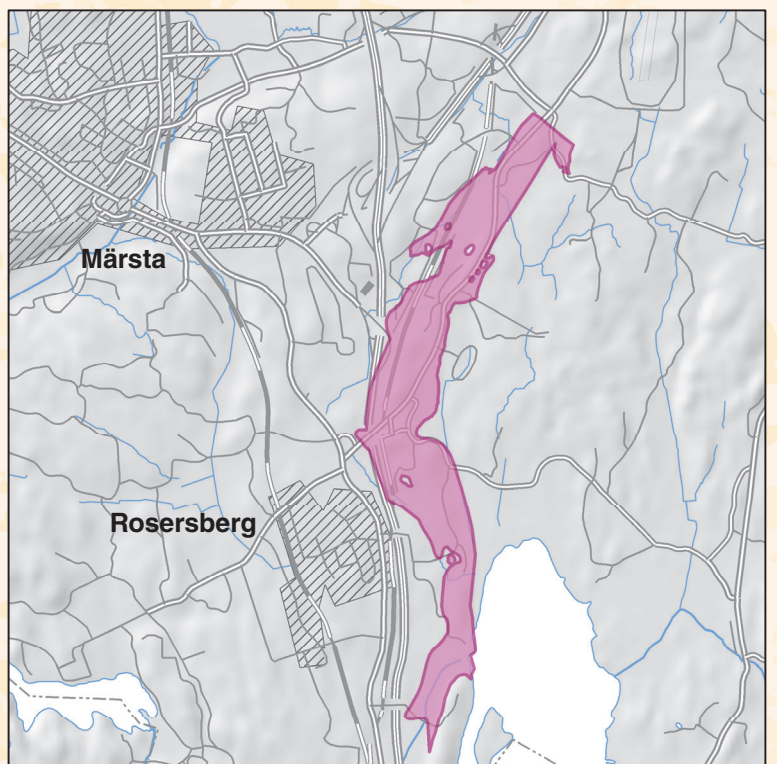


Grundvattenmagasinet Stockholmsåsen, Norrsunda

Hans Söderholm



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-386-1

För mer detaljerad information om jordarter och berggrund hänvisas till SGUs jordartskartor och berggrundskartor. 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: Rebecca Litzell

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundvattenmagasinet Stockholmsåsen, Norrsunda	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Tidigare undersökningar	4
Kompletterande undersökningar	4
Terrängläge och geologisk översikt	6
Hydrogeologiska förhållanden	6
Anslutande ytvattensystem	7
Tillrinning, grundvattenbildning och avrinning	8
Uttagsmöjligheter och grundvattenströmning	8
Grundvattnets användande	9
Grundvattnets kvalitet	9
Referenser	10

Bilaga 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet

Bilaga 2

Karta över grundvattenmagasin med jordarter som bakgrund

Bilaga 3

Karta över bedömda uttagsmöjligheter

Bilaga 4

Exempel på lagerföljder inom Stockholmsåsen, Norrsunda

Bilaga 5

Seismiska refraktionsmätningar

Bilaga 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

GRUNDVATTENMAGASINET STOCKHOLMSÅSEN, NORRSUNDA

Författare: Hans Söderholm
Kommun: Sigtuna
Län: Stockholm
Vattendistrikt: Norra Östersjön
Databas-id: 205500003
Rapportdatum: 2008-02-15

Sammanfattning

Det grundvattenmagasin som behandlas i denna rapport är ett av flera i Stockholmsåsen (Brunkebergsåsen). Det är ca 6 km långt och har sin södra avgränsning vid sjön Fysingens utloppsområde vid Vallstanäs och den norra avgränsningen norr om Starrmossen. Grundvattenavrinningen sker i form av spridd utläckning längs stranden till sjön Fysingen. Magasinet uppvisar både slutna och öppna grundvattenförhållanden. Åsen och omgivande sediment är avlagrade under högsta kustlinjen (HK), dvs. all mark har under någon period under eller efter den senaste istiden legat under havsytans nivå. Sannolikt finns därför ställvis dubbla grundvattenvåningar på grund av tätare skikt i jordlagerföljden. Marknivåerna varierar mellan 2 och ca 50 m ö.h. Fysingen är belägen ca 1,5 m ö.h. och grundvattennivåerna ligger mellan ca 1,5 och ca 26 m ö.h. Både E4 och Arlandabanan berör magasinet vid dess västra gräns. Möjligt uttag är ca 50 l/s vid inducerad infiltration från sjön Fysingen. Förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning bedöms finnas både norr och söder om Norrvattens reservvattentäkt (Märstavattentäkten) som ligger centralt i magasinsdelen vid Fysingen. Reservvattentäkten har fyra brunnar med en sammanlagd uttagkapacitet på 280 l/s. Grundvattnet tas in i brunnarna på nivåer mellan ca -1,0 till -10 m u.m. Snabbt stigande kloridhalter i grundvattnet befaras utgöra ett problem vid stora grundvattenuttag i magasinsdelen vid Fysingen beroende på förekomst av reliktvatten.

Inledning

Undersökningen har utförts inom ramen för projektet "Östra Mälardalen MKM" vid SGU. Projektet ingår i SGUs uppdrag att ta fram hydrogeologisk information om viktiga grundvattenmagasin i landet och är en del av arbetet för att uppnå miljö kvalitetsmålet "Grundvatten av god kvalitet". Syftet har i första hand varit att skapa planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattenförekomster. Undersökningen har utförts under åren 2004 och 2005. Resultaten redovisas i bilagorna 1–6. De höjddata som används i denna beskrivning anges i RH00.

Tidigare undersökningar

I Stockholmsåsen utfördes omfattande grundvattenundersökningar under 1950- och 1960-talen, bl.a. inför anläggandet av Arlanda flygplats (Orrje & Co, 1952, 1953). Vidare har mellan Fysingen och norr om Ströms gård omfattande grundvattenundersökningar gjorts för vattentäkt för Täby, Vallentuna och Märsta kommuner samt för nuvarande reservvattentäkt intill Fysingen (AIB 1946, Orrje & Co 1951, 1960, Märsta kommun 1961). Undersökningarna har bl.a. rört förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning och eventuella möjligheter till inducering av vatten från sjön (Orrje & Co 1963). I beskrivningen till hydrogeologiska kartan över Stockholms län, SGU Ah nr 6, bilaga 13 sid. 52, har reliktvatten och kloridhalten i Märstavattentäkten behandlats.

Kompletterande undersökningar

Underlag för bedömningarna och behovet av kompletteringar har utgjorts av geologiska kartor, hydrogeologisk läns-karta, resultat av grundvattenundersökningar och grusinventeringar, borrhoppgifter m.m.

Undersökningar i den nu redovisade kartläggningen har omfattat brunnsinventering, geofysiska mätningar, borrhningar och avväggningsarbeten. Information från andra undersökningar än SGUs egna har inhämtats från Sigtuna kommun, Norrvatten, Luftfartsverket, konsulter m.fl. Den samlade informationen lagras i olika databaser vid SGU.

SGU har, i samband med kartläggningen av Norrsundamagasinet och övriga grundvattenmagasin i Stockholmsåsen inom Sigtuna kommun, inventerat och med hjälp av kommunen avvägt grundvattennivån i totalt 45 brunnar och observationsrör, se bilaga 1. Dessutom har undersökningar med georadar och refraktionsseismik utförts utmed 27 sträckor respektive 12 profiler i kommunen. Femton sonderingsborrningar har genomförts, varav etablering av observationsrör har skett i fyra av borrhningarna. Georadarmätningarna är gjorda på delar av avlagringen med förväntat grovkorniga jordlager. Mätningarna är dock svårtolkade och har därmed varit till föga hjälp i utvärderingen av de hydrogeologiska förhållandena. Borrhningarna och de seismiska undersökningarna har bland annat varit förlagda till dalgången i anslutning till Fysingen och utefter åsen fram till kommungränsen i norr.

För att mera i detalj söka klarlägga grundvattenförhållandena i den del av Stockholmsåsen som innefattar Norrsundamagasinet förlades merparten av SGUs arbeten till detta område. Avsikten med undersökningarna i dalgången mellan Fysingen och Åshusby var att ge kunskap om magasinets utbredning, mäktighetsvariationer, uppbyggnad och strömningsförhållanden samt om bergytans läge i tidigare mindre kända delar. I dalsänkan vid Åshusby och Skoby genomfördes därför geofysiska mätningar och borrhningar för att klarlägga de hydrogeologiska förhållandena, se bilagorna 1, 5 och 6.

I kartläggningen har området väster om Fysingen undersökts på två ställen med hjälp av seismik och borrhning. Den seismiska mätningen (S5 04) i söder utfördes parallellt med vägen från gamla riksväg 13 över Verkaån till Vallstanäs. Resultaten kontrollerades genom tre sonderingsborrningar (04138, 04139 och 04140) i anslutning till mätningen, se bilagorna 1 och 5. Marknivån är ca 5 m ö.h., och profilen visar att bergytan sjunker från havsnivån i nordväst till 15 m därunder i sydost. Den höga hastigheten i berg (5 000 m/s) tyder på liten sprickighet i berggrunden. Jordlagren bedömdes på grundval av seismikresultaten främst utgöras av lera, se bilaga 5. Sonderingsborrningarna visar på mer komplexa förhållanden med en största lermäktighet av ca 13 m vid Verkaån, vilket stämmer väl med seismiken. Vidare anger sonderingarna cirka fem meter vattenförande grovt friktionsmaterial under lera i väster respektive sju meter med likartade förhållanden i öster (något öster om profilen). Ytterligare 50 m österut finns en bergrygg och morän. Grundvattennivåerna i profilen ligger enligt tolkningen mellan en och två meter under markytan. Lagerföljderna i borrhningarna redovisas i bilaga 4.

Vid Ströms gård, närmare två kilometer norr om de nyss nämnda undersökningarna, utfördes seismiska mätningar utefter profilen S8 05, se bilagorna 1 och 5. Tolkningen visar på drygt fem meter vattenförande sand och grus, indikerande ett grundvattenmagasin under havsnivå i den östra delen. I väster vilar dränerade jordlager på berg, vars yta är belägen omkring fem meter över havet enligt tolkningen av mätningarna. Två sonderingsborrningar omedelbart väster om profilen anger små förutsättningar för grundvattenuttag p.g.a. att jordlagren ställvis är dränerade, som i borrhningen 04141, samt i övrigt att finkornigt material dominerar, vilket visas av borrhning 04142. I ytterligare en sonderingsborrning (04143) i dalgången norr om Fysingen påträffades lera av ett tiotal meters mäktighet på berg. Cirka 300 m norr om Ströms gård har ett observationsrör (R 05047) etablerats i en mindre grustäkt i den västra av de två åsgrenar som uppträder här. Det grova materialet tyder på goda uttagsmöjligheter, men magasinmäktigheten är enligt borrhningen endast 1,5 m. Borrhningarnas lägen visas i bilaga 1 och lagerföljderna i bilaga 4.

Isälvsavlagringen ändrar riktning och har en ansvallning vid Åshusby. I denna del har seismiska undersökningar utförts utefter två mätlinjer, S3 04 och S4 04, se bilagorna 1 och 5. Mätningen S3 04 i väster visar en relativt jämn bergyta på omkring 20 m ö.h. och i S4 04 i öster en bergyta omkring 15 m ö.h. De höga berglägena kan bedömas innebära att grundvatten där saknas i jordlagren. Resultatet av de seismiska undersökningarna tillsammans med uppgifter om borrhningar och mätningar av grundvattennivåer i omgivningen indikerar att avlagringens centrala parti antingen saknar grundvattenförande lager eller att

mindre, isolerade samlingar av grundvatten förekommer. Grundvattenströmningen sker troligen i stället i de västra och i de östra delarna av magasinet.

Omkring Skoby har i åsens västra del, där Arlandabanan idag berör bildningen, bergläget dokumenterats på fyra ställen samt i en punkt i den östra respektive centrala åsdelen i samband med grustäktsverksamhet. På vilket sätt berglägena bestämts framgår ej i grustäktsplanen (Stråbruken AB 1968). Bergytans nivå i punkterna varierar mellan 22 och 27 m ö.h.. Vidare har vid Skoby i, samband med SGUs kartläggning, gjorts försök att bestämma bergläget genom uppgifter om foderrörens längd i fem bergborrade brunnar. Fyra av dessa är belägna i östra delen av åsen och en ligger centralt i denna. I dessa fall är bergytan utifrån borrhningarna belägen mellan ca 19 och ca 27 m ö.h. De lägsta nivåerna på bergytan, enligt såväl grustäktsplanen som brunnsuppgifterna, föreligger i den centrala delen av bildningen.

Uppgifter om grundvattennivåer finns från två platser i den östra åsdelen vid Skoby och från ytterligare två i den centrala delen, ca en kilometer norr om byn. Nivåuppgifterna härrör från SGUs kartläggning 2005. Grundvattennivåerna i de två centrala punkterna Rb 0103 och 9613 är 20,28 respektive 22,26 m ö.h. och i de östra 24,19 och 24,66 m ö.h. Mellan Rb 0103 och 9613 utfördes den seismiska mätningen S7 05, se bilaga 1. Mätningarna från detta område är svårtolkade. Information finns från ett äldre observationsrör, som bedöms ha varit beläget någonstans i området för den seismiska profilen och 9613, om att grundvattennivån 1952 var 26,27 m ö.h. (troligen i höjdsystem RH 00). En samlad tolkning tyder dock på att grundvattenströmningen sker centralt i åspartiet och ungefär i nord-sydlig riktning. Grundvattennivåerna i öster kan misstänkas vara ytor hos isolerade grundvattensamlingar.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGUs databas för grundvattenparametrar. En särskild hydrogeologisk databas över det aktuella grundvattenmagasinet har upprättats med den insamlade informationen samt SGUs jordartskartor (Möller och Stålhös 1970, 1974) som grund. I databasen ingår bl.a. data om grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinet. Upplysningar kan erhållas genom SGUs kundtjänst.

Terrängläge och geologisk översikt

Hela området är beläget under högsta kustlinjen. I avsmältningsskedet bildades en isälv, vilken gav upphov till Stockholmsåsen. Den är uppbyggd av mer eller mindre grovkornigt material. Finkorniga sediment såsom lera avsattes utanför åsen och återfinns idag i dalgångarna och slättområdena. Den successiva landhöjningen medförde att bränningar ställvis kunde svalla ut sand och grus ovanpå övriga bildningar. Marknivåerna varierar mellan 2 och närmare 50 m ö.h. Sjön Fysingen inom området är belägen ca 1,5 m ö.h. och grundvattennivåerna ligger mellan ca 1,5 och ca 26 m ö.h.

Berggrunden utgörs huvudsakligen av kristallina urbergarter. Topografiska förhållanden i berggrunden har, som på många andra håll i landet och i olika grad, styrt avsättningen av de kvartära bildningarna såsom morän och isälvsmaterial.

Hydrogeologiska förhållanden

Denna redovisning omfattar det grundvattenmagasin i Stockholmsåsen, Norrsundamagasinet, som i söder har sin gräns vid Vallstanäs. Grundvattenavrinningen sker till sjön Fysingen som även tar emot en grundvattenström i åsen från söder. Den norra magasinigränsen har lagts vid en bedömd fast grundvattendelare norr om Starrmossen.

Grundvattenmagasinet i det aktuella åsavsnittet består av sandiga och grusiga sediment. Sådana förekommer både synliga i markytan och täckta av finkorniga jordarter, främst lera. De synliga partierna är de som är betecknade med grön färg på den jordartsgeologiska kartan. I dessa har grundvattnet vanligtvis en fri vattenyta, dvs. magasinet är öppet. Där finkorniga sediment täcker magasinet är det i de flesta fall slutet. Ett stort antal borrhningar är sedan tidigare utförda i och invid magasinet (Orrje & Co 1952). I de

flesta borrpunkterna är observationsrör nedsatta. Borrjupen varierar mycket. De största är mellan 25 och 30 m. Jordlagren i magasinets centrala del utgörs av sand och grus. I och i anslutning till slättområdena konstaterades i SGUs kartläggning 2004 och 2005 vanligtvis sand och grus under lera, se bilaga 5.

Där lera konstaterats mellanlagra grundvattenförande sand- och gruslager kan övre, separata magasin med egna hydrauliska förhållanden finnas. De kan vara isolerade men också spilla över vatten till det undre magasinet. Vattenytor kan även påträffas där grundvattensamlingar uppstått i avgränsade sänkor på högre nivå i berggrunden.

I åsansvällningarna vid Åshusby och Skoby förekommer höga berglägen som ger upphov till partier utan grundvattenmagasin och en tröskel, ett s.k. stalp, över vilket grundvattnet strömmar. Alternativt skulle den norra magasinsgränsen kunna läggas där, eftersom grundvattenförhållandena nedanför tröskeln inte alls eller i mycket ringa omfattning påverkar området uppströms. Däremot kan förändringar norr om tröskeln ha betydelse för t.ex. grundvattenvolymen och grundvattenkvaliteten i området nedströms.

I anslutning till grundvattenmagasinet förekommer ett källområde mellan Skoby och Åshusby i östra kanten av åsen. SGU har uppskattat det mer koncentrerade flödet till 0,5–3 l/s. Den huvudsakliga grundvattenströmningen i magasinet väster därom är dock fortsatt mot söder, se bilagorna 2 och 3. Den lägsta grundvattennivån är uppmätt vid Åholmen där åsen bildar strand på Fysingens västra sida. Här sammanfaller vattennivån i sjön med grundvattennivån i åsen.

De grundvattenförande jordlagren är sammanhängande utmed hela den cirka två kilometer långa magasinssdelen vid Fysingen, dock med avsevärda variationer i såväl bredd som tjocklek. Vid undersökningar av den högre liggande magasinssdelen drygt 500 m nordnordost om Norrsunda kyrka bestämdes permeabilitets- och transmissivitetsvärden. I en 12 m djup borrning för vattentäkt för Arlanda Stad Golf AB som drevs genom sand och lerskikt samt därunder något grusig sand varierade permeabiliteten (i detta fall jordlagrens förmåga att släppa igenom vatten) i sex lager mellan 0,37 och $1,66 \times 10^{-3}$ m/s. Transmissivitetsvärdena (permeabiliteten gånger de vattenförande jordlagrens mäktigheter) var $0,50-0,95 \times 10^{-3}$ m²/s och den ackumulerade transmissiviteten för de sex lagren var $4,19 \times 10^{-3}$ m²/s. Denna magsinsdel har sannolikt inte något relikgt grundvatten.

Angränsande grundvattenmagasin i Stockholmsåsen är det som ligger mellan Starrmossen och Halm-sjön och magasinet söder om Vallstanäs.

Anslutande ytvattensystem

Sjön Fysingen fungerar dels som recipient för det vatten som strömmar ut ur grundvattenmagasinet, dels kan inducerad infiltration till magasinet ske från sjön om och när grundvattnets tryckyta ligger lägre än sjövattnets. Andra anslutande ytvattensystem är diken omkring Starrmossen med en samlad gren som rinner tvärs över grundvattenmagasinet från öster till väster och vidare mot Märstaån. Söder om Starrmossen och väster om grundvattenmagasinet löper ett annat vattendrag som avvattnar hela området väster om grusåsen och som rinner tvärs över grundvattenmagasinet vid Märstavattentäkten och mynnar i Fysingen. I vissa kontaktpunkter mellan yt- och grundvattensystemen bedöms att utbyte av vatten mellan dessa kan förekomma.

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och uttagsmöjlighet.

Magasin	Magasin-id	Tillrinningsområdets yta (km ²)		Effektiv nederbörd*		Naturlig grundvattenbildning (l/s)	Bedömd största uttagsmöjlighet ur magasinet (l/s)
		Primärt	Sekundärt-tertiärt	mm/år	(l/s)/km ²		
Norrsunda	205 500 003	1,7		240	7,6	12,7	25–125

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på klimatdata från perioden 1962-2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande och kan uppskattas till 50 mm.

Tillrinning, grundvattenbildning och avrinning

Magasinet tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Ett visst tillflöde kan ske från omgivande terräng och anslutande vattendrag.

Det primära tillrinningsområdet utgörs av den geologiska avlagringens yta minus ytan av utströmningsområden i anslutning till vattendrag, strandzoner och våtmarker inom magasinet. Det sekundära–tertiära tillrinningsområdet utgörs av övriga områden från vilka avrinning sker mot magasinet. I huvudsak är det fråga om terciära tillrinningsområden, men även sekundära förekommer.

En uppskattning av det primära tillrinningsområdets yta samt den naturliga grundvattenbildningen inom denna redovisas i tabell 1. Angivna värden för grundvattenbildning beskriver den genomsnittliga omsättningen i hela magasinet under naturliga förhållanden och under en längre period. Eftersom grundvattenbildningen inom de sekundära och terciära tillrinningsområdena inte har medräknats, får den beräknade grundvattenbildningen betraktas som ett minimivärde.

Med ett beräknat tillskott på ca 40 l/s genom inducering från Fysingen vid grundvattenuttag blir den bedömda största kontinuerliga uttagsmöjligheten i magasinet drygt 50 l/s, dvs. inom klassen 25–125 l/s, se tabell 1.

Uttagsmöjligheter och grundvattenströmning

Den i tabell 1 redovisade uttagsmöjligheten är en grov uppskattning av hur mycket grundvatten som kontinuerligt kan utvinnas med ett rimligt antal (upp till fem) standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinet.

Ca 500 m norr om Ströms gård har en provpumpning genomförts med 38 l/s för Täby och Vallentuna kommuner (Allmänna Ingenjörbyrå 1946, se fig. 1). I utredningar (Orrje & Co 1960 och Orrje & Co 1963) angavs grundvattentillgången vid vattentäktområdet vid sjön vara 40–50 l/s. Detta grundade sig på två provpumpningar, utförda med 20 respektive 40 l/s. Utifrån dessa pumpningar bedömde utredaren att ett



Fig. 1. Vy från ungefärligt läge för provpumpningsplats år 1945 norr om Ströms gård och mot Fysingen i söder.
Foto: Magdalena Thorsbrink.

långsiktigt uttag av ca 40 l/s kunde göras på den plats invid Fysingen där idag Norrvattens reservvattentäkt är belägen. Vid ovannämnda provpumpning av Orrje & Co med den högsta kapaciteten konstaterades att inducering ägde rum i åsen där dess primära avlagringar har kontakt med sjön. Utbyggnad av brunnar i vattentäkten på 1980-talet ger enligt vattendom möjlighet till kortvariga uttag av ca 300 l/s.

SGUs bedömning är att goda uttagsmöjligheter finns i åsen på en sträcka av två kilometer från Fysingen och nordväst därom i grundvattenmagasinets centrala del, där åskärnan har indikerats på tre ställen genom borrningar.

Ett intressant förhållande är att grundvattenströmningen sydväst om Vallstanäs är riktad mot sjön Fysingen medan Verkaan, som avvattnar sjön, strömmar åt motsatt håll. Detta tyder på att ån rinner på leran i dalgången.

Grundvattnets användande

Grundvattenmagasinet används av Arlandastad Golf AB för bevattning sommartid och av Norrvatten genom reservvattentäkten intill Fysingen nära Ströms gård. Vattentäkten har fyra brunnar och skyddsområde, se figur 2.

Grundvattnets kvalitet

I en rapport (Orrje & Co 1952) anges att grundvattnet var av god kvalitet men höll medelhög halt av aggressiv kolsyra och hade en hårdhet av något över 10 tyska hårdhetsgrader (°dH) både söder och norr om Ströms gård. Råvattenanalyser från reservvattentäktens brunnar mellan åren 1964 och 2004 visar att grundvattnet är hårt och att hårdheten är stigande av ännu inte utredd orsak samt att alkaliniteten är hög (160–250 mg/l). pH-värdet är sju eller några tiondelar däröver. Kloridhalten är måttlig, ca 40 mg/l, och sulfathalten är måttlig till hög. Vidare visar sulfathalten en nedåtgående trend från 1980-talet. Nitratkväve



Fig. 2. En av råvattenbrunnarna i reservvattentäkten invid Fysingen. Foto: Magdalena Thorsbrink.

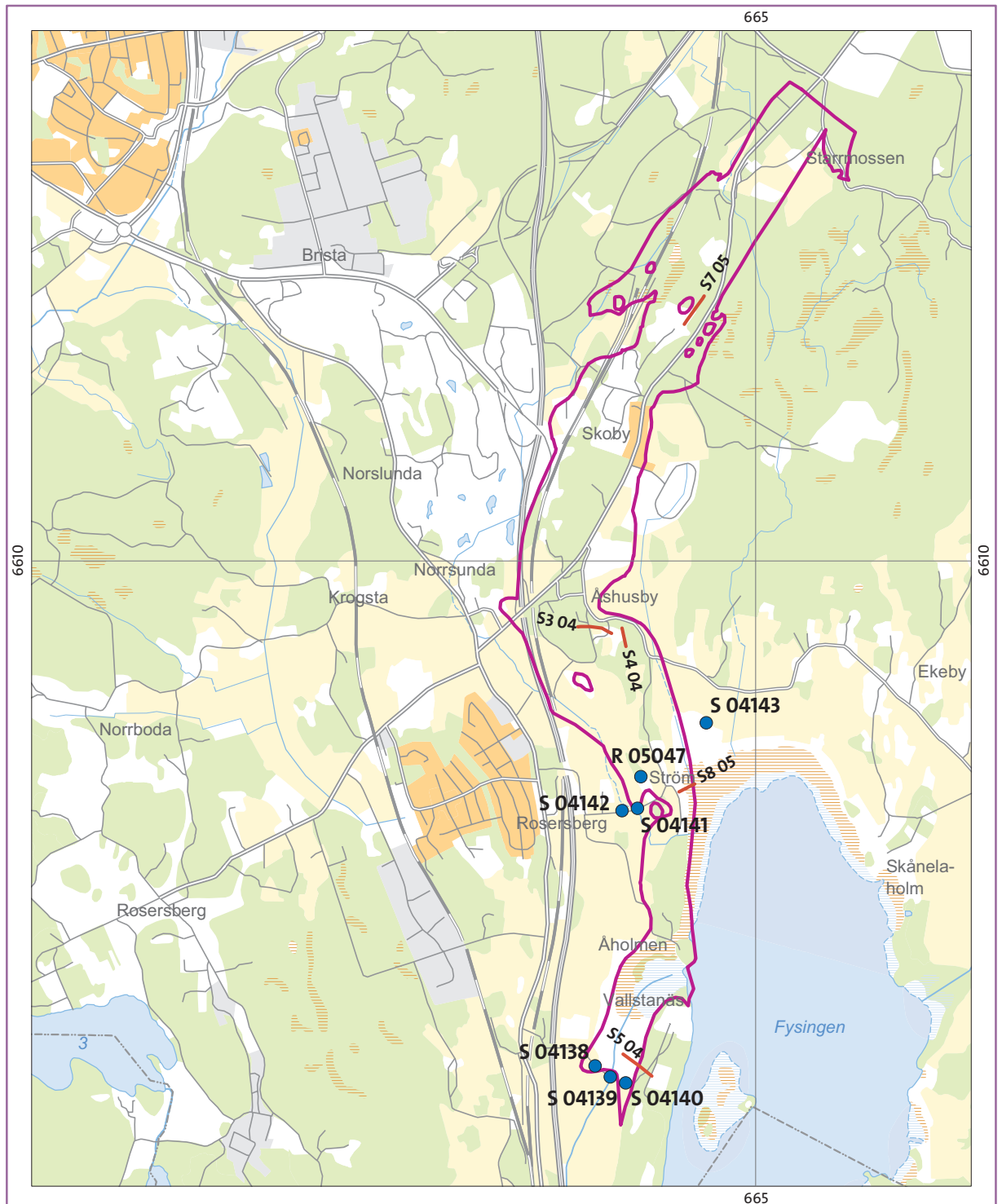
visar en topp i slutet av 1960-talet, men halterna är över lag måttliga. Järn- och manganhalterna är låga och fluoridhalten mycket låg (Länsstyrelsen i Stockholms län 2006).

Referenser

- AIB, 1946: Utredning angående huvudvattenledning för Vallentuna–Täby kommuner, Stockholms län. Uppdragsgivare: Täby och Vallentuna kommuner. 24 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 39603.*
- AIB, 1991: Arlandastad Golf, Norslunda. PM angående en av Arlandastad Golf planerad vattentäkt i Stockholmsåsen med kapaciteten ca 10–12 l/s för påfyllning av planerade bevattningsdammar. Uppdragsgivare: Arlandastad Golf. 3 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 40535.*
- Länsstyrelsen i Stockholms län, 2006: Grundvatten i jord. Metodik för övervakning av vattenkvalitet samt undersökningsresultat från 25 kommunala grundvattentäkter. *Rapport 2006:27*, s 43–44 och bilaga 1.
- Märsta kommun, 1961: PM rörande förslag till åtgärder för förbättring av friskvattenförsörjningen för Märsta kommun. Uppdragsgivare: Märsta kommun. 3 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 14605.*
- Möller, H. & Stålhös, G., 1970: Beskrivning till jordartskartan Uppsala SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 9*, 69 s.
- Möller, H., Stålhös, G., 1974: Beskrivning till jordartskartan Uppsala SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 10*, 80 s.
- Orrje & Co, 1952: Hydrologisk undersökning av Brunkebergsåsen i trakterna Fysingen–Halmsjön. Uppdragsgivare: Byggnadsdelegationen för storflygplatsen, Märsta kommun och Sigtuna stad. 20 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 14601.*
- Orrje & Co, 1953: Redogörelse för på uppdrag av byggnadsdelegationen för storflygplatsen verkställd grundvattenundersökning vid Halmsjön. Uppdragsgivare: Byggnadsdelegationen för storflygplatsen. 17 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 14602.*
- Orrje & Co, 1957: P.M. angående skydd av vattentäkten på Ström 66 i Norrsunda socken, Märsta kommun. Uppdragsgivare: Märsta kommun. 15 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 40531.*
- Orrje & Co, 1960: PM angående provpumpning av Märsta kommuns grundvattentäkt vid Fysingen. Uppdragsgivare: Märsta kommun. 7 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 14604.*
- Orrje & Co, 1963: Redogörelse för första delen av infiltrationsundersökningar i Stockholmsåsen vid Fysingen för Märsta kommun. Uppdragsgivare: Märsta kommun. 16 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 14619.*
- 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.
- VBB VIAK, 1991: Arlandastad Golf. Ny vattentäkt för bevattningsvatten, etapp 1. Uppdragsgivare: Arlandastad Golf. 3 s. *Referensnummer i SGUs georegister: 40534.*
- Stråbruken AB, 1968: Förslag till grustäktsplan inom fastigheterna Ärlinghundra Häradsallmänning 11, 117, 121, 24, 27, 41, Norslunda 11, 21, 31 i Stockholms län, 1968.

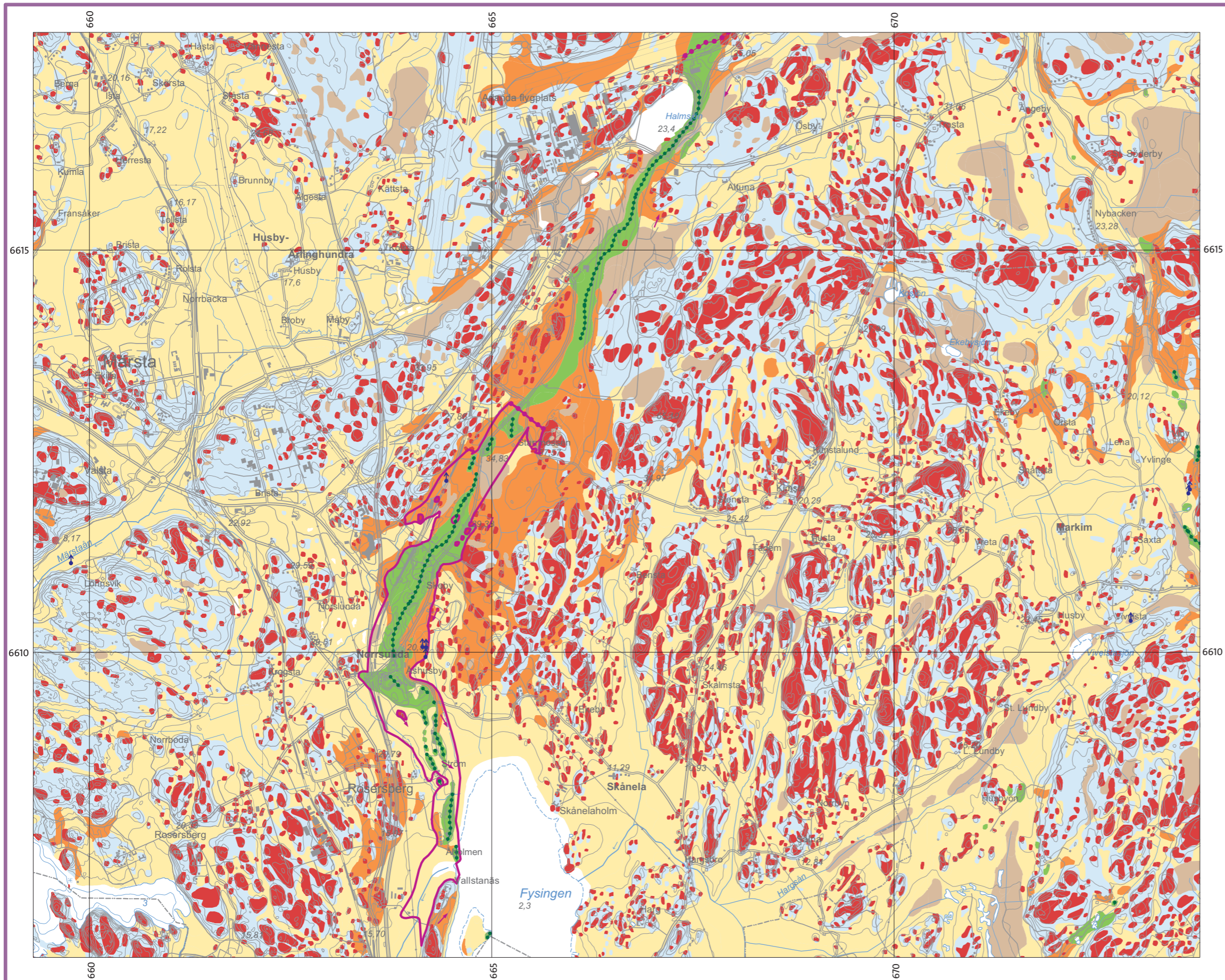
BILAGA 1












Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet



- Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)
Stratigraphic information is available (appendix 5)
- Seismikprofil
Seismic investigation
- Grundvattenmagasinet 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
-  Fast grundvattendelare
Fixed groundwater divide in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinets avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Krön på isälvsavlagring
Ridge-shaped glaciofluvial deposit
-  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
-  Berg
Bedrock

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

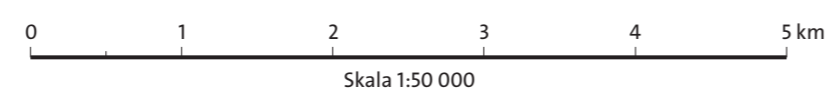
Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.

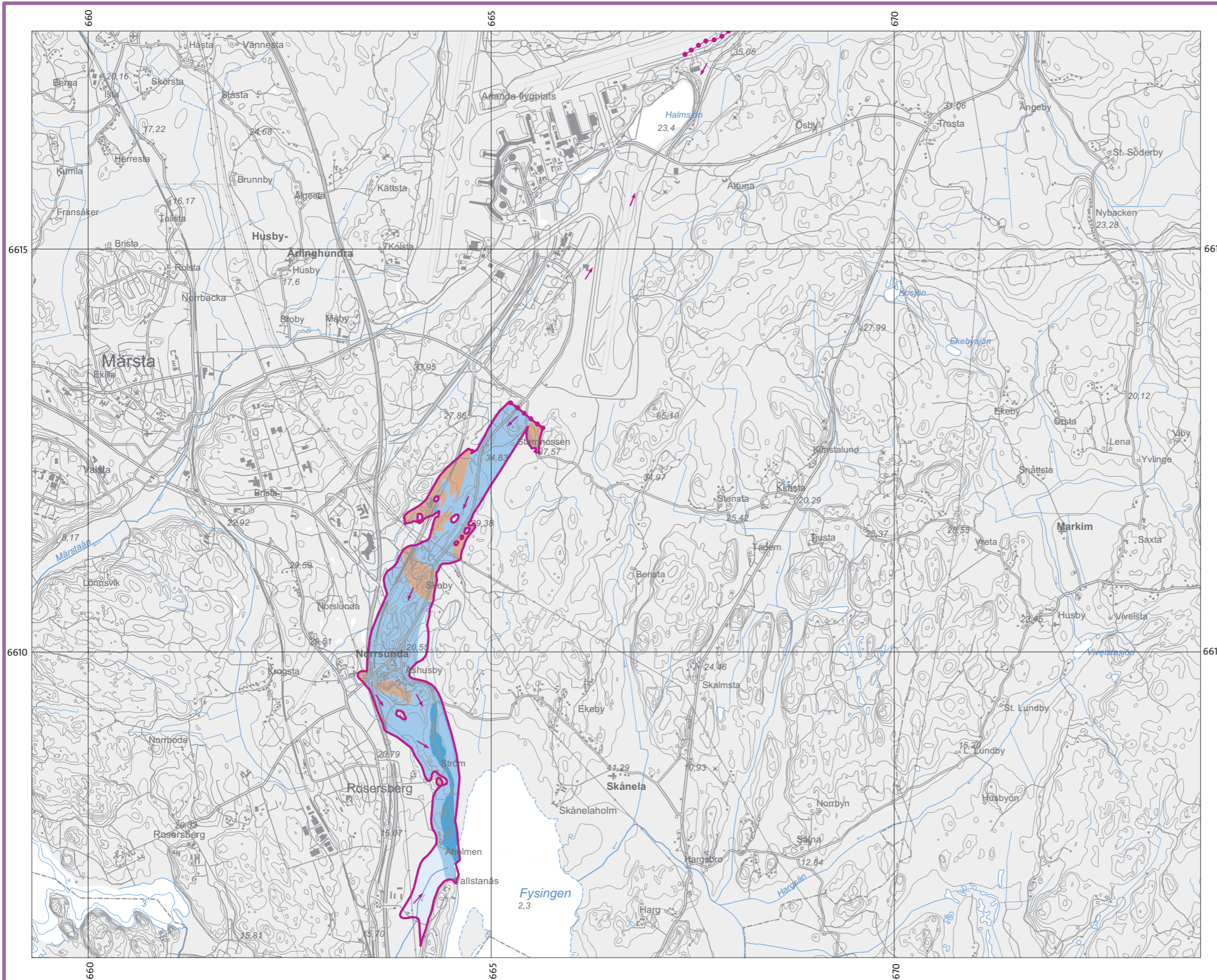
Referens till kartan: Söderholm, H., 2017: Grundvattenmagasinet Stockholmsåsen, Norrsunda, bilaga 2. Grundvattenmagasin, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 569.
Reference to the map: Söderholm, H., 2017: Groundwater reservoir Stockholmsåsen, Norrsunda, bilaga 2. Groundwater reservoir, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 569.








ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-386-1

© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2017
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna kartan. 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
-  Fast grundvattendelare
Fixed groundwater divide in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet <1 l/s
Estimated exploitation potential in the order of <1 l/s
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 1–5 l/s
Estimated exploitation potential in the order of 1–5 l/s
-  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

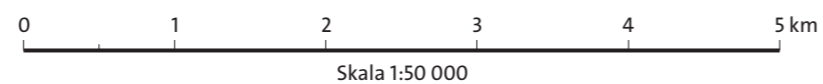
Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.

Referens till kartan: Söderholm, H., 2017: Grundvattenmagasinet Stockholmsåsen, Norrsunda, bilaga 3.
Bedömda uttagsmöjligheter, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 569.
Reference to the map: Söderholm, H., 2017: Groundwater reservoir Stockholmsåsen, Norrsunda, bilaga 3.
Estimated exploitation potential, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 569.

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-386-1

© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2017
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna kartan.
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



BILAGA 4

Exempel på lagerföljder inom Stockholmsåsen, Norrsunda

04138

Databas-id: RSG2005011711

Typ: Sondering

X = 6 607 029, Y = 618 535

0–1 m lera
1–6,4 m stenig, grusig sand
6,4 m block eller berg

04139

Databas-id: RSG2005011712

Typ: Sondering

X = 6 606 957, Y = 1 618 633

0–12,6 m lera
12,6–13,2 m växlande lera–sand
13,2 m block eller berg

04140

Databas-id: RSG2005011713

Typ: Sondering

X = 6 606 917, Y = 1 618 733

0–9,8 m lera
9,8–17 m stenig, grusig sand
17 m sannolikt berg

04141

Databas-id: RSG2005011714

Typ: Sondering

X = 6 608 694, Y = 1 618 829

0–4,7 m lera
4,7–4,9 m morän
4,9 m block eller berg

04142

Databas-id: RSG2005011715

Typ: Sondering

X = 6 608 680, Y = 1 618 730

0–5,9 m lera
5,9–6,1 m grusig sand
6,1–7,5 m lera
7,5–11,8 m växlande lera–sand
11,8–12,8 m morän
12,8 m sannolikt berg

04143

Databas-id: RSG2005011716

Typ: Sondering

X = 6 609 241, Y = 1 619 282

0–26,5 m lera
26,5 m sannolikt berg

Observationsrör R 05047

Databas-id: RSG2005111506

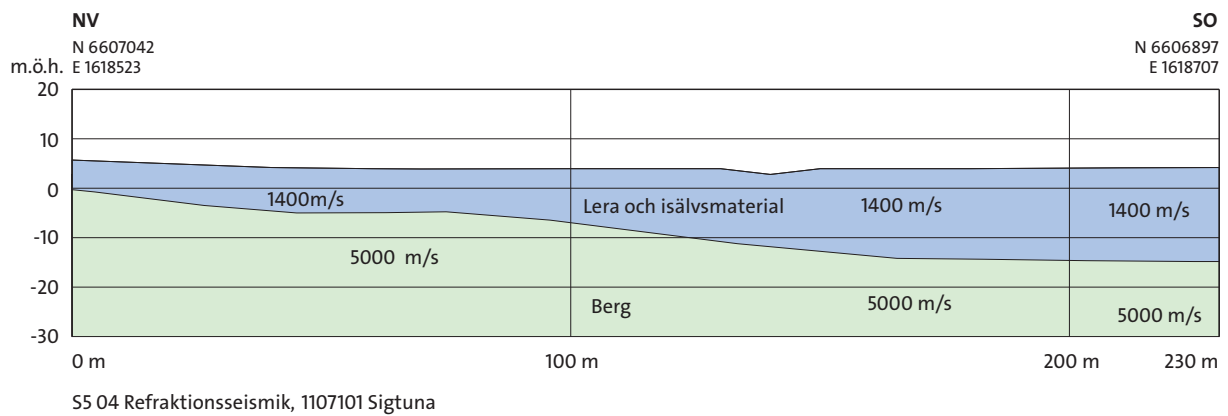
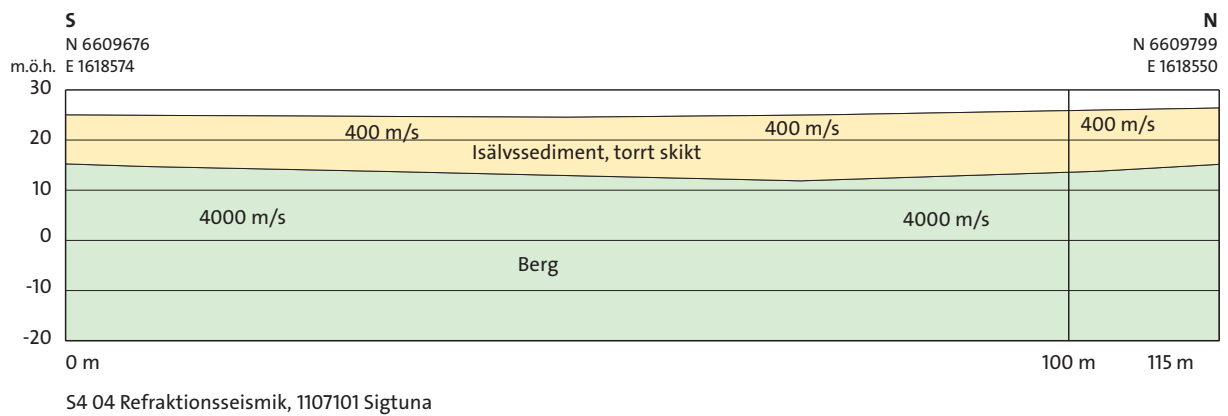
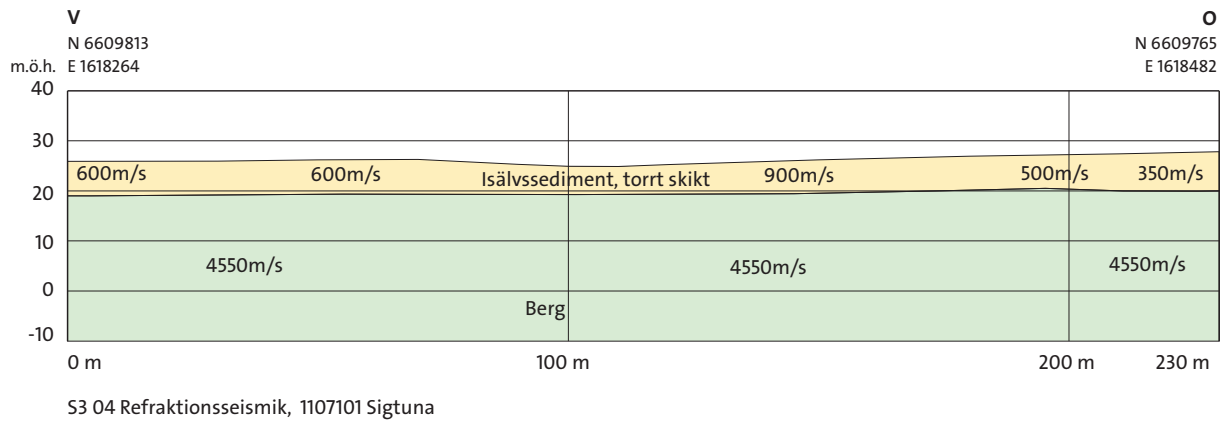
Typ: Spets

X = 6 608 898, Y = 1 618 855

0–6 m stenig, grusig sand
6 m sannolikt berg

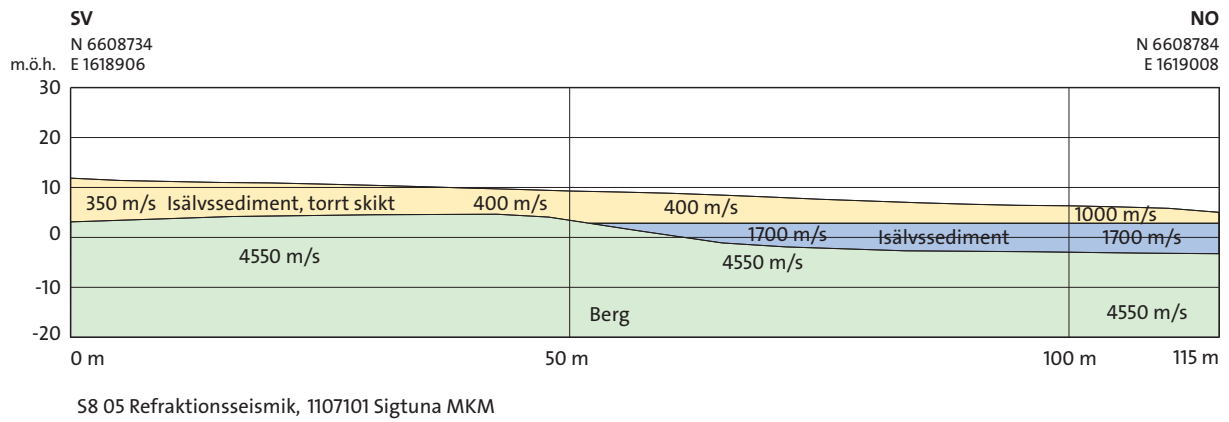
BILAGA 5

Seismiska refraktionsmätningar



BILAGA 5 FORTS.

Seismiska refraktionsmätningar



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 magasinet 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	Primärt tillrinningsområde till ett grundvattenmagasin är den del eller de delar av tillrinningsområdet där grundvattenmagasinet går i dagen och där hela eller den helt dominerande delen av den effektiva nederbörden tillförs grundvattenmagasinet.
Sekundärt tillrinningsområde	Sekundärt tillrinningsområde till ett grundvattenmagasin är de delar av tillrinningsområdet där grundvattenmagasinet inte går i dagen och varifrån hela eller den helt dominerande delen av den effektiva nederbörden bedöms tillföras magasinet.
Tertiärt tillrinningsområde	Del eller de delar av tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin varifrån endast en 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).