

UTKAST

Örebro kommun

Hammarby - Mogetorp

Undersökningsprogram

Ny vattentäkt för Örebro baserad på konstgjord grundvattenbildning

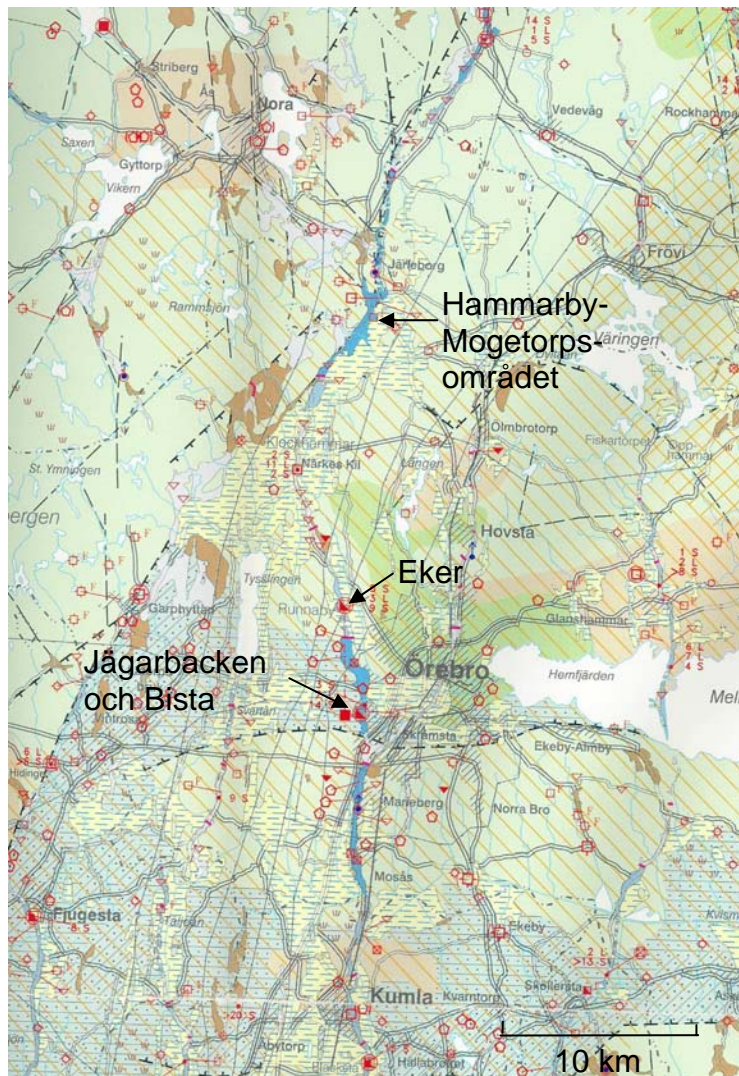
Täby 2006-03-17

Innehållsförteckning

1	Bakgrund.....	3
2	Arbetets genomförande.....	5
3	Råvatten för infiltration.....	6
4	Hydrogeologiska förutsättningar	10
4.1	Allmänt	10
4.2	Identifiering av möjliga infiltrationsområden.....	13
5	Alternativa anläggningsutformningar	15
5.1	Möjliga typer av infiltrationsanläggningar	15
5.2	Möjliga anläggningsutformningar	15
5.3	Preliminärt val av anläggningsutformning.....	16
6	Förslag till undersökningsprogram	18
7	Referenser	21
	Bilagor.....	22

1 Bakgrund

Örebro baserar idag sin dricksvattenförsörjning på konstgjord grundvattenbildning med råvatten från Svartån som infiltreras i en isälvsavlagring med nord-sydlig sträckning strax väster om stadens centrala delar (**Figur 1**). Råvattnet förbehandlas genom kemisk fällning i Skråmsta vattenverk innan det infiltreras i tre områden: Jägarbacken, Bista och Eker. Bista och Jägarbacken ligger i samma hydrogeologiska enhet medan Eker ligger längre norrut och saknar hydraulisk kontakt med de två andra områdena. Den totala vattenproduktionen uppgår i medeltal till ca 36 000 m³/d (420 L/s) och maximalt till ca 45 000 m³/d (520 L/s) fördelat på ca 20 % vardera i Jägarbacken och Bista och resterande 60 % i Eker.



Figur 1. Utdrag från grundvattenkartan över Örebro län med lägen för nuvarande vattentäktsområden och det alternativa Hammarby-Mogetorpsområdet, ungefärlig skala (SGU, 2000).

Läget för den nuvarande dricksvattenförsörjning är utsatt både med avseende på kapacitet och kvalitet. Råvattenkvaliteten i Svartån varierar kraftigt, bl a avseende nyckelparametrar som innehållet av naturligt organiskt material, turbiditet och färg. Den totala halten organiskt material (TOC) är generellt hög och ligger oftast mellan 10 och 15 mg/L men värden över 15 mg/L är relativt vanligt och värden över 20 mg/L förekommer. En riskinventering som kommunen låtit göra i Svartåns avrinningsområde visar på ett flertal potentiella föroreningskällor som negativt kan påverka råvattenkvaliteten. Exempelvis följer E18 ån uppströms råvattenintaget för att sedan korsa ån. Infiltrationsområden i Jägarbacken och Bista är begränsade och belägna i anslutning till ett större industriområde. E18/E20 passerar också åsen inom primär skyddszon. Uppehållstiderna för vattnet från infiltration till uttag varierar i olika delar av områdena men är för flera av brunnarna mindre än en vecka.

Örebro kommun genomförde under slutet av 1990-talet en översiktlig principutredning av möjliga alternativ till nuvarande råvattentäkt och infiltrationsområden. De alternativ som studerades var:

- Hjälmarens – råvattentäkt
- Hjälmarens/Äsön - råvattentäkt/ infiltrationsområde
- Vättern/Vissbodamon – råvattentäkt/infiltrationsområde
- Tisaren – råvattentäkt
- Skagern – råvattentäkt
- Unden – råvattentäkt
- Järleån/ Mogetorp – råvattentäkt/ infiltrationsområde

När frågan åter aktualiserades under 2003 fanns två huvudalternativ kvar; Vättern/Vissbodamon och Järleån/Mogetorp. Efter diskussioner i kommunen beslutades att alternativet Järleån/Mogetorp skulle prioriteras. Kommunen avser därför att utreda Järleån och Hammarby-Mogetorp som framtida område för vattenproduktion och för att där igenom få ett alternativ både vad avser råvatten och områden för konstgjord grundvattenbildning. Järleån är en del av Arbogaåns vattensystem och Hammarby-Mogetorpsområdet ligger i samma isälvsstråk som de nuvarande infiltrationsområdena, men längre norr ut.

Vattenverket i Örebro kommun gav i slutet av november 2005 Grundvattengruppen i uppdrag att upprätta ett program för att klarlägga förutsättningarna för att anlägga en vattentäkt för Örebro i Hammarby-Mogetorpsområdet baserad på konstgjord grundvattenbildning.

Programförslaget förutsattes baseras på befintligt undersöknings- och kartmaterial kompletterat med en fältrekognosering. Det viktigaste underlagsmaterialet utgörs av Sveriges geologiska undersöknings (SGU) utredning "Grundvattenundersökningar av åsavsnittet Kil – Lilla Mon, särskilt Hammarbymagasinet i Örebro kommun, kompletterade sept. – oktober 2004" (SGU, 2004).

Tillgänglig råvattenkvantitet och -kvalitet och de hydrogeologiska förhållandena i området utgör grundförutsättningarna vid bedömningen av möjligheterna för att anlägga en vattentäkt baserad på konstgjord grundvattenbildning. Råvattentillgången sätter gränser

för infiltrationens storlek och kvaliteten påverkar bedömningen av behov av förbehandling, infiltrationsteknik, krav på uppehållstider etc. De hydrogeologiska förhållandena styr, förutom möjligheter till infiltration och uttag, också vilka uppehållstider som kan erhållas i omättad och mättad zon och vilken inblandning som kan erhållas med naturligt bildat grundvatten. Dessa faktorer påverkar i sin tur vilka vattenbehandlingseffekter och vilken renvattenkvalitet som kan förväntas.

Nedan redovisas Grundvattengruppens förslag till program för att klarlägga förutsättningarna för att anlägga en vattentäkt för Örebro i Hammarby-Mogetorpsområdet baserad på konstgjord grundvattenbildning. Förslaget är indelat i etapper som innehåller de undersökningar och analyser som bedöms krävas för att avgöra områdets naturgivna och tekniska förutsättningar att utgöra vattentäkt för Örebro (huvudvattentäkt eller reservvattentäkt, ensamt eller i kombination med andra täkter). Vikten av utvärdering av resultaten från varje etapp och identifiering av behoven av revideringar av programmet som underlag för nästa etapp måste betonas.

2 Arbetets genomförande

Arbetet har genomförts av Grundvattengruppens medarbetare Per-Olof Johansson (uppdragsledare), Håkan Djurberg och Göran Hanson med Carl-Fredrik Müllern, SGU, som underkonsult. GIS-bearbetningarna har utförts av Duncan McConnachie, BlueEarth.

Programförslaget baserar sig på:

- Genomgång och analys av befintligt utrednings- och kartmaterial
- Fältrekognosering i området
- Fortlöpande diskussioner med Lars Ferbe och Anders Tell vid Vattenverket gällande planeringsförutsättningar. Kartunderlag har tillhandahållits av kommunen genom Anders Sjögren

Följande underlag har lämnats underhand från Grundvattengruppen till beställaren som underlag för det fortsatta arbetet:

- Preliminär övergripande tidsplan för utbyggnad av en ny vattentäkt för Örebro i Hammarby – Mogetorp baserad på konstgjord grundvattenbildning (2005-12-15, rev 2006-01-20 och 2003-03-17), se **Bilaga 1**.
- Förslag till kompletterande grundvattenrör (2006-01-22, kompl 2006-02-17), se **Bilaga 2**.
- Skiss och fotografier som underlag för design och tillverkning av utrustning för sprinklerinfiltration (2006-01-27), se **Bilaga 3**.

3 Råvatten för infiltration

Den naturliga grundvattenbildningen i Hammarby-Mogetorpsområdet är svår att uppskatta men torde uppgå till högst några tiotal L/s (SGU, 2004). Detta betyder att en grundvattentäkt för Örebro i det aktuella området till helt dominerande del kommer att vara beroende av konstgjord grundvattenbildning. En säker tillgång till ett råvatten i tillräcklig mängd och av god kvalitet är därför av avgörande betydelse för möjligheterna att anlägga en vattentäkt i det aktuella området.

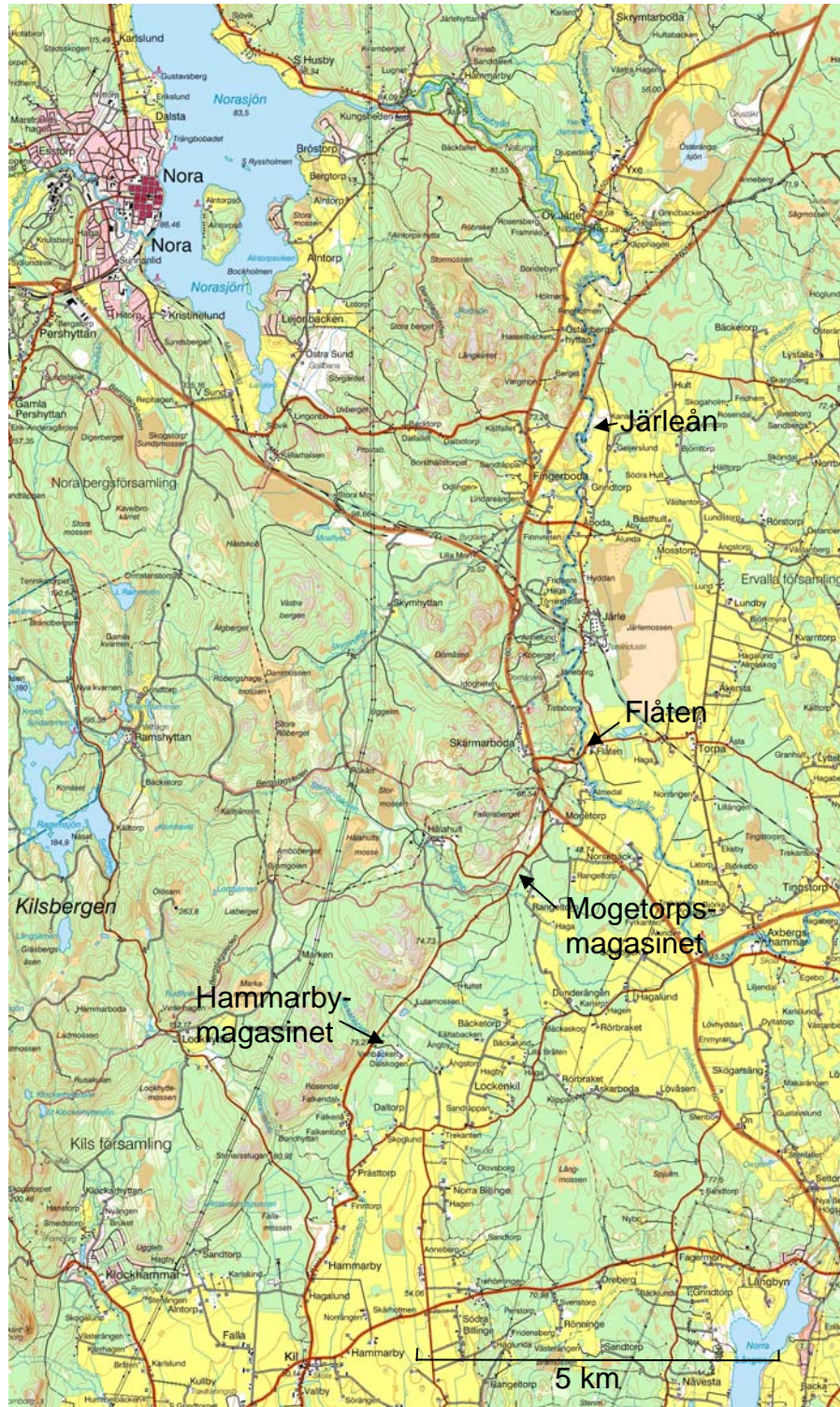
I den principutredning om alternativ till nuvarande vattenförsörjning som kommunen genomförde under senare delen av 1990-talet identifierades flera möjliga råvattentäkter. En av dessa var Järleån som passerar i direkt närhet till de identifierade vattentäktsområdena i isälvsstråket vid Hammarby-Mogetorp. Med hänsyn till de stora kostnader som är förknippade med ledningsdragnings från längre bort belägna råvattentäkter bör undersökningsprogrammet vad gäller råvatten i första hand inrikta sig på att klarlägga vattenföring, vattenkvalitet och motstående intressen samt att utföra en översiktlig riskanalys för Järleån uppströms isälvsstråket vid Flåten, strax norr om Mogetorp (**Figur 2**).

Som underlag för programskrivningen har vissa data gällande vattenföring och vattenkvalitet ställts samman. SMHI har en vattenföringsstation i Järleån vid utflödet från Norsjön (SMHI stn nr 61-50115), ca 12 km uppströms ett möjligt råvattenintag vid Flåten (**Figur 2**). Vattenföringsuppgifter redovisas i **Tabell 1**. Vattenföringen vid Flåten kommer att vara något större men uppgifterna kan användas för översiktliga bedömningar i detta skede.

Tabell 1. Vattenföringsuppgifter från SMHI:s station i 61-50115 i Järleån vid utloppet från Norsjön, 1910-1990 (SMHI, 1993).

Karakteristiska värden	m ³ /s
Högsta högvattenföring (HHQ)	108
Medelhögvattenföring (MHQ)	39
Högsta medelvattenföring (HMQ)	17,8
Medelvattenföring (MQ)	10,9
Lägsta medelvattenföring (LMQ)	4,7
Medellågvattenföring (LQ)	2,6
Lägsta lågvattenföring (LLQ)	0,26
Varaktighet 1 %	43
Varaktighet 50 %	8,0
Varaktighet 75 %	5,0
Varaktighet 95 %	1,9

Det kan konstateras att ett råvattenuttag motsvarande Örebros nuvarande medelvattenproduktion utgör ca 4 % av medelvattenföringen men att uttaget under 5 % av tiden skulle utgöra mer än 20 % och att lägsta lågvattenföringen endast utgör drygt hälften av medelvattenproduktionen. Detta gör att grundvattenmagasinets lagringskapacitet är en intressant egenskap.

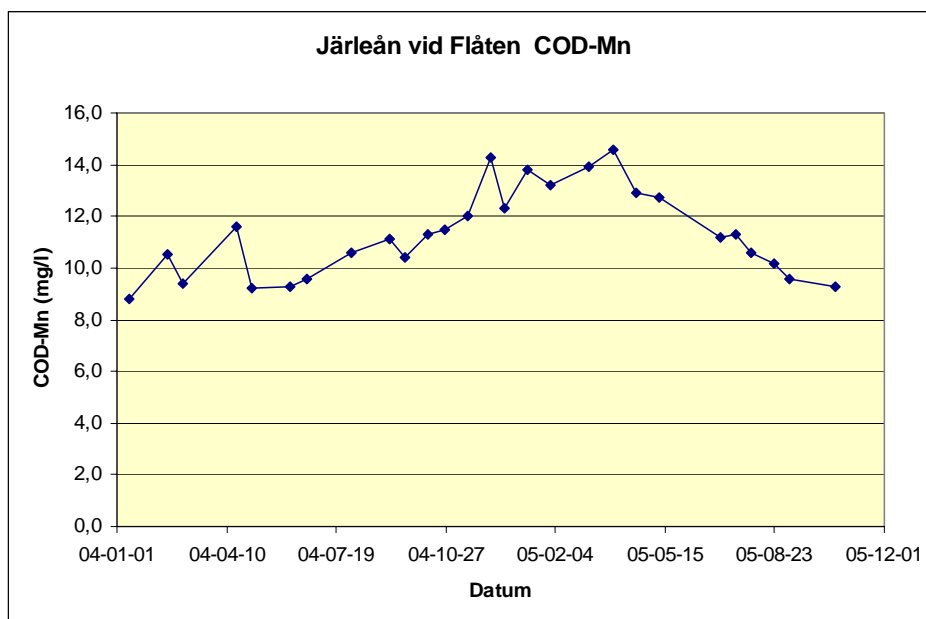


Figur 2. Topografisk karta över undersökningsområdet.

De karakteristiska vattenföringarna för Järleån liknar dem i den nuvarande råvattentäkten Svartån (SMHI stn nr 61-2139); medelvattenföringen är något lägre (10,9 mot 13,3 m³/s) medan medellågvattenföringen är något högre (LQ 2,6 mot 1,9 m³/s) och vattenföringen med 95 % varaktighet densamma (1,9 m³/s) (observera dock att de angivna värdena för Svartån gäller 1975-90 varför värdena inte är helt jämförbara).

Från de vattenföringsdata som redovisas i **Tabell 1** framgår tydligt att ett råvattenuttag för Örebros vattenförsörjning endast marginellt (<10 %) påverkar vattenföringen under 75 % av tiden men att påverkan vid låga vattenföringar kan vara betydande. Inverkan på motstående intressen som vattenkraft och natur- och miljövård måste utredas och kompensation för fallförluster kan bli aktuellt. För råvattenuttaget krävs tillstånd enligt miljöbalken.

Gällande vattenkvaliteten finns längre tidsserier från mätningar som utförs i Arbogaåns vattenförbunds regi i Järleån vid utloppet från Norasjön (stn 6345) (Arbogaåns vattenförbund, 2006). Vattnet har ett pH som oftast ligger strax över 7. Hårdheten är låg, 1-1,5 °dH, liksom alkaliniteten, 10-15 mg/L. Den elektriska konduktiviteten, som är ett mått på vattnets totala saltinnehåll, är relativt låg, oftast 5-6 mS/m. Innehållet av naturligt organiskt material är av särskilt intresse eftersom avskiljningen av detta är en nyckelprocess vid dricksvattenberedningen. Innehållet av organiskt material inverkar mer eller mindre direkt på en rad viktiga dricksvattenparametrar som färg, lukt, smak, risk för bildning av klororganiska föreningar vid desinfektion med klor och risken för mikrobiell tillväxt i distributionssystemet. I vattenförbundets program analyseras innehållet av organiskt material som TOC (Total Organic Carbon) medan det ofta anges som COD_{Mn} (Chemical Oxygen Demand) i dricksvattensammanhang. TOC-värdena vid Norasjöns utlopp har under de senaste 5 åren varit ca 10 mg/L. Som nämnts ovan har kommunen påbörjat vattenprovtagning i Järleån vid Flåten. Organiskt material analyseras här som COD_{Mn}. Resultaten redovisas i **Figur 3**.



Figur 3. Halter av organiskt material i Järleån vid Flåten.

Medelvärde under 2004-2005 ligger på drygt 11 mg/L med de högsta värdena över 14 mg/L. Under den period som överlappande mätningar har varit tillgängliga så är COD_{Mn}-värdena vid Flåten ca 20 % högre än TOC-värdena vid Norasjöns utlopp. För samma vattenprov bör normalt TOC-värdena normalt vara något högre. Resulten indikerar att halten organiskt material ökar från Norasjöns utlopp ner till Flåten. Detta bör utredas närmare genom att också TOC-analyser utförs på vattenproverna i Flåten.

Den påbörjade vattenprovtagningen i Järleån vid Flåten bör fortsätta under projektets gång för att skaffa ett bra underlag vad gäller råvattenkvaliteten. Den nuvarande analysomfattningen bör förutom TOC vid några tillfällen kompletteras med metallanalyser och pesticider. Metallanalyser bör utföras varannan månad under första året och sedan fyra gånger per år. Pesticidanalyser kan utföras fyra gånger under första året. Beroende på analysresultaten kan sedan beslut tas om omfattningen av eventuella fortsatta analyser. Den översiktliga riskanalys gällande potentiella föroreningskällor som föreslagits ovan kan innebära att kompletterande specialanalyser behöver utföras.

En jämförelse mellan Järleåns vatten vid utloppet från Norasjön och Hjälmarens vattenvårdsförbunds station Karlslund (2070) i Svartån (Hjälmarens vattenvårdsförbund) visar att pH är ungefär lika medan alkaliniteten är något högre i Svartån (ofta över 20 mg/L) liksom konduktiviteten. TOC-halterna är också något högre i Karlslund jämfört med vid Norasjöns utlopp, i medeltal ca 13 jämfört med 10 mg/L.

Halten organiskt material vid en möjlig uttagspunkt i Järleån vid Flåten, i medeltal COD_{Mn} ca 11 mg/L, är i jämförelse med ett typiskt råvatten vid svenska infiltrationsanläggningar relativt hög. Det finns anläggningar med liknande halter av organiskt material där en tillfredsställande renvattenkvalitet uppnås utan förbehandling av råvattnet före infiltration. Processerna vid avskiljningen av organiskt material är komplicerade och beror av en rad faktorer kopplade till råvattnets kvalitet och infiltrationsanläggningens utformning varför det är svårt att säga något definitivt om behovet av förbehandling i nuvarande skede.

En eventuell förbehandling kan ske på flera olika sätt. Exempel på möjliga behandlingsprocesser är kemisk fällning, ozonering och filtrering samt membranfiltrering. Gemensamt för alla dessa typer av förbehandling är att kostnaden för anläggning och drift är betydande. En alternativ förbehandling skulle kunna vara en förinfiltration i en kompakt anläggning i ett avgränsat avsnitt av åsen. I programmet föreslås som ett första steg när det gäller möjligheter till förbehandling att inledande undersökningar utförs för att klarlägga förutsättningarna för förinfiltration, se avsnitt 4.2 och kapitel 5.

4 Hydrogeologiska förutsättningar

4.1 Allmänt

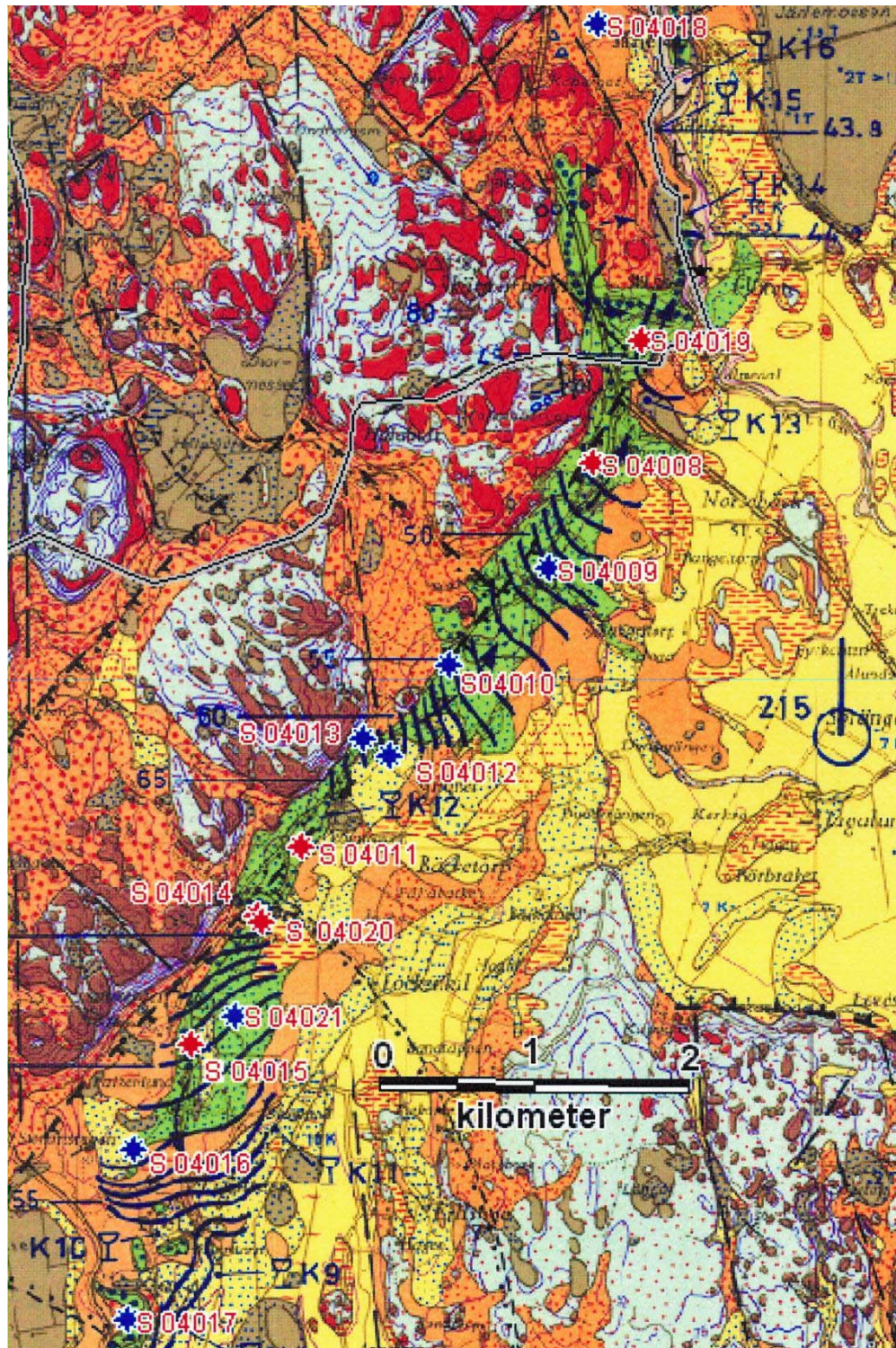
På kommunens uppdrag utförde SGU under 2004 särskilda grundvattenundersökningar på åsavsnittet mellan Kil och Lilla Mon, särskilt Hammarbymagasinet, se **Figur 4**. Arbetet gjordes i anslutning SGU:s pågående grundvattenkartering och syftet var att klarlägga de hydrogeologiska förutsättningarna för att etablera en vattentäkt för Örebro baserad på konstgjord grundvattenbildning. Undersökningarna omfattade sonderingsborrningar, drivning av grundvattenobservationsrör och geofysiska mätningar (seismik och georadar). Sedan tidigare fanns en kartläggning av grundvattenförhållandena i skala 1:50 000 motsvarande det topografiska kartbladet Örebro NV (SGU, 1971). Nedanstående kortfattade beskrivningar baseras i huvudsak på SGU:s undersökningar och för en mer uttömmande redovisning hänvisas till undersökningsrapporten (SGU, 2004).

Det aktuella avsnittet av Örebroåsen ligger 16-22 km norr om Skråmsta vattenverk. Åsen löper här intill Kilsbergsförkastningen som har en NO-SV till N-S-lig riktning. I området ansluter också en stor förkastning vars huvudriktning är Ö-V-lig, Kåglanförkastningen. Den berggrundsmorfologi som förkastningarna har givit upphov till har stor betydelse för åsens karaktär. Bergytan ligger relativt djupt under åsen som till stora delar täcks av lera och svallmaterial (silt, sand och grus). Högsta kustlinjen låg ca 100 m ovan åsens nuvarande yta.

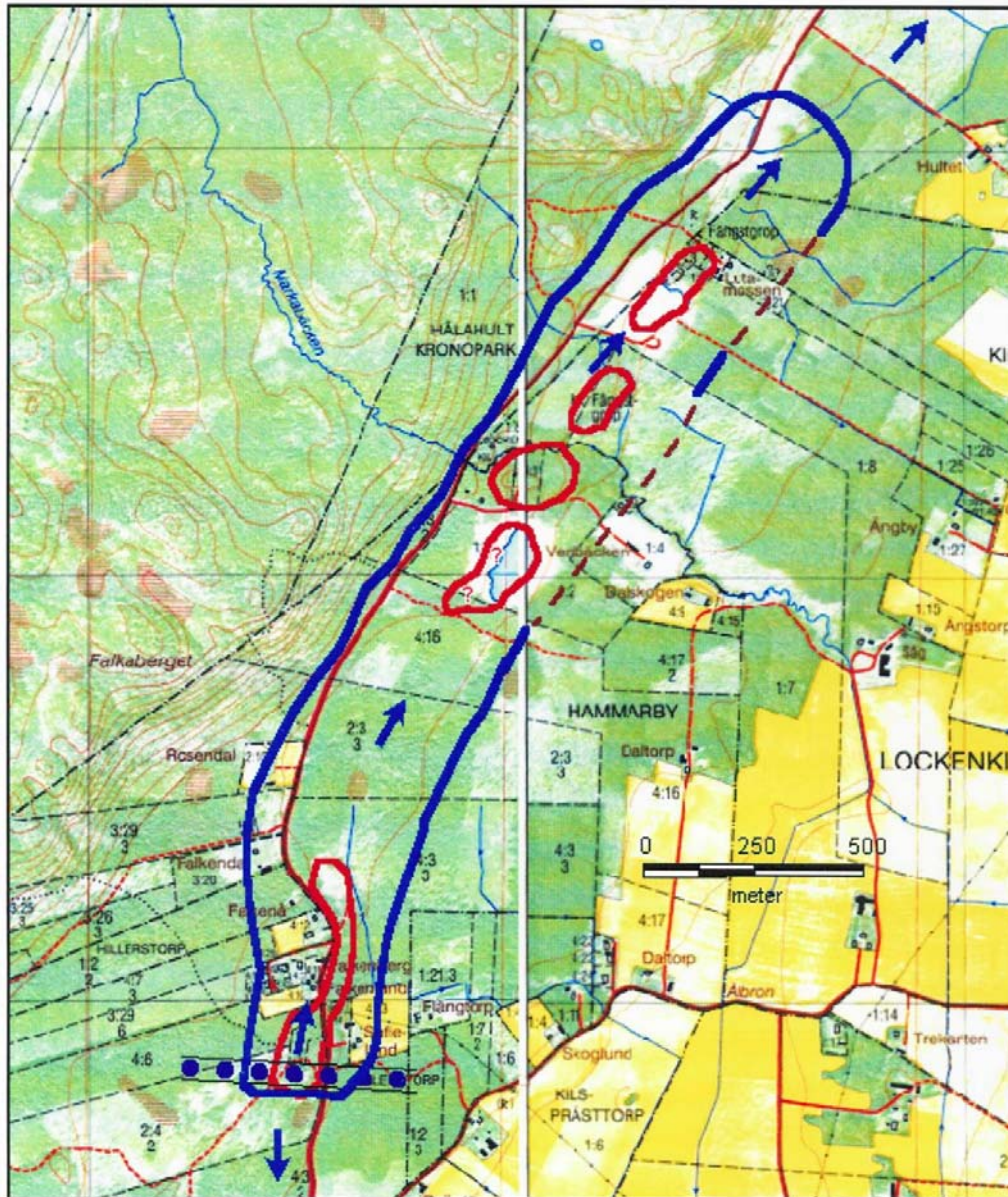
Det aktuella åsavsnittet kan delas upp i två delar, Hammarbymagasinet och Mogetorpsmagasinet, som separeras av ett avsnitt med betydligt sämre vattengenomsläpplighet (vid sonderingsborrningarna S04010, S04012 och S04013, se **Figur 4**). Den sämre vattengenomsläppligheten i detta avsnitt bekräftas av indikationer på finkorniga jordarter i de geofysiska profilerna i området och av grundvattennivåns branta gradient. I övrigt stöder de utförda undersökningarna bilden av mäktiga avlagringar med grovt material som på stora områden överlagras av finkorniga sediment (lera och silt). Jorddjupet är på flera ställen 40-60 m.

Den huvudsakliga grundvattenströmningen är från söder mot norr. Hammarbymagasinet avgränsas i söder av en rörlig vattendelare, se **Figur 5**. Grundvattenytan i Hammarbymagasinet lutar endast svagt mot norr och ligger drygt 60 möh. I det mindre genomsläppliga partiet mellan Hammarby- och Mogetorpsmagasinen är gradienten mot norr betydligt brantare för att sedan flacka ut i Mogetorpsmagasinet på en ungefärlig nivå av 45 möh.

Sammanfattningsvis kan konstateras att förutsättningarna för att lokalisera brunnar med stor uttagskapacitet bedöms vara goda inom såväl Hammarby- som Mogetorpsmagasinet. Förekomsten av ställvis mäktiga finkorniga sediment i ytan gör det svårare att lokalisera lämpliga infiltrationsområden.



Figur 4. Utdrag från hydrogeologiska kartbladet Örebro NV, Ag nr 3 (SGU, 1971) med SGU:s sonderingsborrningar från 2004 markerade (SGU, 2004).



Figur 5. Hammarbysmagasinet gränser (blå – säkra, bruna – osäkra men sannolika). Punktlinjen i söder indikerar en rörlig vattendelare. Områden där infiltration kan vara möjlig är markerade med röd linje (SGU, 2004).

Mogetorpsmagasinet korsas av väg 50 som utgör en potentiell föroreningskälla. Bl a av detta själ bedömde SGU Hammarbysmagasinet som mest intressant och utförde där kompletterande undersökningar.

Vad gäller grundvattenkvalitet har endast några få analyser från vattenprover tagna vid drivning av grundvattentrör vid punkterna S04011, S04015 och S04020 i Hammarbysmagasinet varit tillgängliga. Dessa prover visar på ett vatten med ett pH på 7-7,5, låg hårdhet 1-2 °dH och låg alkalinitet 10-20 mg/L.

Järn- och manganhalterna varierar mellan olika djup och mellan borrhålen. Järnhalter överstigande 1 mg/L finns på några nivåer men flertalet analyser ligger under 0,5 mg/L. Manganhalterna är med något undantag låga (<0,05 mg/L). Det kan vara svårt att i observationsrör ta vattenprover som ger representativa värden på järn och mangan. I Mogetorpsmagasinet finns en kommunal vattentäkt vid Flåten med god vattenkvalitet.

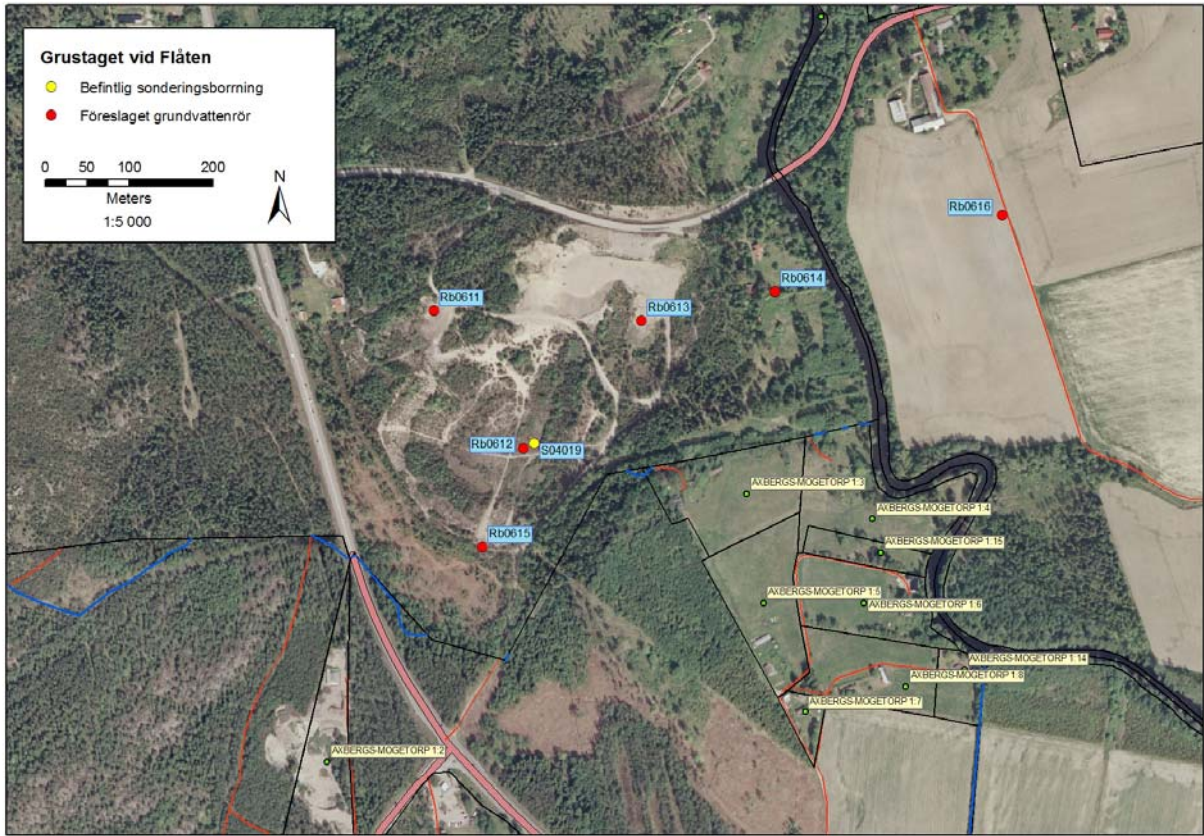
Vikten av att få en bättre uppfattning om den naturliga vattenkvaliteten i området har diskuterats och råd har lämnats för hur provtagningen bör utföras.

4.2 Identifiering av möjliga infiltrationsområden

För Hammarbymagasinet identifierade SGU ett antal möjliga infiltrationsområden, se **Figur 5**. Områdenas avgränsning baseras på sonderingsborrningar och geofysiska mätningar, särskilt georadarmätningar. En mer detaljerad avgränsning infiltrationsområdena finns redovisad i SGU, 2004.

I Hammarbymagasinet finns tre större nedlagda grustäcker, fortsättningsvis kallade Norra, Mellersta och Södra grustagen. I Norra och Mellersta grustagen har grustäkt skett under grundvattenytan och grustagen utgörs idag delvis av grundvattensjöar, se **Figur 5**. Det Södra grustaget, som utgör norra delen av det sydligaste möjliga infiltrationsområdet, är mindre än de båda andra grustagen och ingen grustäkt har skett under grundvattenytan.

Någon identifiering av möjliga infiltrationsområden i Mogetorpsmagasinet utfördes inte av SGU på grund av att undersökningarna koncentrerades till Hammarbymagasinet. Området kring det stora grustaget vid Flåten, se **Figur 6**, bedöms som intressant för en eventuell förbehandling av råvattnet. Kompletterande undersökningar av möjligheterna till såväl inducerad infiltration från Järleån, som här går i direkt anslutning till åsen, som genom bassänginfiltration bör utföras i detta område.



Figur 6. Området kring grustaget vid Flåten.

5 Alternativa anläggningsutformningar

5.1 Möjliga typer av infiltrationsanläggningar

I svenska anläggningar för konstgjord grundvattenbildning används fyra olika infiltrationsmetoder:

- Bassänginfiltration
- Inducerad infiltration
- Brunnsinfiltration
- Sprinklerinfiltration

Bassänginfiltration är den vanligaste formen av konstgjord grundvattenbildning. Råvattnet pumpas upp och infiltreras i bassänger för att sedan tas ut i brunnar. Typiskt är den hydrauliska ytbelastningen i bassängerna ca $2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ medan vattnets uppehållstid mellan bassänger och uttagsbrunnar normalt är någon till några veckor men kan variera från endast några dagar till flera månader. Vid inducerad infiltration placeras uttagsbrunnar i geologiska formationer med god hydraulisk kontakt med något ytvattendrag. Genom pumpning i uttagsbrunnarna skapas en hydraulisk gradient och ett flöde från ytvattendraget mot brunnarna. Brunnsinfiltration för dricksvattenändamål är ovanligt i Sverige men vanligt förekommande internationellt och utgör enda infiltrationsmöjligheten i områden med lågpermeabla jordar i ytan. Brunnsinfiltration ställer bl a krav på en mycket god kvalitet på infiltrationsvattnet. Brunnsinfiltration bedöms inte vara intressant i det aktuella projektet och behandlas därför inte vidare. Sprinklerinfiltration förekommer i Sverige endast i en försöksanläggning i Katrineholm men ett flertal anläggningar i drift finns i Finland. Råvattnet pumpas upp och sprids i ett rörsystem som läggs på marken. Genom sin flexibilitet är sprinklerinfiltration en attraktiv metod i ett försöksskede. Utan ingrepp i naturen kan olika infiltrationsområden testas. För en närmare beskrivning av olika metoder för konstgjord grundvattenbildning och erfarenheter från svenska anläggningar hänvisas till Hanson, 2000.

5.2 Möjliga anläggningsutformningar

Bassänginfiltration och sprinklerinfiltration är de metoder som kan bli aktuella i Hammarbymagasinet medan även inducerad infiltration kan vara möjlig i Mogetorpsmagasinet genom anläggande av brunnar i åsmaterial i direkt anslutning till Järleån vid Flåten.

Den relativt höga halten av naturligt organiskt material i Järleåns vatten gör att det är osäkert om det är lämpligt att infiltrera vattnet utan förbehandling. Vid bassäng- och sprinklerinfiltration påverkas behandlingseffekten främst av den hydrauliska ytbelastningen, den omättade zonen tjocklek (zonen ovanför grundvattenytan) och uppehållstiden i grundvattenzonen. Vid anläggningsutformningen bör man utifrån de naturgivna förutsättningarna eftersträva en låg hydraulisk ytbelastning, en mäktig omättad zon och

lång uppehållstid mellan infiltration och uttag. Utifrån dessa aspekter finns de bästa möjligheterna i Hammarbymagasinet.

Förutsättningarna för inducerad infiltration där åsen ligger i direkt anslutning Järleån kan inte närmare bedömas. Grundvattennivån såväl i Järleborgskällan, en dryg kilometer uppströms grustaget vid Flåten, som i grundvattenrören vid Flåten ligger ca en meter högre än Järleåns vattennivå vilket indikerar en begränsad hydraulisk kontakt. Möjligheterna till inducerad infiltration som förbehandling eller som huvudinfiltration bör dock utredas genom anläggande av en brunn med god uttagskapacitet vid Flåten. Genom en provpumpning kan den hydrauliska kontakten med Järleån klarläggas. Ett vanligt problem vid inducerad infiltration är förhöjda halter av järn och mangan till följd av att syrebriest uppkommer vid nedbrytning av organiskt material i det infiltrerande vattnet. Ett sätt att åtgärda detta är genom sk återinfiltration då vattnet luftas och sedan får infiltrera i bassånger. I en återfiltrationsanläggning kan den hydrauliska belastningen vara väsentligt högre än vid bassänginfiltration (ofta $> 5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) och uppehållstiden i grundvattenzonen mellan infiltration och uttag mycket kort. Detta betyder att en återfiltrationsanläggning kräver avsevärt mindre utrymme än en anläggning för vanlig bassänginfiltration.

Utrymmena för bassänginfiltration är begränsade vid Flåten. Därtill kommer att den omänskade zonens mäktighet är liten i grustaget. Det bedöms därför inte som realistiskt att dimensionera en anläggning med önskvärda hydrauliska ytbelastningar och uppehållstider i området som ett huvudsteg i vattenbehandlingen. Området kan däremot vara intressant för en förinfiltration genom inducerad infiltration och/eller bassänginfiltration där kraven på behandlingseffekten är mindre. En fördel med att använda området vid Flåten för en eventuell förinfiltration är att denna då är helt separerad från en möjlig huvudinfiltration i Hammarbymagasinet och inte heller upptar någon yta i där. Ett problem som måste belysas för en infiltrationsanläggning vid Flåten är de risker som väg 50 och vägen över Järleån vid grustaget innebär och vilka åtgärder som kan vidtas för att minimera dessa risker.

5.3 Preliminärt val av anläggningsutformning

För att kunna utforma ett program för de fortsatta undersökningarna måste trots osäkerheten i underlagsmaterialet ett preliminärt val göras av en möjlig anläggningsutformning. Om en förbehandling av råvattnet krävs före huvudinfiltrationen kan detta ske genom förinfiltration eller någon annan form av reningsteknik. Det betyder att anläggandet av en ny vattentäkt inte är beroende av att en förinfiltration är möjlig. Huvudinfiltrationen är dock beroende av kvaliteten på det vatten som infiltreras vilket kan påverka vilka krav som måste ställas på t ex hydraulisk ytbelastning, omänskad zon och uppehållstider.

I den preliminärt föreslagna anläggningsutformningen för huvudinfiltrationen i Hammarbymagasinet eftersträvas en låg hydraulisk belastning, en mäktig omänskad zon och lång uppehållstid. Grustäktssjöarna som skulle kunna vara möjliga infiltrationsområden väljs i detta skede bort på grund av avsaknaden av omänskad zon. Om de preliminärt förordade infiltrationsområdena inte kan användas är det dock tänkbart att infiltrera i de nuvarande täktsjöarna. Möjligen kan också en omänskad zon tillskapas genom att omfördela massor i grustagen och sänka grundvattennivån i hela magasinet.

Baserat på de kriterier som presenterats ovan föreslås i första hand att de områden som utpekats av SGU mellan Norra och Mellersta grustagen testas som infiltrationsområden (se **Figur 5**, i SGU, 2004 finns också något mer detaljerade områdesavgränsningar). Mäktigheten av den omättade zonen är ca 15 m. Brunnar föreslås placeras i det Södra grustaget och norr om Norra grustaget (se **Figur 5**), där SGU:s undersökningar indikerar stora mäktigheter med grovt material som bör innebära mycket goda uttagsmöjligheter. Som tidigare nämnts lutar grundvattenytan svagt mot norr i Hammarbymagasinet men genom den föreslagna konfigurationen för infiltration och uttag är bedömningen att det går att få grundvattenströmning såväl mot norr som söder från den förhöjning av grundvattennivån i de centrala delarna som infiltrationen kommer att innebära. Den föreslagna utformningen ger ett avstånd av ca 750 m mellan infiltration och uttag i norra delen av området och ca 1000 m i södra området. Genom att dela upp grundvattenflödet blir strömningshastigheterna lägre och uppehållstiderna i grundvattenzonen längre. Ur sårbarhetssynpunkt innebär det också en fördel att dela upp uttaget på två områden.

Underlag saknas för att i nuläget förorda en viss utformning av en förinfiltration. Tillsvi-dare måste både alternativ med inducerad infiltration och bassänginfiltration beaktas. Genom kompletterande rördrivningar, borrning av en brunn med god uttagskapacitet i anslutning till Järleån vid Flåten och provpumpning av denna brunn kan möjligheterna till inducerad infiltration klarläggas. Beroende på utfallet kan sedan olika möjliga alternativ utredas vidare.

6 Förslag till undersökningsprogram

Efter önskemål från beställaren gjordes relativt tidigt i uppdraget en preliminär övergripande plan, inkluderande en tidsplan, för hela utbyggnaden av vattentäkten från starten av de undersökningar som det aktuella programmet gäller fram till idrifttagande av den nya täkten. Denna plan har sedan reviderats i två omgångar och kompletterats med kostnadsuppskattningar för undersökningsdelen och utgör nu det förslag till undersökningsprogram uppdraget gäller, se **Bilaga 1**. Ett förslag till kompletterande grundvattentäkter i området har också lämnats till beställaren tidigare som underlag för de fortsatta undersökningarna, se **Bilaga 2**.

Programförslaget är indelat i **fem etapper och sträcker sig från dec 2005 till nov 2012**. De fyra första etapperna sträcker sig fram till okt 2010 och avslutas med politiska beslut om fortsättning. Varje etapp är i sin tur indelat i olika moment. Planerings- och analysarbete förutsätts löpa kontinuerligt och rapportering ske som underlag för beslut om fortsatta försök, ansökningar om tillstånd etc. Analysarbetet kommer bl a att omfatta tidsserier av yt- och grundvattenflöden, yt- och grundvattennivåer och yt- och grundvattenkemi, utvärdering av provpumpningar och infiltrationsförsök för beräkning av hydrauliska parametrar och uttags- och infiltrationsmöjligheter samt matematisk grundvattenmodellering för att pröva olika infiltrations- och uttagsscenarier.

Programmet kommer att styras av de resultat som successivt erhålls från de hydrogeologiska undersökningarna och är därför mer detaljerat för inledningsskedet. Programmet förutsätter att resultaten av undersökningarna blir sådana att fortsatta undersökningar och en utbyggnad bedöms som möjlig och väljs som alternativ för den framtida vattenförsörjningen.

Genomförandet av undersökningarna och utbyggnaden kräver i flera skeden överenskommelser med sakägare och tillstånd enligt miljöbalken från Miljödomstolen. I tidsplanen förutsätts att nödvändiga överenskommelser kan nås och att tillstånd erhålls. Visst tidsutrymme har också givits för det fall att tvångsåtgärder krävs för exempelvis markåtkomst. Frivilliga överenskommelser bör dock så långt möjligt eftersträvas av flera skäl, inte minst tidsåtgången för domstolsbeslut. I programmet nedan anges för vilka moment som tillstånd enligt miljöbalken bedöms som nödvändiga. Om tillstånd skulle behövas för de inledande provpumpningarna och infiltrationsförsöken (pkt 8, 11 och 13 i **Bilaga 1**) innebär det en försening av projektet med minst ett halvår. Eftersom överenskommelser och tillstånd krävs i flera skeden är det lämpligt att totalt **reservera tid för en försening med ett år** jämfört med den i tidsplanen angivna tiden för idrifttagande av anläggningen.

För etapperna 1-4 har en kostnadsuppskattning gjorts för varje moment av undersökningarna. Kostnadsuppskattningarna inkluderar inte kostnader för markavtal alternativt markinköp eller ersättning för fallförluster kopplade till råvattenuttag i Järleån. Inte heller inkluderas framdragande av el och elförbrukning kopplat till de pumpningar som skall utföras. Kommunens interna kostnader ligger också utanför kostnadsuppskattningarna. Det har antagits att utrustning för sprinklerinfiltration och anordnande av denna typ av infiltration sker i kommunens regi liksom löpande kontroll och övervakning av försöken samt manuella och automatiska grundvattennivåmätningar och vattenprovtagning. Kost-

nader för inköp av utrustning för de automatiska grundvattennivåmätningarna och för vattenanalyser ingår dock.

Utifrån det underlagsmaterial som funnits tillgängligt har osäkerheten kring infiltrationsmöjligheterna bedömts vara viktigast att utreda tidigt och detta utan alltför stora kostnader. Därför gäller det första större försöket ett infiltrationsförsök i Hammarbymagasinet med vatten från sjön i det Mellersta grustaget. Härigenom undviks stora kostnader i form av långa ledningar och brunnborrningar. För att undvika betydande förseningar i projektplanen har vissa moment med betydande kostnader lagts tidigare än vad som annars hade varit naturligt med hänsyn till tillståndsprövning och politiska beslut. Detta gäller framförallt punkten 6 i Etapp 1 och punkten 16 i Etapp 2. För etapperna 1 och 2, som sträcker sig från Dec 2005-Juni 2006 respektive Juni 2006-Aug 2007 har kostnaderna uppskattats till **1,7 resp 2,0 miljoner kr**. Efter undersökningarna i Etapp 2 bedöms ett underlag finnas för politiskt beslut om de fortsatta försöken i Etapp 3 som är väsentligt mer kostnadskrävande. Kostnaderna för Etapp 3 har uppskattats till ca **15 miljoner kr**. De helt dominerande kostnaderna för denna etapp gäller byggnation av en råvattenpumpstation vid Järleån och ledning till huvudinfiltrationsområdena i Hammarbymagasinet, tillsammans ca 11,5 miljoner kr. Med den utformning som föreslagits kan dock båda dessa anläggningar användas vid en utbyggnad av vattentäkten. Detsamma gäller de brunnar som föreslås borraras under projektets olika etapper. Kostnadsuppskattningen för pumpstation och ledning är grov och särskilt vad gäller ledningen kan kostnaden förändras. Det är angeläget att i slutet av etapp 2 göra en noggrannare kostnadsuppskattning (pkt 18 i programmet) som underlag för det beslut som skall fattas om att gå vidare med undersökningarna i Etapp 3.

Undersökningskostnaderna för Etapp 1-4 har uppskattats till 24,3 miljoner kr inklusive 20 % pålägg för oförutsett. Av detta utgör 15-18 miljoner brunnar, en pumpstation, ledningar och sprinklerutrustning som kan användas i en utbyggd anläggning.

För vissa av infiltrationsförsöken har sprinkler- och bassänginfiltration angivits som alternativa metoder. Rekommendationen är att sprinklerinfiltration används för det första försöket i Hammarbymagasinet med vatten från sjön i det Mellersta grustaget. Eftersom infiltrationskapaciteten är osäker är det en stor fördel att försöket kan genomföras utan betydande ingrepp som fällning av skog och urgrävning. Vid det preliminärt föreslagna förinfiltrationsförsöket i Flåten kan det, om infiltrationen genomförs i grustaget, eventuellt vara ekonomiskt fördelaktigt att göra det i form av bassänginfiltration. Vid eventuellt fortsatta infiltrationsförsök i de preliminärt valda infiltrationsområdena i Hammarbymagasinet kan det, av hänsyn till pågående markanvändning, vara lämpligt att använda sprinklerinfiltration i det södra av de båda områdena och bassänginfiltration i det norra.

Det har inte ingått i uppdraget att uppskatta utbyggnadskostnaden för en anläggning med ungefär den utformning som preliminärt föreslås. Som underlag i den vidare beslutprocessen kan det vara lämpligt att en sådan uppskattning görs relativt tidigt under projektet, förslagsvis under Etapp 1.

Undersökningsprogrammets omfattning och varaktighet och det stora antalet personer som kommer att bli inblandade kräver en tydlig projektorganisation och regelbundna projektmöten för styrning och uppföljning där protokoll förs och åtgärdslistor med utpekande av ansvariga upprättas. Vidare rekommenderas att det redan inledningsvis byggs upp en databas kopplat till GIS där information successivt lagras in. Databasen kan,

med olika behörighet, göras tillgängliga för i projektet inblandade parter. Ett fortlöpande underhåll av databasen är viktigt. Databasen blir till stor hjälp inte minst vid de olika modelleringar som planeras utföras av olika infiltrationsscenarioer. Vid en utbyggnad kan databasen kopplad till grundvattenmodellen utvecklas till ett kraftfullt verktyg för drift och skydd av vattentäkten.

Stockholm 2006-03-17

Per-Olof Johansson
Artesia Grundvattenkonsult AB

Håkan Djurberg
AkvaNovum AB

Göran Hanson
Blombergsson & Hanson

7 Referenser

Arbogaåns vattenförbund, 2006. Data från hemsidan www.arbogaans-vattenforbund.se.

Hanson G, 2000. Konstjord grundvattenbildning. 100-årig teknik inom svensk dricks-vattenförsörjning. VA-Forsk rapport 2000-5.

Hjälmarens vattenvårdsförbund, 2006. Data från hemsidan www.hjvvf.orebro.se.

SGU, 1971. Hydrogeologiska kartbladet Örebro NV. Serie Ag nr 3.

SGU, 2000. Karta över grundvattnet i Örebro län. Serie Ah nr 20.

SGU, 2004. Grundvattenundersökningar i åsavsnittet Kil-Lilla Mon, särskilt Hammarby-magasinet i Örebro kommun, kompletterade sept. – oktober 2004.

SMHI, 1993. Vattenföringen i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön. Svenskt vattenarkiv.

Bilagor

- Bilaga 1 Förslag till undersökningsprogram
- Bilaga 2 Förslag till kompletterande grundvattenrör
- Bilaga 3 Utformning av anläggning för sprinklerinfiltration

Bilaga 1

Förslag till undersökningsprogram

Bilaga 2

Förslag till kompletterande grundvattenrör

Bilaga 3

Utformning av anläggning för sprinklerinfiltration