

Rapporter och meddelanden 118

Grundvattentillgångar i Nybroåsen

Gert Knutsson



SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Rapporter och meddelanden 118

Grundvattentillgångar i Nybroåsen

Gert Knutsson

Sveriges geologiska undersökning
2004

ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-697-0

Omslagsbild: Vy över det mycket välutvecklade åsnätet nordost om Igersdela, vilket är av riksintresse för naturvården. Foto Gert Knutsson 1978.

© Sveriges geologiska undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Elanders Tofters, Östervåla 2004

Innehåll

GRUNDTVATTENTILLGÅNGAR I NYBROÅSEN	4
Förord	4
SAMMANFATTNING	4
Utförda arbeten	4
Resultat och slutsatser	4
GRUNDTVATTENTILLGÅNGAR	6
Allmänna förutsättningar	6
Bedömningsgrunder	6
Bedömningsunderlag	6
Klassificeringsprinciper	7
Översiktlig beskrivning	7
Geologi	8
Nederbörd och grundvattenbildning	8
Ytvatten	9
Grundvatten	11
Grundvattentillgångar i respektive åsavsnitt	13
Hagbyområdet	13
Hagbymassivet	14
Kulltorpsområdet	18
Fröstorpsområdet	20
Tvärskogsområdet	21
Råsbäcksområdet	23
Igersdelaområdet	24
Källebäcksområdet	26
Gårdsrydsfältet	27
S:t Sigfridsåns dalgång	30
REFERENSER	32
APPENDIX	35

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I NYBROÅSEN

Gert Knutsson

Förord

Föreliggande utredning har utförts på uppdrag av SGU enligt beställning 2002-09-30. Utredningen ingår i SGUs arbete för att uppnå Miljö kvalitetsmålet ”Grundvatten av god kvalitet” och syftar till att ta fram detaljerad hydrogeologisk information om utvalda geologiska avlagringar och grundvattenförekomster, som i ett nationellt perspektiv är betydelsefulla för vattenförsörjningen. Resultatet skall ge underlag för inrättande av långsiktigt skydd av dessa – för en del som riksintressen för vattenförsörjningen, om legala förutsättningar skapas. Resultatet skall också ge underlag för kommunernas långsiktiga vattenförsörjningsplanering och regional vattenförsörjningsplanering.

SGU har lämnat underlag i form av relevanta geodatabaser, kartor och utredningar (Lars Rodhe) samt svarat för geofysiska mätningar i ett område (Johan Söderman) liksom renritning av figurer (Kerstin Carlstedt) och bearbetning av underlagskartor, digitalisering samt framställning av kartor (Åsa Gierup och Lars Rodhe). Arkivmaterial och rapporter har erhållits från Kalmar Vatten och Renhållning AB (Harald Persson), AB Nybrogrus (Jonas Johansson), Nybro kommun (Hans Claesson och Leif Hjärtstrand) samt Vatten och Samhällsteknik AB, Kalmar (Lars Kylefors). Nämnade personer har också lämnat muntliga uppgifter. Lars Kylefors och Lars Rodhe har givit värdefulla synpunkter på tolkningar och slutsatser samt granskat manuskriptet. Till samtliga som givit hjälp och underlag till denna utredning riktas ett varmt tack.

SAMMANFATTNING

Utförda arbeten

Arbetet har bestått i sammanställning och utvärdering av hydrogeologisk information avseende den del av Nybroåsen, som ligger mellan Nybro centralort och Kalmarsund. Sammanställningen har i första hand baserats på befintliga data ur arkivmaterial, relevanta geodatabaser, kartor, litteratur och utredningar. Kompletterande fältundersökningar har utförts dels som fältkontroller av vissa punkter längs hela åssträckan, dels som geofysiska mätningar i ett område genom SGUs försorg.

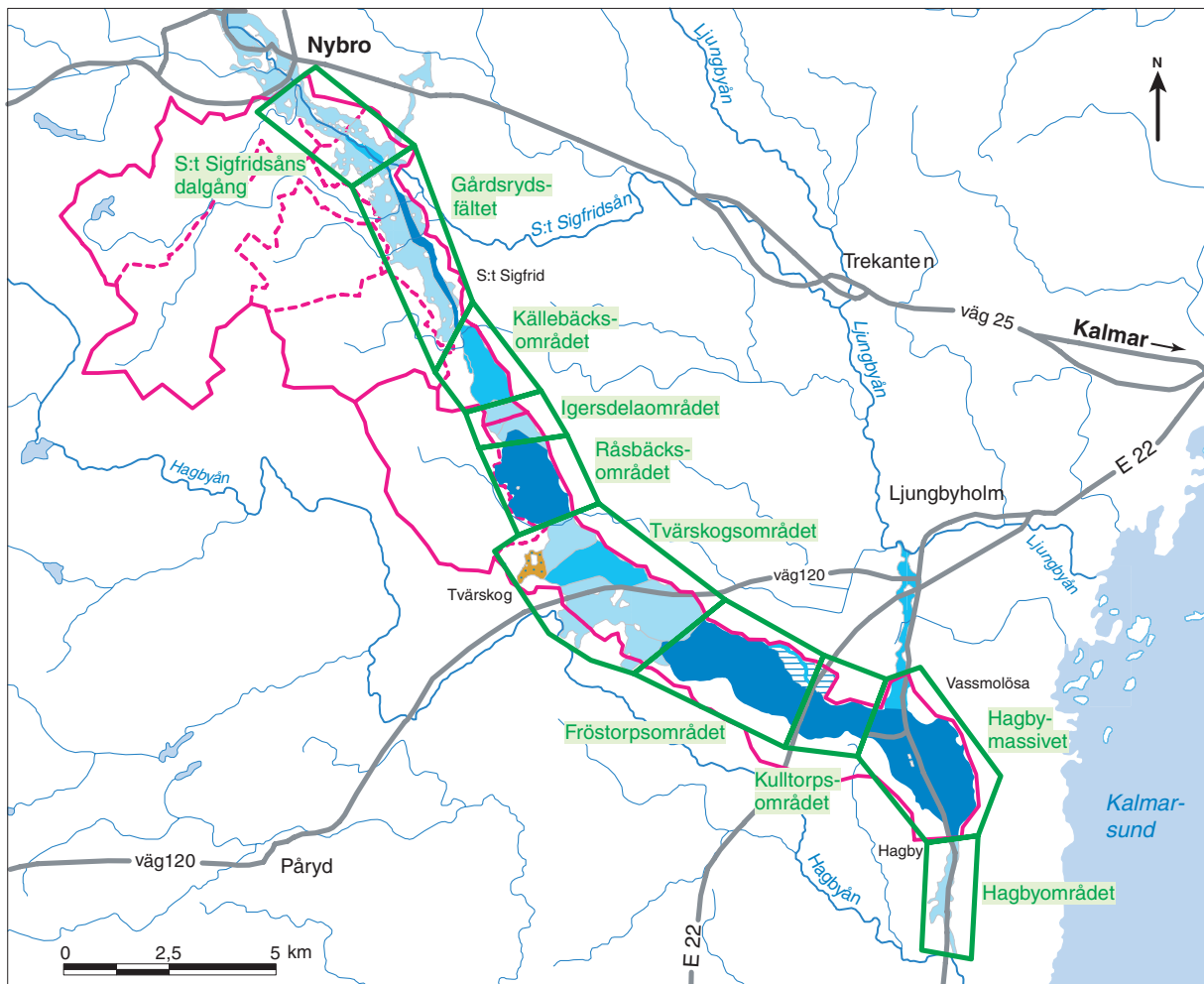
Resultatet har redovisats dels i form av uppgifter till SGUs parameterdatabas om jordlagerföljd, grundvattennivå och andra parametrar för ett representativt urval (115 stycken) koordinatsatta observationspunkter (brunn-

nar, rörborrhningar, sonderingar), dels i form av manus till sex kartor samt denna beskrivning. Vidare har det preliminära resultatet presenterats vid ett seminarium på SGU.

Resultat och slutsatser





Av kartorna och beskrivningen framgår, att Nybroåsen kan uppdelas i ett antal delområden (fig. 1). Det är däremot ofta svårt att ange skilda grundvattenmagasin p.g.a. det ovanliga strömningsmönstret tvärs genom åsen. En höjdröskel vid Igersdela, som ligger ungefär mitt emellan Nybro och Kalmarsund, delar dock upp åsen i varje fall i två skilda magasin och två grundvattenförekomster. Flertalet områden har mycket stora grundvattentillgångar, storleksordningen 25 l/s eller mera, med utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter och god vattenbeskaffenhet. De mest gynnsamma av dessa områden är det s.k. Hagbymassivet, där huvudvattentäkterna för Kalmar kommun är lokaliserade, och det s.k. Gårdsrydsfältet med huvudvattentäkterna för Nybro kommun. Den naturliga grundvattenbildningen är dock begränsad i denna nederbördsfattiga del av landet och har beräknats till 40–45 l/s i Hagbymassivet. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration är emellertid mycket goda i bägge områdena och har nyttjats i Hagbymassivet med stor framgång sedan slutet av 1950-talet. För närvarande är det samlade uttaget där ca 140 l/s – och kan ökas till 300 l/s i framtiden – vilket skulle innebära att Hagbymassivet redan nu skulle kunna räknas till ”superklassen”, dvs. mer än 125 l/s, om bassänginfiltration räknades in i klassificeringen. I Gårdsrydsfältet är den naturliga grundvattenbildningen tillräckligt stor för de aktuella uttagen – ca 60 l/s – men den maximala infiltrationskapaciteten har bedömts vara 200 l/s och infiltrationsbassänger för 150 l/s finns planerade. Därigenom skulle även Gårdsrydsfältet hamna i ”superklassen”.

Tre andra områden har bedömts vara av storleksordningen drygt 25 l/s med hänsyn till den naturliga grundvattenbildningen. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration har i en översiktlig studie bedömts som mycket goda. Möjligheterna att bygga ut ett av områdena – Kulltorpsområdet – har emellertid inom överskådlig framtid hindrats genom anläggningen av väg E22 rakt igenom området. Skyddsåtgärder har dock vidtagits för att hindra föroreningar från vägen av närliggande befintliga kommunala vattentäkter. Vägen ligger nämligen inom inre skyddszonen för två av dessa – Vassmolösavattentäkten och Ölvingstorp svattentäkten – och inom yttre skyddszonen för huvudvattentäkterna i Hagbymassivet. Det är därför av yttersta vikt att bevara de två återstående områdena av denna klass – Frös torps- resp. Råsbäcksområdet – för den framtida vatten-




BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus huvudsakligen isälvsavlagringar

-  Mycket stor grundvattentillgång, med utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 25–125 l/s (ca 2 000–10 000 m³/d)
-  Stor grundvattentillgång, med mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter, storleksordningen 5–25 l/s (ca 400–2 000 m³/d)
-  Måttlig grundvattentillgång, med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 1–5 l/s (ca 80–400 m³/d)
-  Liten eller ingen grundvattentillgång, storleksordningen < 1 l/s (< ca 80 m³/d)
Viktigt infiltrationsområde t.h.

Sand- och gruslager under finkorniga sediment

-  Grundvattentillgång i sand- och gruslager under silt och lera som är täta eller har dålig genomsläpplighet. Grundvattentillgång och uttagsmöjligheter enligt färgskalan ovan. Sättningar kan uppstå vid avsänkning av grundvattennivån.

Beteckningar



-  Grundvattenförekomstens tillrinningsområde
-  Avgränsning av deltillrinningsområden

Fig. 1. Hydrogeologisk översiktsskarta av Nybroåsen med tillrinningsområden och omgivande ytvattendrag. Klassificering av olika avsnitt enligt teckenförklaringen.

försörjningen av regionen. Utvärderingen av undersökningar på senare år visar nämligen att andra områden, som vid tidigare översiktliga studier (Weijman-Hane & Hörberg 1966) bedömts vara av ungefär samma höga klass, har sämre såväl grundvattentillgångar som uttagsmöjligheter.

Det gäller dels delar av Källebäcksområdet, som har höga berglägen och moränförekomster i den södra delen (här kallat Igersdelaområdet), dels Tvärskogsområdet, som har för grunda och delvis olämpliga jordlager för anläggning av större vattentäcker. Den sydligaste delen (Hagbyområ-

det) liksom den nordvästligaste delen av Nybroåsen (St Sigfridsåns dalgång) har endast måttliga grundvattentillgångar och tämligen goda uttagsmöjligheter.

Slutsatsen blir, att större delen av Nybroåsen har mycket stora eller stora grundvattentillgångar och i regel utmärkta eller mycket goda uttagsmöjligheter samt mycket goda förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration. Grundvattnet är därtill av god beskaffenhet. Nybroåsen skulle vid full utbyggnad med bassänginfiltration (vilket förutsätter tillgång på lämpligt ytvatten för infiltrationsändamål) kunna bli av stor betydelse för Sydostregionens framtida vattenförsörjning, f.n. ca 250 000 människor. Då motsvarande tillgångar och möjligheter saknas i sydöstra Sverige, måste Nybroåsen bedömas vara av riksintresse för vattenförsörjningen. Detta har Länsstyrelsen i Kalmar län redan tidigare föreslagit Naturvårdsverket (2000-08-18), som emellertid, med nuvarande tolkning av Miljöbalken, inte ansett sig kunnat bifalla förslaget (2001-01-29).

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR

Allmänna förutsättningar

Bedömningsgrunder

Grundvattentillgångar är beroende av samspelet mellan geologiska, topografiska, hydrologiska och klimatologiska (samt därmed även biologiska) förhållanden. För att kunna karakterisera en porakvifer som Nybroåsen och bedöma grundvattentillgångens storlek och beskaffenhet i skilda avsnitt av åsen måste följande naturgivna förutsättningar och förlopp samt vissa tekniska frågor klarläggas och bedömas. Därtill måste eventuell mänsklig påverkan av grundvattentillgången beaktas. En utförlig beskrivning av följande allmänna bedömningsgrunder finns i Appendix.

1. Bildningens utsträckning, terrängläge och tillrinningsområde
2. Bildningens geologiska uppbyggnad
3. Bildningens hydrauliska egenskaper och kapacitet
4. Bildningens markskikt och mineralogi samt grundvattnets kemi
5. Naturlig grundvattenbildning
6. Konstgjord grundvattenbildning
7. Mänsklig påverkan

Bedömningsunderlag

Allt tillgängligt material i form av arkivmaterial, geodatabaser (brunnarkiv, grundvattennät och källarkiv), kartor, litteratur och utredningar har utvärderats.

Arkivmaterial har studerats dels från eget arkiv (huvudsakligen fältdagböcker och arbetskartor från arbeten åt Nybroåsens Vattentäktsförbund), dels från de i förordet angivna arkiven. Den värdefullaste informationen har varit borrh- och brunnsuppgifter (drygt 400 borrhuppgifter), grundvattenkemidata, grundvattennivåuppgifter, hydrauliska beräkningar, kapacitetssiffror från vattentäkter samt uppgifter från schakter, skärningar och täkter.

Geodatabaser från SGU innehåller lättillgänglig och väl strukturerad information. Brunnsarkivet har i detta sammanhang givit relativt begränsad information, då flertalet brunnsuppgifter härrör från bergborrade brunnar utanför åsen. Källarkivet innehåller endast ett par uppgifter från själva åsen. Några av Grundvattennätets längsta mätserierna av grundvattennivåer finns emellertid inom Nybroåsen, se nedan.

Grundvattennivåmätningar är av stort intresse och finns registrerade redan 1948 i flera områden på Nybroåsen, främst i Hagbymassivet. På 1950-talet inleddes systematiska mätningar över hela åssträckan och dess närmaste omgivningar i regi av Nybroåsens Vattentäktsförbund (NVF) och har senare bedrivits i kommunal regi. I mitten på 1960-talet mättes grundvattennivåerna regelbundet i ca 200 brunnar och rör, varav 19 ingick i Grundvattennätet. Efterhand minskades såväl mätintensiteten som antalet mätpunkter, som i början på 2000-talet var 120. De flesta punkter mäts endast en gång per år, men 20 punkter mäts en gång per vecka. I Grundvattennätet ingår numera endast fyra observationsrör, som mäts en gång per månad. Totalt beräknas ca 250 000 grundvattennivåmätningar ha utförts sedan 1950-talet (Ackerberg 2002, 2004). En geostatistisk metod, s.k. kriging, för att utreda hur mycket skattningsosäkerheten ökar vid reduktion av ett visst antal mätpunkter, har testats på ett område på Nybroåsen (Ackerberg 2002, fig. 1). Försöket borde följas upp i praktiken för att se om man gjort en rimlig reduktion av an-

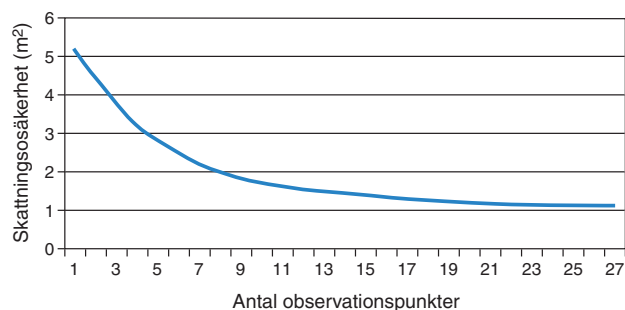


Fig. 2. Diagram som visar skattningsosäkerheten vid geostatistisk interpolation av grundvattennivåerna (s.k. kriging) i ett avsnitt av grundvattenobservationsnätet på Nybroåsen år 1961 som funktion av antalet observationspunkter inom avsnittet i fråga. Av diagrammet framgår att det är ungefär samma osäkerhet för 15 som för 27 punkter samt att om observationsnätet reduceras med 35 % ökar osäkerheten endast med 10 % (efter Ackerberg 2002).

talet mätpunkter. Givetvis måste hänsyn också tas till att olika grundvattensystem och terränglägen blir representerade i det slutliga urvalet.

Kartor av olika slag har nyttjats som ett helt grundläggande underlag för utarbetande av kartorna i denna rapport. Det gäller främst SGUs moderna jordartskartor i skala 1:50 000, särskilt detaljerade jordartskartor i skala 1:20 000 respektive 1:10 000 över ett par områden (Kulltorpsområdet och Gårdsrydsfältet), topografiska kartor samt grundvattennivåkartor i olika rapporter och den hydrogeologiska länskartan i skala 1:250 000 (Pousette m.fl. 1981).

Litteratur över området har genomgått och givit värdefulla bidrag i form av bearbetade data om geologi, hydrologi och hydrogeologi. Den är förhållandevis rikhaltig, då bl.a. fyra licentiatavhandlingar helt eller delvis är baserade på material från Nybroåsen och ett par doktorsavhandlingar innehåller avsnitt om Nybroåsen, därtill flera examensarbeten och uppsatser. En mycket omfattande historik över Kalmars vattenförsörjning (Hörberg 1997) ger också mycket information om Nybroåsen.

Utredningar utgör dock den största informationsmängden, nämligen ett 30-tal större och mindre rapporter över grundvattenundersökningar, vilka givit mycket betydelsefull information beträffande geologi, grundvattenkemi, grundvattennivåer- och strömbilder, hydrauliska parametrar och kapaciteter, nederbördsförhållanden samt vattenföring och vattenuttag. Ett flertal andra rapporter av mer vattenteknisk natur har också granskats men inte givit någon direkt information till denna utredning. Däremot har rapporter över t.ex. geofysiska eller hydrologiska mätningar varit av stort intresse, liksom i vissa fall grusinventeringar och undersökningar för avloppsinfiltration, grustäktsplanering, grundvattenskydd samt väglokalisering.

Fältkontroller har i detta sammanhang endast utförts i mindre omfattning i form av punktkontroller i särskilt svårbedömda avsnitt. Kompletterande undersökningar i form av geofysiska mätningar för att klarlägga lagerföljderna har utförts av SGU i ett område.

Klassificeringsprinciper

Bedömningar av grundvattentillgångarnas storlek i jordlagren har gjorts enligt den klassificering, som används vid SGUs länsvisa grundvattenkartering, nämligen i fem storleksklasser:

1. Ovanligt stor grundvattentillgång, storleksordningen >125 l/s, med ovanligt goda uttagsmöjligheter.
2. Mycket stor grundvattentillgång, storleksordningen 25–125 l/s, med utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter.

3. Stor grundvattentillgång, storleksordningen 5–25 l/s, med mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter.
4. Måttlig grundvattentillgång, storleksordningen 1–5 l/s, med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter samt vissa tillgångar med tämligen goda uttagsmöjligheter.
5. Liten eller ingen grundvattentillgång, storleksordningen <1 l/s.

Kartorna över grundvattentillgångarna har i huvudsak utarbetats enligt samma principer som vid länskarteringen. Därtill har tillrinningsområden avgränsats med ledning av dräneringsmönstret och topografin samt olika ytors betydelse bedömts vid beräkning av grundvattenbildningen (se Appendix).

I Nybroåsen är förutsättningarna för inducerad infiltration mycket begränsade i de flesta avsnitt, medan de däremot oftast är goda eller mycket goda för bassänginfiltration. Det är därtill en nödvändighet – i denna del av landet med liten grundvattenbildning – att utnyttja bassänginfiltration för att klara den kommunala vattenförsörjningen i större skala. Därför har i denna utredning förutsättningarna för bassänginfiltration i respektive avsnitt av Nybroåsen angivits i texten, men klassningen på kartan har inte ändrats. De siffror på möjliga vattenmängder, som anges i texten, härrör från ett tidigare framlagt principförslag för den regionala vattenförsörjningen (Weijman-Hane & Hörberg 1966) samt vissa senare undersökningar. Siffrorna är mycket ungefärliga och är beräknade med tidigare krav på att säkerställa nedbrytning av bakterier och organiskt material genom minst två månaders uppehållstid på det infiltrerade vattnet. Det anses numera möjligt att tillåta betydligt kortare uppehållstider; vid beredning av dricksvatten ned till 14 dagar, men med hänsyn till bl.a. temperaturutjämning är det önskvärt med betydligt längre uppehållstid. I vilket fall som helst måste detaljerade undersökningar göras i varje område för att klarlägga lämpliga terränglägen för såväl infiltrationsbassänger som uttagspunkter, varför här angivna siffror får tas med stor reservation.

Översiktlig beskrivning

Följande beskrivning baseras i huvudsak på författarens tidigare geologiska och hydrogeologiska studier av sydöstra Småland (se t.ex. Knutsson 1959, 1966, Knutsson m.fl. 1979 och Knutsson & Kylefors 1995), geologiska kartor samt refererad litteratur.

Geologi

Nybroåsen och dess närmaste omgivning utgörs av ett nordväst–sydostligt terrängstråk mellan Nybro och Hagby vid Kalmarsund i södra Kalmar län (fig. 1). Det karakteriseras topografiskt av en 7–10 km bred kustslätt med sandstensberggrund närmast Kalmarsund och väster där om av ett småkuperat landskap på granitberggrund, som närmast kustslätten är utbildad som ett peneplan (det subkambriska) men som västerut efterhand blir mera ojämnt. Längst åt nordväst närmast Nybro finns en markerad nordväst–sydostlig sprickdal i S:t Sigfridsåns dalgång. Terrängen väster om dalgången når upp till 100 m ö.h. och därmed över högsta kustlinjen vid 80–85 m ö.h. (Knutsson 1959, Rudmark 1975). Området dräneras åt sydöst till Kalmarsund, genom S:t Sigfridsån–Ljungbyån öster och nordöst om Nybroåsen samt genom Hagbyån sydväst om åsen (fig. 1).

Kvartära avlagringar täcker nästan helt berggrunden; sandstenen är inte blottlagd överhuvudtaget och urberget påträffas oftast i små, isolerade hållar utom sydost om Nybro och inom Nybro, där större hållområden förekommer. Den dominerande avlagringen inom området är Nybroåsen med biåsar: Ljungbyåsen och Ölvingstorpsåsen med pärlbandsåsen vid Hockland norr respektive nordväst om Vassmolösa samt låsen och Hjortåsen öster respektive söder om Nybro (se fig. 6, 14, 15, 18 och 21). Nybroåsen räknas som sydöstra Sveriges största och mäktigaste isälvavlagring. Den är ca 11 mil lång och sträcker sig – med vissa avbrott – från Kalmarsund i sydöst till sjön Alstern i nordväst.

De kvartära avlagringarna i övrigt består av morän, olika sedimentjordarter och torv. Inom kustslätten dominerar finkorniga postglaciala och glaciala sediment; öster om Nybroåsen förekommer 2–3 m finsand underlagrad av 5–10 m mäktiga siltiga eller leriga sediment. I östra delen av kustslätten finns ett nord–sydligt stråk av moränhöjder och i själva kustzonen uppträder också morän. Den är sandig med svallad, normalblockig yta. Lokalmorän av sandsten förekommer ställvis. Den västra delen av kustslätten upptas främst av siltiga sediment; dessutom av ett större område av glaciärra väster om Hagby samt flera mindre lerområden, bl.a. ett söder om Kulltorp (se fig. 6).

Det småkuperade landskapet väster om kustslätten domineras helt av normalblockig sandig morän. I den nordvästra delen förekommer också blockrika och storblockiga ytor samt ställvis grusig morän. Sänkorna i moränterrängen, särskilt på den östra sidan av Nybroåsen, upptas av finsandiga och ställvis siltiga sediment på de lägre nivåerna och sandiga sediment på de högre. Omkring Nybroåsen finns utbredda sandiga och grusiga svallsediment, vilket gör att den egentliga åsgränsen är svår att fastställa utan omfattande borrhningar. Torv förekommer relativt rikligt

i svackorna i moränterrängen väster om åsen, mera sällan i de sedimentfyllda sänkorna inne i åsen eller öster om åsen, där dock torvmarkerna vid åskanten är karakteristiska. Dessa torvmarker förekommer ofta i anslutning till flödande källor, t.ex. vid Ölvingstorp, Råsbäck, Grankäret och Fridhem (fig. 14, 15, och 18).

Nederbörd och grundvattenbildning

Nederbördsförhållandena inom området har blivit väl dokumenterade under perioden 1957–1986, dels genom två SMHI-stationer: Ölvingstorp nordväst om Vassmolösa respektive Nybro, dels genom fyra särskilda nederbördsstationer längs åsen i regi av Nybroåsens Vattentäktförbund. Nu drivs endast SMHI-stationen i Nybro och en station på åsen (Bottorp vid Vassmolösa i regi av Kalmar kommun). En närliggande SMHI-station finns dock i Kalmar. Det är en tydlig trend med stigande nederbördssiffror från kusten och till Nybro i nordväst (årsmedelvärden från drygt 500 mm till nära 600 mm), med ett mindre maximum 15 km från kusten (Weijman-Hane & Hörberg 1967). Värdena växlar kraftigt från år till år. En statistisk bearbetning av nederbördssiffrorna från stationerna i Vassmolösa och Gårdsryd under mätperioden 1957/58–1983/84 visar bl.a. frekvensen av våtar respektive torrår (fig. 3). Det är torråren, som är dimensionerande för kontinuerliga grundvattenuttag i de flesta akviferer i Sverige, eftersom dessa i regel saknar stora grundvattenmagasin och därigenom inte kan utjämna torrårssituationer.

Eliasson (2001) har för perioden 1976–1986 gjort en vattenbalansberäkning för området mellan kusten och Tvärskog med hjälp av en väl etablerad datormodell, den s.k. HBV-modellen. Grundvattenbildningen var i medeltal 163 mm men varierade från 94 mm under torrår till 225 mm under våtar. Grundvattenbildningen i åsen var i medeltal något högre (170 mm) än i omgivande mark (161 mm). En beräkning med HBV-modellen för hela topografiska kartbladet Kalmar NV gav värdet 171 mm (Brandt & Grahn 1998). I ett annat forskningsprojekt har grundvattenbildningen i morän i Emmabodatrakten, ca 25 km väster om Nybro, undersökts med olika beräkningsmetoder (Johansson 1987). Resultaten visade en grundvattenbildning på 170–200 mm per år, vilket motsvarar den effektiva nederbörden. Nederbörden i området är 550–650 mm, alltså i vissa delar högre än i Nybro. Med stöd av här redovisade siffror kan det vara rimligt att räkna med att grundvattenbildningen i den kustnära delen av området har ett medelvärde på omkring 160 mm och i den nordvästra delen uppemot Nybro värden på 170–180 mm.

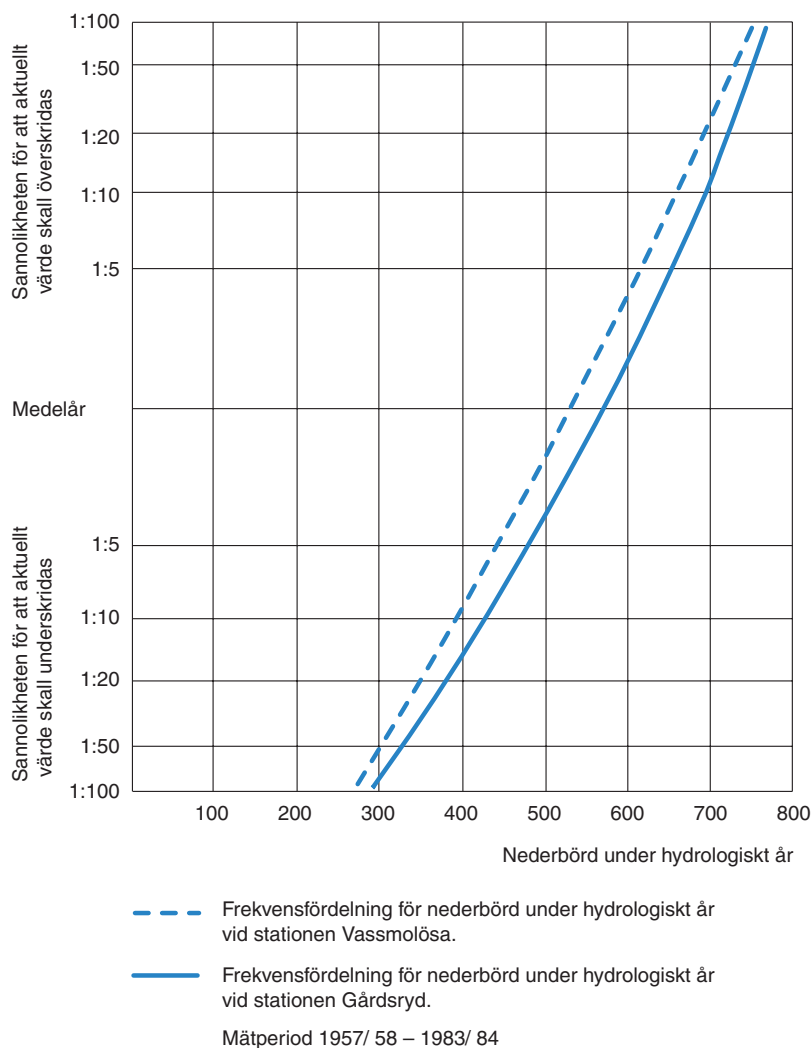


Fig. 3. Diagram som visar frekvensfördelningen under hydrologiskt år vid nederbördsstationen i Vassmolösa respektive Gårdsryd. Medelårsnederbörd i mm samt frekvensen av torrår respektive våtår med en viss sannolikhet framgår av diagrammet. Mätperioden är 1957/58–1983/84 (efter Hörberg & Kylefors 1986)

Ytvatten

Nybroåsen tillhör hydrologiskt sett två avrinningsområden: Ljungbyåns och Hagbyåns. För Ljungbyån finns avrinningsmätningar i SMHI:s regi sedan 1922 vid stationen Källstorp, nära Trekanten (fig. 4). Dessa mätningar visar en långsamt sjunkande medelvattenföring under perioden 1922–1990, från ca 3 m³/s till 1,9 m³/s, vilket kan förklaras genom ändrad markanvändning, främst ökade skogsarealer och ökad biomassa, vilket leder till ökad avdunstning (Kylefors m.fl. 1999).

I Hagbyån inleddes kontinuerliga vattenföringsmätningar 1956 vid Lindforsen 4 km västsydväst om Vassmolösa (fig. 4) i regi först av Nybroåsens Vattentäktförbund (upphörde 1976) och senare av Kalmar kommun. Mätningarna visade en starkt växlande vattenföring, från torrlagd åfåra under 4 månader år 1959 och 2,5 måna-

der år 1964 till en högsta högvattenföring på 17,7 m³/s år 1958 och 17,5 m³/s år 1966 och en medelvattenföring på 2,55 m³/s för perioden 1957–1966 (Weijman-Hane & Hörberg 1967). Efter mätningar under en längre tidsperiod har medelvattenföringen visat sig vara lägre: 2,0 m³/s (Kylefors & Hörberg 1998). För att möjliggöra kontinuerliga uttag för konstgjord grundvattenbildning krävdes – p.g.a. perioderna med mycket låg vattenföring – en reglering av Hagbyåns vattenföring, vilken genomfördes i form av det s.k. Hultebräanprojektet (Weijman-Hane & Hörberg 1966), varvid ett vattenmagasin på ca 8,5 miljoner kubikmeter skapades 1972. Härigenom har lågvattenföringen kunnat höjas och vatten uttas (max. 400 l/s) för konstgjord grundvattenbildning i Hagbymagasinet (Nybroåsen). Därmed har Kalmars vattenförsörjning klarats under den gångna 30-årsperioden och säkerställt för lång tid framöver. Den senaste vattendomen (1997) innebär en

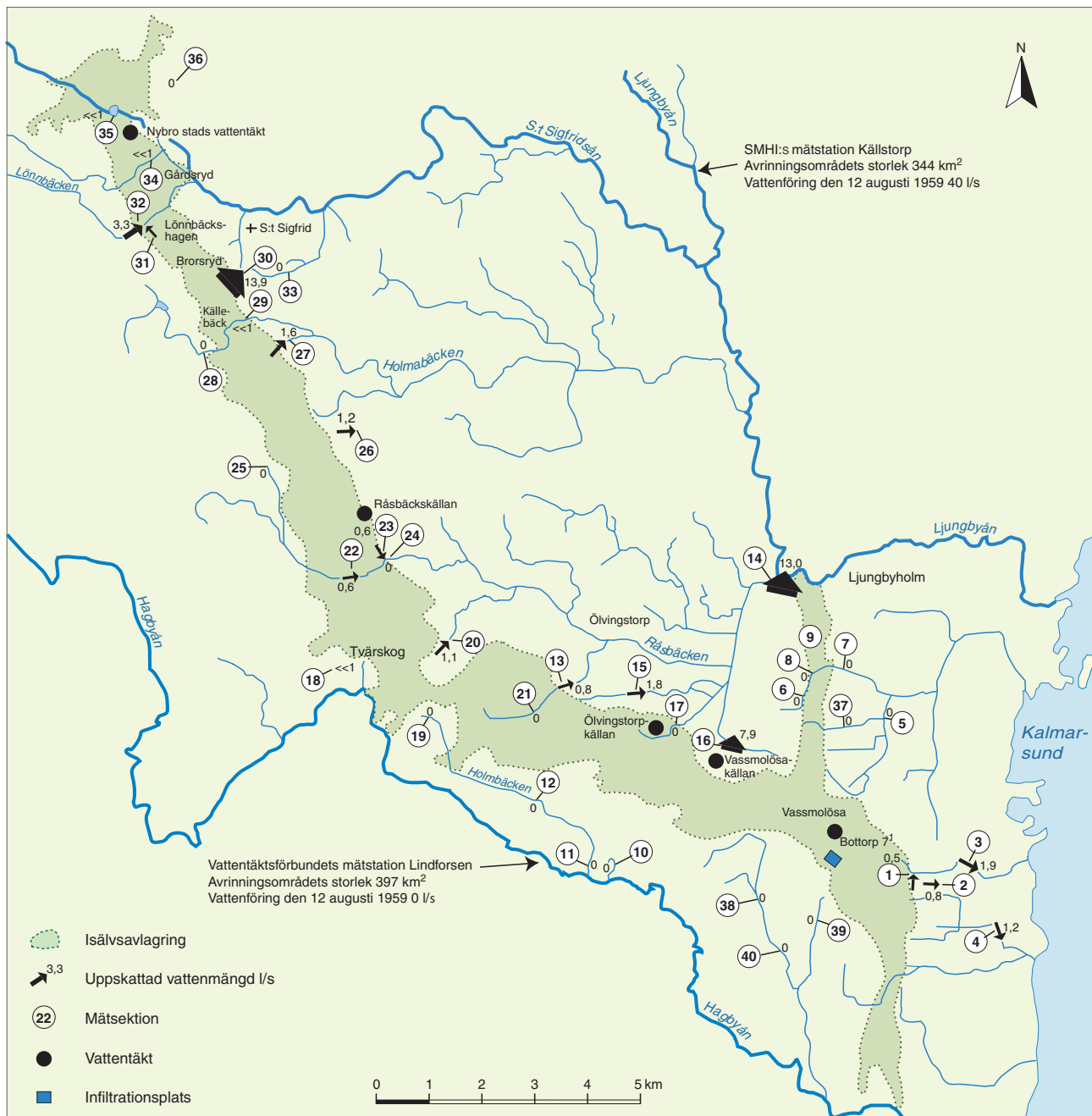


Fig. 4. Karta över grundvattenläckage från Nybroåsen efter mätningar den 12 augusti 1959. Fasta mätstationer var upprättade vid punkt 30 Brorsryd (se fig. 5) och vid punkt 31 Lönnbäckshagen (efter Weijman-Hane & Hörberg 1960).

omreglering av Hagbyån, så att behovet av vatten under torrperioder dessutom täcks för såväl natur- och kulturvårdsintressen som jordbrukets bevattning – till viss del (Hörberg 1997). För eventuell utbyggnad av vattenförsörjningen till större skala för andra delar av Sydostregionen med f.n. ca 250 000 människor krävs tillgång till ytterligare ytvattenresurser från andra avrinningsområden för infiltrationsändamål (Kylefors & Hörberg 1998).

Grundvattnets andel i avrinningsprocessen är av särskilt intresse i hydrogeologiska sammanhang vad gäller

såväl kvantitet som kvalitet. Särskilda flödesmätningar avseende utläckande grundvatten från Nybroåsen har därför företagits, dels genom tillfälliga flödesmätningar vid några speciella situationer i 36 olika källor och bäckar i direkt anslutning till Nybroåsen, dels genom regelbundna mätningar vid två fasta stationer (fig. 4). Källflödesmätningarna visar att grundvattnet har stor betydelse för lågvattenföringen i små vattendrag och därmed för det biologiska livet – i synnerhet under extrema torrår. Den sammanlagda, mätbara utläckande grundvattenmängden från åsen

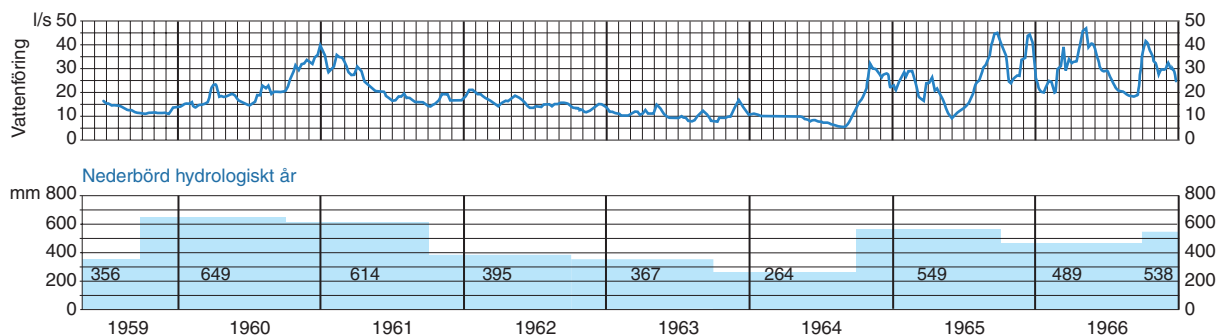


Fig. 5. Vattenföringen i källbäcken vid Brorsryd, nedströms källtorvmarken vid Fridhem, i relation till nederbördsförhållandena i Nybroområdet (efter Hörberg & Nord 1968, Vatten och Samhällsteknik AB 2004).

var i slutet av torrsommaren 1959 37 l/s samtidigt som Hagbyån var helt torrlagd vid Lindforsen (Weijman-Hane & Hörberg 1960). Mätningar vid den fasta stationen i Brorsryd i Gårdsrydsfältet sydost om Nybro (fig. 4) visar å andra sidan att efter en serie av våtar kan flödet från denna enda källa uppgå till ungefär samma vattenmängd som den sammanlagda mängden från alla källorna under torrår (fig. 5). Forskning har också klarlagt, att grundvatten utgör en dominerande del av det avrinnande vattnet även vid höga flöden efter kraftiga regn och snösmältning.

Grundvatten

Grundvattenförhållandena i områdets berggrund karakteriseras av två skilda typer av akviferer: por-sprickakviferen i sandstenen inom kustslätten och sprickakviferen i graniterna i inlandet. I sandstensakviferen finns goda uttagsmöjligheter med mediankapaciteter på 2 000–6 000 l/h (Pousette m.fl. 1981), vilket gör att vattenförsörjningen för spridd bebyggelse och i flera fall för jordbruksbevattning kan lösas med grundvatten från borrade brunnar. Kvalitetsproblem förekommer dock, särskilt med för höga kloridhalter samt även höga järnhalter. Granitakviferen kan i gynnsamma områden, t.ex. omkring Nybro, ha lika goda uttagsmöjligheter som sandstenen, men tillhör vanligen en lägre klass, dvs. med mediankapaciteter på 600–2 000 l/h (Pousette m.fl. 1981). Kvalitetsproblemen i borrade brunnar i granit är vanligen höga järnhalter och ställvis också höga manganhalter.

Jordlagrens akviferer är i första hand porakvifererna i isälvsavlagringarna, i andra hand porakvifererna i sandiga och ställvis grusiga moräner. Nybroåsen är den helt dominerande akviferen. Större delen av åsen har mycket stora eller stora grundvattentillgångar – de största i hela sydöstra Sverige – med i regel utmärkta eller mycket goda uttagsmöjligheter och vanligen mycket goda förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration. Grundvattnet är i regel av god vattenbeskaffenhet.

Grundvattenkemin karakteriseras av neutral eller svagt sur pH-reaktion, låg eller måttlig alkalinitet, låg hårdhet och tämligen låg halt av lösta salter, dock ställvis för hög järnhalt. Långvariga grundvattennivåmätningar i ett stort antal brunnar och observationsrör, varav några i SGUs grundvattennät, visar naturliga, måttliga årsvariationer (0,5–1,0 m) vid normala nederbördsförhållanden och kraftiga flerårstrender med variationer på upp till 3 m vid en växling mellan serier av torrår och våtar. Vidare visar mätningarna betydande grundvattennivåsänkningar i närheten av större vattentäcker. Grundvattennivåerna ger också en bild av strömningsmönstret, som är mer eller mindre transversellt genom åsen, vilket också framgår av förekomsten av en serie stora källor och källtorvmarker på den nordöstra eller östra sidan av åsen. Det ovanliga strömningsmönstret gör det svårt att fastställa några fasta grundvattendelare i åsen, likaså att göra en uppdelning i skilda grundvattenmagasin utom vid en höjdtroskel i Igersdela (ungefär mitt emellan Nybro och Kalmarsund), varigenom i varje fall två skilda magasin och två grundvattenförekomster kan särskiljas. Det är emellertid möjligt att dela upp åsen i ett antal områden med olika hydrogeologisk karaktär och skilda förutsättningar från grundvattenteknisk synpunkt (se fig. 1). Två områden står därvid i särklass vad gäller grundvattentillgångar och uttagsmöjligheter, nämligen Hagbymassivet i sydöstra delen och Gårdsrydsfältet i nordvästra delen med naturlig grundvattenbildning på 40–45 l/s respektive 60 l/s och mycket gynnsamma förutsättningar för bassänginfiltration. Tre andra områden däremellan (Kulltorps-, Fröstorps- resp. Råsbäcksområdet) är också av hög klass (naturlig grundvattenbildning på drygt 25 l/s i vardera området och mycket goda uttagsmöjligheter). Möjligheterna att bygga ut ett av dessa områden – Kulltorpsområdet – har emellertid inom överskådlig framtid hindrats genom anläggningen av väg E22 rakt igenom området. Dessutom har ett par andra områden (Tvärskogs- och Igersdelaområdet) vid närmare granskning visat sig ha betydligt sämre tillgångar och uttagsmöj-

Teckenförklaring till figurerna 6,14,15,18 och 21

- Observationsrör eller brunn för mätning av grundvattennivå. Information om lagerföljder mm finns i SGUs geodatabase
- ▲ Observationsrör i SGUs Grundvattennät
- Kommunal grundvattentäkt i jord
- ◻ Kommunal grundvattentäkt i jord, fastställt skyddsområde med föreskrifter
- ◐ Kommunal grundvattentäkt i jord med infiltrationsanläggning, fastställt skyddsområde med föreskrifter
- ▲ Källa registrerad vid SGU
- Infiltrationsbassäng
- vt Vattentäkt (vid namn)
- Fast grundvattendelare
- Rörlig grundvattendelare
- Grundvattnets huvudströmningsriktning
- 5 Grundvattnets trycknivå, meter över havet (avser torrårssituationen 1976, källa: Nybroåsens vattentäktförbund).
- Tvärsektion

JORDARTER

-  Fyllning
-  Torv
-  Svallsand
-  Svallgrus
-  Lera
-  Silt
-  Åschrön
-  Isälvssediment
-  Morän
-  Berg

ligheter än enligt tidigare översiktliga bedömningar (Weiman-Hane & Hörberg 1966).

Av de mindre isälvsvlagringarna är det framför allt Ljungbyåsen, som i vissa avsnitt har stora grundvattentillgångar, t.ex. mellan Vassmolösa och Ljungbyholm (se fig. 1), men som i övrigt har måttliga grundvattentill-

gångar (Pousette m.fl. 1981). Moräntäckets mäktighet i inlandet är i regel tillräcklig för anläggandet av grävda brunnar i lämpliga terränglägen. Om moränens kornstorleksammansättning och struktur är gynnsam, kan en moränbrunn vara ett alternativ till en borrarad brunn i granit för vattenförsörjningen i glesbebyggelse. I moränterräng-

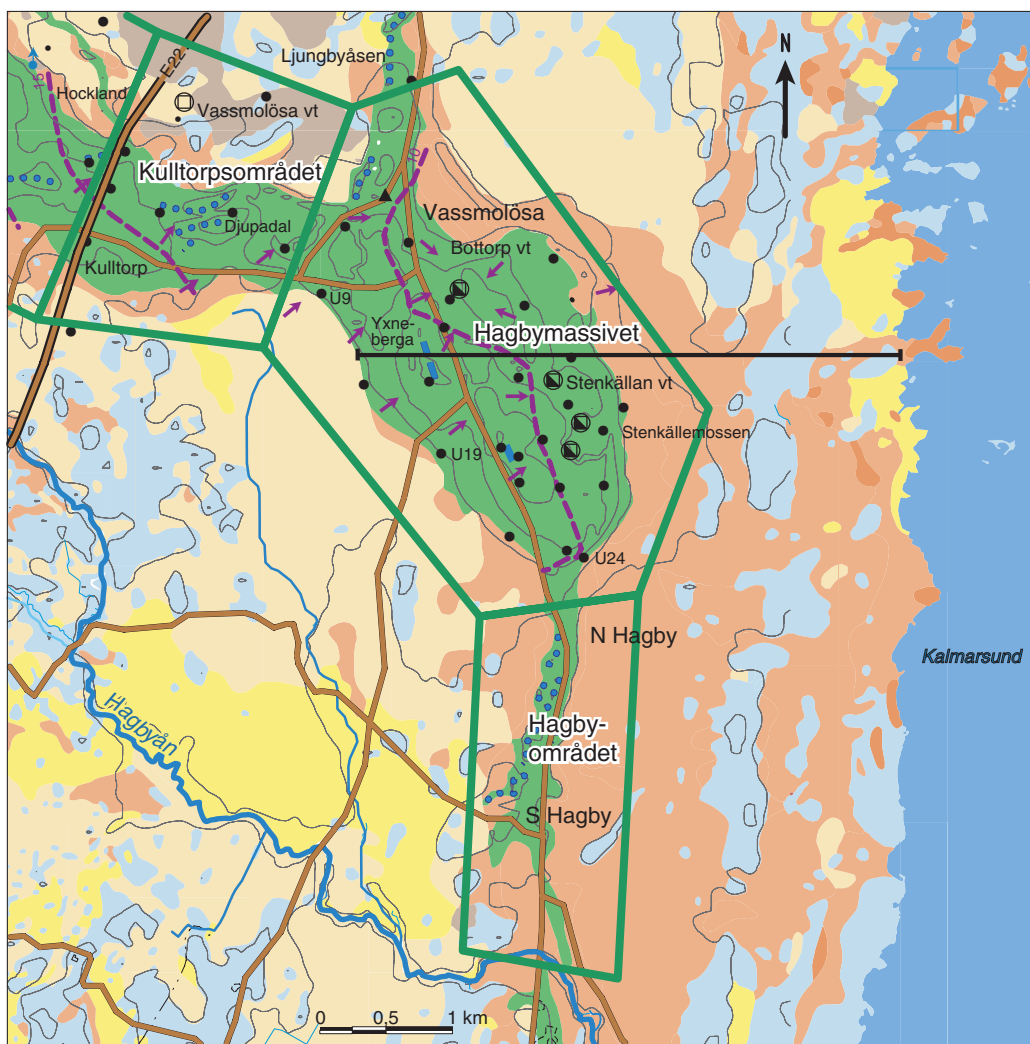


Fig. 6. Karta över sydöstra delen (Hagbyområdet, Hagbymassivet och Kulltorpsområdet) av Nybroåsen och dess närmaste omgivning. Teckenförklaring, se s. 12. Observera att vattentäktområdet i Böttorp består av ett flertal brunnar. Underlagskartor har i första hand varit jordartskartorna Kalmar NV och Kalmar SV.

en finns relativt rikligt med källor, de flesta med lågt flöde, men några med måttliga flöden, särskilt i drumlinområden omkring Nybro.

Kalmar har nyttjat grundvatten från Nybroåsen för den kommunala vattenförsörjningen alltsedan 1910, då den första vattentäkten, Råsbäckskällan, togs i bruk. Åsens vatten utgör också basen för den kommunala vattenförsörjningen i övriga delar av regionen, t.ex. för Nybro (i Gårdsrydsfältet) och Torsås samt flera mindre tätorter (genom anslutning till Kalmar). Problemet för den kommunala vattenförsörjningen i större skala är emellertid – som tidigare påtalats – den låga grundvattenbildningen, varför konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration i Hagbymassivet har måst genomföras för Kalmars vattenförsörjning sedan slutet av 1950-talet, medan den naturliga grundvattentillgången i Gårdsrydsfältet fortfarande är tillräcklig för Nybros behov.

Grundvattentillgångar i respektive åsavsnitt

Nybroåsen är här indelad i områden, som dels är hydrogeologiskt motiverade, dels anknyter till befintliga vattentäktområden och planerade vattentäktområden enligt det tidigare nämnda principförslaget för den regionala vattenförsörjningen (Weijman-Hane & Hörberg 1966). En viss justering av gränserna mellan områden har gjorts.

Hagbyområdet

Nybroåsen sträcker sig som en flack sand- och grusavlagring från Ekenäs vid Kalmarsundskusten till Hagby, där ett par parallella åsryggar går i nord-sydlig riktning på den flacka kustslätten från Hagbyån upp till N. Hagby (fig. 6). Sand- och gruslagren har måttlig mäktighet men

relativt god vattengenomsläpplighet. Grundvatten tillförs till viss del från finsedimentområdena väster om åsen. Kapaciteten i en tidigare nyttjad kommunal vattentäkt i åsen är inte känd. Grundvattentillgången kan bedömas vara måttlig eller ringa. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning saknas.

Hagbymassivet

Geologi och terrängläge

Hagbymassivet mellan N. Hagby och Vassmolösa är Nybroåsens mäktigaste bildning. Det är över 3 km långt och upp till 2 km brett och har en yta på ca 4,5 km². Det höjer sig till över 30 m ö.h. och därmed mer än 20 m över den flacka kustslätten (fig. 6). Massivet är underlagrat av sandsten med svag stupning åt ostsydost. Sandstensytan har djupa sänkor under massivets östra del vid de bågge vattentäktområdena Bottorp och Stenkällan samt två trösklar, dels i nordväst vid Vassmolösa f.d. station, dels i söder vid massivets sydspets i Norra Hagby (fig. 7).

Den naturliga grundvattenströmningen gick ursprungligen genom massivets till dess östra rand, där ett tunt torvlager längs stora delar av randen visar att ett långvarigt utflöde av grundvatten ägt rum. Den centrala delen av detta torvområde och en källa, Stenkällemossen, finns markerade på geologiska kartbladet Kalmar (Munthe 1902). Ett par aktiva källor noterades vid jordartskarteringen 1956, bl.a. i Stenkällemossen, varifrån källflödet i slutet av torrsommaren 1959 var ca 3 l/s (Weijman-Hane & Hörberg 1960). Ett mindre spårämnesförsök i sydöstra kanten av massivets visade på en mycket långsam strömning i det sandiga sedimentet: ca 0,1 m per dygn vid en gradient på 1:1 000 (Knutsson & Ljunggren 1959). Strömningsmönstret har sedan 1950-talet förändrats allteftersom vattenförsörjningsanläggningarna byggts ut: först uttaget i vattentäkten i Bottorp fr.o.m. 1953, därefter bassänginfiltrationen i Yxneberga fr.o.m 1957–58, uttaget i vattentäkten i Stenkällan fr.o.m. 1987 samt slutligen bassänginfiltrationen vid Stenkällan fr.o.m. 1997 (se fig. 6). Omkring de stora uttagpunkterna har lokala sänkningstrattar utbildats inne i

massivet. Grundvattenströmmen går sedan vidare österut, varvid grundvattnet efterhand avbördas till källor och dräneringsdiken samt slutligen till Kalmarsund (fig. 8).

Hagbymassivets uppbyggnad är väl dokumenterad genom borrhningar, sonderingar och skärningsstudier alltsedan de inledande undersökningarna 1948 (Olsson & Carlstedt 1948) för lokaliseringen av den första brunnen i Bottorp till 1988, då vattentäkten i Stenkällan byggdes ut (Hörberg & Kylefors 1986) samt även senare. Totalt har ett 90-tal rödrivningar redovisats och 11 filterbrunnar anlagts. Hagbymassivet kännetecknas av stora mäktigheter (20–30 m, max. 32 m) och 10–15 m vattenförande sand- och gruslager med god kontinuitet. Massivet är mycket komplext uppbyggt, särskilt i dess norra del, som har karaktären av en stor åsknut, bildad av två isälvar, nu

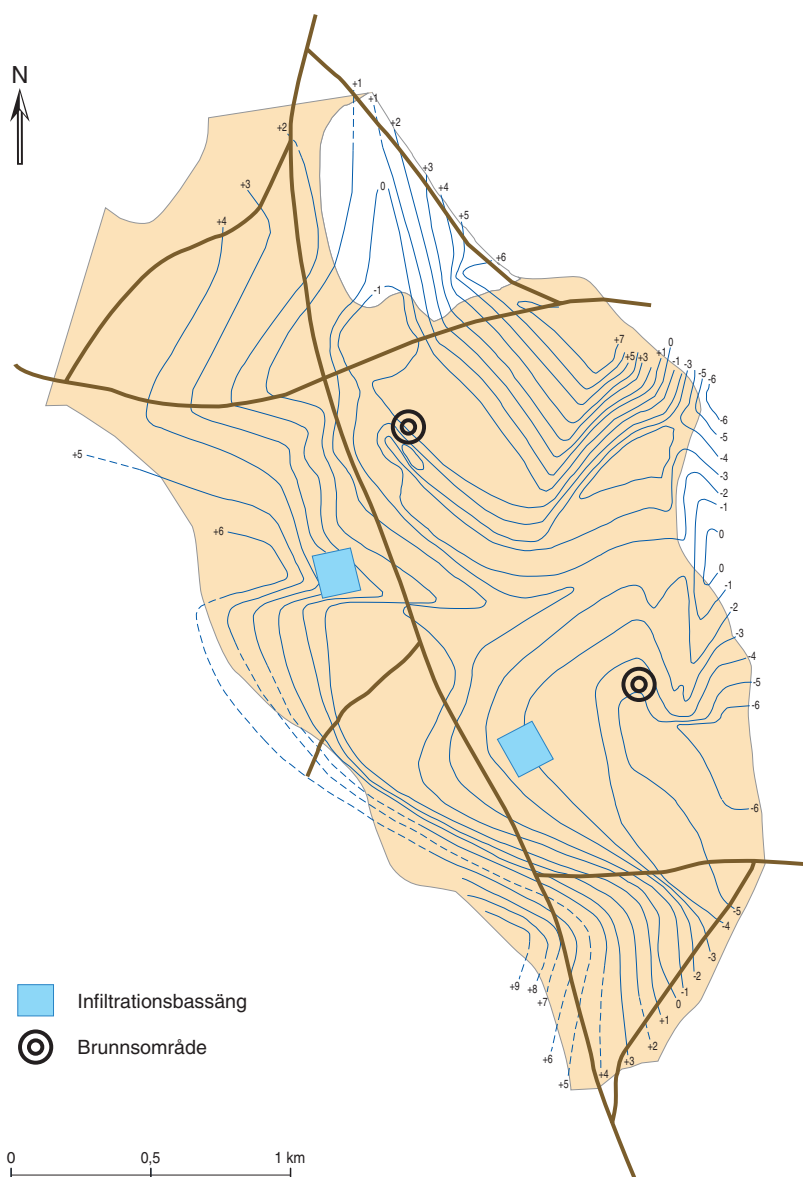


Fig. 7. Kartskiss över sandstensytans nivåkurvor i m ö.h. under Hagbymassivet samt brunnsområden och infiltrationsbassängar (från Hörberg & Kylefors 1986)

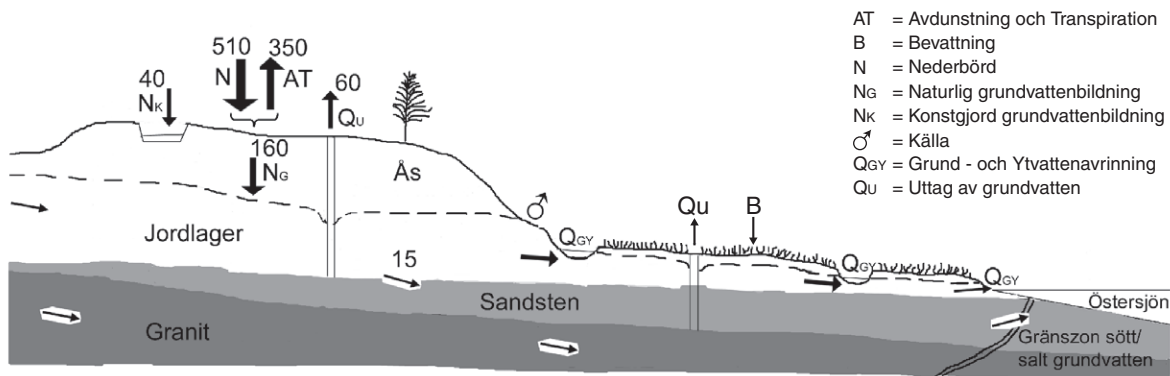


Fig. 8. Principfigur (tvärsnitt) över grundvattenförhållandena och vattenbalansen i Hagbymassivet med nederbörd och avdunstning, naturlig och konstgjord grundvattenbildning, grund- och ytvattenavrinning samt uttag för vattenförsörjning och bevattning. Uppmätta och beräknade vattenmängder är angivna i mm per år (efter Eliasson 2001 i Knutsson & Morfeldt 2002).

markerade av Ljungbyåsen från norr och Nybroåsen från väster. Avlagringen karakteriseras av några primärt avsatta, centrala stråk eller snarare plattor av grovt isälvmaterial (blockigt, stenigt grus), som omges av mäktiga sand- och grovsiltlager, särskilt på västra sidan, avsatta vid deltasedimentation. Det finns dock några lokala förekomster (rester) av en hård och föga genomsläpplig sandstensmorän, som påträffats på djupet vid borrningar, t.ex. i området intill infiltrationsbassängerna för Stenkällanvattentäkten och som grävts fram i östra kanten av det stora grustaget öster om Vassmolösa f.d. station. Hagbymassivets ytformer är till stor del inte primära. Vågorna har verkat kraftigt på en del ytor och avsnitt; sydöstra kanten är t.ex. ett markant abrasionshak, medan det i nordöstra spetsen byggts upp en strandvall med sträckning mot nordväst fram till Ljungbyåsen. I ett senare skede har även ett litet flygsandsfält med dyner utbildats på Hagbymassivets nordöstra spets. Det finns dock kvar vissa åsformer, bl.a. en central åsrygg omgiven av smala, djupa åsgravar.

Hydrogeologi och klassificering

Kontinuerliga grundvattennivåmätningar med olika tidsintervall har pågått sedan 1956 i ett drygt hundratal observationsrör och brunnar i och omkring massivet. De flesta mäts numera endast en gång om året men några referensrör, t.ex. U9, mäts en gång per vecka. Numera ingår endast ett mätrör inom Hagbymassivet i SGUs grundvattennät. Den naturliga, årliga variationen är normalt inte mer än 0,5–1,0 m med de lägsta nivåerna på hösten och de högsta på våren efter snösmältning. Variationerna är dock tydligt kopplade till skiftande årsnederbörd och växlingar mellan flerårsperioder av nederbördsrika och nederbördsfattiga år – som t.ex. under första hälften av 1960-talet – ger variationer på 2–3 m. I närheten av de stora vattentäktena är variationerna påverkade av såväl infiltration som uttag och där kan man också se en nedåtgående trend, t.ex. i

rör U24, när Stenkällanvattentäkten tagits i bruk (fig. 6 och 9, Eliasson 2001). De måttliga naturliga variationerna under normalår tyder på ett betydande magasin med stor dränerbar porositet.

Verkliga bestämmningar av de hydrauliska parametrarna är oväntat sparsamma, trots många provpumpningar vid vattentäktena. Baserad på provpumpningsresultat från undersökningarna 1948 har transmissivitetsvärdet (T-värdet) beräknats till 0,03 m²/s och den dränerbara porositeten (S) till 10 % för Bottorpsvattentäkten (Hörberg 1963). I en utredning om uttag ur bevattningsbrunnar i sandstenen omkring Hagbymassivet anges T-värdet 0,015 m²/s för observationsröret U19 i västra kanten av massivet med sandigt material (Carlstedt & Johnson 1983). Denna utredning visade också, att det i allmänhet är god hydraulisk kontakt mellan grusakviferen och sandstensakviferen. Vid provpumpningarna har T-värdet genomgående ansatts till 0,005 m²/s och den dränerbara porositeten till 5 % utanför Hagbymassivet och till 15 % inom massivet (Carlstedt & Johnson 1983). Ett stort antal beräkningar av den hydrauliska konduktiviteten (K) från 25 rör har gjorts med den s.k. Hazens formel och resultaten av siktanalyser på uppspolade prov från borrningarna 1956 (Hörberg 1958). Dyliga K-värden får anses mycket osäkra, liksom likartade beräkningar vid andra undersökningar t.ex. för skyddsåtgärderna vid anläggningen av väg E22 (se Kulltorpsområdet). Sorteringskoefficienten visar att materialet oftast är väl sorterat. Av stort praktiskt värde är de bedömningar av vattengenomsläpplighet och korttidsbestämningar av kapaciteten (sektionsvis) vid rördrivningar, som finns redovisade i diagram och protokoll i strategiskt intressanta borrpunkter. Dessa uppgifter har varit vägledande för lokalisering av såväl brunnslägen och brunnskonstruktioner som lägen och utformningar av infiltrationsbassänger (se t.ex. Hörberg & Kylefors 1986).

Vattenbeskaffenheten för helt naturliga förhållanden är mindre väl känd genom att konstgjord infiltration pågått

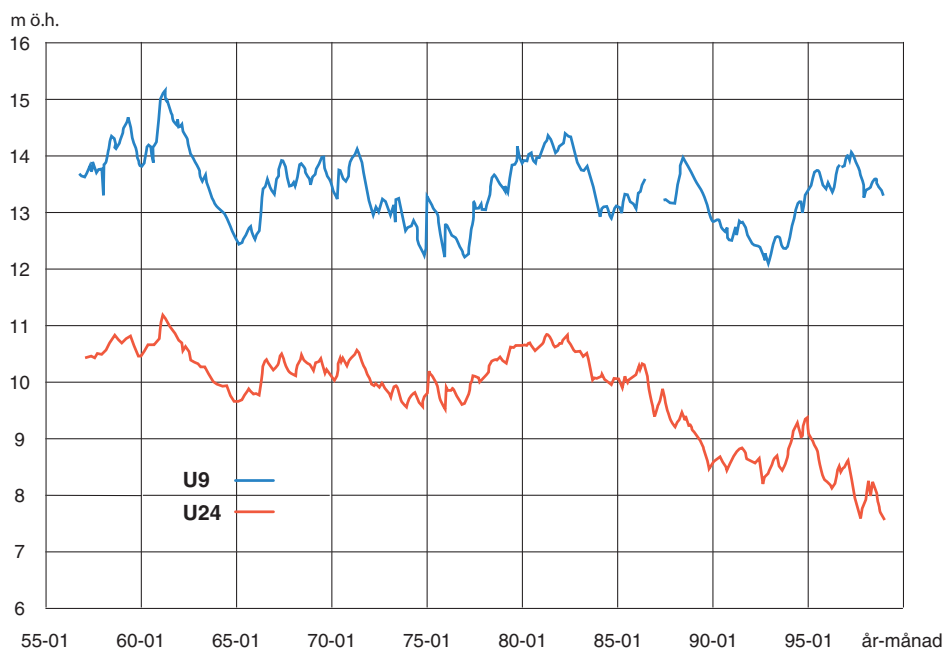


Fig. 9. Grundvattennivåvariationer i två observationsrör i Hagbymassivet. Rör U9 ligger i den nordvästra kanten av Hagbymassivet och visar naturliga variationer, som under normalår är 0,5–1,0 m, men som efter en serie våtar följda av torrår kan uppgå till ca 3 m. Rör U24 ligger i sydspetsen av Hagbymassivet och visar ett likartat variationsmönster som U9 fram till år 1987, då nivåerna började sjunka till en ny medelnivå ca 1,5 m lägre än den tidigare. Orsaken är med största sannolikhet påverkan från Stenkällanvattentäkten, som togs i bruk 1987 (efter Kylefors & Andersson 1998).

under lång tid och i viss mån förändrat vattenkemin. Den opåverkade vattenbeskaffenheten kan sannolikt representeras av analysdata år 1959 från Stenkällan vid Hagbymassivets östra rand samt av analysdata från Vassmolösakällan, vilken ligger strax ”uppströms” Hagbymassivet (se tabell 1). Som framgår av analysdata är grundvattnet av likartad sammansättning över hela åsen. Den kännetecknas av neutral eller svagt sur pH-reaktion, låg eller måttlig alkalinitet, låg hårdhet och tämligen låg total salthalt, dock är järnhalten hög på vissa ställen, vilket vållar problem från vattenförsörjningssynpunkt. En tendens till mera jonsvaga vatten och lägre alkalinitet kan märkas i inlandet. Under 1970- och 1980-talen kunde en viss försurningspåverkan konstateras (Kylefors & Gumbrecht 1986).

Grundvattnet i Hagbymassivet är dock även i påverkat skick i regel av god eller mycket god beskaffenhet och kännetecknas nu i olika brunnar och provtagningspunkter av pH-värde 5,8–7,2 (vanligen ca 6,5, i Stenkällanvattentäkten ca 7,2), alkalinitet 18–44 mg/l HCO_3 , hårdhet 4,1–6,2 °dH, kloridhalt 10–24 mg/l Cl (Bottorp) och 36–69 mg/l Cl (Stenkällan), sulfathalt 17–35 mg/l SO_4 , fluoridhalt 0,5–0,7 mg/l F, nitrathalt 2–12 mg/l NO_3 -N, mycket låga järn- och manganhalter samt färgtal på 5 mg/l Pt eller lägre (se bl.a. Eliasson 2001). De förhöjda kloridhalterna i Stenkällanvattentäkten har tillskrivits läckage från ett tidigare saltupplag i den närbelägna grustäkten, men kan jämväl kopplas till vintervägsaltning på den ti-

digare sträckningen av väg E22 liksom kloridhalten på över 100 mg/l Cl i undersökningsröret 22, som ligger ca 300 m nedströms denna väg men uppströms grustäkten i fråga. Den senare kopplingen stöds av resultaten från matematisk modellering av spridningen av diffusa föroreningar, t.ex. klorid, från såväl gamla som nya sträckningen av väg E22 (Eliasson 2001). I Stenkällanvattentäkten har också höga halter av nitrat konstaterats för vilka ursprunget kan vara föroreningar från en tidigare minkfarm i närheten (Kylefors 2004) eller också – enligt strömbilden från modelleringen – föroreningar från jordbruksmarken väster om Hagbymassivet (fig. 10). Spår av bekämpningsmedel har dessutom påträffats i enstaka prov i Bottorpvattentäkten på senare tid, liksom i en undersökningsfilterbrunn i Djupadal strax väster om Vassmolösa (Vatten och Samhällsteknik AB 2003).

Ett problem, som uppmärksammats under senare år, är att den organiska halten (mätt som kemisk syreförbrukning, COD mg/l O_2) ökat i vissa av brunnarna i Bottorp (Hörberg 1999). Detta kan sannolikt höra samman med de tidvis höga halterna av organiskt material i infiltrationsvattnet från Hagbyån. De förhöjda halterna av den organiska halten liksom av vissa andra ämnen har dock ännu inte vållat några problem i det ”blandvatten” från olika brunnar och vattentäkter, som bildar renvatten för distribution från vattenverket inne i Kalmar.

Den mänskliga påverkan på vattenbeskaffenheten

Tabell 1. Analysdata på grundvatten från några brunnar, källor och rör i Nybroåsen.

Parametrar	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Vattentemp. vid provtagning +0 grader C		7,4	7,2	7,2		7,5	7,8		6,5	
Vattenfärg mg/l Pt	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5
COD mg/l Mn		0,54	0,52	<0,5						
Permangatatförbrukning mg/l KMnO ₄	11				4	4	4	8	5	8
pH	6,9	7,3	7,2	7,1	6,5	6	6,1	6,8	6,4	6,2
Alkalinitet mg/l HCO ₃	29	32	24	21	16	20	28	18	31	11
Totalhårdhet tyska grader	2,7	3	2,2	2,7	1,5	1,7	2	2,7	2,2	3,9
Järn mg/l Fe	0,1	0,21	0,046	0,013	<0,10	0,18	0,3	<0,10	0,1	<0,10
Mangan mg/l Mn	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrat mg/l NO ₃	2				<1	2	<1	4	4	
Nitrat-nitritkväve mg/l		1,7	1,4	1,3						
Klorid mg/l Cl		8,7	7,9	14		15	19		16	
Fluorid mg/l F		0,18	0,14	0,18		0,4	0,3			
Sulfat mg/l SO ₄		20	14	15						

- A = Stenkällan Hagbymassivets 0 kant 1959 10 26
 B = Vassmolösakällan 2002 04 16
 C = Ölvingstorpskällan 2002 04 16
 D = Visekällan Råsbäck 2002 04 16
 E = Brorsrydskällan vid Fridhem 1959 10 27
 F = U 708:24,5 m = Gårdsryd S vattentäkt 1967 09 14
 G = U 713:25,5 m = Gårdsryds M vattentäkt 1968 02 29
 H = Källa vid Lönnbäckshagen Gårdsryd M 1959 10 27
 I = Brunn II Gårdsryds N vattentäkt 1967 02 27
 J = Försöksplats N Käringaryggen 1959 08 05

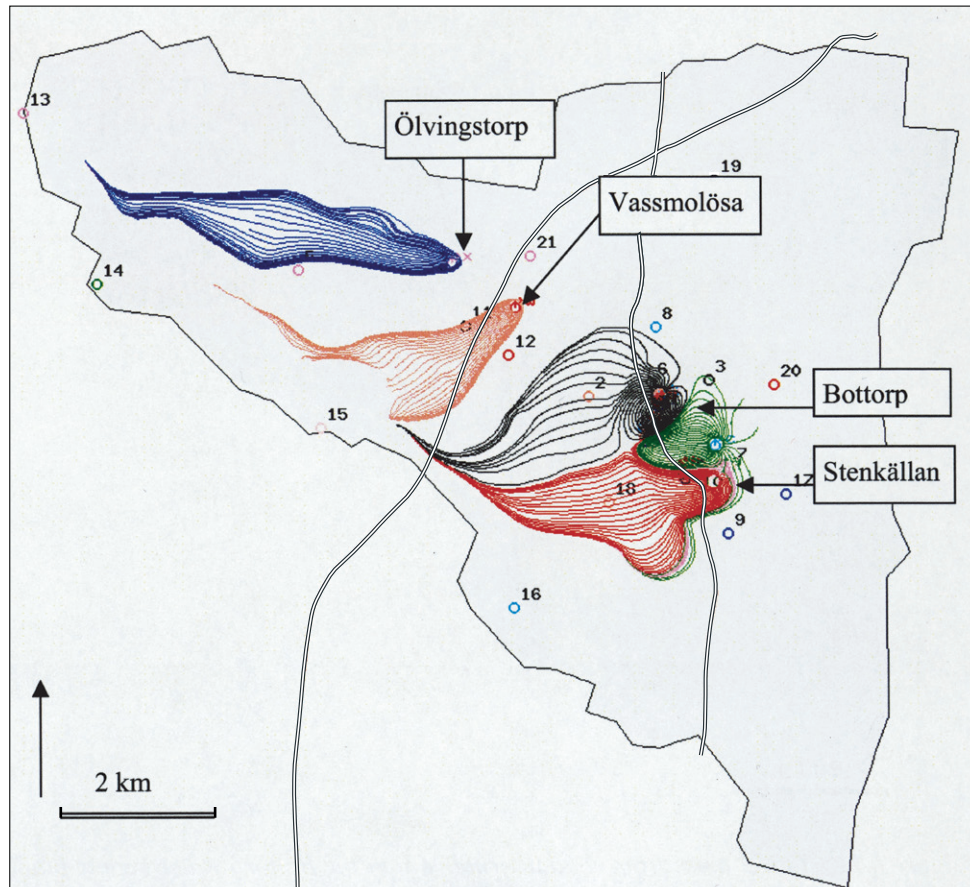


Fig. 10. Beräkningar med en s.k. partikelspårmodell över de ungefärliga "upptagningsområdena" för de olika grundvattentäkterna i den sydöstra delen av Nybroåsen. Beräkningarna avser stationära förhållandena under en 100 – årsperiod. Förutsättningarna för beräkningarna har varit naturlig grundvattenbildning vid normalnederbörd samt konstgjord grundvattenbildning och grundvattenuttag med värden för 1999. Nya och gamla sträckningen av väg E22 är markerad med tunna dubbelsträdda linjer (efter Eliasson 2001).



Fig. 11. Skärning genom Nybroåsen i grustaget öster om f.d. Vassmolösa station. Bilden visar växlande lager av väl sorterat stenigt grus och väl sorterad grusig sand med mycket god vattengenomsläpplighet. Grundvattenytan är blottlagd i den främre delen av bilden. I den östligaste delen av grustaget påträffades senare en plint av hårt packad, tät sandig morän med hög halt av enbart sandstenar, dvs. en lokalmorän av sandsten. Plinten låg inbäddad i väl sorterat grus (foto G. Knutsson 1960).

har varit – och är – förhållandevis måttlig med tanke på tidigare omfattande grustäktsverksamhet i Hagbymassivet (fig. 11), industrier i Vassmolösa (tidigare bl.a. sågverk), vägtrafik över och jordbruk omkring hela massivet. Skyddsområden har funnits upprättade sedan början av 1960-talet och har justerats efterhand. Den nu gällande utformningen framgår av figur 12. Strömbilden från den ovan nämnda modelleringen (fig. 10) visar att influensområdet för uttagsbrunnarna i såväl Bottorp som Stenkällan

kan komma att sträcka sig mycket längre västerut över jordbruksmarken (t.o.m. väster om den nya sträckningen av väg E22) än den nu gällande yttre gränsen för skyddsområdet. Det finns därför all anledning att vara uppmärksam på användningen av bl.a. bekämpningsmedel i dessa influensområden samt vara beredd att revidera skyddsområdet och skyddsföreskrifterna.

Klassificeringen av Hagbymassivet bygger dels på beräkningar av den naturliga grundvattenbildningen 40 l/s



Fig. 12. Karta över Nybroåsen mellan Norra Hagby och Fröstorp med de befintliga kommunala vattentäkterna och sträckningen av väg E22 genom skyddsområdena och det tilltänkta vattentäktområdet i Kulltorp (Vatten och Samhällsteknik AB 2002, Knutsson 2003).

(Eliasson 2001), dels på de långvariga kontinuerliga uttagen vid vilka den naturliga grundvattenmängden uppskattats till 25 resp. 20 l/s i Bottorp- resp. Stenkällanvatten-täkten. De mycket goda uttagmöjligheterna har gjort att uttagen kunnat ökas väsentligt genom bassänginfiltration till f.n. 80 resp. 60 l/s eller totalt 140 l/s och kan – enligt vattendom – i framtiden öka till 150 l/s i vardera täktom-rådet. Hagbymassivet måste sålunda hänföras till klassen 25–125 l/s vad gäller helt naturliga grundvattentillgångar och skulle med hänsyn till de mycket goda uttagmöj-ligheterna i kombination med planerad ökad konstgjord grundvattenbildning kunna höras till "superklassen", dvs. mer än 125 l/s – om bassänginfiltration räknades in i klas-sificeringen.

Kulltorpsområdet

Geologi och terrängläge

Området sträcker sig ca 1,7 km västerut från Vassmolösa genom Kulltorps by. Det är 0,7–1,2 km brett och har en yta på ca 1,5 km² (fig. 14). Avlagringen består av två åsryggar med en mellanliggande torvfylld åsgrav (Djupa-dal) i öster, en bred svallad ås i väster samt en pärlbands-

ås på norra sidan vid Hockland. Mindre moränryggar i sned vinkel mot åsen (s.k. estuariemoräner) sticker upp i svallsand företrädesvis på sydsidan av åsen (vid Kulltorp), men även på nordsidan. Omgivande terräng ligger nå-got högre på sedimentslätten söder om åsen än i sänkan med torvmarker, "Mören", norr om åsen. Berggrundsytan är också högst i den södra åskanten. Avlagringen ligger huvudsakligen på flack sandstensberggrund men längst i väster på urberg, som är relativt plant (subkambriska pe-neplanet). Detta innebär att grundvattnet strömmar från slättområdet söder och sydväst om åsen mot ostnordost –nordost (eller vid vissa situationer mot öster) genom åsen till utströmningsområden på nordsluttningen i form av flödande källor och källtorvmarker med avrinning i diken till Råsbäcken och Ljungbyån (se fig. 10 och 14).

Jordlagren i åsryggarna domineras helt av blockigt, ste-nigt grus. Lagerföljden på den norra kanten av åsen be-står av svallgrus eller svallsand på glacial lera över stenigt grus, vilken jordart också karakteriserar den centrala delen av åsen, medan den södra åskanten vid Kulltorpslätt ut-görs av svallsand på grusig isälvssand (fig. 13). Jordlagrens mäktighet är 20–25 m, varav 8–12 m är grundvatten-förande, i den centrala och norra delen av åsen, men avtar till ca 10 m i söder p.g.a. allt högre liggande berggrunds-

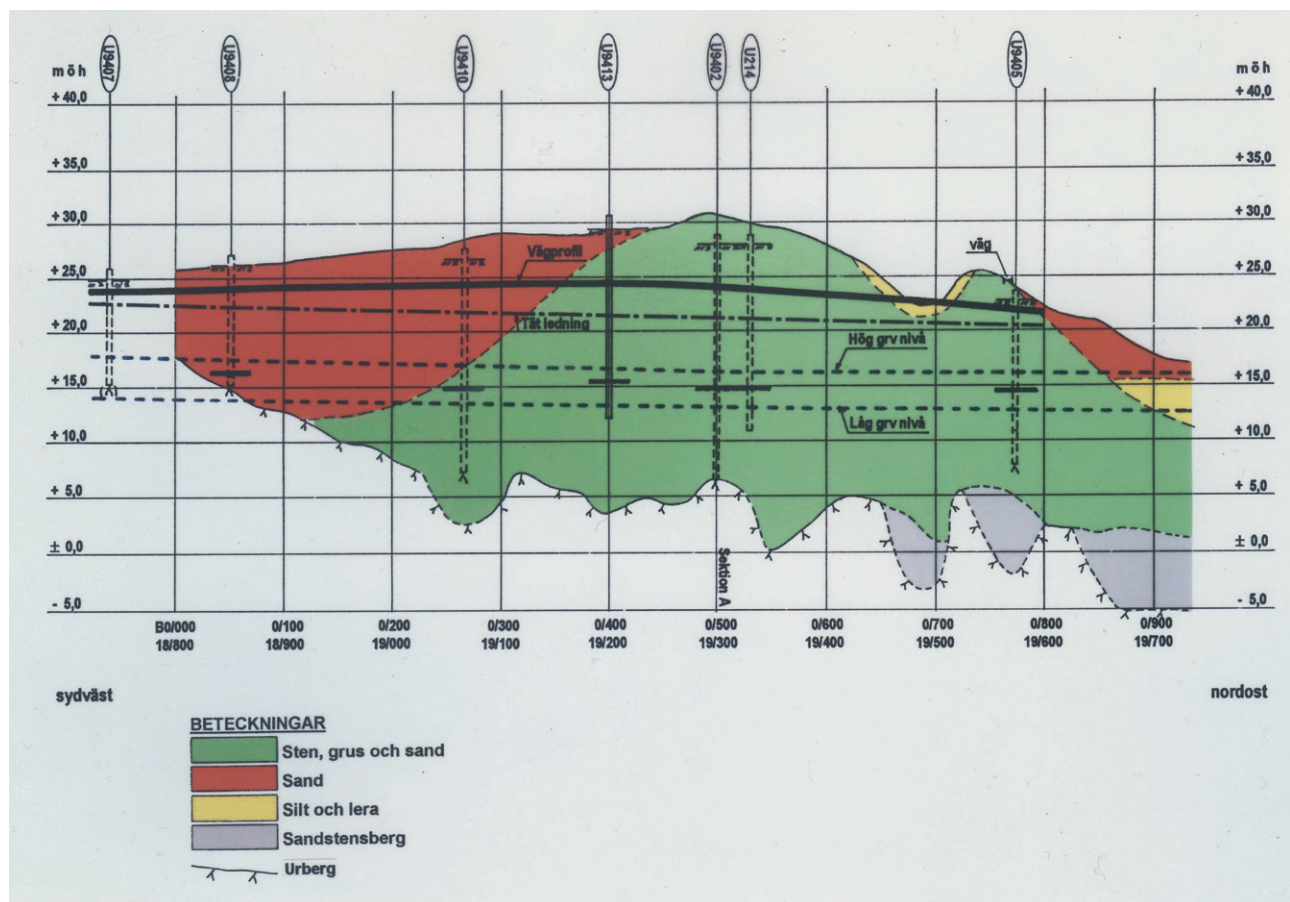


Fig. 13. Principiell lagerföljd i en tvärsnitt genom Nybroåsen längs väg E22 vid Kulltorp (Knutsson & Kylefors 1995).

yta. Därigenom blir den grundvattenförande horisonten obetydlig (se fig. 13). På norra sluttningen av åsen avtar också de grundvattenförande lagrens mäktighet under svallsediment och lera/silt, men når fram till Vassmolösa-vattentäkten, ursprungligen en källa (se fig. 14). Jordlagrens kontinuitet tycks i allmänhet vara god.

Hydrogeologi och klassificering

De hydrauliska egenskaperna hos jordmaterialet är relativt väl kända genom omfattande hydrogeologiska undersökningar i samband med anläggningen av väg E22 över åsen. Materialet är i allmänhet väl sorterat med god vattengenomsläpplighet: dränerbar porositet på ca 20 % och K-värde på 0,002 m/s enligt långtidsprov-pumpning i filterbrunnen i grustaget vid åsryggarna i Djupadal, varvid 20 l/s uttogs med 1,75 m avsänkning (Knutsson & Kylefors 1995). Likartade resultat erhöles också vid provpumpningar i den norra delen av åsen vid Hockland (två filterbrunnar med 15 l/s vardera), medan sämre resultat erhöles i den södra delen (5–10 l/s, Eriksson & Karlsson 1997) och i en filterbrunn på en punkt i den centrala delen (endast 2,5 l/s, Knutsson & Kylefors 1995). Finmaterialhalten i gruset omkring filterbrunnen var osedvanligt hög och den dränerbara porositeten endast 0,3 % samt K-värdet 0,0006 m/s. I observationsröret alldeles intill filterbrunnen var finmaterialhalten låg. En sammanställning av på olika sätt beräknade K-värden i ett tiotal punkter inom området visar på en variation mellan 0,00014 och 0,0028 m/s (Eliasson 2001).

Den naturliga grundvattenbildningen inom tillrinningsområdet kan överslagsmässigt beräknas till ca 20–25 l/s. Uttagen i Vassmolösakällan har i medeltal varit 15 l/s med ett maximalt värde på 19 l/s enligt vattendom. Grundvattenläckaget i källor och diken har, trots de långvariga uttagen (sedan 1942), varit betydande och uppmättes under torrsommaren 1959 till 7,5 l/s. Detta innebär att under normalår måste den totala naturliga grundvattentillgången i hela området vara mer än 25 l/s. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning genom inducerad infiltration från Hagbyån förefaller mycket begränsade, medan förutsättningarna för bassänginfiltration i det tidigare nämnda principförslaget bedöms som synnerligen goda: 250 l/s, vilket styrks av på senare år genomförda undersökningar.

Kulltorpsområdet kan sålunda bedömas ha mycket stora grundvattentillgångar, dvs. mer än 25 l/s, och mycket goda uttagsmöjligheter. Genom anläggning av väg E22 rakt igenom området (fig. 12) är det dock inte möjligt att under överskådlig tid bygga ut någon stor grundvattentäkt med konstgjord grundvattenbildning i området. I stället har nu Kalmar Vatten och Renhållning AB påbörjat undersökningar av ”nästa” presumtiva vattentäktsområde vid

Fröstorp (se nedan). De omfattande vattenskyddsåtgärder, som på Vägverkets bekostnad utförts vid anläggningen av vägen med anledning av fastställda skyddsområden för befintliga kommunala grundvattentäkter, bör göra det möjligt att nyttja dessa i nuvarande omfattning, så länge skyddsskikten är funktionsdugliga. Om de av någon anledning skulle skadas, kommer enligt flera olika modelleringar (Knutsson & Kylefors 1995, Eliasson 2001) Vassmolösavattentäkten, som ligger nedströms och närmast vägen, att hotas såväl i samband med t.ex. en svår tankbilsolycka med farligt gods som en diffus förorening med t.ex. vägsalt. Merkostnaden för att behöva överge de befintliga vattentäkterna och flytta vattenuttagen längre åt nordväst finns dock inte med i kalkylerna för anläggningen av vägen. Den totala kostnaden från vattentäktssynpunkt vid markexploatering över värdefulla grundvattentillgångar måste i framtiden beaktas (Knutsson 2003a). Den mycket goda vattenbeskaffenheten (se tabell 1) kan emellertid också försämrats genom annan markanvändning, t.ex. jordbruk. Vissa problem med höga halter av nitrater och flera olika typer av bekämpningsmedel har nämligen noterats vid provtagningar i den ovan nämnda filterbrunnen vid åsryggarna i Djupadal (Vatten och Samhällsteknik AB 2003). Systematisk övervakning av skyddsåtgärdernas funktion och markanvändningen i tillrinningsområdet är sålunda av största vikt i ett område som detta.

Fröstorpsområdet

Geologi och terrängläge

Området sträcker sig från Ölvingstorp till Fröstorp och utgörs av en 3,0–3,5 km lång och ca 1 km bred grusplåtå med en yta på ca 4 km² (fig. 14). Avlagringen har en relativt markerad nordbrant men en flack sydsida utom mitt på sträckan, där ett markerat strandhak kan följas ca 1 km (avsatt som naturreservat). Avlagringen ligger på en något ojämn urbergsyta, som stupar svagt åt ostnordost, vilket gör att den allmänna strömningen under normalår och våtar är åt ostnordost eller öster, medan det under torrår, som t.ex. 1959 och 1976, är en strömning åt sydost i de södra och västra delarna av slättområdet, dvs. det utbildas en grundvattendelare vid Fröstorp (se fig. 10 och 14).

Materialet är grovt i den norra delen med en hel del block i ytan. Hela avlagringen är kraftigt svallad. Den södra delen är utpräglad sandig, varför åsgränsen är svårbestämbar mot angränsande svallsediment. Jordartskartan anger t.ex. ett stort område med svallsand norr om Fröstorp, vilket dock till stor del underlagras av isälvsediment, fastställt genom borrhning. Mäktigheterna är vanligen 10–15 m, men kan uppgå till cirka 20 m. De grundvattenförande lagren är 2–10 m. Kontinuiteten förefaller i allmänhet

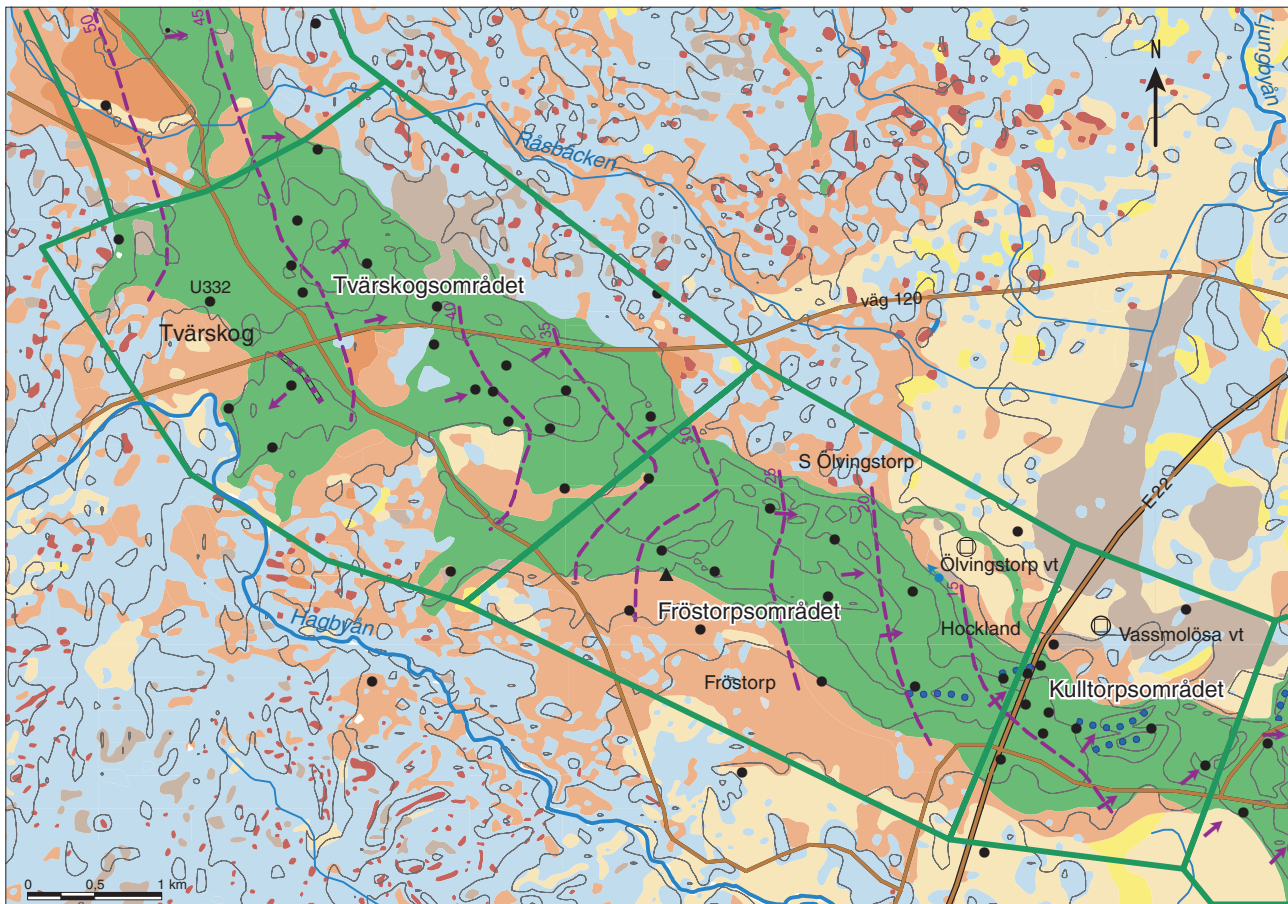


Fig. 14. Karta över Fröstors- respektive Tvärskogsområdet av Nybroåsen och dess närmaste omgivning. Teckenförklaring, se s. 12. Underlagskartor, se fig. 6.

vara god, men morän har indikerats på djupet i den norra kanten av åsen såväl genom borrhningar som geofysiska mätningar, liksom en bergklack under botten av det stora grustaget sydväst om S. Ölvingstorp genom geofysiska mätningar (Raycon 2002).

Hydrogeologi och klassificering

Jordmaterialet är i regel välsorterat med god till mycket god vattengenomsläpplighet, särskilt i de enhetliga sandiga eller sandigt-grusiga lagren i den södra delen, dock mindre god i norra kantens djupare delar. Provpumpningar har hittills endast gjorts i undersökningsrör och givit växlande resultat, bäst i den centrala delen (3 l/s i sektionen vid 12 meters djup). Kalmar Vatten och Renhållning AB planerar fortsatta undersökningar i området, när nu Kulltorpsområdet inte kan byggas ut som vattentäktssområde genom anläggningen av E 22.

Fröstorsområdet bedöms ha stora till mycket stora grundvattentillgångar och mycket goda uttagmöjligheter. Den maximalt uttagbara vattenmängden i Ölvingstorp-vattentäkten har beräknats till 23 l/s. Därtill kommer

grundvattenläckaget nedanför åsen i dräneringsdiken i torvmark och i källor, som trots det långvariga kontinuerliga uttaget i vattentäkten inte har sinat. Vattenbeskaffenheten i vattentäkten har hela tiden varit mycket god (se tabell 1) och bör kunna bibehållas med företagna skyddsåtgärder. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration har bedömts som mycket goda, bl.a. med tanke på de mäktiga sandlagren i den södra delen och en naturlig strömning mot ostnordost, där möjligheter att lokalisera brunnar i de grova lagren bör finnas.

Tvärskogsområdet

Geologi och terrängläge

Området ligger omkring tätorten Tvärskog och är 4 km långt, 1,5–2,5 km brett och har en yta på ca 6,5 km² (fig. 14). Avlagringen utgörs av ett utsvallat isälvsfält, som har en flikig gräns åt sydväst och som är sönderstyckat av stora sänkor med mestadels finsand i ytan men också mindre områden med sällgrus resp. grovsilt samt ytlager

av torv. Dessutom förekommer en del morän i sänkorna. Borrningar i den centrala sänkan med svallsand, sydost om vägskälet i Tvärskog, visar att sedimenten är 4,5–7,5 m mäktiga och är grövre mot djupet, vilket gör att det kan finnas hydraulisk kommunikation med åsmaterialet omkring sänkan.

Terrängen är flack, men enligt borrhuppgifter ligger berggrundsytan även här högst i de västra delarna, varför strömningen i stort är riktad mot ostnordost eller öster, frånsett i de västligaste delarna, där strömningen går mot sydväst (mot Hagbyån), dvs. det finns en grundvattendelare sydväst om Tvärskogs tätort (se fig. 14). Denna förstärks av bevattning på timmerplanen vid sågverket i Tvärskog (Johansson & Strömwall 1978). Mindre källor på olika håll visar dock på en mera komplicerad strömbild i detalj.

Jordlagren i den sydöstra delen – öster om den ovan nämnda centrala sänkan och söder om väg 120 – har mycket växlande, oftast relativt finkornig sammansättning, och varierande mäktighet: 4–10,5 m. Avlagringen har därigenom en måttlig eller ringa grundvattenförande horisont: 1,1–5 m (i en borrning 6,25 m men också några helt ”torra” borrningar). I en mindre, central del består dock materialet av grus och sand och har mäktigheter omkring 10 m (Kylefors 1982).

Materialet i den sydvästra delen – sydväst om vägskälet i Tvärskog och söder om väg 120 – är i den norra delen omkring sågverket ca 10 m mäktigt och domineras av sandiga lager, men det förekommer även grus och silt (Johansson & Strömwall 1978). Området åt sydväst är ställvis sandigt i ytan men i flera borrhoppunkter siltigt på djupet dvs. en svallagerföljd. Mäktigheten är måttlig: 3–8 m och den grundvattenförande horisonten 1,5–4,5 m.

Materialet i den nordöstra delen – norr om den centrala sänkan och norr om väg 120 – är genomgående grövre: stenigt grus, grusig sand och sand med mäktigheter på 8–11 m, i några borrhoppunkter 13–15 m, frånsett i den nordligaste delen, där mäktigheten endast är maximalt 6 m och morän påträffats i botten av grustagen. Å andra sidan har mäktiga gruslager påträffats under finkorniga sediment och torv vid maskingrävning för en bevattningsdamm utanför den egentliga åsgränsen i nordost. Den grundvattenförande horisonten varierar i motsvarande grad: från högst 2–3 m i norr till 7–8 m i de mäktigaste partierna. Materialet i den nordvästra delen är växlande till såväl sammansättning som mäktighet. I en sporre längst i väster är materialet grovt men högst 5 m mäktigt, medan det vid undersökningsröret U332 väster om Tvärskog är genomgående siltigt–sandigt ned till 11 m djup, varpå sandiga–grusiga lager följer ned till drygt 15 m. Det grundvattenförande lagret är här cirka 12 m, troligen endast inom ett begränsat område.

Hydrogeologi och klassificering

Materialets vattengenomsläpplighet är starkt växlande i relation till den mycket varierande materialsammansättningen. Undersökningar för avloppsinfiltration i den sydöstra delen visade, att endast i ett mindre, centralt avsnitt är materialet så genomsläppligt (och med sådan mäktighet) att det var möjligt att arrangera avloppsinfiltration för tätorten Tvärskog. Anläggningen har fungerat ett 15-tal år men planeras nu tas ur bruk i samband med överföring av avloppsvattnet till ett avloppsreningsverk i Påråd. Undersökningar för en tilltänkt lokal vattentäkt för Tvärskog i den nordöstra delen gav gynnsamma resultat inom ett begränsat avsnitt och det bedömdes möjligt att anlägga en vattentäkt i det mäktigaste centrala partiet med en kapacitet på 5 l/s eller mera (Kylefors 2003). Vattentäkten kom dock aldrig till utförande, eftersom vattenförsörjningen anslöts till den befintliga vattentäkten vid Råsbäck. Den tidigare lokala vattentäkten i Tvärskog (en bergborrad brunn i samma del av åsen) togs ur bruk p.g.a. såväl praktiska skäl som kvalitetsproblem, bl.a. påträffades flera olika typer av bekämpningsmedel under flera år (Vatten och Samhällsteknik AB 2003).

Den naturliga grundvattenbildningen kan bedömas vara god över de stora ytorna med i huvudsak genomsläppligt material, men uttagsmöjligheterna är begränsade utom i det ovan nämnda centrala partiet i den nordöstra delen och möjligen i den nordvästra delens djupaste parti samt – med reservation för beskaffenheten – också i avsnittet för avloppsinfiltration i den sydöstra delen. Vattenbeskaffenheten i närheten av sågverket hade vid undersökningen år 1977 fått förändrad jonsammansättning men ännu inte några besvärande föroreningar (Johansson & Strömwall 1978). Konstgjord grundvattenbildning genom inducerad infiltration i de små avsnitt, där isälvmaterialet står i kontakt med Hagbyån, är under naturliga strömningsförhållanden inte möjlig, då strömningen är riktad mot ån. Förutsättningarna att anlägga en större vattentäkt nära ån för att skapa en annan strömbild och därmed inducerad infiltration är inte goda p.g.a. i allmänhet ogynnsam lagerföljd och ringa sedimentmäktighet. Möjligheterna för basänginfiltration är inte heller goda genom de heterogena naturliga förhållandena och den splittrade samhällsstrukturen (bebyggelse, deponier, industrier och vägar inom ett stort område).

Slutsatsen blir, att huvuddelen av Tvärskogsområdet hamnar i den näst lägsta klassen 1–5 l/s och endast ett avsnitt i den nordöstra delen samt det mäktiga partiet av den nordvästra delen kommer i klassen 5–25 l/s, medan de perifera delarna i norr och väster får placeras i den lägsta klassen eller kan betraktas som sekundära akviferer.

Råsbäcksområdet

Geologi och terrängläge

Avsnittet är beläget omkring Råsbäcks by och utgörs av ett ca 2 km långt, ca 1 km brett åsstråk med en yta på ca 2,5 km² (fig. 15). Avlagringen är genomskuren av Råsbäckens dalgång samt uppdelad av ett par sänkor med finsandiga–grovsiltiga sediment i ytan. Åsen är kraftigt svallad med ett par meters svallgruslager, som i slutningen mot nordväst är utbildat i en serie av låga strandvallar. Under svallgruset följer sand och grovsilt i relativt stora områden men också grovt isälvsmaterial, dels i ett tydligt stråk i den östra delen, dels i ett centralt stråk (se fig. 16). Resultaten av borringar och geofysiska mätningar visar att isälvsavlagringen har större utbredning på djupet i väster än vad jordartskartan anger, dvs. under ett brett område med svallgrus följer primärt isälvsmaterial (jämför fig. 1 och fig. 15). Av figuren framgår också att avlagringen ligger på en svagt markerad bergtröskel med högsta nivåerna under den östra delen av avlagringen. Huvuddräneringen är dock mot östra kanten av åsen, där ett par kraftiga källflöden (Visekällan och den intilliggande Grankällan/

Österhultskällan) samt utbredda lager av torv uppträder. I de centrala och västra delarna av åsen är jordlagrens mäktighet 15–20 m och den grundvattenförande horisonten 3–8 m. Högre bergläge i den östra delen gör att mäktigheten endast är ca 10 m, men mot östra åskanten ökar mäktigheten och särskilt då den grundvattenförande horisonten, som nära källorna är ca 10 m enligt SGUs seismiska mätningar. Kontinuiteten i de grundvattenförande lagren förefaller god – vilket bl.a. källflödena i öster tyder på – trots bergtröskeln.

Hydrogeologi och klassificering

Borruppgifter och geofysiska mätningar anger torv och leriga–siltiga lager i ytliga delar av lagerföljden intill brunnarna vid östra åskanten men i övrigt sandiga och grusiga lager, varför vattengenomsläppligheten i allmänhet måste betecknas som god eller mycket god. Grundvattenbildningen är också god över hela avlagringens yta (inklusive finsedimentsänkorna) och angränsande svallsand i väster. Dessutom är den effektiva nederbörden högre i detta inlandsområde än närmare kusten, sannolikt ca 170 mm per

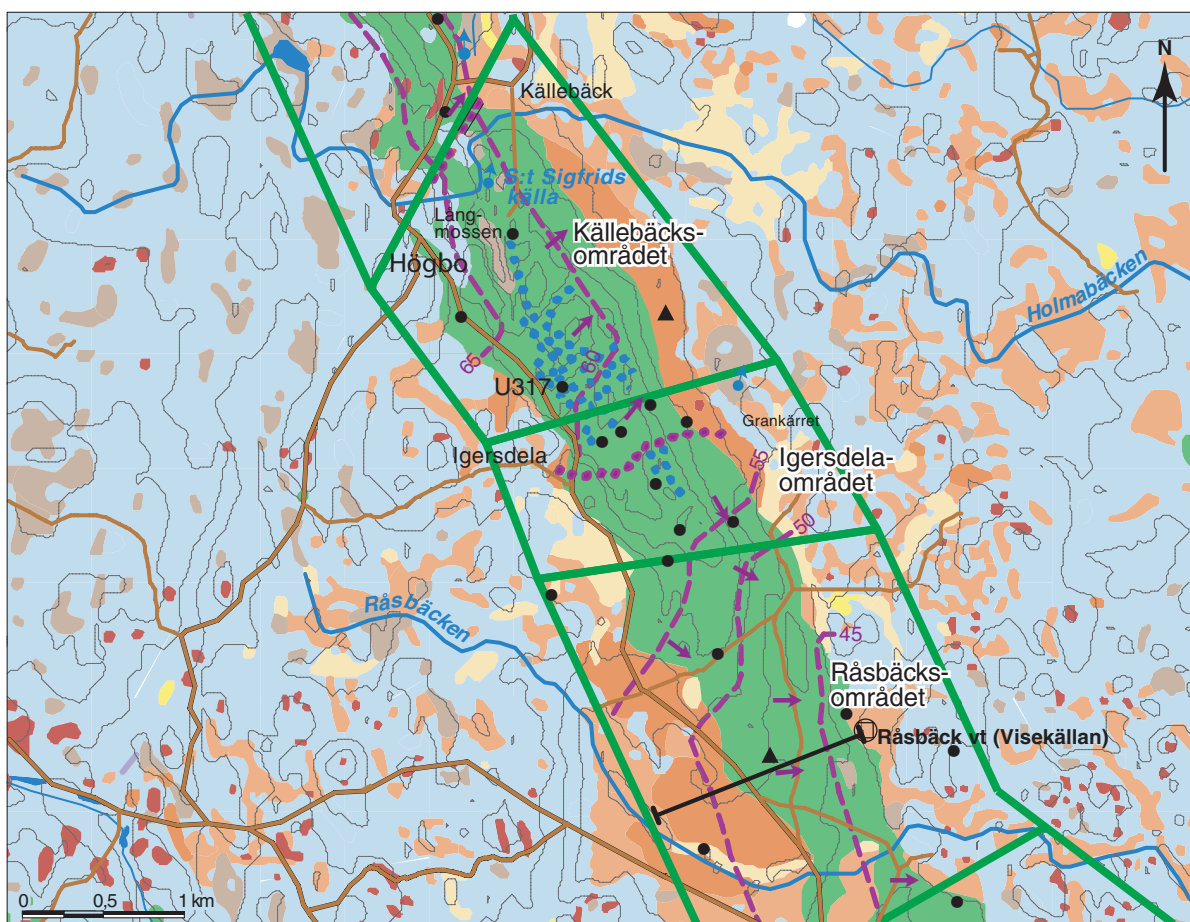


Fig. 15. Karta över Råsbäcks-, Igersdela- respektive Källebäcksområdet av Nybroåsen och dess närmaste omgivning. Teckenförklaring, se s. 12. Underlagskarta har i första hand varit jordartskartan Kalmar NV.

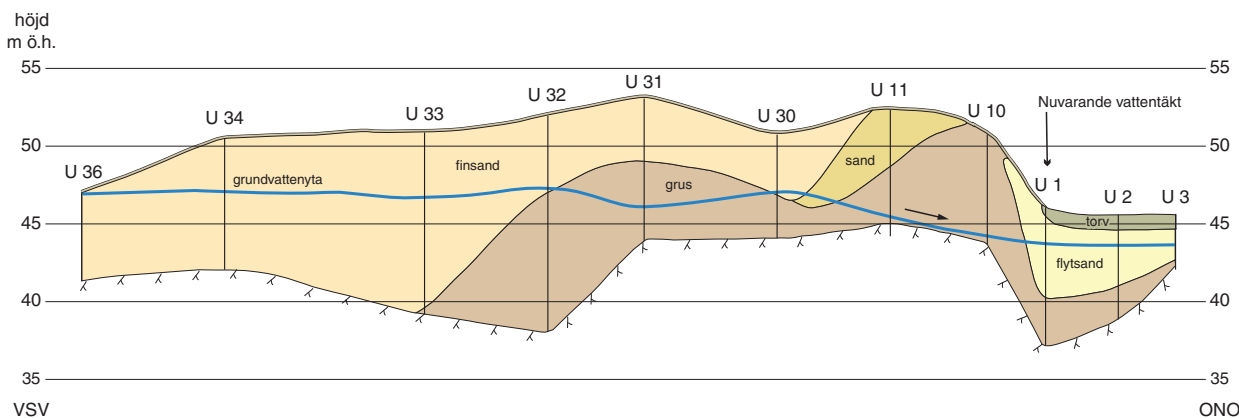


Fig. 16. Tvärsnitt genom Nybroåsen vid Råsbäck upprättad med ledning av borrhningar (efter Olsson & Carlstedt 1948).

år. Flödet i huvudkällan (Viseskällan) uppmättes vid undersökningarna för anläggningen av Råsbäcksvattentäkten 1908 till 13,7 l/s. Provpumpningskapaciteten var 17 l/s utan att flödet på 10 l/s i övriga källor påverkades, dvs. totalt 27 l/s. Några beräkningar av hydrauliska parametrar gjordes inte vid denna tidpunkt, trots att sådana jord- och vattentekniska kapaciteter som Albert Atterberg och J.G. Richert var involverade (Hörberg 1997).

Viseskällans stora vattenföring är beskriven redan på 1660-talet av prästen i Mortorp (Hörberg 1997). De snart 100-åriga kontinuerliga uttagen ger dock en mera säker bedömning. Grundvattenbildningen i tillrinningsområdet för Råsbäcksvattentäkten är av storleksordningen 30–35 l/s. Då brunnarna är grunda, påverkas dock de uttagbara mängderna av de hydrometeorologiska förhållandena från ca 20 l/s vid torrår till ca 35 l/s vid våtår. Vattenbeshaffenheten har hela perioden varit mycket god (se tabell 1). Pågående markanvändning i form av jord- och skogsbruk samt täktverksamhet synes inte utgöra något större hot, däremot vägsaltning. Skyddsåtgärder borde vidtas, då förhöjda kloridhalter har observerats vid ett tillfälle i vattentäkten samt i uppströms belägna observationsrör (se följande avsnitt). Inducerad infiltration har visats förekomma i Råsbäckens dalgång, som skär igenom hela åsen och svallsanden i väster, t.ex. under torrsommaren 1959 (Weijman-Hane & Hörberg 1960). Förutsättningarna för bassänginfiltration är mycket goda med tanke på jordlagrens sammansättning och mäktighet samt den dominerande dräneringen mot öster.

Råsbäcksområdet kan med säkerhet tillföras den näst högsta klassen, dvs. mycket stora grundvattentillgångar och mycket goda uttagsmöjligheter. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration är mycket goda.

Igersdelaområdet

Geologi och terrängläge

Avsnittet är beläget vid Igersdela by och är 1,0–1,3 km långt, 0,7–0,9 km brett och har en yta på ca 0,8 km² (fig. 15). Avlagringen utgörs av ett övergångsområde från starkt svallade, utjämnade åspartier i sydost till svallade åsryggar, vilka i nordväst gränsar till ett mycket välutvecklat åsnät med helt primära ytformer (se omslagsbilden). Detta parti ligger vid en lokal höjdröskel på 75–80 m ö.h., dvs. nära högsta kustlinjen. En längdprofil av Nybroåsen från Hagbyån till Gårdsryd visar att de högsta marknivåerna på hela sträckan finns just här. Hela området är beläget på en i stora drag mot ostsydost sluttande berggrundsytta, som är relativt kraftigt kuperad med en bergribba under åsen. Moränterrängen väster om åsen ligger högre än åsen, medan morän- och sedimentterrängen öster om åsen ligger lägre. Det finns inga ytvattendrag, som passerar genom åsen. Terrängen väster om åsen dräneras söderut av Råsbäcken. Grundvattenströmningen är mot sydost i den södra delen av området och mot nordost i den norra delen av området, dvs. det finns en grundvattendelare tvärs över åsen betingad av höga berg- och moränlägen, därtill ett lokalt inströmningsområde i den östra delen (se fig. 15 och 17). Detta innebär att grundvattnet i den södra delen strömmar mot Råsbäcksområdet.

Materialet utgörs i den sydligaste centrala delen av 17–20 m mäktiga sand–gruslager och i den nordligaste centrala delen av 17–21 m stenigt sandigt grus. Särskilt de östligare delarna av åsen är grundare: 4–11 m i den nordöstligaste delen mot Grankärret samt 11–15 m längre åt sydost. I de östra delarna är materialsammansättningen mera växlande. Det finns relativt mäktiga lager av finsand och silt samt tunna leriga skikt. Morän har påträffats i botten av några undersökningsrör och lager av moränkaraktär har indikerats vid geofysiska mätningar (Raycon 2002). Observationer gjorda 1978 i det grustag, som ligger mitt i områdets

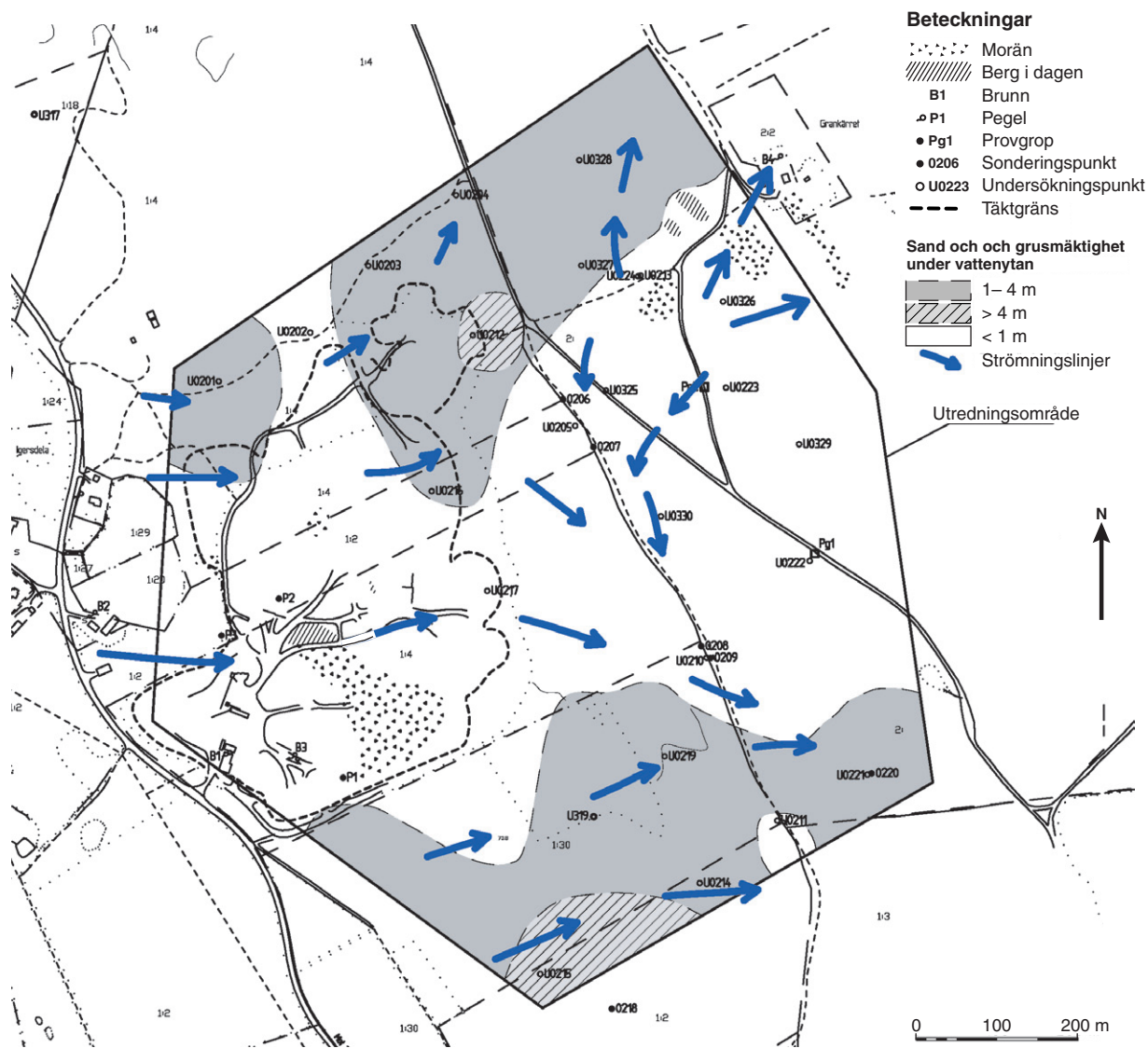


Fig. 17. Karta med undersökningspunkter över den centrala delen av Igersdelaområdet (se fig. 15). Kartan visar dels förekomsten av berg och morän i dagen såväl i grustakten som i terrängen öster om grustakten närmast Grankärret, dels de grundvattenförande sand- och gruslagrens mäktighet samt grundvattnets strömningsriktningar i januari 2003 (efter Knutsson 2003b).

västra och centrala del, visade hårt packad morän i den södra skärningsväggen (Knutsson m.fl. 1979). År 2003 iaktogs ett större moränparti underlagrat av berg i botten av den södra, centrala delen, några mindre moränpartier i norra delen samt en blottlagd berghäll ungefär mitt i grustaget (fig. 17). Trasigt berg har dessutom påträffats på 3,5 meters djup i en provgrop i grustagets östra kant (2002). Resultaten från ett 30-tal borrhningar (rördrivningar och sonderingar), fyra geofysiska profiler, fältobservationer samt provgrävningar vid en omfattande grustäcksundersökning (Knutsson 2003) visar att den grundvattenförande horisonten i sand och grus är mycket begränsad (0–4 m) över stora delar av området och delvis saknas inom ett avsnitt i den centrala och västra delen av grustaget samt i området närmast Grankärret. Endast i en

mindre sänka i norra delen samt i ett parti i södra kanten av området är den grundvattenförande horisonten mäktigare än 4 m (se fig. 17).

Hydrogeologi och klassificering

Sand- och gruslagren har god eller mycket god vattengenomsläpplighet, medan de finkorniga lagren och moränen har mindre god. Kontinuiteten i de grundvattenförande lagren är sannolikt dålig i de östra delarna, där de heterogena förhållandena också ger upphov till en strömbild, som avviker från den tidigare framställda med stöd av endast ett fåtal grundvattennivåobservationspunkter (Weijmann-Hane & Hörberg 1966). Det mest anmärkningsvärda är, att det utbildas ett lokalt inströmningsområde inom och

omkring de tidigare nämnda berg- och moränhöjderna i svallgruset öster om den egentliga åsen vid Grankärret (se fig. 17). Grundvattenbildningen inom åsen är god och den effektiva nederbörden minst lika hög som i Råsbäcksområdet (sannolikt en viss höjdeffekt). Ett visst tillskott kan också komma från de närmast väster om åsen liggande sedimentområdena, medan däremot markerna längre västerut avvattas söderut genom Råsbäcken.

Vattenbeskaffenheten är mindre väl känd i området, men något studerad med anledning av grustäktsverksamheten, som medfört en lokalt förhöjd kloridhalt p.g.a. användningen av kalciumklorid som dammbindningsmedel. Med anledning härav har man övergått till ett ligninbaserat dammbindningsmedel, som är nedbrytbart. En mer generell kloridförhöjning (36–100 mg/l Cl i grustäkts omgivning) kunde däremot hänföras till påverkan av vägsaltning och en förhöjd nitrathalt (10 mg/l NO₃-N) i området till jordbruksverksamheten i byn samt troligen till mineralisering av det organiska materialet i avbaningsmassorna, som används vid den successiva efterbehandlingen av tåkten (Knutsson 2003b, 2004). I huvuddrag är vattenbeskaffenheten f.ö. likartad med den i den kommunala vattentäkten i Råsbäck (se Visekällan i tabell 1).

Grundvattentillgångarna är begränsade genom att vissa delar av området saknar eller har föga mäktiga grundvattenmagasin. På grund av höga berg- och moränlägen saknas förutsättningar att anlägga brunnar för större uttag i det tidigare av Weijman-Hane & Hörberg (1966) utpekade området närmast Grankärret. Uttagsmöjligheter finns i praktiken endast i det södra partiet, där den grundvattenförande horisonten är mer än 4 m. Tänkbara bassänglägen för konstgjord grundvattenbildning genom infiltration har tidigare angivits i åsnätet i nordväst, men då detta är av riksintresse för naturvården förefaller det olämpligt med en sådan lokalisering. Även sprinklerinfiltration skulle påverka mark och vegetation inom åsnätet. Det ligger dessutom på fel sida om grundvattendelaren. Däremot kan ett bassängläge i sydligaste kanten av området med mäktiga genomsläppliga lager vara tänkbart som en förstärkning av Råsbäcksvattentäkten.

Slutsatsen blir, att Igersdelaområdet måste placeras i den näst lägsta klassen, dvs. 1–5 l/s eller till vissa delar betraktas som en sekundär akvifer. Det är dock ett viktigt grundvattenbildningsområde som i södra, större delen ligger inom tillrinningsområdet till grundvattenförekomsten i Råsbäcksområdet.

Källebäcksområdet

Geologi och terrängläge

Avsnittet sträcker sig från Igersdela till Källebäck och är 2,0–2,5 km långt, 0,5–1,2 km brett och har en yta på ca

1,5 km² (se fig. 15). Det utgörs främst av det stora åsnätet i sydvästra delen (se omslagsbilden) samt av en bred, svallad ås öster om Långmossen, som är en lång och djup åsgrav. Hela avlagringen ligger på en mot öster sluttande berggrundsytta, som sannolikt har en mot nordväst alltmer ojämn morfologi, vilket framgår av dels den tvärgående sänkan med en bäck genom åsen vid S:t Sigfrids källa, dels de tre ytliga bergribborna väster om Källebäck.

Materialet tycks genomgående vara grovt med mäktigheter på 5–25 m. I en undersökningsborrning (U317) i botten av en åsgrop i åsnätet redovisas ca 15 m stenig grusig sand och grus med ca 2,5 m grundvattenförande horisont, medan mäktigheten i ”åstarmen” mot nordväst endast är ca 5 m men med 3 m grundvatten. Två seismiska tvärprofiler i den norra delen av området (vid Långmossen resp. vid S:t Sigfrids källa) visar också störst mäktigheter (ca 25 m) i den centrala delen av avlagringen, dvs. strax öster om Långmossen (fig. 15), samt en låghastighetszon i berget just under denna del. Mäktigheterna avtar snabbt åt väster, men närmast Högebo i nordväst täcks isälvs materialet av morän (Rudmark 1984). Vid S:t Sigfrids källa går berget nästan i dagen men mäktigheten på sand- och gruslagren ökar strax öster därom till 20 m. Därunder finns också en låghastighetszon i berget. Österut avtar sand- och gruslagrens mäktighet successivt och i profilens östligaste del underlagras ytlig sand av morän, dvs. en svallagerföljd. Den grundvattenförande horisonten är i motsvarande grad mäktigast i den centrala berggrunds-betingade sänkan (15–20 m), medan grundvatten saknas (enligt seismiken) i den västligast delen av profilen vid Långmossen. Dokumentationen genom borrning är dock sparsam; en punkt i själva Långmossen anger drygt 20 m, men tre observationsrör i andra delar av området visar, att den grundvattenförande horisonten endast är mellan 2,5 och 6 m mäktig (Helfrich & Björkdahl 1971).

Hydrogeologi och klassificering

Det grova isälvs materialet medför, att vattengenomsläppligheten bör vara god eller mycket god. Några provpumpningar eller hydrauliska tester finns inte redovisade för området. Kontinuiteten i de vattenförande lagren är sannolikt god i längsled i den centrala sänkan med reservation för eventuella tvärgående bergribbor. Förekomsten av en källa (S:t Sigfrids) inne i åsen tycks betingad av ett högt bergläge. Det bör dock finnas goda eller mycket goda uttagsmöjligheter i de djupare delarna av sänkan.

Vattenbeskaffenheten är dåligt känd, fränsett att källvattnet smakar gott. Det finns knappast några nu pågående aktiviteter, som kan påverka vattenbeskaffenheten negativt – fränsett vägtrafiken i väster och norr. Grundvattenbildningen är gynnsam genom de utbredda grusytorna och ett relativt stort tillrinningsområde i högre

liggande moränområden i väster. Den bör uppgå till ca 15 l/s, särskilt med tanke på att inducerad infiltration kan förekomma i den tvärgående bäckravinen. Den ökning av flödet vid Källeback som konstaterades torsommaren 1959 hänför sig sannolikt till avrinningen från S:t Sigfrids källa i bäckravinen. Vid det mättillfället var avrinningen från en källtorvmark på östra åskanten längre söderut 1,6 l/s (se fig. 4). Bassänginfiltration är möjlig att arrangera i de västliga delarna av området. Klassificeringen blir sålunda i intervallet 5–25 l/s.

Gårdsrydsfältet

Geologi och terrängläge

Gårdsrydsfältet sträcker sig från Fridhem vid Källeback genom hela Gårdsryd till dammen i S:t Sigfridsån sydsydväst om Tostetorp och är drygt 4 km långt, 0,4–1,0 km brett samt har en total yta på ca 3 km² (fig. 18).

Det ligger i en flack sänka inom västra delen av S:t Sigfridsåns dalgång, på nivåer mellan 60 och 70 m ö.h., dvs. lägre än Källebacks- och Igersdelaområdena närmast i sydöst. Väster därom ligger terrängen, som domineras av morän, avsevärt högre och till största delen över högsta kustlinjen. Ett par uppstickande tvärgående berggribbor vid södra gränsen av Gårdsrydsfältet och en långsträckt berghöjd samt flera mindre berg- och moränhöjder i mellersta och norra delen av fältet indikerar en markerad berggrundsmorfologi. Detta bekräftas av resultaten av såväl borrningar som seismiska mätningar, bl.a. i fyra tvärgående profiler, vilka visar en längsgående djup sänka i berggrunden – en sprickdal – genom hela området (se fig. 19). En fortsättning av berggrundssänkan noterades också åt sydost i Källebacksområdet, även om den där inte är lika smal och djup. Ställvis uppträder också en parallell sänka inom Gårdsrydsfältet men å andra sidan också berg- och moränhöjder inne i avlagringen.

Terrängläget och berggrundsmorfologin är sålunda

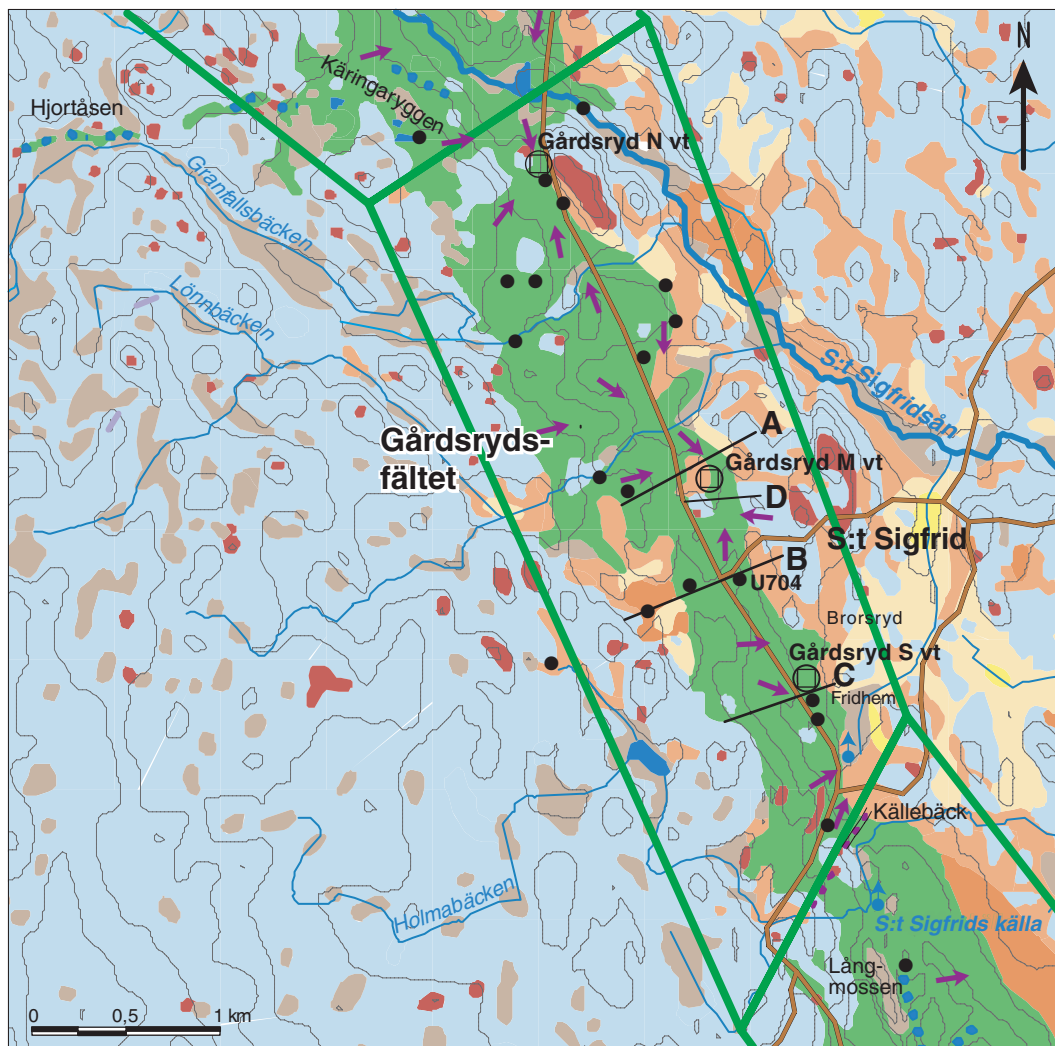


Fig. 18. Karta över Gårdsrydsfältet av Nybroåsen och dess närmaste omgivningar. Teckenförklaring, se s. 12. Underlagskarta har i första hand varit jordartskartan Kalmar NV.

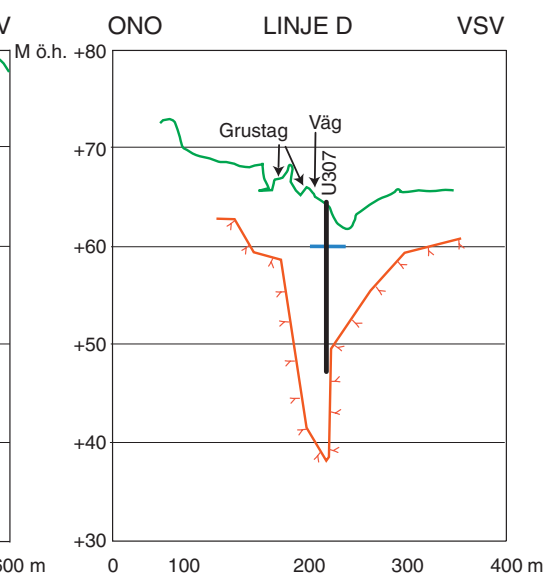
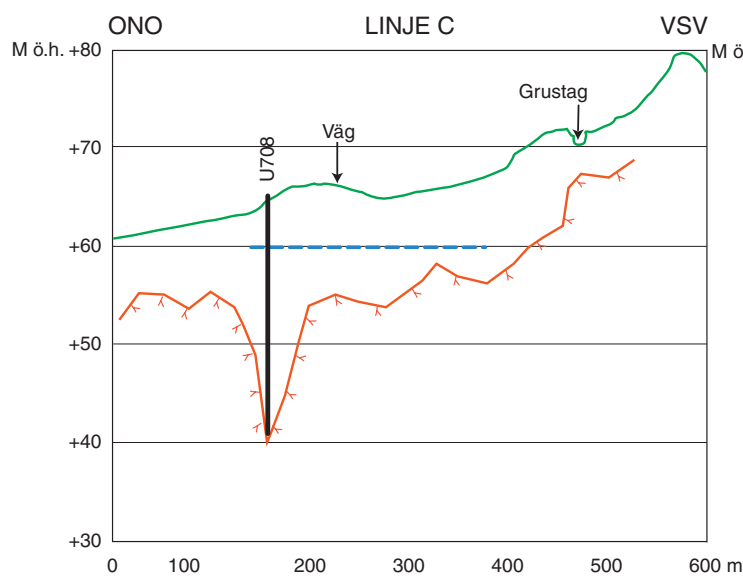
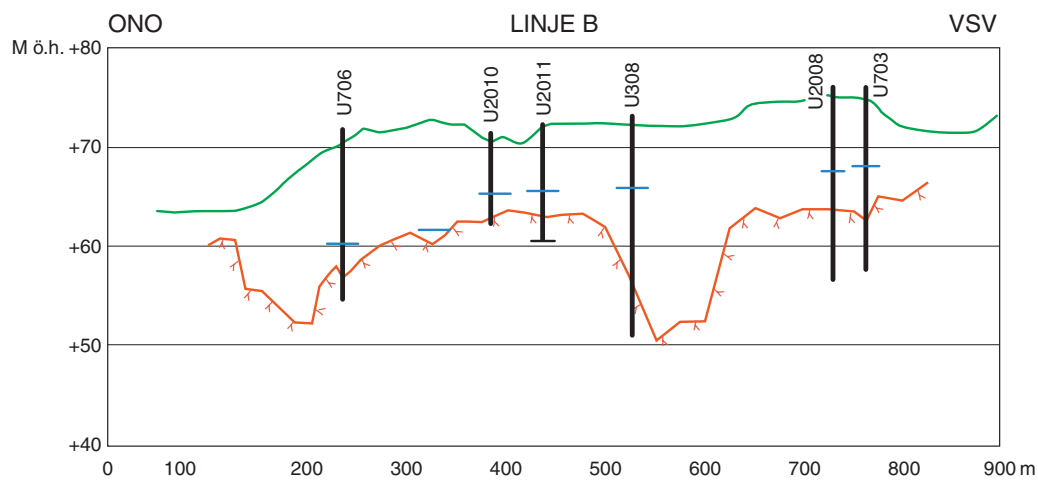
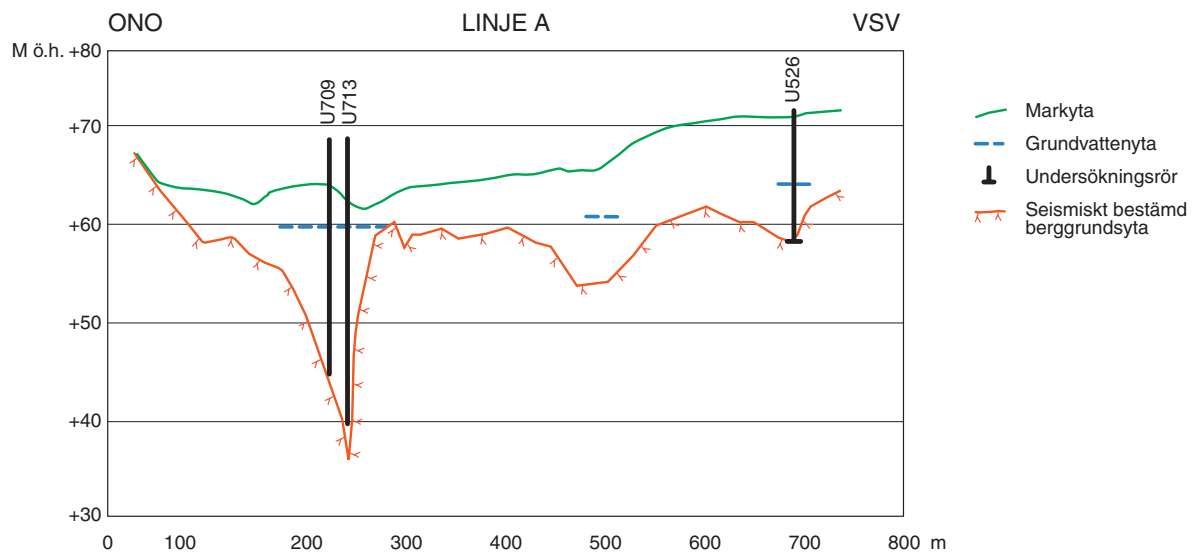


Fig. 19. Tvärsektioner genom Gårdsrydsfältet upprättade med ledning av seismiska mätningar och borrhningar. Se fig. 18 över sektionernas planlägen (efter Hörberg & Nord 1968).

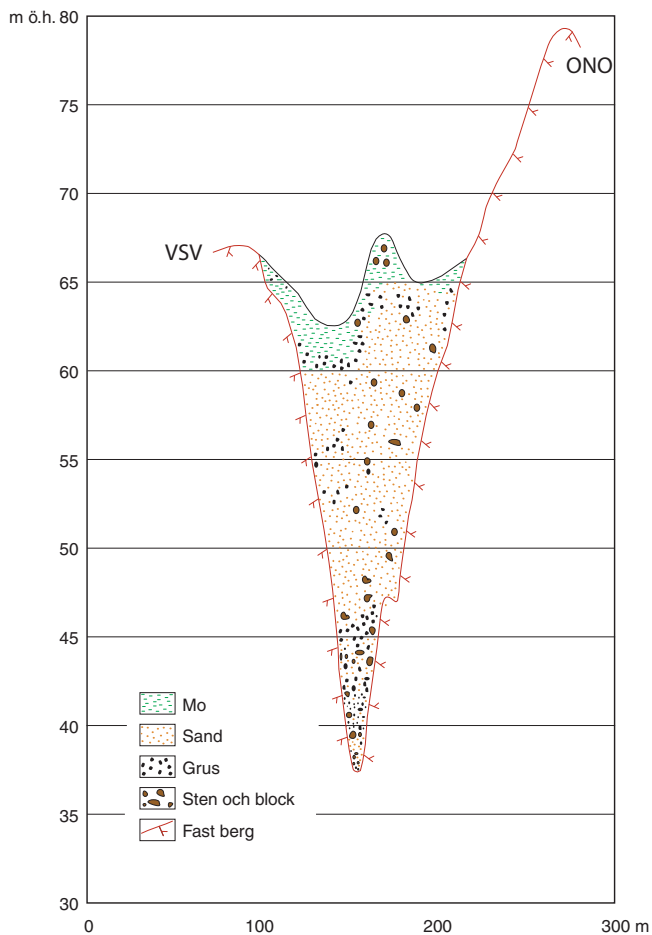


Fig. 20. Tvärsektion genom den av isälvsmaterial utfyllda sprickdalen vid Nybros grundvattentäkt Gårdsryd Norra (se fig. 18) uppriktad med ledning av borrhningar och seismiska mätningar (efter Knutsson 1966).

annorlunda än inom tidigare beskrivna avsnitt av Nybroåsen. Dräneringen i stort har dock samma mönster som tidigare, nämligen från högre liggande terräng i väster och nordväst till lägre i öster och sydost med S:t Sigfridsån som lägsta nivå. Detta innebär, att ett par bäckar skär igenom Gårdsrydsfältet. Grundvattnets naturliga strömningsförhållanden i detalj styrs däremot dels av sprickdalen, dels av berg- och moräntrösklar, vilka ställvis kan medverka till en uppdelning i skilda grundvattenbassänger, t.ex. vid undersökningsrör U704 (Hörberg & Nord 1968), samt till kraftiga grundvattenutflöden, främst vid källtorvmarken vid Fridhem och källbäcken vid Brorsryd (se fig. 4). Det nuvarande strömningsmönstret är dock starkt påverkat av uttagen i de tre brunnsområdena, som samtliga ligger i den djupa grusfyllda sänkan.

Materialet i Gårdsrydsfältet har avlagrats i en relativt djup vik av Baltiska issjön. Det grova isälvs materialet återfinns som regel i ett centralt stråk och fyller framför allt ut den långsgående sprickdalen och dess närmaste omgivning. Mäktigheterna är 25–30 m i sprickdalen (fig. 20),

medan de omgivande grova sedimenten är betydligt tunnare men i gengäld överlagras de av finsandiga–grosiltiga issjösediment, varför mäktigheterna totalt blir betydande. Finsedimenten är mäktigast väster om sprickdalen, ofta 10–15 m, maximalt 24 m i en borrhning ca 350 m sydväst om rör 704 (se fig. 18 och 19), medan de på östra sidan endast är 5–10 m i norr och 5–6 m i söder. De överlagras på vissa delar av tunna lager av grus och sand, som svallats ut från ursprungligen högre delar av avlagringen.

Hydrogeologi och klassificering

De grovkorniga avlagringarna har genomgående hög eller mycket hög vattengenomsläpplighet. Vid beräkningar av uttagbara vattenmängder har K-värden på 0,02 till 0,003 m/s angivits och den dränerbara porositeten har angivits till 25 % (Bååth 1973/76). Provpumpningskapaciteten i tvåtumsrör vid undersökningsborrningar har oftast givit 2–6 l/s per sektion, maximalt 7,7 l/s per sektion, vilket är ett verkligt toppvärde. Då den grundvattenförande horisonten är 16–23 m – enligt uppgift t.o.m. 27 m, vilket är den mäktigaste grundvattenförande horisonten inom hela Nybroåsen (Weijman-Hane & Hörberg 1960) – kan de uttagbara vattenmängderna bli mycket stora. De finkorniga avlagringarna har givetvis betydligt lägre K-värden och dränerbar porositet. Dock har inga täta leriga sediment påträffats inom Gårdsrydsfältet.

Den direkta grundvattenbildningen över sedimentavlagringarna är mycket god och bör vara god också inom de lokala moränhöjderna inom Gårdsrydsfältet samt i det högre liggande moränområdet i väster. Den effektiva nederbörden är högre än längre österut, sannolikt 180 mm/år. Inducerad infiltration förekommer dels i de bäckdalgångar, som skär igenom avlagringen på tre ställen, dels i kontakten mellan avlagringen och S:t Sigfridsån vid dammen. Det förstnämnda har konstaterats vid flödesmätningar uppströms resp. nedströms avlagringen (t.ex. 2,2 l/s i Lönnbäckens dalgång under torrsummare 1959, se fig. 4), det senare har dokumenterats genom vattenkemiska förändringar i grundvattenrör nära ån vid förorenings-tillfällen i ån (Bååth 1973/1976). Vid andra situationer har det konstaterats att utflödet ökat efter Lönnbäckens passage genom åsen (5 l/min 1977). Förutsättningarna ändras sålunda beroende på flödesituationer och vattennivåer i yt- resp. grundvatten, men beror också på bottenförhållandena. I Granfallsbäckens dalgång består jordarten främst av morän, medan tunna torvlager på sediment dominerar i Lönnbäckens dalgång.

Ett mått på den totala grundvattenbildningen är storleken på avrinningen från källor, bäckar och diken från området. De flesta flöden är diffusa och svåra att mäta. Avrinningen från källtorvmarken vid Fridhem har dock varit så omfattande, att en permanent mätstation kunde

upprättas i källbäcken vid Brorsryd. Kontinuerliga mätningar utfördes under perioden 1959–1966 i regi av NVF (Hörberg & Nord 1968). Normalflödet låg på 15–20 l/s, men flödet fluktuerade kraftigt från 5 l/s till 47 l/s beroende på förändringar i de hydrometeorologiska förhållandena och grundvattennivåfluktuationerna (fig. 5). Lägst (5 l/s) var flödet i augusti 1964 efter en serie av nederbördsfattiga år, medan mätningarna under torrsommaren 1959 visade 12–16 l/s. Vid de allra högsta flödena kan en del ytvatten ha tillkommit. Efter det att den södra kommunala vattentäkten norr om Fridhem tagits i bruk har flödet minskat kraftigt. Ett annat mått på grundvattenbildningens storlek är att utgå från långvariga kontinuerliga vattenuttag, som var 52 l/s i den norra kommunala vattentäkten 1964. När samtliga tre vattentäkter i Gårdsrydsfältet – som för övrigt alla är belägna i den djupa sänkan med grovt material – var tagna i bruk 1974 var det totala uttaget 60 l/s. Uttagets storlek har sedan dess inte ökat nämnvärt, varför planerad bassänginfiltration inte har behövt realiserats. Den totala grundvattenbildningen kan därför beräknas vara minst 60 l/s.

Grundvattnets naturliga beskaffenhet kan bäst beskrivas med de vattenanalyser, som togs i samband med lokaliseringen av vattentäkten (se tabell 1), då vattenkemin i råvattnet från de nuvarande brunnarna påverkas av vattenbehandlingen in situ (se nedan). Vattnet kan beskrivas som mjukt och aggressivt med låg alkalinitet, pH 6,0–6,5 och låga salthalter men hög järnhalt och i vissa punkter också hög manganhalt. Färgvärdet är ibland högt. För att komma till rätta med den höga järnhalten har den s.k. VYREDOX-metoden nyttjats med framgång. Den innebär tillförsel av syrerikt vatten omkring uttagsbrunnarna, varvid järn- och manganföreningar fällt ut nere i grundvattenzonen. Vattenbeskaffenheten hotas av jordbruksdriften på lätta jordar i området, bevattning, gödning och ogräsbekämpning av en golfbana samt vägsaltning och ev. olyckor på landsvägen genom hela området. Skyddsområdena och skyddsbestämmelserna reviderades 2002, varefter Vägverket utrett och planerar genomföra skyddsåtgärder (Hermansson 2002).

Grundvattentillgångarna är sålunda mycket goda, liksom uttagsmöjligheterna, varför Gårdsrydsfältets centrala del med säkerhet kan hänföras till klassen 25–125 l/s (se fig. 1). Förutsättningar för bassänginfiltration av storleksordningen 150 l/s är utredda och bedöms som mycket goda, särskilt i de mäktiga finsandiga lagren i västra delen av avlagringen (Kylefors & Sandberg 1984). Tillgångarna på lämpligt ytvatten för infiltration är dock begränsade, varför vissa dämningar eller överföringar krävs för att säkra tillgången. Om bassänginfiltration skulle realiserats i framtiden, skulle alltså även Gårdsrydsfältet kunna räknas till ”superklassen” med samma resonemang som för Hagbymassivet.

S:t Sigfridsåns dalgång

Geologi och terrängläge

Avsnittet sträcker sig från dammen i S:t Sigfridsåns dalgång upp till Pukeberg i Nybro tätort. Det är ca 3 km långt, 0,4–1,0 km brett och har en yta på ca 2 km² (fig. 21). Området ligger på nivåer från drygt 60 m ö.h. (vattenytan i ån vid dammen) till ca 100 m ö.h. (moränhöjden vid Svartbäcksmåla). Huvuddelen av isälvsavlagringen är belägen i den smala dalgången samt på de branta dalsidorna men också på plataer ovanför dalsidorna. De lägsta delarna av avlagringen är sålunda avsatta i den innersta viken av Baltiska issjön – sannolikt rik på dödis – av iskontakter och dödisgröpar att döma. De högre delarna är bildade vid eller över högsta kustlinjen, ofta i form av getryggsåsar, t.ex. den imponerande Kåringaryggen på västra sidan och Tostetorpsavlagringen på östra sidan, samt som lateralterasser på slutningen av Svartbäcksmålahöjden. Vid Tostetorp ansluter för övrigt en mindre biås från norr, nämligen låsen, som bedöms ha måttliga grundvattentillgångar.

Berggrunden är blottlagd på flera ställen längs den tektoniskt betingade dalgången, särskilt på östra sidan, bl.a. i form av ett 6–10 m högt bergstup. Mindre moränhöjder förekommer som spridda öar inom avlagringen såväl längs ån som på de högre belägna ytorna. Jordarterna öster om åsen utgörs av issjösand och svallgrus upp till nivåer på omkring 80 m ö.h. samt morän, medan issjösediment helt saknas på den västra sidan om åsen, där morän dominerar, men där även relativt stora torvmarker förekommer, liksom ett stort antal, spridda, mindre bergblottningar.

Materialet i avlagringens ryggar och terrasser är mestadels grovt (stenigt grus) och ställvis moränartat med en del grova block (fig. 22). Norr om Kåringaryggen nära ån – vid en tidigare försöksplats för spårämnesförsök och propumpningar – är isälvsgruset mycket väl sorterat och välursköljt (Knutsson 1967). Isälvsavlagringen vid Tostetorp på östra sidan av ån har dominerats huvudsakligen av mäktiga, väl skiktade bankar av sand och grus samt enstaka stora moränblock. Mäktigheterna är måttliga 3–10 m, oftast omkring 5 m, förutom i de höga getryggsåsarna. Den relativa höjden på t.ex. Kåringaryggen är maximalt ca 14 m och på Tostetorpsavlagringen ca 19 m avvägt från vattenytan vid dammen (Knutsson 1959). Den grundvattenförande horisonten är oftast endast ett par meter mäktig eller kan t.o.m. saknas, men är i lågpunkter nära ån 5–6 m. Kontinuiteten i de grundvattenförande lagren kan bedömas vara mindre god inom stora delar på grund av de många berg- och moränblottningarna och den oregelbundna morfologin.

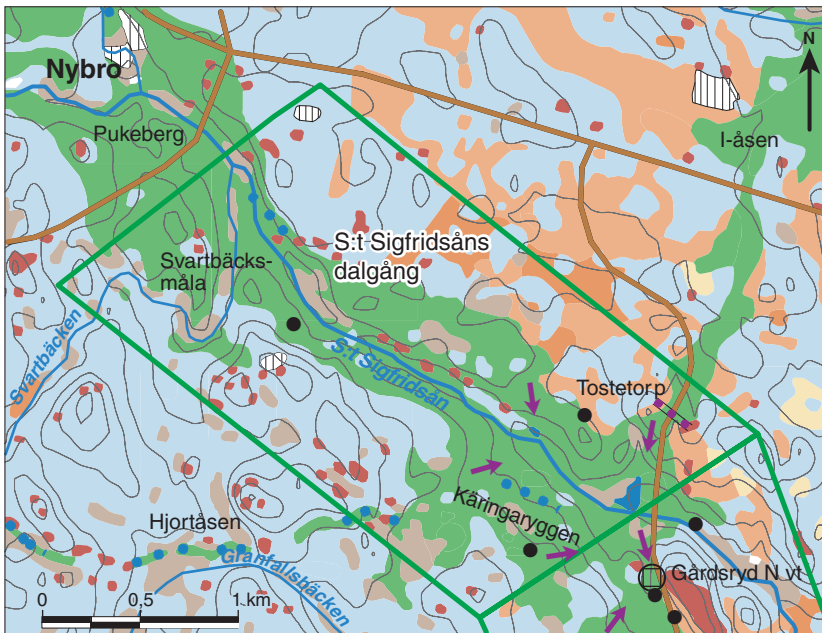


Fig. 21. Karta över S:t Sigfridsåns dalgång med Nybroåsen och dess närmaste omgivningar. Teckenförklaring, se s. 12. Underlagskartor har i första hand varit jordartskartan Kalmar NV.



Fig. 22. Tvärskäring genom Kåringaryggen i Nybroåsen väster om S:t Sigfridsån, ca 4,5 km sydost om Nybro. Materialet består av stenigt isälvsgrus, som är horisontellt lagrat, samt av enstaka stora block. Åsryggen har mycket branta sidor i rasvinkel. Toppen ligger på ca 80 m ö.h., medan S:t Sigfridsån har nivån ca 60 m ö.h. Kåringaryggen har bildats inne i en isälvtunnel vid högsta kustlinjen. Foto G. Knutsson 1955.

Hydrogeologi och klassificering

Materialets vattengenomsläpplighet är mycket växlande på grund av mycket skiftande kornstorlekssammansättning och sortering. Spårämnesförsök och provpumpningar i sandigt grus i försöksområdet norr om Kåringaryggen har givit strömningshastigheter på 0,6 m/dygn i genomsnitt vid naturliga gradienter (fig. 23) och K-värden på 0,0001–0,0002 m/s (Carlsson 1970). Partier i getryggsåsarna med moränkaraktär har sannolikt ett par tio-potenser lägre K-värden. Den direkta grundvattenbildningen kan dock bedömas vara god såväl i själva avlagringen som i det relativt omfattande tillrinningsområdet i de högre liggande moränområdena väster om åsen. Allt vatten strömmar som grundvatten ned mot dalgångens botten från bägge

dalsidorna. Med tanke på de stora ytorna och en effektiv nederbörd på 180 mm bör grundvattenbildningen vara av storleksordningen 8–10 l/s.

Endast ett ytvattendrag – Svartbäcken – passerar åsen i dess allra nordvästligaste del med okända konsekvenser. Ett utbyte av vatten mellan grundvattenmagasinet och S:t Sigfridsån förekommer dock i bägge riktningarna. Vid normala grundvattennivåer är det en utströmning av grundvatten till ån på sträckor, där stränderna och bottarna består av grus och sand, medan åvatten läcker in i grundvattenmagasinet vid extremt låga grundvattennivåer på sådana genomsläppliga ställen. Detta framkom vid mätningar i det tidigare omnämnda försöksområdet. Spårämnesförsök visade å andra sidan att det också finns

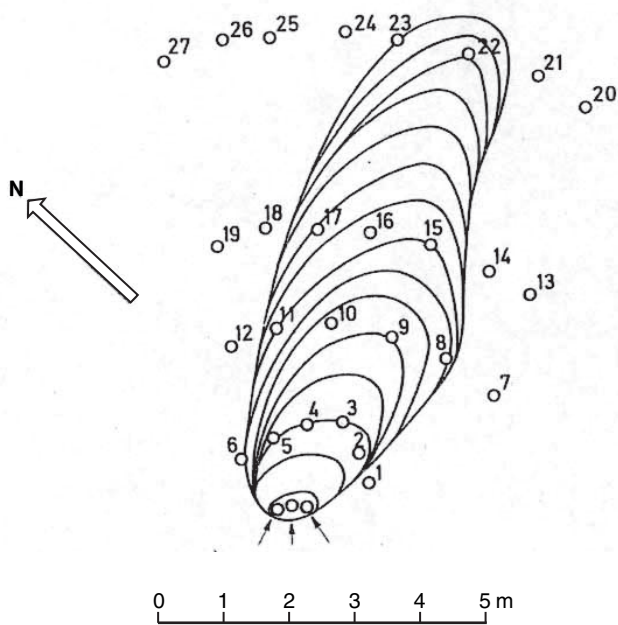


Fig. 23. Grundvattnets strömningsmönster och strömningshastighet vid ett spårämnesförsök i sandigt grus i Nybroåsen nära S:t Sigfridsån norr om Käringaryggen. Injektionen av spårämnen gjordes i tre rörsilar vid pilarna och spårämnestransporten fastställdes med såväl fältmätningar som laboratoriemätningar på tagna prov (från Knutsson 1967).

REFERENSER

- Ackerberg, B., 2002: Application of some statistical methods for evaluation of groundwater methods – design and optimisation of a groundwater level network. Licentiate thesis. TRITA – LWR.LIC 2006. *Department of Land and Water Resources Engineering, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.*
- Ackerberg, B., 2004: Muntligt meddelande om grundvattennivåmätningar på Nybroåsen.
- Brandt, M. & Grahn, G. 1998: Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige, 1961–1990. Beräkningar med HBV-modellen. *Statens meteorologiska och hydrologiska institut, hydrologi Nr 73, Norrköping.*
- Bååth, I.H., 1973/1976: Förslagshandlingar till anläggningar för vattenverk i Gårdsryd, Nybro kommun. Rapport. *Ingenjörfirman Inge H Bååth AB, Växjö.*
- Carlsson, L., 1970: Metoder för praktisk bestämning av grundvattnets strömhastighet del III: Fältförsök vid Gårdsryd, Nybro, Kalmar län. *Licentiatavhandling. Chalmers Tekniska Högskola Inst. för Vattenförsörjnings- och avloppsteknik Publikationsserie B 70:1, Göteborg.*

sträckor med täta gyttjelager i åbotten, som gör att det finns hydraulisk förbindelse under ån mellan grundvattenmagasinen på bägge sidor om ån, men ej mellan ytvatten och grundvatten (Knutsson 1967). Vid anläggningsarbeten i ån uppströms den norra vattentäkten i Gårdsryd ”punkterades” ett dylikt tätt lager, vilket medförde att vattenbeskaffenheten i vattentäkten förändrades tillfälligt. Vattenbeskaffenheten i avsnittet i S:t Sigfrids dalgång är föga undersökt, men förefaller likartad med den i Gårdsrydsfältet, dock med lägre alkalinitet (se tabell 1). Risken för föroreningar är med nuvarande markanvändning liten, men det kan finnas risk dels för dolda, äldre föroreningar i gamla grustag och tippar av t.ex. glasslagg vid Pukebergs glasbruk, dels för vägföroreningar vid kringfartsleden i norr.

Den relativt höga siffran för grundvattenbildningen skulle tala för klasen 5–25 l/s. Grundvattenmagasinet är dock sannolikt uppdelat på många mindre magasin, som kan vara isolerade från varandra. Det gör att uttagsmöjligheterna är mindre goda, liksom förutsättningarna för bassänginfiltration, varför klassen föreslås bli 1–5 l/s utom för den sydöstligaste delen närmast Gårdsrydsfältet, som tillförs klassen 5–25 l/s.

- Carlstedt, A. & Johnson, J., 1983: Uttag av grundvatten ur bergborrade brunnar för bevattning. Lantbruksnämnden i Kalmar län. *Sveriges geologiska undersökning, Jord- och vattenbyrån, Grundvattensektionen Rapport 3/83 med kompletteringar 1984.*
- Eliasson, Å., 2001: Groundwater impact assessment and protection – predictive simulations for decision aid. Licentiate thesis TRITA-AMI-LIC 2006. *Division of Land and Water Resources Department of Civil and Environmental Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm.*
- Eriksson, A. & Karlsson, R., 1997: *E22 delen Söderåkra-Hossmo*. PM över förslag till vattenskydd genom Nybroåsen. Rapport. Jacobsson & Widmark AB, Karlskrona.
- Helfrich, H. & Björkdahl, P.O., 1971: *Utlåtande över seismiska grundundersökningar vid Källebacksmåla och Gårdsryd, S:t Sigfrid. Nybro kommun*. Stencil, Terratest AB, Stockholm.
- Hermansson, P., 2002: Väg 558, Nybro (Gårdsryd) vattentäktsskydd. Förstudie, förslag 2002-11-27. *Rapport. Vägverket Region Sydöst, Kalmar.*

- Hörberg, I., 1958: *Preliminär redogörelse för hydrologisk och grundvattenteknisk undersökning inom sydöstra delen av Nybroåsen Bilaga IV*. Manuskript. Sydsvenska Ingenjörbyrå AB, Malmö.
- Hörberg, I., 1963: *Nybroåsens Vattentäktförbund. Geohydrologisk undersökning. Beräkningar*. Manuskript. Sydsvenska Ingenjörbyrå AB, Malmö.
- Hörberg, I., 1997: *Vårt välsignade vatten. Kalmars vattenförsörjning 1897–1997*. Kalmar Vatten och Renhållning AB, Kalmar.
- Hörberg, I., 1999: *Vattenförsörjningens infiltrationsteknik. Historik, Drifterfarenheter, Erforderlig förnyelse*. Manuskript. Ingenjörfirman Ingvar Hörberg AB, Sunnavik.
- Hörberg, I. & Kylefors, L., 1986: *Kalmar kommun. Vattenförsörjningsanläggningen i Nybroåsen*. Rapport. K-Konsult, Kalmar.
- Hörberg, I. & Nord, M., 1968: *Nybro kommun. Redogörelse för utförda geohydrologiska undersökningar inom området Gårdsryd S*. Rapport. Sydsvenska Ingejörbyrå AB, Malmö.
- Johansson, P.-O., 1987: Methods for estimation of direct natural groundwater recharge in humid climates – with examples from sandy till aquifers in southeastern Sweden. Dissertation. *Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för Kulturteknik Meddelande Trita-Kut 1045*.
- Johansson, P.-O., & Strömwall, L., 1978: Yttre miljöpåverkan vid lagring och bevattning av timmer. *Examensarbete Rapport Serie B Nr 03-1978. Inst Kulturteknik Tekniska Högskolan i Stockholm*, Stockholm.
- Knutsson, G., 1959: Glacialgeologiska och hydrogeologiska undersökningar i sydöstra Småland. Licentiatavhandling. *Lunds Universitet, Kvartärgeologiska avdelningen, Lund*.
- Knutsson, G., 1965: *Grusinventering i Kalmar län II. Södra fastlandsdelen*. Rapport. Länsstyrelsen i Kalmar län, Kalmar.
- Knutsson, G., 1966: Huvuddragen av Nybroåsens geologi. I G. Weijman-Hane & I. Hörberg: *Principförslag till Kalmar-Nybro-regionens och Ölands framtida vattenförsörjning. Bilaga 8*. Sydsvenska Ingenjörbyrå AB, Malmö.
- Knutsson, G., 1967: Tracing ground-water flow in sand and gravel using radioactive isotopes. *Steirische Beiträge zur Hydrogeologie Jahrgang 1966/67*, 13–31. Graz.
- Knutsson, G., 2003a: Total kostnad från vattentäktssynpunkt vid markexploatering. *Sveriges geologiska undersökning. Grundvatten 1–2/03*, 4–5.
- Knutsson, G., 2003b: *Geologisk och hydrogeologisk utredning vid Igersdela grustäkt, Kalmar kommun*. Bilaga 7 till ansökan om tillstånd för fortsatt och utvidgad sand- och grustäkt i Igersdela av AB Nybrogrus. Handlingar upprättade av mark & landskap ab, Helsingborg.
- Knutsson, G., 2004: Kompletterande uppgifter, Igersdela grustäkt. Se Knutsson 2003b.
- Knutsson, G. & Kylefors, L., 1995: E22 Söderåkra–Hossmo delsträckan genom Nybroåsen. Redogörelse för undersökningar avseende geohydrologi och grundvattenskydd samt förslag till skadeförebyggande åtgärder. Rapport. *Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för anläggning och miljö, Stockholm och Vatten och Samhällsteknik AB, Kalmar*.
- Knutsson, G. & Ljunggren, K., 1959: Studies of groundwater flow using radioactive isotopes. Preliminary report. *Geologiska Föreningens Förhandlingar 81*, 405–409.
- Knutsson, G., Lindén, A.G. & Rudmark, L., 1979: Grus- och moräntillgångar i Nybroregionen. Del I. Översiktlig inventering. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 15*.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 2002: *Grundvatten – teori & tillämpning*. AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Kylefors, L., 1982: *Kalmar kommun. Tvärskogs avloppsreningsanläggning. Redogörelse för detaljerade geohydrologiska undersökningar*. Rapport, K-Konsult, Kalmar.
- Kylefors, L., & Andersson, M., 1998: Nybroåsen Utredning angående det långsiktiga skyddet av grundvattenförekomsten. Rapport till Kalmar Vatten och Renhållning AB. Vatten och Samhällsteknik AB, Kalmar.
- Kylefors, L. & Gumbricht, T., 1986: *Lägesrapport avseende forskningsprojektet GRUNDVATTENFÖRSURNING – Tvärsnitt södra Sverige*. K-Konsult, Kalmar.
- Kylefors, L. & Hörberg, I., 1998: *Sydostregionen Storskalig vattenförsörjning Förstudie*. Rapport. Vatten och Samhällsteknik AB, Ingenjörfirman Ingvar Hörberg AB. Kalmar och Sunnavik.
- Kylefors, L. & Sandberg, B., 1984: *Nybro kommun. Vattenförsörjningsanläggningen i Gårdsryd. Redogörelse för kompletterande borrhningar vid Gårdsryd S*. Rapport, K-Konsult, Kalmar.
- Kylefors, L., Gumbricht, T. & Gustafson, L.-G., 1999: Tillämpning av hydrologiska modeller i vattenplanering. *VA-FORSK rapport 1999: 13, Vatten- och avloppsverksföreningen AB, Stockholm*.
- Lång, L.-O., Stejmar Eklund, H. & Graffner, O., 2003: Utgångspunkt för avgränsning av tillrinningsområden till grundvattenmagasin. *Sveriges geologiska undersökning, rapport 2003:22*.
- Munthe, H., 1902: Karta och beskrifning till geologiska kartbladet Kalmar. *Sveriges geologiska undersökning Ac 6*.
- Müllern, C.-F., 1996: Beskrivning till kartan över grundvattentillgångar i Strängnäs kommun. *Sveriges geologiska undersökning 3*.
- Olsson, A. & Carlstedt, B., 1948: *Redogörelse för grund-*

- vattenundersökningar i Nybroåsen för Kalmar stad, Dörby, Hossmo, Ljungby och Kläckeberga kommuner.* Rapport. Allmänna Ingenjörbyrå AB, Stockholm.
- Pousette, J., Müllern, C.-F., Engqvist, P. & Knutsson, G., 1981: Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Kalmar län. *Sveriges geologiska undersökning A1*.
- Raycon., 2002: Geofysiska undersökningar vid Igersdela grustäkt 10 till 13 juni 2002. Rapport till Nybrogrus AB. Malå Geoscience AB, Sollentuna.
- Raycon, 2002: *Geofysiska undersökningar vid Fröstorp/Vassmolösa 30 september till 2 oktober 2002.* Rapport till Kalmar Vatten och Renhållning AB. Malå Geoscience AB, Sollentuna.
- Rudmark, L., 1975: The deglaciation at Kalmarsund, southeastern Sweden. Doktorsavhandling. *Sveriges geologiska undersökning C 713*.
- Rudmark, L., 1984: Beskrivning till jordartskartan Kalmar NV. *Sveriges geologiska undersökning A62*.
- Rudmark, L., & Lindén, A.G., 1982: Grus- och moräntillgångar i Kalmar kommun. *Sveriges geologiska undersökning, rapport*.
- Vatten och Samhällsteknik AB 2002: Karta över Nybroåsen mellan Norra Hagby och Fröstorp. Publicerad som figur 2 i Knutsson 2003a.
- Vatten och Samhällsteknik AB 2003: *Miljön i Kalmar kommun. Underlag för avstämning av miljömål.* Arbetsmaterial 030206, Vatten och Samhällsteknik AB, Kalmar.
- Weijman-Hane, G. & Hörberg, I., 1960: *Nybroåsens Vattentäktsförbund. Redogörelse för under år 1959 företagna undersökningar.* Rapport. Sydsvenska Ingenjörbyrå AB, Malmö.
- Weijman-Hane, G. & Hörberg, I., 1966: *Principförslag till Kalmar-Nybro-regionens och Ölands framtida vattenförsörjning.* Sydsvenska Ingenjörbyrå AB, Malmö.
- Weijman-Hane, G. & Hörberg, I., 1967: *Nybroåsens Vattentäktsförbund. Årsredogörelse för åren 1964, 1965 och 1966.* Rapport. Sydsvenska Ingenjörbyrå, Malmö.

Nybroåsen

**BEDÖMNINGSGRUNDER OCH
KLASSIFICERINGSPRINCIPER*****Hydrogeologiska bedömningsgrunder***

Grundvattentillgångar är beroende av samspelet mellan geologiska, topografiska, hydrologiska och klimatologiska (samt därmed även biologiska) förhållanden. För att kunna karakterisera en porakvifer som Nybroåsen och bedöma grundvattentillgångens storlek och beskaffenhet i skilda avsnitt av åsen måste följande naturgivna förutsättningar och förlopp samt vissa tekniska frågor klarläggas och bedömas. Därtill måste eventuell mänsklig påverkan av grundvattentillgången beaktas.

1. Bildningens utsträckning, terrängläge och tillrinningsområde

Bildningens utsträckning i plan liksom dess höjdläge måste klarläggas nogga. Grundvattenytan kan i stora drag sägas följa terrängens ytformer, varigenom fasta grundvattendelare ofta sammanfaller med ytvattendelare. Geologiska gränser och strukturer kan dock medföra att grund- och ytvattendelare skiljer sig åt avsevärt. Det kan finnas avskärande täta bergtrösklar för grundvattenströmningen i jordlagren eller genomskärande stora sprickzoner, som styr grundvattnets rörelser i berggrunden. Kompletterande geofysik, borrhningar och grundvattennivåobservationer krävs ofta för att klargöra detta. För att fastställa rörliga grundvattendelare, in- och utströmningsområden, hydrauliska gränser samt grundvattnets strömningsmönster krävs tidsserier av grund- och ytvattennivåer i ett nät av observationspunkter lokaliserade med hänsyn till olika grundvattensystem och terränglägen. Antalet punkter i relativt enhetliga bildningar kan bedömas med hjälp av geostatistiska metoder (Ackerberg 2002, fig. 1 i huvudtexten).

Terrängförhållandena och berggrundens ytformer spelar stor roll i dessa sammanhang. Grundvattenförande bildningar (akviferer) med stort tillrinningsområde finner man i terrängens lågpunkter. En avlagring med hög vattengenomsläpplighet, t.ex. en grusås i en dalgång kan därigenom fungera dränerande på omgivande terräng, varigenom mycket grundvatten kan tillföras. Dalgångar är därigenom av stort intresse, t.ex. vid prospektering av grundvatten, medan höjd- och sluttninglägen oftast är mindre intressanta. En stor grusås på en sluttning kan t.ex. vara läckande, varvid stora källor ställvis bildas. En dylik situation kan dock ibland vara till fördel t.ex. vid bestämning av skyddsområde och vid anläggning av bassänger respektive uttagsbrunnar vid konstgjord grundvattenbildning. Detta gäller t.ex. förhållandena på Nybroåsen.

Utgångspunkter för avgränsning av tillrinningsområden till grundvattenförekomster i grundvattenmagasin har nyligen utarbetats av Lång m.fl. (2003). Metodiken bygger på bedömningar av i vilken grad olika delar av ett tillrinningsområde bidrar till grundvattenbildningen. I denna undersökning har deltillrinningsområden avgränsats inom det totala tillrinningsområdet med ledning av dräneringsmönstret och topografin (se karta 1 i huvudtexten). Dock har olika ytors infiltrationsförmåga bedömts vid beräkning av grundvattenbildningens storlek (se punkt 5).

2. Bildningens geologiska uppbyggnad

Stor mäktighet, utbredning och kontinuitet av grundvattenförande sand- och gruslager med hög vattengenomsläpplighet ger ett stort grundvattenmagasin. Förekomst av berg- och moräntrösklar inne i en avlagring kan däremot innebära en uppdelning i flera mindre magasin. Stor mäktighet av grundvattenförande lager i en öppen akvifer ökar möjligheten att till en uttagspunkt få vatten att strömma från ett stort område, vilket ger bättre förutsättningar för stora grundvattenuttag. En lagerföljd med en homogent fördelad, hög vattengenomsläpplighet ger bättre förutsättningar för grundvattenutvinning än en lagerföljd med omväxlande täta och genomträngliga lager. I det senare fallet kan skilda grundvattensystem och s.k. slutna akviferer uppkomma.

3. Bildningens hydrauliska egenskaper och kapacitet

Den totala porositeten avgör hur stor mängd vatten som kan magasineras i akviferen. Den dränerbara porositeten i en akvifer med fri grundvattenyta är ett direkt mått på den s.k. magasinskoefficienten (S), dvs. hur stor volym, som kan avges från magasinet per enhetsarea vid sänkning av grundvattennivån med en enhet. Den hydrauliska konduktiviteten (K), som är ett mått på vattengenomsläppligheten med hänsyn till vattnets egenskaper, bestäms vid pumpförsök eller genom särskilda fält- och laboratorietester. Multiplikeras K med det vattenförande lagrets mäktighet fås ett mått på den mängd vatten som kan röra sig genom akviferen, den s.k. transmissiviteten (T). Ett praktiskt mått på kapaciteten hos en akvifer är storleken av kontinuerliga uttag ur brunnar. Med kännedom om K och grundvattenytans lutning (gradienten) kan strömningstider beräknas, t.ex. uppehållstiden mellan infiltrationsbassäng och uttagspunkt eller storleken på ett skyddsområde. Spårämnesförsök ger dock mera entydiga resultat.

4. Bildningens markskikt och mineralogi samt grundvattnets kemi

Markens sammansättning och utbildning av olika jordmåner påverkar såväl det infiltrerande vattnets kemi genom nedbrytning av organiskt material, jonbyte och vittring som det utströmmande grundvattnets kemi genom att t.ex. organisk mark fungerar som kvävefälla eller reducerar sulfat. Avlagringens mineral- och bergartssammansättning är också av betydelse för grundvattnets kemiska sammansättning. Ju längre tid vattnet uppehåller sig i akviferen, desto mer präglas vattnets kemi av akviferens mineralogi. Det bör dock observeras att grundvattenkemin också påverkas såväl av salter i nederbörden som av eventuella fosfilsalter i avlagringen, vanligast av gammalt havssalt.

Berg- och jordarter, som omger en akvifer, är också av stor betydelse för vattenbeskaffenheten. Exempelvis kan ofta torvjordarter avge ett från teknisk (hygienisk) synpunkt olämpligt (humöst) vatten till angränsande akvifer, ur vilken konsumtionsvatten utvinns eller skulle kunna utvinnas.

5. Naturlig grundvattenbildning

Infiltrations- och magasineringsegenskaperna hos berg- och jordarter spelar stor roll för grundvattenbildning respektive ytavrinning. Täta hållmarker eller ler- och torvjordar ger ringa eller inget tillskott till grundvattnet. De flesta andra jordarter i Sverige, exempelvis de helt dominerande moränjordarterna, har tillräckligt hög vattengenomsläpplighet för att vid normala väderleksituationer kunna ta emot nederbördsöverskottet, s.k. direkt grundvattenbildning. Dyliga jordarter kan också avge grundvatten till angränsande bildningar, s.k. indirekt grundvattenbildning, varigenom större grundvattenmagasin kan bildas i en mer genomsläpplig avlagring, t.ex. en grusås, även om strömmingen går långsamt.

Om vattengenomsläppliga lager finns i kontakten mellan yt- och grundvatten, dvs. i strandzonen, kan utbyte av vatten förekomma. Ytvatten kan tillföras akviferen dels genom indirekt grundvattenbildning under naturliga förhållanden, dels genom s.k. inducerad infiltration vid avsänkning av grundvattenytan t.ex. genom pumpning. Förändringar i grundvattnets beskaffenhet kan uppstå i sådana fall, på grund av dels ytvattnets kemi och eventuella föroreningar, dels processer i strandzonen, t.ex. utlösning av järn och mangan. Även igensättning av porösa lager kan inträffa. Vid SGUs grundvattenkartering på kommunal nivå markeras numera de områden (strandzoner), där förutsättningar för inducerad infiltration bedöms föreligga på kartorna (se t.ex. Müllern 1996) och om förutsättningarna är goda ges avlagringen i vissa fall en högre klass vad gäller grundvattentillgång än den som skulle ha givits med enbart direkt nederbördsinfiltration. Klasserna har emellertid stor spännvidd, varför i många fall bidraget genom

inducerad infiltration kan rymmas inom klassgränsen. Å andra sidan får bidraget inte vara så stort eller den inducerade infiltrationen gå så snabbt att ytvattenkaraktär kan befaras vid stort uttag

Grundvattentillgångars storlek och uttagbara grundvattenmängder är emellertid i hög grad beroende av de hydrometeorologiska och väderleksmässiga förhållandena i det aktuella tillrinningsområdet. Det gäller såväl nederbördens storlek och art som dess tidsmässiga förlopp och arealmässiga fördelning liksom den totala avdunstningens omfattning i tid och rum. Skillnaden mellan nederbörd och avdunstning, den s.k. effektiva nederbörden (eller nettonederbörden) är av stort intresse i grundvattensammanhang. Den varierar såväl under året – är ofta negativ under vegetationsperioden – som mellan olika år. Statistisk bearbetning av långa mätserier av nederbörd och temperatur är därför nödvändig för att t.ex. bedöma grundvattenbildningen under perioder av torrår, vilka ofta är begränsande för storleken av kontinuerliga uttag för vattenförsörjning. Terrängens brutenhet, markens tillstånd (t.ex. tjäle) och infiltrationsförmåga samt rådande vattennivåer spelar också stor roll för fördelningen mellan ytavrinning och grundvattenbildning. I sydöstra Sverige med låg nederbörd och hög avdunstning är den effektiva nederbörden låg, vissa torra och varma år t.o.m. ringa. I gengäld är terrängen flack och infiltrationsförmågan i de flesta marker tillräcklig för att ta emot nederbördsöverskottet under höst, vinter och vår, varför större delen av den effektiva nederbörden kan bilda grundvatten – även om det ofta blir i ytliga system, t.ex. i grunda moränmarker.

6. Konstgjord grundvattenbildning

Den låga grundvattenbildningen i vissa delar av landet, t.ex. i sydöstra Sverige, är sålunda ett problem, särskilt för vattenförsörjningen. Det är därför nödvändigt att vid hydrogeologiska utredningar också studera förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning, såväl inducerad infiltration som bassänginfiltration, samt tillgångarna på lämpligt ytvatten.

De hydrogeologiska förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning genom bassänginfiltration anges i beskrivningen till SGUs kommunkartor (se t.ex. Müllern 1996). De återges här med några tillägg (kursiverade).

– Vid infiltrationsläget bör sand- och gruslagren ha en relativt homogen sammansättning och vara tillräckligt genomsläppliga för att tillåta en infiltration av mellan 2 och 5 m³/m² och dygn. *Högre hydraulisk belastning bör undvikas på grund av att reningseffekten då minskar.*

– Den omättade zonens mäktighet under naturliga förhållanden bör vara minst 3–5 m.

– Grundvattenmagasinets mäktighet måste vara så stor vid läget för uttagsbrunnarna att tillräckliga avsänkings-

möjligheter föreligger med hänsyn till de önskade uttagsmängderna och materialets genomsläpplighet. För anläggning av filterbrunnar med kapacitet 25 l/s krävs minst 5–6 meters mäktighet av det vattenförande lagret.

- God hydraulisk kommunikation måste föreligga mellan infiltrationsläget och uttagsbrunnarna.
- Strömningsinriktningen från infiltrationsläget skall vara så entydig och den vattenförande sektionen av sådan storlek att huvuddelen av det infiltrerade vattnet kan utvinnas.
- För att säkerställa jämn och god grundvattenkvalitet måste grundvattnets uppehållstid i marken vara minst 14 dagar, vilket medför att uttagsbrunnarna vanligtvis måste placeras 200–300 m från infiltrationsläget. Det är dock önskvärt med betydligt längre uppehållstid, bl.a. med hänsyn till temperaturutjämning. Tidigare angavs det lämpligt med minst 60 dagars uppehållstid.
- En fördel är om grundvattenmagasinet har en så stor magasinering förmåga att uttag kan ske under längre tid – flera veckor – utan infiltration.

7. Mänsklig påverkan

En avlagrings belägenhet i förhållande till avfallsdeponier, förorenade marker eller vattendrag, grus- och bergtäkter samt andra markingrepp liksom närheten till bebyggelse, industrier, odlingsmarker och vägar kan minska möjligheterna att nyttja grundvattenresursen i avlagringen med hänsyn till redan försämrade vattenbeskaffenhet eller framtida risker för förorening. Det är därför nödvändigt att dels klarlägga industriell och annan förorenande verksamhet i äldre tid, dels ta hänsyn till påverkan av nutida och planerad mänsklig verksamhet. Såväl arkivmaterial och äldre kartor som nutida dokument och kartor samt planer för bebyggelse, infrastruktur och industrier bör därför granskas. Dokument om skyddsområden och reservat för olika ändamål måste beaktas.

BEDÖMNINGSUNDERLAG

Behovet av underlagsmaterial beror på syftet med studien (översiktlig eller detaljerad bedömning, lokalisering av uttagspunkter etc.), bildningarnas typ och komplexitet samt i vilken skala studien görs. Allt tillgängligt material i form av arkivmaterial, flyg- och satellitbilder, kartor och litteratur måste utvärderas. Viktigt är att i ett tidigt skede upprätta en begreppsmodell över hur grundvattensystemet fungerar. Fältkontroller och kompletterande undersökningar krävs i regel, dels för att uppgifter kanske saknas helt i vissa delområden eller är ofullständiga, dels för att klarlägga förhållandena i vissa nyckelområden och bekräfta begreppsmodellen. De olika bedömningsgrunderna

fordrar olika typer av underlagsmaterial. Ett önskvärt underlag kan se ut enligt följande i ungefärlig tidsordning som det behövs:

Topografi: terrängkartor, fastighetskartor, höjddata och orienteringskartor samt i vissa fall flygbilder och satellitdata.

Hydrologi: avrinningskartor, nederbörds- och temperaturuppgifter (i tillämpliga fall tidsserier), vattenbalansstudier.

Geologi: jord- och berggrundskartor med beskrivningar och uppgifter om lagerföljder från borrhningar, skärningar och täkter, geofysiska kartor, geokemiska kartor, jordmänskarter samt analysdata på jord- och bergarter, gärna också markkemi.

Hydrogeologi: hydrogeologiska kartor, brunn- och källinventeringar, brunn- och jorrdjupsuppgifter, borrhålsuppgifter, grundvattennivåuppgifter i brunnar, borrhål, källor och undersökningsrör (helst även tidsserier), hydrauliska parametervärden (K-, S- och T- värden) och vattenkapacitetsuppgifter från grundvattenundersökningar, provpumpningar, spårämnesförsök och modelleringar, lagerföljdsuppgifter och strukturgeologiska uppgifter från geofysiska och geotekniska undersökningar, vattenkemiska data för grundvatten, ytvatten och i vissa fall nederbörd (gärna tidsserier).

Markanvändning: markanvändnings- och planeringskartor, information om skyddsområden och reservat, risk- och sårbarhetskartor samt uppgifter om föroreningskällor (avlopp, deponier, gruvor, industrier, jordbruk, täktverksamhet samt vägar, även arkivmaterial och historiska uppgifter).

Det är sällsynt att man kan få tillgång till alla dessa typer av underlag. Det underlättar om uppgifterna finns i eller kan överföras till digital form. SGUs geodatabaser är härvid av stort värde. Framtagna uppgifter samlas och bearbetas om möjligt i ett Geografiskt Informationssystem (GIS) för att lättare kunna användas för att utarbeta kartor av olika slag samt för att kunna modellera t.ex. grundvattenbildning eller grundvattenströmning.

KLASSIFICERINGSPRINCIPER

Bedömningar av grundvattentillgångarnas storlek i jordlagren kan t.ex. göras enligt den klassificering, som används vid SGUs grundvattenkartering, nämligen i fem storleksklasser:

- Ovanligt stor grundvattentillgång, storleksordningen >125 l/s, med ovanligt goda uttagsmöjligheter.
- Mycket stor grundvattentillgång, storleksordningen

25–125 l/s, med utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter.

– Stor grundvattentillgång, storleksordningen 5–25 l/s, med mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter.

– Måttlig grundvattentillgång, storleksordningen 1–5 l/s, med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter samt vissa tillgångar med tämligen goda uttagsmöjligheter.

– Liten eller ingen grundvattentillgång, storleksordningen < 1 l/s.

Vid SGUs grundvattenkartering på kommunnivå anges därtill ”Viktigt infiltrationsområde” och ”Strandlinje där uttagsmöjligheterna i angränsande isälvsavlagring är större p.g.a. inducering”. Möjligheten till ökning av grundvattentillgången genom bassängsinfiltration diskuteras i beskrivningen till kommunkartorna och anges i vissa fall som en förutsättning – liksom inducerad infiltration – för den angivna klassificeringen av grundvattentillgångarnas ungefärliga storlek och potential för kommunal vattenförsörjning. Reservationer görs ställvis för osäkerhet vad beträffar dels grundvattenkvalitet, dels grundvattenmagasinens mäktighet (se t.ex. Müllern 1996).



Geological Survey of Sweden
Box 670
SE-751 28 Uppsala
Phone: +46 18 17 90 00
Fax: +46 18 17 92 10
www.sgu.se

Uppsala 2004
ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-697-0
Tryck: Elanders Tofters, Östervåla