

FRAMTIDA VATTENFÖRSÖRJNING FÖR VÄXJÖ KOMMUN – BEDÖMNING AV OLIKA ALTERNATIV

Future Water Supply of Växjö Municipality – Evaluation of different alternatives

av NASIK AL-NAJJAR, Institutionen för teknik och design/Byggt teknik, Växjö universitet, 351 95 Växjö University
e-post: nasik.al-najjar@vxu.se



Abstract

Water supply in Växjö municipality has since 1887 been based on surface water from Helga lake. A water treatment plant was built in 1957 and was extensively reconstructed in 1969 but there are still problems to accomplish with drinking water quality, mainly related to temperature, smell and taste, manganese and aluminum rest. Present water consumption periodically approached the water treatment plant maximum capacity. A performed risk analysis showed that catastrophic consequences for the water supply could occur due to an accident in a nearby traffic route or discharges from an industrial area.

In 1997 Växjö municipality decided to perform a comprehensive investigation of different alternatives for future water supply. Seven alternatives were evaluated including remedial measures at the present water treatment plant. The chosen alternative was based on supply and conveying ground water from Berga esker at Ljungby municipality. Re-infiltration of ground water will be used to guarantee required water quality and quantity and will be implemented in Autumn 2008 with a planned supply of 200 l per second delivered to about 70.000 persons in the municipalities of Växjö and Alvesta. The article describes the different alternatives, motives for the chosen alternative and the evaluation procedure.

Key words – Ground water, infiltration, water supply, water treatment, Växjö municipality

Sammanfattning

Dricksvattenförsörjning i Växjö kommun har sedan 1887 baserats på ytvatten från Helgasjön. Ett vattenverk byggdes 1957 och en omfattande ombyggnad skedde 1969 men problem återstod med dricksvattenkvalitet med hänsyn till temperatur, lukt och smak, och mangan- och aluminiumrest. Nuvarande vattenförbrukning närmade sig periodvis vattenverkets maximala kapacitet. En genomförd riskanalys visade att katastrofala konsekvenser för vattenförsörjningen skulle kunna erhållas pga en olycka vid en närliggande trafikled eller utsläpp från ett industriområde.

Växjö kommun beslutade 1997 att genomföra en omfattande utredning av olika alternativ för framtida vattenförsörjning. Sju alternativ utvärderades inklusive förbättring av det befintliga vattenverket. Det valda alternativet blev utvinning av grundvatten från Bergaåsen, återinfiltration av grundvattnet och byggande av överföringsledning. Därmed kan säkerställas tillräcklig vattenkvantitet och vattenkvalitet och alternativet kommer att installeras hösten 2008 med planerad levereras av 200 l vatten per sekund till ca 70.000 personer i Växjö och Alvesta kommuner. Artikeln beskriver de olika alternativen, olika motiv för det valda alternativet och proceduren för utvärderingen.

Introduktion

Bestämmelser om dricksvatten finns i Livsmedelverkets föreskrift SLV FS2001:30. Dricksvatten blev klassificerat som livsmedel från och med 1983 och bedöms som

tjänligt, tjänligt med anmärkning eller otjänligt »hälsofarligt». Tjänligt med anmärkning innebär att vattnet har en mindre tillfredsställande sammansättning men bedöms inte medföra hälsorisk. Kommunen bör dock snarast åtgärda vattnet så det uppfyller kravet på tjänligt.

Anmärkningarna kan vara hälsomässigt, estetiskt eller tekniskt grundade och för att bestämma vattnets kvalitet utförs både mikrobiologisk och kemisk undersökning. Till den kemiska undersökningen räknas även färg, lukt, smak och grumlighet. För att skydda en vattentäkt finns Miljöbalkens regler där både brunnsområde och avrinningsområde kan få erforderligt skydd (Nordström, 2001).

Dricksvattenförsörjningen till Växjö stad har sedan 1887 baserats på ytvatten från Helgasjön. Nuvarande vattenverk, som ligger vid Sjöudden i nordvästra delen av Växjö, uppfördes 1957 och den senaste mer omfattande tillbyggnaden gjordes 1969. Vattenverkets nuvarande råvattenintag är beläget på östra stranden av Öjabyviken, som är omgiven av trafikleder, gator, bebyggelse och industriområden. Det nuvarande intaget är därmed utsatt för betydande risker.

Alvesta tätort och Hjortberga försörjes sedan 1960 med dricksvatten från en grundvattentäkt. Sedan dess har det tidvis varit problem med vattenkvaliteten, främst i form av höga halter av humus, järn och mangan, men även bakterier. Med nuvarande anläggning är det svårt att uppnå en stabil och fullgod vattenkvalitet. Ljungby tätort tar idag sitt dricksvatten från tre olika vattentäkter. Någon reservvattentäkt för Ljungby tätort finns för närvarande inte.

Växjö kommun genomförde i slutet av 1980-talet utredningar för den framtida vattenförsörjningen och dessa resulterade i ett två förslag, varav ett med ytvatten och ett med artificiell infiltration som råvattenkälla. Det senare förslaget förordades för fortsatt utredning, men genom myndighetsbeslut gavs byggande av ett nytt avloppsverk högre prioritet.

Under 1997 beslutade Växjö kommun att genomföra en ny övergripande utredning av möjligheter till kommunens framtida vattenförsörjning. Sex olika alternativ presenterades. Parallellt beslutade Växjö kommun att utreda, projektera och ge förslag till åtgärder vid Sjöuddens vattenverk och blev ett sjunde alternativ. Dessutom genomförde Växjö kommun 1998 tillsammans med ett stort antal andra kommuner en enkätundersökning för att ta reda på kommuninnevanornas uppfattning om bl.a kvalitén på dricksvattnet. Baserat på konsumenternas svar kom dricksvattenkvaliteten i Växjö näst sist av samtliga medverkande kommuner. Enkäten visade också att det var fler nöjda konsumenter i de kommuner där dricksvattnet baserades på grundvatten än på ytvatten.

Huvudsyftet med denna artikel är att beskriva de olika alternativen och klargöra motiv för valet av alternativ tre med att utvinna grundvatten från Bergaåsen vid Hallsjö i Ljungby kommun och hur valet tryggar vattenkvaliteten och kvantiteten.

Problembeskrivning för nuvarande vattenverk

Vattenverket ligger på Sjöudden i västra delen av Växjö vid Öjabyvikens sydöstra strand. Öjabyviken är en del av Helgasjön, vilken ingår i Mörrumsåsens tillrinningsområde. En omfattande statusbesiktning, som genomfördes inom fackområdena process, bygg, maskin, VVS och el visade på följande brister: Råvattenintaget är beläget i Öjabyviken på 3 meters djup. Till följd av att intaget idag sker på litet djup, innehåller råvattnet tidvis ett relativt stort antal heterotrofa bakterier. Antalet koliforma bakterier befinner sig i ett intervall som medför att tre mikrobiologiska säkerhetsbarriärer erfordras. Idag finns endast två nämligen, kemisk fällning och klorening.

Intagspunkten i Öjabyviken är den mest riskfyllda av de undersökta intagspunkterna i Helgasjön, eftersom positionen för intagspunkten är placerad så att alla föroreningskällor inom undersökningsområdet kan drabba denna punkt. Dessutom förekommer ett flertal föroreningshot på nära håll kring Öjabyviken, exempelvis i form av dagvattenutlopp, flygplats och vägar med förhållandevis hög sannolikhet för olycka. Vid en eventuell olycka kan konsekvenserna bli allvarliga, eftersom vattenverket idag saknar både reservintag och reservvattentäkt (Scandiaconsult Bygg och Mark AB, 1998). Det har dessutom bedömts att de samhällsekonomiska konsekvenserna av en olycka uppgår till minst 100 milj. kr vid utsläpp av ett besvärligt ämne i Öjabyviken. (VBB Viak, 1995). Eftersom viken är belägen närmast utloppet, dämpas till viss del de svängningar som kan förekomma i kvalitét. Manganhalterna i råvattnet har haft en tendens att öka under 1990-talet. Eftersom nuvarande beredningsprocess inte är utformad för att avlägsna mangan, som därmed finns kvar i dricksvattnet, kan detta leda till problem i ledningsnätet och då framförallt efter islossning och på eftersommaren. (VAI, VA-projekt AB, 1998).

Temperaturen kan sommartid uppgå till som mest ca 24°C, medan temperaturen vintertid kan vara strax under 0,7°C. Uppföljningar av temperaturen visar att nuvarande gränsvärdet 20°C överskrids årligen. Trots installation av kolfilter under 80-talet har konsumenterna drabbats av lukt och smakproblem med jämna mellanrum. Råvattnet har en viss lukt och smak, vilka oftast upplevs som »tydliga». Förekomst av lukt och smak förekommer under hela året. Råvattnets innehåll av organiska ämnen (COD_{Mn}) uppskattas till i medeltal 7 mg/l. Riktvärdet är 10 mg/l och normalt kan man med nuvarande processlösning klara gällande gränsvärden. Parametrar för råvattnet har sammanställts i tabell 1.

Tabell 1. Råvattenkvalitet, intag Öjabyviken, under 1988–1997 (VAI och M&V, 1998).

Parameter	Råvatten, min–max	Önskvärt dricksvatten
Temp (°C)	0,7–24,4	<12
pH	6,6–7,2	ca 8,2–8,5
Alkalinitet (mg/l)	10–15	ca 70
Aggr. CO ₂ (mg/l)	<1–15	0
Ca (mg/l)	ca 7	ca 20–30
COD _{Mn} (mg/l)	5–11	2–<4
Färg (mg Pt/l)	8–10	5–15
Fe (mg/l)	<0,05–0,49	<0,05–0,1
Mn (mg/l)	0,01–0,79	<0,02–0,05
Turbiditet (FTU)		<0,5

Anläggningen befinner sig mycket nära kapacitetstaket på ca 1000 m³/h. Vattenförbrukningen närmar sig tidvis verkets maximala kapacitet. Baserad på förväntad befolkningsutveckling, kan behov av utökad kapacitet förväntas inom kort. På grund av hög ålder hos flera anläggningsdelar och det faktum att ett flertal provisorier är installerade utan att helheten har beaktats, är anläggningen svårskött och medför att arbetsmiljön och säkerheten för personal är dålig. Vattenverket uppfyller idag inte de krav man kan ställa på ett modernt fungerande vattenverk beträffande drift och underhåll. (VAI, VA-projekt AB, 1998).

Möjliga råvattentäkter för Växjö, Alvesta och Ljungby

Den framtida vattenförsörjningen kan baseras på såväl yt- som grundvatten vilket innebär att möjliga råvattentäkter omfattar sjöar, vattendrag samt vattenförande sand- och grusformationer. En översiktlig inventering har visat att det finns fyra sjöar som bedöms som möjliga som råvattentäkt för ett ytvattenverk eller för konstgjord infiltration: Allgunnen, Helgasjön, Vidöster och Örken. Fyra sand- och grusformationer har också bedömts som möjliga som grundvattentäkter med eller utan konstgjord infiltration. (VAI VA-projekt AB, 2001) Dessa sjöar och åsar framgår av figur 1.

Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, har i ett remissvar till de utökade samråden konstaterat »att det i regionen råder brist på geologiska avlagringar i vilka förutsättningar finns för utvinning av grundvatten för storskalig dricksvattenproduktion». Vidare anser SGU »att ianspråktagande av området vid Bergaåsen för dricksvattenproduktion ligger helt i linje med EU:s ramdirektiv för vatten och det föreslagna miljökvalitetsmålet grundvatten av god kvalitet».

Möjliga framtida vattenförsörjningsalternativ

Projektgruppen presenterade i utredningen 1998 utifrån den översiktliga inventeringen, sex möjliga framtida vattenförsörjningsalternativ. Dessutom tillkom alternativet med åtgärder på det befintliga vattenverket, här benämnt Alt. 7.

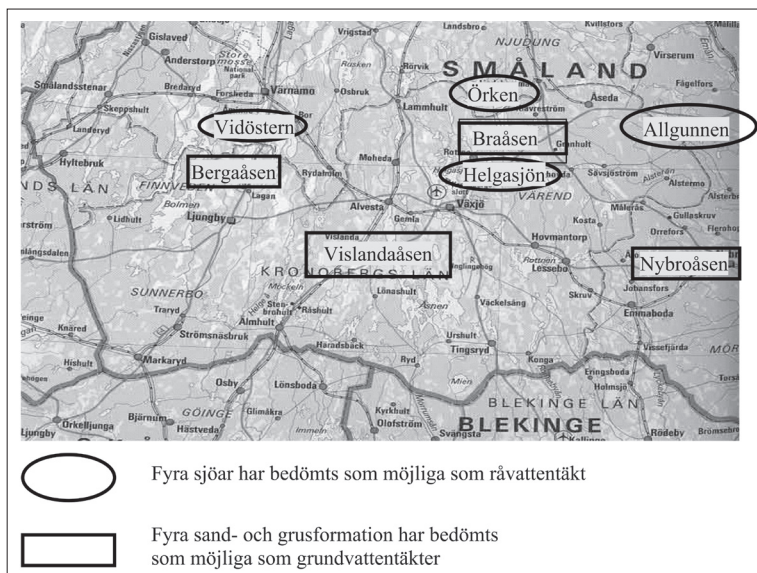


Fig. 1. Sjöar och åsar i Växjö-Alvesta-området.

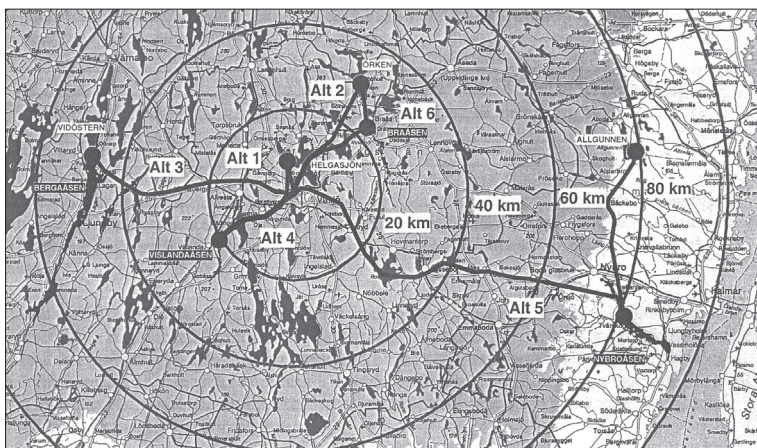


Fig. 2. Vattenförsörjningsalternativ 1 till 6.

De olika alternativen geografiska placering visas i figur 2 och beskrivs i det följande. Beräknade investeringskostnader anges för 1998 (utom för alternativ 6) och dessutom för 2001 för alternativ 1–3 och 7. För det slutligen valda alternativet 3 finns därtill beräknad kostnadsnivå för 2004 och 2007 (tabell 3).

Ytvattenbaserad försörjning

- Alt. 1: Ytvattenverk med intag i Örviken i Helgasjön. 160/217 Mkr
- Alt. 2: Ytvattenverk med intag i norra delen av Örken. 225/315 Mkr

Alt. 1 och Alt. 2 innebär att ett helt nytt vattenverk uppföres i närheten av befintligt vattenverk på Sjöudden. Råvattnet hämtas från Örviken resp. Örken och pumpas till Sjöudden. Råvattnet beredes med manganrening–kemisk fällning–kolfiltrering–alkalisering–desinfektion.

Grundvattenbaserad försörjning

- Alt. 3: Bergaåsen med grundvatten. 220/280 Mkr

Bergaåsen, som är en del av Ljungbyåsen, baseras på grundvatten ur en stor sand- och grusformation mellan Lagan och Dörarp. Återinfiltration av grundvattnet ute i Bergaåsen planeras för att ta bort järn och mangan. Grundvattnet pumpas upp ur brunnar i grundvattenmagasinet. Efter pH-justering och alkalisering pumpas vattnet till Sjöudden i Växjö där det distribueras ut till konsumenterna. För att förhindra tillväxt av bakterier i det av nuvarande vatten påverkade ledningsnätet desinficeras vattnet före utpumpning till konsumenterna.

Grundvatten med konstgjord infiltration

- Alt. 4: Vislandaåsen, infiltration med vatten från Örviken. 270 Mkr

- Alt. 5: Nybroåsen, infiltration med vatten från Allgunnen. 500 Mkr

Alt. 4 och 5 nyttjar vatten från Örviken resp. Allgunnen för konstgjord infiltration. För att skydda både Vislandaåsen och Nybroåsen i det långsiktiga perspektivet renas det överpumpade vattnet från sjön genom kemisk fällning före infiltration. Grundvattnet pumpas därefter från ett stort antal grundvattenbrunnar i åsen. Efter pH-justering och alkalisering pumpas vattnet till Sjöudden i Växjö där det distribueras ut till konsumenterna. Vislandaåsen är en del av Alvestaåsen. Nybroåsen är en stor åsformation mellan Nybro och Vassmolösa. Nybro och Kalmar har idag sina vattentäkter i åsen.

Kombinationsalternativ

- Alt. 6: Braås, med ytvatten från Örken som infiltreras via naturligt långsamfilter i åsen vid Braås vattenverk.

Braås är till stor del utbruten och endast en mindre del i anslutning till Braås vattenverk kan nyttjas. Råvattnet leds från Norra Örken till Braås vattenverk där det förbehandlas med kemisk fällning före infiltration i åsen. Den begränsade åsformationen innebär att uppehållstiden enbart blir några timmar till några dagar och därför kan åsens funktion betraktas vara likvärdig med ett långsamfilter i ett vattenverk. Under utredningsarbetet har kompletterande undersökningar i Braås visat att formationens kapacitet är begränsad, vilket innebär att den prognostiserade vattenförbrukningen svårigen kan produceras. Detta innebär att Alt. 6 inte är genomförbart. Befintligt vattenverk

- Alt. 7: Om och tillbyggnad av befintligt vattenverk i ett 15–20 års perspektiv med intag i Örviken i Helgasjön. 130/179 Mkr

För de olika alternativen har i utredningen 1998 framräknats en investeringskostnad baserad på grova principskisser som underlag. Beräkningarna har därför utförts med 20 % osäkerhet uppåt och nedåt. Utredningskostnader om 10 miljoner kr tillkommer till kostnaderna nedan för år 1998. Under tiden tills den nya vattenförsörjningen beräknades vara i drift, måste det befintliga verket hållas i drift och därför utfördes akutåtgärder för flera miljoner kr för kemikaliehanteringen och elsäkerheten under åren 1998–2001.

Utrednings- och beslutsfattningsprocess

Under 1997 beslutade Växjö kommun att genomföra en ny övergripande utredning av möjligheter till framtida vattenförsörjning för Växjö kommun. Oktober 1998 betraktades alternativ 3, Bergaåsprojekt »att utvinna grundvatten från Bergaåsen vid Hallsjö i Ljungby kommun» som det mest intressanta alternativ av de 7 alternativ som presenterades. Tekniska nämnden i Växjö kommun beslutade i januari 1999 att fortsätta arbetet med att utreda förutsättningarna för detta alternativ och möjlig lokalisering av överföringsledningen till Växjö. Resultatet av första delen av dessa arbeten har redovisats i rapporterna »Förstudie av förutsättningarna för grundvattenproduktion ur Bergaåsen» daterad 2000-10-31 och »Förstudie avseende överföring av dricksvatten mellan Bergaåsen och Växjö» daterad 2000-09-15. Därefter upprättades systemhandlingar som är daterad 2001-04-25, och som beskriver hur grundvattenproduktion skall ske samt hur vattnet skall överföras till Alvesta och Växjö samt vilka anläggningar som erfordras.

Kommunfullmäktige i Växjö beslutade i augusti 2001 att förverkliga genomförandet av vattenförsörjnings-

projektet och att handlingar för tillståndsansökan skulle upprättas. Ett projekt av den här storleken fordrar miljödom och tillåtighetsprovning av regeringen. Ansökan på 1300 sidor om miljödom enligt miljöbalken inlämnades till miljödomstolen i Växjö i december 2001. Handläggningstiden bedömdes till maximalt 1,5 år, men huvudförhandlingar genomfördes i slutet av oktober 2003. Miljöprövningen fungerar så att miljödomstolen granskar ansökan, begär kompletteringar och håller huvudförhandlingar. Därefter avger de ett yttrande till regeringen. Regeringen gör en tillåtighetsprovning, d.v.s. ser om projektet är förenligt med övriga riksintressen o.s.v. t.ex. E4:an. Regeringens beslut ligger sedan till grund för miljödomstolens beslut. Miljödomstolen yttrade sig 2004-01-13 och överlämnade därefter målet till regeringen för provning. Miljödomstolen har i sitt yttrande till regeringen tillstyrkt kommunens ansökan på alla väsentliga punkter. Regeringen yttrade sig positivt i februari 2005. När kommunen äntligen fick sin miljödom den 13 oktober 2005 hade domstolsprövningen pågått i nästan 4 år utan att det funnits några nämnvärda motstående intressen.

Efter miljödomsbeslutet har Lantmäteriverket genomfört ledningsrättsförrättningar för att ge möjlighet att dra fram överföringsledningarna från Bergaåsen till Växjö.

Fig. 3 visar processen för beslutfattande i en schematisk sammanställning.

Val av vattenförsörjningsalternativ

I jämförelsen medtas inte alternativet med Alt. 6 Braåsen, då det inte bedömdes finnas tillräckligt kapacitet för att i framtiden försörja Växjö med vatten. Med hänsyn till de höga investeringskostnader som 1998 beräk-

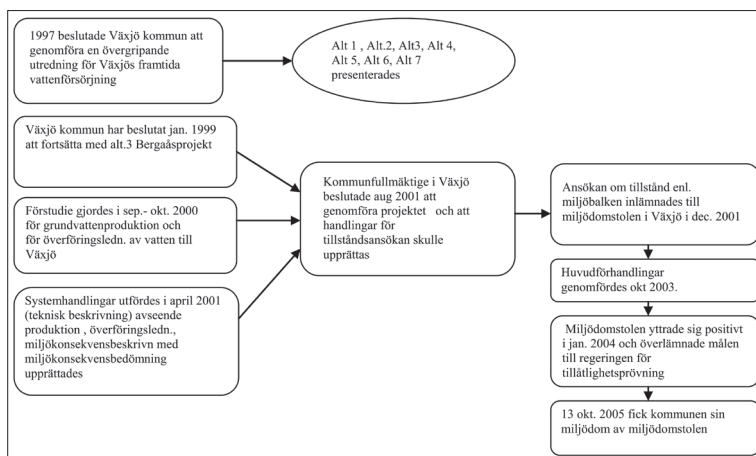


Fig. 3. Processen för beslutfattande.



Fig. 4. Projektområdet »Bergaåsen».

nades för Nybroåsen (Alt. 5), respektive Vislandaåsen (Alt. 4), bedömdes dessa inte vara intressanta att studera ännu en gång.

Med Alt. 1 erhålles ett dricksvatten som uppfyller nu gällande gränsvärdeskrav för samtliga parametrar. Temperaturen skulle dock under några veckor på sommaren överskrida riktvärdet, 12°C. Därför borde vattenverket kompletteras med en kylanläggning som sänker dricksvattentemperatur till riktvärdet hela året. Denna kostar 7–8 milj kr i investeringar och ger en driftkostnad av 10–20 öre/m³ utslaget på årsförbrukningen.

Vid en jämförelse mellan Örviken (för intaget av Alt. 1) och Örken (för intaget av Alt. 2) som råvattentäkt kan konstateras att kvaliteten på Örkens vatten är bättre, har lägre och jämnare temperatur samt lägre innehåll av organiskt material och mangan än Örvikens. Men det långa avståndet innebär att investeringskostnaden för ledningen ökar med ca 85 miljoner kr jämfört med att utnyttja Örviken. Örken har dessutom en betydlig lägre riskexponering och miljöbelastning än Örviken, vilket på lång sikt kan innebära att Örken bibehåller en mycket god vattenkvalitet.

I Alt. 7, där en omfattande om- och tillbyggnad av befintliga vattenverk skulle krävas för att klara erforderliga kapacitets- och kvalitetskrav samt arbetsmiljö- och personsäkerhetskrav. Föreslagna åtgärder beräknas få en livslängd av 15–20 år varefter nya reinvesteringar måste genomföras. För att säkerställa en säkrare, stabilare och bättre råvattenkvalitet föreslås bl.a. att intagspunkten för råvatten flyttas till Örviken. Tidigare utförda riskutred-

ningar visar att Örviken totalt sett är säkrare än Öjabyviken trots närheten till riksväg 30 och flygplatsen. En ny dricksvattenpumpstation med ställverk och strömförsörjningsutrustning har bedömts behövas för att trygga utpumpningen av dricksvatten till konsumenterna.

Flera anläggnings delar är dock 30–50 år gamla och kräver återinvesteringar i ett 15–20 års perspektiv. Kostnaden för akutåtgärderna uppgår till ca 6 Mkr vartill kommer kostnaden för dricksvattenpumpstationen, ca 20 Mkr. En om- och tillbyggnad i det längre perspektivet uppgår till ca 110 Mkr (VAI VA-projekt AB, 1998).

Allteftersom kunskap om Alt. 3 Bergaåsen vuxit i projektet har alternativet med grundvatten blivit mer och mer intressant för Växjö's framtida vattenförsörjning. Genomförd förstudie och framtagande av systemhandling med djupare tekniska studier (1999–2001) bekräftar att Bergaåsen, i enlighet med den översiktliga bedömningen 1998, kan försörja Växjö med dricksvatten av god kvalitet och i tillräcklig kvantitet. De fortsatta utredningarna visade att Ljungby kommun är välvilligt inställd till ett genomförande av Bergaåsens alternativ och även ur markägarsynpunkt bedömdes alternativet vara genomförbart. Av samtliga genomförda undersökningar och propumpningar framgår också att en utökning av uttagskapaciteten bortom ett 30–50 års perspektiv är möjligt.

Beskrivning av Bergaåsens område

Bergaåsen kan beskrivas som den mycket stora och mäktiga sand- och grusavlagring som finns utmed sjön Vidösterns östra strand och vidare söderut till Ljungby och Lagan. Den är en del av de omfattande isälvsanlagringar (rullstensåsar och dess sidoavlagringar) utmed Lagaåns dalgång som sträcker sig från Jönköping i norr till Markaryd i söder (se figur 4).

Den del av Bergaåsen som nu är aktuell att nyttja för kommunal vattenförsörjning är ett område beläget mellan Vidösterns utlopp i Lagan i norr och E4:ans passage över Lagan i söder, ca 15 km norr om Ljungby tätort. Området avgränsas i väster av Lagan och i öster av nya respektive gamla E4:an. Området är drygt 3 km långt och 1 km brett. Området har delats in i tre delområden, Hallsjö Norra, Hallsjö Mellersta och Hallsjö Södra. Avlagringarna i området är upp till 50 meter mäktiga och den grundvattenförande delen uppgår i vissa delar till 35 meter.

Grundvattenformationens vatteninnehåll mellan E4:ans passage över Lagan i söder och i Färsjön i norr bedöms till ca 20 milj. m³, vilket motsvarar ungefär 3 års vattenförbrukning i Växjö och Alvesta. I öster där avlagringarna är tunna och moränen tar vid, ligger grundvat-

tennivåerna på ca +155,0 möh. I grundvattenmagasinet ligger grundvattennivån på +143,0 till 144,0 möh. Grundvattennivåerna varierar under året i huvudsak beroende på förändringar av vattenståndet i Lagan. Nivåförändringarna i grundvattenmagasinet visar att det finns en god hydraulisk förbindelse mellan grundvattenmagasinet och Lagan.

Bedömningsgrunder för Bergaåsens kapacitet

Det var nödvändigt att samla in tillräckligt med data som underlag för att kunna bedöma Bergaåsens kapacitet samt för att få ett tillräckligt underlag till miljödömsansökan. Nedan visas schematiskt i figur 5 de utförda momenten för framtagning av underlaget för miljödömsmen.

Den korrigerade nederbörden för området uppgår i medeltal till ca 880 mm/år. Avrinningen och grundvattenbildningen bedöms vara ca 11 l/s och km². Den nederbörd som faller inom området avrinner antingen via vattendrag eller via grundvattenmagasinet till Lagan. Det område som via grundvattenmagasinet avrinner till Lagan uppgår till ca 7 km². Området omfattas av Hallsjö Södra, Hallsjö Mellersta och Hallsjö Norra, delen söder och väster om Färsjön samt mindre områden väster om Lagan.

Grundvattenbildningen via nederbörden uppgår här totalt till ca 80 l/s (2,5 milj m³/år). Den naturliga grundvattenbildningen täcker således inte behovet vid en vattenproduktion av planerad storleksordning utan tillskott erfordras antingen genom konstgjord infiltration eller genom inducerad infiltration. I det fall som infiltration görs med grundvatten används termen återinfiltration. Grundvattenkvalité i området präglas av naturligt låg alkalinitet och låg hårdhet. Det krävs därför åtgärder för att höja dessa parametrar så att dricksvattenkvalitet uppnås.

För att bedöma Bergaåsens kapacitet som grundvattentäkt och vad som sker i grundvattenmagasinet vid uttag av den mängd vatten som erfordras för Växjö och Alvestas behov har ett stort antal undersökningar utförts. Bl.a. har ca 140 undersökningsborringar utförts sedan 1998 för att kartlägga den jordartsgeologiska uppbyggnaden och grundvattenmagasinet utbredning. Vidare har ett omfattande provpumpningsprogram med bl.a. långtidsprovpumpningar genomförts. Med resultaten från dessa undersökningar och provpumpningar som grund har en särskild datorbaserad grundvattenmodell av delar av åsen konstruerats. Med hjälp av denna modell har sedan flödes- och nivåförändringar vid olika fördelningar av uttag och infiltration kunnat simuleras. Figur 6 visar schematiskt underlag för framtagning av matematisk modell för bedömning av Bergaåsens kapacitet.

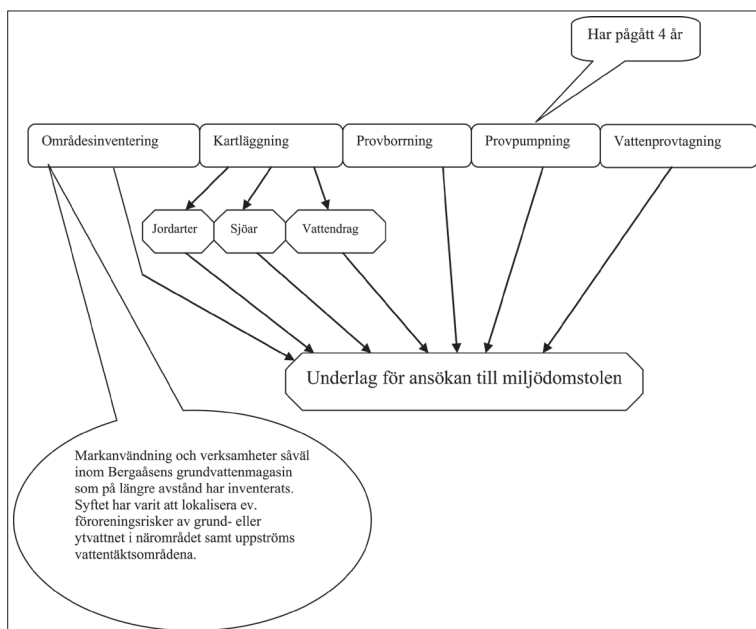


Fig. 5. Utförda moment för framtagning av underlagsmaterial.

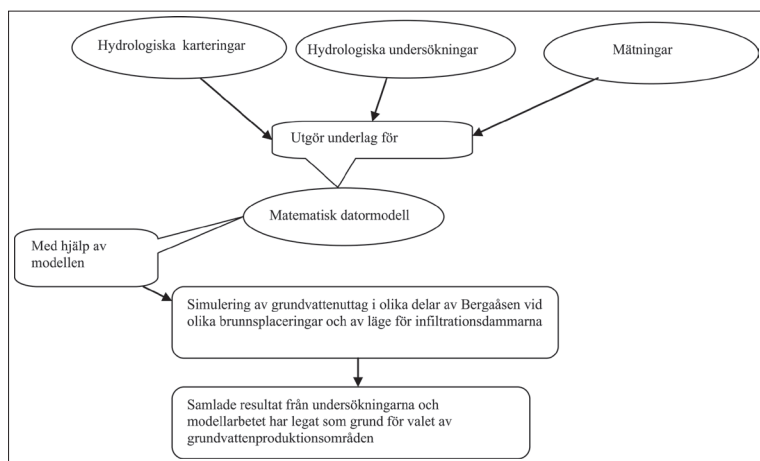


Fig. 6. Schematisk modell för bedömningsprocedur av Bergaåsens kapacitet.

Vattenförsörjningssystemet

Vattenproduktions område i Bergaåsen är en sträcka på 3 km samt en bredd på ca 1 km. Sträckan har indelats i 8 st produktionsområden som framgår av fig. 7.

Produktionsområdena 1,2,3 och 4 som ligger i Hallsjö Norra och Mellersta är vid normal drift avsedda för råvattenproduktion. Område 5 som ligger i Hallsjö Mellersta, är framtida reservområde för rå- eller dricksvattenproduktion. Område 6 som ligger i Hallsjö Södra är huvudproduktionsområde för dricksvatten. Område 7 är framtida reservområde för dricksvattenproduktion, eventuellt inom 30 års perspektiv, beroende bl.a. av Ljungbys fullständiga medverkan. Område 8 är framtida reservområde för dricksvatten- och eventuellt råvattenproduktion, sett i ett längre framtidsperspektiv.

Råvatten pumpas upp ur brunnar i Hallsjö Norra och Mellersta, överförs efter behandling till södra området och återinfiltreras i öppna infiltrationsdammar. På så vis blir nettouttaget ur grundvattenformationen i Hallsjö Söder liten, vilket minimerar inflödet från Lagan (se fig. 8). Det uppumpade vattnet ersätts successivt genom så kallad inducerad infiltration med vatten från Lagan via stränder och åbotten. Vattnets uppehållstid mellan Lagan och uttagsbrunnarna beräknas vara mer än 1 månad.

Råvattnet som pumpas från Hallsjö Norra och Mellersta pH-justeras och alkaliserar genom tillsats av kolsyra och krita. Detta görs i utpumpningsstationen i Hallsjö, belägen mellan nya och gamla E4:an. Vattnet leds därifrån vidare till infiltrationsdammarna i Hallsjö Södra i vilka vattnet får långsamt rinna ner genom ett ca 40 m tjockt gruslager för att nå grundvattenmagasinet. Vattnet pumpas sedan upp i renvattenbrunnarna. Uppehållstiden för det återinfiltrerade vattnet förväntas överstiga 14 dagar.

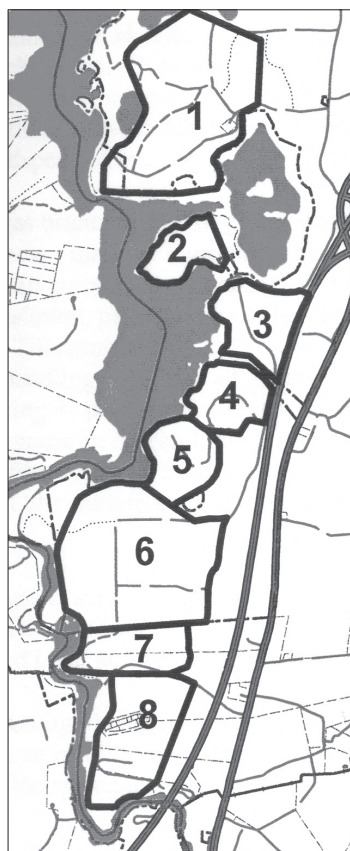


Fig. 7. Produktionsområden.

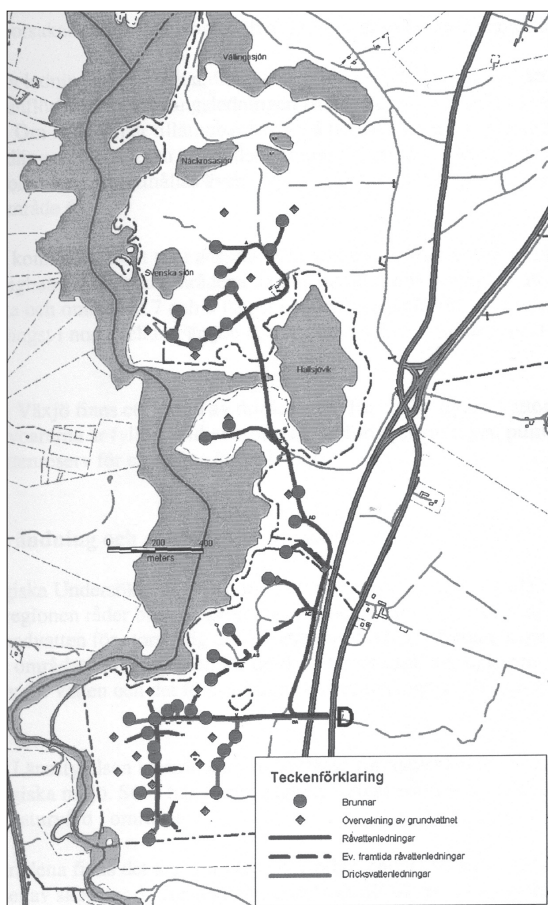


Fig. 8. Brunnar och ledningar. Vid punkt D eller något västerut skall utpumpningsstationen ligga.

Markens naturliga förmåga att omvandla ytvatten till grundvattenkaraktär utnyttjas i tre steg:

- I det första steget sker vattenflödet direkt i grundvattenzonen
- I andra steget sker återinfiltration i höjdplatåerna. Vattnet passerar här genom ca 15 m luftad zon innan det når grundvattenmagasinet.
- I det tredje steget flödar vattnet genom grundvattenmagasinet till renvattenbrunnarna. Detta steg medverkar till ytterligare kvalitetshöjning.

En fullständig reduktion av bakterier, protozoer, och patogener kan förväntas genom den långa uppehållstiden som vattnet får fram till renvattenbrunnarna. Den totala transporttiden dvs. som grundvattentransport i grundvattenmagasinet från Lagan till råvattenbrunnarna, genom infiltrationsdammarna och sedan som grundvattentransport i grundvattenmagasinet fram till renvat-

tenbrunnarna, kommer att överstiga 100 dygn (Mark & Vatten ingenjörerna i Växjö, 2001). Som sista steg görs slutalkalisering, eventuellt hårdhetshöjning samt om det skulle behövas, desinfektion innan vattnet överförs till Växjö och Alvesta. Detta görs också i utpumpningsstationen i Hallsjö (se figur 9).

För att kunna överföra vattnet 50 km till Växjö genom två 500 millimeter grova rör, tryckstegras vattnet två gånger i två tryckstegringsstationer på vägen. Den första ligger vid rastplats Fenen intill riksväg 25. Den andra ligger i Lekaryd och har dessutom funktionen att utgöra anslutningspunkt för Alvesta. Vattnet desinficeras här med UV eller kan kloreras vid behov före distribution till Alvesta vattennät. Överföringsledningarna löper längs norra sidan av riksvägen 25 fram till Långstorp där de korsar vägen och går upp till behandlingsbyggnaden i Kvälleberg. Där finns också UV-filter och kloreringsutrustning för distribution till Växjös vattennät. I anslutning, till behandlingsbyggnaden i Kvälleberg finns två högreservoarer med en sammanlagd volym av 22.000 m³ vilket motsvarar ett dygns vattenförbrukning för Växjö och Alvesta (se fig. 10).

Anslutning av Alvesta och Ljungby kommun

Alvesta har i avtal med Växjö kommun anslutit sig för vattenförsörjning från Bergaåsen. Såväl vattentäkten som överföringsledningen har därför dimensionerats för båda orternas behov år 2030. Ljungby kommun har avtalat med Växjö kommun att kunna trygga en del av sin reservvattenförsörjning från Bergaåsen. I ett senare skede önskar Ljungby kommun eventuellt få möjlighet att ersätta hela sin nuvarande vattenproduktion från Bergaåsen. Det innebär då ett vattenbehov på 55 l/s för medeldygn och 75 l/s för maxdygn. Detta innebär då att anläggningarna måste utvidgas med fler brunnar, dammar och ledningar. Ledningsnätet har till viss del dimensionerats upp för att klara av att transportera de ökade flödena.

Vattenbehov i Växjö, Alvesta och Ljungby

Tidshorisonten för dimensionering av anläggningen har satts till ca 30 år. Idag är ca 54000 personer anslutna till Sjöuddens vattenverk. Ansluten befolkning år 2030 beräknas till 62000–72000 personer, beräknad med en årlig ökning på 200–500 personer (enligt kommunal befolkningsprognos fram till 2010). Ytterligare några tusen anslutna personer från andra kommuner kan tillkomma om dessa ansluts till Växjös dricksvattenförsörjning.

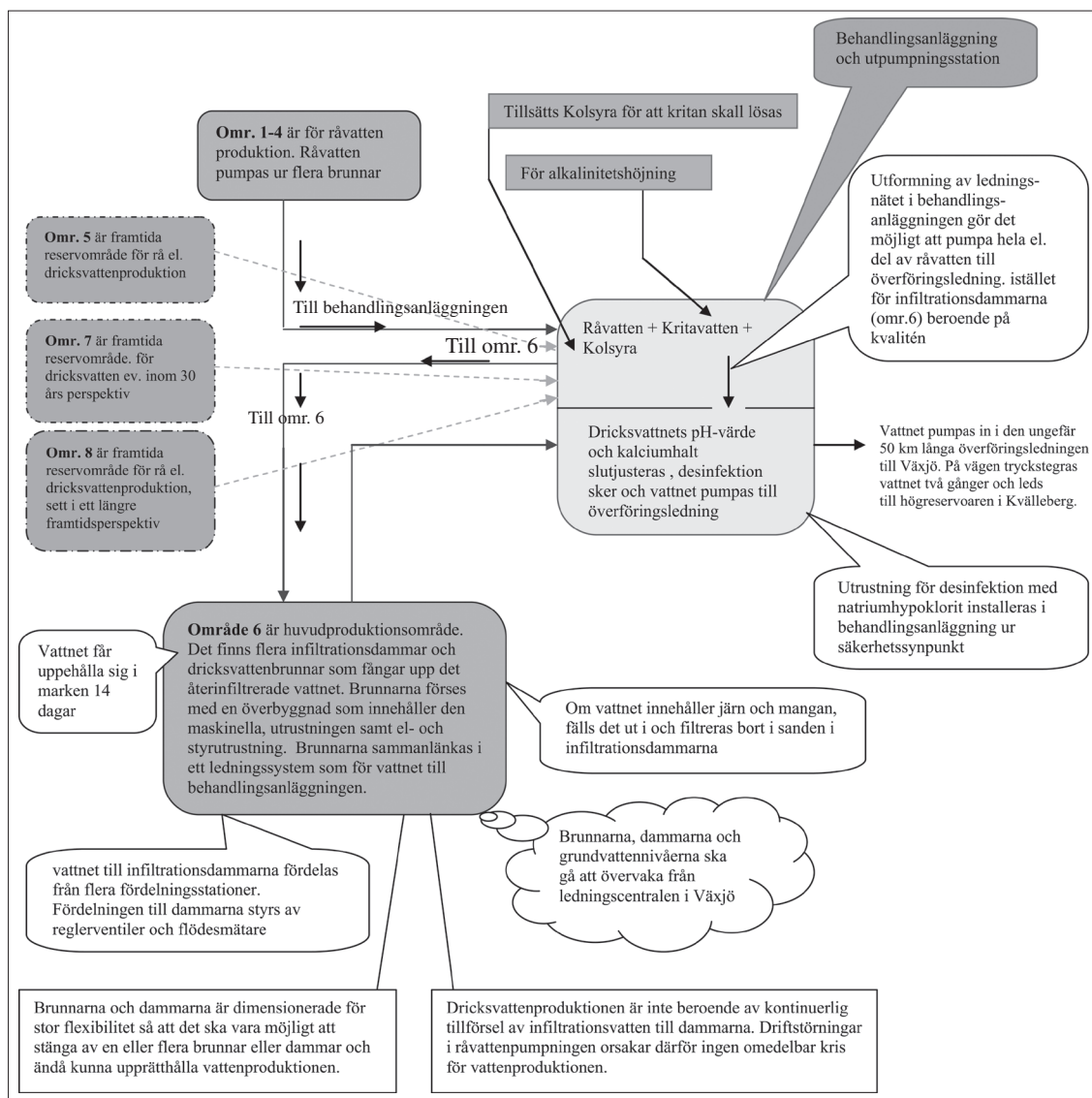


Fig. 9. Flödesschema som visar vattnets väg och vattenproduktionsprocessen i Bergaåsen.

Den specifika vattenförbrukningen (270 l/pd), dvs. den totala vattenförbrukningen inkl. industriförbrukning mm fördelat på antalet anslutna personer, förväntas inte förändras i någon större utsträckning.

Med 72000 anslutna personer år 2030 beräknas dricksvattenförbrukningen under medeldygn uppgå till 19400 m³/d och under maxdygn till 25300 m³/d. Detta motsvarar en årlig förbrukning av ca 7 milj. m³. Det beräknade vattenbehovet i Alvesta uppgår till 3200 m³/d (36 l/s) och för både Växjö och Alvesta tillsammans under max. dygn uppgår vattenbehovet totalt till 28500

m³/d (329 l/s). För Ljungby kommun uppgår det beräknade vattenbehovet som reservvattentäkt till 35 l/s för maxdygn (se tabell 2).

Såväl vattentäkten som överföringsledningen har dimensionerats för både Växjö och Alvestas behov för år 2030. Det innebär ett vattenbehov på 253 l/s för medeldygn och 329 l/s för maxdygn. Ledningen har på sträckan Alvesta-Växjö dimensionerats för Växjö maxdygnsbehov för år 2030 dvs. 293 l/s.

Skulle Ljungby kommun i ett senare skede önska ta hela sitt vattenbehov från Bergaåsen så uppgår det be-

Tabell 2. Framtida vattenbehov för Växjö, Alvesta och Ljungby.

Vattenbehov	För medeldygn i l/s	För maxdygn i l/s	För maxdygn i m ³ /d
Växjö	225	293	25 300
Alvesta	28	36	3 200
Växjö och Alvesta	253	329	28 500
Ljungby (reserv)	25	35	

räknade behovet till 55 l/s för medeldygn och 75 l/s för maxdygn. Det innebär då att anläggningarna måste utvidgas med fler brunnar, dammar och ledningar. Ledningsnätet har till viss del dimensionerats med hänsyn till att klara av att transportera de ökade flödena.

Kostnadsberäkningar för kvarvarande alternativ

Här redovisade kostnader är beräknade i prisnivå januari 2001. Prisökningarna sedan hösten 1998 varierar mellan 5–20 % beroende på investeringstyp. I jämförelsen med-

tas inte Alt. 6 Braåsen, då det inte bedöms finnas tillräcklig kapacitet för att i framtiden försörja Växjö med vatten. Med hänsyn till de höga investeringskostnaderna som 1998 beräknades för Nybroåsen Alt. 5, respektive Vislandaåsen Alt. 4, bedömdes dessa inte vara intressanta att studera ännu en gång.

För att åstadkomma en så heltäckande redovisning som möjligt har inräknats kostnader för byggande, utredningar, projektering, tillstånd, byggherrekostnader, markinlösen och akutåtgärder för befintligt vattenverk.

I Bergaåsalternativet ingår 20,2 miljoner kronor, som har använts till januari 2001 för borrhningar, provpumpningar, utredningar m.m. Av dessa är 4,4 milj. kr för

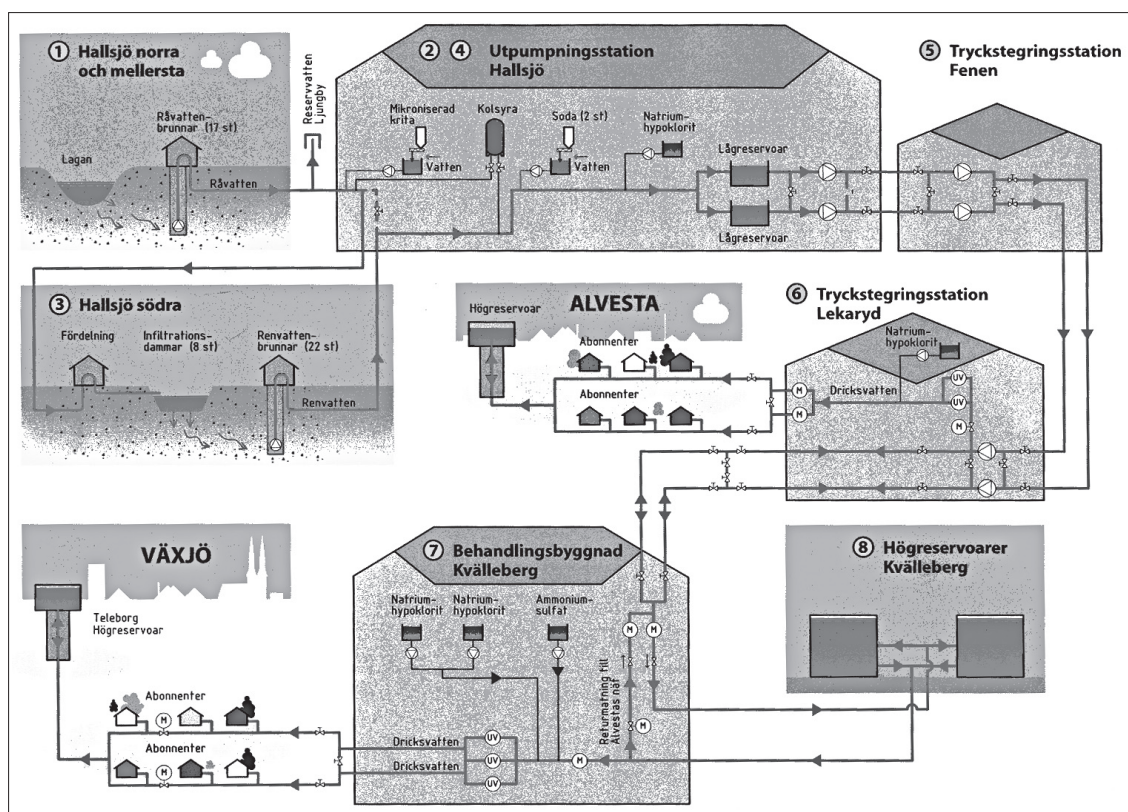


Fig. 10. Vattenförsörjningssystemet (Källa: Växjö kommun).

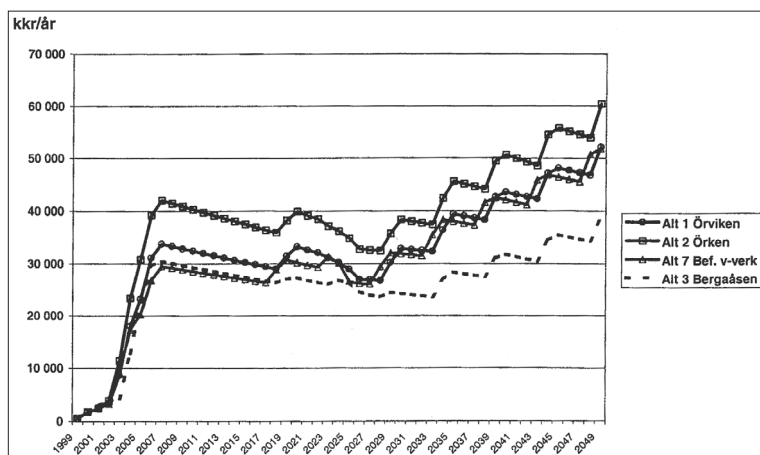


Fig. 11. Årskostnad för drift och underhåll med rak avskrivning. Källa: Växjö kommun.

brunnar som kan användas vid full produktion om Bergaåsalternativet skulle genomföras. Det bör påpekas att upparbetade kostnader för Bergaåsen skulle ha kvarstått även om något av de andra alternativen skulle väljas.

För att kunna redovisa vilken årskostnad som de fyra alternativen ger upphov till har kapitalkostnaden för investeringar och reinvesteringar beräknats tillsammans med kostnader för drift och underhåll för en 50 årsperiod. De uppdaterade kostnader på 20,2 milj. kr har i kalkylen medtagits för alla alternativ. Kalkylen är gjord med rak avskrivning och en ränta om 6 % i 2001 års prisnivå. I fig. 11 redovisas beräknade årskostnader för drift och underhåll med rak avskrivning för de fyra alternativen.

Figur 11 visar att Alt. 3 och 7 följs åt de första 15 åren. Efter dessa första 15 år är alt 3 Bergaåsen det billigaste alternativet under hela den återstående tidsperioden. Orsaken är främst att Alt. 3 innehåller en stor andel investeringar med långa avskrivningstider. Om ovan angivna årskostnader skulle finansieras via vattentaxan

utan att erhålla en kraftig stegring när anläggningen står färdig borde taxan fortsätta att höjas successivt med 3,5 % under åren i perioden 2000–2005.

Kostnadsnivån januari 2001 har uppdaterats till kostnadsnivå januari 2004 till 323–352 mil. kr.

Kostnadsberäkning har utförts för tre olika ledningsalternativ och för olika nivåer på bergförekomst samt tillägg för jordsten. Beräkningen visade att kostnaderna är mycket beroende av bergförekomsten. Totalinvesteringen för projektet har i 2007 års budget bedömts till 395 miljoner kronor. Den utdragna miljöprövningen har gjorts att byggandet av projektet hamnat i en högkonjunktur och i en period med högt oljepris, vilket påverkar priset på rör. I gengäld har räntenivån sjunkit, vilket gör att dagens taxenivå är tillräcklig för att finansiera projektet. Drift- och underhållskostnaderna för anläggningarna på Bergaåsen, utpumpningsstationen, övriga tryckstationer, ledningar, högreservoaren mm har räknats till 7,5 Mkr/år, (Bruch, mf. 2001, rev 2004) (se tabell 3).

Tabell 3. Sammanställning över beräknade totala kostnaden för olika alternativ och tidpunkter.

Alt.	Kostnadsnivå 1998	Kostnadsnivå 2001	Kostnadsnivå 2004	Kostnadsnivå 2007
1) Ytvattenverk, intag i Örviken	160 milj. kr	217 milj. kr		
2) Ytvattenverk intag i Örken	225 milj. kr	315 milj. kr		
3) Grundvatten från Bergaåsen.	220 milj. kr	280 milj. kr	323–352 milj. kr	395 milj. kr
4) Vislandaåsen + ytvatten från Örviken	270 milj. kr			
5) Nybroåsen + ytvatten från Allgunnens	500 milj. kr			
6) Braåsen (är utbruten)	Ej aktuell, kvalitet och kvantitet			
7) Renov. av befintligt vattenverk + ny drickvattenSP	130 milj. kr	179 milj. kr		

Sammanfattande diskussion

Kvantitet, kvalitet, kemikalieberoende, miljöpåverkan samt risk och sårbarhet är viktiga aspekter inför val av framtida vattenförsörjning. Vattenkvalitet för grundvattenbaserade alternativ är oftast bättre, framför allt när det gäller temperatur, innehåll av organiskt material samt smak och lukt. Ett grundvatten som oftast är fritt från bakterier ger också förutsättningar för att på lång sikt slippa desinfektion av vattnet med klor om ledningsnätet inte erfordras det.

Det kan finnas begränsningar i vattenkvantitet i grundvattenformationerna, medan ytvattentäkterna oftast har högre kapacitet. Miljöpåverkan av en vattenförsörjningsanläggning kan vara svår att utvärdera innan mera detaljerade planer finns framtagna för de olika alternativen. Generellt tar en grundvattenanläggning en större yta i anspråk men de delar som syns ovan mark är mycket begränsade. Långa ledningar innebär givetvis påverkan längs med sträckningen under läggningsskedet. Ett ytvattenverks större kemikalieförbrukning ger en ökad miljöpåverkan och resursförbrukning jämfört med en grundvattenanläggning. Ett ytvattenbaserat alternativ är mer utsatt för risk och sårbarhet när det gäller direkt påverkan i råvattentäkten, men detta kan oftast lösas genom att en reservvattentäkt finns tillgänglig. Ett grundvatten kan upplevas som mer skyddat men om en påverkan sker på sand- grusformationen kan det vara svårare att inom en begränsad tid åtgärda skadan. Det är därför viktigt att grundvattentäkten skyddas på ett bra sätt och att en sektionering sker så att inte hela täkten blir påverkad vid en eventuell olycka. En eventuell grundvattentäkt kommer att ligga på långt avstånd från Växjö vilket innebär långa ledningar som kan haverera. Säkerhetsfrågan för ledningarna löses genom en hög reparationsberedskap och i alternativet Bergaåsen skapas reservvolym i reservoar i Kvälleberg.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det finns för- och nackdelar med både yt- och grundvattenbaserade alternativ. En grundvattenanläggning innebär mer omfattande åtgärder under planerings- och byggskedet än ett ytvattenverk men slutprodukten för konsumenterna, dricksvattnet, är ofta mer välsmakande både med hänsyn till sammansättning och temperatur.

Bergaåsen är en stor grundvattenförande formation vilket möjliggör stor flexibilitet för hur åsen kan utnyttjas för produktion av dricksvatten. Tekniken med återinfiltration har valts för att säkerställa att god dricksvattenkvalitet kan uppnås även på lång sikt. Eftersom dricksvatten är ett livsmedel så måste eventuella risker och vattenförsörjningens sårbarhet tas på yttersta allvar. Om vattenkvaliteten i framtiden skulle försämrats kan be-

fintlig behandling kompletteras med t.ex. oxidation eller kemisk fällning av eventuellt infiltrationsvatten.

Nuvarande grundvattenkvalité är mycket bra. Den har emellertid ett underskott av alkalinitet, kalcium och har ett lågt pH-värde samt innehåller en del aggressiv kolsyra. (J & W och Mark & Vatten ingenjörerna AB, 2001). Då ett visst inflöde från Lagan till grundvattenmagasinet sker, finns en viss risk att grundvattnet kan komma att påverkas av Lagans vatten, vilket kan medföra en viss höjning av järn- och manganhalter. Alternativ 3 har valts eftersom det på sikt tryggar vattenkvaliteten genom återinfiltrationsförfarandet och att detta alternativ medför störst flexibilitet i vattenproduktionen. Alternativet beräknas införas hösten 2008 med leverans av 200 liter vatten per sekund till ca 70.000 personer i Växjö och Alvesta kommuner.

Tillerkännade

Denna studie har genomförts med finansiellt stöd från institutionen för teknik o design / Bygg avdelningen vid Växjö Universitet. Stor hjälp har erhållits från Tekniska förvaltningen i Växjö Kommun och speciellt tack riktas till VA-chefen Pehr Andersson och Distributionschef Nils Lindström samt kvalitetsingenjör Mattias Jonasson. Jag vill även tacka Bengt Hultman, KTH, som har medverkat vid utformning av artikeln.

Referenser

- Bruch H., Mark & Vatten ingenjörerna AB, Gredegård, B., SWEKO VIAK AB, (2001, rev. 2004). Sammandrag av systemhandlingar för Växjö framtida vattenförsörjning. Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.
- J & W och Mark & Vatten ingenjörerna AB., (2001). Grundvattnets kvalitet och Egenskaper i Bergaåsen. Bilaga T4. Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.
- Mark & Vatten ingenjörerna i Växjö, (2001). Bergaåsens, riskinventering och riskbedömningar. Bilaga T5. Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.
- Nordström, A., (2001). Vattenförsörjning för en hållbar samhällsutveckling. Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet., 106 91 Stockholm.
- Scandiaconsult Bygg och Mark AB., (1998). Handlingsplan för Växjö vattentäkt »Inventering av hot och riskanalys». Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.
- VBB Viak. (1995). Bedömning av risker och konsekvenser för Växjös vattenförsörjning i händelse av utsläpp i Helgasjön. Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.
- VAI VA-projekt AB., Mark & Vatten ingenjörerna AB, (1998). Växjö kommun, vattenverkets Sjöudden – utredning och åtgärdsförslag. Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.
- VAI VA-projekt AB, (2001). Koncentrat från utredning 1998–2001 av Växjö framtida vattenförsörjning. Intern rapport, Tekniska förvaltningen, Växjö kommun.

