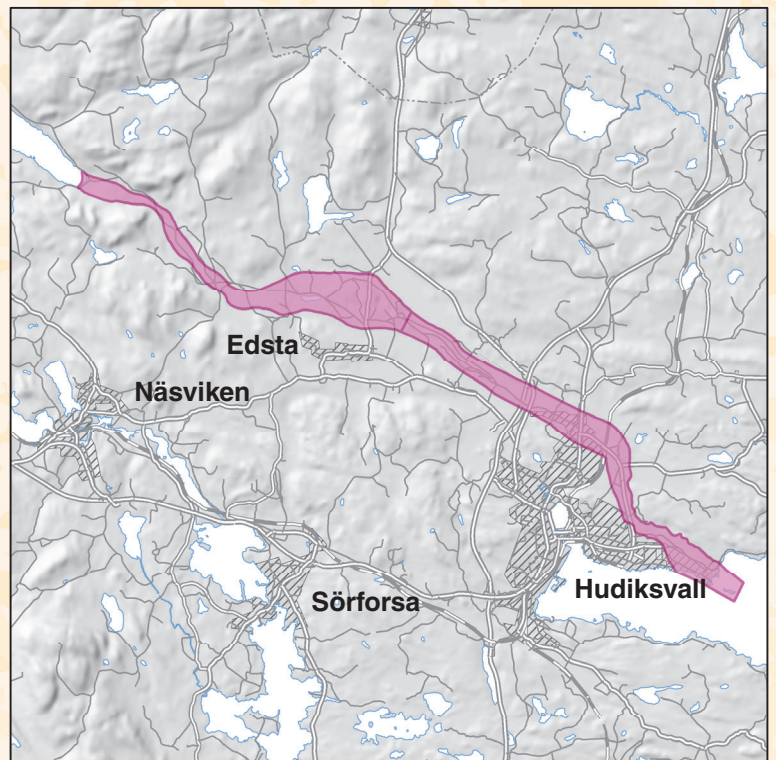


# Grundvattenmagasinen Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden och Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvalls- fjärden, Hudiksvall

Andreas Karlhager



ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-7403-385-4

Närmare upplysningar erhålls genom  
Sveriges geologiska undersökning  
Box 670  
751 28 Uppsala  
Tel: 018-17 90 00  
Fax: 018-17 92 10  
E-post: kundservice@sgu.se  
Webbplats: [www.sgu.se](http://www.sgu.se)

© Sveriges geologiska undersökning, 2017  
Layout: Ulrika Hurtig, SGU

## INNEHÅLL

<b>Grundvattenmagasinen Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden och Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden, Hudiksvall</b> .....	<b>4</b>
Sammanfattning .....	4
Inledning .....	4
Bedömningsgrunder .....	4
Terrängläge och geologisk översikt .....	5
Hydrogeologiska förhållanden .....	5
Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden .....	6
Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden .....	8
Anslutande ytvattensystem .....	10
Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden .....	10
Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden .....	11
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning .....	12
Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden .....	12
Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden .....	13
Användande .....	14
Grundvattnets kvalitet .....	15
Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden .....	15
Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden .....	16
Referenser .....	16

### **Bilaga 1**

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen

### **Bilaga 2**

Karta över grundvattenmagasin med jordarter som bakgrund

### **Bilaga 3**

Karta över bedömda uttagsmöjligheter

### **Bilaga 4**

Karta över tillrinningsområden

### **Bilaga 5**

Exempel på lagerföljder

### **Bilaga 6**

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

# GRUNDVATTENMAGASINEN HALLSTAÅSEN HALLBO–BALDRAHEDEN OCH HALLSTAÅSEN NYLANDET–HUDIKSVALLSFJÄRDEN, HUDIKSVALL

Författare: Andreas Karlhager

Kommun: Hudiksvall

Län: Gävleborg

Vattendistrikt: Bottenhavet

Databas-id: 250 200 001, 250 200 002

Rapportdatum: 2012-04-03

## Sammanfattning

Grundvattenmagasinen Hallstaåsen Hallbo–Baldraheden och Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden är belägna i en isälvsavlagring med huvudsakligt innehåll av sand och grus. Den sträcker sig mellan Norrdellen och Hudiksvallsfjärden i nordöstra delen av Hudiksvalls kommun. Magasinen bedöms utgöra viktiga grundvattenförekomster och magasinet Hallstaåsen Hallbo–Baldraheden består av två delområden vilka skiljs åt med en rörlig grundvattendelare. För båda dessa delområden har uttagsmöjligheten bedömts vara inom klassen 5–25 l/s. För magasinet Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden bedöms uttagsmöjligheten vara inom klassen 25–125 l/s. Hudiksvalls kommun använder magasinen för sin vattenförsörjning.

## Inledning

De arbeten som redovisas i denna rapport ingår i SGUs kartläggning av viktiga grundvattenmagasin i landet. Syftet är i första hand att skapa planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattenförekomster. För många användningsområden, t.ex. vid upprättande av skyddszoner till vattentäkter, krävs som regel kompletterande undersökningar

Arbetet har utförts 2009 till 2012 inom ramen för projektet ”Grundvattenkartering – Bottenhavets vattendistrikt” (projekt-id: 83017). För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst. Resultaten redovisas i kartform i bilagorna 1 till 4. Förklarande text för tillrinningsområden återfinns i bilaga 6. Lagerföljder redovisas i bilaga 5.

## Bedömningsgrunder

En hydrogeologisk databas över de aktuella grundvattenmagasinen har upprättats. Ett urval av grunddata från tillgängliga utredningar, främst borrningsresultat, har lagrats i databasen. Till stöd för avgränsning av magasin och tillrinningsområden har bl.a. SGUs digitala jordartsinformation, skala 1:50 000 använts.

I databasen ingår bl.a. data om tillrinningsområde, grundvattenbildning, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinen. Information om anslutande ytvattensystem inlagras också. Ett urval av informationen redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås genom SGUs kundtjänst. De höjdnivåer som anges som m ö.h. refererar till höjdsystemet RH70 om inte annat specificeras.

## Tidigare undersökningar

Flera grundvattenundersökningar har tidigare utförts inom magasinen: I anslutning till kommunens vattenförsörjning i Sanna och Östanbräck samt i Hallbo vid Norrdellens sydöstra ände. En förteckning över ett urval av dessa återfinns efter referenslistan i slutet av rapporten.

Geologisk och hydrogeologisk information t.ex. kartor, utredningar och databaser (bl.a. SGUs brunnsarkiv och jordartsdatabasen) har sammanställts och värderats. Vidare har ett urval av lagerföljdsuppgifter från utredningar lagrats i SGUs databaser. Några exempel på lagerföljder redovisas i bilaga 5.

## **Kompletterande undersökningar**

I anslutning till projektet har en kompletterande jordartskartläggning utförts inom en del av det beskrivna området (SGU 2011). SGU har även utfört en rörborring i området.

## **Terrängläge och geologisk översikt**

Grundvattenmagasinen utgör delar av den isälvsavlagring som sträcker sig från Hudiksvallsfjärden genom sjön Norrdellen och vidare västerut genom Svågans dalgång. I denna rapport beskrivs endast de ca 20 km av isälvsavlagringen som finns mellan Norrdellens sydöstra ände och Hudiksvallsfjärden. Detta avsnitt av isälvsavlagringen kallas Hallstaåsen.

Isälvsavlagringen utgörs till stor del av silt, sand och grus med grövre material i avlagringens centrala delar. Mäktigheten hos det överlagrande finkornigare materialet (sand och silt) avtar mot sydost, från att vid Norrdellen vara ca 35–40 m mäktigt minskar det till 20–25 m vid Baldrheden, 15–20 m vid Sanna och ca 10 m vid Östanbräck. Jordlagrens mäktighet överstiger på flera ställen 50 m.

Isälvsavlagringen når som högst 85–90 m ö.h. mellan Långråsberget och Lockmoberget. Detta område utgör en ytvattendelare, där ytvattenavrinningen väster om vattendelaren sker mot Norrdellen, medan avrinningen öster om ytvattendelaren sker mot havet. Högsta kustlinjen ligger på ca 245–250 m ö.h.

Berggrunden utgörs i huvudsak av granit och går i dagen på höjdområdena Tannaklitten, Rödhällsberget, Långråsberget och Lockmoberget. Strax väster om Edsta och vidare österut utgörs berggrunden ställvis av metasediment. Ett flertal sprickzoner bedömda som spröd samt spröd till plastisk deformation korsar berggrunden under grundvattenmagasinet. Detta sker vid Hallbo och Tannavallen, väst om Baldrheden och något väster om E4:an samt vid Östanbräck. Vid Hallbo finns en tolkad spröd deformationszon med nordöstlig–sydvästlig strykning vid Rödhällsberget som ansluter mot dalgången. Vidare finns även en tolkad spröd deformationszon med öst–västlig strykning vid Hallboklitten samt en i nordväst–sydöst som ansluter från Norrdellen (SGU 2010a, 2010b).

## **Hydrogeologiska förhållanden**

### **Översikt**

Då avlagringen har olika karaktär i sydost och i nordväst har isälvsavlagringen delats upp i två grundvattenmagasin, som har hydraulisk kontakt med varandra.

Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, omfattar den del av isälvsavlagringen i nordväst som avsatts i en dalgång mellan de omgivande bergen. Berggrunden täcks av tunnare jordlager, huvudsakligen morän, på var sida om denna dalgång. Detta magasin omfattar även det område, vid Baldrheden, där isälvs materialet breder ut sig för att mer likna en deltaavlagring. Grundvattennivån ligger i magasin 1 djupt under markytan varför inte hela bredden av isälvsavlagringen utgör grundvattenmagasin. I nordväst fungerar avlagringen dränerande för området. En rörlig grundvattendelare delar magasinet i två delområden, se vidare nedan.

Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden, utgörs av den del av avlagringen som har en tydligare åsform. Magasin 2 sträcker sig från Nylandet (sydost om Baldrheden) och vidare mot sydost till Hudiksvallsfjärden. Grundvattennivån i magasinet ligger generellt i nivå med omgivande mark och ytvattendrag. Därför förekommer det utläckage från magasin till omgivande mark och vattendrag. De observationspunkter som finns är i huvudsak koncentrerade till magasinets centrala delar och gränsdragningen blir delvis osäker i magasinets ytterkanter. Grundvattenströmning sker från magasin 1 till magasin 2.

Avlagringens utbredning under sjön Norrdellen är inte vidare utredd. Men då avlagringen under Norrdellen sannolikt kommunicerar med magasin 1, se vidare nedan, har även en översiktlig sträckning under sjön avgränsats. Denna avgränsning är dock mycket osäker och har endast till syfte att visa att avlagringen fortsätter under sjön.

## Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden

### Hallbo

#### Magasinets uppbyggnad

Enligt SGUs jordartskartläggning bedöms avlagringen mellan Norrdellen och Tannavallen i ytan till största delen bestå av silt. I det område som klassats som isälvssediment (sand), utfördes år 2005 sex skruvborrningar i avlagringens översta 6–9 m. Borrningarna dominerades av finsand, men i samtliga profiler fanns också siltskikt med varierande mäktighet ned till ett djup av 2,5–4,5 m, se BH0501 bilaga 5. Resultat från bassänginfiltrationsförsök i detta område tyder dock på att siltskikten sannolikt inte är sammanhängande och därmed inte utgör något tätande skikt.

2005 genomfördes även ett antal rördrivningar i samma område och även närmare sjön. Dessa borrningar visar att grovt material, med god vattenledande förmåga, överlagras av 30–40 m silt–finsand samt att det närmast Norrdellen förekommer lerlager vid 10–15 m under markytan, se Rb0501 och Rb0504 i bilaga 5. Inom området finns borrningar drivna till block eller berg. Mäktigheten av grovt material i botten överstiger hos dessa inte 10 m.

#### Grundvattennivåer

Grundvattennivån ligger på ca 44 m ö.h. Grundvattennivåmätningar utförda under ostörda förhållanden uppvisar en svag gradient västerut av ca 0,2 ‰. Då gradienten är liten och terrängen höjer sig österut, ökar djupet till grundvattenytan österut. Vid Norrdellens sydöstra ände (Rb0501) ligger grundvattennivån bara någon meter under markytan och den mättade zonen är ca 40 m mäktig. Det är dock endast mellan 35 och 41,5 m under markytan som lager med god vattenföring finns. 900 m längre österut finns magasinets grundvattenyta på ett djup av ca 26 m under markytan.

Då avlagringen avsatts i en dalgång antas de delar av avlagringen som ligger närmast moränsluttningarna inte utgöra något grundvattenmagasin. De delar av avlagringen som inte utgör magasin är ändå viktiga ur grundvattenbildningssynpunkt, se vidare nedan under *Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning*.

#### Provpumpning och hydrauliska egenskaper

Inom området har Hudiksvalls kommun utfört provpumpningar i syfte att undersöka möjligheten för etablering av en vattentäkt. Den långtidsprovpumpning som pågick mellan 2007-10-24 och 2009-05-07 hade ett kontinuerligt uttag av 66 l/s.

Från utvärderingen av provpumpningarna (Artesia 2010 a) kan det konstateras att området närmast Norrdellen, där silt och lera överlagras det grövre vattenförande lagret, uppvisar slutna förhållanden medan magasinet uppvisar öppna förhållanden längre österut, se SGUs jordartskarta (SGU 2011). Från provpumpningsresultaten kan man också anta att de negativa hydrauliska gränser som de mindre vattengenomsläppliga morän- och bergsidorna utgör inte är helt täta. Under provpumpningen uppnåddes aldrig fortvarighetstillstånd. I samband med provpumpningarna utfördes även syreisotopanalyser av grundvattnet. Resultatet från dessa visar att induceringen av ytvatten från Norrdellen är liten, om någon (se vidare under *Anslutande ytvattensystem, Analys av syreisotoper*).

Magasinet kommunicerar med avlagringens fortsättning under Norrdellen. Detta i kombination med en rörlig grundvattendelare i öster, se vidare nedan, gjorde det möjligt att vid provpumpningen ta ut 66 l/s under förhållandevis lång tid trots att den naturliga grundvattenbildningen för delområdet vid Hallbo bedöms vara mindre.

Utifrån de provpumpningar som utförts i området erhålls ett medelvärde för transmissiviteten (T) av 0,046 m<sup>2</sup>/s. Magasinskoefficienten (S) varierar mellan 1,4 x 10<sup>-5</sup> och 1,7 x 10<sup>-2</sup> och indikerar i huvudsak slutna förhållanden. Den hydrauliska konduktiviteten (K) har beräknats baserat på transmissiviteten och antagandet att mäktigheten hos det vattenförande lagret är 12 m. Detta ger en K-värde som varierar mellan 1,2 x 10<sup>-3</sup> och 5,7 x 10<sup>-3</sup> m/s. Man kan anta att det grövre materialet närmast berggrunden har ett något högre K-värde (Artesia 2010 a).

## **Tannavallen**

### **Magasinets uppbyggnad**

I dalgången mellan Rödhällsberget–Lockmoberget i nordost och Tannaklitten–Långråsberget i sydväst finns två rörborrningar i magasinet, Rb0912 och Rb0913. Ingen av borrningarna är drivna ner till berggrunden, varför avlagringens mäktighet inte är känd. Från borrningarna, Rb0912 och Rb0913, vilka är drivna ner till 36,06 respektive 33,95 m ö.h. framgår dock att avlagringen vid dessa punkter är mäktigare än 45 respektive 36 m, se bilaga 5. Rörborrning Rb0913 som är utförd i dalgången mellan Rödhällsberget och Tannaklitten visar att avlagringen är uppbyggd av silt i de översta 28 m. Materialet blir sedan successivt något grövre, ner till 36 m, där borrningen indikerar förekomst av något sandig mellansand, se bilaga 5. Vid rörborrning Rb0912, mellan Lockmoberget och Långråsberget, utgörs avlagringen i huvudsak av finare sandfraktioner och silt ner till 38 m under markytan. Det är bara borrningens sista fem meter som utgörs av grövre material, se bilaga 5.

### **Grundvattennivåer**

Grundvattennivåmätningar utförda i de två rören Rb0912 och Rb0913 visar att grundvattenytan ligger djupt. Grundvattennivån ligger på en nivå av ca 42 m ö.h. vilket för Rb0912 och Rb0913 motsvarar ca 39 respektive 28 m under markytan. Då djupet till berg inte är känt finns inga uppgifter om den mättade zonen mäktighet. Men då de två borrningarna är drivna ner till ca 36 respektive 34 m ö.h. är den mättade zonen sannolikt mäktigare än sex meter.

### **Magasinets avgränsning**

Djupet till grundvattenytan medför att de delar av isälvsavlagringen som ligger närmast moränslutningarna är torra och därför inte utgör något grundvattenmagasin. Dessa delar av avlagringen är dock viktiga ur grundvattenbildningssynpunkt.

## **Baldrheden**

### **Magasinets uppbyggnad**

Det finns för denna del av magasinet förhållandevis få uppgifter om avlagringens mäktighet. De tre rörborrningar som utförts inom området (Rb9701, Rb9702 och Rb0911, se bilaga 5) har inte drivits så djupt att de gått mot berg. Rb0911 är dock drivet ner till 37 m under markytan. I magasinets södra del finns en brunnsborrning (id-nr i SGUs Brunnsarkiv: 167 100 105, se bilaga 5) där jordmäktigheten är 40 m. Det är möjligt att avlagringen är mäktigare än 40 m i magasinets centrala delar. VBB Viak uppskattar att bergytans nivå ligger mellan 15 och 25 m ö.h. (VBB Viak 1997 a). VBB Viak beskriver vidare att åskärnan, som består av väl rundade stenar och block, grävts fram vid grustakten vid Baldrheden och att den har en mäktighet som överstiger 10 m.

Rörborrningen Rb9701 är utförd ner till 28 m under markytan. Borrningens översta 8 m och undre 8 m utgörs till största delen av grövre sand och fingrus, däremellan är materialet av lite finare fraktion, se bilaga 5. Vid en brunn vid Matsbo i Baldrhedens södra del (id-nr i SGUs Brunnsarkiv: 167 100 106) överlagras 14 m grus och sten av 16 m sand.

För delar av Baldrheden finns ytvattensystem med vattennivåer som ligger över grundvattennivån. Det finns även områden på grundvattenmagasinet som i SGUs jordartsinformation angetts vara torv. VBB Viak har utfört nivåmätningar av vattenytan i dessa våtmarker (VBB Viak 1998). Förekomsten av dessa våtmarker tyder på att det i isälvs materialet finns tätare material som försvårar en ytvattentillförsel till magasinet. Det är dock utifrån tillgängliga data inte möjligt att bedöma det tätare materialets kontinuitet. Den mättade zonen mäktighet är inte känd då de borrningar som gjorts inte utförts till berg.

## Grundvattennivåer

Grundvattennivån i magasinet ligger djupt under markytan, ca 30 m. Där täktverksamhet bedrivits är mäktigheten hos den omättade zonen givetvis mindre. Den mättade zonens mäktighet kan grovt uppskattas till 10–15 m. Nivån i Rb0911 var i december 2011 ca 41,5 m ö.h. Markytan är vid detta rör belägen 72,8 m ö.h. Längre österut, vid observationsbrunn OB Peking och Rb9702, är grundvattennivån avsevärt lägre, 30,97 respektive 25,83 m ö.h. vid en mätning utförd 1997-12-09. Ca 100 m nordost om Lintjärnen ligger observationsbrunn OB Lintjärn som är borrarad ner till ca 19 meters djup och enligt uppgift är torr på nivå +36,64 m ö.h. (VIAK 1998). Orsaken till att nivåerna är så pass mycket högre i den västliga delen (väst om Lintjärnen) än i den östliga är utifrån tillgängliga data inte tydlig. Om den grövre åskärnan är sammanhängande under Baldraheden, skulle en möjlig orsak till nivåskillnaderna kunna vara att berggrunden dämmer grundvattnet i de västra delarna. Detta kan dock inte förklara att gradienten är brant mellan flera mätpunkter och över en så lång sträcka. Om åskärnan inte är helt sammanhängande skulle ett finkornigare material kunna orsaka den branta gradienten och därmed den högre nivån uppströms det finkorniga materialet. För att säkert kunna förklara orsaken krävs dock ytterligare information.

## Magasinets avgränsning

Magasinets avgränsning baseras på uppgifter från brunnsarkivet, rörborrning, geoteknisk sondering och jordartsinformation. Magasinets norra gräns väster om Baldraheden är osäker då data saknas för detta område. Huvudmagasinets grova material ligger djupt under markytan och så även grundvattenytan. Djupet till grundvattenytan medför att de delar av isälvsavlagringen som gränsar till moränområdet i norr bedöms vara torra och därför inte utgöra grundvattenmagasin. Dessa delar av avlagringen är dock viktiga ur grundvattenbildningssynpunkt.

## Grundvattendelare

För magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldraheden, är den naturliga strömningsriktningen vid Hallbo, väster om Tannavallen, riktad västerut mot Norrdellen. Vid Baldraheden sker strömningen österut. Det finns alltså en grundvattendelare någonstans i dalgången mellan Hallbo och Baldraheden. I SGUs länskarta över grundvattnet i Gävleborgs län (Söderholm m.fl. 2001) är en förmodad grundvattendelare dragen mellan Lockmoberget och Långråsberget.

För att med större säkerhet kunna fastställa vattendelarens läge, utfördes rörborringarna Rb0911-0913 mellan Tannavallen och Baldraheden under november 2009. Från de nivåmätningar som utförts kan konstateras att grundvattennivån faller från Rb0913 vid Tannavallen och vidare mot Baldraheden. Detta skulle alltså indikera att det inte finns någon grundvattendelare mellan Lockmoberget och Långråsberget. Det mesta tyder istället på att grundvattendelaren är rörlig och belägen längre västerut. Bolaget Artesia gör bedömningen att den skulle kunna vara belägen mellan Rb9403 och Rb0913 (muntlig kommunikation P-O Johansson, Artesia 2012). Se vidare *Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning*.

## Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden

### Nylandet–Sanna

#### Magasinets uppbyggnad

Isälvsavlagringen smalnar av vid Nylandet av för att i markytan få en tydligare åsform. Brunnsborrningar visar att jordmäktigheten kan antas vara ca 35 m. Den mättade zonen hos magasinet uppskattas vara ca 20 m mäktig.

Längs åssträckan är ett flertal rörborringar, geofysiska undersökningar och ytligare borrarningar utförda, se Rb971101, Rb971103 och Rb971105 i bilaga 5. Avlagringen utgörs i huvudsak av sand och grus. Skikt av finmaterial kan dock förekomma i de översta meterna av åsen. En trolig övre grundvattennivå



och fyra meter lera har observerats väster om E4:an (Viak 1984). Överlagrande finmaterial har ställvis tagits bort längs åsen i samband med täktverksamhet.

På båda sidor om åsen finns områden med lera. Isälvs materialet bedöms finnas under leran. Isälvs-material har påträffats vid geotekniska borrningar utförda längs E4:an norr om magasinet, se BMW091946 i bilaga 5. Isälvs materialets mäktighet framgår inte av dessa borrningar, men området bedöms utgöra en del av magasinet. Magasinet har därför dragits ut ett stycke under leran även i de fall det inte finns någon punktobservation som styrker detta.

### **Grundvattennivåer**

Grundvattenytan i åsens centrala delar ligger, beroende på hur högt åsryggen är uppbyggd, ca 5–20 m under markytan. För de lägre liggande sidoområdena ligger grundvattennivån nära markytan. Grundvattennivån vid Nylandet var 1997-12-03 23,74 m ö.h. (RH70) och vid E4:an 1984-05-24 20,54 m ö.h. (avvägningsmetoden är okänd).

I höjd med Ulvbacka viker Hallstaån lite söderut för att sedan rinna längs och över magasinet. Denna del av Hallstaån har bedömts utgöra en akvatisk kontakt där ett utbyte kan ske mellan magasinet och ytvattendraget. Se vidare under *Anslutande ytvattensystem*.

### **Provpumpning och hydrauliska egenskaper**

I anslutning till E4:ans dragning förbi isälvsavlagringen utförde Viak en korttidsprovpumpning under elva dagar för att undersöka magasinets hydrauliska egenskaper. Ur provpumpningen tolkades magasinets hydrauliska bredd till 480 m (Viak 1984).

Tolkningarna från Viaks provpumpningar i området för E4:an gav den hydrauliska kapaciteten  $T = 0,13 \text{ m}^2/\text{s}$  magasinets kapaciteten  $S = 0,09$ . Viak uppskattade det naturliga flödet i åsen till 50 l/s (Viak 1984).

## **Sanna**

### **Magasinets uppbyggnad**

I denna del av magasinet förekommer jordmäktigheter på mer än 50,5 m. Det grova åsmaterialet överlagras av finkornigare material. Rb9405 i bilaga 5 visar en detaljerad jordartsbedömning. Magasinets utbredning söderut baseras på information från geotekniska borrningar och en brunnsbörning (id-nr i SGUs Brunnsarkiv: 909576002) som är borrad genom 30 m sand och grus, se bilaga 5. Magasinets utbredning under leran norrut är dock osäkrare men baseras på geotekniska borrningar utförda vid järnvägen som visar att sand och grus finns ca 11 m under markytan, se BMW091963. Magasinet antas finnas under silt, lera och torv även där det inte finns borrningar som bekräftar detta.

### **Grundvattennivåer**

Grundvattennivån ligger ca 20 m ö.h. Den mättade zonen uppskattas till ca 25 m.

### **Provpumpning och hydrauliska egenskaper**

Provpumpningar för området vid Sanna (mellan gamla och nuvarande E4:an) utfördes 1996 och 1997. I utvärderingen av dessa provpumpningar används en bedömd magasinbredd av minst 350 m (VBB Viak 1997a). Provpumpningen som utfördes under 37 dygn under 1996 i brunn 1 utvärderades med kanalflödesmodell och gav transmissiviteten  $T = 0,11\text{--}0,13 \text{ m}^2/\text{s}$  och magasinetskoefficienten  $S = 0,19\text{--}0,26$ .

För provpumpningen som utfördes mellan 1997-06-30 och 1997-10-06 utvärderades pumpning och återhämtning med Jacobs metod (radiellt flöde), Theis typkurva (radiellt flöde) och kanalflödesmodell. Utifrån provpumpningsresultatet sammanfattades de hydrauliska egenskaperna nära brunnsområdet till transmissiviteten  $T = 0,21 \text{ m}^2/\text{s}$  och magasinetskoefficienten  $S = 0,16$ . På ett avstånd av minst 200 m från den pumpade brunnen skattas  $T_B = 75 \text{ m}^3/\text{s}$  och  $S_B = 31$ . Med den uppskattade bredden 300–400 m ger

detta  $T = 0,19-0,25 \text{ m}^2/\text{s}$  och  $S = 0,08-0,1$  (VBB Viak 1997a). Ett TB av  $75 \text{ m}^3/\text{s}$  ger ett flöde av  $23 \text{ l/s}$  vid den uppmätta gradienten  $0,03 \%$ . Den långsiktigt uttagbara vattenmängden vid brunn 2 uppskattas till  $40-50 \text{ l/s}$  (VBB Viak 1997a). VBB Viak skriver samtidigt att det vid denna uttagsmängd är möjligt att nivåerna i åsen sänks av så mycket att en inducering av åvatten till åsen skulle kunna ske.

## **Östanbräck–Hudiksvallsfjärden**

### **Magasinets uppbyggnad**

Isälvs materialet har en mäktighet av upp till  $25-30 \text{ m}$ . En borrhning som utförts i Östanbräck, dock med osäkert läge, är driven i  $45,5 \text{ m}$  sand och grus. En borrhning utförd mitt i magasinet öster om Stormyran visar att sanden överlagras av  $4 \text{ m}$  silt.

Magasinets utbredning åt öster begränsas till delar av de moränområden som finns vid Långsjöberget. Magasinets utbredning under Stormyran, på den östra sidan, är dock osäker.

För bedömning av magasinets utbredning västerut finns inga bra punktobservationer. Det finns dock ett flertal geotekniska borrhningar som utfördes väster om åsen mellan Sandvalla och Björkberg (K-Konsult 1975). Men då borrhningarna inte är utförda till ett större djup än ca  $10 \text{ m}$  blir informationen något osäker. Ett flertal borrhningar visar dock att silt eller sand förekommer under den lera eller torv som förekommer i ytan. Gränsdragningen västerut är i huvudsak en uppskattning av isälvs materialets möjliga utbredning under lera.

Magasinet smalnar av mellan Långsjöberget och Björkberg. Åskärnan har genom borrhningar och seismiska undersökningar bedömts ha en bredd av  $100 \text{ m}$  och en mäktighet av ca  $20 \text{ m}$  (VBB 1977).

Vidare ner mot Hudiksvallsfjärden breder avlagringen ut sig. Här är dokumentationen bristfällig men uppgifter från Brunnsarkivet visar att jordmäktigheten i avlagringens centrala delar är  $35 \text{ m}$  samt att det ner mot Hudiksvallsfjärden finns grövre material under svallsedimenten. Isälvs materialet överlagras ställvis av finare material varför det förekommer områden med torv på magasinet, se även BMW091922.

### **Grundvattennivåer**

Strax norr om Långsjöberget och Björkberg, öster om Stormyran, är den mättade zonen i åsens centrala del ca  $11 \text{ m}$  och djupet till block eller berg ca  $21,5 \text{ m}$ . VBB Viak har bedömt att det här sker ett utläckage från åsen till myr och ytvattendrag (VBB Viak 1998).

Söder om avlagringens passage mellan Långsjöberget och Björkberg har grundvattenytan en kraftig gradient (Viak 1971). Ca  $700 \text{ m}$  sydost om magasinets passage mellan Björkberg och Långsjöberget bedömdes den mättade delen av magasinets endast utgöra  $4-5 \text{ m}$  (Viak 1971).

### **Provpumpning och hydrauliska egenskaper**

1977 utförde VBB en kortvarig provpumpning (en vecka) öster om Stormyran för att fastställa grundvattenmagasinets hydrauliska egenskaper. Resultatet utvärderades enligt Theis metod och gav att transmissionsiviteten var  $0,1-0,2 \text{ m}^2/\text{s}$ , vilket motsvarar ett konduktivitetvärde av ca  $10^{-2} \text{ m/s}$ . Magasinskoefficienten var  $13-27 \%$  (VBB 1977). En stegprovpumpning i samma område utförd 1984, där uttaget var  $35 \text{ l/s}$  under elva dygn, visar att jordlagren har en bra vattenförande förmåga (VBB Viak 1997a).

## **Anslutande ytvattensystem**

### **Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden**

Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, gränsar i väster till Norrdellen. Under ostörda förhållanden är grundvattennivån i sjöns omedelbara närhet upp till drygt en meter högre än sjöns nivå. Under provpumpning vid Hallbo (se ovan under *Hydrogeologiska förhållanden, Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, Hallbo*) avsänktes grundvattennivån så att den som mest låg drygt fyra meter lägre än sjöns nivå. De stora nivåskillnaderna mellan grundvattenmagasinet och sjön indikerar en mycket begränsad

hydraulisk kontakt. I samband med provpumpningarna utfördes syreisotopsanalyser för att finna om någon inducering av ytvatten från Norrdellen till magasinet skedde. Dessa analyser visar att mängden vatten som tillförts magasinet från Norrdellen genom inducering under provpumpningstiden är liten, om ens någon.

### **Analys av syreisotoper**

För att försöka klarlägga den hydrauliska kontakten mellan grundvattenmagasinet och Norrdellen togs vattenprover för analys av den naturligt förekommande stabila syreisotopen syre-18 ( $^{18}\text{O}$ ) vid totalt drygt 30 provtagningstillfällen. Användningen av syre-18 som spårämne bygger i det aktuella fallet på att det vid provpumpningens start fanns en tydlig skillnad mellan halten syre-18 i grundvattnet och i sjövattnet. I provpumpningens inledningsskede var  $^{18}\text{O}$ -halten i grundvattnet  $-12,9\text{‰}$  medan den i sjövattnet var  $-9,7\text{‰}$  (värdena anges som en avvikelse i  $\text{‰}$  från  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  i en standard, Standard Mean Ocean Water). De högre halterna i sjön förklaras av att vattnet där har varit utsatt för avdunstning i större utsträckning än grundvattnet vilket leder till en anrikning av syre-18 eftersom denna isotop är tyngre än den dominerande syre-16-isotopen.

En ökande syre-18 halt skulle indikera en inträngning av sjövattnet i grundvattenmagasinet till följd av att grundvattennivåerna sänktes under sjöns nivå. Det fanns dock ingen tendens till ökande syre-18-halter i grundvattnet under den tid som långtidsprov-pumpningen pågick. (Artesia 2010 a).

### **Hallbo och Tannavallen**

De vattendrag som rinner från omgivande höjdområden och ner på åsen bedöms kunna bidra till grundvattenbildningen. Tannabäcken är längs största delen av sin sträckning över isälvsavlagringen belägen flera meter över grundvattennivån i magasinet. Ytliga finsediment längs bäckfåran medför dock att läckaget till magasinet kan antas vara mycket begränsat.

### **Baldrheden**

På Baldrheden förekommer myr- och våtmarksområden samt ytvatten, t.ex. Lintjärnen, vars nivå ligger över grundvattennivån i magasinet. Den hydrauliska kontakten mellan dessa ytvatten och grundvattenmagasinet antas vara mycket begränsad eller saknas. Om utbyte sker mellan ytvattnet och grundvattenmagasinet sker detta genom ett läckage från ytvattenförekomsten till magasinet.

Myrområdet, ca 300 m ostnordost om Rb9702 vid Baldrheden, har en nivå som ligger nära grundvattennivån i magasinet. Myrområdet skulle kunna utgöra ett utströmningsområde för magasinet. Detta har dock inte verifierats (VBB Viak 1998).

### **Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden**

Inom tillrinningsområdet för magasinet avvattnas Hallstaån, Hornån och till dem anslutande ytvattendrag österut mot havet. Hallstaån rinner delar av sin sträcka längs med och över magasinet, på den nordöstra sidan. Nivåer mätta i Hallstaån visar att det vid mättillfället skedde ett utläckage från åsen till ån i närheten av E4:an p.g.a. av en 0,5 m stor nivåskillnad (VBB Viak 1998). I samband med E4:ans dragning justerades Hallstaåns naturliga sträckning, söderut mot åsen, för att vägen skulle få bättre grundläggningsförhållanden. Grundvattennivån i åsen låg över nivån i ån varför tättningsåtgärder fick genomföras för att begränsa läckaget från ås till å (Viak 1984).

I samband med en provpumpning vid Sanna bedömdes ett utläckage ske från åsen på avsnittet mellan Baldrheden och Sanna (VBB Viak 1997 a). Under normala förhållanden är läckaget riktat från magasinet till Hallstaån. Om ytvattendragets nivå skulle överstiga magasinet grundvattennivå antas ett läckage kunna ske i motsatt riktning, dvs. från ytvattendrag till grundvattenmagasinet.

VBB Viak bedömer att ett utläckage sker från magasinet till Stormyran söder om Östanbräck (VBB Viak 1998). Vid en nivåmätning (utförd 1971-05-26) i Rb7102, i Stormyrans norra ände, låg grundvattennivån ca 6,5 m under markytan. Baserat på detta är det möjligt att Stormyran beror av ytligare liggande grundvatten. Utifrån tillgängliga höjddata är det dock svårt att säkert avgöra om Stormyrans nivå är högre än magasinets grundvattennivå.

## **Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning**

Magasinen tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Ett tillflöde sker från omgivande mark och eventuellt också från anslutande vattendrag. Inom magasinet finns ytvattendrag och våtmarker där utbyte kan antas ske, se *Anslutande ytvattendrag* ovan.

Magasinens tillrinningsområden har avgränsats översiktligt och indelats i kategorierna primärt, sekundärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. Grundvattenbildningen eller tillrinningen är svårbedömd och de uppskattade värdena därför osäkra. SMHI:s två närmaste nederbördsstationer är Hudiksvall (stn-nr 11744) och Delsbo A (stn-nr 11649). Skillnaden i nederbördsmängd mellan dessa stationer är relativt stor. Det finns alltså en nederbördsgradient med minskande nederbörd från öster mot väster (Artesia 2010 a). För att förenkla har samma värde för grundvattenbildning använts på hela sträckan från Norrdellen till Hudiksvallfjärden. Det värde som använts baseras på grundvattenbildning för grov jord (414 mm/år) i området (Rodhe m.fl. 2006).

## **Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden**

### ***Delområde 1, Hallbo***

SGUs jordartsinformation och de borrningar som utförts inom isälvavlagringen vid Hallbo visar att avlagringen till allra största delen utgörs av finare sandfraktioner och silt. Avlagringen utgörs här till en större del av finsand än den gör längre österut vid Tannavallen.

Grundvattenbildningen för det område som enligt SGUs jordartsinformation utgörs av silt har därför bedömts utgöra 70 % av värdet för grundvattenbildningen i grova jordar och utgör ett tertiärt tillrinningsområde, se tabell 1a.

De branta berg- och moränslutningarna som finns längs dalsidorna ner mot isälvsavlagringen utgör tertiärt tillrinningsområde. Tillrinningsområdets bidrag till grundvattenbildningen har grovt uppskattats till 20 % av värdet för grova jordar. Det svallsandsområde som ligger i söder och i terrängen ovanför det primära tillrinningsområdet har bedömts kunna utgöra ett sekundärt tillrinningsområde.

Det är troligt att magasinet även tillförs grundvatten genom sprickor i omgivande berg. Utöver de sprickor som omnämns som spröd deformation under stycket *Terrängläge och geologisk översikt* kan det även förekomma andra spricksystem vilka kan vara aktiva i transporten av grundvatten. Tabell 1a redovisar en uppskattning av de primära, sekundära och tertiära tillrinningsområdenas yta samt en bedömd naturlig grundvattenbildning för respektive yta.

### **Uttagsmöjlighet**

Den naturliga grundvattenbildningen för delområdet uppskattades grovt till ca 20 l/s. De provpumpningar som Artesia utfört inom området visar dock att ett uttag av 66 l/s är möjligt över en förhållandevis lång tid. Vid ett uttag som överstiger den naturliga grundvattenbildningen kommer den rörliga grundvattendelaren att förskjutas österut och på så vis inkludera ett större tillrinningsområde. Hudiksvalls kommun planerar för ett uttag av 30–40 l/s i denna del av magasinet (uppgift från 2012). Vid ett uttag av denna storlek kommer vattendelaren att förskjutas mot sydost. Vid den i vattendomen (2011-06-09) maximalt tillåtna avsänkningen, bedöms dock inte grundvattendelaren kunna förskjutas nämnvärt öster om Rb0912 (Artesia 2010 b).

Tabell 1a. Tillrinningsområden för magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, delområde 1 vid Hallbo. Grundvattenbildning och uttagsmöjlighet.

	Yta (km <sup>2</sup> )	Dominerande jordtyp	Bedömd grundvattenbildning/ tillrinning till magasinet (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,16	Grovjord	2,0
Sekundärt tillrinningsområde	0,08	Grovjord	1,1
Tertiärt tillrinningsområde	0,85	Fin-/grovjord	7,8 (70 %)
	1,23	Morän	3,2 (20 %)
	1,53	Morän	4,0 (20 %)
Grundvattenbildning, grovjord (sand, grus)*	14 mm/år (13,2 l/s, km <sup>2</sup> )		
Bedömd uttagsmöjlighet inom delområdet	20 l/s 5–25 l/s		

\* Grundas på beräknad grundvattenbildning för olika typjordar (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i angivet värde är betydande.

Tabell 1b. Tillrinningsområden för magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, delområde 2, Tannavallen–Baldrheden. Grundvattenbildning och uttagsmöjlighet.

	Yta (km <sup>2</sup> )	Dominerande jordtyp	Bedömd grundvattenbildning/ tillrinning till magasinet (l/s)
Primärt tillrinningsområde	1,39	Grovjord	18,3 (100 %)
Sekundärt tillrinningsområde	–	–	–
Tertiärt tillrinningsområde	0,16	Fin-/grovjord	6,7 (30 %)
	2,99	Grovjord	27,6 (70 %)
	2,35	Morän	4,6 (15 %)
	3,26	Morän	4,3 (10 %)
Grundvattenbildning, grovjord (sand, grus)*	414 mm/år (13,2 l/s, km <sup>2</sup> )		
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	5–25 l/s		

\* Grundas på beräknad grundvattenbildning för olika typjordar (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i angivet värde är betydande.

## Delområde 2, Tannavallen–Baldrheden

Baserat på de ytvattendrag och den fuktigare terräng som finns för delar av Tannavallen kan man här anta en lägre grundvattenbildning. Denna del av avlagringen har i SGUs jordartskartläggning bedömts vara finkornigare än vad den är längre västerut. Grundvattenbildningen har uppskattats till 30 % av värdet för grundvattenbildningen i grova jordar och utgör ett tertiärt tillrinningsområde, se tabell 1b.

De branta berg- och moränslutningarna och det svallsediment som finns längs dalsidorna ner mot isälvsavlagringen utgör tertiärt tillrinningsområde. Det tillrinningsområde som ligger norr om avlagringen gränsar, utöver silten, även till sanden som finns längre mot sydost varför grundvattenbildningen grovt uppskattats till 15 % av värdet för grova jordar. Bidrag från moränslutningen söder om avlagringen har, då den endast gränsar till den finkorniga silten, uppskattats till 10 % av värdet för grova jordar.

Ett område mellan Lockmoberget och Långråsberget och vidare österut har i samband med SGUs jordartskartering bedömts utgöras av isälvs sediment, sand. I detta område förekommer ytvattensystem och våtmarker, se *Hydrogeologiska förhållanden, Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, Baldrheden*. Grundvattenbildningen bedöms därför utgöra 70 % av grundvattenbildningen för grova jordar.

## Uttagsmöjlighet

För denna del av magasinet är den mättade zonens mäktighet inte känd och magasinets avgränsning är osäker. Därtill kan grundvattenytans gradient indikera bristande kommunikation i det vattenförande lagret, se stycket *Hydrogeologiska förhållanden, Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden, Baldrheden Grundvattennivå*. Denna osäkerhet gör att den bedömda uttagskapaciteten klassas till 5–25 l/s, trots att den naturliga grundvattenbildningen bedömts vara större.

## Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden

De silt- och lertäckta områdena runt åsen bidrar i begränsad utsträckning till grundvattenbildningen. De högre liggande moränområdena bedöms till viss del kunna bidra till grundvattenbildningen då dessa kan ha hydraulisk kontakt med isälvs materialet under leran. Eventuellt bidrag från moränområdena har dock inte uppskattats och redovisas inte i tabellen.

Sydöst om Nylandet, på åsens södra sida, finns områden som bedömts utgöras av svallsand. Då information saknas om huruvida dessa underlagras av lera eller isälvs material antas dessa områden kunna bidra till grundvattenbildningen till grundvattenmagasinet med 50 % av grundvattenbildningen för grova jordar, se tabell 1c.

### Uttagsmöjlighet

Magasinet bedöms kunna få ett tillskott av grundvatten från angränsande magasin i nordväst (magasin 1). I avsnittet *Hydrogeologiska förhållanden* redovisas ett antal propumpningar utförda i magasinet, där bl.a. Viak AB (1984) uppskattar det naturliga flödet i åsen, vid E4:an, till 50 l/s (Viak AB 1984).

VBB Viak (1997 a) uppskattade att den långsiktigt uttagbara mängden ur en enskild brunn vid Sanna var 40–50 l/s. VBB Viak (1997 a) skriver dock samtidigt att det vid denna uttagsmängd är möjligt att nivåerna i åsen sänks av så mycket att en inducering av åvatten till åsen skulle kunna ske.

För området precis söder om Björkberg–Långsjöberget uppskattades det naturliga grundvattenflödet till 40 l/s (VBB 1977).

Artesia bedömer att det är rimligt att det i vattendomen tillåtna sammanlagda uttaget av 80 l/s för vattentäkterna i Sanna och Östanbräck ligger nära den naturligt tillgängliga långsiktiga tillgången på grundvatten (Artesia 2010 b).

I isälvavlagringens centrala delar finns det grövre materialet och åskärnan. Detta möjliggör ett större grundvattenuttag (25–125 l/s) i magasinets centrala delar än i dess sidoområden. Därför har sidoområdena tilldelats en lägre uttagsklass (5–25 l/s). Detta ska inte ses som att det är möjligt att addera den bedömda uttagsmängden för respektive sidoområden till bedömd uttagsmängd i magasinets centrala del.

För delar av magasinet sker ett läckage från magasin till ytvattendrag. Detta medför att hela den naturliga grundvattenbildningen inte finns tillgänglig för grundvattenuttag. För delar av magasinet finns förutsättning för inducering av ytvatten om grundvattennivån blir lägre än ytvattnets nivå. Inducering av ytvatten möjliggör ett större uttag, samtidigt som den även medför en risk för förändrad kvalitet hos grundvattnet.

### Användande

Grundvattenuttag sker för kommunal vattenförsörjning sedan 1945 i Hallstaåsen. Fram till 2003 uttogs allt vatten för vattenförsörjningen från Östanbräcksområdet. Från 2003 kompletteras uttaget i

Tabell 1c. Tillrinningsområden för magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden. Grundvattenbildning och uttagsmöjlighet.

	Yta (km <sup>2</sup> )	Dominerande jordtyp	Bedömd grundvattenbildning/ tillrinning till magasinet (l/s)
Primärt tillrinningsområde	3,36	Grovjord	44,2 (100 %)
	0,02	Grovjord	0,3
Sekundärt tillrinningsområde	0,04	Grovjord	0,5
	0,04	Grovjord	0,6
Tertiärt tillrinningsområde	0,11	Grovjord	0,7 (50 %)
	0,02	Grovjord	0,1 (50 %)
Grundvattenbildning, grovjord (sand, grus)*	414 mm/år (13,2 l/s, km <sup>2</sup> )		
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	25–125 l/s		

\* Grundas på beräknad grundvattenbildning för olika typjordar (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i angivet värde är betydande..

Östanbräck med uttag i Sannatäkten. För att förstärka den naturliga grundvattenbildningen har ytvatten från Norstafjärden, genom bassänginfiltration, infiltrerats vid Östanbräck. Sedan Sannatäkten tagits i drift sker dock normalt ingen ytvatteninfiltration.

En ny vattentäkt i Hallbo är under utbyggnad (2012). I samband med tillståndsansökan för den nya vattentäkten ansöktes också om revidering av gällande domar för Östanbräcks- och Sannatäktena.

Enligt den gällande domen 2011-06-09 har kommunen tillstånd att:

- i Östanbräcks-, Sanna- och Hallbotäktena ta ut grundvatten intill en sammanlagd mängd av 6 500 m<sup>3</sup>/d (75 l/s) i medeltal per år, dock högst 8 500 m<sup>3</sup> (98 l/s) under ett och samma dygn
- vid normal drift av Sanna- eller Hallbotäktena stänga av befintlig konstgjord bassänginfiltration vid södra brunnsområdet i Östanbräck
- med avstängt vattenuttag i Sanna- och Hallbotäktena och idrifttagen ytvatteninfiltration ta ut de i första punkten angivna mängderna i södra och norra brunnsområdena i Östanbräck
- högst ta ut 90 l/s från Norstafjärden för infiltration under förutsättning att nivån i Norstafjärden inte underskrider +0,36 m (RH 70).

Domen innehöll också villkor om att uttag inte får ske i Hallbo om grundvattennivån i observationspunkten Rb 0702 understiger +33,5 m (RH70). Vidare får inte uttagen i Östanbräcks- eller Sannatäktena överstiga 4 300 m<sup>3</sup>/d (50 l/s) i medeltal per år eller 6 500 m<sup>3</sup> under ett och samma dygn om inte ytvatteninfiltrationen är i drift.

När Hallbotäkten tagits i drift planerar kommunen att ta ut 30–40 l/s från vardera Hallbo och Östanbräck eller Sanna. Utöver uttag för kommunal vattenförsörjning förekommer det även uttag för enskild vattenförsörjning i grusfilterbrunnar längs åsen.

## Grundvattnets kvalitet

### Magasin 1, Hallstaåsen Hallbo–Baldraheden

#### Hallbo

Artesia tog i samband med långtidsprovpumpningen 2007-10-10–2009-07-03 vattenprover i uttagsbrunnarna. Grundvattnet i området är relativt jonfattigt. Konduktiviteten var knappt 11 mS/m som medelvärde. Vattnet var mjukt med en medelhalt av kalcium (Ca<sup>2+</sup>) av 9,0 mg/l och av magnesium (Mg<sup>2+</sup>) av 4,2 mg/l (total hårdhet 2,2 dH°). Halterna av natrium (Na<sup>+</sup>), kalium (K<sup>+</sup>), klorid (Cl<sup>-</sup>) och sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) är också låga. Ingen av de redovisade parametrarna visade någon trend över tiden. pH-värdet var nära neutralt med ett medelvärde av 7,2 (7,1–7,4). Alkaliniteten var något låg, 45 mg/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> i medeltal. Järn- och manganhalterna var genomgående låga i vattnet från brunnarna Br 2 och Br 4 och var, med enstaka undantag, under rapporteringsgränserna 0,01 respektive 0,002 mg/l. Det samma gäller halten organiskt material där halten COD-Mn, med enstaka undantag, legat under rapporteringsgränsen 1 mg/l. Färgtalet var också konstant lågt, <5 mg/l Pt. Turbiditeten var låg i samtliga prover med ett medelvärde av 0,08 FNU. Aluminiumhalterna var genomgående låga och var, med enstaka undantag, under rapporteringsgränsen 0,01 mg/l. Fluoridhalten var i medeltal 0,7 mg/l. För samtliga analyserade parametrar har värdena varit mycket stabila över tiden och inga trender har noterats.

Grundvattnets sammansättning i vattnet från Br 3 var i stort den samma som i proverna från Br 2 och Br 4, med undantag för järn (Fe) och mangan (Mn). Halterna av både järn och mangan var förhöjda i Br 3 och ökade med tiden och vid provpumpningens slut översteg halterna 0,7 respektive 0,07 mg/l (Artesia 2010 a).

## **Baldrheden–E4:an**

VBB Viak (1998) beskriver i sin utredning grundvattnets beskaffenhet för Baldrheden och Hallstaåsen vidare mot E4:an. Vattenproverna är tagna i Rb971101–971105 samt OB Peking och Råsjö Kross uttagsbrunn.

Grundvattnet hade en konduktivitet som låg mellan 10 och 14 mS/m och ett pH mellan 6,6 och 6,9. Syrehalten var god. Hårdheten varierade mellan 2,8 och 4,2 dH°. Alkaliniteten låg mellan 40 och 57 mg/l. COD<sub>Mn</sub> - värdena var generellt låga, <1 mg/l, med ett undantag för Rb 971105 med 2,34 mg/l. Manganhalten var relativt låg, förutom i ett rör (Rb 971104) där halten var 0,23 mg/l. Järnhalten var generellt hög, vilket även färgvärdet och grumligheten var. Dessa avvikelser bedömdes vara kopplade till provtagningen (VBB Viak 1998).

## **Magasin 2, Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden**

### **Sanna**

Analysresultat från brunn 2 i Sanna visade på ett vatten med låg järn- och manganhalt. Alkaliniteten var 73 mg/l, totalhårdheten 5,5° dH och pH 6,7. Halten nitritkväve och ammoniumkväve låg under detektionsgränsen och halten nitratkväve var 0,7 mg/l (VBB Viak 1997 b). Bekämpningsmedel har påvisats vid Sanna vattentäkt. Sedan 2002 har dock inga halter över 0,01 µg/l uppmätts och sedan 2004 har inga bekämpningsmedel påvisats (Artesia 2008).

### **Östanbräck**

Grundvattenuttaget i Östanbräck har tidigare delvis byggt på infiltration av ytvatten från Norstafjärden. Efter att grundvattentäkten i Sanna tagits i drift (2003) sker normalt ingen infiltration av ytvatten. Bekämpningsmedelsrester har påvisats också i Östanbräck. Sedan 2004 har dock inga bekämpningsmedelsrester påvisats i några brunnar (Artesia 2008).

Nedanstående kemiuppgifter kommer från SGUs Vattentäktsarkiv och gäller råvattenprover tagna inom perioden 2003–2008. Vattnet är dock ett blandvatten från Östanbräcks- och Sannatäktena.

Alkalinitet var relativt hög, 61–84 mg/l. Hårdheten mätt i tyska grader ligger till största del i intervallet 4,2–5,5° dH. Järn och manganhalten var låga. pH-värdet var måttligt högt och låg i intervallet 6,7–7,3. Konduktiviteten var måttlig till låg och till största del i intervallet 19–30 mS/m. Nitrathalten var låg och för en stor del av proverna under rapporteringsgränsen 2,2 mg/l. Hos övriga prover låg värdet i intervallet 2,2–2,7 mg/l. Nitrithalten var även den låg och var i intervallet 0,004–0,017 mg/l.

## **Referenser**

- Artesia 2008: Risk- och konsekvensanalys för förslag till vattenskyddsområde för Hallstaåsen, Hudiksvalls kommun. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47215.*
- Artesia 2010 a: Hudiksvalls kommun. Hallstaåsen. Undersökningar för ny vattentäkt i Hallbo – Etapp 3. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47086.*
- Artesia 2010 b: Hudiksvalls kommun. Hallstaåsen. Ny kompletterande vattentäkt för Hudiksvall i Hallbo och förändrade uttag i de nuvarande vattentäktena i Östanbräck och Sanna – Miljökonsekvensbeskrivning. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47174.*
- K-Konsult 1975: Ritningar från översiktlig geoteknisk undersökning, Östanbräck Hudiksvalls kommun. Arbetsnummer 90 054.115.23. *Ritningsnummer Ge 2 Ge 5.*
- 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.*



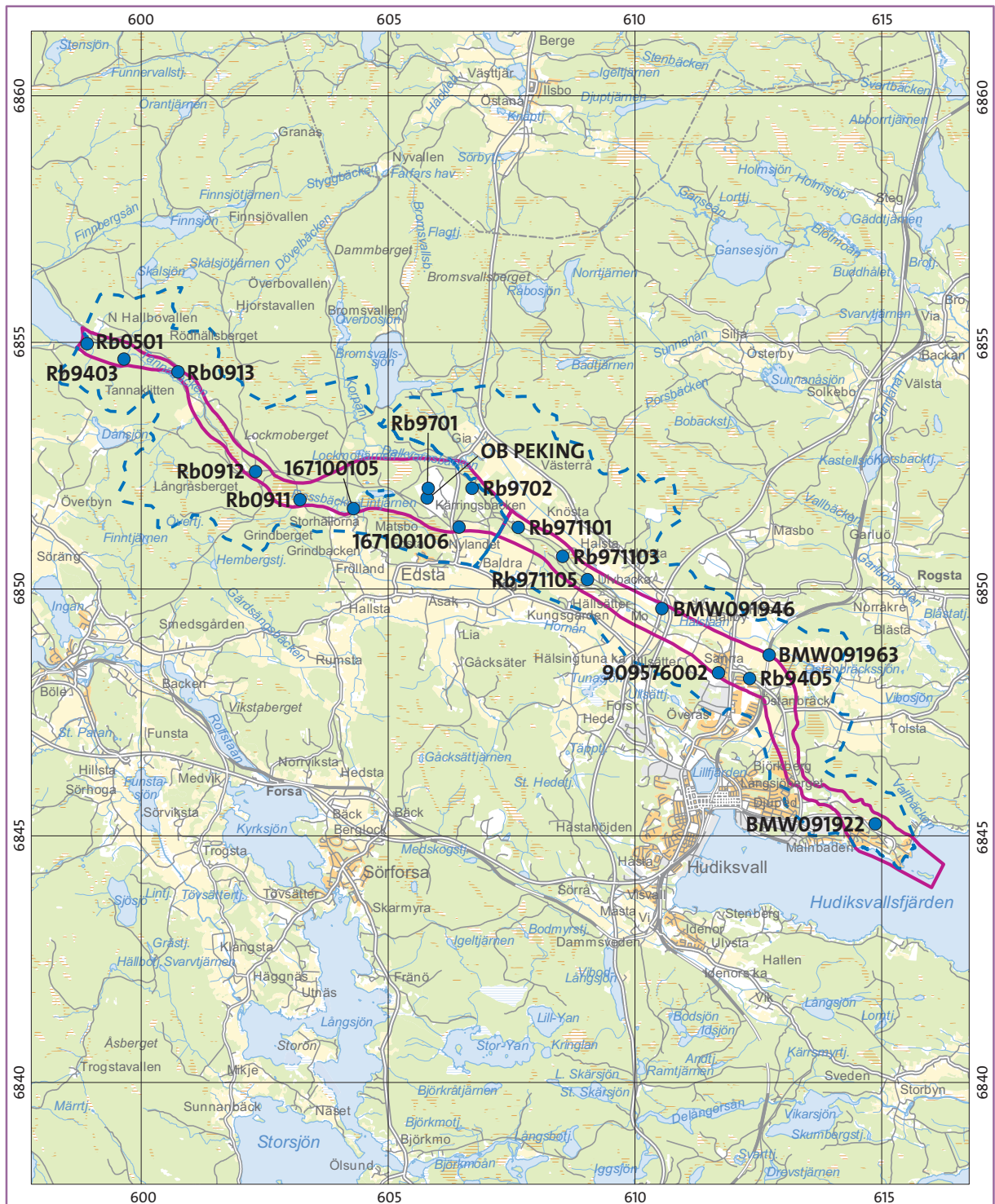
- SGU, 2011: *Jordarter – databas 1:50 000, Hudiksvall*. sgudb-JOLC.
- SGU, 2010a: *Berggrund – databas (1:50 000), Hudiksvallsområdet*. sgudb-bergdb-belo-15hmv.
- SGU, 2010b: *Berggrund – databas (1:250 000), Gävleborgs län*. sgudb-bergdb-bela-lan21.
- Söderholm, H., m.fl., 2001: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning SGU serie Ah nr 16*.
- VBB 1977: Hudiksvall grundvattentäkt. Teknisk beskrivning och utbyggnad av Hudiksvalls kommuns infiltrationsanläggning och grundvattentäkt i Hallstaåsen. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 3645*.
- VBB Viak 1997 a: Hudiksvalls kommun. Hallstaåsen. Geohydrologisk sammanställning. Handlingen utgör bilaga nr 6 i Ansökan om tillstånd till vattenbortledning från fastighet Sanna 3:19 i Hudiksvalls kommun (nya Sanna vattentäkt) och förnyat och förändrat tillstånd till vattenbortledning från fastigheterna Östanbräck 1:43 och 5:22, Hudiksvalls kommun. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47182*.
- VBB Viak 1997 b: Hudiksvalls kommun. Sanna. Ansökan om skydd för vattentäkt. Teknisk beskrivning. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47159*.
- VBB Viak 1998: Hydrogeologiska undersökningar som underlag för restaurering av Hallstaåsen. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 33449*.
- Viak 1971: Hudiksvalls kommun. PM angående grundvattenuttag ur Hudiksvallsåsen. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 3571*.
- Viak 1984: Vägförvaltningen i Gävleborgs län. Hallstaåsen–E4. Hydrogeologiska undersökningar. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 3806*.

## Förteckning över utredningar

- Artesia 2005: Hudiksvalls kommun. Hallstaåsen. Undersökningar för ny vattentäkt vid Norrdellen – etapp 1. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47084*.
- Artesia 2006: Hudiksvalls kommun. Hallstaåsen. Undersökningar för ny vattentäkt vid Norrdellen – etapp 2. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47085*.
- Artesia 2007: Hudiksvalls kommun. Gamla flygplatsområdet. Risken för påverkan på kommunens vattentäkter i Sanna och Östanbräck vid etablering av ett industriområde. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47214*.
- Artesia 2010 c: Hudiksvalls kommun. Hallstaåsen. Ny kompletterande vattentäkt för Hudiksvall i Hallbo och förändrade uttag i de nuvarande vattentäkterna i Östanbräck och Sanna – Teknisk beskrivning. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47177*.
- VBB Viak 2000: Tekniska förvaltningen Hudiksvalls kommun. Sanna vattentäkt. Detaljerad jordarts- och jorddjupsbestämning inom föreslaget skyddsområde. *Referensnummer i SGUs georegister: 47083*.
- Östersunds Tingsrätt, Mark- och miljödomstolen: Dom 2011-06-09, Mål nr M 3461-10. *Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 47183*.

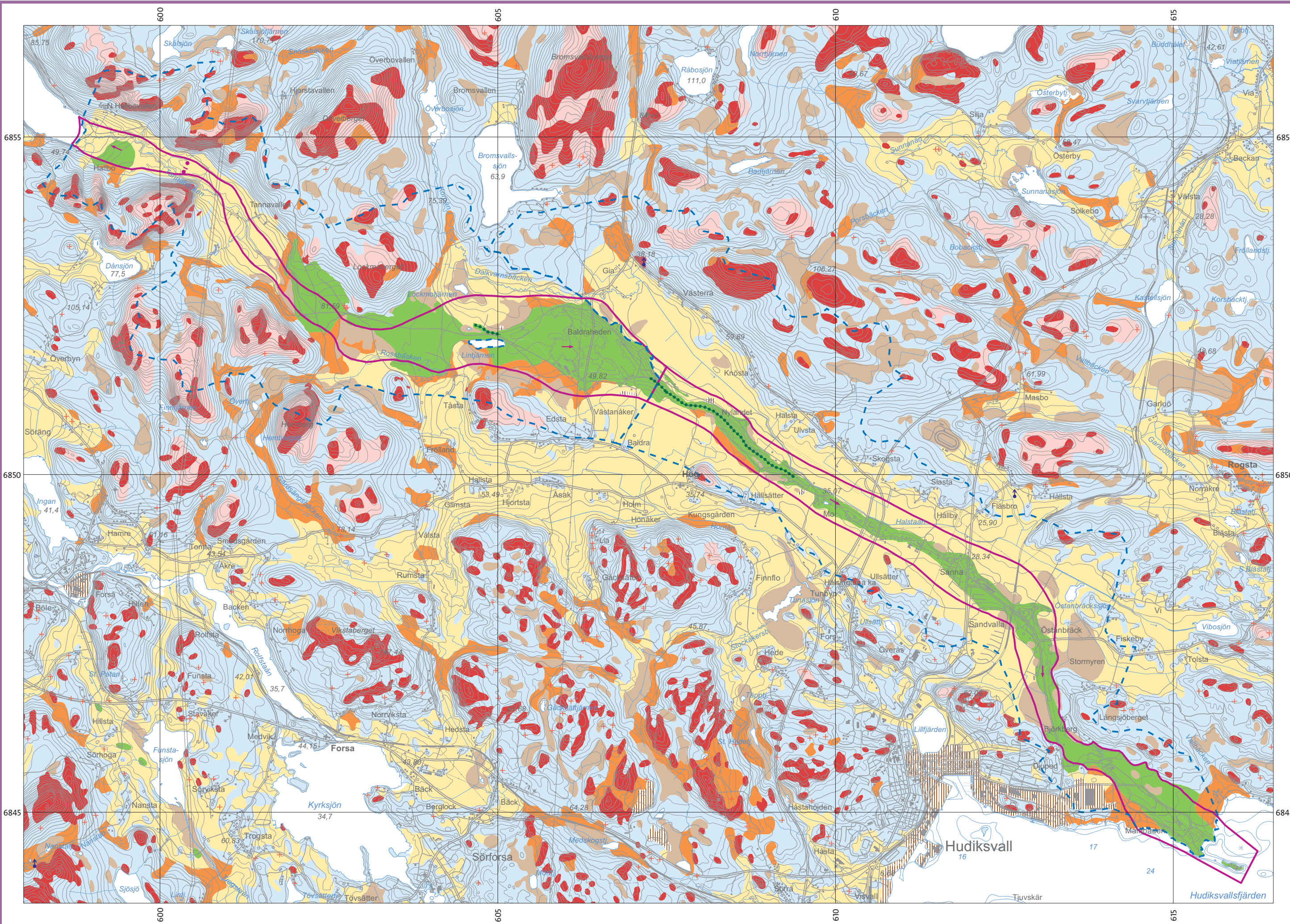
# BILAGA 1

## Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen



- Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)  
Stratigraphic information is available (appendix 5)
- Grundvattenmagasinetns avgränsning  
Delineation of groundwater reservoir
- - - Gräns för tillrinningsområde  
Boundary of catchment area

0 1000 2000 m



- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager  
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- Källa  
Spring
- Rörlig grundvattendelare  
Variable groundwater divide in Quaternary deposits
- Grundvattenmagasinet avgränsning  
Delineation of groundwater reservoir
- Gräns för tillränningsområde  
Boundary of catchment area
- Krön på isälvsavlagring  
Ridge-shaped glaciofluvial deposit
- Berg  
Rock
- Organisk jordart  
Peat and gyttja
- Lera-silt  
Clay-silt
- Postglaciala sediment, sand-grus  
Postglacial deposits, sand-gravel
- Isälvs sediment, sand-grus  
Glaciofluvial sediments, sand-gravel
- Morän  
Till
- Tunt jordtäckte  
Thin soil cover
- Berg  
Bedrock
- Fyllningsmaterial  
Artificial fill
- Övrigt material  
Other

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU. Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lanmäteriet.

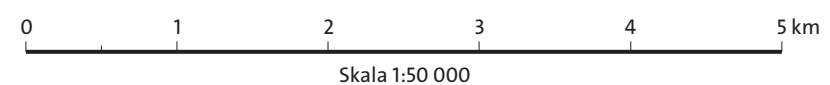
Referens till kartan: Karlhager, A., 2017: Grundvattenmagasinen Hallstaåsen, bilaga 2. Grundvattenmagasin, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 568. Reference to the map: Karlhager, A., 2017: Groundwater reservoirs Hallstaåsen, bilaga 2. Groundwater reservoir, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 568.







ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-7403-385-4

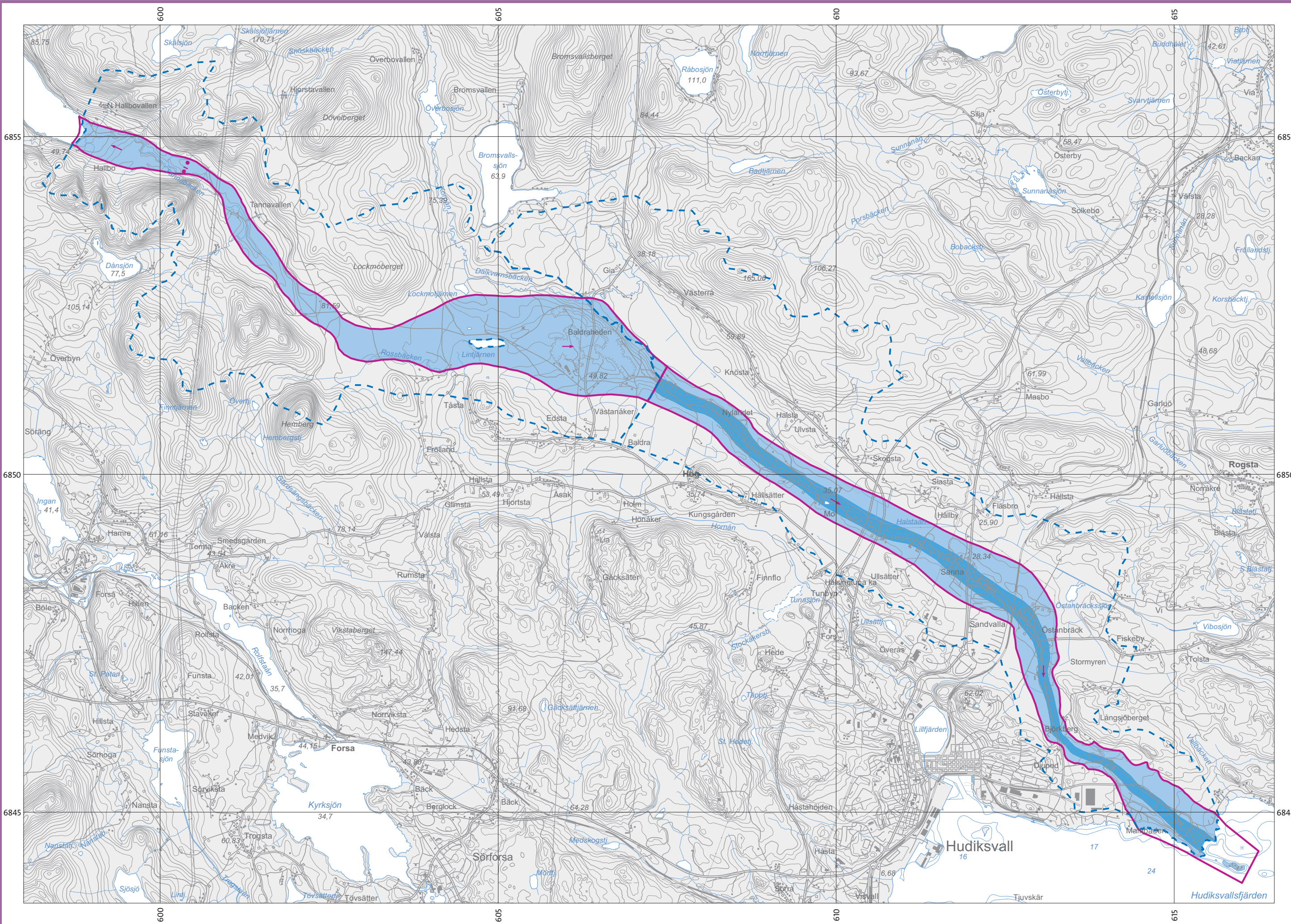
© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2017  
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

**Huvudkontor/Head Office:**  
Box 670  
Besök/Visit: Villavägen 18  
SE-751 28 Uppsala  
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00  
Fax: +46(0) 18 17 92 10  
E-post: sgu@sgu.se  
URL: http://www.sgu.se



-  Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager  
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
-  Rörlig grundvattendelare  
Variable groundwater divide in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning  
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillränningsområde  
Boundary of catchment area
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 5–25 l/s  
Estimated exploitation potential in the order of 5–25 l/s
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 25–125 l/s  
Estimated exploitation potential in the order of 25–125 l/s



Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.  
Topografiskt underlag: U-Terrängkartan. © Lanmäteriet.

Referens till kartan: Karlhäger, A., 2017: Grundvattenmagasinen Hallstaåsen, bilaga 3. Bedömda uttagsmöjligheter, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 568.  
Reference to the map: Karlhäger, A., 2017: Groundwater reservoirs Hallstaåsen, bilaga 3. Estimated exploitation potential, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 568.







ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-7403-385-4

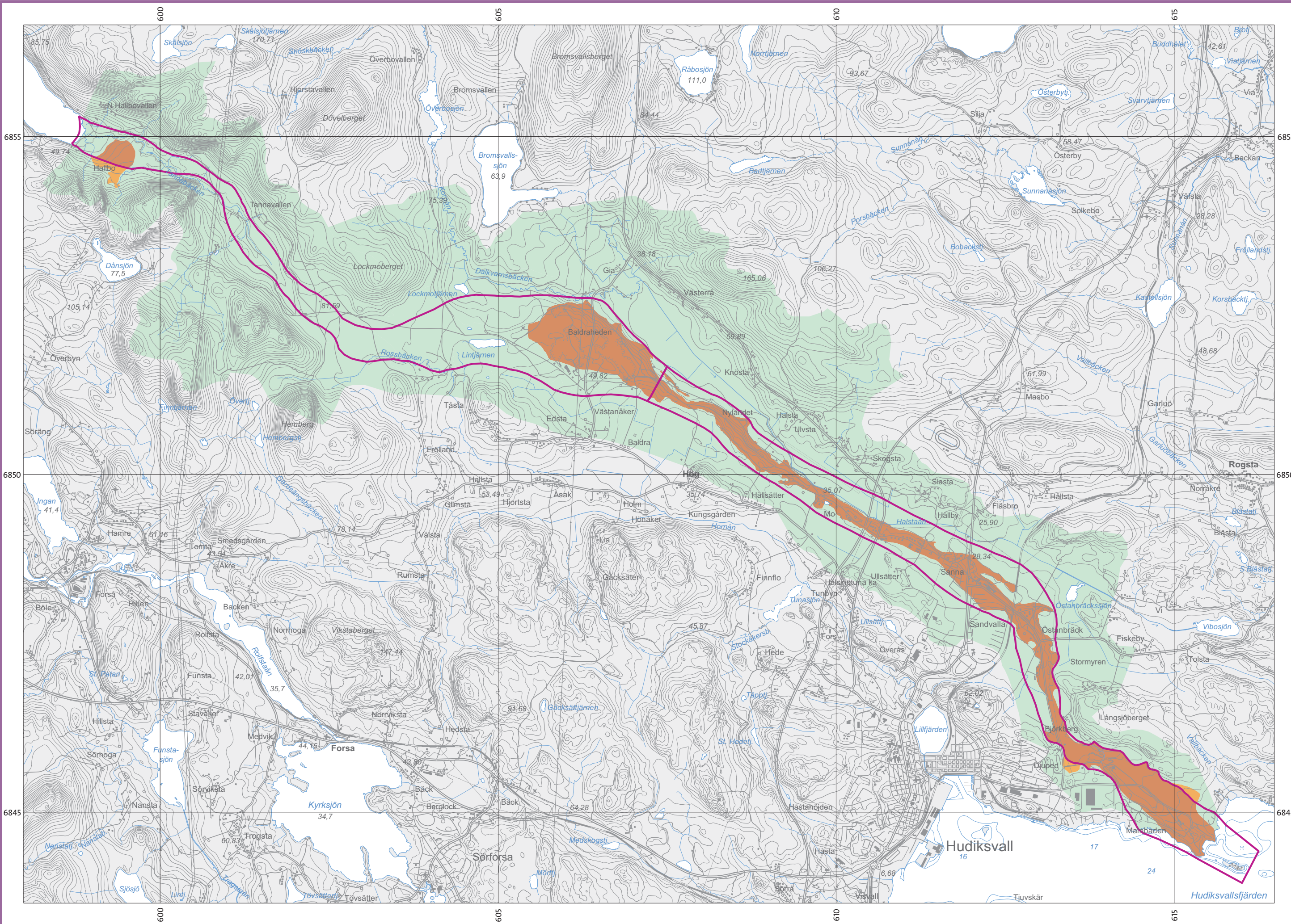
© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2017  
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller övergivning till annat medium.

Huvudkontor/Head Office:  
Box 670  
Besök/Visit: Villavägen 18  
SE-751 28 Uppsala  
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00  
Fax: +46(0) 18 17 92 10  
E-post: sgu@sgu.se  
URL: http://www.sgu.se

-  Grundvattenmagasinet  
Delineation of groundwater reservoir
-  Primärt tillrinningsområde  
Catchment area (primary)
-  Sekundärt tillrinningsområde  
Catchment area (secondary)
-  Tertiärt tillrinningsområde  
Catchment area (tertiary)

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.  
Topografiskt underlag: Ut-Terrängkartan. © Lantmäteriet.

Referens till kartan: Karlhager, A., 2017: Grundvattenmagasinen Hallstaåsen, bilaga 4. Tillrinningsområden, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 568.  
Reference to the map: Karlhager, A., 2017: Groundwater reservoirs Hallstaåsen, bilaga 4. Catchment areas, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 568.



ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-7403-385-4

© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2017  
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överförel till annat medium.

**Huvudkontor/Head Office:**  
Box 670  
Besök/Visit: Villavägen 18  
SE-751 28 Uppsala  
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00  
Fax: +46(0) 18 17 92 10  
E-post: sgu@sgu.se  
URL: <http://www.sgu.se>

## BILAGA 5

### Exempel på lagerföljder inom grundvattenmagasinen Hallstaåsen Hallbo–Baldrheden och Hallstaåsen Nylandet–Hudiksvallsfjärden, Hudiksvall

Koordinater i SWEREF 99 TM

#### BH0501

Databas-id: AKR2010021001

Typ: Skruvborrning

Läge: Redovisas inte

0,0–0,5 m	mellansand (Sam (rostig))
0,5–1,2 m	finsand (Saf (rostig))
1,2–1,4 m	finsandig silt (saf Si)
1,4–1,7 m	finsand (Saf)
1,7–1,9 m	silt med skikt av finsand (safSi)
1,9–2,2 m	finsand med skikt av silt (siSaf)
2,2–2,4 m	finsand (Saf)
2,4–2,6 m	något finsandig silt ((saf) Si)
2,6–3,5 m	finsand (Saf)
3,5–4,5 m	mellansand (Sam)
4,5–6 m	finsand (Saf)
6–8,7 m	finsand (Saf (rostig))
8,7–9 m	mellansand (Sam)

#### Rb0501

Databas-id: GSN2009101501

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 854 969, E = 598 908

Röröverkant: +45,16 m ö.h. (RH70)

Grundvattennivå 2006-08-09: 44,033 m ö.h. (RH70)

0,0–3,0 m	finsandig grovsilt, (saf. Sig.)
3,0–8,0 m	grovstilt med lerskikt (Sig. L.)
8,0–10,0 m	lera (L.)
10,0–18,0 m	grovstiltig finsand (sig. Saf.)
18,0–22,0 m	grovstilt (Sig.)
22,0–35,0 m	finsandig grovsilt (saf. Sig.)
35,0–36,0 m	finsandig mellansand, något grusig (saf. Sam. (Gr.))
	Vattenföring god
36,0–38,0 m	siltig finsandig mellansand, något grusig (si. saf. Sam. (Gr.))
	Vattenföring mindre god
38,0–39,0 m	finsandig grovsandig mellansand, något grusig (saf. sag. Sam. (Gr.)).
	Vattenföring (mycket) god
39,0–40,0 m	mellansandig grovsand, något grusig (sam. Sag. (Gr.))
	Vattenföring mindre god

40,0–41,5 m	mellansandig grovsand, något grusig (sam. Sag. (Gr.))
	Vattenföring (mycket) god
41,5 m	stopp mot block eller berg (Bl. el B.)

#### Rb0504

Databas-id: GSN2009101503

Typ: Rörborrning

Läge: Redovisas inte

Röröverkant: +58,28 m ö.h. (RH70)

Grundvattennivå 2006-08-09: 44,116 m ö.h. (RH70)

0,0–9,0 m	finsand (Saf.)
9,0–12,0 m	grovstiltig finsand (sig. Saf.)
12,0–21,0 m	finsandig mellansand (saf. Sam.)
	Vattenföring obetydlig
21,0–24,0 m	mellansandig finsand (sam. Saf.)
	Vattenföring obetydlig
24,0–30,0 m	finsandig mellansand, något grovsandig (saf. Sam. (Sag.))
	Vattenföring obetydlig
30,0–37,0 m	finsandig mellansand (saf. Sam.)
	Vattenföring obetydlig
37,0–38,5 m	grusig sand (gr Sa.)
	Vattenföring (mycket) god
38,5–40,5 m	finsandig grovsilt (saf. Sig.)
	Vattenföring obetydlig
40,5–42,0 m	finsandig grovsilt, något grusig (saf. Sig. (Gr.))
	Vattenföring mindre god (efter rensning god)
42,0–43,5 m	grovstiltig mellansand, något finsandig (saf. Sam. (Saf.))
	Vattenföring god
43,5–46,5 m	grovstiltig mellansand, något grusig (saf. Sam. (Gr.))
	Vattenföring (mycket) god
46,5–48,0 m	grovstiltig mellansand, något grusig (saf. Sag. (Sam. Gr.))
	Vattenföring (mycket) god

48,0–49,5 m grovsandig mellansand, något  
grusig (sag. Sam. (Gr.))  
Vattenföring (mycket) god  
49,5–50,3 m grusig sand/sandig grus (gr.  
Sa./sa.Gr.)  
Vattenföring mindre god  
50,3 m Fortsatt borrning möjlig

### Rb9403

Databas-id: GSN2009101411

Typ: Rörborrning

Läge: Redovisas inte

Röröverkant: +71,43 m ö.h. (RH70)

Grundvattennivå 2006-08-09: 44,173 m ö.h.  
(RH70)

0,0–6,0 m siltig lera (si Le)  
6,0–10 m finsandig silt (saf Si)  
10–14 m finsand med skikt av siltig  
finsand (Saf siSaf)  
14–18 m finsand med skikt av siltig lera  
(Saf siLe)  
18–22 m finsand (Saf)  
22–26 m något mellansandig finsand  
((sam) Saf)  
26–28 m något mellansandig finsand  
med sandskikt ((sam) Saf sa)  
28–32 m finsand med sandskikt (Saf sa)  
32–33,5 m något mellansandig finsand  
((sam) Saf)

### Rb9701

Databas-id: AKR2009120201

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 851 915, E = 605 805

0,0–2,0 m något fingrusig sand ((grf) Sa)  
2,0–6,0 m sandigt grus (grSa - saGr)  
6,0–8,0 m fingrusig sand, siltig (grf Sa,  
Si)  
8,0–10 m silt, siltig lera (Si, siLe)  
10–12 m siltig lera (siLe, si,fSa)  
12–14 m siltig finsand (siSaf)  
14–16 m sand (Sa,Saf,safsi)  
16–18 m sand (sa)  
18–20 m sand (Sa, Saf)  
20–24 m sandigt fingrus (samsagGrf)  
24–26 m grusig sand (grfSa)  
26–28 m sandigt fingrus (saGrf)

### Rb9702

Databas-id: GSN2009101308

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 852 038, E = 606 704

0,0–2,0 m sandigt grus (saGr)  
2,0–4,0 m sandigt grus (saGr)  
4,0–5,0 m grusig sand (grSa)  
5,0–6,0 m grusig sand (grSa)  
6,0–7,0 m sandigt grus (saGr)  
7,0–8,0 m sandigt grus (saGr)  
8,0–8,4 m något sandigt grus ((sa)Gr))

### Rb90911

Databas-id: AKR2009120703

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 851 808, E = 603 217

Rör överkant: +73,7 m ö.h. (RH70)

Grundvattennivå m ö.h. (RH70): +40,18  
(2009-11-15), +40,23 (2010-01-18)

0,0–2,0 m något sandig siltig finsand  
2,0–4,0 m siltig finsand  
4,0–6,0 m något sandig siltig finsand  
6,0–8,0 m finsandig silt  
8,0–10 m finsandig silt  
10–12 m silt  
12–14 m silt  
14–16 m något finsandig silt  
16–18 m något finsandig silt  
18–20 m finsandig mellansand  
20–22 m finsandig mellansand  
22–24 m finsandig mellansand  
24–26 m finsandig mellansand  
26–28 m sandig mellansand  
28–30 m sand  
30–32 m något grusig sand  
32–34 m något grusig sand  
34–36 m något grusig sand  
36–37 m något grusig sand

### Rb0912

Databas-id: AKR2009120702

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 852 379, E = 602 315

Rör överkant: +81,96 m ö.h. (RH70)

Grundvattennivå m ö.h. (RH70): +41,11  
(2009-11-15), +41,3 (2010-01-18)

0,0–2,0 m finsandig mellansand  
2,0–4,0 m något siltig sand  
4,0–6,0 m något siltig finsand

6,0–8,0 m	något siltig mellansandig finsand
8,0–10 m	siltig mellansandig finsand
10–12 m	siltig finsand
12–14 m	siltig finsand
14–16 m	siltig finsand
16–18 m	siltig finsand
18–20 m	siltig mellansandig finsand
20–24 m	siltig mellansandig finsand
24–26 m	finsandig mellansand
26–28 m	finsandig mellansand
28–30 m	finsandig mellansand
30–32 m	finsandig mellansand
32–34 m	finsandig mellansand
34–36 m	siltig finsand
36–38 m	siltig finsand
38–40 m	sand
40–42 m	något grusig sandig grovsand
42–44 m	grusig sand
44–45 m	grusig sand

### Rb0913

Databas-id: AKR2009120701

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 854 397, E = 600 749

Röröverkant: +70,85 m ö.h. (RH70)

Grundvattennivå m ö.h. (RH70): +41,36 (2009-11-15), +42,02 (2010-01-18)

0,0–2,0 m	silt
2,0–4,0 m	silt
4,0–6,0 m	silt
6,0–8,0 m	silt
8,0–10 m	silt
10–12 m	silt
12–14 m	silt
14–16 m	silt
16–18 m	silt
18–20 m	silt
20–22 m	silt
22–24 m	silt
24–26 m	silt
26–28 m	silt
28–30 m	något mellansandig finsand
30–32 m	något mellansandig finsand
32–34 m	finsandig mellansand
34–35 m	finsandig mellansand
35–36 m	något sandig mellsand

### 167 100 105

Databas-id: 167 100 105

Typ: Brunnsborrning

Läge: N = 6 851 628, E = 604 302

0–30 m finsand

30–40 m grovt grus

### 167 100 106

Databas-id: 167 100 106

Typ: Brunnsborrning

Läge: N = 6 851 254, E = 606 436

0–16 m sand

16–30 m grus

30–100 m berg

### Rb971101

Databas-id: GSN2009101301

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 851 245, E = 607 639

0–2 m siltig lera, sand (siLe, Sa)

2–4 m silt, sand (Si, Sa)

4–6 m silt, sand (Si, Sa)

6–8 m sandigt grus (saGr)

### Rb971103

Databas-id: GSN2009101303

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 850 660, E = 608 538

0–2 m sandigt grus (saGr)

2–3 m sand (Sa, lite material)

3–4 m sandigt grus (saGr, lite material)

4–5 m sandigt grus (saGr, lite material)

5–6 m (mycket lite material)

6–7 m grus (Gr)

7–8 m grus (Gr)

8–8,9 m sand, grus (Sa, Gr)



**Rb971105**

Databas-id: GSN2009101305

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 850 187, E = 609 043

0–2 m	grusig sand (grSa)
2–4 m	sandigt grus (saGr)
4–6 m	(inget material)
6–7 m	grus (Gr)
7–8 m	grus, sandigt grus (gr, saGr)
8–9 m	sandigt grus (saGr)
9–9,7 m	grusig sand (grSa)

**BMW091946**

Databas-id: BMW091946

Typ: Borrning/Sondering

Läge: N = 6 849 605, E = 610 543

0,0–1,4 m	lera
1,4–2,5 m	gyttjelera
2,5–3,5 m	havs/sjösediment, postglacial lera
3,5–4,5 m	lera
4,5–6,5 m	grovsilt–finsand
6,5 – 9,5 m	isälvs sediment, sand

**Rb9405**

Databas-id: GSN2009101413

Typ: Rörborrning

Läge: N = 6 848 183, E = 612 324

0,0–2,0 m	något fingrusig, något grovsandig finsandig mellansand ((grf)(sag) saf Sam)
2,0–4,0 m	mellansandig finsand med siltskikt (sam Saf si)
4,0–8,0 m	finsand (Saf)
8,0–12,0 m	något fingrusig finsand ((grf) Saf)
12,0–14,0 m	något fingrusig sand, finsand ((grf) Sa, Saf)
14,0–16,0 m	något fingrusig sand ((grf) Sa)
16,0–18,0 m	något fingrusig sand ((grf) Sa, Si)
18,0–20,0 m	något grovsandig mellansandig finsand ((sag) sam Saf)
20,0–22,0 m	mellansandig finsand, sand (sam Saf, Sa)
22,0–24,0 m	något fingrusig mellansandig finsand ((grf) sam Saf)
24,0–25,0 m	fingrusig sand (grf Sa)

25,0–27,0 m	fingrusig sand, mellansandig finsand (grf Sa, sam Saf)
27,0–28 m	sand (Sa)
28–29 m	något fingrusig sand ((grf) Sa)
29–30 m	fingrusig sand (grf Sa)
30–31 m	fingrusig sand, finsand (grf Sa, Saf)
31–32 m	fingrusig sand (grf Sa)
32–34 m	sandigt fingrus (sa Grf)
34–35 m	sandigt fingrus, finsand (sa Grf, Saf)
35–35,6 m	sandigt fingrus (sa Grf)

**BMW091963**

Databas-id: BMW091963

Typ: Borrning/sondering

Läge: N = 6 848 669, E = 612 718

0,0–3,5 m	torv
3,5–4,75 m	sand
4,75–7,0 m	lera
7,0–7,4 m	sand
7,4–10,9 m	lera
10,9–13 m	sand
13–14 m	grus

**BMW091922**

Databas-id: BMW091922

Typ: Borrning/sondering

Läge: N = 6 845 242, E = 614 872

0,0–2,0 m	postglacial grovsand
2,0–3,15 m	postglacial sand
3,15–6,3 m	lera
6,3–10,2 m	inte bedömd

**909 576 002**

Databas-id: 909 576 002

Typ: Brunnsborrning

Läge: N = 6 848 300, E = 611 695

0–30 m	sand, grus
30–140 m	berg

## BILAGA 6

### Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

#### *Tillrinningsområde*

Tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin är det område eller de områden varifrån nederbörd eller annat vatten kan rinna mot och tillföras magasinet. Tillrinningsområdets yttre gräns är ofta även gräns för det avrinningsområde (eller de avrinningsområden) som magasinet ligger inom.

I de fall mindre sjöar eller vattendrag ansluter till grundvattenmagasinet, ingår normalt hela deras avrinningsområden i magasinets tillrinningsområde. Stora avrinningsområden till anslutande sjöar och vattendrag inkluderas inte.

Tillrinningsområdet kan delas upp i primära, sekundära och tertiära delar, bl.a. beroende på om hela eller endast en del av den effektiva nederbörden kan tillföras magasinet.

Primärt tillrinningsområde	Den del av tillrinningsområdet där grundvattenmagasinet (den grundvattenförande formationen) går i dagen och hela eller den helt dominerande delen av den effektiva nederbörden tillförs magasinet
Sekundärt tillrinningsområde	De delar av tillrinningsområdet utanför grundvattenmagasinet varifrån hela eller den helt dominerande delen av den effektiva nederbörden tillförs magasinet.
Tertiärt tillrinningsområde	Del eller de delar av tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin varifrån kontinuerlig ytvattendränning sker och där vanligen endast en mindre del av den effektiva nederbörden tillförs magasinet. Till det tertiära tillrinningsområdet räknas t.ex. markområden ovan eller vid sidan av grundvattenmagasinet, varifrån läckage av vatten till magasinet sker eller bedöms kunna ske under särskilda betingelser (avsänkning av grundvattennivån eller punktering av tätande lager genom markarbeten eller dylikt).