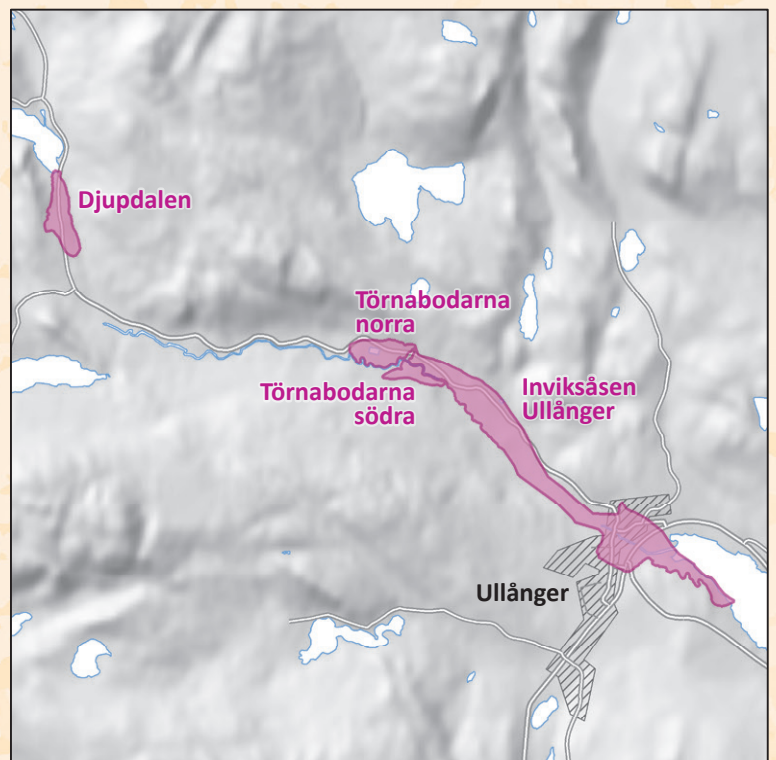


Grundvattenmagasinen Djupdalen, Törnabodarna norra, Törnabodarna södra och Inviksåsen Ullånger

Emil Vikberg Samuelsson, Sofia Andersson,
Lars Rosenqvist & Henrik Mikko



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-475-2

Författare: Emil Vikberg Samuelsson, Sofia Andersson, Lars Rosenqvist och
Henrik Mikko
Ansvarig enhetschef: Mats Wallin
Redaktör: Åsa Gierup, SGU och Jeanette Bergman Weihed, Tellurit AB
Utgivningsår: 2021

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

INNEHÅLL

Grundvattenmagasinen Djupdalen, Törnabodarna norra, Törnabodarna södra och Inviksåsen Ullånger	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	5
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	7
Anslutande ytvattensystem	9
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	10
Uttagsmöjlighet	10
Grundvattnets användning	12
Grundvattnets kvalitet	12
Naturligt förekommande ämnen	12
Mänsklig påverkan	14
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen	15
Referenser	15

Bilaga 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen

Bilaga 2

Grundvattenmagasin

Bilaga 3

Bedömda uttagsmöjligheter

Bilaga 4

Tillrinningsområden

Bilaga 5

Exempel på lagerföljder

Bilaga 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Bilaga 7

Geofysiska mätningar

Bilaga 8

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Bilaga 9

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

Bilaga 10

Redovisning av analysresultat för miljögifter

GRUNDVATTENMAGASINEN DJUPDALEN, TÖRNABODARNA NORRA, TÖRNABODARNA SÖDRA OCH INVIKSÅSEN ULLÅNGER

Författare: Emil Vikberg Samuelsson, Sofia Andersson, Lars Rosenqvist & Henrik Mikko

Kommun: Kramfors

Län: Västernorrland

Vattendistrikt: Bottenhavet

Databas-id: 250200048, 250200051, 250200052, 250200053

Grundvattenförekomster: WA69072194 (Inviksåsen, Ullånger)

Sammanfattning

De fyra grundvattenmagasinen Djupdalen, Törnabodarna norra, Törnabodarna södra och Inviksåsen Ullånger är belägna längs Inviksån, från Sör-Almsjön till Ullångerfjärden, i Kramfors kommun. Grundvattenmagasinet Djupdalen är beläget strax söder om Sör-Almsjön. Några kilometer ner i dalgången i anslutning till Inviksåsen Ullångers västra avgränsning ligger två mindre grundvattenmagasin, Törnabodarna norra och Törnabodarna södra. I detta område börjar även det större magasinet Inviksåsen Ullånger, som sträcker sig drygt fyra kilometer åt sydost längs Inviksån ner till samhället Ullånger. Grundvattenmagasinen Djupdalen och Inviksåsen Ullånger utgörs av isälvssediment medan Törnabodarna norra och Törnabodarna södra bedöms bestå av främst svallsand eller isälvssediment. Grundvattenmagasinen har identifierats och avgränsats utifrån jordartskartan, hydrogeologiska undersökningar och kompletterande fältarbete.

Uttagsmöjligheterna bedöms uppgå till 3 l/s i Djupdalen, 1 l/s i Törnabodarna norra och mindre än 0,5 l/s i Törnabodarna södra. Bäst förutsättning för grundvattenuttag inom karterat område bedöms finnas i den sydöstra delen av magasinet Inviksåsen Ullånger med en bedömd uttagsmöjlighet på ca 10 l/s.

Inledning

Det arbete som redovisas i denna rapport ingår i SGUs grundvattensatsning där grundvattenmagasin inom utpekade områden med stor risk för vattenbrist har karterats. Ett område i Höga kusten har av SGU bedömts ha en stor risk för brist på grundvatten, främst genom en liten magasineringsförmåga (t.ex. tunna jordtäcken), förhöjd sannolikhet för saltvatteninträngning och en relativt stor andel enskilda brunnar. I denna rapport beskrivs fyra grundvattenmagasin längs Inviksåns dalgång från Djupdalen i nordväst till utloppet i Ullångerfjärden vid Ullånger i sydost.

Syftet med grundvattenkartläggningen har varit att i första hand identifiera möjliga grundvattentillgångar och på så sätt skapa ett planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattenresurser. För många användningsområden, t.ex. vid upprättande av skyddszoner till vattentäkter, krävs som regel kompletterande undersökningar.

SGUs undersökningar har utförts och sammanställts under 2020 inom ramen för SGUs extrasatsning med fokus på områden med risk för brist på grundvatten (projekt-id: 83025). I arbetet medverkade även Björn Wiberg, Maria Forsgård, Emil Fagerström, Johan Söderman, Mats Thörnqvist, Charlotte Defoort och Jonas Gierup. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst. Resultat redovisas i bilagorna 1–10 i kartform eller i tabeller.

Underlag

Tidigare undersökningar

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll, har främst sammanställts genom inventering hos kommunen och från SGUs databaser (bl.a. Brunnarsarkivet och Jordlagerföljder). Inom det aktuella området finns sedan tidigare ett antal genomförda grundvattenutredningar, främst avseende den tidigare kommunala grundvattentäkten i Ullånger.

Kompletterande undersökningar

Samtliga undersökningar har gjorts inom magasinet Inviksåsen Ullånger om ingenting annat anges. SGU har genomfört följande fältundersökningar för att komplettera och få en bättre förståelse över områdenas geologi och hydrogeologi:

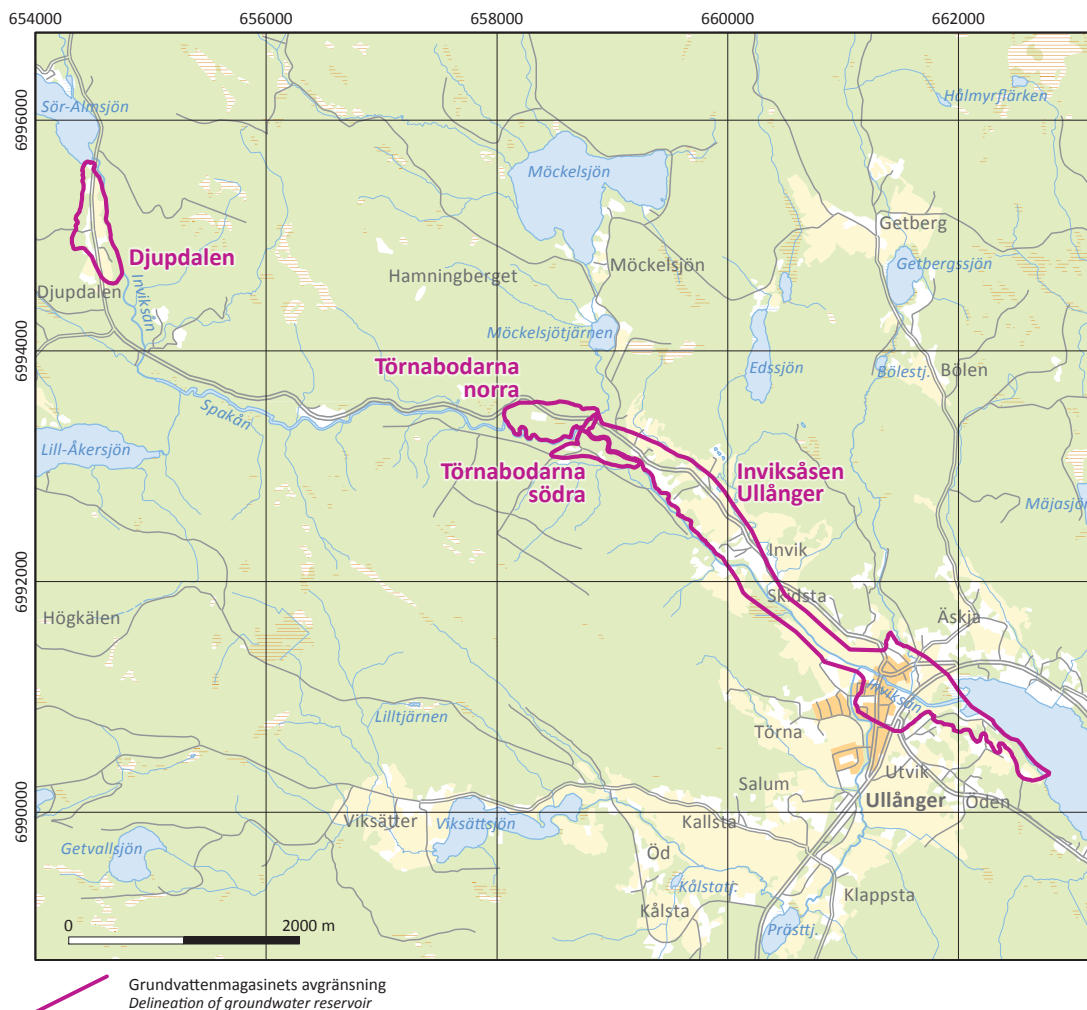
- Jordsondering av konventionell typ kompletterat med skruvborrning på fyra platser.
- Provtagning av grundvatten i tre grundvattenrör samt två källor. Ett av rören finns inom magasinet Törnabodarna norra, resterande två inom Inviksåsen Ullånger. Källorna är belägna i morän och representerar grundvattenkemin i morän i området. Provtagningen gjordes i juni 2020. Påföljande analyser av grundläggande fysikaliska och kemiska parametrar utfördes av ackrediterade laboratorier.
- Seismisk refraktionsmätning längs en profil vid Invik. Mätningen har visat djupet till bergytan och gett viss information om jordlagrens egenskaper.
- Resistivitetsmätning längs två profiler, en vid Invik och en strax väster om samhället Ullånger. Mätningarna har visat djupet till bergytan och gett viss information om jordlagrens egenskaper.
- Georadarmätningar längs en stor del av vägnätet.

Lägena för resistivitets- och seismikmätningarna och ett urval av de borrhningar som utförts under fältarbeten visas i bilaga 1. Exempel på lagerföljder från dessa borrhningar redovisas i bilaga 5. Tolkningarna av resistivitetsmätning och den seismiska refraktionsmätningen visas i bilaga 7.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGUs databaser. En hydrogeologisk databas för de aktuella grundvattenmagasinen har upprättats med den insamlade informationen samt SGUs jordartsdata som grund. I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområde, grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar, samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinen. Information om anslutande ytvattensystem lagras också i databasen. Ett urval av denna information redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås från SGUs kundtjänst.

Terrängläge och geologisk översikt

Grundvattenmagasinen ligger i eller i anslutning till Inviksåsen, en isälvsavlagring som följer Inviksån från Djupdalen i nordväst till Ullångersfjärden i sydost (fig. 1). Hela Inviksåsens sträckning ligger under högsta kustlinjen och har därmed överlagrats av finkorniga glaciala och postglaciala sediment, utsatts för havets svallning och för bäckar och åars omlagrande och eroderande processer. På sträckan mellan Djupdalen och Invik bedöms isälvs materialet helt eller delvis vara bortroderat och ersatt av postglaciala sediment. Inviksån har, framför



Figur 1. Kartbild över ingående grundvattenmagasin längs Inviksåsen dalgång.

allt nordväst om Invik, eroderat ner till morän och berg, vilket indikerar att isälvsedimenten inte uppnår någon större mäktighet på djupet i området.

Markytans nivå är 140–160 m ö.h. vid grundvattenmagasinet Djupdalen, ca 70–80 m ö.h. vid Törnabodarna norra, omkring 60 m ö.h. vid Törnabodarna södra och faller längs grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger från 60 m ö.h. i väster ner till havsytans nivå i Ullångersfjärden i öster.

Borrningar och tolkningen av jordartsgeologin i området indikerar att det i dalgången längs Inviksåsen kan finnas israndlägesbildningar med delvis komplex lagerföljd av morän och isälvs sediment. Vid Invik, där åsen har en mot isrörelserikningen tvärorienterad riktning, finns indikationer på ett möjligt israndläge där sammansättningen kan vara mer komplex. Ett möjligt sådant israndläge finns även vid Ullånger samhälle, där bl.a. borrhningen Ull-005 (bilaga 1 och 5) visar en lagerföljd med en meter sandigt moränmaterial som överlagrar fem meter friktionsmaterial och sedan ett mäktigare lager av isälvs sand (11 m).

Mellan de möjliga israndlägesbildningarna finns en isälvsavlagring som till största delen består av sandigt–grusigt material, men med skikt av finkornigare sediment. Den största mäktigheten på de grövre isälvs sedimenten återfinns vid Ullångers samhälle (ca 10–15 m).

Berggrunden under grundvattenmagasinet Djupdalen utgörs av vacka, som är den vanligaste berggrunden längs Inviksåsen. Törnabodarna norra, Törnabodarna södra och nordvästra

delen av magasinet Inviksåsen Ullånger ligger i utkanten av ett granitområde som breder ut sig i norr. Det går ett nord-sydligt stråk av basalt-andesit genom den sydöstra änden av magasinet Inviksåsen Ullånger vid Skidsta och området närmast Ullångersfjärden (SGU 2009).

Hydrogeologisk översikt

I följande avsnitt beskrivs grundvattenmagasinen med början i nordväst och vidare längs med Inviksåns flödesriktning.

Djupdalen

Det norra magasinet Djupdalen består av ett mindre område med isälvssediment som ligger söder om sjön Sör-Almsjön. SGU har inte genomfört några egna undersökningar i området, men det finns sedan tidigare två bergborrade brunnar registrerade i SGUs brunnarkiv, en i den södra delen av magasinet och en i den norra delen av magasinet, närmare sjön. I norra delen visar borrhningen (903179240, bilaga 5) ca 13 m med sand och grus medan den södra borrhningen (915578075, bilaga 5) redovisar ca 32 m grus. En del av avlagringen är utbruten genom täktverksamhet.

Törnabodarna norra och Törnabodarna södra

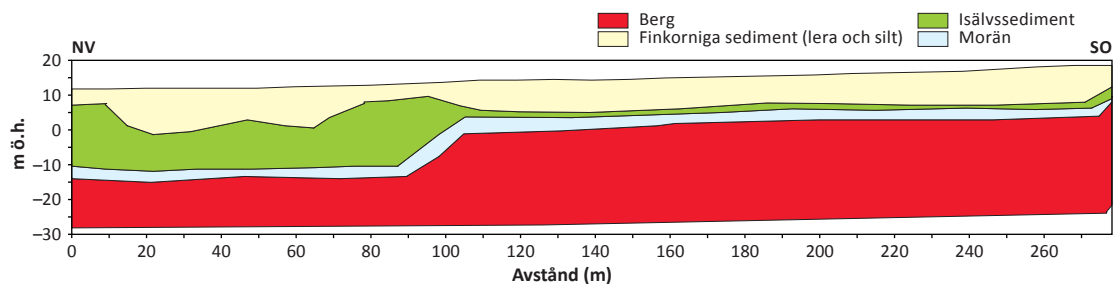
Söder om Djupdalen bedöms isälvsavlagringen till största delen vara borteroderad och det är först där Tvärån ansluter till Inviksån, nordväst om Invik, som isälvsmaterialet återigen framträder i markytan. I området har Inviksån och Tvärån eroderat ner till morän och berg, vilket syns genom ett flertal stora berghällar i å-fårorna. SGUs bedömning är att det finns två mindre grundvattenmagasin som är belägna i vattenförande jordlager ovanför Inviksåns nivå: ett norr om Inviksån, Törnabodarna norra, och ett söder om Inviksån, Törnabodarna södra.

Förekomsten av grundvatten i Törnabodarna norra framgår bl.a. genom grundvatten-nivåmätningar i befintliga grundvattenrör inom magasinet (bilaga 1 och 5). Bedömningen är att grundvattenmagasinet Törnabodarna norra är beläget i svallsediment som underlagras av finkornigare sediment med en lägre genomsläpplighet. Förekomsten av ett undre grundvattenmagasin har inte undersökts. För magasinet Törnabodarna södra saknas lagerföljdsuppgifter och observationer av grundvatten, vilket gör bedömningen osäker.

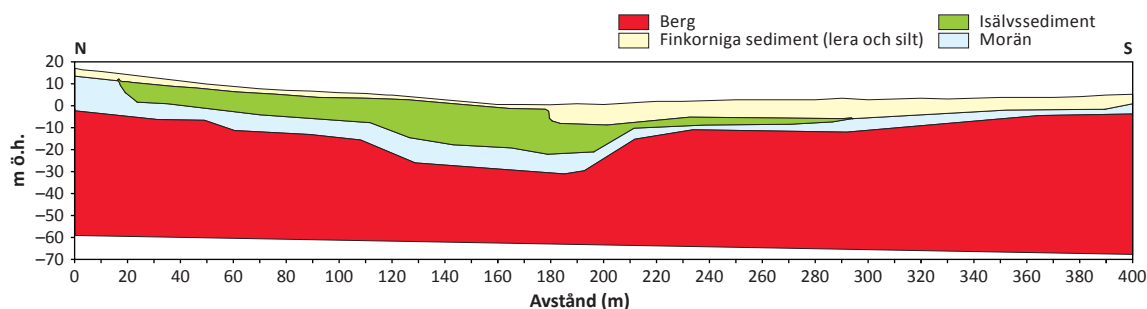
SGUs bedömning är att det inte finns något större grundvattenmagasin beläget i en sammanhängande isälvsavlagring inom magasinen Törnabodarna norra och Törnabodarna södra, detta med anledning av förekomsten av berghällar i området.

Inviksåsen Ullånger

Magasinet Inviksåsen Ullångers avgränsas i väster av berghällar längs Inviksån och Tvärån. Längre österut, i området vid Invik, blir isälvsmaterialet mäktigare på djupet. I SGUs borrhning i området (Ull-006, bilaga 1 och 5) redovisas att lagerföljden är ca 11 m med främst glaciala och postglaciala sediment (silt och delvis sulfidbandad lera) som överlagras cirka 10 m friktionsmaterial. Genomsläppligheten i friktionsmaterialet bedöms vara måttlig (10^{-6} m/s) enligt utvärdering av ett korttidspumpstest. Genomsläppligheten tyder på ett isälvsmaterial som innehåller en del finkornigt material alternativt en grusig-sandig morän (Larsson 2008). Borrhningen är utförd i anslutning till en av de möjliga israndlägesbildningar som diskuterades i avsnittet *Terrängläge och geologisk översikt*. Den resistivitetsprofil som mättes i området (se bilaga 1 och 7) visar att de största jorrdjupen finns i dalgångens norra del, se tolkning av geologin i figur 2. Friktingsmaterialet har tolkats som isälvssediment. Inviksån i området vid Invik har



Figur 2. Geologisk tolkning av resistivetsprofil HK_2, riktningen på profilen är nordväst–sydost. De geologiska tolkningen är utförd i programvaran BGS Groundhog Desktop Professional, version 2.1.0. Förhållandet mellan längd och höjd är 1:1.



Figur 3. Geologisk tolkning av resistivetsprofil HK_1, riktningen på profilen är nordsyd. Den geologiska tolkningen är utförd i programvaran BGS Groundhog Desktop Professional, version 2.1.0. Förhållandet mellan längd och höjd är 1:1.

eroderat ner till morän och bergytan bedöms ligga nära markytan (se bilaga 7, resistivetsprofil HK_2). De största möjligheterna till grundvattenuttag bedöms finnas i dalgångens norra del.

Lagerföljder från rörborringar (bilaga 5), utförda av VIAK 1982, längs dalgången mellan Invik och Ullångersfjärden tyder på att stråket med isälvs material är kontinuerligt även om det till största delen är täckt av finkornigare sediment (VIAK 1982). VIAK genomförde även en propumpning som gav ett beräknat grundvattenflöde genom åsen på ca 10 l/s. Magasinet bedömdes huvudsakligen vara slutet med en hög läckagefaktor, vilket är gynnsamt ur grundvattenbildningssynpunkt.

SGU utförde en borrning vid Ullångers IP (Ull_001, bilaga 1), som visade ca 13 m med isälvs material (varierande sand och finsand). Vattengenomsläppligheten vid tryckluftsblåsning av grundvattenröret i samband med installationen var god, dock var tillströmningen av finmaterial (förmodligen silt) så pass stor att det vid fältbesök några dagar senare inte gick att omsätta vattnet i röret. Detta visar att det finns genomsläppliga jordarter i området, men att inblandningen av finmaterial (främst silt) kan utgöra ett problem vid till exempel anläggning av filterbrunnar.

Även vid äldre undersökningar i området från 60-talet visades att grusavlagringen innehöll vissa skikt av finkornigt material. Nivåmätningarna visade att det kan förekomma mer eller mindre isolerat grundvatten (NKB 1981).

Öster om Ullångers IP utförde SGU en resistivetsmätning som gick i nord–sydlig riktning (se bilaga 7), vinkelrätt mot Inviksån. Resistivetsprofilen visade att den norra delen av dalgången består av något högresistivt material som SGU tolkar som torrt grovt isälvs material, figur 3. I den södra delen av profilen syns ett område med låg resistivitet som indikerar

finkornigare sediment (lera och silt). Även närheten till Törnaån, som går längs med profilen, kan ha en inverkan på resistiviteten genom vattenmättade förhållanden.

Den södra delen av magasinet vid Ullångers samhälle bedöms ha en lägre uttagsmöjlighet på grund av förekomsten av finkorniga sediment och att mäktigheten på isälvs materialet bedöms vara litet.

Ytterligare ett grundvattenrör sattes av SGU mellan väg E4 och Ullångersfjärden, borrhöjningen (Ull-005) visade ca 11 m isälvs sand. Utvärderingen av ett korttidspumptest, som genomfördes i samband med provtagning av grundvattenkemin, gav en genomsläpplighet på 10^{-5} m/s vilket tyder på finsand (Larsson 2008).

Magasinet avgränsas i sydost där isälvsavlagringen går ut i Ullångersfjärden.

Anslutande ytvattensystem

Djupdalen

Det rinner inga vattendrag genom magasinet, däremot ansluter magasinet i den norra delen till sjön Sör-Almsjön och hydraulisk kontakt bedöms finnas. Inviksån avvattnar Sör-Almsjön och bedöms vara dränerande för området.

Törnabodarna norra och Törnabodarna södra

Inviksån passerar mellan magasinen Törnabodarna norra och Törnabodarna södra och bedöms vara dränerande för magasinen. Tvärån utgör magasinigräns mellan Törnabodarna norra och Inviksåsen Ullånger. Tvärån bedöms inte stå i kontakt med magasinen, främst med anledning av förekomsten av berg och morän i å-fåran.

Inviksåsen Ullånger

I den norra delen av magasinet utgör Inviksån och Tvärån magasinigränser. Vid Invik är Inviksån belägen utanför magasinet, där botten på ån utgörs av morän. Öster om Invik ansluter Inviksån till magasinet och rinner längs magasinet till Ullångersfjärden. Från Invik och till Ullångersfjärden bedöms Inviksån i huvudsak vara isolerad från grundvattenmagasinet, främst på grund av finkornigare sediment som förhindrar ett utbyte mellan ytvattendraget och grundvattenmagasinet. De nivåmätningar som har genomförts vid Ullångers IP visar en stor tryckskillnad mellan ytvattnet och grundvattnet. Grundvattennivån låg ca 1 m högre än ytvattennivån i juni 2020, vilket skulle kunna indikera en uppåtriktad gradient och att det sker ett flöde från grundvattenmagasinet mot Inviksån. Flera ytvattendrag ansluter till Inviksån från dalsidorna och rinner genom magasinet. Vid Invik rinner vattendraget som avvattnar Edssjön genom magasinet. Utbyte mellan ytvatten och grundvatten bedöms inte ske eftersom tätande finkorniga sediment överlagrar grundvattenmagasinet. Inte heller Törnaån som ansluter till Inviksån söderifrån, strax väster om samhället Ullånger, bedöms stå i kontakt med magasinet på grund av att finkorniga sediment överlagrar magasinet.

I den östra delen av samhället ansluter ytvattendraget som avvattnar Getbergssjön norrifrån, vattendraget skulle kunna ha ett utbyte med grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger främst genom ett tillflöde från ytvattendraget till grundvattenmagasinet. Den östra delen av magasinet ansluter till Ullångersfjärden och Bottenhavet, vilket är områdets lågpunkt. Det är främst grundvattennivåerna i den östra delen av magasinet som bedöms kunna påverkas av havsnivån i Ullångersfjärden, främst vid eventuella uttag men även i viss mån vid naturliga förhållanden.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Djupdalen

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinen från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1. Vatten bedöms tillföras magasinet från den nederbörd som faller på avlagringen och en del från nederbörd som faller inom magasinets tertiära tillrinningsområde. Sjön Sör-Almsjön bedöms stå i kontakt med grundvattenmagasinet och inducering av ytvatten kan inte uteslutas.

Törnabodarna norra och Törnabodarna södra

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinen från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 2 och 3. Vatten bedöms främst tillföras magasinen från den nederbörd som faller på magasinen. För magasinet Törnabodarna norra bedöms även en del tillföras från tertiärt tillrinningsområde från omgivande moränområden. Vattendraget Inviksån bedöms vara dränerande och bidrar inte under normala och naturliga förhållanden till magasinen.

Inviksåsen Ullånger

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i huvudsakligen kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinen från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 4. Vatten bedöms tillföras magasinet från den nederbörd som faller på avlagringen. Även vatten från den nederbörd som faller inom magasinets tertiära tillrinningsområde (omgivande moränområden) bedöms bidra till grundvattentillgången. Vattendragen bedöms vara isolerade från grundvattenmagasinet och bedöms inte bidra under normala och naturliga förhållanden till magasinet i någon större omfattning.

Uttagsmöjlighet

Uttagsmöjligheterna som redovisats i tabell 1–4 är grova uppskattningar av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinen.

Uttagsmöjligheten i grundvattenmagasinet Djupdalen bedöms vara ca 3 l/s och baseras dels på grundvattenbildningen i området och dels på att det bör finnas förutsättningar för inducerad infiltration av ytvatten från Sör-Almsjön.

Uttagsmöjligheten i grundvattenmagasinet Törnabodarna norra bedöms uppgå till ca 1 l/s och uttagsmöjligheten i grundvattenmagasinet Törnabodarna södra till mindre än 0,5 l/s.

Uttagsmöjligheten i den sydöstra delen av grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger kommer att begränsas av närheten till Ullångersfjärden och risken för saltvatteninträngning vid för stora uttag, dessutom finns det uppgifter som indikerar att genomsläppligheten är stor (Ull-001) men att de finkorniga sedimenten kan orsaka problem vid eventuella större uttag. Totalt bedöms uttagsmöjligheten i magasinet Inviksåsen Ullånger uppgå till ca 10 l/s.

Tabell 1. Grundvattenmagasinet Djupdalen. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,1	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	1,4
Tertiärt tillrinningsområde	0,2	365 mm/år, 11,5 l/s per km ²	1,3**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet*** ca 3 l/s			

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på beräknad grundvattenbildning i olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

** Bygger på antagandet att ca 50 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Utagsmöjligheten baseras på de primära och tertiära tillrinningsområdena samt möjlig inducering av ytvatten.

Tabell 2. Grundvattenmagasinet Törnabodarna norra. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,06	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	0,8
Tertiärt tillrinningsområde	0,3	365 mm/år, 11,5 l/s per km ²	0,4**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet*** ca 1 l/s			

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på beräknad grundvattenbildning i olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

** Bygger på antagandet att 10 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Utagsmöjligheten baseras på de primära och tertiära tillrinningsområdena samt möjlig inducering av ytvatten.

Tabell 3. Grundvattenmagasinet Törnabodarna södra. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,04	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	0,6
Tertiärt tillrinningsområde	0,05	365 mm/år, 11,5 l/s per km ²	0,1**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet*** Mindre än 0,5 l/s			

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på beräknad grundvattenbildning i olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

** Bygger på antagandet att 10 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Utagsmöjligheten baseras på de primära och tertiära tillrinningsområdena samt möjlig inducering av ytvatten.

Tabell 4. Grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,5	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	7,2
Sekundärt tillrinningsområde	0,03	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	0,4
Tertiärt tillrinningsområde	2,7	365 mm/år, 11,5 l/s per km ²	3,1**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet*** ca 10 l/s			

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på beräknad grundvattenbildning i olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

** Bygger på antagandet att 10 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Utagsmöjligheten baseras på de primära och tertiära tillrinningsområdena.

Grundvattnets användning

Grundvatten från magasinen Djupdalen, Törnabodarna norra, Törnabodarna södra och Inviksåsen Ullånger används inte inom den kommunala vattenförsörjningen. Det finns en del hushåll med enskilda brunnar som tar vatten från mindre grundvattenmagasin i morän belägna på dalsidorna. Den kommunala vattenförsörjningen sker sedan 1980-talet med vatten från en ytvattentäkt belägen i Möckelsjön.

Grundvattnets kvalitet

SGU har i samband med kartläggningen tagit prover av grundvatten på fem platser. Två av dessa vattenprover togs i moränkällor, den ena (Ull-K2) belägen öster om grundvattenmagasinet Djupdalen och den andra (Ull-K1) belägen nordväst om Invik. Ingen av källorna ligger inom bedömt tillrinningsområde till grundvattenmagasinen. För magasinet Djupdalen så finns det en vattenanalys från den nationella miljöövervakningen, daterad 2012, från en bergborrad brunn (30000_322).

I grundvattenmagasinet Törnabodarna norra utfördes provtagning i grundvattenröret Ull-rör4, beläget nedströms Kramfors kommuns avvattningsanläggning för avloppsslam.

I grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger togs prover i grundvattenröret Ull-005 öster om väg E4 vid Ullångers samhälle och i grundvattenröret Ull-006 vid Invik. Utöver SGUs provtagning under kartläggningsarbetet har relevanta data från tidigare provtagningar inom magasinen sammanställts. Bland annat finns äldre vattenanalyser från 80-talet i ett flertal punkter inom magasinet Inviksåsen Ullånger. De som redovisas i tabellen är en brunn (G:a brunnen E4) och två grundvattenrör (Rb8103 och Rb8204). Brunnen, som är den gamla nedlagda vattentäkten till Ullånger, är belägen vid Ullångers samhälle (osäkert läge) och de två grundvattenrören är belägna väster om samhället mot Invik. Resultaten från dessa äldre vattenanalyser är beaktade i tolkningen av grundvattnets kvalitet.

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 5. Tabellen följer i tillämpliga delar SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 8 och 10. Provpunkternas geografiska lägen framgår av bilaga 1. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 9. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär inom grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger som följer under avsnitten *Naturligt förekommande ämnen* och *Mänsklig påverkan*, är om inget annat anges, gjord med stöd av SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013).

Naturligt förekommande ämnen

Den bergborrade brunnen i Djupdalen (30000_322) uppvisar ett grundvatten med hög halt fluorid (2,1 mg/l), hög alkalinitet, måttliga halter av natrium, kalcium och sulfat samt låga halter av tungmetaller, järn och mangan (tabell 5). Den svenska berggrunden ger ofta upphov till höga halter fluorid i berggrundvattnet. Högre halter förekommer särskilt ofta i granitisk berggrund, men även i t.ex. gråvacka (SGU 2013). Livsmedelsverket anger 6 mg/l som riktvärde för otjänligt dricksvatten för bl.a. enskilda vattentäkter.

I magasinet Törnabodarna norra (Ull-rör4) visar analyserna ett grundvatten med låg alkalinitet, lågt pH samt låga halter av baskatjonerna kalcium, kalium och magnesium. Även de prover som togs i moränkällorna utanför magasinen (Ull-K1 och Ull-K2) uppvisade ett jonsvagt grundvatten med låg alkalinitet och lågt pH, men med hög halt aluminium, typiskt för ytliga och sura grundvatten i morän (SGU 2013).

Tabell 5. Sammanställning av tillgängliga grundvat-
tenkemiska data från grundvattenmagasinen Djup-
dalen, Törnabodarna norra och Inviksåsen Ullånger.
För mer information om respektive provpunkt se

bilaga 8. Angivna värden motsvarar, i fall av flera
analyser, beräknad medianhalt. Sammanställningen
följer i tillämpliga delar klassindelningen i SGUs ”Be-
dömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013) och

redovisningen har färgkodats därefter (Klass 1 = blå,
Klass 2 = grön, Klass 3 = gul, Klass 4 = orange,
Klass 5 = röd). Klassindelningens innebörd skiljer sig
åt mellan parametrar. Höga halter representeras i

regel av högre klasser, men undantag finns (t.ex. för
parametern alkalinitet). Med ED avses PFAS ej de-
tekterad i halter över rapporteringsgräns. *COD är
omräknat från TOC med faktor 0,85.

Parameter	Enhet	30000_322	Ull-K2, moränkälla	Ull-rör4, slamlagunerna	Ull-K1, moränkälla	Ull-006, Invik	8204	8103	8103	G:a brunnen E4	Ull-005, vid E4
Tidpunkt		2012-08-07	2020-06-10	2020-06-10	2020-06-10	2020-06-09	1982-04-22	1981-11-09	1982-04-22	1981-10-22	2020-06-09
pH (från fält)			5,74	5,6	5,75	6,48					6,75
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	90,95	8,5	3,7	6,1	53	52	96	89	66	69
Syre (från fält)	mg/l		9,3	3,6	9,7	5,7					0,5
Kalcium	mg/l	20,7	2,3	1,6	2,2	12	8,9	30	27	21	22
Kalium	mg/l	1,33	<0,6	0,61	<0,6	2,8	2,1	2,8	3	30	5
Magnesium	mg/l	3,35	0,58	0,34	0,48	5,6	7,5	11	11	9,8	13
Natrium	mg/l	13,57	1,9	1,8	2,1	8,3	9,8	22	22	11	27
Totalhårdhet	dH						3	6,7	6,2	5,2	
COD*	mg/l		1,53	0,7	2,5	0,8					2,4
Klorid	mg/l	3,41	1	1,3	<0,3	4,5	14	45	45	24	38
Konduktivitet	mS/m	19,4	2,76	2,47	2,8	15,2					32,8
Konduktivitet (från fält)			2,76	2,73	2,8	15,27					42,4
Sulfat	mg/l	12,69	2,5	4,6	0,35	17	29	40	30	48	40
Ammonium	mg/l	0,044	<0,02	0,12	<0,02	<0,02	0,21	0,08	0,08	<0,05	0,13
Nitrat	mg/l	0,004	<0,3	<0,3	1,6	1,6	<0,10	<0,10	0,26	34	<0,3
Nitrit	mg/l						0,02	0,01	0,01	0,02	
Aluminium	mg/l	0,009	0,17	0,05	0,26	0,023					0,003
Järn	mg/l	0,018	0,0062	0,19	0,02	0,006	9,6	8,7	5,9	0,15	15
Mangan	mg/l	0,027	0,001	0,006	0,003	0,007	0,34	0,42	0,37	0,09	0,55
Arsenik	µg/l	1,2	0,1	0,053	0,38	0,32					7,6
Bly	µg/l	0,02	0,16	0,21	0,08	0,031					0,031
Kadmium	µg/l	0,007	0,04	0,005	0,1	0,07					0,006
Kvicksilver	ng/l		<1	<1	<1	<1					<1
Kobolt	µg/l	0,039	0,062	0,057	0,16	0,36					2,6
Koppar	mg/l	0,0001	0,0008	0,0002	0,0004	0,001					0,0008
Krom	µg/l	0,05	0,14	0,05	0,13	0,076					0,1
Nickel	µg/l	0,12	0,97	0,12	0,33	9,2					10
Vanadin	µg/l	0,04	0,1	0,16	0,1	0,18					0,19
Zink	mg/l	0,003	0,008	0,01	0,008	0,06					0,06
Bor	mg/l		0,001	0,003	0,001	0,01					0,02
Fluorid	mg/l	2,12	0,25	0,05	0,038	1,1	0,8	1,1	1	1,2	0,54
Fosfat	mg/l	0,04	0,02	<0,009	<0,009	<0,009	0,1	0,1	0,05	0,04	<0,009
Bensen	µg/l										0,14
Sum PAH4	µg/l										<0,0010
Summa PFAS				ED							1,1
Redoxklass			1	5	1	1	3	3	3	3	3

Grundvattnets kemiska sammansättning i magasinet Inviksåsen Ullånger tycks, baserat på tillgänglig information, skilja sig något åt mellan de nedströms förekommande områdena i sydost och de uppströms belägna områdena i nordväst. Grundvattnet vid provplatserna i den sydöstra delen av magasinet (Rb8103 och Ull-005) tycks uppvisa högre alkalinitet, högre konduktivitet och kloridhalt och högre halter av baskatjonerna kalcium, kalium, magnesium och natrium jämfört med grundvattnet längre uppströms (Ull-006 och Rb8204, tabell 4). Den måttliga halten av klorid (38 mg/l) i Ull-005 kan dels bero på närheten till Ullångersfjärden, men även på vägsaltning av väg E4 som passerar magasinet. I analyser från 1980-talet konstaterades att ammoniumhalterna var högre uppströms och minskade nedströms i grundvattnets strömningsriktning inom magasinet, och att det motsatta gällde för nitrat (VIAK AB 1982).

Utifrån halterna av de redoxkänsliga ämnena järn, mangan och sulfat, som tenderar att reagera och fällas ut i kontakt med syre, tycks grundvattnet i stora delar av magasinet Inviksåsen Ullånger vara relativt syrefattigt. Om detta vittnar den mycket låga syrehalten i rör Ull-005 och de höga till mycket höga järn- och manganhalterna i rören Ull-005, Rb8103 och Rb8204. Det ska noteras att arsenik var förhöjt i Ull-005, med en halt (7,6 µg/l) strax under Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten med avseende på arsenik (10 µg/l). Den bedömning som görs är att arsenikhalten kan förekomma naturligt förhöjd i grundvattnet i området om syrehalten i vattnet är låg. Samma typ av observation har gjorts vid kartläggning av grundvattenmagasin i området vid Bollstabruk, 30 km väster om Ullånger (Vikberg Samuelsson m.fl. 2020). Hur geokemin för arsenik styrs av oxidationsförhållanden och pH beskrivs utförligt i en rapport utgiven av SGU (SGU 2005). Även tungmetallen nickel uppvisade en hög halt (10 µg/l) i grundvatten i rör Ull-005, även om den var lägre än Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten med avseende på nickel (20 µg/l).

I rör Ull-006 är järn- och manganhalterna mycket låga, syrehalten måttlig och arsenikhalten mycket låg. Detta kan indikera att grundvattnet i de nordvästra delarna av magasinet Inviksåsen Ullånger är jämförelsevis bättre syresatt än grundvattnet i de längre nedströms belägna områdena i sydost, närmare Ullångersfjärden. I sydost är grundvattenmagasinet i högre grad övertäckt av postglaciala finsediment, vilket skulle kunna förklara de lägre syrehalterna och de högre halterna av järn och mangan i grundvattnet.

Mänsklig påverkan

För magasinet Törnabodarna norra och provpunkten Ull-rör4, som ligger nedströms den kommunala avvattningsanläggningen för avloppsslam, kan inga tydliga tecken på någon mänsklig påverkan påvisas utifrån de parametergrupper som analyserats. Det ska dock framhållas att varken mikrobiologiska parametrar eller läkemedel, vilka potentiellt skulle kunna förekomma i avloppsslam, analyserades i grundvattnet (Ull-rör4). Även högfluorerade ämnen (PFAS) analyserades i grundvatten från provpunkten Ull-rör4, men ingen av de 32 PFAS som analyserades kunde uppmätas i halter över rapporteringsgräns.

Grundvattnet i provpunkten Ull-005, inom grundvattenmagasinet Inviksåsen Ullånger, analyserades med avseende på bekämpningsmedel, alifater, aromater, BTEX (bensen, toluen, etylbensen och xylener), polyaromatiska kolväten (PAH:er) och PFAS. Inom dessa parametergrupper var det endast bensen och två av 32 analyserade PFAS som uppmättes i halter strax över rapporteringsgränsen. Den uppmätta halten bensen på 0,14 µg/l är måttligt hög (SGU 2013), men avsevärt lägre än Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten med avseende på bensen (1 µg/l). De PFAS som påvisades var perfluorhexansyra (PFHxA), med en halt på 0,44 ng/l, och perfluoroktansyra (PFOA), med en halt på 0,64 ng/l. Summahalten av de 11 PFAS som ingår i Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten (summa PFAS SLV

11 i tabell 4) uppgick till 1,1 ng/l, vilket är en mycket låg halt jämfört med åtgärdsgränsen (90 ng/l). Potentiella källor till PFAS i grundvattnet kan t.ex. vara historisk användning av brandsläckningsskum och diffus spridning via atmosfäriskt nedfall (Naturvårdsverket 2016).

Resultaten från provanalyserna i grundvattenröret Ull-005 och även G:a brunnen E4 (hög halt nitrat) indikerar viss mänsklig påverkan på grundvattnets kvalitet i magasinet Inviksåsen Ullånger. Dock utgör provanalyserna endast stickprov och resultaten är därför inte nödvändigtvis representativa för grundvattenmagasinet som helhet.

De analyserade parametargrupperna representerar några av de miljögifter som kan förväntas förekomma i grundvatten till följd av mänsklig påverkan. För att få en mer heltäckande bild av miljöpåverkan inom grundvattenmagasinen krävs provtagning på fler platser inom magasinen, med bredare analyser avseende miljögifter, såsom t.ex. läkemedel, ftalater och halogenerade alifater.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen

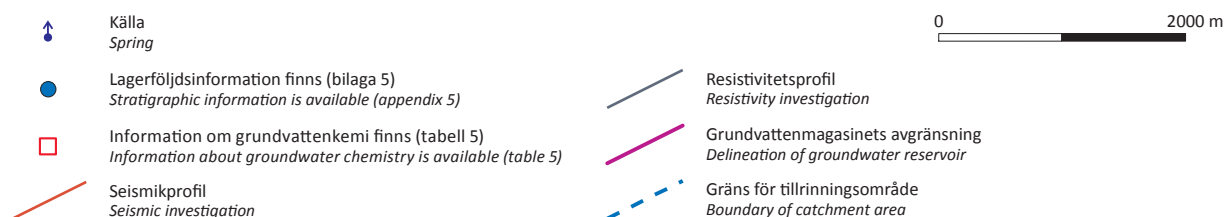
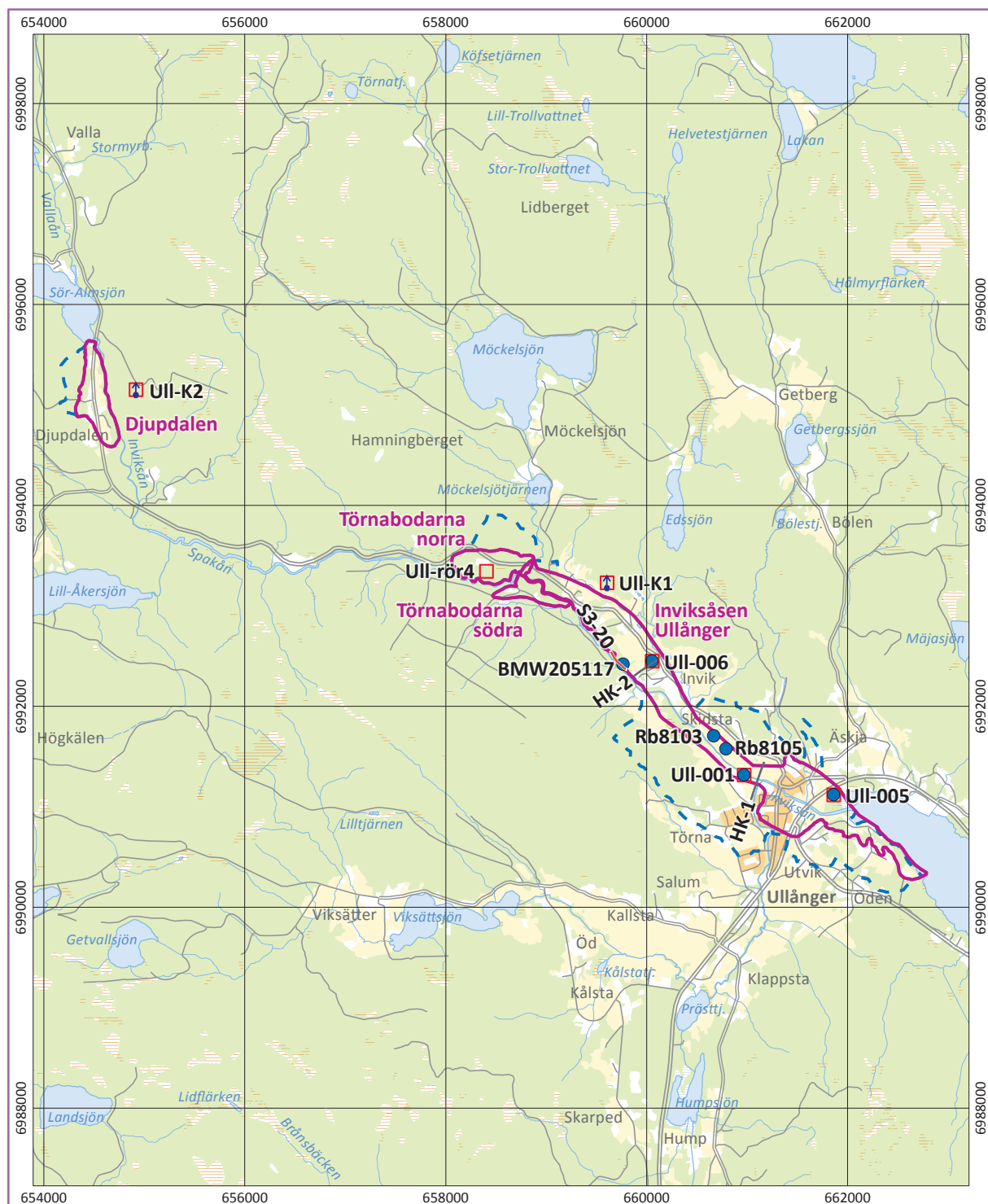
Magasinen ligger i den del av Sverige där grundvattenbildningen kan komma att vara oförändrad eller öka något som en följd av klimatförändringarna. Däremot kan grundvattennivåernas variation över året komma att ändras i och med att perioden med snötäcke sannolikt kommer att minska, vilket innebär att grundvattenbildningen kan komma att ske under större delen av vinterhalvåret. I och med att växtsäsongen förväntas förlängas, kan perioder med mindre nederbörd än normalt under vinterhalvåret leda till lägre grundvattennivåer, och en minskad grundvattentillgång (Rodhe 2009).

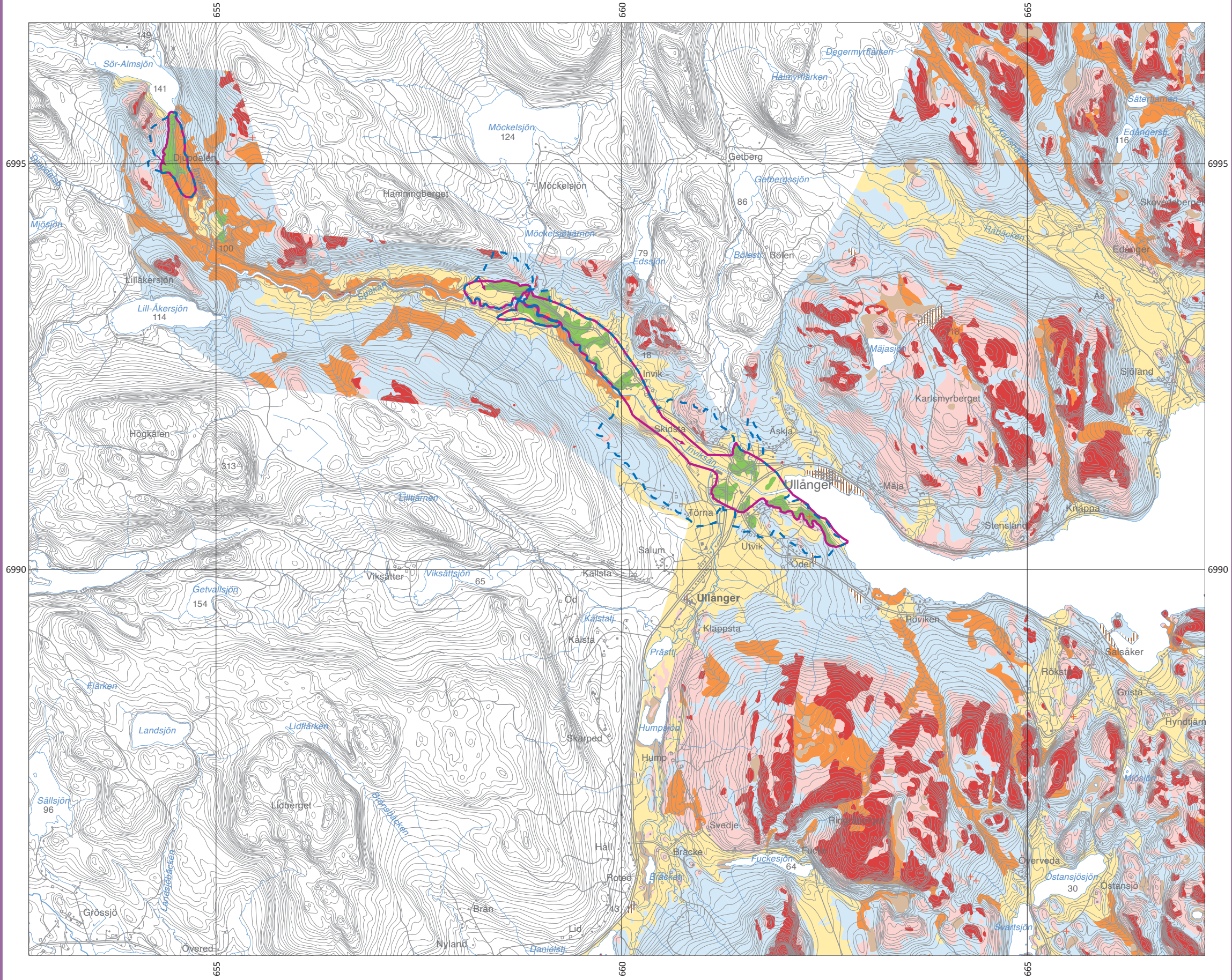
Referenser

- Larsson, R., 2008: Jords egenskaper. *Information 1*. Statens geotekniska institut.
- NKB, 1981: Kramfors kommun. Vattentäkten för Sundbrons samhälle. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7121, 4 s.
- VIAK 1982: Kramfors kommun. Ullånger. Hydrogeologiska undersökningar. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7065, 25 s.
- Kramfors kommun, 2019: Miljörapport 2019. Inviks slamlaguner. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10952, 7 s.
- Naturvårdsverket, 2016. Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel. En sammanfattande bild av förekomsten i miljön. Redovisning av ett regeringsuppdrag. *Rapport 6709*, 172 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.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrapport från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGUs diarienummer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. 44s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2009: Berggrund 1:50 000–1:250 000 – databas. Höga kusten. 2020-02-17.
- SGU, 2019: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas, Höga kusten, 2020-02-17.
- Vikberg Samuelsson, E., Andersson, A., Rosenqvist, L. & Mikko, H., 2020: Grundvattenmagasinen Bollstaåsen Forsed och Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk. *Sveriges geologiska undersökning K 667*, 27 s.

BILAGA 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen

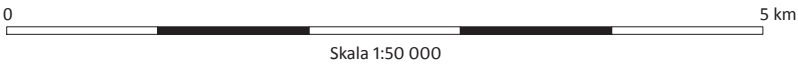




- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
- Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area
- Berg
Rock
- Organisk jordart
Peat and gyttja
- Lera-silt
Clay-silt
- Postglaciala sediment, sand-grus
Postglacial deposits, sand-gravel
- Isälvssediment, sand-grus
Glaciofluvial sediments, sand-gravel
- Morän
Till
- Tunt jordtäck
Thin soil cover
- Berg
Bedrock
- Fyllningsmaterial
Artificial fill

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

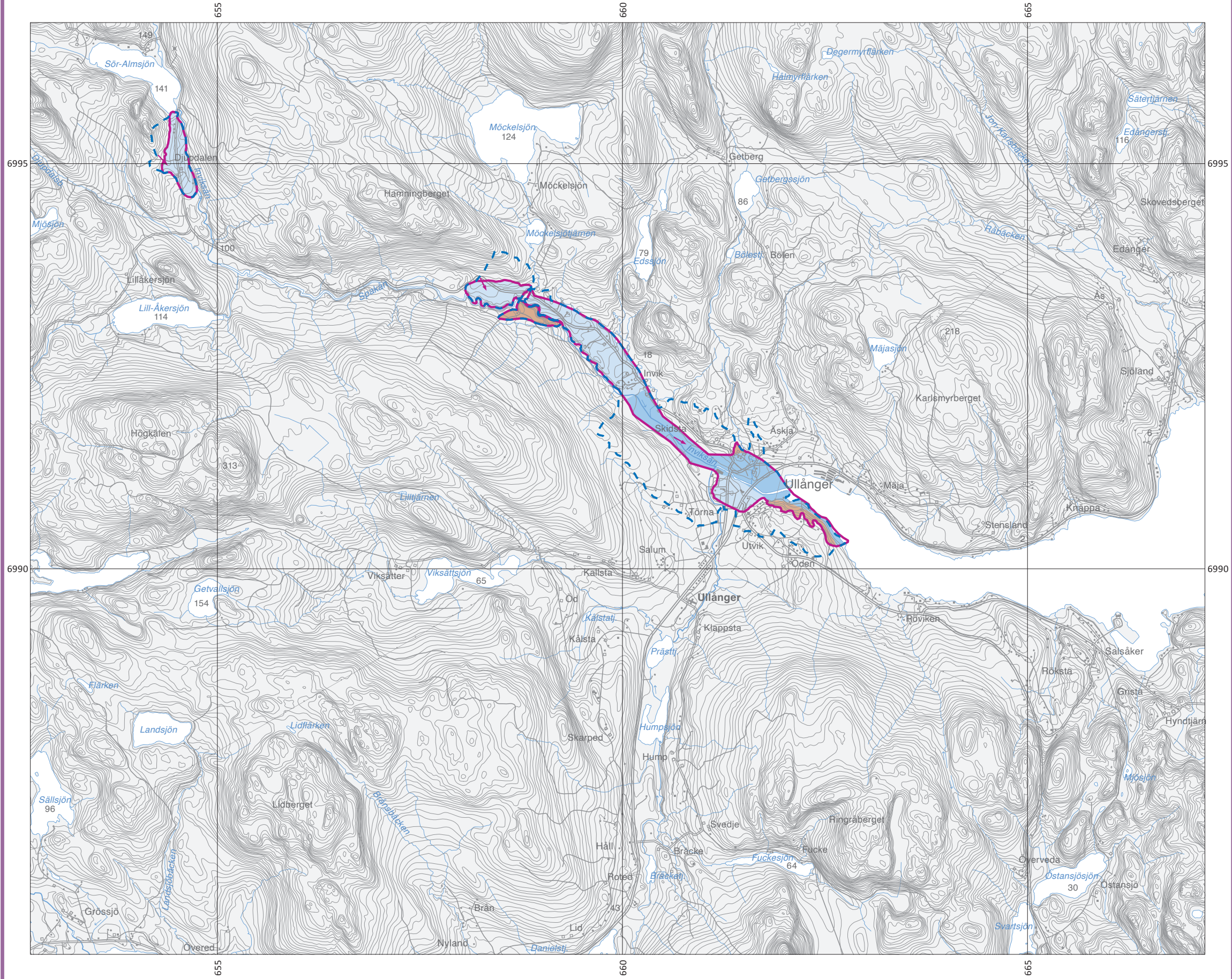
Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.



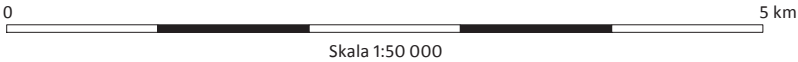
Huvudkontor/Head Office:
Box 670
Besök/Visit: Villavägen 18
SE-751 28 Uppsala
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

-  Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area
-  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



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



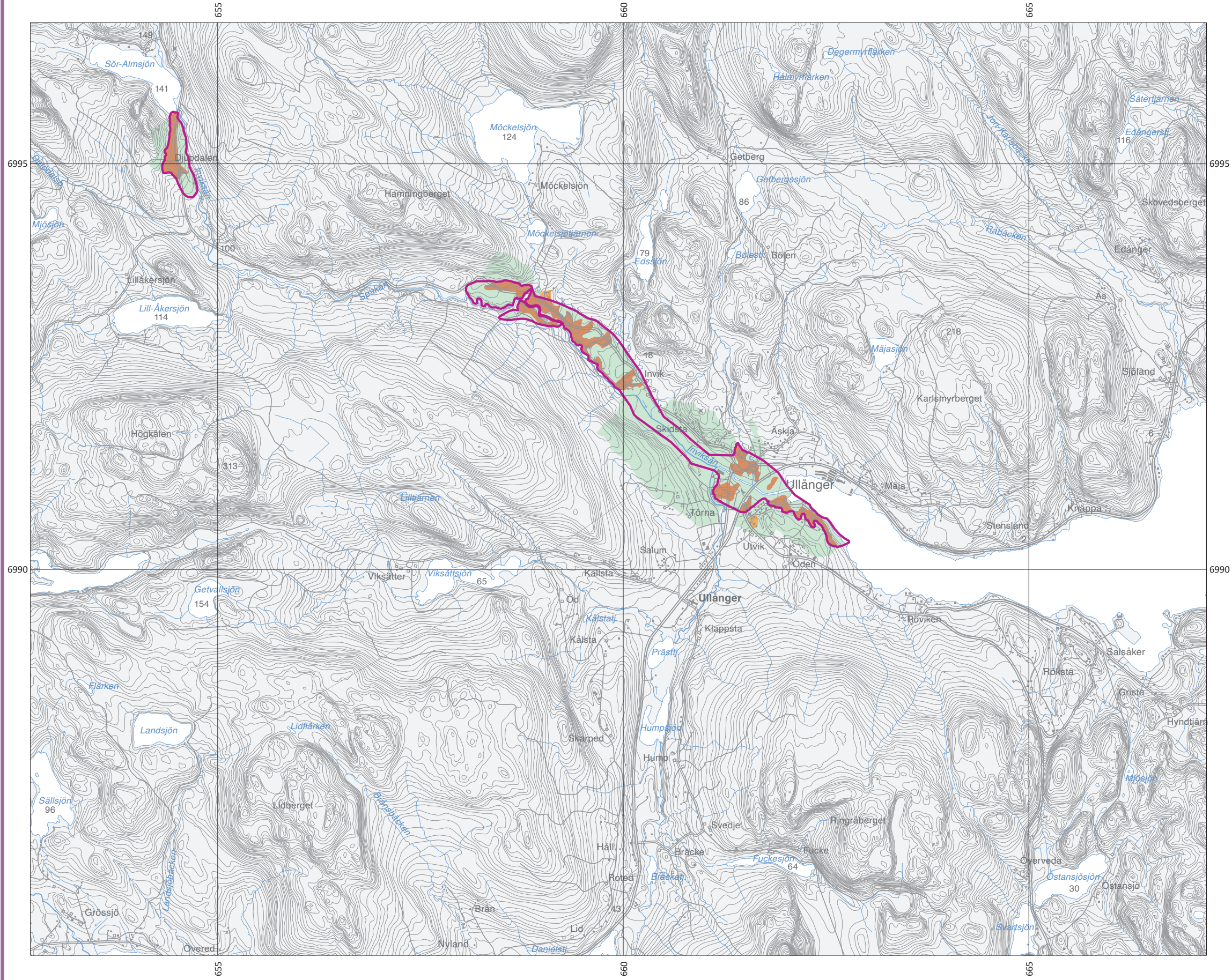
.....

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

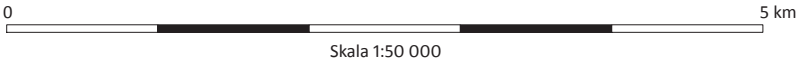
Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

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

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



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



.....

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

Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

BILAGA 5

Exempel på lagerföljder

Koordinater i SWEREF 99TM, höjder anges i RH 2000 om inget annat anges.

Inviksåsen Ullånger

Namn: Ull-001

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205110, SOA2020061502

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 991 317, E 660 971

0–1,5 m silt med växtdelar

1,5–3,0 m lerig silt

3,0–4,5 m siltig lera

4,5–5,0 m sulfidlera

5,0–6,3 m sulfidbandad lera

6,3–7,3 m grovsilt

7,3–8,0 m grovsiltig finsand

8,0–9,0 m finsand

9,0–10,5 m sand

10,5–11,0 m finsand

11,0–12,0 m sand

12,0–16,0 m troligen sand med finjord

16,0–20,5 m friktionsjord

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på 17–19 m djup.

Grundvattennivå 2020-06-09: 1,41 m ö.h.

Namn: Ull-005

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205109, SOA2020061501

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 991 119, E 661 863

0–0,5 m grus (fyllning)

0,5–1,8 m silt med lerinslag

1,8–2,0 m siltig finsand

2,0–3,0 m sandigt moränlikt

3,0–8,0 m friktionsjord

8,0–19,0 m sand

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på 14–16 m djup.

Grundvattennivå 2020-06-09: 0,35 m ö.h.

Ett korttidspumptest i samband med provtagning gav en hydraulisk konduktivitet i storleksordningen 10^{-5} m/s.

Namn: Ull-006

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205114, SOA2020061503

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 992 451, E 660 054

0–0,5 m fyllning

0,5–1,8 m siltig finsand

1,8–2,5 m silt

2,5–3,0 m lerig silt

3,0–5,8 m siltig lera

5,8–7,0 m sulfidbandad lera

7,0–9,0 m sulfidbandad lera med

siltskikt

9,0–11,0 m lerig silt med finsandiga skikt

11,0–21,1 m friktionsjord

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på 17–19 m djup.

Grundvattennivå 2020-06-09: 11,09 m ö.h.

Ett korttidspumptest i samband med provtagning gav en hydraulisk konduktivitet i storleksordningen 10^{-6} m/s.

Namn: Rb8105

Utförare: VIAK

Databas-id: EVG2019022101

Typ: Rörborrning

Koordinater: N 6 991 705, E 660 669

0–3,0 m grå lera

3,0–6,0 m gråblå lera

6,0–7,5 m gråblå siltig lera

7,5–13,0 m finsand

13,0–15,0 m grusig sand

Avslut mot block eller berg.

Namn: BMW205117

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205117

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 992 421, E 659 742

0–1,0 m finsandig sand

1,0–2,9 m sandig finsand

2,9–3,1 m grovsilt

3,1–5,0 m finsandig silt

5,0–6,0 m finsilt

6,0–7,0 m silt

7,0–7,5 m lera

7,5–8,5 m silt

8,5–9,2 m grus

9,2–9,6 m diamikton

Avslut mot block eller berg.

Djupdalen**Namn: 915578075**

Utförare: TS Brunnsborrning & entreprenad AB

Databas-id: 915578075

Typ: Brunnsborrning

Koordinater: N 6 994 928, E 654 546

0–13 m sand grus

13–102 m gråberg

Avslut i berg.

Namn: 903179240

Utförare: TSB Borrentreprenad AB

Databas-id: 903179240

Typ: Brunnsborrning

Koordinater: N 6 995 420, E 654 475

0–32 m grus

32–250 m gråberg

Avslut i berg.

BILAGA 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Tillrinningsområde

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

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

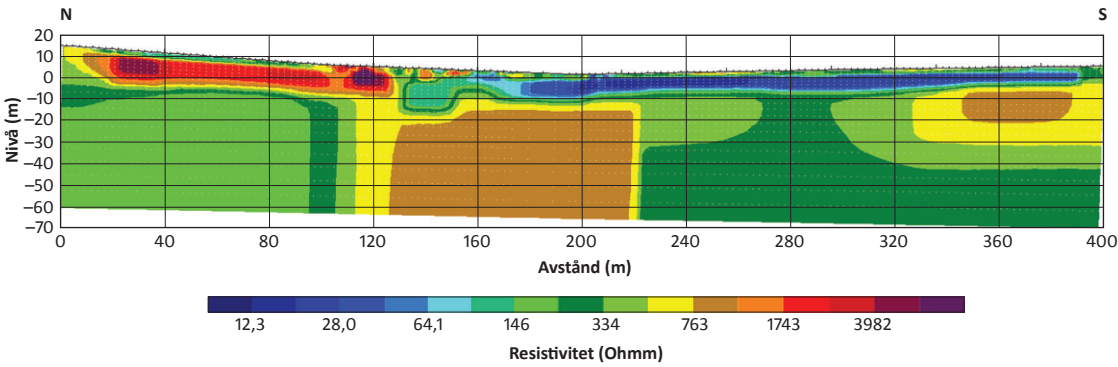
Tillrinningsområdet kan delas upp i primära, sekundära och tertiära delar, bl.a. beroende på om hela eller endast en del av den effektiva nederbörden kan tillföras magasinet.

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

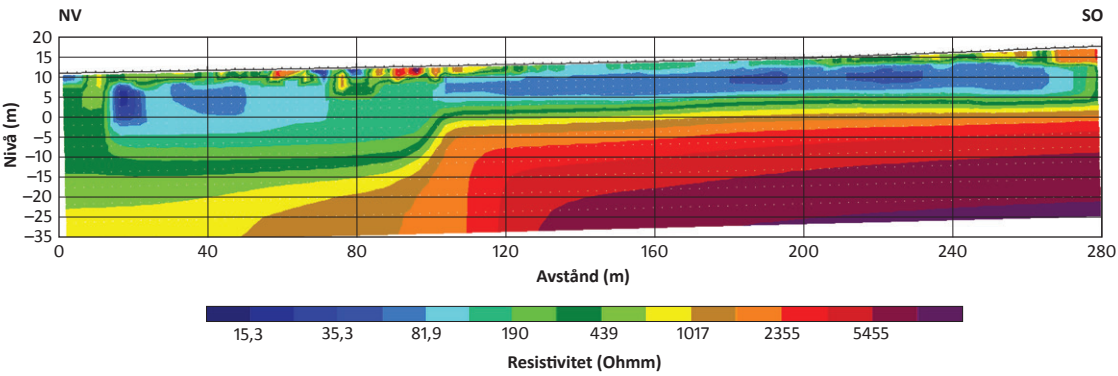
BILAGA 7

Geofysiska mätningar

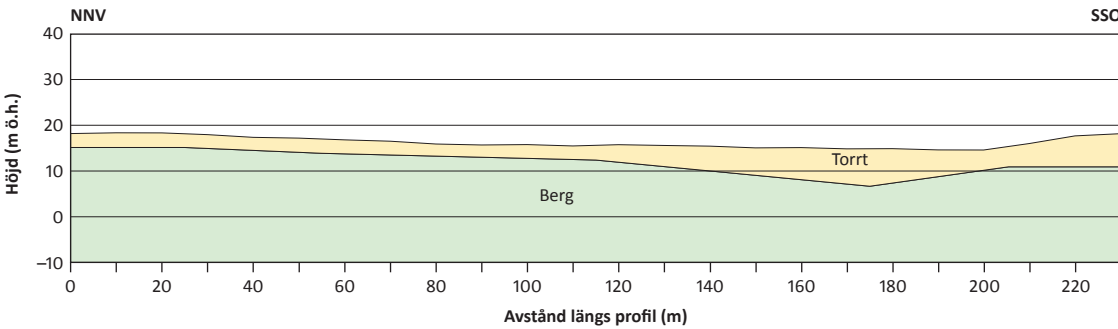
HK-1



HK-2



S3-20



BILAGA 8

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Grundläggande information avseende aktuella provpunkter

Provpunkt	Magasinstyp	Provtagningsplats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup prov (m u.m.y.)	Omättade zonens mäktighet (m)
UII-005	Isälvsmaterial	Grundvattenrör	Slutet, utströmningsområde	Bebyggelse, jordbruksmark	14–16	Ca 6,5
UII-006	Isälvsmaterial	Grundvattenrör	Slutet, inströmningsområde	Jordbruksmark	17–19	Ca 4,5
UII-K1	Morän	Källa	Utströmningsområde	Skog		
UII-K2	Morän	Källa	Utströmningsområde	Skog		
UII-rör4	Svallsediment	Grundvattenrör	Öppet, inströmningsområde	Skog (hygge)	ca 4,5	1–2
30000-322	Berg	Brunn		Jordbruksmark/skog		
Rb8103	Isälvsmaterial	Grundvattenrör	Slutet, utströmningsområde	Jordbruksmark		ca 3,5
Rb8204	Isälvsmaterial	Grundvattenrör	Slutet, utströmningsområde	Jordbruksmark		

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Databas-id	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
UII-005	1	SOA2020061501	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning
UII-006	1	SOA2020061503	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning
UII-K1	1	EVG2020093001	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning
UII-K2	1	EVG2020093002	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning
UII-rör4	1	SOA2019051003	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning
30000_322	1		aug 2012	SGUs databaser	Övervakningstation i det nationella miljöövervakningsprogrammet
Rb8103	2	SOA2019022201	nov 1981	SGUs databaser	
Rb8204	1		april 1982	SGUs databaser	

BILAGA 9

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

Variationen i olika ämnens halter kan vara stor både inom ett enskilt grundvattenmagasin och mellan närliggande grundvattenmagasin. Speciellt viktiga aspekter att beakta är magasinets och tillrinningsområdets geologiska uppbyggnad, markanvändning och geokemiska sammansättning, samt grundvattnets uppehållstid.

Grundvattnets kemiska sammansättning styrs av nederbördens egenskaper och de processer som vattnet har utsatts för, på sin väg genom marken ner till grundvattnet. Särskilt viktig är den biologiska omsättningen av olika ämnen. Jonkoncentrationen ökar genom avdunstningen i de övre marklagren. Förändringar i jonsammansättningen sker genom att joner i det ned-sipprande vattnet byts ut mot joner som är bundna till markpartiklar, s.k. jonbyte, och genom sönderdelning av mineral, s.k. vittring. Jonbytesprocessen är speciellt intensiv när vattnet är i kontakt med organiskt material och lerpartiklar som har stor kontaktyta. Intensiteten av vittringen är främst beroende av mineralens vittringsbenägenhet och kontaktytan mellan vatten och mineral. Vittringen ”drivs” under naturliga förutsättningar av humussyror och kolsyra som bildas genom nedbrytning av växtrester. Vätejoner förbrukas vid vittringen varvid pH ökar. Genom förbränning av fossila bränslen tillfördes nederbörden under andra halvan av 1900-talet svavelsyra, som bidrog till ökad sulfathalt och tillskott av vätejoner som bidrar till ökad vittring. Nedfallet av svavel är nu en bråkdel av tidigare nivåer men viss påverkan kvarstår i marklager och grundvatten. Även nedfallet av kväve från förbränning och djurhållning har varit betydande under denna period. Även detta har minskat men framför allt södra Sverige utsätts fortfarande för en betydande atmosfärisk kvävetillförsel. Detta kväve tas dock normalt upp av växtlighet och tillförs vanligen inte grundvattnet.

Kalcit är det mest lättvittrade mineralet. Kalkhaltiga jord- och bergarter har mycket stor betydelse för grundvattnets kemiska sammansättning i områden med kalkberggrund. I övriga områden kan andra relativt lättvittrade mineral, som i allmänhet innehåller stor andel kalcium och magnesium, i kombination med finkorniga jordarter och lång uppehållstid ge grundvattnet hög totalhårdhet, liksom hög elektrisk konduktivitet som är ett mått på den totala halten lösta salter. Vid normal kolsyravittring bildas lika mycket kalcium och magnesium som vätekarbonat. Alkaliniteten, som är ett mått på grundvattnets förmåga att motstå försurning, utgörs inom de normala pH-intervallen av vätekarbonat.

Grundvattnets surhet, vätejonkoncentrationen, anges som pH. Låga pH-värden kan bero på effekter av den sura nederbörden, men kan också ha naturliga orsaker. Ett ytligt grundvatten som är naturligt surt p.g.a. hög halt humussyror eller högt koldioxidtryck kanske aldrig hinner neutraliseras under sin uppehållstid i det grundvattenförande lagret.

Sulfatjoner som tillförs grundvatten från nederbörden har både mänskligt och marint ursprung. Kraftigt förhöjda halter i grundvatten har dock i allmänhet geologiskt ursprung och är då ett resultat av oxidation av sulfider. I vissa delar av landet (exempelvis Mälarenregionen) kan höga sulfathalter kopplas till dränering av gyttjeleror.

Fluoridhalten i grundvatten är beroende av berggrundens geokemiska sammansättning. Bergborrade brunnar belägna i områden med pegmatiter och vissa yngre graniter har ofta relativt höga fluoridhalter i vattnet. Jordbrunnar har generellt sett låga halter.

Grundvattnets kloridhalt beror storskaligt på det geografiska läget. Nederbörden bidrar med högre kloridmängder i sydvästra Sverige än på andra håll i landet p.g.a. det marina inflytandet. I delar av Sverige som tidigare har varit täckta av hav kan salt vatten finnas kvar i både jordlager och berggrund och ge höga kloridhalter i grundvattnet. Detta gäller även bergarter

som bildats i hav. Inträngning från hav är en vanlig orsak till höga kloridhalter i strandnära brunnar. Mänskliga påverkanskällor är vägsalt, avloppsinfiltration, soptippar m.m.

Höga nitrathalter beror praktiskt taget enbart på mänsklig påverkan. Problem med höga halter i grundvatten förekommer i jordbruksområden med genomsläppliga jordar, särskilt i jordgrundvatten. Även avloppsinfiltration kan bidra till förhöjda nitrathalter.

Variationerna i järn- och manganhalter kan vara stora, både mellan mycket närbelägna platser och med djupet i ett och samma borrhål. Detta beror på varierande redoxpotential och syreförhållanden. Järn och mangan går i lösning under syrefria förhållanden. Metallerna kan sedan fällas ut i markpartier med högre syrehalt. Detta kan man se tydligt, t.ex. i många grustag där vissa mycket väl avgränsade lager kan vara starkt rostfärgade av järnutfällningar eller svartfärgade av manganutfällningar. Av denna anledning bör analysresultat gällande dessa parametrar tolkas med särskild försiktighet.

BILAGA 10

Redovisning av analysresultat för miljögifter

I tabellen redovisas analysresultaten med avseende på bekämpningsmedel, alifater, aromater, BTEX (benen, toluen, etylbensen och xylener), polyaromatiska kolväten (PAH:er) samt högfluorerade ämnen (PFAS). Med ED avses PFAS ej detekterad i halter över rapporteringsgräns.

Parameter	Enhet	Ull-rör4, slamlagunerna	Ull-005, vid E4
Tidpunkt		2020-06-10	2020-06-09
PFBA (perfluorbutansyra)	ng/l	<0,60	<0,60
PFPeA (perfluorpentansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFHxA (perfluorhexansyra)	ng/l	<0,30	0,44
PFHpA (perfluorheptansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFOA (perfluoroktansyra)	ng/l	<0,30	0,64
PFNA (Perfluornonansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFDA (perfluordekansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFUdA (perfluorundekansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFDoA (perfluordodekansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFTeDA (perfluortetradekansyra)	ng/l	<1,0	<1,0
PFHxDA (perfluorhexadekansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
HPFHpA (7H-perfluorheptansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
P37DMOA (perfluor-3,7-dimetyloktansyra)	ng/l	<2,0	<2,0
PFBS (Perfluorbutansulfonsyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFHxS (perfluorhexansulfonsyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFHpS (perfluorheptansulfonsyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFOS (perfluoroktansulfonsyra)	ng/l	<0,20	<0,20
PFDS (perfluordekansulfonsyra)	ng/l	<0,30	<0,30
4:2 FTS (fluortelomer sulfonat)	ng/l	<0,30	<0,30
6:2 FTS (fluortelomer sulfonat)	ng/l	<0,30	<0,30
8:2 FTS (fluortelomer sulfonat)	ng/l	<0,30	<0,30
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	ng/l	<0,30	<0,30
Summa PFAS		ND	1,1
EtFOSA (N-etylperfluoroktansulfonamid)	ng/l	<1,0	<1,0
EtFOSAA (N-etylperfluoroktansulfonamid-ättiksyra)	ng/l	<0,30	<0,30
EtFOSE (N-etylperfluoroktansulfonamid-etanol)	ng/l	<1,0	<1,0
FOSAA (perfluoroktansulfonamid-ättiksyra)	ng/l	<0,30	<0,30
MeFOSA (N-metylperfluoroktansulfonamid)	ng/l	<1,0	<1,0
MeFOSAA (N-metylperfluoroktansulfonamid-ättiksyra)	ng/l	<0,30	<0,30
MeFOSE (N-metylperfluoroktansulfonamid-etanol)	ng/l	<1,0	<1,0
PFDoS (perfluordodekansulfonat)	ng/l	<1,0	<1,0
PFNS (perfluornonansulfonat)	ng/l	<0,30	<0,30
PFODA (perfluoroktadekansyra)	ng/l	<0,30	<0,30
PFPeS (perfluorpentansulfonat)	ng/l	<0,30	<0,30
PFTrDA (perfluortridekansyra)	ng/l	<1,0	<1,0
Summa PFAS SLV 11		ND	1,1
naftalen	µg/l		<0,0350
acenaftylen	µg/l		<0,0010
acenaften	µg/l		<0,0010
fluoren	µg/l		<0,0010
fenantren	µg/l		<0,0010
antracen	µg/l		<0,0010
fluoranten	µg/l		<0,0010
pyren	µg/l		<0,0010
bens(a)antracen	µg/l		<0,0010
krysen	µg/l		<0,0010
bens(b)fluoranten	µg/l		<0,0010
bens(k)fluoranten	µg/l		<0,0010
bens(a)pyren	µg/l		<0,0010
dibenso(ah)antracen	µg/l		<0,00060
benso(ghi)perylen	µg/l		<0,00030
indeno(123cd)pyren	µg/l		<0,00030
PAH, summa 16	µg/l		<0,035
PAH, summa cancerogena	µg/l		<0,0030

Parameter	Enhet	Ull-rör4, slamlagunerna	Ull-005, vid E4
PAH, summa övriga	µg/l		<0,035
PAH, summa L	µg/l		<0,035
PAH, summa M	µg/l		<0,0025
PAH, summa H	µg/l		<0,0031
diklormetan	µg/l		<0,10
1,1-dikloreten	µg/l		<0,10
1,2-dikloreten	µg/l		<0,10
trans-1,2-dikloreten	µg/l		<0,10
cis-1,2-dikloreten	µg/l		<0,10
1,2-diklorpropan	µg/l		<0,10
triklormetan (kloroform)	µg/l		<0,060
tetraklormetan (koltetraklorid)	µg/l		<0,10
1,1,1-trikloreten	µg/l		<0,060
1,1,2-trikloreten	µg/l		<0,10
trikloreten	µg/l		<0,10
tetrakloreten	µg/l		<0,060
vinylklorid	µg/l		<0,10
bensen	µg/l		0,14
toluen	µg/l		<0,10
etylbenzen	µg/l		<0,10
xylener, summa	µg/l		<0,10
dibrommetan	µg/l		<0,10
bromdiklormetan	µg/l		<0,10
dibromklormetan	µg/l		<0,10
2,4-diklorfenoxisyra	µg/l		<0,003
AMPA	µg/l		<0,004
Atrazin	µg/l		<0,003
BAM (2,6-diklorbensamid)	µg/l		<0,003
Bentazon	µg/l		<0,003
Bitertanol	µg/l		<0,003
Cyanazin	µg/l		<0,003
Desetylatrazin	µg/l		<0,003
Desisopropylatrazin	µg/l		<0,003
2,4-diklorprop	µg/l		<0,003
Dimetoat	µg/l		<0,003
Diuron	µg/l		<0,003
Etofumesat	µg/l		<0,007
Fluroxipyr	µg/l		<0,005
Glyfosat	µg/l		<0,003
Isoproturon	µg/l		<0,003
Klopyralid	µg/l		<0,006
Kloridazon	µg/l		<0,003
Kvinmerak	µg/l		<0,003
MCPA	µg/l		<0,003
Mekoprop	µg/l		<0,003
Metamitron	µg/l		<0,003
Metazaklor	µg/l		<0,003
Metribuzin	µg/l		<0,003
Metsulfuronmetyl	µg/l		<0,003
Simazin	µg/l		<0,003
Sulfosulfuron	µg/l		<0,003
Terbutylazin	µg/l		<0,003
Thifensulfuronmetyl	µg/l		<0,003
Tribenuronmetyl	µg/l		<0,003
ETU (Etylentiourea)	µg/l		<0,01
Desetylterbutylazin	µg/l		<0,003
Pirimikarb	µg/l		<0,003
Azoxystrobin-Fri syra (CyPM)	µg/l		<0,003
Propyzamid	µg/l		<0,003
Metalaxyl	µg/l		<0,003
Imidakloprid	µg/l		<0,003
Boskalid	µg/l		<0,003