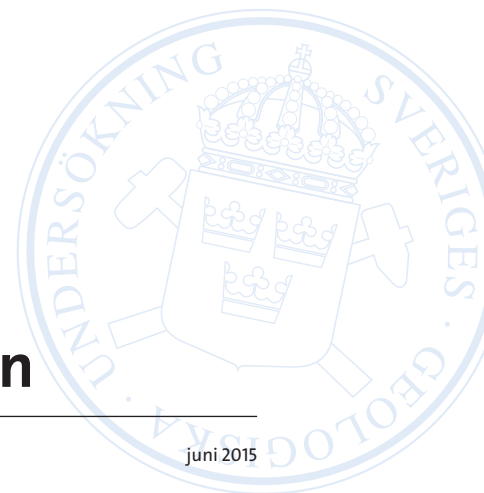


LÄGESRAPPORT

# Skogsbranden i Västmanland – miljöövervakning av grundvatten

Kajsa Bovin & Magdalena Thorsbrink



SGU-rapport 2015:25

Diarie-nr: 314-1979/2014



**SGU**

Sveriges geologiska undersökning  
Geological Survey of Sweden

Omslagsbild: Brandnäva. Foto: Kajsa Bovin.

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-17 90 00  
fax: 018-17 92 10  
e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

## INNEHÅLL

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>6</b>
Branden i Västmanland .....	6
Miljöövervakning av grundvatten och ytvatten .....	7
Påverkan på vattenförhållandena vid skogsbrand .....	7
<b>Områdesbeskrivning</b> .....	<b>7</b>
Områdets geologi .....	7
Områdets hydrologi .....	8
Vattenförsörjningen i området .....	8
<b>Metod</b> .....	<b>9</b>
Val av provtagningsplatser .....	9
Rör 1 och 2 .....	11
Rör 3 .....	11
Rör 4 .....	12
Rör 5 .....	12
Enskilda brunnar .....	12
Val av parametrar för vattenprovtagning .....	13
Provhantering i fält och på labb .....	13
Nivåövervakning .....	14
<b>Resultat</b> .....	<b>14</b>
Utförd provtagning .....	14
Grundvattenkvalitet – analysresultat .....	14
Brunn 2 .....	14
Brunn 1 .....	15
Grundvattennivåer .....	15
<b>Diskussion</b> .....	<b>17</b>
<b>Fortsatt arbete</b> .....	<b>17</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>17</b>
<b>Bilaga 1. Parametrar miljöövervakning grundvatten</b> .....	<b>19</b>
<b>Bilaga 2. Lagerföljder från borrning</b> .....	<b>20</b>
<b>Bilaga 3. Fotografier från Öjesjövägen, oktober 2014</b> .....	<b>25</b>
<b>Bilaga 4. Inkomna analysresultat april 2015</b> .....	<b>27</b>



## SAMMANFATTNING

I denna rapport beskrivs det arbete som så här långt utförts för att etablera ett miljöövervakningsprogram för grundvatten med syfte att följa upp effekterna av den stora skogsbranden i Västmanland under 2014. Kunskapen kring hur större skogsbränder påverkar vårt grundvatten är i dagsläget liten. Med denna övervakning hoppas vi möjliggöra en uppföljning av skogsbrandens påverkan på såväl grundvattnets kvantitet som kvalitet som kan stärka kunskapen inom detta område.

Inom projektet har fem grundvattenrör etablerats i brandområdets södra del, varav fyra stycken används för vattenprovtagning och ett för grundvattennivåövervakning. Därtill sker övervakning av grundvattnets kvalitet i tre enskilda brunnar vars omgivning påverkats i olika hög grad av branden. Nivåövervakningen görs med hjälp av en automatisk logger som kontinuerligt mäter grundvattennivåns fluktuationer.

Provtagningen har gjorts i enlighet med den provtagning som görs i samband med SGUs övriga grundvattenövervakning kompletterat med de parametrar som enligt Livsmedelsverket (SLV) mer specifikt kan förväntas förändras kopplat till branden. Därutöver kompletteras provtagningen med en bredare analys av 16 olika polyaromatiska kolväten (PAH'er) med en låg rapporteringsgräns samt analys av kvicksilver.

För de inom projektet analyserade parametrar som ingår i SLVs råd om enskild dricksvattenförsörjning (SLV 2014) har samtliga analysresultat legat under riktvärdena. Några PAH'er har, trots mycket låga rapporteringsgränser, inte påträffats. Summa nitrit- och nitratkväve samt ammonium-kväve var i en av de enskilda brunnarna vid höstens provtagning något högre nu jämfört den vattenanalys som finns tillgänglig från 1979 vilket skulle kunna bero på den stora mängd dött organiskt material som nu lakas ur från området.

Arbetet med övervakningsprogrammet kommer att fortsätta med vattenprovtagning i grundvattenrör och brunnar fyra gånger per år samt kontinuerlig nivåövervakning. Det är också möjligt att provtagningen kommer att utökas med fler provtagningsplatser och fler parametrar. Arbetet kommer vidare att bl.a. innefatta jämförelser med resultaten från ytvattenövervakningen och en fortsatt litteraturstudie.

## INLEDNING

I samband med den stora skogsbranden i Västmanland år 2014 såg Sveriges geologiska undersökning (SGU) det som betydelsefullt att följa upp hur branden påverkat grundvattnet i området och att följa upp hur påverkan förändras över tid. SGU startade därför i september 2014 arbetet med att bygga upp ett övervakningsprogram för grundvatten i området.

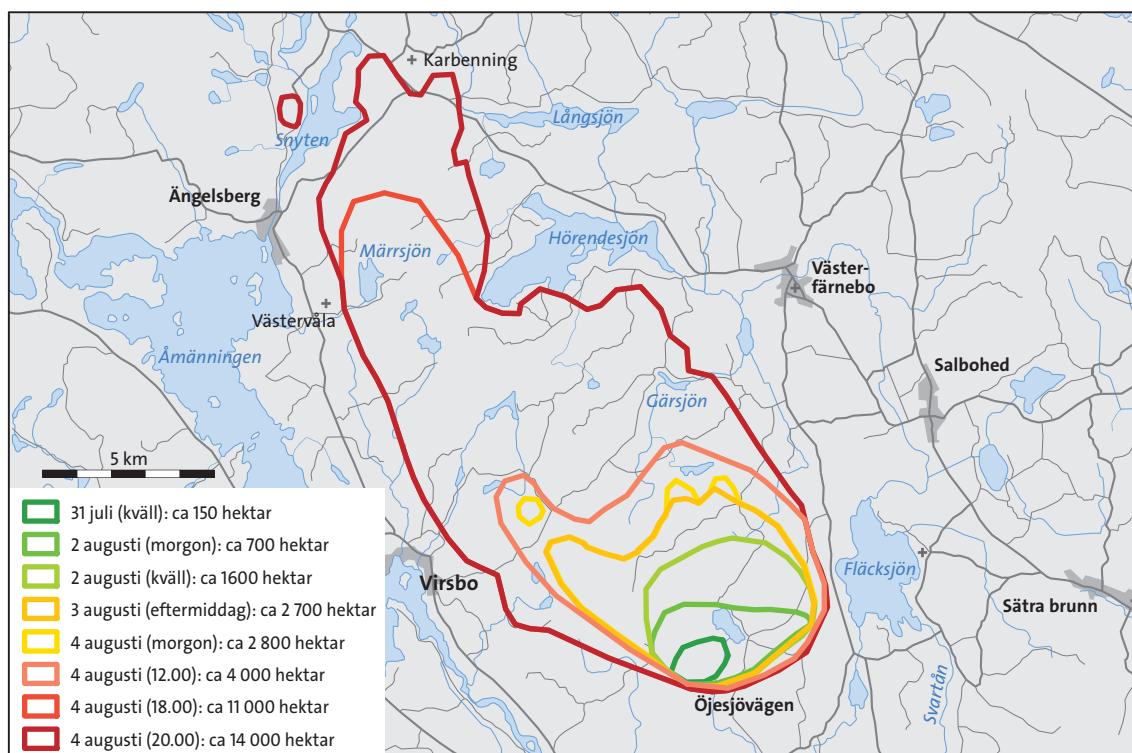
Syftet med övervakningsprogrammet är att undersöka brandens effekter på grundvattnets kvalitet och kvantitet samt i möjligaste mån reflektera över grundvattnets påverkan på ytvattnet. Resultaten från övervakningen ska bl.a. kunna utgöra ett underlag i diskussioner kring påverkan på vattenförsörjningen för de boende i området. Resultaten ska även kunna ge stöd vid liknande händelser i framtiden.

Målet med arbetet är ett driftsatt övervakningsprogram för grundvattenkemi och grundvattnivåer som möjliggör en uppföljning av skogsbrandens påverkan på grundvattnets kvalitet och kvantitet. Därutöver sammanställs de kunskaper, erfarenheter och fakta som legat till grund för utformningen av miljöövervakningsprogrammet.

Denna delrapport redogör för det arbete som genomförts så här långt och de resultat som hittills framkommit.

## Branden i Västmanland

Branden i Västmanland, som är den största skogsbranden i Sverige i modern tid, startade den 31 juli 2014 i ett område nordost om Seglingsberg och spred sig sedan mot nordväst. Brandförloppet var mycket snabbt på grund av torka, högsommarvärme och kraftiga vindar (fig. 1). Den 4 augusti ökade brandområdets storlek till en yta som var fem gånger så stor jämfört med föregående dygn, men därefter spred sig branden inte vidare. Det tog elva dagar innan branden var under kontroll (Länsstyrelsen Västmanlands län 2014).



Figur 1. Brandförloppet och brandområdets storlek vid olika tidpunkter. Den 4 augusti skedde en snabb ökning av brandområdets storlek, men därefter spreds branden inte vidare (Länsstyrelsen Västmanlands län 2014).

## Miljöövervakning av grundvatten och ytvatten

SGU bedriver nationell miljöövervakning av tillståndet i Sveriges grundvatten. Genom övervakningen följs effekterna av försurning, övergödning och nedfall av luftburna metaller på grundvattnet. Mätningarna ger referensunderlag som bland annat kan användas för att följa upp effekterna av olika åtgärder för att minska luftburen miljöpåverkan. Mätstationerna är belägna i områden utan påverkan av lokala föroreningskällor.

Länsstyrelsen ansvarar för regional miljöövervakning av grundvatten inom respektive län och SGU är databasvärd för den information som samlas in inom både den nationella och den regionala miljöövervakningen. Nationell miljöövervakning av ytvatten drivs i regi av Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Även för ytvatten finns regional miljöövervakning i länsstyrelsernas regi. SLU är databasvärd för den information som samlas in inom nationell och regional miljöövervakning av ytvatten.

SLU har fått i uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten (HaV) att följa upp den påverkan som skogsbranden i Västmanland haft på ytvattnet i området. Övervakning görs i flera bäckar och sjöar i och i närheten av brandområdet. Det pågår även provtagning av bland annat botten-sediment och organismer i sjöar och vattendrag.

Det finns väldigt lite information om hur grundvattnet påverkats vid skogsbränder i Sverige på grund av att det tidigare skett mycket få större skogsbränder. Detta var också en av anledningarna till att SGU beslöt sig för att följa upp brandens effekter på grundvattnet. Upprättandet av ett miljöövervakningsprogram för att följa påverkan från en skogsbrand skiljer sig från SGUs nationella miljöövervakning eftersom den nationella miljöövervakningen endast innefattar stationer som är opåverkade av lokala föroreningskällor.

## Påverkan på vattenförhållandena vid skogsbrand

Vid en skogsbrand påverkas vattenförhållandena både vad gäller kvalitet och kvantitet. Påverkan från en skogsbrand kan till stor del liknas vid effekterna från en kalavverkning. I båda fallen leder den kraftiga reduceringen av vegetation till ett mindre vattenupptag och en mindre avdunstning som leder till ökad markfuktighet, stigande grundvattennivåer och ökad avrinning. En skillnad är dock att vid en skogsbrand förstörs även humustäcket vilket gör att det dels blir mindre hålrum i marken som kan magasinera vatten, dels tar längre tid för vegetationen att komma tillbaka i de områden där branden gått djupt ner i marken (Losjö & Alavi 2015).

SMHI bedömer att den årliga medelavrinningen kommer att fördubblas inom de områden som helt ligger inom brandområdet. Även högflöden (HQ10) kommer att öka, men inte procentuellt lika mycket som medelflödena. Med HQ10 avses högflödestopp som teoretiskt statistiskt beräknat inträffar i medeltal en gång på 10 år. Brandens effekt på vattenförhållandena i området kommer att avta med tiden men kommer ändå att finnas kvar under lång tid, 20–50 år. Längst återhämtningstid blir det i de hårdast drabbade delarna av brandområdet eftersom det där har brunnit långt ner i marken (Losjö & Alavi 2015).

## OMRÅDESBESKRIVNING

Området för skogsbranden ligger i Västmanlands län och berör kommunerna Surahammar, Fagersta, Norberg och Sala. Totalt brandhärjades en yta på ca 138 000 ha i höjdområdena mellan orterna Virsbo, Ängelsberg och Västerfärnebo. Större delen av det brandhärjade området bestod av skogsmark.

## Områdets geologi

Överlag i området är jordlagren tunna och berg i dagen är ofta förekommande. Den vanligaste jordarten är morän vilken ofta är blockig i ytan (fig. 2). I de högst belägna områdena centralt i



Figur 2. Kuperad och blockrik terräng längs Öjesjövägen. Foto: Magdalena Thorsbrink.



Figur 3. Högt vattenflöde i en mindre bäck längs Öjesjövägen vid fältbesök den 8 oktober 2014. Foto: Magdalena Thorsbrink.

området återfinns flera torvmarker, och i områdets utkanter finns mindre områden med glacial lera och svallsand. Området ligger i sin helhet under högsta kustlinjen (HK).

Berggrunden i området består huvudsakligen av granit och gnejsgranit med inslag av metabbro och metamafit samt ett antal diabasgångar i nord-sydlig riktning. Större och mindre deformationszoner finns i ett flertal riktningar.

Enligt SGUs Bedömningsgrunder för grundvatten, som utgör ett verktyg för att tolka och värdera insamlade data om grundvatten, ligger brandområdet i den del i Sverige som benämns Mellansvenska sänkan, region E. Denna region omfattar urbergsområden under HK runt de stora mellansvenska sjöarna med relativt svårvittrade berg- och jordarter (SGU 2013). Bedömningsgrunderna utgör i denna studie ett extra värdefullt stöd då det i området endast finns en mindre mängd äldre data som kan användas för jämförande studier. De uppmätta värdena kan istället sättas i relation till vad som är normalt för regionen.

### Områdets hydrologi

Brandområdet ligger på ett höjdområde som utgör vattendelare mellan Kolbäckens och Svartåns avrinningsområden. Brandområdet avvattnas via ett flertal större och mindre vattendrag och berörs av 17 delavrinningsområden enligt SMHI:s databas Svenskt Vattenarkiv från 2012 (SMHI 2015a). Grundvattenbildningen i morän i området är i medeltal ca 255 mm per år (Rodhe m.fl. 2006). De tunna jordtäckena och avsaknaden av vattenförande isälsavlagringar gör att det i området endast finns små uttagsmöjligheter av grundvatten i jordlagren (Wikner m.fl. 1982).

Som en följd av den intensiva branden har vegetationen och förnalagret i stora delar av området helt bränts bort. Avsaknaden av vegetation gör att avrinningen från området temporärt ökat kraftigt. Detta framgick tydligt vid fältbesöket den 8 oktober då vattenföringen var stor i samtliga bäckar och ytliga temporära vattenflöden kunde ses på markytan (fig. 3–5).

### Vattenförsörjningen i området

Inom det drabbade skogsbrandsområdet finns enbart ett fåtal hus och gårdar. Dessa hus har samtliga enskild vattenförsörjning via grävda eller borrhälsbrunnar. Från en av dessa brunnar finns uppgifter från tidigare vattenanalyser.



Figur 4. Ytliga temporära vattenflöden längs Öjesjövägen vid fältbesök den 8 oktober 2014. Foto: Kajsa Bovin.



Figur 5. Vattenflödet i Gärsjöbäcken vid fältbesök den 8 oktober 2015. Foto: Magdalena Thorsbrink.

Utöver detta finns i brandområdets närhet den allmänna vattentäkten i Ängelsberg. Denna utgörs av två bergborrade brunnar som försörjer ca 200 anslutna abonnenter med vatten. Enligt 2010 års uppgifter i Vattentäcksarkivet producerades sammanlagt ca 29 m<sup>3</sup> per dygn i vattentäkten och den bedömda maximala uttagskapaciteten för vattentäkten är 200 m<sup>3</sup> per dygn (SGU 2015). Topografiskt sett ligger båda brunnarna nedströms brandområdet. Närmaste avstånd mellan brunnarna och brandområdet är ca 500 m. Enligt utförda undersökningar kring vattentäkten har flera större sprickzoner identifierats vilka sannolikt bidrar till vattentillförseln i brunnarna. En av dessa zoner tangerar brandområdets utkant vid Stabäck (VIK 1979).

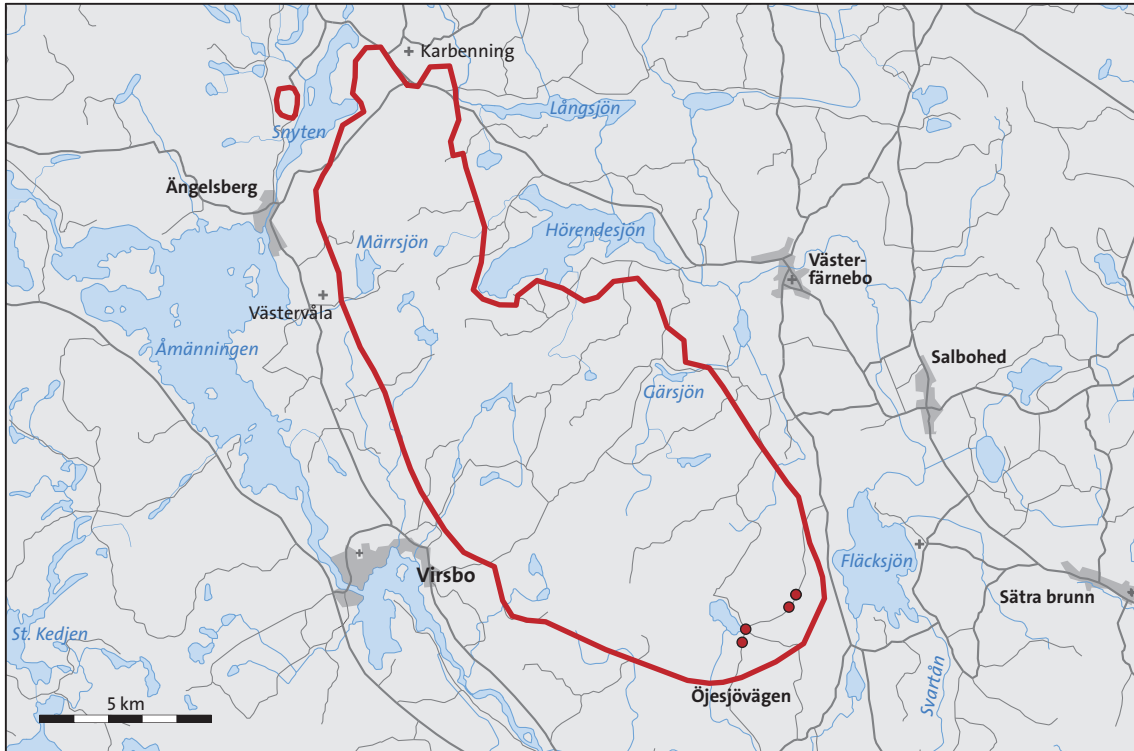
Även söder om brandområdet finns en allmän vattentäkt vid Färmansbo, Seglingsberg. Denna vattentäkt är endast en reservvattentäkt med en uttagsbrunn i berg enligt information i Vattentäcksarkivet (SGU 2015).

## METOD

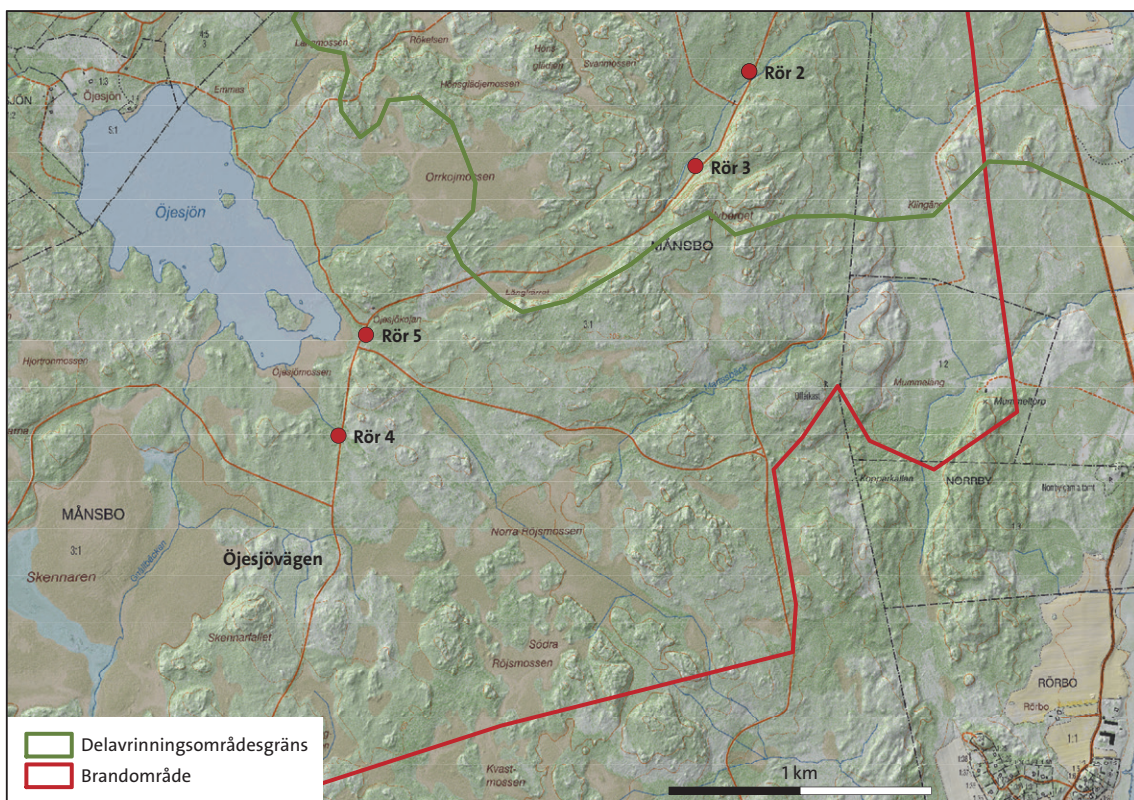
### Val av provtagningsplatser

För att få bättre möjligheter att övervaka grundvattnets kvalitet och kvantitet inom brandområdet etablerades i SGUs regi fem grundvattenrör varav fyra för grundvattenprovtagning och ett för nivåövervakning. Valet av borrhälsplatser begränsades till området i anslutning till Öjesjövägen som passerar igenom brandområdets södra del då det var den enda öppna och säkrade vägen igenom området vid tidpunkten för etableringen (fig. 6).

Förutsättningar som eftersträvades i val av borrhälsplats var dels att respektive punkt skulle ha ett tillrinningsområde som var tydligt brandpåverkat, dels att det på platsen skulle finnas en tillräckligt mäktig vattenmättad zon för att möjliggöra en kontinuerlig övervakning av grundvattnet. Utifrån dessa kriterier och de praktiska möjligheterna i fält etablerades rören på fyra olika platser längs med Öjesjövägen (fig. 7). Vid en av platserna etablerades två rör, ett plaströr för vattenprovtagning och ett järnrör för nivåövervakning (rör 1 och rör 2). Vid övriga punkter etablerades enbart plaströr för vattenprovtagning. I bilaga 3 finns fler fotografier över området kring Öjesjövägen.



Figur 6. Brandområdets utbredning. De blå punkterna visar placeringen för SGUs grundvattenrör längs Öjesjövägen.



Figur 7. Grundvattenrör längs Öjesjövägen.



Figur 8. Rör 1 (plaströr för provtagning) och rör 2 (metallrör för nivåövervakning) vid Öjesjövägen. Träden i närheten var brända i nedre delen av stammarna, men många träd stod fortfarande kvar. Foto: Kajsa Bovin.



Figur 9. Bäck i närheten av rör 1 och rör 2 vid fältbesök den 29 oktober 2014. Foto: Kajsa Bovin.



Figur 10. Etablering av rör 3 vid Öjesjövägen i oktober 2014. Skogen väster om röret stod kvar och var relativt opåverkad av branden. Foto: Kajsa Bovin.

### **Rör 1 och 2**

Rör 1 (plaströr för provtagning) och 2 (metallrör för nivåövervakning) ligger i en liten sänka i ett utströmningsområde (fig. 8). Nära rören finns en mindre bäck (fig. 9) och även flera diken som vid fältbesök hösten 2014 var vattenfyllda. Området är tydligt påverkat av branden och träden kring röret har blivit brända i nedre delen av stammarna. Vid fältbesök hösten 2014 stod många träd fortfarande kvar men det är troligt att de flesta kommer att falla framöver. Jorddjupet på platsen var 3,7 m och lagerföljderna från skruvsonderingen vid etablering av rören visar att den översta metern består av lera följt av silt och siltig morän längre ned (se bilaga 2).

### **Rör 3**

Rör 3 ligger uppströms rör 1 och 2, högre upp på sluttningen (fig. 10). Förhoppningen var att kunna etablera tre rör för provtagning längs sluttningen i en profil men på grund av mycket tunn jordlager gick det inte att borra djupare än till en meter högst upp på höjden. Därför ingår



Figur 11. Rör 4 vid Öjesjövägen. I närheten av röret har många träd fallit. Det är mycket blött på platsen och grundvattennivån ligger i höjd med markytan. Foto: Kajsa Bovin.



Figur 12. Rör 5 längs Öjesjövägen. I rörets närhet var det bränt och sotigt, men skogen öster om röret (i bakgrunden i fotot) stod kvar relativt opåverkad. Foto: Kajsa Bovin.

endast två rör i profilen (rör 1 och rör 3). Väster om rör 3 stod skogen kvar och i delar av området syntes inte många spår av branden. Söder om rör 3 finns berg i dagen och här var det mer bränt (se fotografi i bilaga 3). Jorddjupet vid rör 3 var ca 3,5 m och lagerföljden från borrhningen visar att den översta metern består av sand, följt av lera och morän (se bilaga 2).

#### **Rör 4**

På grund av de tunna jordtäckena på höjden sydväst om rör 3 fick vi etablera återstående två rör längre mot sydväst längs Öjesjövägen. Rör 4 etablerades i ett annat delavrinningsområde, sydväst om Öjesjön. Jorddjupet var även här ganska litet (ca 1,4 m) men vi valde ändå att sätta ett grundvattenrör för att möjliggöra provtagning av ytligt grundvatten. Jordarten på platsen var sandig morän (se bilaga 2). I närheten av röret var marken inte hårt bränd men flera träd hade ramlat (fig. 11). Området är ett ganska flackt utströmningsområde för grundvatten. Nära röret börjar en liten bäck som avrinner mot Öjesjön.

#### **Rör 5**

Ute i fält beslutade vi oss för att etablera det sista grundvattenröret på en inte tidigare rekognoscerad plats. Valet föll på en plats nära Öjesjön, strax nedanför Öjesjökojan, inom samma delavrinningsområde som rör 4. Jorddjupet var 2,5 m på platsen och skruvsonderingen visade på några decimeter lera närmast markytan följt av sandig morän (se bilaga 2). Precis vid röret var det kraftigt bränt och sotigt och flera träd hade ramlat, men öster om röret stod skogen kvar och såg relativt opåverkad ut (fig. 12).

#### **Enskilda brunnar**

Som ett komplement till rören identifierades också en grävd brunn vid Öjesjökojan, belägen i södra änden av Öjesjön, som möjlig provtagningspunkt och medgivande erhöles senare för provtagning.

Av olika orsaker etablerades tidigt i arbetet också en kontakt med två fastighetsägare med fastigheter i närheten av Gärsjön i brandområdets östra del en bit norrut i området (fig. 6). Den ena fastigheten ligger inom brandområdet (Brunn 1) och dess byggnader är totalt nedbrända. Den andra fastigheten ligger strax utanför brandområdet (Brunn 2). En fördel med dessa två

fastigheter var att de ligger i relativt nära anslutning till en av SLUs provtagningspunkter vid Gärsjöbäcken vilket möjliggör en jämförelse mellan grund- och ytvattenprovtagning. Det gjorde att vi valde att inkludera dessa två fastigheter i provtagningen. Vid Brunn 1 fanns det en grundvattenanalys från 1979 som möjliggjorde jämförelse av analysdata.

### **Val av parametrar för vattenprovtagning**

För att få en generell bild av grundvattnets kvalitet och för att möjliggöra jämförelser med vattenprovtagning i SGUs nationella grundvattenövervakning så analyserades vattenprover från samtliga utvalda platser med samma metod och parameteruppsättning som tillämpas i SGUs miljöövervakning. En förteckning över dessa parametrar finns i Bilaga 1.

För att följa upp de ämnen som mer specifikt kan förväntas förändras kopplat till brandförloppet följdes SLVs rekommendationer som riktar sig till dricksvattenproducenter med anledning av branden (SLV 2014a). Dessa innebar att provtagningen kompletterades med analys av bens(a)pyren, cyanid, kvicksilver, barium och PAH summa 4 [benso(b+k)fluoranten, benso(ghi)perylen, indeno(1,2,3-cd)pyren, benso(a)pyren]. Även turbiditet fanns med i rekommendationen men valdes bort i denna studie. Prov för kvicksilveranalys skickades till laboratoriet på IVL (Svenska miljöinstitutet) och prov för analys av parametrarna barium, benso(a)pyren och cyanid skickades till laboratoriet Alcontrol som erbjöd ett s.k. brandpaket innefattande dessa parametrar (Alcontrol 2015). Med hjälp av Alcontrol utfördes även analyserna av PAHer, dels summa 4 motsvarande SLVs rekommendation, dels en bredare analys med låg rapporteringsgräns (<10 ng/l för enskilda parametrar) som inkluderade 16 olika PAHer. I arbetet med brandbekämpning har man i vissa delar av brandområdet nyttjat brandskummet X-fog. De brunnar och rör som ingår i detta provtagningsprogram, så som det ser ut nu, ligger dock inte inom de områden som kan ha påverkats av användningen av X-fog (SLV 2014b). Därför har vi i provtagningen inte sökt efter de ämnen som är kopplade till brandsläckningsmedlet.

### **Provhantering i fält och på labb**

De prover som fram till nu analyserats vid SLU har hanterats enligt de metoder som används inom den nationella miljöövervakningen vilket innebär följande: Vattenprovet för analys av metaller (Fe, Mn, Ca, K, Mg, Na, Al, As, Pb, Cd, Zn, Ni, Co, V, Cr och Cu) har i fält filtreras med 0,45 µm-filter. De prover som analyseras avseende anjoner (sulfat, klorid och fluorid), TOC, NH<sub>4</sub>-N och PO<sub>4</sub>-P har filtreras med 5 µm-filter. Övriga prover (pH, konduktivitet, alkalinitet/aciditet, tot-P, tot-N, Si, NO<sub>3</sub>-NO<sub>2</sub>) har inte filtrerats. I det framtida arbetet med provtagningen i brandområdet kommer metoden att kompletteras genom att vi låter analysera metaller på både filtrerade och ofiltrerade prover för att på så vis få en totalanalys inkluderat även partikelbundna metaller. Partikelburen transport av metaller och PAHer kopplat till bränder har bland annat studerats i ett projektarbete och ett examensarbete vid Uppsala universitet (Eskebaek 2015, Iverfelt 2014). Genom en dubbelprovtagning med filtrerade och ofiltrerade prover är ambitionen att få underlag för att bedöma effekten av den partikelburna transporten i detta område.

Inför analys av PAH har provtagning skett utan filtrering i fält. På laboratoriet har proverna skakats innan extraktion för att få ett så representativt delprov som möjligt inklusive partiklar. PAH-analyserna har sedan gjorts med olika typer av vätskeextraktioner beroende på metod, dels normal vätskeextraktion på skakbord, dels med kontinuerlig vätskeextraktion. Vid kontinuerlig extraktion fås generellt ett högre utbyte än den vanliga. Detta kompenseras med isotopmärkta internstandarder så att korrekt haltbestämning erhålls oavsett metod. Det innebär alltså att även om en del PAHer fastnar på partiklar så kommer motsvarande interstandard också att fastna i samma utsträckning och kompensera för förlusten.

## Nivåövervakning

Då skogsbranden inneburit att vegetationen helt eller delvis försvunnit i området är det av intresse att följa hur detta påverkar grundvattennivåerna. I slutet av oktober 2014 installerades därför en tryckgivare för automatisk registrering av grundvattennivån i ett av rören längs Öjesjövägen (rör 2). Inom området finns inga nivåmätningar från tiden innan branden, men troligtvis kommer mätningarna ändå kunna visa på hur effekterna av branden påverkar förändringar i grundvattennivåerna över tid.

Förutom att ge underlag i studien av brandområdet kommer nivåmätningar i röret även att ingå i SGUs nationella övervakningsnät för grundvattennivåer, Grundvattennätet. Under våren kommer därför en ny typ av tryckgivare och logger att installeras som regelbundet sänder nivåinformation till SGU.

## RESULTAT

### Utförd provtagning

Hittills har följande grundvattenprovtagning gjorts:

8 oktober 2014: Provtagning i två enskilda brunnar i närheten av Gärnsjön (Brunn 1 och Brunn 2). Analys av SLUs baspaket inklusive metaller (se bilaga 1 för parameteruppsättning). Samtliga prover filtrerades i fält.

29 oktober 2014: Provtagning i de fyra nyetablerade grundvattenrören längs Öjesjövägen (rören etablerades en vecka före provtagning). Vissa vattenprov filtrerades i fält men inte alla på grund av mycket grumligt vatten. Även denna gång analyserades SLUs baspaket inklusive metaller. En kvicksilveranalys utfördes på vatten från rör 1.

8 januari 2015: Provtagning i rör 1 och rör 3 samt i Brunn 1 och Brunn 2. Analys av SLUs baspaket inklusive metaller. För att hinna utföra både provtagning och provinlämning på en och samma dag provtogs enbart två av rören. Proverna filtrerades i fält. Vattenprover skickades även till Alcontrol för analys av det s.k. brandpaketet samt Alcontrols PAH-paket.

24 mars 2015: Provtagning för analys av SLUs baspaket inklusive metaller gjordes i rör 1 och rör 3 samt i Brunn 1 och Brunn 2. Prover för analys av metaller togs både på filtrerat och ofiltrerat vatten. I rör 3 och de två brunnarna provtogs även för analys av Alcontrols brandpaket. I rör 3 och Brunn 1 analyserades även Alcontrols PAH-paket. Endast delar av provsvaren från SLU har hunnit inkomma till SGU.

### Grundvattenkvalitet – analysresultat

Nedan följer en beskrivning av analysresultaten från de enskilda brunnarna i närheten av Gärnsjön (Brunn 1 och Brunn 2) från provtagningarna den 8 oktober 2014 respektive 8 januari 2015. I bilaga 4 finns en sammanställning över samtliga provsvar som hunnit inkomma vid färdigställandet av denna rapport.

#### **Brunn 2**

För de analyserade parametrar som ingår i SLVs råd om enskild dricksvattenförsörjning (SLV 2015) ligger samtliga analysresultat under riktvärdena vid provtagningen den 8 oktober 2014. För några av parametrarna i baspaketet saknades riktvärden i SLVs råd om enskild dricksvattenförsörjning. Viktigt att beakta är att detta prov filtrerades i fält varför partikelburna föroreningar (metaller) kan ha förekommit i vattnet men inte visats i analysresultaten.

Zinkhalten vid provtagningen 8 oktober 2014 var 0,002 mg/l (analyserat på SLUs laboratorium). Den analys som utfördes vid Alcontrols laboratorium på vatten från provtagningen den 8 januari 2015 visar endast på utslag av zink (7,7 µg/l) och barium (24 µg/l). Vid provtagningen den 24 mars visades återigen utslag på zink (8,4 µg/l) och barium (25 µg/l), även den analyserad

vid Alcontrol. Zinkhalten har alltså ökat sedan provtagningen i oktober 2014 vilket skulle kunna indikera en påverkan från brandområdet. Dock har provhanteringen skett på olika sätt som en följd av att analyserna utförda vid två olika laboratorier varför det är för tidigt att dra några slutsatser. Övriga analyserade parametrar från provtagningen den 8 januari 2015 (Alcontrol) låg samtliga under rapporteringsgränsen.

### **Brunn 1**

För de analyserade parametrarna som ingår i SLVs råd om enskild dricksvattenförsörjning (SLV 2015) ligger samtliga analysresultat under riktvärdena vid provtagningen den 8 oktober 2014. Det något anmärkningsvärda var att alkaliniteten var något låg vilket innebär en ökad risk för korrosion. För några av parametrarna i baspaketet saknades riktvärden i SLVs råd om enskild dricksvattenförsörjning. Viktigt att beakta är att detta prov filtrerades i fält varför partikelburna föroreningar (metaller) kan ha förekommit i vattnet men inte visats i analysresultaten.

Summa nitrit- och nitratkväve samt ammonium-kväve var något högre än i den analys som finns tillgänglig från 1979. Förändringen kan bero av effekter från skogsbranden men den kan också vara orsakad av påverkan från enskilt avlopp. Provet visar på en måttlig påverkan av sulfat (17,8 mg/l). Halten är nu mer än dubbelt så hög som den var år 1979 (7 mg/l). Förutom påverkan från branden kan en bidragande orsak till detta också vara en fördröjd försurningseffekt. Aluminiumhalten var 0,18 mg/l vilket är en hög halt enligt SGUs bedömningsgrunder för grundvatten. Vid enskild vattenförsörjning innebär halten att vattnet är tjänligt med anmärkning. Zinkhalten var 0,014 mg/l vilket motsvarar en måttlig halt enligt SGUs bedömningsgrunder för grundvatten. Halten ligger nära medianvärdet för enskilda brunnar i regionen (mellansvenska sänkan, region E). Tidigare analyser att jämföra värdet med saknas, men halten följs upp vid nästkommande analyser. Kiselhalten är 6,4 mg/l vilket är samma som vid analysen 1979.

Sammanfattningsvis kan sägas att analysresultaten från 1979 ser ut att representera ett något djupare grundvatten än resultaten från oktober 2014. Alkaliniteten och halterna av kalcium, magnesium och natrium är högre vilket kan tyda på ett större inslag av djupare vatten som varit längre i kontakt med jordlager och att mer vittring har hunnit ske.

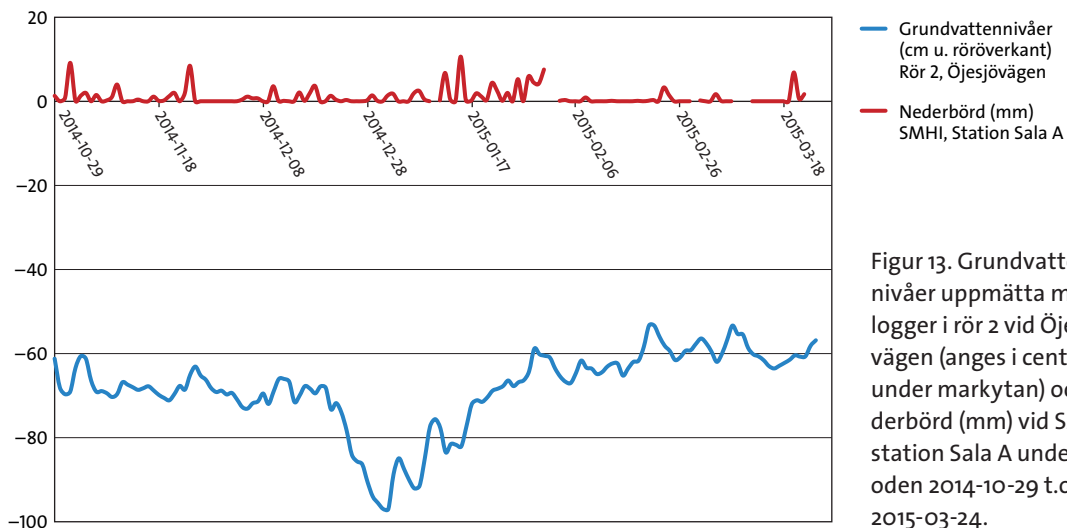
Den analys som utfördes vid Alcontrol i samband med provtagningen den 8 januari visar endast på utslag av zink (15 µg/l dvs. 0,015 mg/l) och barium (19 µg/l). Vid provtagningen den 24 mars visades återigen utslag på zink (53 µg/l dvs. 0,053 mg/l) och barium (13 µg/l), även den analyserad vid Alcontrol. Zinkhalten har alltså även här stigit. Övriga analyserade parametrar från provtagning den 8 januari 2015 (Alcontrol) inklusive PAH-screeningen låg samtliga under rapporteringsgränsen.

### **Grundvattennivåer**

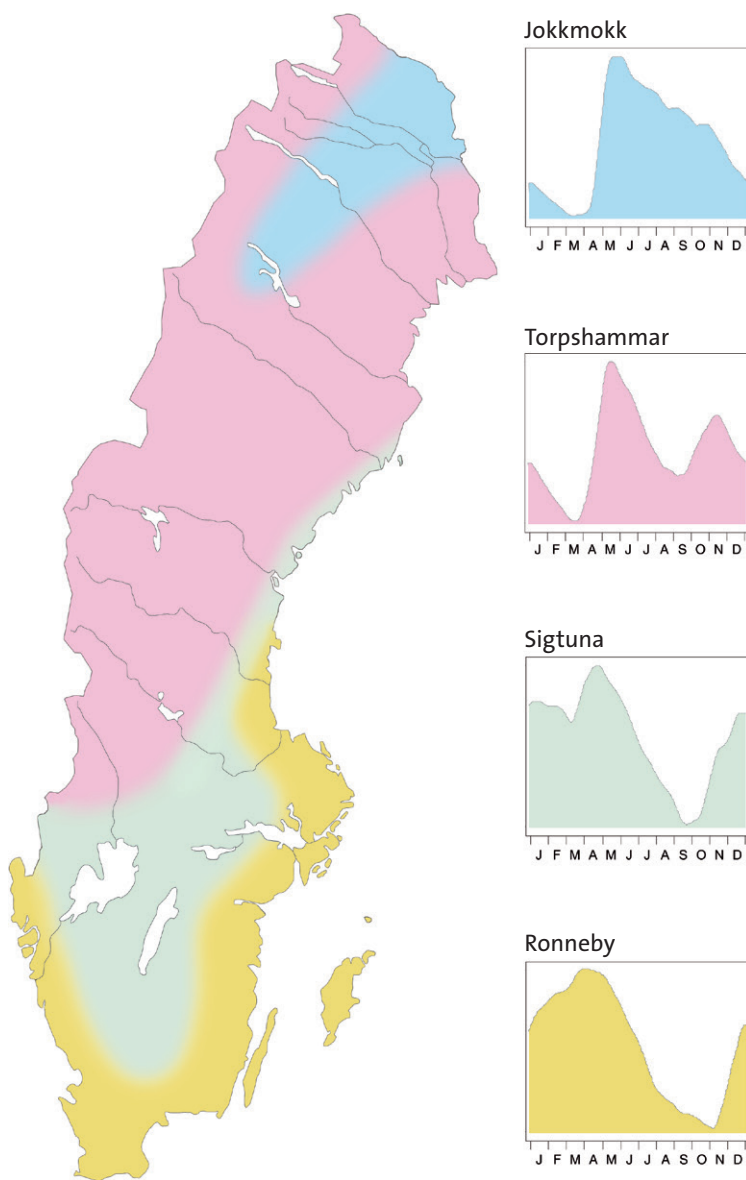
Grundvattennivån var vid installationen av tryckgivaren den 29 oktober 2014 ca 60 cm under markytan. Nivån var därefter relativt stabil fram till mitten av december då nivån sjönk hastigt ned till nästan 1 m under markytan. I slutet av december steg grundvattennivåerna för att i slutet av mars återigen ligga kring 60 cm under markytan (fig. 13).

En jämförelse med nederbördsdata från SMHIs närliggande station Sala A (SMHI 2015b) visar att nederbörden varit relativt låg under perioden. Den största dygnsmedelnederbörden var 10,7 mm (2015-01-15). Under den aktuella mätperioden sker vanligtvis en ökning av grundvattennivåerna vilket framgår av de regimkurvor som redovisar den normala årstidsvisa nivåvariationen för små grundvattenmagasin i figur 14. Brandområdet ligger inom den del som representeras av det gröna diagrammet.

Grundvattennivåerna i rör 2 kommer även fortsättningsvis att mätas kontinuerligt för att kunna följa långsiktiga nivåvariationer efter branden.



Figur 13. Grundvattennivåer uppmätta med logger i rör 2 vid Öjesjövägen (anges i centimeter under markytan) och nederbörd (mm) vid SMHI:s station Sala A under perioden 2014-10-29 t.o.m. 2015-03-24.



Figur 14. Grundvattennivåns genomsnittliga variationsmönster (regim), i olika delar av landet under perioden 1981–2010.

## DISKUSSION

Arbetet med miljöövervakningsprogrammet har hittills bara pågått under en kort tid vilket medför att vi ännu inte hunnit få så mycket resultat. De analysresultat som vi ändå hunnit bearbeta visar på en mycket liten påverkan till följd av branden. Trots detta såg vi det som viktigt att redovisa arbetet så här långt och sammanställa hur vi resonerat kring val av parametrar och provtagningsplatser så att det finns nedtecknat och tillgängligt för både SGU och andra.

Som nämnts tidigare i rapporten var vi vid valet av provtagningsplatser på grund av säkerheten hänvisade till att utföra vårt arbete i den södra delen av brandområdet. Skogsbrandens intensitet var mindre i denna del och det vore därför intressant att också provta i de delar som haft ett mer intensivt brandförlopp. Det vore också intressant att följa upp vattenkvaliteten i de delar av området där man använde brandsläckningsmedel (X-fog).

## FORTSATT ARBETE

Arbetet med uppföljningen av brandens effekter kommer att fortsätta i SGUs regi genom övervakning i nu etablerade rör och de brunnar som provtagits. Provtagning av vattenkvaliteten kommer liksom i SGUs nationella miljöövervakning att ske fyra gånger per år. Provtagningen av metaller kommer att utökas så att vattenanalys av metaller under en tid sker på både filtrerade och ofiltrerade prover. Vi behov kan provtagningen också komma att utökas med fler parametrar.

Som ett komplement till den nu påbörjade övervakningen kommer vattenprovtagning eventuellt också att göras i ytterligare ett antal enskilda brunnar. Arbete kommer vidare att innefatta jämförelser med resultaten från ytvattenövervakningen. Inom projektet planeras också en fortsatt litteraturstudie avseende miljöpåverkan kopplad till skogsbränder.

## REFERENSER

- Alcontrol, 2015. *Brandpaketet*. <<http://brunnsvatten.alcontrol.se/products/Brandpaketet>>. Hämtat 2015-03-16.
- Eskebaek, A., 2015: *Spridning av släckvattenpartiklar – En studie på spridning av partiklar genererade från brand*. Uppsala universitet, projektarbete 15 hp.
- Iverfelt, U., 2014: *Släckvattenpartiklars spridning i mark och grundvatten. En studie av brandgenererade partiklars egenskaper och påverkan på förorenings spridning*. Uppsala universitet, examensarbete 30 hp.
- Losjö, K. & Alavi, G., 2015: Skogsbranden i Västmanland 2014. Förändrad hydrologi i brandområdet. *SMHI Rapport Nr 3*.
- Länsstyrelsen Västmanlands län, 2014: *Skogsbranden i Västmanland 2014, en dokumentation utgiven av Länsstyrelsen Västmanlands län*. 32 s.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjordar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. *Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Report Series A No. 66*, 20 s.
- SGU, 2015: Vattentäcksarkivet – databas.
- SGU, 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. *Sveriges geologiska undersökning SGU-rapport 2013:01*, 235 s.
- SLV, 2014a: *Effekter av skogsbrand på råvatten till dricksvatten*. Rekommendationer 2014-08-18. Dnr 2381/2014, 2 s.
- SLV, 2014b: *Utvärdering av Livsmedelsverkets arbete i samband med branden i Västmanlands län – Hanteringen av dricksvattenfrågorna och lärdomar för framtiden*. Utvärderingsrapport. Dnr 2015/07016, 19 s.

- SLV, 2015: *Råd om enskild dricksvattenförsörjning*. <<http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/matvanor-halsa-miljo/egen-brunn/rad-om-enskild-dricksvattenforsorjning.pdf>> Hämtad 2015-03-27.
- SMHI, 2015a: *Ladda ner data från Svenskt Vattenarkiv*. <<http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/ladda-ner-data-fran-svenskt-vattenarkiv-1.20127>> Hämtad 2015-03-18.
- SMHI, 2015b: *SMHI Öppna data, meteorologiska observationer*. <<http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/>> Hämtad 2015-03-26.
- VIAK, 1979: *Fagersta kommun. Ängelsberg. Grundvattenundersökning*. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 4562.
- Wikner, T., Söderholm, H., Müllern, C-F. & Engqvist, P., 1982: Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Västmanlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 2*, 66 s.


## BILAGA 1. PARAMETRAR MILJÖÖVERVAKNING GRUNDVATTEN

Parametrar som analyserats av vattenkemiska laboratoriet på SLU för SGUs nationella miljöövervakning av grundvatten (utökad analys inklusive metaller).

pH	klorid	koppar
konduktivitet	fluorid	zink
alkalinitet	kalcium	kadmium
fosfatfosfor	magnesium	bly
nitrit-nitrat	natrium	krom
ammoniumkväve	kalium	nickel
TOC	järn	kobolt
totalkväve	mangan	arsenik
totalfosfor	aluminium	vanadin
sulfat	kisel	

## BILAGA 2. LAGERFÖLJDER FRÅN BORRNING

### Protokoll för markundersökning

	Uppdrag <b>Gv rör åt SGU</b>	Uppdrag nr	Provtagningspunkt <b>Skr1 (Rör 1)</b>
	Plats <b>Sala branden</b>	Koordinatangivelse enligt SWEREF 99TM <b>N = 6636786      E = 571569</b>	

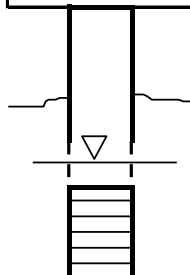
#### Undersökningsmetoder:

Skruv

Datum <b>2014-10-22</b>	Klockan
Ansvarig provtagare:	Sign.
<b>Bo Fritz</b>	
Medverkande personal:	Sign.
<b>Kajsa Bovin, SGU</b>	

	Material	Inre Ø [mm]	Yttre Ø [mm]
G.V.rör:	peh		63,00
Filterspets:	peh 1m 0,3mm		63,00
Skyddsrör:			
Tätning:			

$Z_{rök} = +$        $Z_{my} = +$



$Z_{gvy} = +$

$Z_{ruk} = +$

\*\*) Vattengenomtränglighet, skala 1 - 6, liten-stor

\*) Lukt, skala 0 - 4, ingen/svag/tydlig/stark/mkt stark lukt.

Nivå [m]	Gvy, filter	Jordart (enl SGF)	Prov (typ, nr etc)	Vattengenomtränglighet **	Lukt *	Anmärkingar
0-1,0		lera		0		
1,0-1,5		silt		0		
1,5-1,8		silt				
1,8-3,0		siltig morän		blött sista 0,3m		
3,0-3,7		siltig morän		blött		
3,7-		stopp mot block/berg				peh rör med 1m filter till
		stopp med slb på 3,7m				3,7 m u my.
						Röm: 1,3m
						Gvy: 4,27m u rök









### BILAGA 3. FOTOGRAFIER FRÅN ÖJESJÖVÄGEN, OKTOBER 2014

För att följa upp hur vegetationen kommer att förändras över tiden kommer vi några gånger per år att fotografera omgivningarna runt grundvattenrören längs Öjesjövägen. Här redovisas fotografier från första fototillfället i oktober 2014.



Från rör 1 mot norr



Från rör 1 mot nordväst



Från rör 1 mot väster



Från rör 1 mot sydväst



Från rör 1 mot öster



Från rör 3 mot söder



Från rör 3 mot nordost



Från rör 4 mot nordväst



Från rör 4 mot öster



Från rör 5 mot sydost

## BILAGA 4. INKOMNA ANALYSRESULTAT APRIL 2015

Tabell 1. Analyssvar inkomna i april 2015 för vattenprov tagna i etablerade grundvattenrör.

Stationsnamn	Öjesjöv. 1	Öjesjöv. 1	Öjesjöv. 1	Öjesjöv. 3	Öjesjöv. 3	Öjesjöv. 3	Öjesjöv. 4	Öjesjöv. 5
Provtaget datum	141029	150108	150324	141029	150108	150324	141029	141029
Registrerat datum	141031	150109	150325	141031	150109	150325	141031	141031
Kommentar							Metall- flaska ej filtrerad	Metall- flaska ej filtrerad
pH	6,48	6,38	6,5	6,86	6,91	6,86	4,7	7,06
Kond. mS/m 25°	11,8	11	12,2	10,1	10,3	9,68	34	40,8
Alk./Acid mekv/l	0,739	0,816	0,945	0,698	0,85	0,828	-0,073	3,631
TOC mg/l	3,9	4,4	3,9	3	1,9	1,8	18,8	6
Tot-N_TNb µg/l	230	220	196	88	91	81	1940	1270
NH <sub>4</sub> -N µg/l	31	44	55	8	12	23	1190	874
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N µg/l	67	65	28	37	17	15	33	13
PO <sub>4</sub> -P µg/l	4	12	4	2	3	2	3	<1
Tot._P µg/l	32,9	507		31,6	16,9		155	42,8
SO <sub>4</sub> -IC mekv/l	0,23	0,154		0,179	0,103		2,024	0,601
Cl mekv/l	0,086	0,077		0,061	0,051		0,391	0,135
F mg/l	1,31	1,07		0,51	0,55		0,65	0,82
Ca mekv/l	0,51	0,574		0,39	0,482		1,22	3,19
Mg mekv/l	0,211	0,206		0,166	0,205		0,875	0,674
Na mekv/l	0,336	0,238		0,319	0,268		0,325	0,421
K mekv/l	0,0377	0,0318		0,0344	0,0417		0,0298	0,109
Fe µg/l	34	200		<10	15		1700	1600
Mn µg/l	230	330		140	690		280	350
Al µg/l	180	81		22	15		1600	930
As µg/l	0,19	0,19		0,1	0,2		0,41	1,1
Cd µg/l	0,023	0,008		0,02	0,028		0,25	0,023
Co µg/l	1,2	0,5		0,69	0,73		14	1,2
Cr µg/l	0,06	0,11		0,06	0,03		0,86	1,4
Ni µg/l	4,3	1,5		3,9	2,4		7,7	3,2
Cu µg/l	1,4	0,63		0,68	0,67		1,7	2
Pb µg/l	0,03	0,07		0,01	0,01		0,32	1,4
V µg/l	0,27	0,3		0,25	0,2		0,93	2,4
Zn µg/l	5	1,4		3,8	3,2		110	5
Si mg/l	13	11		7,2	8,1		11	8,5
Zn (µg/l)		29			5,8	5,3		
Ba (µg/l)		130			9,6	12		

Tabell 2. Analyssvar inkomna i april 2015 för vattenprov tagna i utvalda brunnar.

Stationsnamn	Brunn 1	Brunn 1	Brunn 1	Brunn 2	Brunn 2	Brunn 2
Provtaget datum	141008	150108	150324	141008	150108	150324
Registrerat datum	141009	150109	150325	141009	150109	150325
pH	6,86	6,93	7,05	7,72	7,5	7,25
Kond. mS/m 25°	13,5	16	10	23,1	26,4	24,2
Alk./Acid mekv/l	0,908	1,344	0,792	2,183	2,645	2,381
TOC mg/l	10,4	8	6,2	3,3	2,3	3,2
Tot-N_TNb µg/l	1470	797	648	195	205	493
NH4_N µg/l	41	301	39	6	69	48
NO2+NO3_N µg/l	965	36	334	127	80	315
PO4_P µg/l	44	73	16	25	23	49
Tot. P µg/l	104	103		57	1040	
SO4_IC mekv/l	0,164	0,122		0,095	0,096	
Cl mekv/l	0,106	0,103		0,048	0,047	
F mg/l	0,31	0,31		0,87	0,86	
Ca mekv/l	0,838	1,25		1,65	1,88	
Mg mekv/l	0,204	0,243		0,427	0,614	
Na mekv/l	0,155	0,16		0,24	0,282	
K mekv/l	0,0485	0,032		0,0329	0,0338	
Fe µg/l	150	330		14	13	
Mn µg/l	13	58		230	380	
Al µg/l	180	270		23	18	
As µg/l	0,57	0,62		0,89	1,2	
Cd µg/l	0,024	0,008		0,007	<0,006	
Co µg/l	0,2	0,25		0,07	0,1	
Cr µg/l	0,33	0,16		0,09	0,02	
Ni µg/l	1,3	0,65		0,23	0,12	
Cu µg/l	7,7	3,6		0,45	0,69	
Pb µg/l	0,56	0,44		<0,01	<0,01	
V µg/l	0,93	0,66		0,08	0,08	
Zn µg/l	14	8		2	0,5	
Si mg/l	6,4	6,5		9,7	10	
Zn (µg/l)		15	53		7,7	8,4
Ba (µg/l)		19	13		24	25