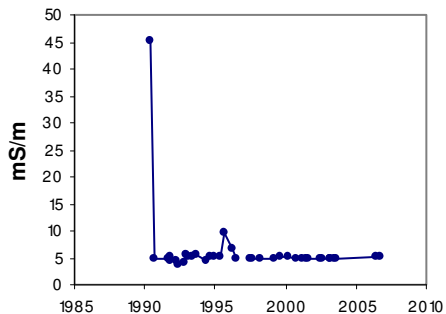
$\tau = -0.31$, $p = 0.20$ (e.s.)

Knipkällan Klorid

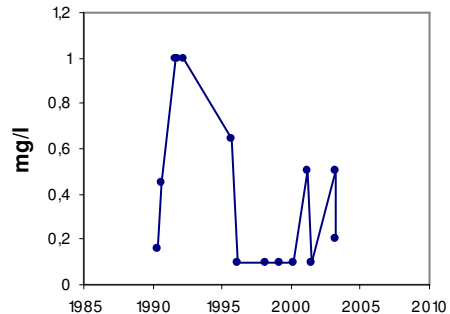
$\tau = 0.36$, $p = 0.056$ (e.s.)

Knipkällan konduktivitet $\tau = -0.55, p = 0.00021$ *****Knipkällan NO3-N** $\tau = -0.18, p = 0.36$ (e.s.)**Knipkällan NH4-N** $\tau = -0.22, p = 0.30$ (e.s.)**Knipkällan Fluorid** $\tau = 0.69, p = 0.085$ (e.s.)**Knipkällan Hårdhet dH** $\tau = 0.064, p = 0.69$ (e.s.)

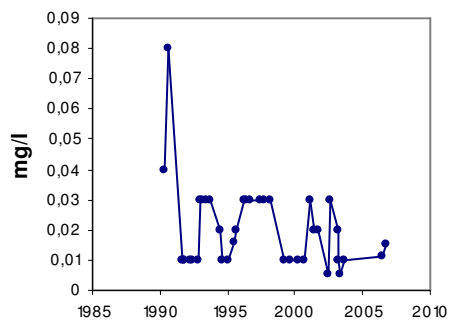
Riddarhyttan pH $\tau = 0.28, p = 0.020 *$ **Riddarhyttan Alkalinitet** $\tau = 0.16, p = 0.20 \text{ (e.s.)}$ **Riddarhyttan Fe** $\tau = -0.0020, p = 1 \text{ (e.s.)}$ **Riddarhyttan Mn** $\tau = 0.033, p = 0.79 \text{ (e.s.)}$ **Riddarhyttan SO4** $\tau = 0.056, p = 0.83 \text{ (e.s.)}$ **Riddarhyttan Klorid** $\tau = 0.21, p = 0.35 \text{ (e.s.)}$

Riddarhyttan konduktivitet

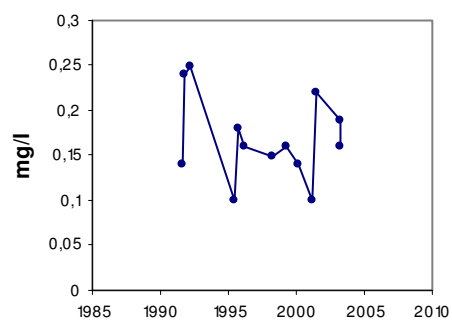
$\tau = 0.11$, $p = 0.35$ (e.s.)

Riddarhyttan NO₃-N

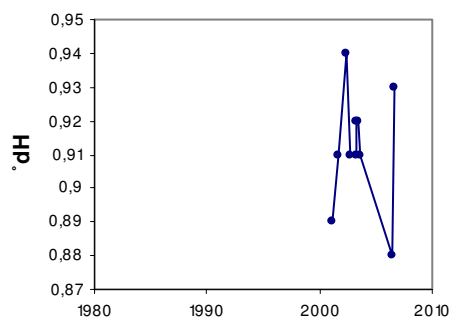
$\tau = -0.39$, $p = 0.070$ (e.s.)

Riddarhyttan NH₄-N

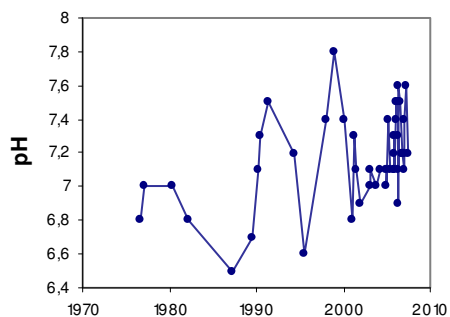
$\tau = 0.073$, $p = 0.56$ (e.s.)

Riddarhyttan Fluorid

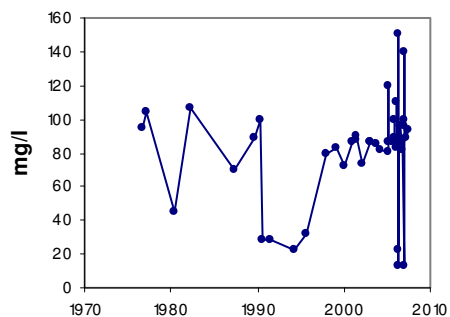
$\tau = 0.040$, $p = 0.90$ (e.s.)

Riddarhyttan Hårdhet dH

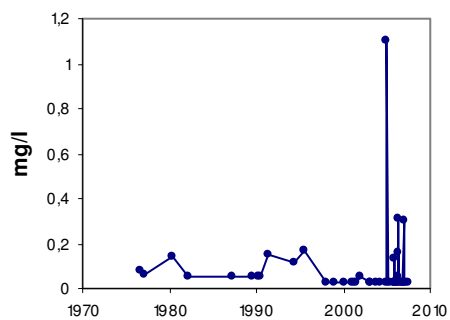
$\tau = 0.15$, $p = 0.64$ (e.s.)

Rävnäs pH

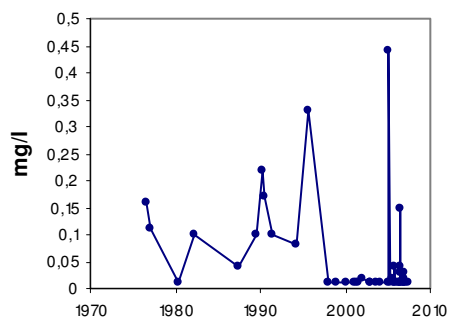
$\tau = 0.34, p = 0.0015^{**}$

Rävnäs Alkalinitet

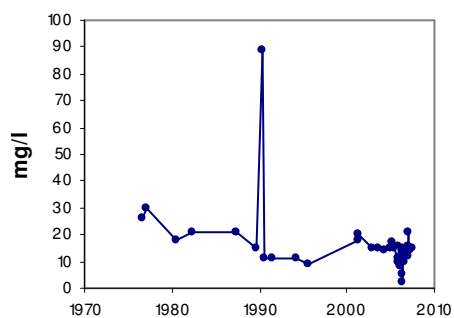
$\tau = 0.17, p = 0.11$ (e.s.)

Rävnäs Fe

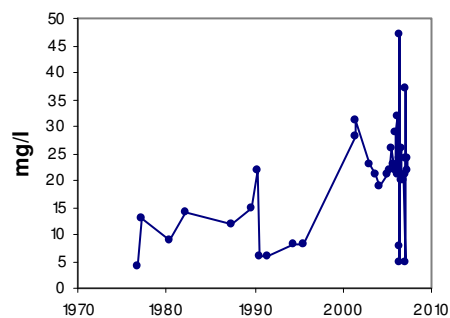
$\tau = -0.29, p = 0.011^{*}$

Rävnäs Mn

$\tau = -0.30, p = 0.0077^{**}$

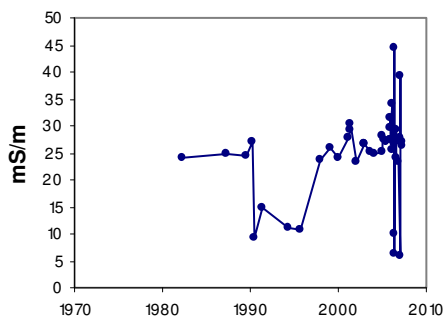
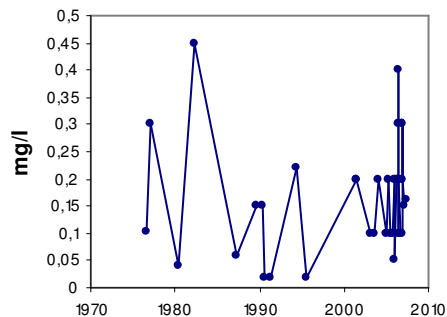
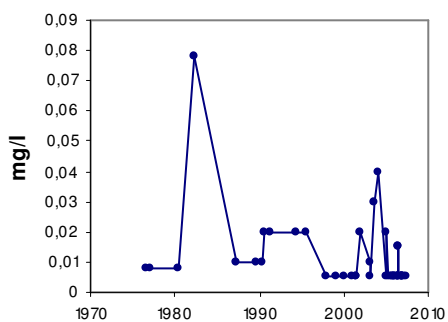
Rävnäs SO4

$\tau = -0.26, p = 0.026^{*}$

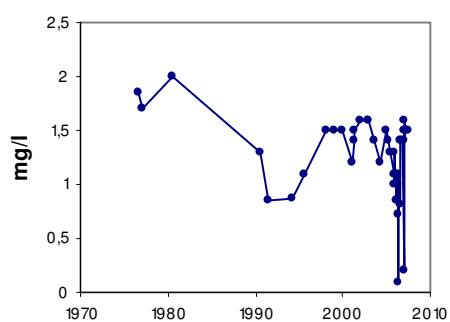
Rävnäs Klorid

$\tau = 0.28, p = 0.014^{*}$

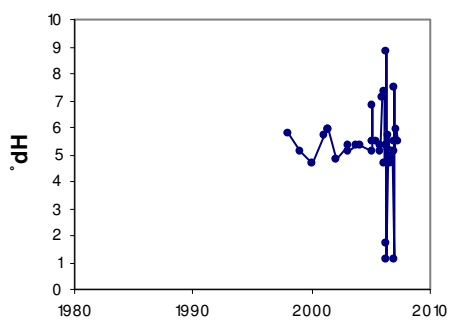
Rävsnäs konduktivitet

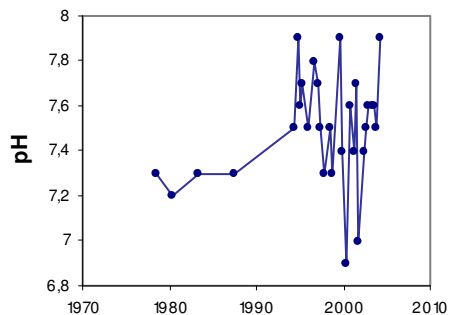
 $\tau = 0.21, p = 0.047 *$ Rävsnäs NO₃-N $\tau = 0.18, p = 0.15 \text{ (e.s.)}$ Rävsnäs NH₄-N $\tau = -0.39, p = 0.00077 \text{ (e.s.)}$

Rävsnäs Fluorid

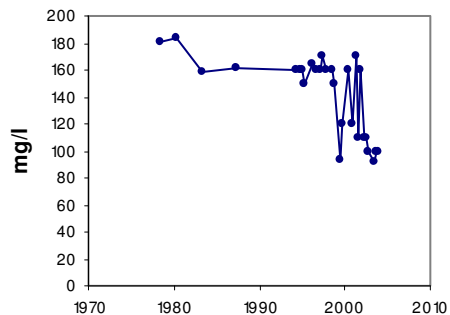
 $\tau = -0.21, p = 0.070 \text{ (e.s.)}$

Rävsnäs Hårdhet dH

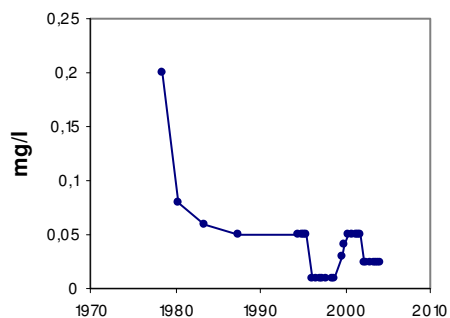
 $\tau = -0.0074, p = 0.96 \text{ (e.s.)}$

Ansta pH

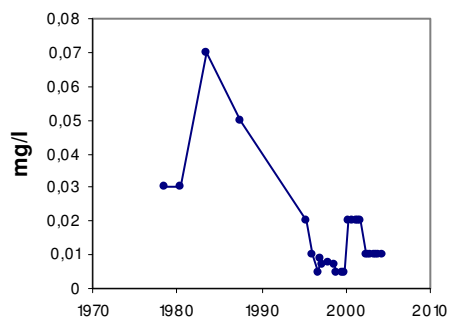
$\tau = 0.16, p = 0.26$ (e.s.)

Ansta Alkalinitet

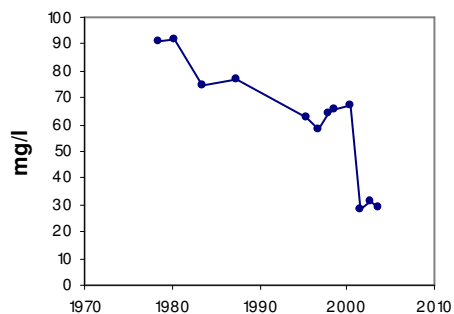
$\tau = -0.57, p = 5.5 \cdot 10^{-5}$ ***

Ansta Fe

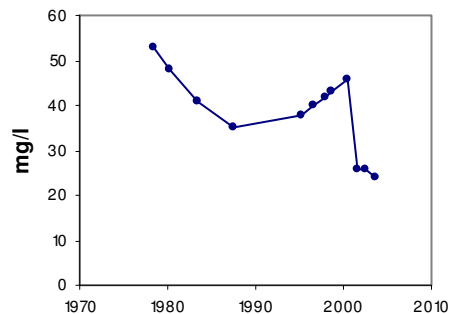
$\tau = -0.28, p = 0.051$ *

Ansta Mn

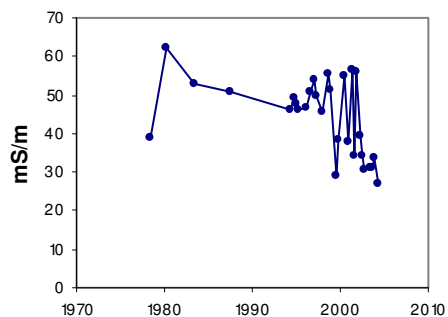
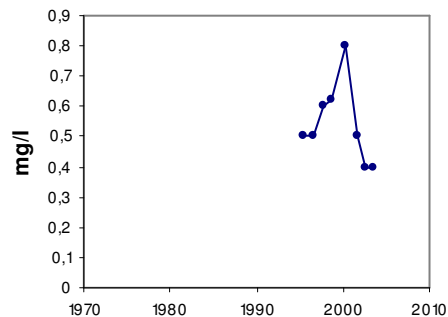
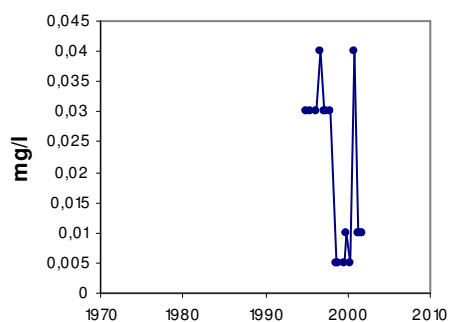
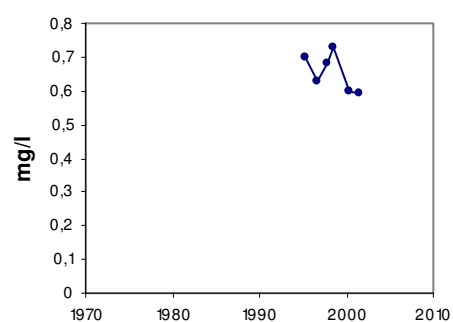
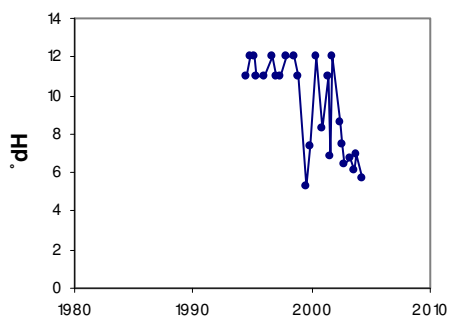
$\tau = -0.18, p = 0.23$ (e.s.)

Ansta SO4

$\tau = -0.61, p = 0.0075$ **

Ansta Klorid

$\tau = -0.44, p = 0.054$ (e.s.)

Ansta konduktivitet $\tau = -0.38, p = 0.0046^{**}$ **Ansta NO3-N** $\tau = -0.23, p = 0.52 \text{ (e.s.)}$ **Ansta NH4-N** $\tau = -0.32, p = 0.12 \text{ (e.s.)}$ **Ansta Fluorid** $\tau = -0.47, p = 0.26 \text{ (e.s.)}$ **Ansta Hårdhet dH** $\tau = -0.56, p = 0.020^{*}$

Ingår i Länsstyrelsens rapportserie
ISSN 0284 - 8813

Har du frågor, önskar fler exemplar m m, kontakta
Länsstyrelsen i Västmanlands län 721 86 Västerås

Tel 021-19 50 00 | Fax 021-19 51 35 | E-post länsstyrelsen@u.lst.se
www.vastmanland.lst.se