

Grundvattenmagasinen inom Badelundaåsen mellan Leksand och Långheden

Per-Arne Rytter & Josef Källgården



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-387-8

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

© Sveriges geologiska undersökning, 2017
Layout: Helena Johansson, SGU

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundvattenmagasinen inom Badelundaåsen mellan Leksand och Långheden	4
Inledning	4
Sammanfattning för hela sträckan Leksand–Långheden	4
Delen Leksand–Oråsen/Mossbysjön	5
Delen Oråsen/Mossbysjön–Säter	9
Delen Säter–Grådö	11
Delen Grådö–Långheden	13
Referenser	15
Förteckning över utredningar	16
Bilaga 1 Översikt grundvattenmagasin i Badelundaåsen på sträckan Leksand–Oråsen/Mossbysjön	
Bilaga 2 Översikt grundvattenmagasin i Badelundaåsen på sträckan Oråsen/Mossbysjön–Långheden	
Bilaga 3 Profil längs med Badelundaåsen, från Siljan till Bäsna	
Bilaga 4 Profil längs med Badelundaåsen, från Bäsna till Oråsen	
Bilaga 5 Profil längs med Badelundaåsen, från Oråsen till Grådö	
Bilaga 6 Profil längs med Badelundaåsen, från Grådö till Långheden	
Bilaga 7 Principer för avgränsning av tillrinningsområden	

GRUNDVATTENMAGASINEN INOM BADELUNDAÅSEN MELLAN LEKSAND OCH LÅNGHEDEN

Författare: Per-Arne Rytta och Josef Källgården
Datum: 2009-04-08
Kommun: Leksand, Gagnef, Borlänge, Säter, Hedemora, Avesta
Län: Dalarnas län
Vattendistrikt: Bottenhavet
Databas-id: 240 600 001, 240 600 002, 240 600 003, 240 600 004, 240 600 005, 240 600 006, 240 600 007, 240 600 008, 240 600 009, 240 600 010, 240 600 011, 240 600 012, 240 600 013, 240 600 014, 240 600 015, 240 600 016, 240 600 017, 240 600 018, 240 600 019, 240 600 020, 240 600 021, 240 600 022, 240 600 023, 240 600 024, 240 600 025, 240 600 026, 240 600 027, 240 600 028, 240 600 029

INLEDNING

Sammanställningen av denna rapport har ingått i SGUs kartläggning av viktiga grundvattenmagasin i landet. Syftet har i första hand varit att skapa ett översiktligt planeringsunderlag för vattenförsörjning och markanvändning.

Sammanställningen har utförts 2008 och 2009 av Per-Arne Rytta, Midvatten AB, och Josef Källgården, SGU, för projektet ”MKM Badelundaåsen, grv” (projekt id: 83012).

Rapporten bygger på resultat från tidigare utförda grundvattenundersökningar och andra relevanta utredningar och publikationer (se förteckning över utredningar). Kompletterande fältundersökningar har utförts i form av georadarmätningar vid Mossbysjön–Orsåsen, en seismik profil vid Rosshyttan, Långheden samt några rördrivningar och sonderingar, främst vid Mossbysjön–Orsåsen men även vid vattendelaren sydöst Säter. Resultaten ligger till underlag för genomförd grundvattenkartering och finns lagrade i SGUs databaser.

En hydrogeologisk databas över de aktuella grundvattenmagasinen har upprättats av SGU. Ett urval grunddata från utredningarna, däribland ett stort antal borrhingsresultat, har lagrats i databasen. Till stöd för avgränsning av magasin och tillrinningsområde har bl.a. SGUs jordartskartor (Grånäs & Ising 2008, Grånäs & Fredén 2008, Ising 2008 samt Ising & Svedlund 2008) använts. Vid den hydrogeologiska tolkningen har även information från Thorslund (1981) och Wikner m.fl. (1999) använts, tillsammans med ett stort antal utredningar och publikationer (se förteckningen över utredningar). I databasen ingår bl.a. data om tillrinningsområde, grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinet. Information om anslutande ytvattensystem inlagras också. Denna information kan fås genom SGUs kundtjänst.

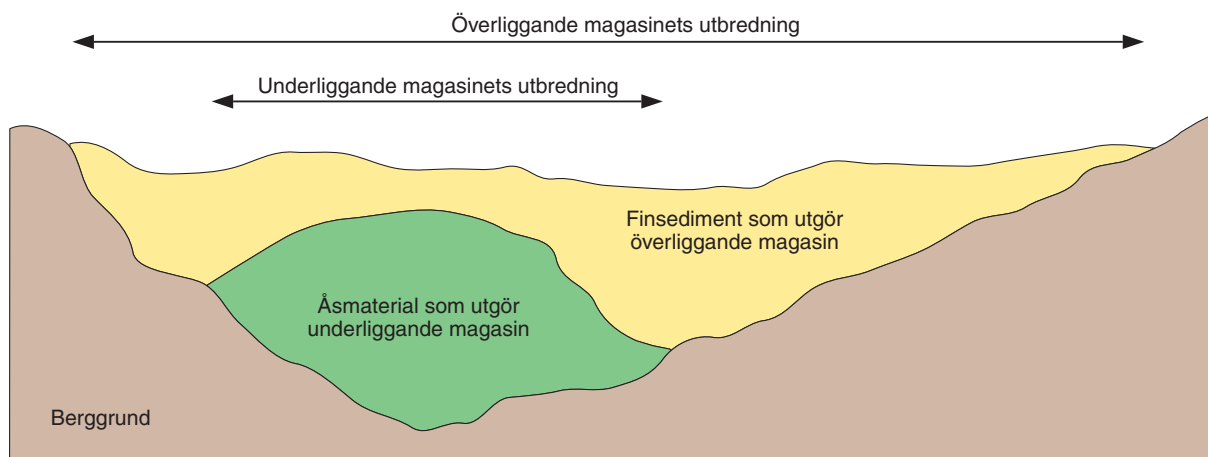
Denna rapport utgör ett komplement till databasen för de aktuella magasinerna. Således bör rapporten läsas i samband med betraktande av de i databasen tillgängliga data och omvänt.

SAMMANFATTNING FÖR HELA STRÄCKAN LEKSAND–LÅNGHEDEN

Badelundaåsen är en av Mellansveriges längsta åsar och inom det här beskrivna avsnittet, från Leksand till Långheden söder om Avesta, har den en längd av ca 120 km (se bilaga 1 och bilaga 2).

Badelundaåsens centrala delar, åskärnan, består av grovkorniga isälvsediment med stor genomsläpplighet. Åskärnan, vars bredd varierar mellan 100 och 500 m, utgör det egentliga grundvattenmagasinet i åsen. Inom åskärnan bedöms de största möjligheterna till stora uttag av grundvatten finnas.

Åskärnan omges och överlagras ställvis av vidsträckta områden med mera finkorniga isälvsediment vilket gör att grundvattenmagasinen kan ha större omfattning än själva åskärnan. Utbytet av grundvatten mellan de centrala och distala delarna av grundvattenmagasinen varierar längs sträckan. Längs vissa partier har utbytet av grundvatten mellan åsen och de omkringliggande sedimenten bedömts vara så pass begränsat att de omkringliggande sedimenten avgränsats som separata grundvattenmagasin, skilda från åsen. Det förekommer att dessa magasin överlagras Badelundaåsen och i dessa fall blir resultatet att överlagrande magasin har avgränsats, principen för detta illustreras i figur 1.



Figur 1. Illustration av indelning i över- och underliggande magasin.

Där isälvsedimentet är täckt av finsediment (finsand, silt och lera) kan jorddjupen uppgå till drygt 100 m. De mest genomsläppliga skikten med sand och grus har en mäktighet mellan 10 och 60 m.

Åsens läge i terrängen markeras ofta av åsgravar och åsgravssjöar. Inom det aktuella avsnittet följer Badelundaåsen i huvudsak Dalälvens dalgång med undantag av delen mellan Säter och Hedemora samt söder om Brunnbäck till grundvattendelaren på Långheden. På långa sträckor rinner Dalälven nära eller i direkt anslutning till åsen men längs vissa avsnitt är åsen avlagrad högre upp i terrängen, långt från Dalälven. Detta gör att förutsättningarna för ett utbyte av grund- och ytvatten varierar. På vissa ställen är ett ytvattensystem den lägsta dräneringspunkten och där sker ett entydigt utläckage av grundvatten till ytvattensystemet. Det omvända förhållandet med ett entydigt inläckage från ett ytvattensystem till grundvattenmagasinet är också vanligt förekommande.

Dalälvens lopp är flackt längs vissa sträckor. Längs andra är de naturliga nivåskillnaderna större och älven är där reglerad genom kraftverksdammar. Samspelet mellan älvens nivå och grundvattennivån i åsen är av fundamental betydelse för grundvattenflödets riktning och storlek längs åsen. Grundvattnets rörelseriktning längs åsen styrs i första hand av höjd- och lågpunkter i systemet.

Det aktuella avsnittet mellan Leksand och Långheden kan delas in i fyra delavsnitt som avgränsas av berggrundsbedingade (fasta) eller hydrauliska (rörliga) grundvattendelare (se bilaga 3–bilaga 6). Inom varje delavsnitt finns flera grundvattenmagasin.

Delen Leksand–Oråsen/Mossbysjön

Hydrogeologisk översikt

Avsnittet mellan Leksand och Oråsen/Mossbysjön sträcker sig från Siljans sydspets vid Leksand mot söder och sydost till en berggrundsbedingad grundvattendelare vid Oråsen nära Mossbysjön ca 2 km väster om Solvarbo, se bilaga 1. En profil med lagerföljder, grundvattenyta och bedömd berggrundsöveryta finns presenterad i bilaga 3 och bilaga 4.

Avsnittet mellan Leksand och Oråsen/Mossbysjön har en längd av ca 60 km och här finns två magasin, 240 600 007 och 240 600 004, som avser Badelundaåsen med direkt angränsande sedimentområden. Det mindre magasinet (240 600 007, nordvästra delen, ca 1,5 km långt) avvattnas norrut mot Siljan. Den lägsta dränerande punkten för den resterande sträckningen av åsen (magasin 240 600 004) är källflödena i Frostbrunnsdalen vid Tunaån ca 5 km söder om Borlänge som dränerar åsen från såväl söder som från norr. Badelundaåsens kärna, som utgör ovan nämnda magasin, består av grovt isälvsediment med mycket stor genomsläpplighet (hög hydraulisk konduktivitet). Magasinet är förhållandevis homogent men delar

med relativt sett lägre hydraulisk konduktivitet förekommer dels längs en begränsad sträcka norr om Gagnefs kyrkby, dels från Borlänge centrum mot söder till Tunaån vid Frostbrunnsdalen. Uttagsklassen för dessa avsnitt med relativt sett lägre hydraulisk konduktivitet är dock den högsta (>125 l/s) men att konduktiviteten är något lägre framgår bland annat av grundvattenytans lutning längs med åsen, se bilaga 3 och bilaga 4. Av bilaga 4 framgår även att grundvattengradienten tilltar kraftigt vid avsnittets sydligaste del, från Sörbo till Mossbysjön. Orsaken bedöms vara ett högt berggrundsläge vid Stabberget. Delen av Badelundaåsen vid Oråsen har bedömts till en lägre uttagsklass än områdena norrut, dels på grund av det förmodat höga berggrundsläget vid Stabberget, men även på grund av att grundvattenbildningsområdet för det sydligaste området är begränsat.

Grundvattendelaren på Storheden strax söder om Siljan är hydrauliskt betingad och uppstår eftersom betydande grundvattenbildning sker på Asaklittsbergets nordsluttning och tillförs magasinet i åsen. Grundvattendelaren, vars läge varierar över året, medför en grundvattenströmning dels riktad mot Siljan i nordväst och dels en strömning mot sydost.

Från grundvattendelaren på Storheden till utflödet i Frostbrunnsdalen korsar åsen Dalälven vid Insjön, Gagnef, Djurås, Bäsna, Solbacka och Båtsta.

Mellan åsens korsning med älven i Insjön och Gagnef är Dalälven uppdämd ca 10 m vid Gråda kraftverk. Åsen är avlagrad över Ålheden förbi kraftverket och de stora nivåskillnaderna driver (genererar) en grundvattenströmning längs åsen från norr mot söder (se bilaga 3). Vid Insjön ansluter Dalälvens nivå väl till grundvattennivån i den korsande åsen. Delvis kan detta bero på omfattande muddringar i älven som utfördes på 1960-talet. Sannolikt sker ett utflöde av grundvatten från åsens ytliga delar av det flöde som kommer norrifrån mot älven och ett inläckage av ytvatten till åsens ytliga delar söderut från älvkorset. I åsens djupare delar sker sannolikt ett betydande grundvattenflöde norrifrån under älvkorset. Vid älvkorset i Gagnef sker endast utläckage till Dalälven. En del av åsens grundvattenflöde fortsätter dock förbi älvkorset.

Mellan Gagnef och Båtsta norr om Borlänge är nivåskillnaderna i såväl grundvattenmagasinet som i älven liten som en följd av kraftverksdammen i älven vid Kvarnsveden (det ovan omnämnda samspelet mellan nivån i älven och grundvattennivån i åsens grundvattenmagasin). Älvens vattenyta faller här med mindre än en meter på en sträcka av ca 20 km. Vid älvkorsningarna i Djurås, Bäsna och Solbacka är nivåskillnaderna mellan älven och grundvattenmagasinet jämförelsevis små. Troligen sker ett visst utläckage vid älvkorset i Djurås, men en betydande del av flödet passerar längs åsen under älvkorset. Vid Bäsna är den hydrauliska kontakten mellan älven och åsen större, men de små nivåskillnaderna gör att även här passerar en stor del av flödet längs åsen under älvkorset. Vid Solbacka märks effekterna av att älvens vattennivå och grundvattennivån i åsen längre nedströms faller med ca 40 m på en sträcka av ca 8 km förbi kraftverken i Borlänge, ner mot utläckageområdena i Frostbrunnsdalen vid Tunaån. Detta driver flödet längs åsen så att det vid älvkorsningarna i såväl Solbacka som Båtsta uteslutande sker ett läckage från älven till grundvattenmagasinet.

Från den berggrundsbetingade (fasta) grundvattendelaren i nivå med Mossbysjön vid Oråsen sker ett grundvattenflöde mot norr, som förutom vid utläckageområdena runt Frostbrunnsdalen saknar närmare kontakt med ytvattensystem.

Vid utläckageområdena runt Frostbrunnsdalen läcker grundvatten ut från såväl norra som södra delen av magasinet. Det totala utflödet av grundvatten i Frostbrunnsdalen har beräknats till 220–230 l/s, varav 30–40 l/s från norr.

Jorddjupet är stort. Vid Borlänges vattentäkt i Tjärna är mäktigheten ca 90 m varav drygt 50 m genomsläppligt isälvsediment under grundvattenytan. Övriga områden med dokumenterat stora jorddjup är Leksand med 110 m samt Amsberg och Frostbrunnsdalen med drygt 70 m. Den största dokumenterade bredden på åsen har påträffats vid Tjärna vattentäkt och är drygt 500 m. Inom magasin delen norr om Borlänge är åsens bredd ca 300 m, men söder om Borlänge betydligt smalare, ca 100 m.

Utöver de två ovan nämnda större magasinerna (240600007 och 240600004), som utgörs av Badelundaåsens centrala delar med direkt angränsande sediment, finns inom avsnittet magasin, vilka sedda i rela-

tion till magasinerna i Badelundaåsens centrala delar kan betraktas som mindre betydande. Flera av dessa gränsar till Badelundaåsens magasin utan att de utgör samma geologiska enhet och den hydrauliska kontakten dem emellan varierar. I många fall förekommer ett grundvattenflöde från omgivande magasin till Badelundaåsen, den omvända flödesriktningen förekommer också även om detta förhållande bedöms vara mindre vanligt.

Bland de relativt sett mindre betydande magasinerna finns några värda särskilda omnämmande. Bland annat finns det till ytan relativt stora magasinet 240 600 010 som utgörs av ett mäktigt och vidsträckt område med finsediment (silt och finsand) vilket överlagrar Badelundaåsens två magasin (avgränsningen av över- och underliggande magasin följer principen redovisad i figur 1). Förekomsten av detta vidsträckta ovanliggande magasin kan även skönjas i profilen i bilaga 3 där lagerföljdsuppgifterna indikerar att mäktiga lager av silt och finsand överlagrar det grövsta materialet som återfinns på djupet. Inom stora delar av detta magasin sker ett kontinuerligt läckage ned till Badelundaåsens två magasin men uttagsmöjligheterna i det överlagrande magasinet får betraktas som mycket begränsade i jämförelse med de stora uttagsmöjligheter som råder i de underliggande magasinerna.

I Leksands tätort finns två magasin som inte bedöms hänga samman med Badelundaåsen. Det undre av dessa (240 600 005) nyttjas för Leksands vattenförsörjning (Barkdalstakten) och utbytet med Siljan är stort. Vattenkvalitetsproblem har förekommit.

Längre söderut förekommer mer eller mindre utvecklade åsar av mindre storlek (Gimsbärkeåsen 240 600 011 och Mörtsjöfältet 240 600 012) som ansluter till Badelundaåsen. Grundvattenflödet från dessa till Badelundaåsens magasin är tämligen begränsat men ur ett grundvattenskyddsperspektiv bör möjliga spridningsvägar från dessa till Badelundaåsens magasin beaktas.

Tillrinningsområde och grundvattenbildning

Badelundaåsens magasin tillförs stora mängder vatten genom nederbörd och ett icke oväsentligt utbyte med Dalälven sker. I några fall sker även ett utbyte med angränsande magasin, exempelvis kan magasinet i övre kant av Mörtsjöfältet (240600012) åtminstone delvis förmodas läcka ned mot Badelundaåsen (i detta fall magasin 240 600 004).

Magasinens tillrinningsområden har avgränsats översiktligt och indelats i primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden enligt principer som framgår av bilaga 7. En mycket grov uppskattning av grundvattenbildningen från tillrinningsområdenas areor redovisas i tabell 1 för några av de större magasinerna inom delavsnittet. Angivna värden för grundvattenbildning beskriver den genomsnittliga omsättningen i hela magasinet under naturliga förhållanden under en längre period. Som framgår av tabellen är grundvattenbildningen betydande.

Som tidigare nämnts sker även väsentliga utbyten med anslutande ytvatten. Grundvattenbildningen till magasinet 240 600 007 balanseras av dels ett uttag i en kommunal vattentäkt och dels genom ett utläckage till Siljan.

Tabell 1. Grundvattenbildning från tillrinningsområden.

Magasin	Magasin-id	Tillrinningsområdets yta (km ²)			Grundvatten- bildning (mm/år)*	Bedömd total grundvatten- bildning till magasinet (l/s)
		Primärt	Sekundärt	Tertiärt		
Badelundaåsen	240 600 007			16,8	343	55
Badelundaåsen	240 600 004	6,3			311–392	70
			53,6		311–392	603
				292,2	311–392	inte bedömd
Gimsbärkeåsen	240 600 011			5,6	344	18
Mörtsjöfältet	240 600 012			13,0	344	43

* Grundas på beräknad grundvattenbildning för grova jordar för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

Den anmärkningsvärt stora grundvattenbildningen till magasinet 240600004 balanseras dels genom några uttag i kommunala vattentäkter och framförallt genom ett utbyte med Dalälven och Tunaån. Den totala omsättningen för 240600004 är svår att uppskatta dels eftersom arealerna är så stora att betydande osäkerheter råder vid skattning av grundvattenbildningen och dels är den sammanlagda storleken av utbytet mellan yt- och grundvatten i stort sett helt okänd. Stora utflöden från magasinet till Dalälven kan dock förmodas vid Gagnef samt till Tunaån vid Frostbrunnsdalen (där utredningar indikerar att utläckaget är ca 220–230 l/s, se ovan).

Uttagsmöjligheter

Förutsättningarna för stora uttag av grundvatten från magasinet är gynnsamma. Inom det flacka området mellan Gagnef och Borlänge är det naturliga flödet längs åsen relativt blygsamt vilket i bilaga 3 och bilaga 4 syns i form av en obefintlig grundvattengradient på sträckan. Skälet till denna flacka grundvattenyta är att Badelundaåsens mycket genomsläppliga material står i kontakt med Dalälven vars vattennivå faller mindre än en meter på en sträcka av 20 km. Det kan uttryckas som att regleringen av Dalälven även medför en indirekt reglering av Badelundaåsen. Följden blir att ingen drivande tryckgradient finns för vattentransport längs med åsen och utbytet mellan grundvattenmagasinet och omgivningarna är därför litet.

Förutsättningarna för stora uttag av grundvatten inom området är dock mycket goda eftersom stora tillrinningsområden kan aktiveras vid grundvattenuttag samtidigt som det finns potential för ett betydande inläckage från Dalälven.

De största uttagsmöjligheterna finns i magasinets nordliga delar mellan Leksand och Borlänge. Från hydraulisk synpunkt kan vattentäkter med kapaciteter runt 500 l/s anläggas på flera platser inom området. Från Borlänge och ner till grundvattendelaren vid Oråsen är förutsättningarna för uttag av grundvatten mindre gynnsamma, undantaget Frostbrunnsdalen där relativt stora grundvattenmängder naturligt läcker ut (se ovan). Förenklat kan sägas att förutsättningarna för stora uttag minskar från Frostbrunnsdalen upp mot vattendelaren vid Oråsen.

Grundvattnets användande

Vattenförsörjningen för alla större samhällen längs det aktuella magasinet baseras på grundvattenuttag ur Badelundaåsen. Leksand, Insjön, Gagnef och Borlänge hämtar sitt dricksvatten från åsen. För närvarande avser även Falun att tillsammans med Borlänge öppna en gemensam vattentäkt i Lennheden nordväst om Borlänge.

Markanvändning

Finsedimenten i Dalälvens dalgång är mestadels uppodlade. Kringliggande berg- och moränsluttningar är skogsklädda. Tätbebyggelse förekommer framförallt i Borlänge där magasinet har sin sträckning strax väster om centrum. Hela sträckan Båtsta–Frostbrunnsdalen är starkt exploaterad med bostadsbebyggelse, industriområden, trafikleder och en rangerbangård. Stora aktiva grustäktsoområden finns runt grundvattendelaren vid Oråsen.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattnets kvalitet är mycket god. Parametrar som alkalinitet, pH och hårdhet har genomgående lämpliga nivåer för ett dricksvatten. Vid Leksands vattentäkt i Mjälgen, Gagnefs vattentäkter i Tallbacken och Bäsna samt vid Frostbrunnsdalen kan vattnet distribueras helt utan behandling eftersom dessutom järn- och manganhalterna är mycket låga. Det enda kvalitetsproblemet är förekomst av uran som vid

Insjöns vattentäkt mätts upp till 50 µg/l. Halterna klingar sedan av längs flödet söderut till 15 µg/l vid Gagnef och ännu lägre längre nedströms.

I samband med den fördjupade vattenprovtagningen för analys av miljögifter som länsstyrelsen utfört längs åsen (Larspers, 2008) har inga anmärkningsvärda halter uppmätts inom detta magasin.

Föroreningskällor

Som tidigare nämnts är åsens sträckning förbi Borlänge starkt exponerad gentemot ett flertal föroreningskällor. Även om det inom grundvattenmagasinets övriga delar finns mycket goda förutsättningar att ta ut stora grundvattenmängder finns det pågående och tidigare verksamheter som starkt begränsar lämpliga uttagslägen för större grundvattenuttag. Det rör sig om ett flertal mindre och en del större deponier, aktiva grustakter samt områden med tätbebyggelse, industrier och intensivt jordbruk.

Delen Oråsen/Mossbysjön–Säter

Hydrogeologisk översikt

Avsnittet mellan Oråsen/Mossbysjön och Säter består, fränsett ett par mindre magasin vid Oråsen, av ett enda magasin som sträcker sig från grundvattendelaren vid Oråsen ca 2 km väster om Solvarbo till en hydrauliskt betingad (rörlig) grundvattendelare sydost om Bispbergsklack, öster om Säter, se bilaga 2. Lägsta dränerande punkt är ett område med omfattande källflöden i anslutning till Sätters vattentäkt i Uggelbo. En profil med lagerföljder, grundvattenyta och bedömd berggrundsöveryta finns presenterad i bilaga 5.

Magasinet, som är ca 13 km långt, består av grovt isälvsediment med mycket stor genomsläpplighet. Avsnittet är sammanhängande förutom inom området nordost om Säter och längs en kortare sträcka i anslutning till grundvattendelaren vid Oråsen där berggrundsytan faller brant ner mot Solvarbo. Lokala fördjupningar och trösklar i berggrunden (se bilaga 5) skapar åtminstone ett par mindre magasin där. Den exakta utbredningen av magasinerna i detta område är något osäker. Nämda område dräneras ner mot det sammanhängande grundvattenmagasinet som går på skrå längs Puttbergets nordöstslutning från Solvarbo ner mot utläckageområdet runt Uggelbo.

Grundvattendelaren vid Bispbergsklack är sannolikt hydrauliskt betingad (rörlig) och uppstår mellan utläckageområdena vid Uggelbo och nästa lågpunkt mot sydost som är älvkorsningen vid Grådö. Läget för grundvattendelaren vid Bispbergsklack är osäkert. Grundvattengradienten är relativt flack och tillgången på observationspunkter för mätning av grundvattennivå i anslutning till grundvattendelaren är begränsad.

Mellan Solvarbo och Säter löper åsen längs Hyttbäcken och Ljusterboån. Det vattengenomsläppliga isälvsedimentet går i dagen i närheten av grundvattendelarna, men är i övrigt överlagrat av mäktiga lager av silt och finsand. Jorddjup på drygt 80 m har påträffats, se bilaga 5. Mellan utläckageområdet i Uggelbo och Säter förekommer morän och bergblottningar på ömse sidor om åsen vilket tillsammans med de stora jorddjupen visar att åsen här följer en markerad fördjupning i berggrunden. Området runt Ljusterån är ett geologiskt typområde för ravinbildning i siltjordar.

Grundvattenmagasinet i Badelundaåsen mellan Oråsen/Mossbysjön och Säter saknar direktkontakt med Dalälven. Det enda säkerställda sambandet består i att utläckageområdena runt Uggelbo avvattnas till Ljusterån som rinner till Dalälven strax nedströms Långhags kraftverksdam. Denna dämmer dock upp älven ca 8 m. Därför finns förutsättningar för att Dalälven, uppströms kraftverksdammen, läcker in till grundvattenmagasinet i trakten av Solvarbo.

Till utläckageområdet i Uggelbo är gradienten flack från såväl sydost som från nordväst, se bilaga 5. Närmare Solvarbo vattentäkt ökar den något för att åter flacka ut runt vattentäkten (vilket dock inte kan urskiljas på den skala som grundvattengradienten avbildats i bilaga 5). Vidare mot grundvattendelaren i

nordväst blir gradienten mycket brant, vilket närmast vattentäkten bedöms bero på minskad hydraulisk konduktivitet och på de tidigare nämnda berggrundströsklarna längre bort.

Där åsbildningen passerar nordost om Säter tyder grundvattennivåerna på att flödet från sydost däms upp av bergtrösklar eller avsnörningar/diskontinuiteter i åsbildningen.

Jorddjupet är stort i de topografiskt lägst belägna partierna runt Ljusterån. Mellan Solvarbo och Uggelbo vattentäkter är mäktigheten ca 80 m varav genomsläppligt isälvssediment under grundvattenytan drygt 40 m. Vid Solvarbo vattentäkt är den dokumenterade bredden på åsen ca 400 m. Även i anslutning till den hydrauliska grundvattendelaren vid Bispbergsklack förekommer jorddjup på drygt 70 m.

Tillrinningsområde och grundvattenbildning

Badelundaåsen (på detta avsnitt representerad av magasin 240600003) tillförs stora mängder vatten genom infiltration av nederbörd längs detta avsnitt. Utläckaget sker till Ljusterån.

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (se bilaga 2) och indelats i primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden enligt principer som framgår av bilaga 7. En mycket grov uppskattning av grundvattenbildningen från tillrinningsområdenas ytor redovisas i tabell 2 för det större magasinet inom delavsnittet. Angivna värden för grundvattenbildning beskriver den genomsnittliga omsättningen i hela magasinet under naturliga förhållanden under en längre period.

Uttagsmöjligheter

Förutsättningarna för uttag av stora mängder grundvatten är goda även om förutsättningarna att skapa inducerad infiltration från ytvattensystemen är begränsade. Vid Uggelbo grundvattentäkt utfördes provpumpningar på 1960-talet med ett uttag av 87 l/s utan att grundvattennivån sänktes under Ljusteråns vattenyta.

Grundvattnets användande

Inom området finns två större grundvattentäkter. Solvarbo vattentäkt som förutom merparten av Solvarbo försörjer Gustafs med dricksvatten. Solvarbo är dessutom reservvattentäkt för Säter sedan ytterligare brunnar och en överföringsledning anlagts. Uggelbo är vattentäkt för Säter med omgivning.

Markanvändning

En stor del av grundvattentillgångens tillrinningsområde består av skogsmark. Betydande åkermarksarealer finns i anslutning till ravinkomplexen och är därmed relativt uppsplittrade. Tätortsbebyggelse finns framför allt i Säter, men även i Solvarbo som är en typisk klungby. I närheten av vattendelaren i Oråsen finns mindre områden med nedlagda grustäkter. Riksväg 70 och Dalabanan löper i utkanten

Tabell 2. Grundvattenbildning från tillrinningsområden.

Magasin	Magasin-id	Tillrinningsområdets yta (km ²)			Grundvattenbildning (mm/år) *	Bedömd total grundvattenbildning till magasinet (l/s)
		Primärt	Sekundärt	Tertiärt		
Badelundaåsen	240 600 003	0,5			311–361	6
			0,4		361	4
				40,3	361	inte bedömd

* Grundas på beräknad grundvattenbildning för grova jordar för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

av magasinet och korsar detsamma vid Solvarbo. De gamla gruvområdena vid Bispsberg tangerar det bedömda tillrinningsområdet. Stora delar av ravinkomplexet är naturreservat.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattnets kvalitet är mycket god. Parametrar som alkalinitet, pH och hårdhet har genomgående lämpliga nivåer för ett dricksvatten. Vid vattentäkterna i Solvarbo och Uggelbo distribueras vattnet helt utan behandling eftersom dessutom järn- och manganhalterna är mycket låga.

Föroreningskällor

Grundvattenmagasinet är generellt sett väl skyddat tack vare mäktiga lager av silt och finsand. Risken för diffus förorenings-spridning från bebyggelsen i Säter bedöms därför som liten. Den största förorenings-risken bedöms vara olyckor längs riksväg 70 och Dalabanan, samt förorening från jordbruket. Även de gamla grustäktssområdena vid Oråsen utgör en viss föroreningsrisk. Kloridhalterna i Uggelbo vattentäkt har sakta stigit till ca 15 mg/l, vilket sannolikt beror på spridning av vägsalt längs riksväg 70. Ökningen i Solvarbo är mindre.

Delen Säter–Grådö

Hydrogeologisk översikt

På avsnittet mellan Säter och Grådö består Badelundaåsen av ett magasin (240600002) som sträcker sig från grundvattendelaren vid Bispsbergsklack, öster om Säter ner till området runt älvkorset vid Grådö där grundvattenflödet längs åsen läcker ut till Dalälven. Se bilaga 2. Det är möjligt att en del av flödet passerar i isälvssedimenten under älven och fortsätter längs åsen en kort sträcka fram mot höga berggrundslägen och där länkas av mot älven. Området med höga berggrundslägen räknas till nästa avsnitt, Grådö–Långheden. En profil med lagerföljder, grundvattenyta och bedömd berggrundsöveryta finns presenterad i bilaga 5.

Grundvattendelaren vid Bispsbergsklack är hydrauliskt betingad (rörlig) och uppstår mellan utläckageområdena vid Uggelbo och nästa lågpunkt mot sydost som är älvkorsningen vid Grådö.

Magasinets längd är ca 18 km och består av grovt isälvssediment med mycket stor genomsläpplighet. Magasinet är sammanhängande men vid Stadsberget i Hedemora och vid Solbacken ca 2,5 km nedströms vattendelaren vid Bispsbergsklack finns troligen höga berglägen som dämmer vattenflödet i magasinet. De största dokumenterade jorddjupen finns i närheten av den hydrauliska (rörliga) grundvattendelaren vid Bispsbergsklack (drygt 70 m) och i de södra delarna av Hedemora centrum (ca 60 m). Åsens bredd bedöms vara 300–500 m.

I höjd med Viggensjöarna ansluter Svärdsjöåsen som är en biås till Badelundaåsen. I Svärdsjöåsen finns en hydraulisk grundvattendelare ca 0,5 km norr om sammanflödet.

Förutom vid utströmningsområdena runt Grådö har magasinet kontakt med ytvattensystem vid Viggensjöarna. Normalt sker där ett mindre inläckage av ytvatten till både Svärdsjöåsen och Badelundaåsen.

Från grundvattendelaren vid Bispsbergsklack faller grundvattenytan relativt brant förbi Tjärnan där ett högt berggrundsläge tvingar upp åskärnan så att merparten av grundvattenflödet passerar i åsens distala delar söder om åskärnan. Efter denna bergtröskel blir gradienten mycket flack förbi Viggensjöarna för att öka något närmare Stadsberget i Hedemora, se bilaga 5. Den kraftigare gradienten vid Stadsberget bedöms, som tidigare nämnts, bero av ett högt berggrundsläge som i någon mån utgör en dämning. Gradienten fortsätter att vara relativt brant genom Hedemora för att flacka ut betydligt söder om stadskärnan, vilket sannolikt är en kombination av större hydraulisk konduktivitet och ökat utbyte med Håvran och Dalälven.

Grundvattenflödet längs åsen stiger relativt konstant från vattendelaren och når ca 50–80 l/s i höjd med Hedemoras grundvattentäkt i Petersburg som ligger i tätbebyggelsen omedelbart norr om stadskärnan.

Tillrinningsområde och grundvattenbildning

Liksom längs övriga avsnitt tillförs Badelundaåsen även här stora mängder vatten genom nederbörd. Ett visst tillskott sker även från Viggensjöarna. Utläckage sker till Dalälven vid Grådö.

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt och indelats i primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden enligt principer som framgår av bilaga 7. En mycket grov uppskattning av grundvattenbildningen från tillrinningsområdenas ytor redovisas i tabell 3 för magasinet inom delavsnittet. Angivna värden för grundvattenbildning beskriver den genomsnittliga omsättningen i hela magasinet under naturliga förhållanden under en längre period.

Uttagsmöjligheter

Förutsättningarna för stora uttag av grundvatten är goda. Förutsättningarna att skapa inducerad infiltration från ytvattensystemen är begränsade till området i närheten av Viggensjöarna samt högst troligt även vid Grådö.

Grundvattnets användande

Inom området finns tre större grundvattentäkter. Viggensnäs vattentäkt, som försörjer närområdet med dricksvatten och också är reservvattentäkt för Hedemora, även om ingen ledning ännu är utbyggd. Petersburg är vattentäkt för Hedemora med omgivning. Grådö mejeri har en vattentäkt som dessutom försörjer den närmaste bebyggelsen.

Markanvändning

En stor del av grundvattentillgångens tillrinningsområde består av åkermark, även om själva åsryggen mestadels är skogsbevuxen. Tätbebyggelse finns framför allt i Hedemora där åsen passerar rakt genom stadskärnan. Mindre områden med nedlagda grustäkter finns spridda längs åsen. Riksväg 70 följer åsen längs hela detta delmagasin.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattnets kvalitet är mycket god. Parametrar som alkalinitet och pH har genomgående lämpliga nivåer för ett dricksvatten. Hårdheten är dock ofta över 10 odH. Vid vattentäkterna i Viggensnäs, Petersburg och Grådö distribueras vattnet helt utan behandling eftersom dessutom järn- och manganhalterna är mycket låga.

Tabell 3. Grundvattenbildning från tillrinningsområden.

Magasin	Magasin-id	Tillrinningsområdets yta (km ²)			Grundvattenbildning (mm/år) *	Bedömd total grundvattenbildning till magasinet (l/s)
		Primärt	Sekundärt	Tertiärt		
Badelundaåsen	240 600 002	2,9			323–331	30
			13,5		324–331	142
				87,8	323–331	inte bedömd

* Grundas på beräknad grundvattenbildning för grova jordar för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

Föroreningskällor

De största föroreningskällorna bedöms vara tätbebyggelsen i Hedemora, riksväg 70 och jordbruket. Även de gamla grustäktsområdena utgör en viss föroreningsrisk.

Kloridhalterna i Petersburgs vattentäkt har sakta stigit till drygt 20 mg/l, vilket sannolikt beror på spridning av vägsalt längs riksväg 70.

Nitrathalterna vid Petersburgs vattentäkt är relativt låga (4–5 mg/l). Sedan 1970 märks dock en relativt stabil ökning från 3,5 till nuvarande 4,5 mg/l.

Delen Grådö–Långheden

Hydrogeologisk översikt

Avsnittet mellan Grådö och Långheden sträcker sig från området med höga berggrundslägen sydost om älvkorset och utläckageområdet vid Grådö till grundvattendelaren i höjd med Rosshyttan på Långheden, se bilaga 2. Lägsta dränerande punkt är utläckageområdena runt älvkorset vid Brunnbäck. Mellan Grådö och Brunnbäck är Dalälven reglerad genom kraftverket vid Avestaforsen. Detta gör att älvens yta här faller med ca 15 m. Avsnittets längd är ca 26 km och åskärnan inom avsnittet består av grovt isälv-sediment med mycket stor genomsläpplighet. En profil med lagerföljder, grundvattenyta och bedömd berggrundsöveryta finns presenterad i bilaga 6.

Avsnittet mellan Grådö och Långheden består av två magasin; ett mindre (240 600 009) som återfinns i området med höga berggrundslägen sydost om Grådö och ett större (240 600 001) som utgör resterande delen av avsnittet. Det mindre magasinet avgränsas av bergtrösklarna, se bilaga 6, och dräneras sannolikt mot Dalälven i sydväst. I den nordvästra delen av det större magasinet (240 600 001) dräneras även detta i sydvästlig riktning mot Dalälven. Närmare Rembo dräneras magasinet mot sydost och utläckageområdet vid Brunnbäck. Från Långheden sker grundvattenströmningen mot nordväst till älvkorset vid Brunnbäck.

Från Saxbo och hela vägen mot vattentäkten i Germundsbo visar nuvarande grundvattennivåer en relativt jämn gradient (se bilaga 6), vilket normalt skulle visa att grundvattenmagasinet har likartade hydrauliska egenskaper på sträckan. En jämförelse mellan nivåerna 1968 då uttaget i Germundsbo var ca 95 l/s med 2000 då uttaget sänkts till ca 6 l/s visar att grundvattennivån i området uppströms Rembo är relativt opåverkat av det sänkta uttaget. Det måste därför finnas en hydraulisk avsnörning av åsen strax nedanför Rembo.

Vid Avestaforsen faller älvens yta med ca 15 m. Redan innan forsens byggdes ut var fallet nästan lika stort. Forsen är berggrundsberingad. Badelundaåsen ligger här på älvens norra sida. Nedströms forsens är älvens yta lägre än grundvattennivån i åsens grundvattenmagasin vilket innebär att vatten läcker från grundvattenmagasinet till älven. Nordväst om forsens är förhållandet det omvända, vatten från älven läcker genom de finkorniga sedimenten till grundvattenmagasinet. Dessa förhållanden råder oavsett om uttag av grundvatten sker i Germundsbo vattentäkt eller inte. Vid ökat grundvattenuttag i Germundsbo avsänks grundvattenytan ytterligare med ökad inducering av älvvatten som följd.

Vid nuvarande uttag i Germundsbo tas bara en del av grundvattenflödet vid vattentäkten i anspråk och en stor del fortsätter mot sydost längs åsen. Vid det större uttaget 1968 (se ovan) avsänktes grundvattenmagasinet så att en inducering av ytvatten från Dalälven uppstod. Sedan uttaget minskat, i och med att Brunnbäck vattentäkt utnyttjats i större utsträckning, har hårdheten på vattnet i Germundsbo stigit avsevärt, sannolikt till följd av att induceringen från älven minskat. Responsmätningar har visat att en hydraulisk kontakt finns mellan området vid Germundsbo och Älvbro på Dalälvens sydvästra sida varför magasinet här bedöms breda ut sig under älven.

Söder om Germundsbo är åsen högt avlagrad vid Åsbo. Även här förekommer sannolikt områden med högt berggrundsläge, men som endast i begränsad omfattning påverkar flödet längs åsen.

Söder om Åsbo dyker åsen ner i omgivande sedimentslätt och jorddjupen bedöms öka. Borrningar som bekräftar denna bedömning saknas dock.

Vid Brunnbäck sker under opåverkade förhållanden ett betydande utläckage till Dalälven både från norr och söder eftersom området utgör en lågpunkt i systemet (och i grundvattenmagasinet). För närvarande tas grundvattenflödet från sydost i anspråk vid Brunnbäck's vattentäkt på södra sidan älven. Uttaget är ca 70 l/s. Vattentäkten har provpumpats med 80 l/s och då visade kvalitetsförändringar i djupa provtagningspunkter mellan älven och brunnarna att ett tillskott av grundvatten från norra sidan älven uppstod.

Grundvattenflödet mot Brunnbäck från söder däms av en förmodad bergtröskel ca 3 km söder om Brunnbäck. En alternativ förklaring skulle kunna vara en lokal avsnörning av åsen.

Längre söderut framträder åsens läge genom åsgravssjöarna vid Brovallen. Ytterligare söderut på Långheden flackar åsbildningen ut ner mot länsgränsen som i stort sammanfaller med vattendelaren.

Jorddjupet mellan de beskrivna bergtrösklarna är stort ; vid Germundsbo ca 50 m, varav 35 m genomsläppligt isälvsediment under grundvattenytan och vid Brunnbäck 49 m under grundvattenytan. Vid Germundsbo och Brunnbäck visar borrprofiler att åsbredden är ca 300 m. Mellan Grådö och Brunnbäck finns betydande mängder av yngre sediment mellan åsen och Dalälven varför magasinets totala bredd här är större än den egentliga åsens bredd.

Förutom vid utströmningsområdena runt Brunnbäck har magasinet kontakt med Dalälven vid Germundsbo. Här sker ett inläckage av ytvatten från Dalälven som ökar vid större uttag i Germundsbo. I höjd med Rembo kan det inte uteslutas att ett visst inläckage sker från sjön Nävden som ligger norr om åssträckningen.

Grundvattenflödet längs åsen stiger relativt konstant från Saxbo och når ca 50–80 l/s i höjd med Germundsbo grundvattentäkt och ökar sedan ytterligare något ner mot utströmningsområdet runt älvkorset vid Brunnbäck.

Tillrinningsområde och grundvattenbildning

Magasinens tillrinningsområden har avgränsats översiktligt och indelats i primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden enligt principer som framgår av bilaga 7. En mycket grov uppskattning av grundvattenbildningen från tillrinningsområdenas ytor redovisas i tabell 4 för magasinerna inom delavsnittet. Angivna värden för grundvattenbildning beskriver den genomsnittliga omsättningen i hela magasinet under naturliga förhållanden under en längre period. Som framgår av tabellen är grundvattenbildningen betydande.

Uttagsmöjligheter

Förutsättningarna för stora uttag av grundvatten är goda även om förutsättningarna att skapa inducerad infiltration från ytvattensystemen är begränsade till området runt Germundsbo vattentäkt och Brunnbäck's vattentäkt. Uttagsmöjligheterna i de befintliga vattentäkterna begränsas dock av risk för

Tabell 4. Grundvattenbildning från tillrinningsområden.

Magasin	Magasin-id	Tillrinningsområdets yta (km ²)			Grundvattenbildning (mm/år) *	Bedömd total grundvattenbildning till magasinet (l/s)	
		Primärt	Sekundärt	Tertiärt			
Badelundaåsen	240 600 001	5,5			324	57	
				4,9		324	50
					75,4	324	inte bedömd
Badelundaåsen	240 600 009	0,2			324	2	
				2,0		324	21
					4,6	324	inte bedömd

* Grundas på beräknad grundvattenbildning för grova jordar för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

försämrade vattenkvalitet vid större uttag. Vid Germundsbo medför stora uttag risk för förorening från en stor deponi vid Uppsjön på andra sidan Dalälven. Vid Brunnbäck kommer ett uttag utöver dagens att aktivera ett grundvattenflöde från norr under älvkorset och där finns många föroreningsrisker i form av gamla deponier, industrimark, riksväg och tätbebyggelse. Utrymmet för en större ökning av grundvattenuttaget vid de nuvarande vattentäkterna bör därför övervägas noga. På sikt finns eventuellt möjligheter att utnyttja magasinet vid Brovallen–Långheden i kombination med konstgjord infiltration.

Grundvattnets användande

Inom området finns tre större grundvattentäkter. Brunnbäcks vattentäkt som försörjer huvuddelen av Avesta stad och Norberg. Germundsbo vattentäkt försörjer en mindre del av Avesta med dricksvatten, men är även reservvattentäkt om Brunnbäck skulle behöva tas ur drift. Mästerbo grundvattentäkt ligger kvar som reserv, även om pumptrustning med mera begränsar uttagsmöjligheterna. Vid Rembo finns en vattentäkt som försörjer Sör Nävde med flera byar med dricksvatten.

Markanvändning

Grundvattentillgångens tillrinningsområde består av åkermark och skogsmark. Runt Avesta är stora ytor tätbebyggelse. Runt Avestaforsen finns både gammal och befintlig industrimark. Uppströms Germundsbo vattentäkt finns omfattande befintlig och nedlagd grustäktsverksamhet. Riksväg 70 följer åsen längs i stort sett hela detta delmagasin.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattnets kvalitet är mycket god. Parametrar som alkalinitet och pH har genomgående lämpliga nivåer för ett dricksvatten. Hårdheten är över 10 odH i den del av magasinet som ligger nordväst om älvkorset vid Brunnbäck och märkbart lägre sydost om älvkorset. Vid vattentäkterna i Germundsbo och Brunnbäck reduceras järn- och manganhalter genom snabbfiltrering.

Föroreningskällor

De största föroreningskällorna bedöms vara grustäktsområdena uppströms Germundsbo och olyckor längs riksväg 70. Tätbebyggelsen och industrimarken runt Avesta och ett antal mindre gamla industri-tippar, varav flera ligger i åsen, utgör en betydande föroreningsrisk.

Kloridhalterna i Germundsbo vattentäkt har sakta stigit till drygt 30 mg/l, vilket sannolikt beror på spridning av vägsalt längs riksväg 70. En balansberäkning (se Midvatten AB, 2002) visar att med nuvarande saltgivor finns risk för ytterligare ökning till drygt 40 mg/l.

Referenser

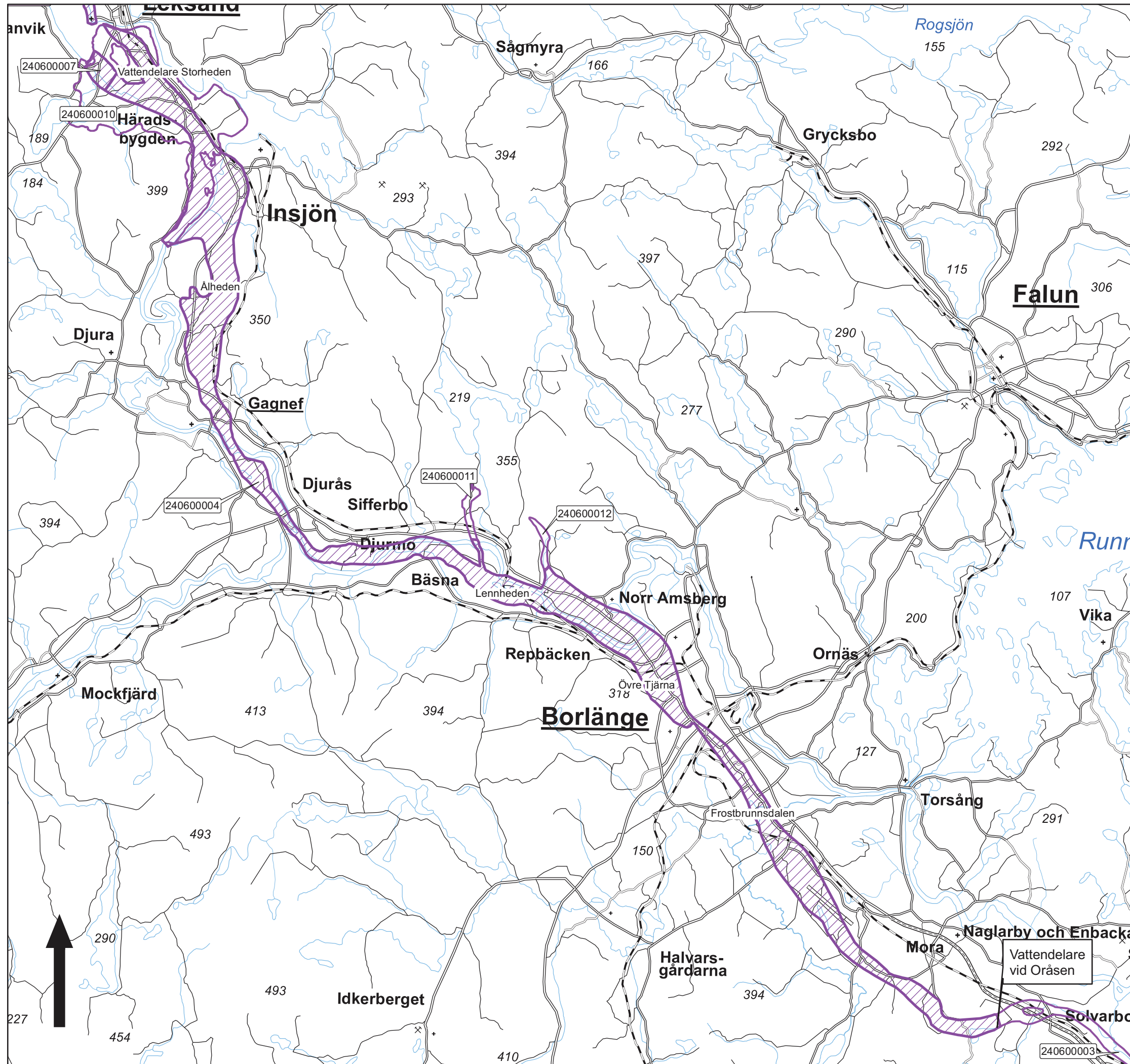
- Grånäs, K. & Ising, J., 2008: Beskrivning till jordartskartan 13F Falun SV. *Sveriges geologiska undersökning K 99*, 35 s.
- Grånäs, K. & Fredén, C., 2008: Beskrivning till jordartskartan 12G Avesta NV. *Sveriges geologiska undersökning K 112*, 35 s.
- Ising, J., 2008: Beskrivning till jordartskartan 12F Ludvika NO. *Sveriges geologiska undersökning K 97*, 26 s.
- Ising, J. & Svedlund, J-O., 2008: Beskrivning till jordartskartan 13F Falun NV. *Sveriges geologiska undersökning K 98*, 29 s.

- Larspers, J., 2008: Organiska miljögifter i grundvatten. *Länsstyrelsen Dalarnas Län. Miljövårdsenheten Rapport 2008:13.*
- 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.*
- Thorslund, P., 1981: Dalälven – den preglaciala älvfåran från Mora till Avesta. *Information från Länsstyrelsen i Kopparbergs län Naturvårdsenheten. N 1981:1.*
- Wikner, T., Fogdestam, B. & Thunholm, B., 1999: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Dalarnas län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 18, 61 s.*

Förteckning över utredningar

- AIB, 1975: PM över hydrogeologiska förhållanden vid Insjöns vattentäkt i Tunsta, Leksands kommun, Kopparbergs län – Rapport 011 932. Stockholm 1975-08-15.
- GVT Grundvattenteknik AB (nuv Midvatten AB), 1993: Falu kommun, Lennheden, Hydrogeologisk undersökning – Rapport 2027. Borlänge 1993-09-01.
- GVT Grundvattenteknik AB (nuv Midvatten AB), 1995: Leksands kommun, Insjöns grundvattentäkt, Förslag till skyddsplan – Rapport 2044. Borlänge 1995-11-23.
- GVT Grundvattenteknik AB (nuv Midvatten AB), 1996: Grävs vattenledningsförening, Förslag till skyddsplan – Rapport 2112. Borlänge 1996-11-11.
- GVT Grundvattenteknik AB (nuv Midvatten AB), 1999: Banverket, Utsläpp av HNO₃ på bangården i Borlänge, Sanering av mark och grundvatten – Rapport 2168. Borlänge 1999-06-11.
- Larspers, J., 2006: Grundvatten och dricksvattenförsörjning – En beskrivning av förhållandena i Dalarnas län 2006. Länsstyrelsen Dalarnas Län. Miljövårdsenheten Rapport 2006:27.
- Midvatten AB, 2000: Avesta kommun, Brunnbäck, Effekter av ökat grundvattenuttag – Rapport 2140. Borlänge 2000-12-28.
- Midvatten AB, 2000: Avesta kommun, Brunnbäck grundvattentäkt, Förslag till skyddsplan – Rapport 2216. Borlänge 2000-11-30.
- Midvatten AB, 2000: Avesta kommun, Germundsbo grundvattentäkt, Förslag till skyddsplan – Rapport 2216. Borlänge 2000-11-30.
- Midvatten AB, 2002: Vägverket Region Mitt, Utredning av vägsaltets påverkan på del av Badelundaåsen i Avesta kommun – Rapport 2189. Borlänge 2002-11-25.
- Midvatten AB, 2007: Leksand Vatten AB, Storheden, Grundvattenundersökningar 1998–2005 – Rapport 2155. Borlänge 2007-03-14.
- Midvatten AB, 2008: Borlänge kommun, Frostbrunnsdalen, Buskåker brandtomt, Mark- och grundvattenundersökningar – Rapport 2412. Borlänge 2008-04-08.
- Midvatten AB, 2009: AB Borlänge Energi /Falun Energi & Vatten AB, Lennhedens vattentäkt, Grundvattenundersökningar 2004–2009 – uppdrag 2299.
- Midvatten AB, 2009: AB Borlänge Energi, Frostbrunnsdalens vattentäkt, Förslag till skyddsplan – uppdrag 2490.
- Midvatten AB, 2009: AB Borlänge Energi, Tjärna vattentäkt, Förslag till skyddsplan – uppdrag 2490.
- Midvatten AB, 2009: Dala Vatten och Avfall AB, Insjöns vattenförsörjning, Grundvattenundersökning vid Gottnorstjärn – uppdrag 2472.
- Midvatten AB, 2009: Dala Vatten och Avfall AB, Tallbackens vattentäkt, Förslag till skyddsplan – uppdrag 2298.
- Midvatten AB, 2009: Hedemora Energi AB, Petersburgs vattentäkt, Förslag till skyddsplan – uppdrag 2453.
- Midvatten AB, 2009: Sätters kommun, Uggelbo/Solvarbo vattentäkter, Grundvattenundersökning – uppdrag 2421.

- Olsson, G., 1962: Rullstensåsarna och deras utnyttjande i Kopparbergs län. Länsutredning för Kopparbergs Län.
- Sweco, 2005: Hedemora Energi AB, Provpumpning Viggesnäs, Slutrapport avseende provpumpning vid Viggesnäs vattentäkt i Hedemora kommun – Rapport 1523010000. Falun 2005-10-10.
- Sweco, 2005: Grådö mejeri, Tillståndsansökan för uttag av grundvatten, Teknisk beskrivning. Falun 2005-09-16.
- VIAB AB 1974: Borlänge kommun, Grundvattentäkten vid Övre Tjärna, Utvärdering av grundvattentillgången – Rapport 87-1057. Stockholm och Falun 1974-10-30.
- VIAB AB 1983: Borlänge kommun, Borlänge, Reservvattentäkt – Rapport 5712.59 1285. Falun 1983-11-11.
- VIAB AB, 1956: Yttrande över förberedande grundvattenundersökningar för Solvarbo i Gustafs kommun, Kopparbergs län – Rapport 6015. Falun 1956-10-24.
- VIAB AB, 1963: Redogörelse för utbyggnad av vattentäkt och provpumpning vid Solvarbo, Gustafs kommun, Kopparbergs län – Rapport 37.6166. Falun 1963-02-28.
- VIAB AB, 1968: Gagnefs kommun, Redogörelse över undersökningar för vattenförsörjningen inom Gagnefs kyrkby med omnejd – Rapport 37.6666. Falun 1968-06-27.
- VIAB AB, 1968: Redogörelse för grundvattenundersökningar för vattenförsörjningen inom Sätters stad – Rapport 37.6485. Falun 1968-01-12
- VIAB AB, 1972: Hedemora kommun, Redogörelse för grundvattenundersökningar i Badelundaåsen vid Hedemora – Rapport 12.2385. Stockholm och Falun 1972-04-07.
- VIAB AB, 1973: Avesta kommun, Redogörelse för provpumpning av vattentäkten vid Brunnbäck – Rapport 87.1032. Falun och Vällingby 1973-08-23.
- VIAB AB, 1982: Kopparbergs läns landsting, Solbackens sjukhem, Kortidspumpning – Rapport 5712.1342. Falun 1982-10-26.





Bilaga 1

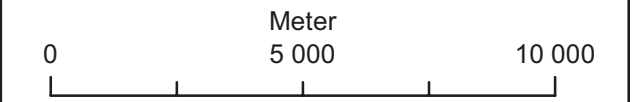
K 570

Översikt grundvattenmagasin längs Badelundaåsen på sträckan

Leksand–Oråsen/Mossbysjön

Skala 1:150 000

-  Grundvattenmagasin
-  Grundvattenmagasin som till någon del överlagras av annat magasin



Bilaga 2



Översikt grundvattenmagasin längs Badelundaåsen på sträckorna

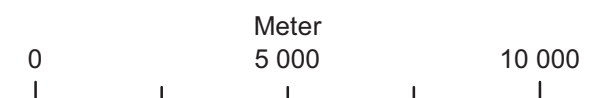
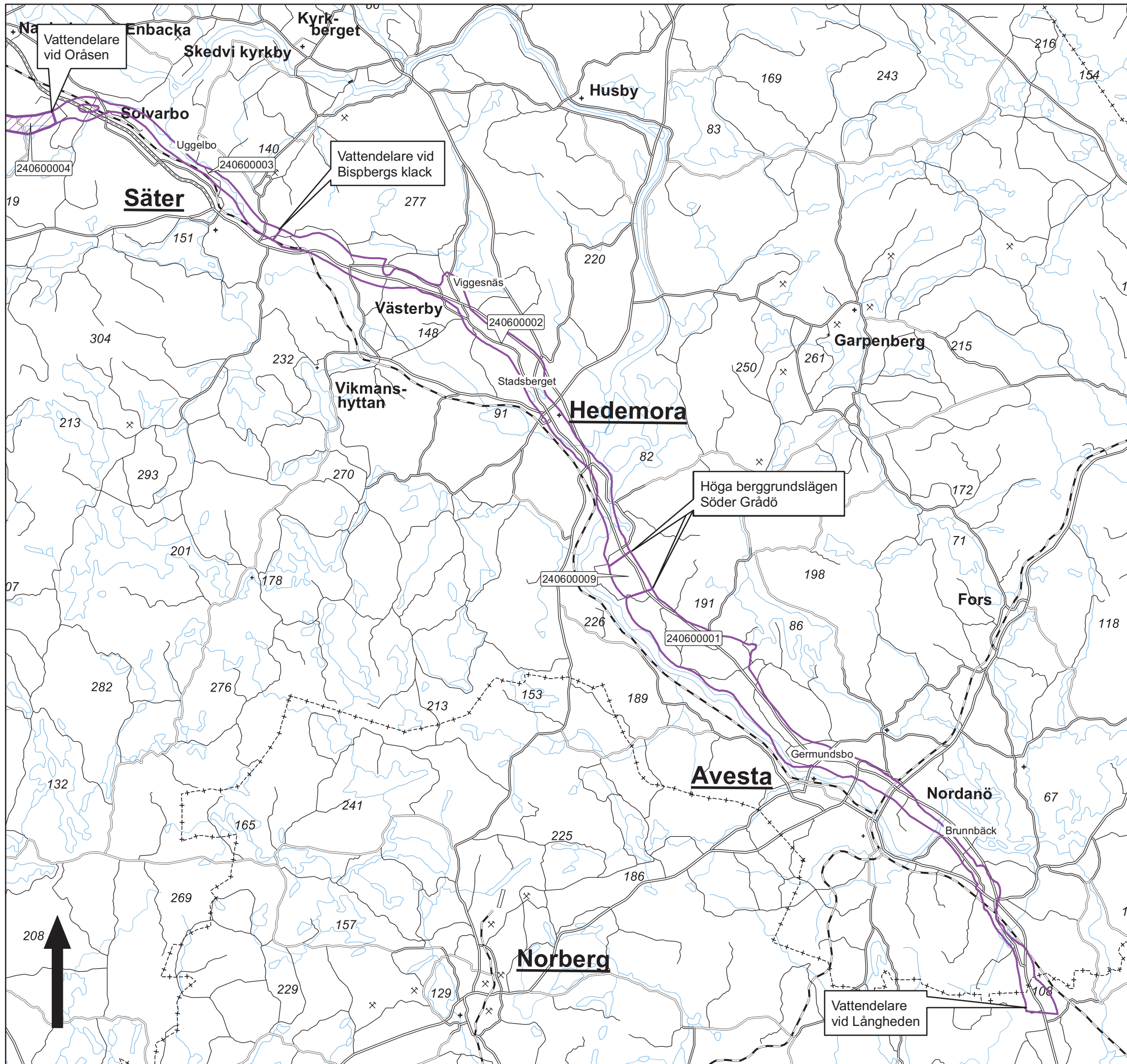
Oråsen/Mossbysjön–Säter

Säter–Grådö

Grådö–Långheden

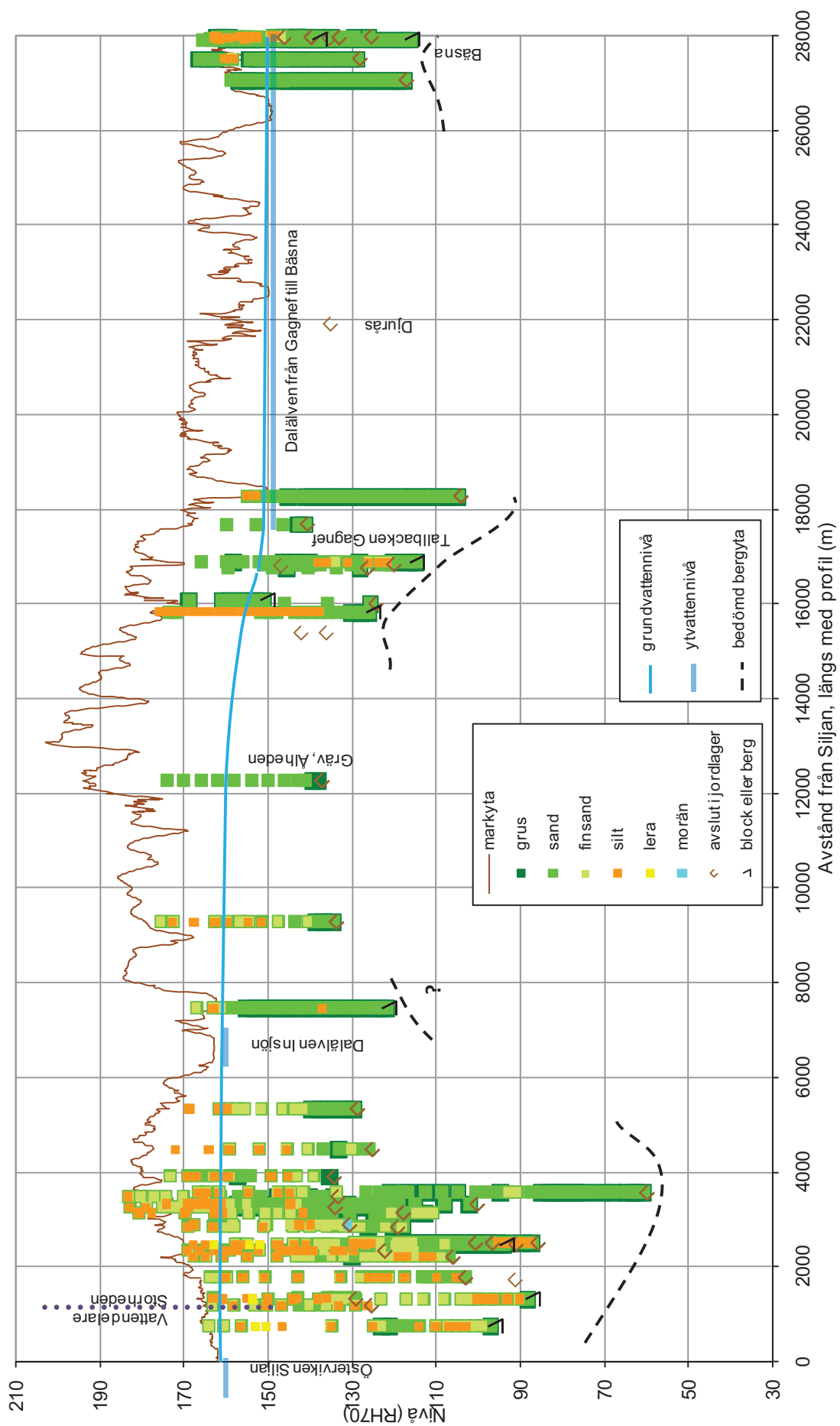
Skala 1:150 000

-  Grundvattenmagasin
-  Grundvattenmagasin som till någon del överlagras av annat magasin



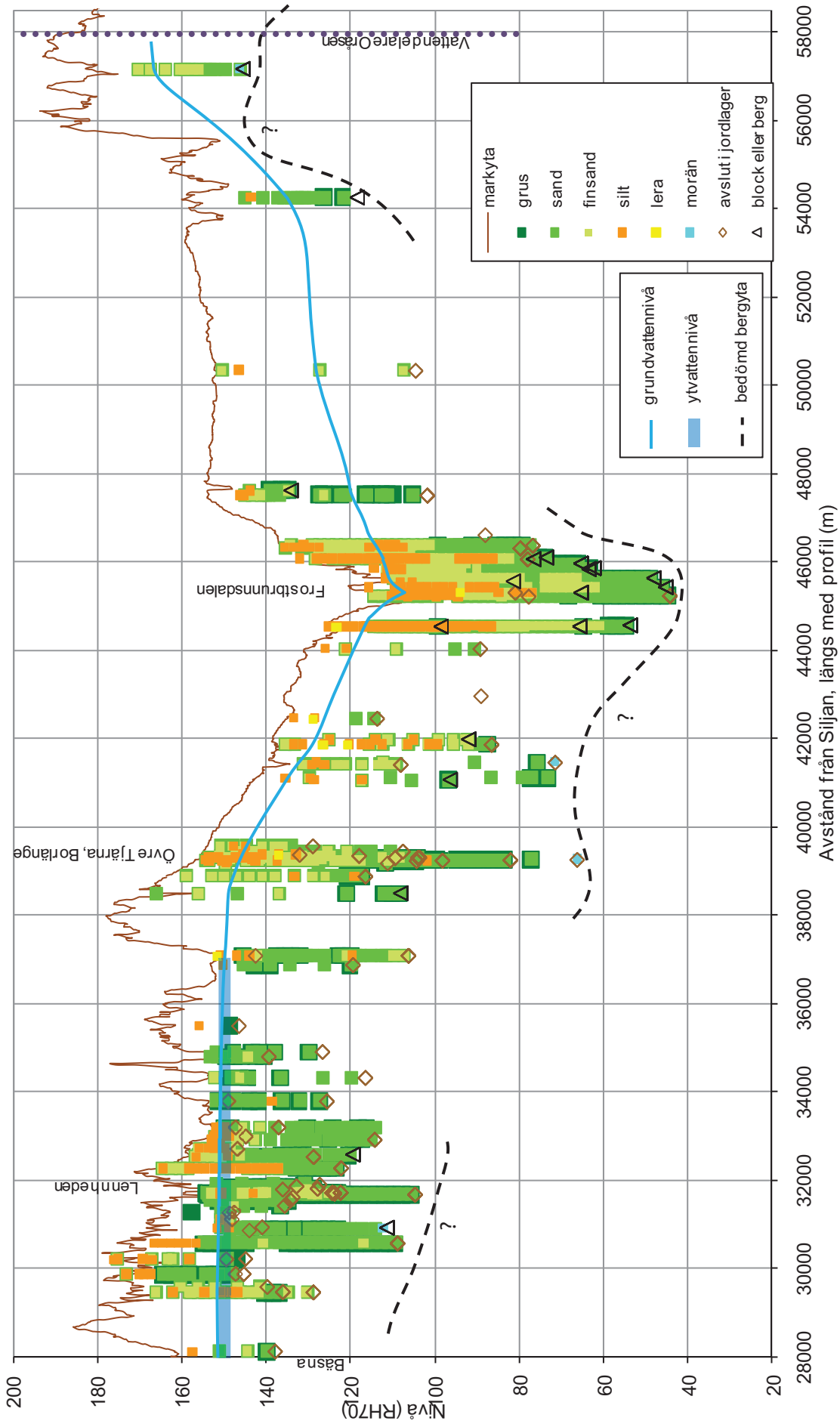
Bilaga 3

Profil längs med Badelundaåsen, från Siljan till Bäsna



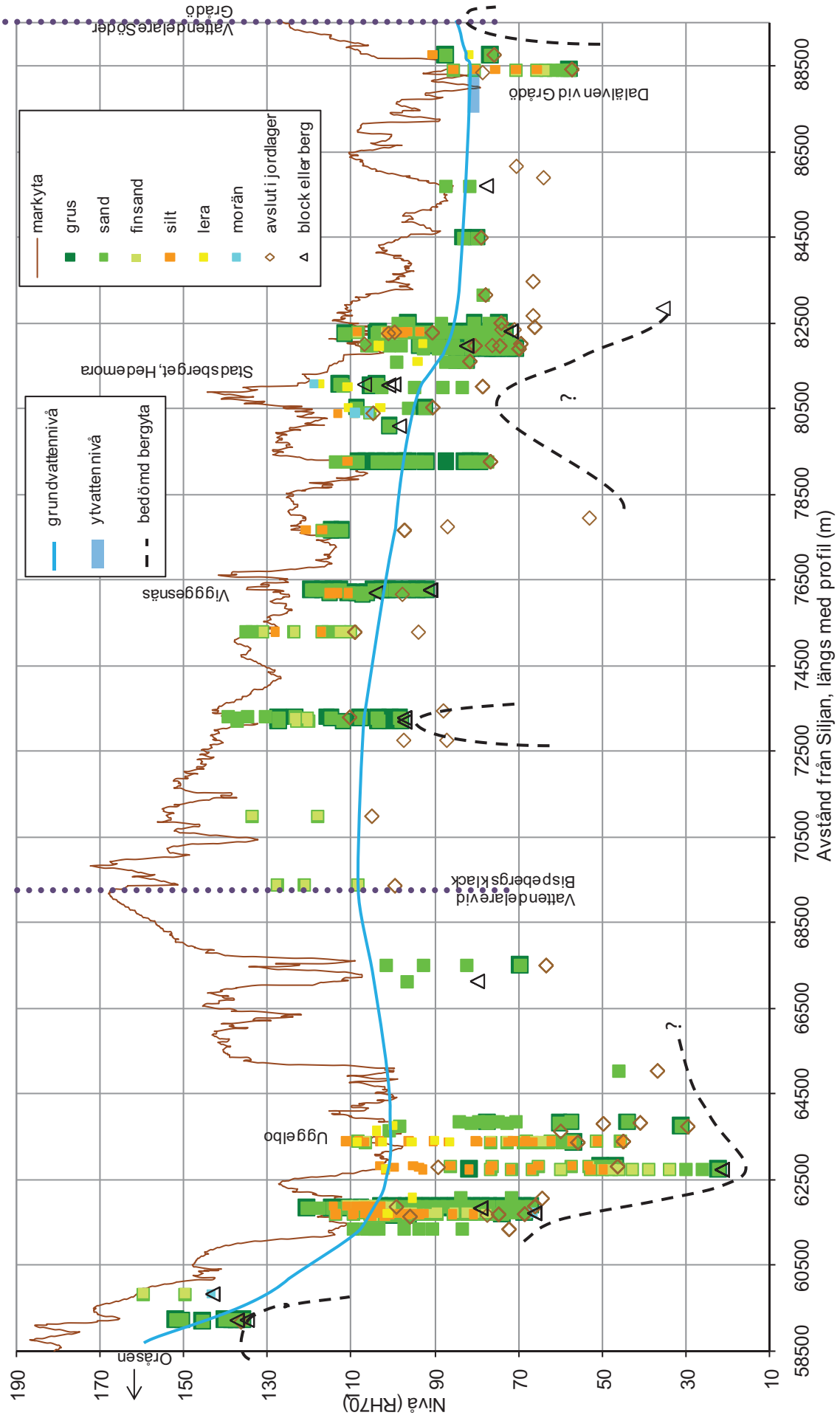
Bilaga 4

Profil längs med Badelundaåsen, från Bäsna till Oråsen



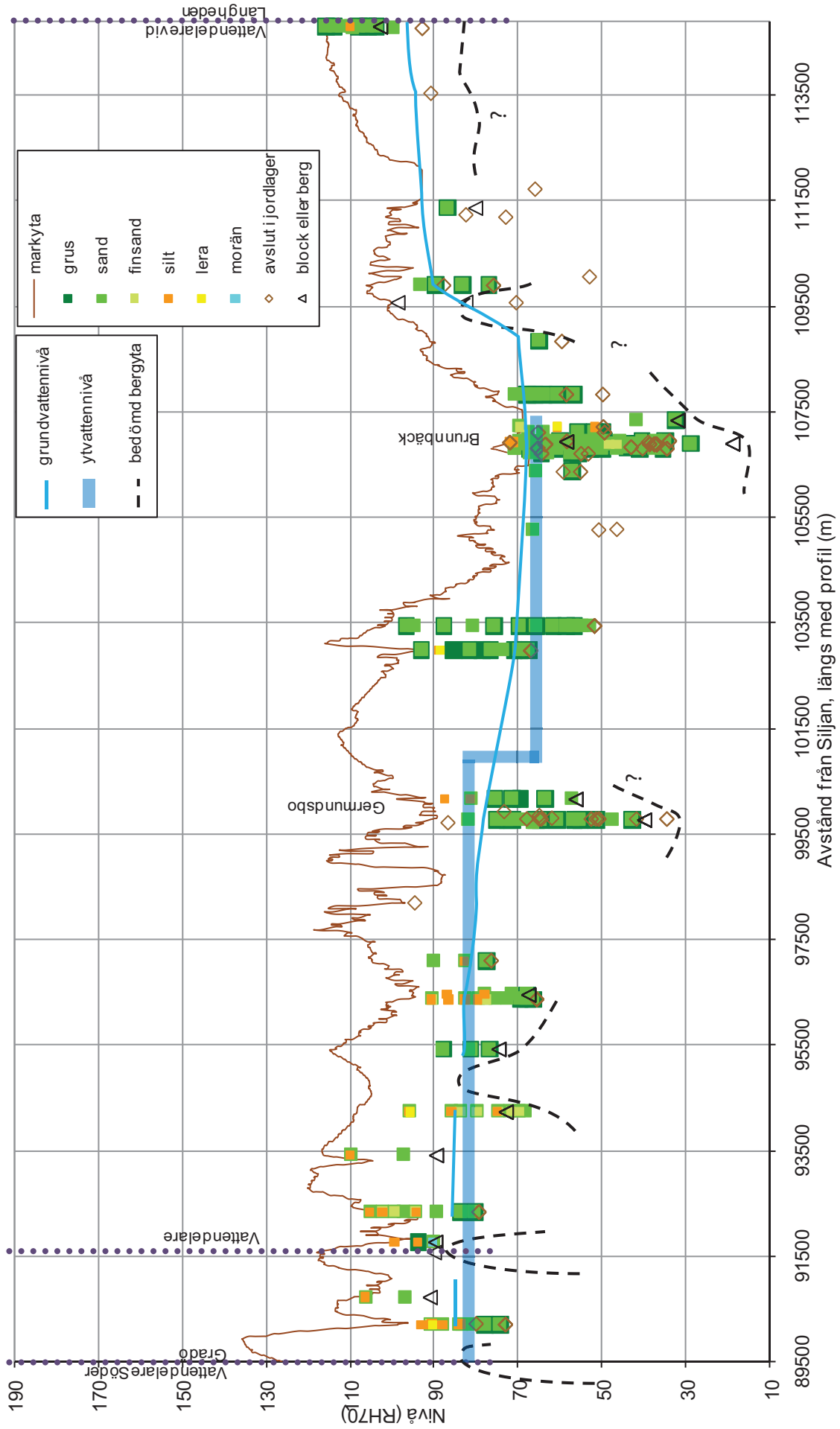
Bilaga 5

Profil längs med Badelundaåsen, från Oråsen till Grådö



Bilaga 6

Profil längs med Badelundaåsen, från Grådö till Långheden



Bilaga 7

Principer för avgränsning av tillrinningsområden

Magasinets primära tillrinningsområde utgörs av de markområden inom magasinet där hela den effektiva nederbörden (nederbörd minus avdunstning) infiltreras och bildar grundvatten.

Sekundära tillrinningsområden är markområden utanför magasinet där hela den effektiva nederbörden (nederbörd minus avdunstning) bedöms avrinna mot magasinet och bilda grundvatten däri.

Tertiära tillrinningsområden är andra markområden varifrån vatten rör sig mot eller över magasinet och därigenom kan bidra till grundvattenbildningen i detta. Det kan t ex vara det markområde som avvattnas av en bäck som rinner över eller igenom magasinet och därigenom under vissa betingelser kan tillföra vatten i någon omfattning. Syftet med att avgränsa tertiära tillrinningsområden är främst att peka på områden där markanvändning, hantering av farligt gods etc. skulle kunna orsaka förorening av magasinet. Områden som avvattnas av större vattendrag och sjöar i anslutning till magasinet är ej avgränsade. Dessa vattendrag/sjöar är registrerade som ”anslutande ytvattensystem”.