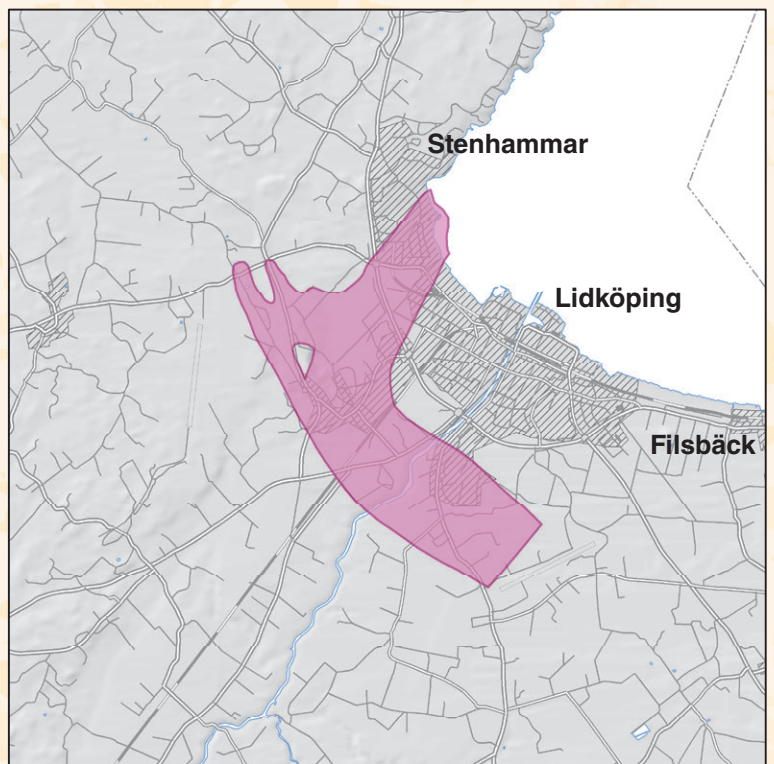


Grundvattenmagasinet Råda ås

Torbjörn Persson



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-290-1

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, 2015
Layout: Kerstin Finn, SGU

INNEHÅLL

Grundvattenmagasinet Råda ås	4
Sammanfattning	4
Bakgrund	4
Bedömningsgrunder	4
Tidigare undersökningar	4
Kompletterande undersökningar	5
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologiska förhållanden	7
Råda ås	7
Anslutande ytvattensystem	8
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	8
Uttagsmöjlighet och nyttjande	8
Alternativ 1: Ökad grundvattenbildning i befintliga uttagsbrunnar	9
Alternativ 2: Grundvattenuttag med alternativ placering av uttagsbrunnar	9
Grundvattnets kvalitet	9
Referenser	10
Förteckning över utredningar	11

Bilaga 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet

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

GRUNDVATTENMAGASINET RÅDA ÅS

Författare: Torbjörn Persson
Kommun: Lidköping
Län: Västra Götalands län
Vattendistrikt: Västerhavet
Databas-id: 250500006
Rapportdatum: 2013-11-30

Sammanfattning

Grundvattenmagasinet Råda ås är beläget i en randlinjeavsättning som tillhör den s.k. Mellansvenska randlinjemoränen. Grundvattenmagasinet Råda ås ligger i ett avsnitt av denna bildning beläget i Lidköpings kommun. Under 2011 genomförde SGU hydrogeologiska fältundersökningar i området i och omkring Råda grustäkt samt österut i riktning mot Vinninga.

Jordartssammansättningen skiftar från grovt grus till lera. Avlagringen består till delar också av morän. Jordlagerföljden kan ställvis vara mycket komplicerad. I området mellan Råda och Vinninga täcks grundvattenmagasinet helt av lera. Avlagringen är mäktigast vid Råda by där sand och grus går i dagen medan den övriga delen täcks av den omgivande lerslätten. De bästa förutsättningarna för grundvattenuttag koncentrerar sig företrädesvis till Råda by.

Allra längst i väster är magasinet mycket grunt. Det beror på den förkastningslinje som sträcker sig ungefär i sydsydvästlig riktning nära Råda kyrka. Magasinets del öster om Lidan ligger under mäktiga jordlager av lera och silt. Sand och grus förekommer här i relativt begränsad omfattning under lera. Magasinets utbredning öster om Lidan är svår att avgränsa i detalj. Grundvattenmagasinet bedöms stå i hydraulisk kontakt med randlinjebildningens fortsättning österut i riktning mot Vinninga.

Uttagkapaciteten bedöms begränsa sig till 5–25 l/s. Bedömningen baseras på en begränsad naturlig grundvattenbildning och på omgivande sättningsskänsliga lerområden. Med en konstgjord grundvattenbildning och kompletterande uttagspunkter i området bedömer SGU att uttagsmöjligheten uppgår till i storleksordningen mer än 100 l/s. För detaljerad kunskap om uttagsmöjligheterna i själva grustäktområdet krävs fördjupade undersökningar.

Bakgrund

Det arbete som redovisas i denna rapport ingår som en del av SGUs anslagsfinansierade kartläggning av grundvattentillgångar inom ett antal kommuner i tätbefolkade områden. Syftet är i första hand att skapa planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattenförekomster. Arbetet har genomförts inom ramen för projektet Grundvattenkartering Västerhavet 83014. För kompletterande information om arbetsmetoder, digitala data och beskrivning hänvisas till SGUs kundtjänst.

Bedömningsgrunder

Tidigare undersökningar

I samband med SGUs kartering har befintlig geologisk och hydrogeologisk information sammanställts och utvärderats. Informationen har t.ex. bestått av kartor, utredningar och uppgifter ur SGUs databaser. Därutöver har data inhämtats från SGUs brunnsarkiv och källarkiv. Ett urval kompletterande hydrogeologiska data från tidigare utredningar som gjorts i området och som SGU tagit del av kommer att lagras i SGUs databaser. Denna beskrivning inkluderar också underhandsinformation om preliminära undersökningsresultat från Artesia Grundvattenkonsult ABs undersökningar vid Råda grustäkt som genomfördes efter SGUs karteringsinsatser 2011. Dessa resultat har senare sammanfattats i Johansson & Rosen (2012).

Kompletterande undersökningar

Karteringen har också innefattat kompletterande fältundersökningar. Dessa har bestått i:

- Seismisk refraktionsmätning. Denna har gett upplysning om djupet till berg samt viss information om grundvattenytans läge och jordlagrens egenskaper. Se bilaga 1.
- Resistivitetsundersökning, undersökning med slingram samt georadar. Resistivitetsundersökningarna har genomförts för att identifiera lerlager i jordlagerföljden. Lägena för resistivitetsundersökningarna framgår av bilaga 1.
- Inventering av ett urval grundvattenrör och befintliga brunnar i området med dokumentation av grundvattennivåer. Ett urval av dessa framgår av bilaga 1.
- Jord–bergsondering av konventionell typ. Vid ett urval av dessa platser sattes grundvattenrör med en diameter av 50 eller 25 mm för bestämning av grundvattennivå och för bedömning av jordens genomsläpplighet. Se bilaga 1.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGUs databas för grundvattenparametrar. Den hydrogeologiska databasen över grundvattenmagasinet har upprättats med den insamlade informationen och med SGUs jordarts- och berggrundsgeologiska kartor som grund (Johansson m. fl. 1943, Wik m.fl. 2002). Därutöver har data från SGUs jordartskartering i området kontinuerligt inhämtats från Mats Engdahl (pers. komm. 2011). Ett urval av uppgifterna i databasen redovisas i denna rapport. Övriga uppgifter kan erhållas genom SGUs kundtjänst.

Terränkläge och geologisk översikt

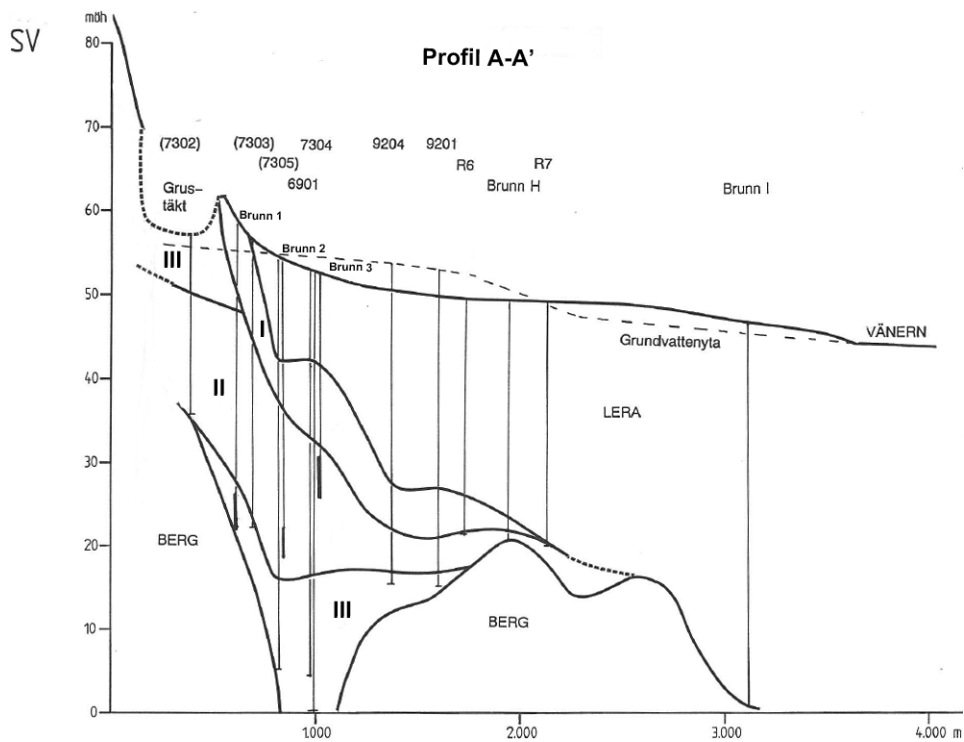
Råda ås utgör en del av den Mellansvenska ändmoränen. Grundvattenmagasinet utgörs till stora delar av friktionsjord täckt av mäktiga lager lera. Sand och grusavlagringarna kring byn Råda höjer sig däremot upp ur omgivande lerområden.

Avsnittet vid Råda by karaktäriseras av sand, grus, morän och lera. Höjdryggen når drygt 100 m ö.h. och är belägen i sydostlig–nordvästlig riktning. Avlagringen ligger över den förkastningslinje som sträcker sig i sydsydväst–nordnordostlig riktning. Avlagringen vid Råda by består i huvudsak av isälvs sediment. I den västra delen av täktområdet ligger berget ytligt och jorddjupen är högst begränsade. I täktens centrala och östra del är jorddjupet betydande, med en upp till flera tiotals meter mäktig omättad zon och en ca 50 m vattenmättad del, bestående av sand och grus men också med inslag av silt och lera. Den del av magasinet som fortsätter mot ostsydost under lera utgör en fortsättning på den Mellansvenska ändmoränen. Sannolikt består friktionsjorden växelvis av sand och grus men också av moränartad jord.

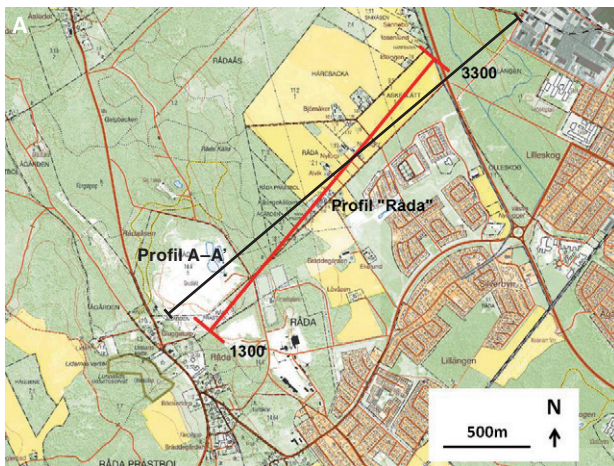
Avsättningen vid Råda grustäkt kan på djupet delas in i flera zoner. I de centrala delarna av grustäktens verksamhetsområde finns en obruten del som medgett studier av också den övre delen och den orörda avsättningen där. Zonbenämningen utgår från Anderberg (1991), profil A-A' (fig. 1 och 2).

Ytligt belägen och glacialtektoniserad zon (Lager I, jfr zonbenämning i Anderberg 1991)

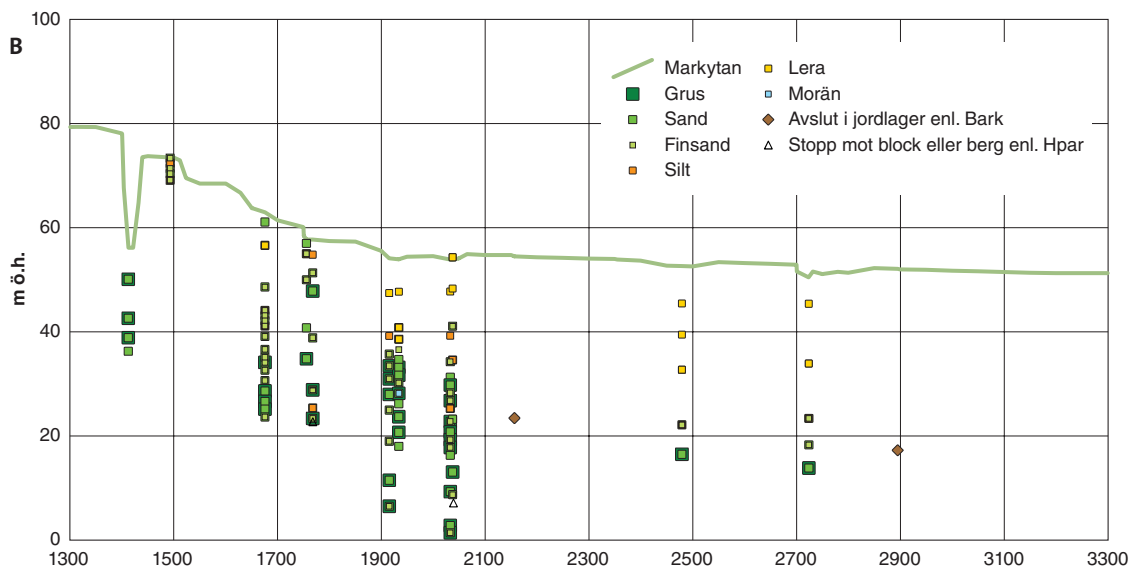
På ett fåtal meters djup under den naturliga markytan finner man inslag av finmaterial bestående av silt och lera under svallgrus och inslag av morän. För detaljerade studier av den övre lagerföljden hänvisas till Johansson m.fl. (1943). Högt i lagerföljden märker man också en tydligt glacialtektoniserad zon med en mycket komplicerad och störd lagerstruktur. De inslag av ytligt förekommande silt och leror bedöms ställvis gå på djupet i form av ”lerkörtlar”, vilket iakttogs i samband med grusbrytningen (muntl. kommunikation, Göran Karlsson, Rådasand AB 2011).



Figur 1. Principiell bild av lagerföljd och de hydrogeologiska förhållandena. Modifierad efter Anderberg (1991). Läget för profil A-A' framgår av figur 2.



Figur 2. A. Översikt av profilägena för profilerna Råda och A-A'. B. Observationer av jordlagerföljder utmed profilen Råda.



Omättad och mättad zon under glacialtektoniserad zon till ca 20–25 m under grundvattenytan (Lager III, jfr zonbenämning i Anderberg 1991)

Därefter följer en i allmänhet flera tiotals meter mäktig och mer homogen avsättning av sand och grus. I denna avsättning ligger grundvattennivån på ca 56 m ö.h. (RH2000, oktober 2011) i de centrala delarna av täktområdet. Väl genomsläpplig sand eller grus finns till ca 20–25 m under grundvattenytan. Finmaterial har påträffats men bedöms vara av lokal och begränsad karaktär.

Mättad zon med finsand, silt och lerinslag (Lager II, jfr zonbenämning i Anderberg 1991)

Jord bestående av finsand eller silt påträffas ca 20–25 m under grundvattennivån. Förekomst av lera har också konstaterats. Provpumpningen av Lidköpings vattentäkt år 1992 visar dock på en inte heltäckande förekomst av lera. SGU drar denna slutsats utifrån avsänkningen i grustäktområdets lager III (VBB Viak 1994, 1997) samt Artesia Grundvattenkonsult ABs infiltrationsförsök år 2012 (Johansson & Rosen 2012).

Djupare liggande sand och grus (Lager III, jfr zonbenämning i Anderberg 1991)

Den djupare delen av avsättningen består av väl genomsläpplig sand och grus. I denna del finns filterdelen på Lidköpings kommuns vattentäkt (Anderberg 1991). SGUs borrhningar år 2011 nådde inte dessa djup. Ett magasin djup på ca 50 m indikeras dock genom SGUs refraktionsseismiska undersökningar. Läget för refraktionsseismikprofilen s101 är markerad i bilaga 1.

Hydrogeologiska förhållanden

Råda ås

Tidigare undersökningar visar på att man långvarigt kan ta ut i storleksordningen 1000 m³ per dygn, vilket innebär ca 11,6 l/s (Sweco 2005), vid Lidköpings kommuns vattentäkt. Detta kan man göra utan att få problem med sättningar i överliggande leror.

Ett ökat uttag skulle behöva kompenseras genom konstgjord infiltration i den uppströms liggande Råda ås. På grund av de frekvent och ytligt förekommande ler- och siltinslagen har det varit svårt att lokalisera lämpliga alternativ till det som flitigt diskuterats: att infiltrera i själva grustäktområdet där de ytligare lagren av finmaterial har schaktats bort.

De undersökningar som gjordes i täktområdet av SGU år 2011 och av Johansson & Rosen (2012) visar på att finmaterial kan förekomma djupare ner i lagerföljden, ovanför grundvattennivån, men att detta inte är ytmässigt heltäckande. Således bör det finnas förutsättningar för infiltration i tåkten som kan komma vattentåkten tillgodo. I vilken omfattning detta kan ske kan bestämmas först efter utvärdering av infiltrationsförsök i olika delar av täktområdet.

Undersökningarna visar vidare på att den sand- och grusförekomst, som ovan grundvattennivån är föremål för grusexploateringsintresse, fortsätter ner till ca 15–25 m djup under grundvattennivån. Denna avsättning, som ovan benämns Lager III, är i vissa områden belägen på djupare nivå än vad som redovisats i Anderberg (1991). SGUs borrhningar konstaterar vid R11056 (bilaga 1) att det under 12 m mellansand och mellansand–finsand finns en 10–15 m mäktig förekomst av mycket väl genomsläpplig sand och grus med en omedelbar klarning vid pumpning. Därunder finns finare fraktioner, jfr Lager II ovan. Själva grustäktområdet har således också en stor potential som alternativ uttagsplats för grundvatten.

I denna del av tåkten är dock grundvattnet väsentligt mer sårbart eftersom pågående grustäktverksamhet i sina djupaste delar når ner till ca 1 m över grundvattennivån. Uttagmöjligheten begränsas i täktområdet till den grundvattenbildning som man kan räkna med i området för grustagets utbredning. Större uttag i täktområdet skulle således också här behöva kompenseras med konstgjord infiltration i en eller flera av de delar där den omättade zonen kan anses tillräcklig. SGU bedömer vidare att de centrala östra delarna av gruståkten (i anslutning till R11056 och Rb 6905) är mer genomsläppliga än i täktområdet vid R11054, se bilaga 1.

De borrningar som gjorts i magasinets slutna del norr om Lidköpings kommuns vattentäkt tyder på att mängden av väl vattengenomsläpplig friktionsjord avtar mot norr. Här överlagras magasinet av stora mäktigheter lera och i stora delar råder artesiska förhållanden i denna del av magasinet. Öster om Råda by fortsätter randbildningen under tätande leror. Här tyder ett fåtal borrningar på förekomst av måttligt genomsläpplig sand, grus och sannolikt också delvis moränartad jord.

Anslutande ytvattensystem

Inga anslutande ytvattensystem förekommer, förutom de källflöden som avvattnar åsen. Lidan respektive Väneren bedöms inte stå i hydraulisk kontakt med magasinet. Därför bedöms det inte finnas förutsättningar för inducerad infiltration till Råda grundvattenmagasin. Källorna i anslutning till åsen utgörs av Kåringekällorna och Råda källa som ligger norr om åsen samt Offerkällan och Urbans källa (Anderberg 1991) med flera mer diffusa utströmningsområden söder om åsen. Källflödena bedömdes inte ha ökat i någon väsentlig grad i samband med de höga grundvatten nivåerna hösten 2011. Källvattnets ursprung bör kunna spåras genom en studie av skillnader i vattenkvalitet mellan grundvattnet i formationens övre respektive undre del där Lidköpings kommun tar sitt vatten. En sådan jämförelse är dock inte gjord inom ramen för detta projekt. Se vidare avsnittet Grundvattnets kvalitet.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Den naturliga grundvattenbildningen begränsas av de överliggande leror som ansluter till Råda ås. SGU bedömer att den absoluta merparten av den naturliga tillrinningen sker inom Råda ås. Det finns dock ett okänt bidrag vatten via spricksystem i urberget som är kopplade till förkastningszonen som sträcker sig under Råda ås och nära Lidköpings vattentäkt. Vanligt förekommande, ytligt belägna lager av finmaterial i den obrutna delen av Råda ås minskar den potentiella grundvattenbildningen.

Råda ås grustäkt ligger inom tillrinningsområdet för Lidköpings vattentäkt. SGU bedömer att den grundvattenbildning som sker i Råda ås grustäkt är av stor betydelse för Lidköpings vattentäkt. Den effektiva nederbörden i grovkorniga jordarter uppgår till ca 287 mm (tabell 1, Rodhe m.fl. 2006) i tillrinningsområdet. Enligt Sweco (2005) torde den naturliga grundvattenbildningen som bör kunna tillgodogöras vid Lidköpings kommunala vattentäkt uppgå till 8 l/s.

Uttagsmöjlighet och nyttjande

Lidköpings kommuns uttagsbrunnar har en uttagkapacitet som överstiger de volymer som i dag kan utnyttjas långvarigt. En anpassning av uttaget sker för att förhindra sättningsskador i bostadsområden

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd* (mm/år, l/s per km ²)	Naturlig grundvattenbildning (l/s)**
Primärt tillrinningsområde	4,5	287, 9,1	40,9 (11)
Sekundärt tillrinningsområde	0,2	287, 9,1	1,8
Tertiärt tillrinningsområde	Ej beräknat	-	-
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet (baserat på naturlig grundvattenbildning)	5–25 l/s		

* 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.

** De angivna värdena för den naturliga grundvattenbildningen bygger på bedömningen att hela den effektiva nederbörden tillgodogörs som grundvatten inom de primära och sekundära tillrinningsområdena. P.g.a. att det primära tillrinningsområdet innehåller skikt av finmaterial med svårbedömd utbredning samt variationer i den hydrauliska kommunikationen mellan magasinets olika delar bedömer SGU att den för grundvattenutvinning vid Råda grundvattentäkt tillgängliga grundvattenbildningen vara reducerad. Det för grundvattentäkten vid Råda källor tillgängliga grundvattnet uppskattas till ca 11 l/s (Sweco 2005).

byggda på leror i Lidköpings sydvästra delar. Den hållbara uttagskapaciteten, med hänsyn tagen till detta förhållande och utvärderingen av provpumpningen år 1992, uppgår till ca 11 l/s (Sweco 2005). SGU bedömer att ett ökat uttag från Råda ås grundvattenmagasin skulle kunna åstadkommas på två sätt: 1) genom konstgjord grundvattenbildning i de befintliga uttagsbrunnarna eller 2) med en alternativ placering av uttagsbrunnar och med en filterdel placerad på ca 15–25 m djup under grundvattenytan i den befintliga grustäkten.

Alternativ 1: Ökad grundvattenbildning i befintliga uttagsbrunnar

En lösning som en längre tid diskuterats är att öka uttaget vid Lidköpings kommuns nuvarande uttagsbrunnar genom konstgjord grundvattenbildning. Med utgångspunkt från provpumpningen 1992 (VBB Viak 1994, 1997) och de data som framkommit i samband med grundvattenundersökningar utförda under 2011 av SGU och Johansson & Rosen (2012), bedömer vi att konstgjord grundvattenbildning är möjlig för att skapa bättre förutsättningar för att ta ut en större volym grundvatten vid Lidköpings vattentäkt. Detta resonemang stöds bl.a. av den avsänkning som kunde konstateras i grustäktens centrala östra delar (Rb 6905) i samband med provpumpningen 1992 (VBB Viak 1994, 1997). Avsänkningen visar att det finns en hydraulisk kommunikation mellan grundvattnet i detta område och uttagsbrunnen vid Lidköpings vattentäkt.

Undersökningarna har visat att finmaterial ställvis förekommer strax ovanför grundvattennivån i grustäkten. Dock uppvisar en majoritet av borrhningar och provgrovsgrävningar på en genomsläpplig sand, vilket talar för möjligheten att lyckas med en konstgjord grundvattenbildning. SGU bedömer att förutsättningarna för infiltration är bättre längs med resistivitetsprofil 2 än längs profil 1 (se bilaga 1) utifrån tolkningen av de geofysiska undersökningarna (georadar och resistivitet).

Det finmaterial (finsand, silt, lera) som finns på större djup gör det svårt att uppskatta vilka volymer en konstgjord grundvattenbildning skulle kunna tillföra de befintliga uttagsbrunnarna. För en sådan uppskattning krävs infiltrationsförsök i olika delar av grustäkten. Områdena i den centrala östra delen, i närheten eller söder om 6905 eller R11056, bedöms som mest lämpade för eventuella infiltrationsförsök. Det som talar emot delar av området är en den mycket begränsade mäktigheten av den omättade zonen. Ett infiltrationsförsök utfört år 2011 (Johansson & Rosen 2012) visade på att det finns en hydraulisk kommunikation mot nuvarande uttagsbrunnar. För övriga delar av täkten krävs ytterligare undersökningar för att kunna fastställa de hydrauliska förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning i övriga delar av grustäkten.

Alternativ 2: Grundvattenuttag med alternativ placering av uttagsbrunnar

I samband med geofysiska undersökningar och efterföljande borrhning identifierade SGU ett mycket mäktigt grundvattenmagasin i de centrala delarna av Rådaåsens grustäkt. I de övre delarna identifierades ett ca 10–15 m mäktigt lager av mycket genomsläpplig sand och grus och som gav en omedelbar klarning vilket innebär att inslaget av finkornig jord är mycket litet. Uttagsmöjligheterna i denna del av grundvattenmagasinet är också här i första hand begränsade av den naturliga grundvattenbildningen och uppehållstiden för det infiltrerade vattnet. En konstgjord grundvattenbildning är inte lämplig i de delar av täkten där den omättade zonen i samband med riklig nederbörd endast uppgår till 1–2 m eller lokalt är ännu grundare. I ett förändrat klimat som medför en större grundvattenbildning skulle den omättade zonen mäktighet kunna minska ytterligare.

Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning är däremot stora i omgivande terräng. Företrädesvis gäller detta i delar av den östra och sydvästra delen av grustäkten där ytligt liggande finmaterial banats av. Goda förutsättningar finns möjligen också i den till opåverkad marknivå obrutna klack som finns i den centrala delen av täkten. SGU bedömer att uttagskapaciteten från Råda ås grundvattenmagasin

sammantaget skulle kunna uppgå till mer än 100 l/s. För mer detaljerad kunskap om uttagsmöjligheterna i själva grustäktsområdet krävs ytterligare detaljundersökningar i hela grustäktsområdet.

Grundvattnets kvalitet

Vattenkvaliteten bedöms totalt sett vara mycket god. Vattenanalyser från det mer djupliggande grundvattnet från uttagsbrunnarna I, II och III visar att vattnet är medelhårt och neutralt med låga järn- och manganhalter (VBB Viak 1994).

Det djupare grundvattnet skiljer sig från det mer ytligt liggande grundvattnet. Det djupare grundvattnet är ett äldre och mer saltrikt grundvatten där kloridhalten är relativt hög, så också alkaliniteten (Anderberg 1991). Lidköpings kommuns grundvattentäkter tar sitt vatten från den djupare magasinssdelen med brunnsbenämningarna I, II och III.

SGUs grundvattenrör R 11056 är satt i grustäktens centrala östra delar i den ytligare magasinssdelen. Röret pumpades i en första omgång med ca 300 l i samband med borrningen och omkring två veckor senare pumpades röret med ca 200 l för att sedan provtas. Pumpningen utfördes med en s.k. amazonpump försedd med PEH-slang. Vattenprov togs också från Lidköpings kommuns råvatten vid den utbyggda ”Käringekällan Brunn II” (Lidköpings vattentäkt) som är belägen ca 700 m från närmaste grustäktskant och med filtret ca 10 m djupare än R11056.

Det djupt belägna grundvattnet vid Käringekällan har en god kvalitet. En relativt hög kloridhalt, 75,8 mg/l, noterades vid SGUs provtagning av grundvattnet vid Käringekällan. Det mer ytligt liggande grundvattnet som provtagits på ca 18 m djup under grundvattenytan i rör R11056 i Råda sands grustäkt är av något annorlunda kvalitet. Det har lägre halter av bl.a. kalcium, natrium och kalium och skillnaden i natriumhalt är särskilt påtaglig. Kloridhalten och alkaliniteten är lägre jämfört med det djupare liggande grundvattnet. Det ytligare grundvattnet innehåller däremot något mer järn. Även nitrathalten är något förhöjd vilket kan tyda på mänsklig påverkan. Det ytliga grundvattnet kan karaktäriseras som ett yngre grundvatten jämfört med det grundvatten som hämtas upp på större djup vid Käringekällorna.

Referenser

- Anderberg, J., 1991: Sammanställning och modellering av de hydrogeologiska förhållandena vid Lidköpings vattentäkt öster om Rådaåsen, Lidköping, Skaraborgs län. *Chalmers tekniska högskola, Göteborgs universitet, Publ B357*, 41 s.
- Johansson, P.-O. & Rosen, L., 2012: *PM: Sand och grustäkt Rådasand, Möjligheter till konstgjord grundvattenbildning inom täktområdet och samordning mellan sand- och grustäktsintresset och vattentäktsintresset*. Artesia Grundvattenkonsult AB, 23 s.
- Johansson, S., Sundius, N. & Westergård, A.H., 1943: Beskrivning till kartbladet Lidköping. *Sveriges geologiska undersökning Aa 182*, 197 s.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjordar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. *Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Report Series A No. 66*, 20 s.
- Sweco, 2005: Rådaåsen, Möjligheter för förstärkt grundvattenbildning genom konstgjord infiltration, 10 s.
- VBB Viak, 1994: Lidköpings kommun, Råda källor grundvattentäkt, 17 s.
- VBB Viak, 1997: Lidköpings kommun, Råda källor, Tidigare grundvattennivåer, 12 s.
- Wik, N.-G., Lundqvist, I., Sivhed, U., Sundberg, A. & Wikström, A., 2002: Malmer, industriella mineral och bergarter i Västra Götalands län, inklusive kommunerna Habo och Mullsjö. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 108*, 231 s.

Förteckning över utredningar

- Ramböll, 2009: Grustäkt i relation till grundvattenutvinning, Råda ås, Lidköpings kommun. 2009-03-24.
- Sweco Environment, 2008: Yttrande angående intressekonflikt mellan materialtäkt och grundvattenuttag på Råda ås. PM, Råda ås. 2008-05-15.
- Sweco Environment, 2008: Yttrande. PM, Grustäkt Råda Sand. 2008-12-05.
- Sweco Viak AB, 2008: Rådasands brytgräns på Råda ås. PM, Råda ås. 2008-02-14.
- Swerock AB, 2012: Ansökan om tillstånd för fortsatt sand- och grustäkt på fastigheterna Råda 14:4, Råda Prästbol 1:7 och Råda 18:1 i Lidköpings kommun, 99 s.
- VBB, 1931: Lidköpings vattenledning, Beskrivning över brunnar och observationsrör. 1931-10-31.
- VBB Viak, 2000: Råda III, Uppföljning av grundvattennivåer i övre magasinet, Lidköpings kommun. 2000-05-22.
- VBB Viak, 1994: Råda källor, Grundvattentäkt, Teknisk beskrivning. 1994-02-22.

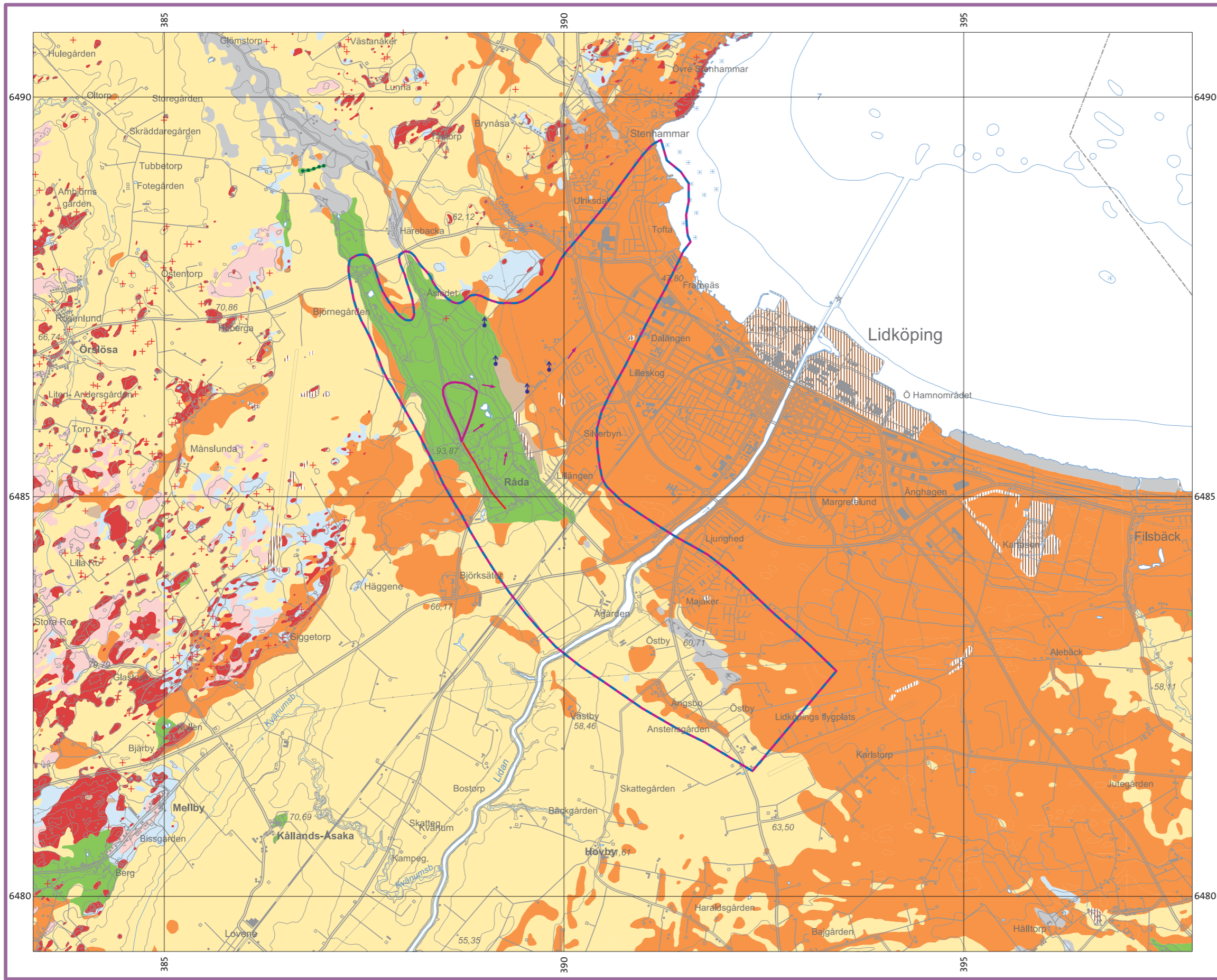
BILAGA 1

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

0 500 1000 m



- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- Källa
Spring
- Ospecificerad grundvattendelare
Unspecified groundwater divide in Quaternary deposits
- Grundvattenmagasinets avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
- Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area
- Krön på isälvsvavlagring
Ridge-shaped glaciofluvial deposit
- Berg
Rock
- Organisk jordart
Peat and gyttja
- Lera-silt
Clay-silt
- Postglaciala sediment, sand-grus
Postglacial deposits, sand-gravel
- Isälvssediment, 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. © Lantmateriet.

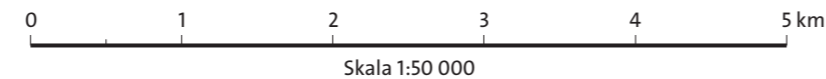
Referens till kartan: Persson, T., 2015: Grundvattenmagasinet Råda ås, Bil. 2. Grundvattenmagasin, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 492.
Reference to the map: Persson, T., 2015: Groundwater reservoir Råda ås, Bil. 2. Groundwater reservoir, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 492.

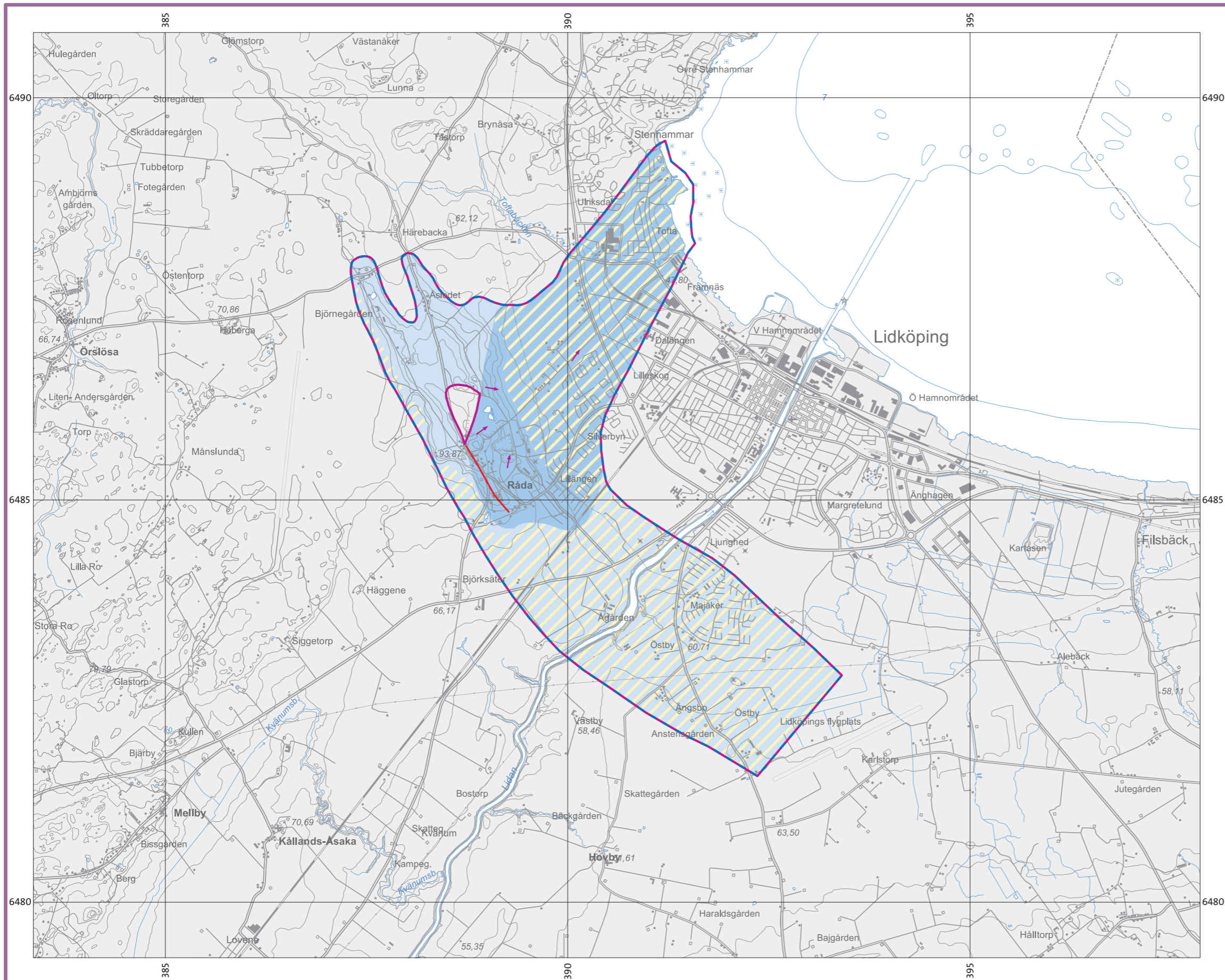
ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-290-1








© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2015
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna kart. 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
-  Ospecificerad grundvattendelare
Unspecified groundwater divide in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area
-  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
-  Tätande lager på grundvattenmagasin
Soil strata with low permeability covering aquifer

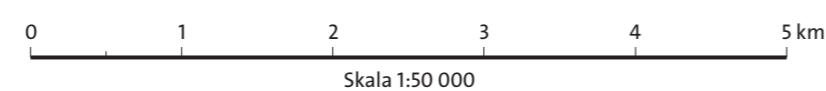
Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.

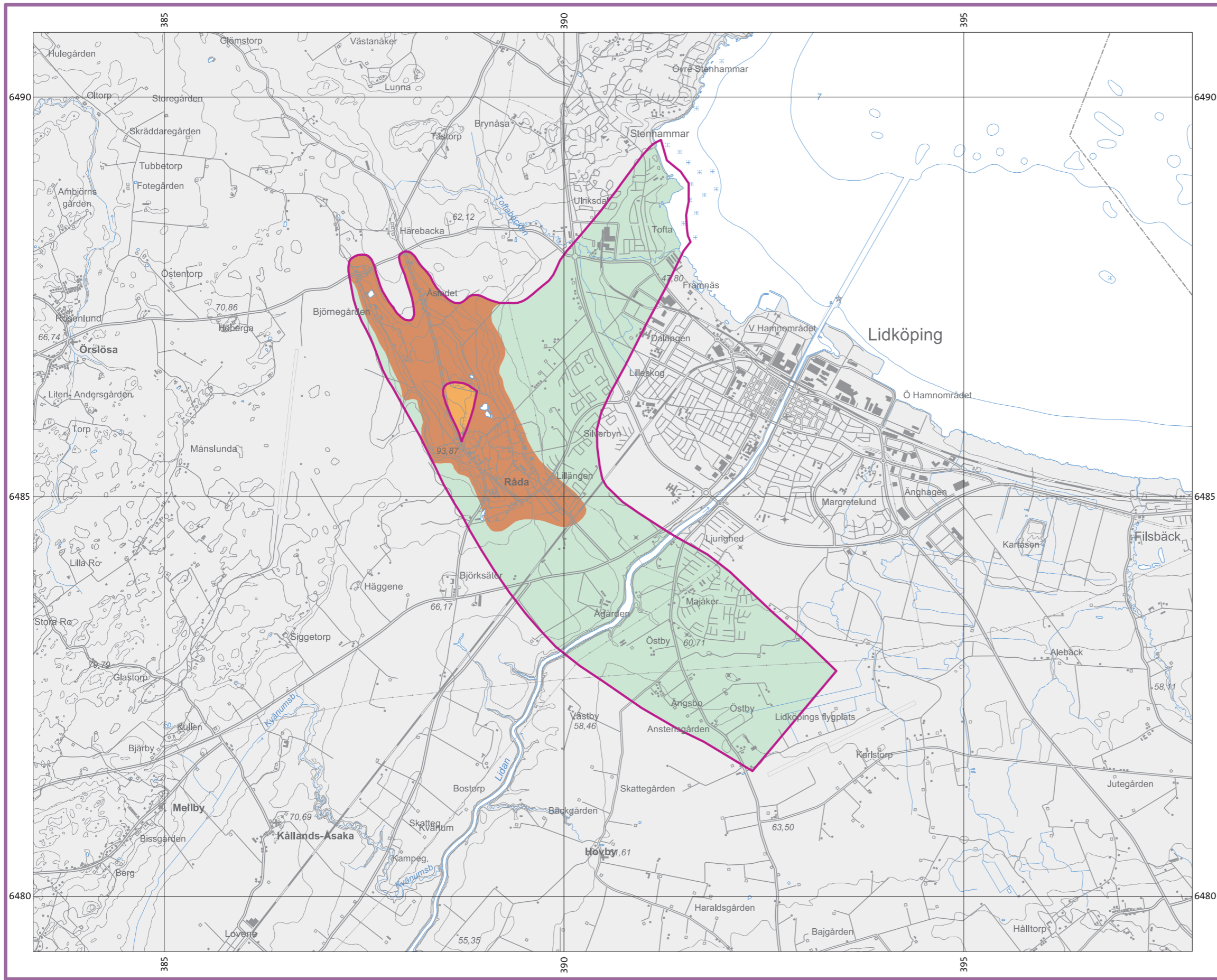
Referens till kartan: Persson, T., 2015: Grundvattenmagasinet Råda ås, Bil. 3.
Bedömda uttagsmöjligheter, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 492.
Reference to the map: Persson, T., 2015: Groundwater reservoir Råda ås, Bil. 3.
Estimated exploitation potential, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 492.





ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-290-1

© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2015
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





-  Grundvattenmagasinet avgränsning
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.

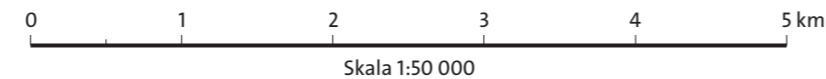
Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.

Referens till kartan: Persson, T., 2015: Grundvattenmagasinet Råda ås, Bil. 4.
Tillrinningsområden, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 492.
Reference to the map: Persson, T., 2015: Groundwater reservoir Råda ås, Bil. 4.
Catchment areas, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 492.

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-290-1

© Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2015
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 5

Exempel på lagerföljder

Beteckning: R 11052

Databas-id: RSG2011112201

Typ: spets

Koordinat: 6 486 995N, 389 029E

0–1 m stenig sand
1–6 m sandig, småstenig
6–16 m stenig, grusig sand
16–19 m sand

Avslut: block eller berg

Beteckning: R 11053

Databas-id: RSG2011112202

Typ: 1" filterspets

Koordinat: 6 485 006N, 388 896E

0–3 m växl. lera–sand
3–7,2 m lera
7,2–14,5 m växl. lera–sand
14,5–33 m sand
33–34 m småstenig sand
34–40,5 m sand

Avslut: kan fortsätta

Beteckning: R 11054

Databas-id: RSG2011112203

Typ: spets, 0–28 m under markytan

Koordinat: 6 485 914N, 689 011E

0–3,7 m fyllningssand
3,7–5,0 m silt eller sand
5,0–11,0 m sand
11,0–13,0 m mellansand
13,0–23,0 m mellansand
23,0–28,0 m växl. lera–sand
28,0–34,5 m småstenig morän

Avslut i block eller berg

Anm: lagerföljd 28,0–34,5 m

Bedömd enbart från sondborrning.

Beteckning: R 11056

Databas-id: RSG2011112205

Typ: spets, 0–19 m under markytan

Koordinat: 6 485 685N, 389 102E

0–9,0 m mellansand
9,0–12,0 m mellansand eller finsand
12,0–19,0 m mellansand eller grovsand
19,0–23,0 m stenig, grusig sand
23,0–26,7 m sand
26,7–28,0 m silt eller lera
28,0–31,0 m sand

Avslut: kan fortsätta

Anm: lagerföljd 19–31 m bedömd enbart från sondborrning.

Beteckning: R 11057

Databas-id: RSG2011112301

Typ: spets

Koordinat: 6 486 251N, 391 600E

0–2,5 m sand
2,5–4,2 m lera
4,2–4,7 m sand
4,7–5,7 m lera
5,7–6 m sand
6–7,5 m lera
7,5–9 m växl. lera–sand
9–13,8 m lera eller silt
13,8–16,5 m småstenig sand
16,5–23,6 m mellansand eller finsand

Avslut: block eller berg

Beteckning: Rb 2

Databas-id: SES2009113002

Typ: spets

Koordinat: 6 484 772N, 389 400E

0–3 m sand
3–9 m okänt
9–12 m sand
12–15 m grusblandad sand
15–18 m grus

Avslut: okänt

Beteckning: Rb 3

Databas-id: SES2009113003

Typ: spets, rörbrunn

Koordinat: 6 484 983N, 389 827E

0–3 m	morän
3–6 m	silt
6–9 m	lerblandad sand
9–12 m	finsand
12–15 m	grusblandad sand

Avslut: kan fortsätta

Beteckning: Rb 6905

Databas-id: SES2009113010

Typ: spets

Koordinat: 6 485 705N, 389 278E

0–12 m	sandigt grus
12–15 m	grusig sand
15–19,5 m	sandigt grus
19,5 m–	sand

Avslut: kan fortsätta

Beteckning: Rb 7302

Databas-id: SES2009113012

Typ: spets

Koordinat: 6 486 074N, 389 029E

0–7 m	grusig sand
7–15 m	mellansand, finsand
15–16 m	lera
16–18 m	mellansand, finsand
18–21,2 m	grusig, sandig silt

Avslut: block eller berg

Beteckning: Rb 7304

Databas-id: SES2009113014

Typ: spets, rörbrunn

Koordinat: 6 486 310N, 389 518E

0–11 m	lera
11–17 m	silt
17–21 m	finsand
21–23 m	sand
23–24 m	sandigt grus
24–26 m	finsandig mellansand
26–27 m	finsandigt grus
27–29 m	siltig sand
29–32 m	grusig, finsandig mellansand
32–33 m	sandigt grus
33–35 m	finsandigt grus
35–36 m	finsandig, grusig mellansand
36–38 m	sand
38–50 m	sandigt grus
50–51 m	grusig sand
51–52,8 m	grusig mellansand

Avslut: okänt

Beteckning: Rb 7305

Databas-id: SES2009113015

Typ: spets

Koordinat: 6 486 177N, 389 495E

0–12 m	lera
12–16,5 m	silt
16,5–19 m	mellansandig finsand
19–21 m	finsandig, grusig mellansand
21–24 m	grusig, finsandig mellansand
24–27 m	grusig sand
27–30 m	mellansandig finsand
30–39 m	finsandig mellansand
39–45 m	grusig sand
45–49 m	grusig, finsandig mellansand

Avslut: okänt

Beteckning: Rb 9205

Databas-id: SES2009113020

Typ: spets

Koordinat: 6 486 086N, 389 354E

0–2 m	sand
2–4 m	siltig sand
4–12 m	finsandig mellansand
12–22,5 m	mellansand
22,5–23,9 m	något grusig sand

Avslut: kan fortsätta

Beteckning: Snixåsen 1:11

Databas-id: Brunnsarkivet ID82400259

Typ: rörbrunn

Koordinat: 6 487 365N, 390 228E

0–3 m finsand

3–33 m silt

33–38 m sand

Avslut: kan fortsätta

Beteckning: Obsrör 51

Databas-id: Brunnsarkivet ID82490012

Typ: spets, rörbrunn

Koordinat: 6 488 945N, 391 138E

0–43,9 m sand, fin

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).
