

Grundvattenmagasinet

Böda



Elisabeth Magnusson & Mattias Gustafsson

www.sgu.se

K 762

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-89421-75-2

Författare: Elisabeth Magnusson och Mattias Gustafsson

Granskad av: Lars Rosenqvist

Ansvarig enhetschef: Josef Källgården

Redaktör: Åsa Gierup

Omslagsbild: Bild från magasinet väster om Böda samhälle.

Fotograf: Elisabeth Magnusson, SGU

Utgivningsår: 2026

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

Innehåll

Grundvattenmagasinet Böda	4
Sammanfattning.....	4
Inledning.....	4
Underlag.....	4
Terrängläge och geologisk översikt	7
Hydrogeologisk översikt.....	10
Anslutande ytvattensystem	11
Tillrinningsområde och tillrinning till magasinet.....	12
Uttagsmöjlighet	13
Grundvattnets användning.....	13
Grundvattnets kvalitet.....	13
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet	14
Referenser	16
Bilaga 1. Grundvattenmagasin	
Bilaga 2. Bedömda uttagsmöjligheter	
Bilaga 3. Tillrinningsområden	
Bilaga 4. Exempel på lagerföljder	
Bilaga 5. Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden	
Bilaga 6. Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser	
Bilaga 7. Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning	

Grundvattenmagasinet Böda

Författare: Elisabeth Magnusson och Mattias Gustafsson

Kommun: Borgholm

Län: Kalmar

Vattendistrikt: Södra Östersjön

Databas-id: 250400209

Grundvattenförekomst: Rullbackarna WA69687928, Bödaformationen WA70663404 och Kyrketorpsformationen WA39670598 (enl. VISS, förvaltningscykel 4, 2022–2027).

Sammanfattning

Grundvattenmagasinet Böda ligger på norra Öland cirka 5 mil norr om Borgholms tätort. De centrala delarna av magasinet utgörs av isälvsavlagringen Bödaåsen som stäcker sig från Böda kyrka i sydost till strax söder om Hunderum i nordväst. Jordarternas sammansättning i Bödaåsen är sandig till grusig. Magasinet består även av svallsand och svallgrus, som är avlagrad kring Bödaåsen, samt genomsläpplig morän. Stora delar av magasinet är täckt av flygsandsdynor. Magasinet har avgränsats med hjälp av jordartskartan, jorddjupsmodellen, helikopterburen geofysik (SkyTEM) och utredningar. Uttagsmöjligheterna i magasinet bedöms uppgå till 5–10 l/s med de gynnsammaste förutsättningarna längs med Bödaåsen. Grundvattnets kvalitet inom magasinet är i huvudsak god.

Inledning

De arbeten som redovisas i denna rapport ingår i SGU:s kartläggning av grundvattenmagasin i landet. Syftet är i första hand att skapa planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattentillgångar. För många användningsområden, t.ex. vid avgränsning av vattenskyddsområden, krävs som regel kompletterande undersökningar.

Grundvattenmagasinet Bödas geografiska utbredning ligger inom/sammanfaller delvis med grundvattenförekomsterna Rullbackarna, Bödaformationen och Kyrketorpsformationen, förvaltningscykel 4, 2022–2027 (VISS 2022a–c). Utifrån den grundvattenkartläggning som beskrivs i rapporten föreslås att grundvattenförekomsterna slås samman till en förekomst i nästa förvaltningscykel.

Underlag

SGU:s jordartsdata från 1981 i skala 1:50 000 har använts för magasinavgränsning, och i förenklad form som bakgrundskarta i bilaga 1. Se kartvisaren *Jordarter 1:25 000–1:100 000* på SGU:s webbplats.

Tidigare undersökningar

Inom grundvattenmagasinet Böda finns tre utpekade grundvattenförekomster: Rullbackarna WA69687928, Bödaformationen WA70663404 och Kyrketorpsformationen WA39670598. De geografiska avgränsningarna är framtagna utifrån ett översiktligt underlag (VISS 2022a–c).

Flera grundvattenundersökningar i anslutning till kommunens vattenförsörjning har under de senaste decennierna utförts inom magasinet, främst vid Rullbackarna och Böda. Undersökningarna har gjorts av bland andra Ahlinders ingenjörbyrå AB (1967), Hifab (2012, 2014a–b), K-konsult (1966) och Sydsvenska ingenjörbyrå AB (1966, 1969). Albertsson och Andersson (2012) samt Andersson och Albertsson (2012) presenterade områdets hydrogeologi i sina examensarbeten.

SGU har tidigare beskrivit hydrogeologin i området (Pousette & Möller 1972) och översiktligt i skala 1:250 000 i samband med den regionala grundvattenkartläggningen i Kalmar län (Pousette m.fl. 1981).

SGU har sedan 1968 bedrivit mätningar av grundvattennivåer inom grundvattenmagasinet Böda. Sedan 2016 mäts nivån i rören U37 (SGU Böda_7) och U39 (SGU Böda_9) genom kontinuerlig mätning med automatregisterande logger (fig. 1, fig. 2 och bilaga 4). Rören sattes av Sydsvenska ingenjörbyrån AB och fick då benämningen U37 och U39 men i SGU:s *Kartvisare och diagram för mätstationer* benämns rören Böda_7 och Böda_9.

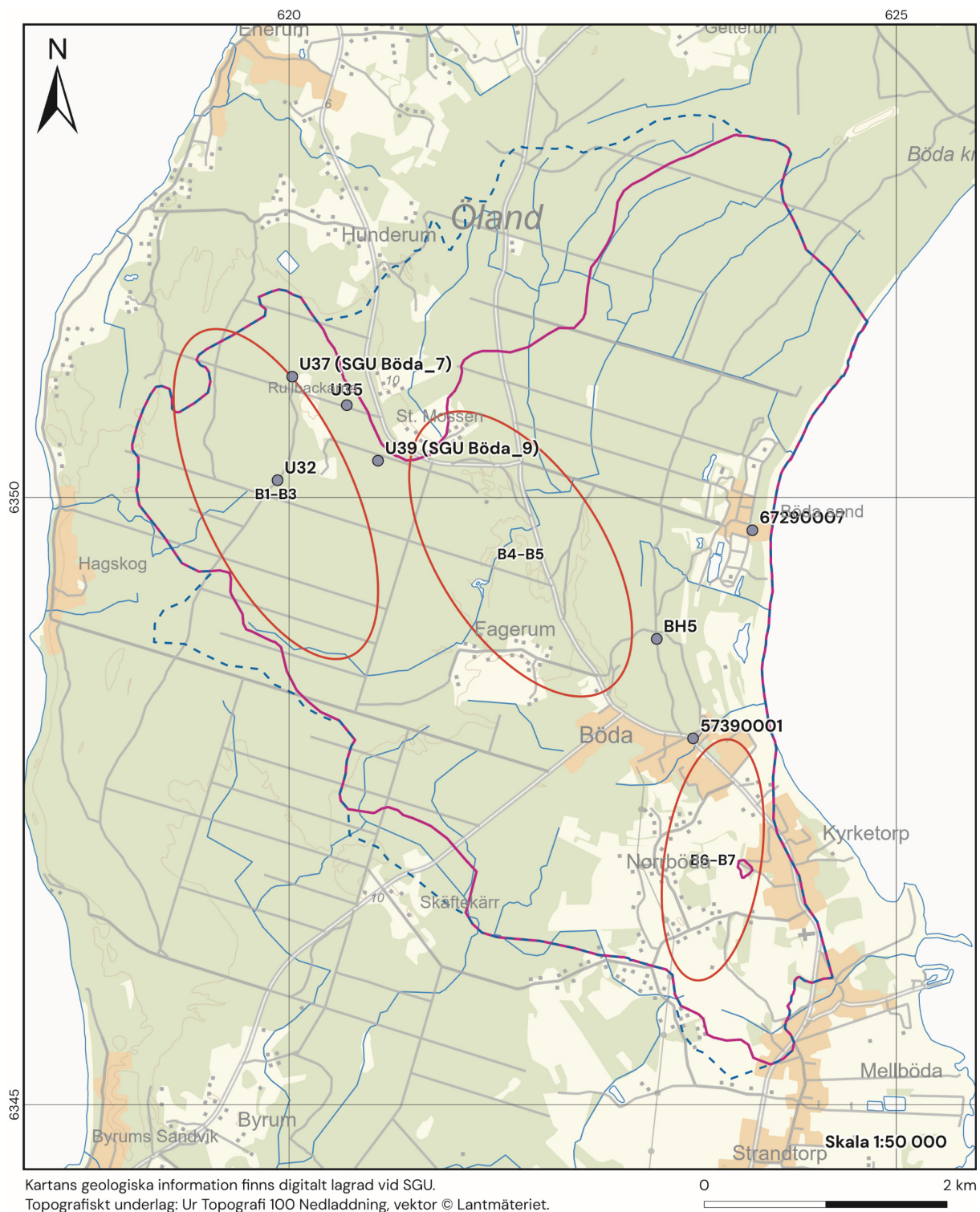
Under 2016 utförde SGU mätningar med helikopterburen geofysik (SkyTEM) över stora delar av Öland (Dahlqvist m.fl. 2018) där bland annat stora delar av grundvattenmagasinet Böda mättes. Den helikopterburna geofysiken kompletterades med georadarmätningar längs en del av vägnätet och borrhningar för att verifiera tolkningen av den helikopterburna geofysiken.

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll, från kommunen, myndigheter, privata aktörer och SGU (information om brunnar, källor, vattentäkter, grundvattennivåer och grundvattenkemi) har använts vid sammanställningen. Ett urval av lagerföljdsuppgifter och grundvattenkemiska data har samlats in från olika utredningar och lagrats i SGU:s databaser.

Kompletterande undersökningar

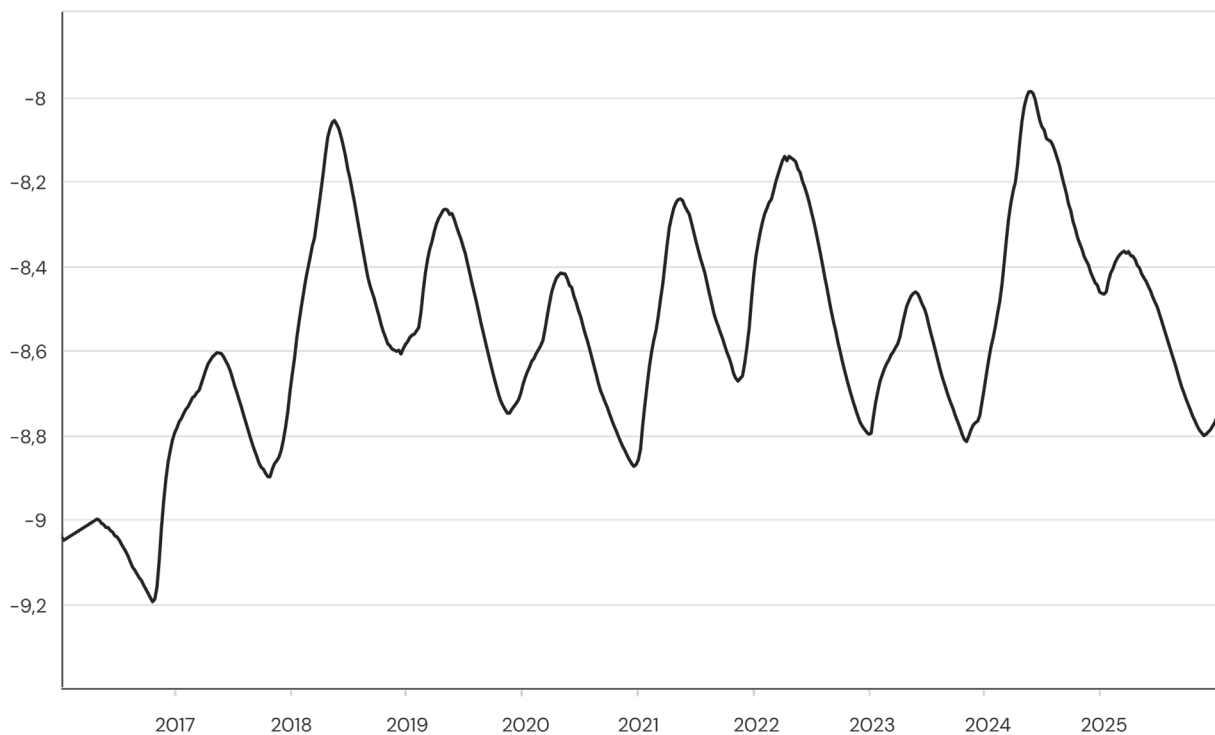
I samband med denna rapportsammanställning har enbart fältbesiktningar genomförts. SGU har inte utfört några kompletterande fältundersökningar inom grundvattenmagasinet i samband med denna sammanställning. Eftersom inga nya fältundersökningar utförts bygger redovisningen av jorddjup och jordlagrens uppbyggnad på tidigare utredningar, befintlig kartläggning av jordarter samt information vid borrhning av bergbrunnar registrerade i SGU:s brunnarsarkiv (SGU 2021). Sammanställningen av tidigare undersökningar har utförts 2021–2022.

Lägena för de borrhningar som utförts vid tidigare undersökningar visas i figur 1. Lagerföljder från dessa borrhningar redovisas i bilaga 4. Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGU:s databaser. En hydrogeologisk databas för det aktuella grundvattenmagasinet har upprättats med den insamlade informationen samt SGU:s jordartsdata som grund. I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområde, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar, samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinet. Information om anslutande ytvattensystem lagras också i databasen. Ett urval av denna information redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås från SGU:s webbplats.



- Grundvattenmagasin
- Grundvattenkemi
- Tillrinningsområde
- Jordlagerföljd (bilaga 4)

Figur 1. Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet.



Figur 2. Grundvattennivåmätningar från SGU:s station Böda_7 (U37). Diagrammet visar grundvattennivå i meter relativt markytan 2016–2025. Sedan 2016 mäts nivåerna automatiskt med en logger (se även figur 1 och bilaga 4).

Terrängläge och geologisk översikt

På Öland är det berggrunden som styr topografin och morfologin (landformerna). Jordmaktigheten är i allmänhet mellan 1 och 5 m, och ofta saknas jordlager helt. Endast i undantagsfall överstiger jordlagrens maktighet 10 m. De jordlager som finns på Öland är avsatta under den senaste istiden, Weichsel, och efter isavsmältningen. Isen smälte bort från området för cirka 15 000 år sedan. Hela Öland ligger under högsta kustlinjen (HK). I samband med landhöjningen har Öland varit utsatt för omfattande svallning från Östersjön vilket har medfört stora områden med svallsediment och tydliga strandvallar som ligger på olika nivåer över nivån för dagens Östersjön.

Grundvattenmagasinet Böda ligger vid samhället Böda på norra Öland. Magasinet utbredd från Böda kyrka cirka 7 km mot nordväst och cirka 7 km norrut utmed Bodbukten. Markytan inom magasinet varierar från havsnivån vid Bodbukten till 18 m ö.h. i den nordvästra delen av magasinet söder om Hunderum. Magasinet yta är cirka 24 km².

Grundvattenmagasinet Böda täcks till största delen av postglaciala svallsediment som sand och grus och vindtransporterad flygsand, bestående av mellansand–finsand. Från Böda kyrka till söder om Hunderum och väster om Store Mossen stäcker sig en av Ölands få isälvsavlagringar, Bödaåsen, som i sin norra del benämns Rullbackarna. Bödaåsen är i SGU:s jordartskarta inte sammanhängande och det har varit svårt att kartlägga åsens utbredning på grund av att svallsedimenten dominerar i ytan (Rudmark 1983). Nordväst om Böda kyrka har åsen en nordlig riktning, som efter cirka 300 m blir mer öst–västlig. Vid Fagerum har Bödaåsen en nordväst–sydöstlig utsträckning. I den sydligaste delen är åsen 2–4 m hög med en yta av blockigt, stenigt grus. Djupare i åsen dominerar sandigt grus. Väster om Fagerum är åsen flack med ett par låga ryggar där grus dominerar med inslag av sand, maktigheten på sedimenten är här 8 m (Rudmark 1983). Bödaåsen har sin mest markanta åsform väster om Stora Mossen vid Rullbackarna, där borrhöjningar visar att åsen har en grovkornig kärna med hårt packat långtransporterat stenigt, grusigt och sandigt isälvsediment.

Den grovkorniga kärnan omges av sand och mo som överlagras av svallsediment av sand och grus. Mäktigheten på Bödaåsen uppgår här till som mest 12 m. Tåktverksamhet har förekommit i Bödaåsen vid Rullbackarna, där det även finns en före detta avfallsdeponi.

Borrningar i anslutning till åsen vid Rullbackarna visar 10,8 m stenigt grusigt sandigt sediment strax norr om grustäkten i U37 (SGU Böda_7). Strax öster om grustäkten har sedimenten en mäktighet på 7,5 m i U35, och sydost om täkten 10 m mäktighet i U39 (SGU Böda_9) (fig. 1 och bilaga 4).

Ett observationsrör, Rb 32, söder om grustäkten vid Rullbackarna visar homogena och väl sorterade silt- och sandlager med cirka 8 m mäktighet (fig. 1, fig. 3 och bilaga 4).

Borrningar gjorda av Hifab (2014a) i ett område söder om Rullbackarna, markerat som låggenomsläppliga jordlager i bilaga 2, visar att morän återfinns under de sorterade sedimenten. Lagerföljden i områdets centrala del är 0–2 m stenigt svallgrus, 2–7 m sand, 7–9 m lera och 9–11 m grovkornig morän med avslut i kalkstenen. Moränen är mycket vattengenomsläpplig. I de högre partierna dominerar sten och grus. Svallsedimentet överlagras i lägre partier av torv.

Vid grundvattenundersökningar för Böda samhälle har borrningar söder om Böda kyrka visat att lagerföljden är grus och sand i ytan, därunder morän och närmast berggrundsytan finns ett vattenförande gruslager (Ahlinders 1967). Uppgifter om mäktighet saknas.

I samband med SkyTEM-undersökningarna gjordes en borrning strax norr om Böda samhälle, 1 km väster om kusten. Borrningen Böda BH5 gav resultatet 0–7,2 m sand, 7,2–9 m grusig sand och 9–11,5 m lerblandad siltig sand på kalksten (fig. 1 och bilaga 4).

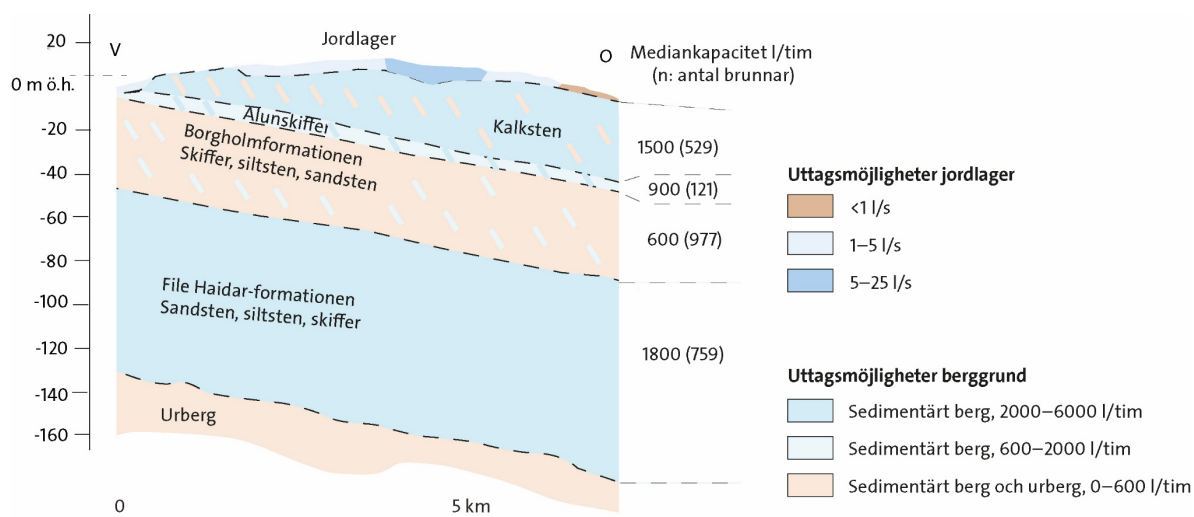
Utmed kusten från Böda och norrut i magasinet finns stora områden med svallsediment och flygsandsdyner. Mäktigheten på dessa sediment är cirka 8 m. Vid Böda Sand finns en brunnborrning 67290007 (se fig. 1 och bilaga 4) med 7,4 m sand som underlagras av morän.

Berggrunden på Öland består av sandstenar, alunskiffer och kalkstenar bildade under kambrium och ordovicium för 570–450 miljoner år sedan (fig. 4). De sedimentära bergarterna vilar på ett urbergspeneplan som tippas 2° mot öster.

I de centrala delarna av Rullbackarna ligger berggrundsytan på 9 m ö.h. Norr om Rullbackarna sluttar berggrundsytan mot norr och öster. Söder om Rullbackarna ligger berggrundsytan på 5 m ö.h. med en lutning mot öster. I den sydvästra delen av magasinet vid Skäftekärr ligger bergytan på 15 m ö.h.



Figur 3. Observationsrör vid Rullbackarna. Foto: Elisabeth Magnusson, SGU.



Figur 4. Tvärprofil av jordlager och berggrund på Öland med uppskattad uttagsmöjlighet för de olika jord- och bergarterna. Statistik från kapacitetsangivelser i SGU:s databas över brunnar ligger till grund för uppskattningarna (Dahlqvist m.fl. 2018).

Hydrogeologisk översikt

Grundvattenmagasinet Böda har avgränsats med hjälp av SGU:s jordartskarta, jorddjupskartan, jorddjupsresultat från SkyTEM (Dahlqvist m.fl. 2018) samt de grundvattenundersökningar som är utförda i området. Magasinet omfattar inte enbart isälvavlagringen Bödaåsen utan även omkringliggande svallsediment och grövre moräner, då dessa generellt är vattenförande i området. Med stöd av jorddjupsuppgifter från SkyTEM har områden med svallsediment med en mäktighet överstigande 5 m avgränsats som ingående i magasinet, då det inom dessa områden bedömts finnas möjligheter till grundvattenuttag.

Grundvattenmagasinet Böda bedöms i huvudsak vara öppet. Undantaget är ett område söder om Rullbackarna där lerskikt medför att slutna förhållanden uppstår och grundvattenbildningen är begränsad. Detta område är markerat med ”låggenomsläppliga lager ovan magasin” i bilaga 2. Bödaåsen har störst mäktighet väster om Stora Mossen söder om Hunderum. Undersökningar visar att åskärnan är hårt packad stenig, grusig sand med dålig vattengenomsläpplighet. Den mättade zonen är här 2–4 m (Sydsvenska ingenjörbyrå AB 1966).

Undersökningar gjorda söder om Rullbackarna visar att moränen som överlagrar berggrunden är mycket vattengenomsläpplig. Denna del av magasinet är enligt undersökningarna 1 km², har homogen utbredning åt alla håll och står i den norra delen i hydraulisk kontakt med Bödaåsen, vid Rullbackarna. Det betyder att grundvatten dränerar in i denna del av magasinet söder om Rullbacken (Andersson & Albertsson 2012).

Vid en 98 dagar lång propumpning med knappt 5 l/s centralt i området söder om Rullbackarna (Hifab 2012), kunde konstateras att det cirka 2 m mäktiga lerlagret som återfinns under svallsanden begränsar det vertikala grundvattenflödet i området mellan den övre sanden och den undre moränen. I samband med propumpningen påverkades grundvattennivån i de observationsrör som står i moränen under lerlagret, medan observationsrör i den övre sanden inte påverkades. Leran antas ha konduktiviteten 1×10^{-9} m/s. Den hydrauliska konduktiviteten i moränen varierar mellan 3×10^{-3} m/s och 1×10^{-4} m/s. I de centrala delarna har konduktiviteten beräknats till cirka $1,8 \times 10^{-3}$ m/s (Hifab 2014a).

I den norra delen av magasinet utmed kusten finns inga undersökningar gjorda. Bedömningen är att ett visst grundvattenuttag (1–2 l/s) är möjligt på grund av viss mäktighet på svallsedimenten, enligt SkyTEM-mätningarna mer än 5 m svallsand–svallgrus.

Grundvattnets strömningsriktning inom magasinet sker i princip mot alla väderstreck ut från Rullbackarna (Hifab 2014a). I området vid Böda Sand är grundvattenströmningen mot öster och Bødabukten.

Grundvattenmagasinet Böda gränsar inte till något annat grundvattenmagasin.

Anslutande ytvattensystem

Inom magasinet finns ett antal bäckar som rinner från den norra gränsen, parallellt med och mellan sanddynerna, söderut mot Böda där bäckarna ändrar riktning mot öster och rinner ut i Östersjön.

Dessa bäckar är nedskurna i sedimenten och dränerar området. Även söder om Rullbackarna förekommer flera bäckar som dränerar området österut mot Östersjön vid Böda. Det finns även bäckar i magasinets södra del som dränerar magasinet och rinner mot Östersjön i väster. Öland är nederbördsfattigt, vilket medför att bäckar och diken ofta är torra under sommaren (fig. 5a–b).



Figur 5. A. Bäck med vattenflöde vid Norrböda i april. B. Samma bäck i augusti är helt torr. Foto: Elisabeth Magnusson, SGU.

Tillrinningsområde och tillrinning till magasinet

Magasinet tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Ett visst tillflöde kan komma från omgivande mark och anslutande vattendrag. Vattendragen bedöms i huvudsak vara dränerande och bidrar knappast under normala och naturliga förhållanden till magasinet i någon större omfattning.

Begreppet ”potentiell grundvattenbildning” avser den grundvattenbildning som skulle ske inom ett område om hela området vore inströmningsområde. Den potentiella grundvattenbildningen är således grundvattenbildningen per ytenhet inströmningsområde (Grip & Rodhe 2016).

Magasinet tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 3) och indelats i kategorierna primärt, sekundärt och tertiärt tillrinningsområde, enligt principer som framgår av bilaga 5. En grov uppskattning av tillrinningen till magasinet från primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1.

Där Bödaåsen går i dagen anges tillrinningsområdet som primärt med en grundvattenbildning på 100 % av den potentiella grundvattenbildningen. Inom övriga delar av magasinet där svallsand utgör yttjordart, och där ler- eller siltskikt bedöms saknas är tillrinningsområdet bedömt som primärt, men med 80 % av den potentiella grundvattenbildningen. De sekundära tillrinningsområdena är områden som saknar dränerande ytvattendrag utanför grundvattenmagasinet. I de sekundära tillrinningsområdena bedöms 80 % av den potentiella grundvattenbildningen tillföras magasinet. De sekundära tillrinningsområdena som avgränsats till magasinet Böda har en begränsad geografisk utbredning. I tertiära tillrinningsområden utanför magasinet bedöms grundvattenbildningen vara 10 % av den potentiella grundvattenbildningen.

Inom magasinet förekommer söder om Rullbackarna ett område med mer sammanhängande ler- och siltskikt. Även detta område har bedömts utgöra tertiärt tillrinningsområde med antagandet att 10 % av den potentiella grundvattenbildningen infiltrerar i magasinet.

Möjligheten till konstgjord grundvattenbildning bedöms generellt som begränsad, då den omättade zonen vanligtvis är liten. Det kan dock inte uteslutas att det lokalt kan finnas möjligheter. Hifab (2014a) lyfter möjligheten till återinjektering av vatten från andra vattenverk inom Borgholms kommun i brunnarna vid Rullbackarna som ett sätt att förstärka grundvattenresursen.

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Potentiell grundvattenbildning *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	23	150 mm/år, 4,7 l/s per km ²	86,5 **
Sekundärt tillrinningsområde	0,7	150 mm/år, 4,7 l/s per km ²	2,7
Tertiärt tillrinningsområde	5,6	150 mm/år, 4,7 l/s per km ²	2,7 ***
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	5–10 l/s		

*Den potentiella grundvattenbildningen grundas på yttrande från SGU (2009) samt Hifab (2014a) där grundvattenbildningen på norra Öland bedöms uppgå till 140–150 mm/år. Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

**Bygger på antagandet att 80–100 % av potentiell grundvattenbildning tillförs magasinet.

***Bygger på antagandet att 10 % av potentiell grundvattenbildning tillförs magasinet.

Uttagsmöjlighet

Den i tabell 1 redovisade uttagsmöjligheten är en grov uppskattning av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinet. Eftersom magasinet bedöms vara så stort att uttag kan ske på flera platser utan att de inbördes påverkar varandra, kan i många fall större mängder totalt tas ut om antalet uttagspunkter ökas. Möjlighet till förstärkt grundvattenbildning genom inducering från ytvattensystem bedöms som liten.

Söder om Böda kyrka provpumpades 1966 två brunnar, med sammanlagt 0,67 l/s. Provpumpningen gav ingen nämnvärd påverkan i observationspunkterna i närheten. I området finns ytterligare en brunn som provpumpades 1964 med okänd volym. Dessa tre brunnar bedömdes av Ahlinder (1967) kunna ge 100 m³/d (1,16 l/s). Sydsvenska ingenjörbyrå AB (1969) gjorde bedömningen att ett uttag på 0,5 l/s kan göras ur två av brunnarna. Vattentäkten är numera nedlagd.

Vid Rullbackarna utförde Hifab (2012) en provpumpning med ett genomsnittligt flöde på 4,8 l/s.

Årsnederbörden är liten på Öland (cirka 450 mm/år), och under torra somrar är det generellt ofta problem med vattenförsörjningen. Öland har under sommaren dessutom en intensiv turism. Detta medför att vattenförbrukningen ökar kraftigt under en period med begränsade vattenresurser, på grund av de omständigheter som råder med liten nederbörd och svårigheter att lagra grundvatten i marken. Skillnaden i grundvattenbildning mellan torra och våta år är påtaglig, och grundvattennivån varierar normalt över året så att nivån är högst på vårvintern och lägst i början av hösten.

Den bedömda hållbara uttagsmöjligheten inom grundvattenmagasinet Böda (5–10 l/s) är betydligt mindre än den totala grundvattenbildningen till magasinet (cirka 92 l/s). Detta beror på att magasinet har en begränsad kapacitet att lagra grundvatten, samt att grundvattenbildningen under sommarhalvåret är mycket begränsad.

Grundvattnets användning

Borgholms Energi AB har tillstånd från Mark- och miljödomstolen i Växjö i dom M 1413–14 till att t.o.m. 2044 bortleda sammanlagt 80 000 m³ grundvatten per år ur brunnar vid Rullbackarna. Sedan 2016 används vattentäkten vid Rullbackarna som sommarvatten till Böda. Även längre uttag än bara under sommaren har varit möjliga. I övrigt görs uttag för enskild vattenförsörjning från ett antal enskilda brunnar.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 2. Tabellen följer i tillämpliga delar SGU:s ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 6. Provpunkternas geografiska lägen framgår av figur 1. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 7. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Underlaget bedöms sammanfattningsvis vara ändamålsenligt eftersom kemiprover tagits från provpunkter spridda över stora delar av magasinet, och både provtagningen och provhanteringen generellt är väldokumenterad. Utförda analyser har dessutom varit relativt omfattande avseende antal parametrar.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinet Böda, som följer under kommande avsnitten *Naturligt förekommande ämnen* och *Mänsklig påverkan*, är om inget annat anges gjord med stöd av SGU:s ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013).

Naturligt förekommande ämnen

Grundvattenkemin i magasinet Böda verkar relativt stabil, även om det finns en viss variation av halter mellan provpunkterna.

Att döma av de redoxkänsliga ämnena järn, mangan och sulfat är grundvattnet i magasinet Böda med något undantag väl syresatt (klass 1 enligt SGU:s ”Bedömningsgrunder för grundvatten”). pH, kalcium- och magnesiumhalterna är måttliga till höga, vilket är naturligt mot bakgrund av kalkstensberggrunden, vilken även kan förklara den relativt höga alkaliniteten. Klorid- och fluoridhalterna är låga.

Mänsklig påverkan

Mänsklig påverkan på grundvattenkemin i det undersökta magasinet kan ses i förhöjda nitrathalter i brunnarna B5 och B7, även om de understiger SLV:s dricksvattenriktvärde på 50 mg/l. Den äldre vattentäkten i Böda är tagen ur bruk, höga nitrathalter var enligt VISS (2022b) en av anledningarna till att vattentäkten ersatts med vatten från annat håll. I brunn B7 är även kalium- och fosfat- halterna höga, vilket kan tyda på påverkan från jordbruk.

Vid provtagning av grundvattenrör i närheten av en skjutbana vid Rullbackarna har förhöjda halter av bly observerats (Hifab AB 2014a). I avsaknad av bredare analyser avseende miljögifter såsom exempelvis tungmetaller, bekämpningsmedel, läkemedel eller petroleumprodukter, går det inte att bedöma om miljögifter förekommer i det aktuella grundvattenmagasinet.

Av de tre grundvattenförekomsterna som berörs av grundvattenmagasinet Böda har alla god kemisk status. Förekomsterna Rullbackarna och Kyrketorpsformationen är inte klassade avseende kemisk risk (VISS 2022a, 2022c), medan Bödaformationen är bedömd att vara i potentiell påverkansrisk avseende förhöjda nitrathalter (VISS 2022b).

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet

Norra Öland är redan nu ett av de områden i Sverige som har lägst grundvattenbildning. Bristen på grundvatten kan bli ännu större vid ett förändrat klimat på grund av förändrat mönster för grundvattenbildningen. Av de tre grundvattenförekomsterna som berörs av grundvattenmagasinet Böda är förekomsten Rullbackarna klassad med otillfredsställande kvantitativ status på grund av öns historik med torka och vattenbrist (VISS 2022a). Grundvattenförekomsterna Bödaformationen och Kyrketorpsformationen är bedömda att vara i risk för inte uppnå god kvantitativ status (VISS 2022 b, c).

Enligt MSB:s översvämningskartläggning (MSB 2022) finns det en risk att delar av de kustnära områdena vid Böda Sand kommer att översvämmas vid 1,5 m förhöjd havsnivå. Vid förhöjd havsnivå med 4,5 m kommer kusten vid Böda Sand översvämmas upp till Böda kronopark, och områdena öster om magasinet fram till magasinsgränsen vid Böda kyrka.

Tabell 2. Sammanställning av samtliga tillgängliga analysresultat på uttagna prover från grundvattenmagasinet Boda. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas läsaren till figur 1, bilaga 4 och 6. Sammanställningen följer i tillämpliga delar klassindelningen i SGU:s "Bedömningsgrunder 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). För några parametrar anges "<" vilket innebär att ett prov ligger under rapporteringsgränsen för parametern.

Parameter	Enhet	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
Tidpunkt för provtagning		2011-04-05	2011-10-11	2021-04-05	2014-06-02	2017-11-07	2013-06-11	2016-02-02
Temperatur	T		3	7,9				
pH		8,2	8,2	8,1	7,8	6,9	7,2	7,5
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	79	92	88	190	81	67	340
Kalcium	mg/l	28	34	31	71	27	26	110
Kalium	mg/l	1,5	1,6	1,7	1,6	6,3	4,7	12
Magnesium	mg/l	2	2	2	1,8	3,3	4,3	5,3
Natrium	mg/l	6,2	6,5	6,2	5	10	5,8	14
Totalhårdhet	mg/l	31	37	34	71	33	33	121
Totalhårdhet	dH	4,4	5,2	4,8	10	4,6	4,6	17
COD _{Mn}	mg O ₂ /l	0,69	1	0,86	2,2	13	9,5	4
Färg	mg Pt/l	<	6	7	11	58	150	9
Turbiditet	FNU	0,66	1,5	1,7	0,85	0,49	32	0,12
Klorid	mg/l	7,1	8,3	7,8	7,8	14	9,3	20
Konduktivitet	mS/m	18	22	20	34	26	21	70
Sulfat	mg/l	13	14	13	13	20	33	34
Ammonium	mg/l	<	<	<	0,014	<	0,027	<
Nitrat	mg/l	<	<	<	<	19	<	13
Nitrit	mg/l	<	<	<	<	0,016	<	<
Aluminium	mg/l	<	<	<				
Järn	mg/l	0,098	<	0,091	0,23	0,14	6,3	<
Mangan	mg/l	0,059	<	<	0,044	0,028	0,08	<
Arsenik	µg/l				0,36			
Uran	µg/l				1,1			
Bly	µg/l				0,12			
Koppar	mg/l	<	<		<	0,055	<	0,19
Zink	mg/l		<					
Fluorid	mg/l	<	<		0,003	<	0,45	0,38
Fosfat	mg/l	<	<		0,028	0,04	<	0,67

Referenser

- Ahlinders Ingenjörbyrå AB, 1967: Redogörelse för provpumpning av vattentäkt i Böda samhälle, Ölands Åkerbo kommun. Kalmar 1967-03-08. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 4966, 30 s.
- Albertsson, A. & Andersson, C., 2012: Undersökning av utbredning, akvifärparametrar samt strömningsförhållanden hos en akvifär vid Rullbackarna, mellan Böda och Byxelkrok, Norra Öland. Rapport I – Akvifärutbredning. Examensarbete Göteborgs universitet, Geovetarcentrum B-703, 28 s.
- Andersson, C. & Albertsson, A., 2012: Undersökning av utbredning, akvifärparametrar samt strömningsförhållanden hos en akvifär vid Rullbackarna, mellan Böda och Byxelkrok, Norra Öland. Rapport II – Akvifärparametrar och strömningsförhållanden. Examensarbete Göteborgs universitet, Geovetarcentrum B-704, 25 s.
- Dahlqvist, P., Bastani, M., Persson, L., Triumf, C.-A., Erlström, M., Gustafsson, M., Jørgensen, F., Gulbrandsen, M. & Malmberg Persson, K. 2018: SkyTEM-undersökningar på Öland – Geologiska tolkningar och hydrogeologisk tillämpning. *Rapporter och meddelanden 145*. Sveriges geologiska undersökning, 104 s.
- Hifab, 2012: Rullbackarna vattentäkt/Borgholms energi. PM-Långtidsprovpumpning B2011 Rullbackarna. Uppdrag 318978. Kalmar 2012-03-09. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 9317, 41 s.
- Hifab, 2014a: Borgholm energi AB. Rullbackarna vattentäkt. Teknisk beskrivning. Uppdrag 330081. Kalmar 2014-02-26. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 4966, 30 s.
- Hifab, 2014b: Borgholms energi. Rullbackarna grundvattenmodell 2014. Uppdrag 330081. Kalmar 2014-03-03 Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 4966, 51 s.
- K-konsult, 1966: Vatten- och avloppsutredning tillhörande förslag till byggnadsplan för fast. Norrboda 6:1 m.fl., Ölands Åkerbo kommun, Kalmar län. Kalmar 1966-01-26. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 4968, 3 s.
- MSB, 2022: Översvänningsportalen, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <gisapp.msb.se/apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/kustoversvamning.html> åtkommen den 7 juni 2022.
- Pousette, J. & Möller, Å., 1972: Ölands hydrogeologi. *Sveriges geologiska undersökning C 670*, 63 s.
- Pousette, J., Müllern, C-F., Engqvist, P. & Knutsson, G. 1981: Beskrivning och bilagor till hydrogeologisk karta över Kalmar. *Sveriges geologiska undersökning Ah 1*, 113 s.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrapport från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGU:s diarienummer 60–1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 31 s.
- Rudmark, L., 1983: Beskrivning till jordartskartan Borgholm NV/NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 55*, 73 s.
- SGU, 2009: Sakkunnigutlåtande av frågor angående grundvattenbildning och möjligheter för uttag av grundvatten för dricksvattenförsörjning genom Löttorps vattenförsörjningsanläggning i Löttorp, Borgholms kommun, Kalmar län. Mål M 564–06. Lund 2009-05-15. SGU:s dnr 01–862/2005, 9 s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2021: *Brunnar – databas*. Öland. 2021-09-22.

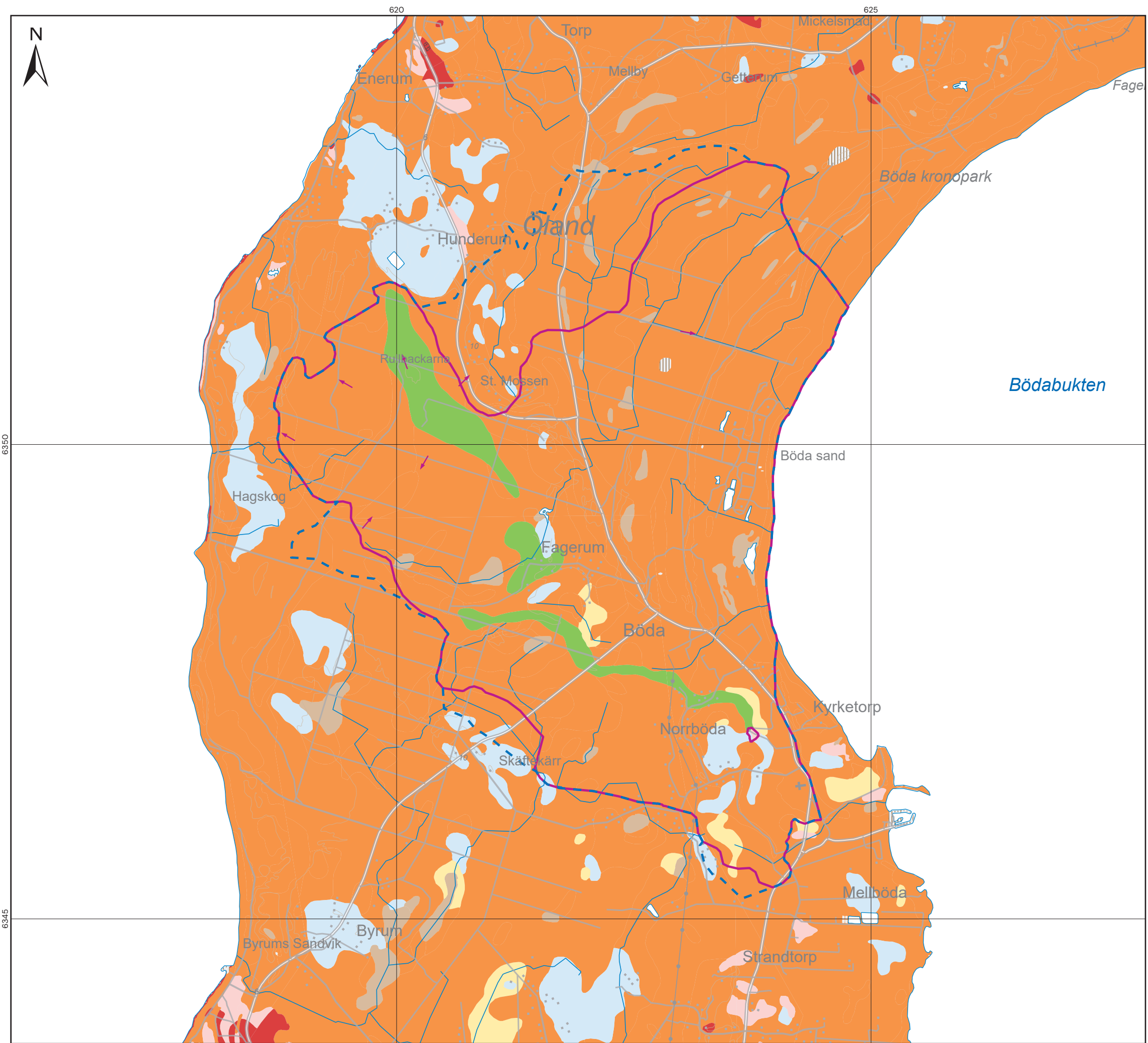
Sydsvenska ingenjörbyrå AB, 1966: Ölands vattentäktsförbund. Geohydrologisk undersökning av Bödaåsen. Malmö 1966-06-15. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 5300, 35 s.

Sydsvenska ingenjörbyrå AB, 1969: Principlösning av vatten- och avloppsfrågorna inom Bödaområdet. Kalmar 1969-06-02. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 4965, 8 s.

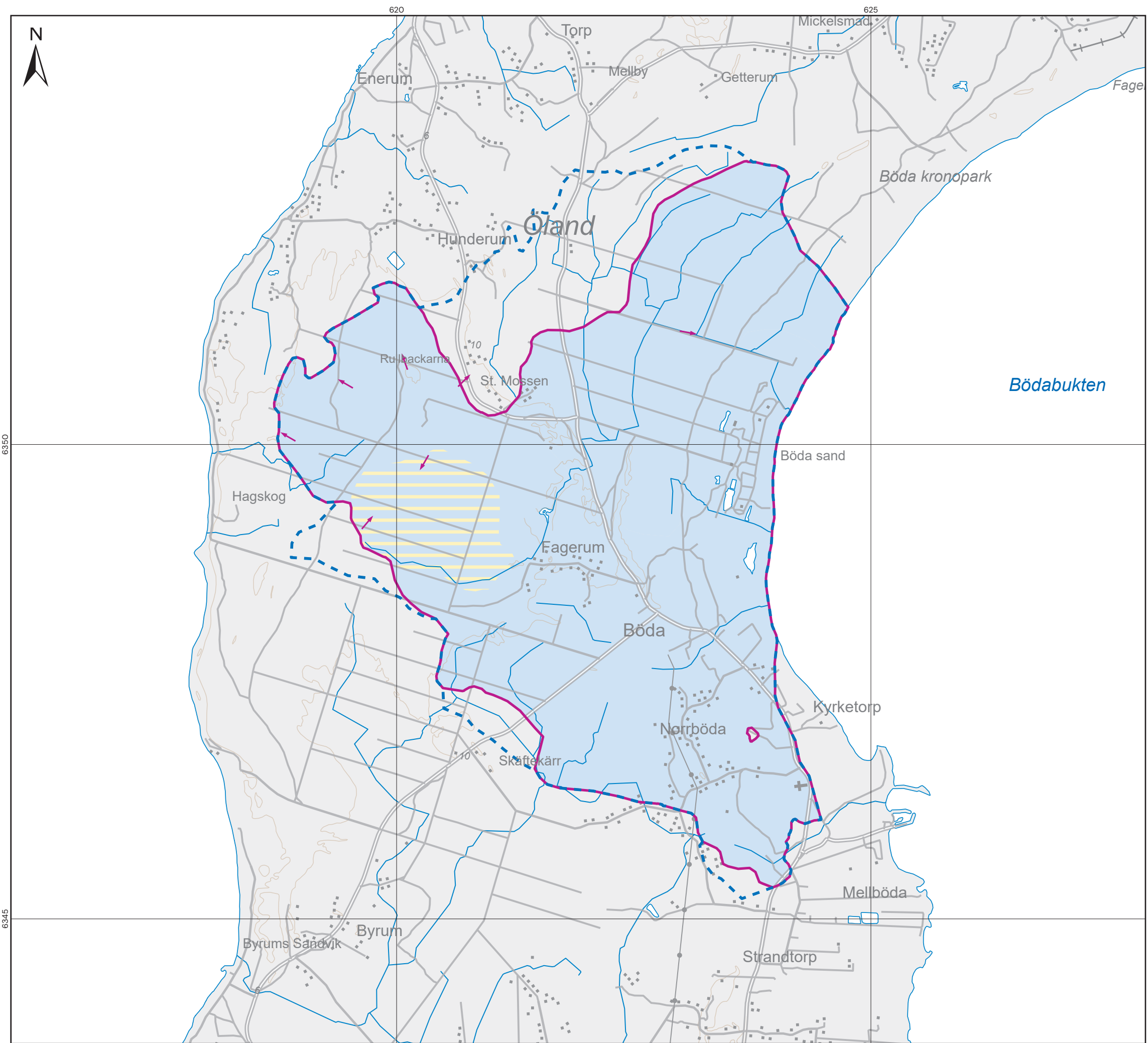
VISS 2022a: VISS. <viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA69687928> åtkommen den 11 maj 2022.

VISS 2022b: VISS. <viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA70663404> åtkommen den 11 maj 2022.

VISS 2022c: VISS. <viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA39670598> åtkommen den 11 maj 2022.



-  Grundvattnets strömningsriktning
-  Tillrinningsområde
-  Grundvattenmagasin
-  Stenbrott, gruva eller bergtäkt
-  Organisk jordart
-  Lera-silt
-  Postglaciala sediment sand-grus
-  Isälvs sediment, sand-block
-  Morän
-  Tunt jordtäck
-  Berg
-  Fyllning



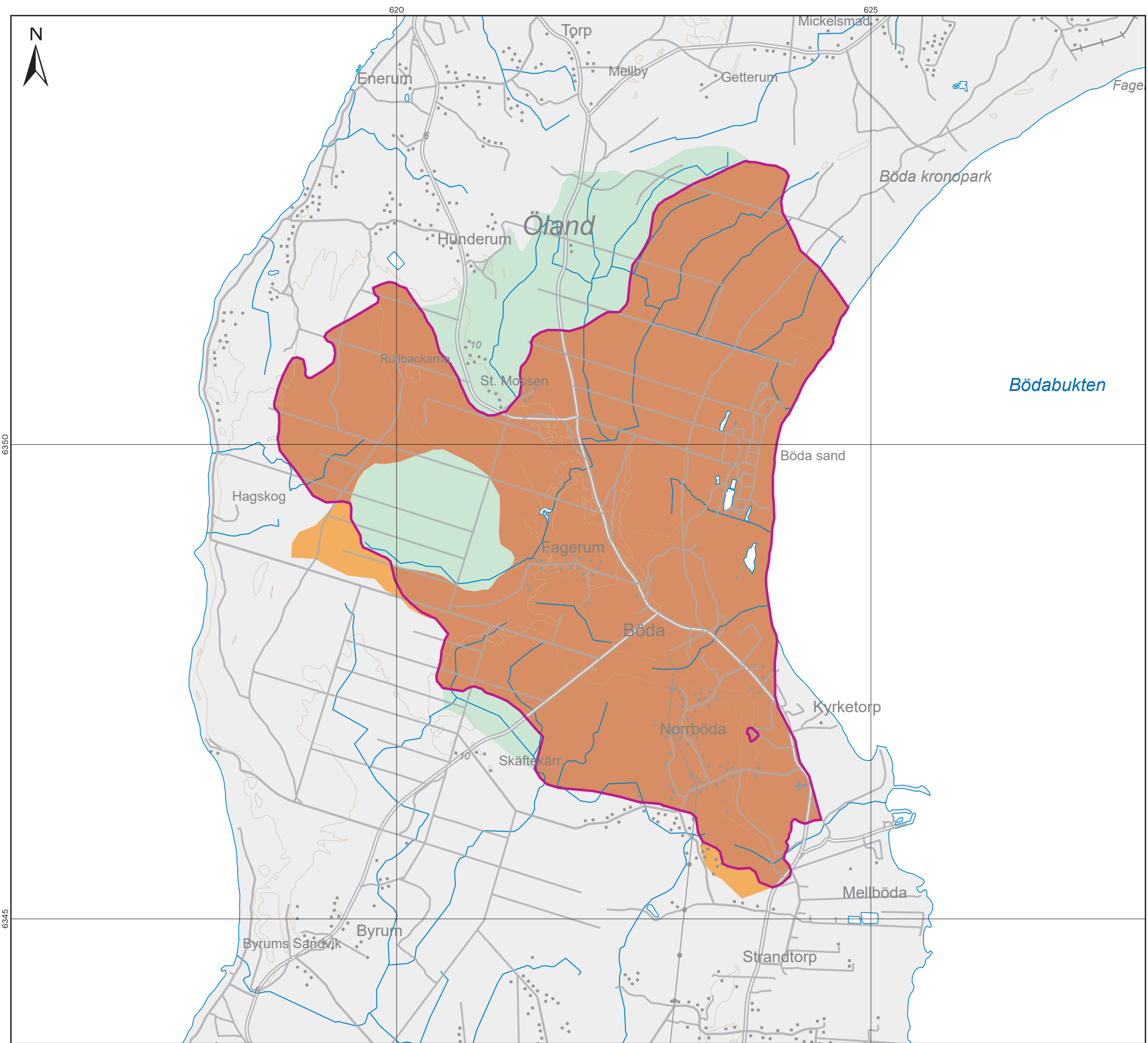
Grundvattenmagasinet K 762

Böda

Bilaga 2. Bedömda uttagsmöjligheter



- Grundvattnets strömningsriktning
- Tillrinningsområde
- Grundvattenmagasin
- Låggenomsläppliga lager ovan magasin
- Bedömd uttagsmöjlighet 1-5 l/s



-  Grundvattenmagasin
-  Primärt tillrinningsområde
-  Sekundärt tillrinningsområde
-  Tertiärt tillrinningsområde

För att läsa mer om tillrinningsområden och definitionen av de olika klasserna se bilaga 5.

Bilaga 4. Exempel på lagerföljder

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

Namn: U35

Utförare: Sydsvenska ingenjörbyrå AB

Databas-id: MGN2016082612

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 350 725, E 620 527

0–1,7 m sand

1,7–3,0 m stenigt grus

3,0–7,5 m något stenig grusig sand

Namn: U32

Utförare: Sydsvenska ingenjörbyrå AB

Databas-id: ELM2022082601

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 350 141, E 619 906

0–2,0 m mellansand

2,0–4,5 m sandig grovsilt–finsand

4,5–8,3 m finsand

8,3–8,4 m sand

Avslut mot berg

Namn: 57390001

Utförare: Lundihns

Databas-id: 57390001

Typ: Brunnsborrning

Koordinater: N 6 348 015, E 623 327

0–5 m finsand

5–9 m grus

9–36 m kalksten röd och grå

36–43 m skiffer

Anmärkning: Salt

Namn: 67290007

Utförare: Lundihns

Databas-id: 67290007

Typ: Brunnsborrning

Koordinater: N 6 349 730, E 623 816

0–3,4 m grävd brunn i sand

3,4–7,4 m sand

7,4–9,8 m morän

9,75–21 m kalksten grå och röd

Anmärkning: Används ej på grund av salt grundvatten.

Namn: Böda BH5

Utförare: HP Borrningar AB

Databas-id: ELM2022082501

Typ: Bergborrning

Koordinater: N 6 348 835, E 623 027

0–7,2 m sand

7,2–9,0 m sand, grusig

9,0–11,5 m siltig sand, lerblandad

11,5–15,0 m kalksten

Namn: U37 (SGU Böda_7)

Utförare: Sydsvenska ingenjörbyrå AB

Databas-id: ELM2022082401

Typ: rör

Koordinater: N 6 350 994, E 620 028

0–1,0 m stenigt grus

1,0–3,0 m sand med enstaka stenar

3,0–6,0 m något stenig grusig sand

6,0–10,0 m stenig grusig sand

10,0–10,5 m sand

10,5–10,8 m grusig sand

Avslut mot berg

Namn: U39 (SGU Böda_9)

Utförare: Sydsvenska ingenjörbyrå AB

Databas-id: ELM2022082402

Typ: rör

Koordinater: N 6 350 301, E 620 734

0–2,0 m sand

2,0–3,0 m stenigt grus

3,0–7,5 m något grusig sand

7,5–9,0 m grusig sand

9,0–10,0 m grusig sand med kalkflis

Avslut mot berg

Bilaga 5. 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 potentiella grundvattenbildningen kan tillföras magasinet.

Term	Definition
Primärt tillrinningsområde	Den del av tillrinningsområdet där grundvattenmagasinet (den grundvattenförande formationen) går i dagen och hela eller den helt dominerande andelen av den potentiella grundvattenbildningen tillförs magasinet
Sekundärt tillrinningsområde	De delar av tillrinningsområdet utanför grundvattenmagasinet varifrån merparten av den potentiella grundvattenbildningen tillförs magasinet via grundvattenflöde och där dränerande ytvattendrag saknas.
Tertiärt tillrinningsområde	De delar av tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin varifrån kontinuerlig ytvattendränering sker och där vanligen endast en mindre andel av den potentiella grundvattenbildningen tillförs magasinet via grundvattenflöde. Till tertiärt tillrinningsområde räknas även markområden ovan eller vid sidan av grundvattenmagasinet, varifrån läckage av vatten till magasinet bedöms kunna ske under särskilda betingelser (avsänkning av grundvattennivån eller punktering av låggenomsläppliga lager genom markarbeten eller dylikt).

Bilaga 6. Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Grundläggande information avseende aktuella provpunkter

Provpunkt	Provtagningsplats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup prov (m u.m.y)	Omättade zonens mäktighet (m)
B1	Grundvattenrör	Sand under lera	Skog	10	0–5
B2	Filterbrunn	Sand under lera	Skog	10	0–5
B3	Grundvattenrör	Sand under lera	Skog	11	0–5
B4	Enskild vattentäkt	Sand	Bebyggelse, skog	Okänt	0–5
B5	Enskild vattentäkt	Sand	Bebyggelse, åker	Okänt	0–5
B6	Enskild vattentäkt	Sand	Bebyggelse, skog	Okänt	0–5
B7	Enskild vattentäkt	Sand	Bebyggelse, åker	Okänt	0–5

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
B1	1	april 2011	Hifab 2014a	Provtagning i samband med undersökning
B2	1	okt 2011	Hifab 2014a	Provtagning i samband med undersökning
B3	1	april 2012	Hifab 2014a	Provtagning i samband med undersökning
B4	1	juni 2014	SGU:s databaser	Fritid
B5	1	nov 2017	SGU:s databaser	Användning permanent
B6	1	juni 2013	SGU:s databaser	Användning permanent
B7	1	juni 2013	SGU:s databaser	Användning permanent

Bilaga 7. 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 nedsipprande 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 svavelhaltiga fossila bränslen tillfördes nederbörden under andra halvan av 1900-talet svavelsyra, som bidrog till ökad sulfathalt och tillskott av vätejoner som bidrog 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 alkalinitet räknat i ekvivalenter. Alkaliniteten, som är ett mått på grundvattnets förmåga att motstå försurning, utgörs inom de normala pH-intervallen av vätekarbonat (HCO_3^-).

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 den omättade zonen eller 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 gyttejeleror.

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. I djupare grundvatten kan nitrathalten under syrefattiga förhållanden sänkas genom att mikrobiell denitrifikation omvandlar nitrat till kvävgas.

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.