



Sveriges geologiska undersökning

Utgångspunkter för avgränsning av tillrinningsområden till grundvattenmagasin

Lars-Ove Lång, Helen Stejmar Eklund
& Otto Graffner

Slutrapport till Naturvårdsverket

Utgångspunkter för avgränsning av tillrinningsområden till grundvattenmagasin

SGU-rapport
2003:22

SGU-rapport
2003:22

Utgångspunkter för avgränsning av tillrinningsområden till grundvattenmagasin

Lars-Ove Lång, Helen Stejmar Eklund
& Otto Graffner

Slutrapport till Naturvårdsverket

SGU-rapport 2003:22

FÖRORD

Geologiska institutionen, Chalmers tekniska högskola, Göteborg fick i oktober 2001 i uppdrag av Naturvårdsverket att utveckla utgångspunkter för att avgränsa de delar av ett tillrinningsområde som till övervägande del bidrar till grundvattenbildningen i en grundvattenförekomst i ett grundvattenmagasin. Områden utanför avgränsningen bör inte kunna påverka grundvattnets kvalitet negativt.

I uppdraget ingick även att beskriva några vanliga typer av grundvattenmagasin och geologiska förhållanden i tillrinningsområdena samt att genom modelleringsexempel redovisa ett synsätt på fördelningen av det externa vattenflödet till ett öppet grundvattenmagasin.

Som underlag till den här presenterade avgränsningsmetoden fördes inledningsvis diskussioner i en grupp bestående av Helen Stejmar Eklund, Lars O Ericsson, Otto Graffner, Siri Knape, Lars-Ove Lång och Lars Rosén vid Geologiska institutionen, Chalmers tekniska högskola. Karin Holmgren vid institutionen har framställt figurerna.

En preliminär rapport lämnades till Naturvårdsverket i februari 2002. Remissbehandling utfördes under sommaren 2002. Från remissbehandlingen framkom bland annat att metodiken bör prövas i praktiken. Alternativa metoder skall också beaktas.

Den preliminära rapporten har därefter reviderats vid Sveriges geologiska undersökning (SGU). Synpunkter har erhållits från ett flertal medarbetare. De exempel på flödesmodelleringar som ingick i det ursprungliga uppdraget redovisas separat (Graffner m.fl. 2003).

Göteborg 2003-10-24

Lars-Ove Lång

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	3
Innehållsförteckning	4
Sammanfattning	5
1 Bakgrund	6
2 Syfte	6
3 Definitioner	6
4 Metod – tillrinningsytor ABCD	8
4.1 Öppet grundvattenmagasin	8
4.1.1 Utgångspunkter, utan uttag	8
4.1.2 Grundvattenförekomst med uttag	10
4.1.3 Sammanfattning	11
4.2 Slutet/delvis öppet grundvattenmagasin	12
4.2.1 Utgångspunkter, utan uttag	12
4.2.2 Grundvattenförekomst med uttag	14
5 Behov av vidare utredning	15
6 Diskussionsunderlag – arbetsschema	15
7 Referenser	16

SAMMANFATTNING

En vägledning behöver tas fram för att avgränsa de delar av ett tillrinningsområde som utgör den aktiva delen för tillförsel av vatten till grundvattenförekomster i grundvattenmagasin. Inom tillrinningsområden kan olika verksamheter påverka grundvattnets kvalitet. Den arbetsmetod som föreslås i denna rapport baseras på bedömningar av vilka delar av ett tillrinningsområde som aktivt bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten och som betecknas som primärt tillrinningsområde. Exemplet belyser grundvattenmagasin i porösa avlagringar av god genomsläpplighet, vilket i Sverige oftast innebär isälsavlagringar. Arbetsmetoden redovisas för de två vanligaste typfallen i landet;

- 1) grundvattenförekomster i isälsavlagringar med omgivande berg- och moränsluttningar över högsta kustlinjen (HK) – öppna grundvattenmagasin,
- 2) grundvattenförekomster i isälsavlagringar (ofta åsar) som helt eller delvis täcks av finsediment (vanligen lera) under HK – slutna/delvis öppna grundvattenmagasin.

Arbetsmetoden benämns preliminärt ”Metod – tillrinningsytor ABCD” och utgår från att grundvattenmagasinet och omgivande tillrinningsområde kan klassas i fyra typer (A, B, C och D). Indelningen baseras på grundvattenbildning och hur dräneringen och strömningen sker av yt- och grundvatten.

A-ypa Grundvattenmagasin med grundvattenförekomst går i dagen.

B-ypa Del av tillrinningsområdet från vilket grundvattenmagasinet grundvattenförekomst tillförs vatten via ytvattendränering eller via grundvattenströmning.

C-ypa Del av tillrinningsområdet varifrån kontinuerlig ytvattendränering sker och hela eller delar av denna vattenmängd avleds från tillrinningsområdet som ytvatten. Vatten från dessa ytor bidrar i varierande (vanligen liten) grad till grundvattenbildning i grundvattenförekomsten.

D-ypa Del av tillrinningsområdet med djup grundvattendränering från vilket grundvattenmagasinet grundvattenförekomst tillförs en obetydlig mängd vatten. Observera att D-ypor endast avgränsas om tillräcklig information finns för att fastställa att endast en obetydlig mängd vatten tillförs grundvattenförekomsten.

De delar av ett tillrinningsområde som står för den övervägande delen av grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten kallas primärt tillrinningsområde. I de fall då inget uttag av grundvatten sker i grundvattenförekomsten är det i första hand A- och B-ypor som utgör vanligen de viktigaste ytorna för grundvattenbildning inom tillrinningsområdet. Påbörjas ett grundvattenuttag kan förhållandena ändras så att den primära tillrinningsområdet utökas genom inläckage från vattendrag eller genom att influensområdet utsträcks. Förändringen av det primära tillrinningsområdets yta vid grundvattenuttag är beroende av faktorer som grundvattenmagasinet egenskaper, uttagets storlek, uttagspunktens läge i grundvattenförekomsten samt tillrinningsområdets karaktär.

Klassificeringen i tillrinningsytor kan bland annat användas som underlag för att avgränsa tillrinningsområden 1) vid inventering och rapportering av grundvattenförekomster enligt Ramdirektivet för vatten (EG 2000), 2) vid bedömning av miljö kvalitet i grundvattnet, 3) vid fastställande av skyddsområden och 4) vid inventering av områden för framtagande av riksintressen för vattenförsörjningen.

1 BAKGRUND

Expansionen av det urbana samhället och en förändrad markanvändning utgör ett hot mot vår viktigaste naturresurs, vattnet. Ramdirektivet för vatten (EG 2000) och riksdagens miljö kvalitetsmål ”Grundvatten av god kvalitet” (Regeringen 2001) har inneburit att landets grundvattenresurser satts i fokus. Det medför att det finns ett behov av att identifiera grundvattenförekomster med tillrinningsområden och införa begränsningar inom dessa områden där olika verksamheter kan påverka grundvattnet negativt. Exempel på aktuella arbetsuppgifter där avgränsning av tillrinningsområde är en viktig deluppgift är: 1) identifiering, karakterisering och rapportering av grundvattenförekomster enligt Ramdirektivet för vatten, 2) avgränsning av åtgärdsområden för kommande miljö kvalitetsnormer (bedömning av miljö kvalitet) i grundvattnet, 3) avgränsning av vattenskyddsområden samt 4) arbeten för att peka ut områden av riksintresse för vattenförsörjning. Det är viktigt att begränsningar i verksamheter medverkar till förbättringar för att uppnå uppställda miljömål.

I handbok för miljö kvalitetsnorm för nitrat i grundvatten (Naturvårdsverket 2002) föreslås att de delar av en grundvattenförekomsts tillrinningsområde från vilken 90 % av grundvattenbildningen till förekomsten härrör skall anges. Markområden som är av mindre betydelse för grundvattenbildning utgör resterande del av tillrinningsområdet. För att kunna utföra denna avgränsning finns behov av att:

- Avgränsa grundvattenmagasinets tillrinningsområde.
- Undersöka ytvattnets dräneringsmönster och grundvattnets ytliga dränering.
- Utifrån topografiska och hydrogeologiska förhållanden längs gränsen mot grundvattenmagasinet bedöma hur mycket vatten från tillrinningsområdet som utifrån hydraulisk utgångspunkter kan tillföras magasinet.
- Bedöma grundvattenbildningens storlek i tillrinningsområdet, både djupare flöden på större avstånd och ytligare flöden i närhet till magasinets gräns.

2 SYFTE

Projektets syfte är att utarbeta förslag till vägledning för avgränsning av ett grundvattenmagasinets tillrinningsområde inom vilket en övervägande del av grundvattenbildningen till grundvattenförekomsten äger rum. Arbetet utgår därmed från ansatsen i miljö kvalitetsnorm för nitrat i grundvattnet (Naturvårdsverket 2002) vad gäller att avgränsa ytor för grundvattenbildningen. Det är enbart grundvattenförekomster i isälvsavlagringar som behandlas i detta förslag.

3 DEFINITIONER

De definitioner av hydrogeologiska begrepp som finns i Ramdirektivet för vatten (EG 2000) skall enligt uppdragsbeskrivningen användas. Dessa är dock inte helt samstämmiga med hur begreppen brukar definieras och användas i Sverige. Dessutom saknas i Ramdirektivet för vatten vanliga begrepp som grundvattenmagasin och tillrinningsområde. Förslag på definitioner har framtagits vid SGU (refereras som SGU 2003), vilka i juni 2003 ännu inte var antagna. Nedan följer aktuella definitioner på centrala begrepp, varav de flesta används i rapporten:

Akvifer: *Ett eller flera lager under ytan, av berggrund eller andra geologiska skikt med tillräcklig porositet och genomsläpplighet för att medge antingen en betydande ström av grundvatten eller uttag av betydande mängder grundvatten (EG 2000). Förslaget från SGU (2003) är något annorlunda formulerat: Geologisk bildning med tillräcklig genomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) och effektiv (kinematisk) porositet för att medge ett betydande flöde eller uttag av betydande mängder grundvatten.*

Avrinningsområde: *Landområde från vilket all ytvattenavrinning strömmar genom en sekvens av åar, floder och, möjligen, sjöar till havet vid ett enda flodutlopp, eller vid en enda flodmynning eller ett enda delta (EG 2000). Naturvårdsverket (2002) anger: Det område inom vilket all nederbörd rör sig mot ett särskilt vattensystem, t.ex. en viss å med biflöden. Förslaget från SGU (2003) är: Av vattendelare avgränsat område varifrån vatten avrinner genom sin definierade avrinningspunkt.*

Grundvattenförekomst: *Den grundvattenvolym som vid varje tillfälle föreligger i en avgränsad hydrauliskt väl genomsläpplig enhet i ett grundvattenmagasin – akvifer (Naturvårdsverket, förslag). Förslaget är mera förklarande än den definition som anges i EG (2000): En avgränsad volym grundvatten i en eller flera akviferer. SGU (2003) föreslår: Grundvatten i ett grundvattenmagasin.*

Grundvattenmagasin: *En geologisk bildning som är så avgränsad att den kan betraktas som en hydraulisk enhet (Naturvårdsverket 2002) som samstämmer med SGUs förslag (2003): En grundvattenförande geologisk bildning som kan betraktas som en hydraulisk enhet.*

Grundvattenuttag: *Uttag av grundvatten som påverkar det naturliga grundvattenflödet i grundvattenmagasinet (denna rapport). Begreppet används för att visa en påverkan på det naturliga flödet, en mer generell användning är (SGU 2003): Bortledning av grundvatten från ett grundvattenmagasin.*

Tillrinningsområde: *Det område inom vilket vatten rör sig mot ett definierat grundvattenmagasin med en grundvattenförekomst (denna rapport). Om uttag sker gäller definitionsförslag enligt (SGU 2003): Det område inom vilket vatten rör sig mot vattentäktområdet.*

Primärt tillrinningsområde: *Utgående från Naturvårdsverket (2002) används här begreppet primärt tillrinningsområde, definierat som: Den del av tillrinningsområdet vilken står för en övervägande del (i storleksordning 90 % eller mer) av det grundvatten som tillförs en grundvattenförekomst, eller i de fall grundvattenuttag sker utgår förslaget från SGU (2003): Den del av tillrinningsområdet vilken står för en övervägande del (i storleksordning 90 % eller mer) av grundvattenuttaget.*

Sekundärt tillrinningsområde: *I konsekvens med primärt tillrinningsområde används begreppet sekundärt tillrinningsområde som: Den del av tillrinningsområdet vilken står för en obetydlig del (i storleksordning 10 % eller mindre) av det grundvatten som tillförs en grundvattenförekomst, eller vid grundvattenuttag: Den del av tillrinningsområdet vilken står för en obetydlig del (i storleksordning 10 % eller mindre) av grundvattenuttaget.*

4 MODELL – TILLRINNINGSYTOR ABCD

Vattentransporten inom omgivande tillrinningsområde måste betraktas tredimensionellt för att bedömning av vilka delar som bidrar till grundvattenbildningen i en grundvattenförekomst i ett grundvattenmagasin skall kunna ske. Detta görs i projektet genom att:

- Föreslå en arbetsmetod för att avgränsa primära tillrinningsområden som bygger på hypotesen att ett grundvattenmagasin och omgivande tillrinningsområde kan indelas i typytor baserat på hur grundvattenbildning sker samt mönster i yt- och grundvattendränering.

Grundvattenmagasin i form av isälvsavlagringar förekommer antingen som 1) öppna grundvattenmagasin där avlagringen går i dagen eller som 2) slutna/delvis öppna grundvattenmagasin där avlagringen helt eller delvis täcks av finkorniga jordlager (oftast lera). I detta förslag ingår att beskriva hur uttag av grundvatten ur grundvattenförekomsten i grundvattenmagasinet påverkar den ytmässiga utbredningen av det primära tillrinningsområdet, som svarar för tillflödet av vatten till grundvattenmagasinet. Detta innebär att följande fyra fall ingår:

Öppet grundvattenmagasin **utan** uttag
Öppet grundvattenmagasin **med** uttag

Slutet/delvis öppet grundvattenmagasin **utan** uttag
Slutet/delvis öppet grundvattenmagasin **med** uttag

4.1 ÖPPET GRUNDVATTENMAGASIN

4.1.1 Utgångspunkter, utan uttag

Principerna för arbetsmetod presenteras utifrån fallet öppet grundvattenmagasin med grundvattenförekomst utan uttag. Typfallet är en isälvsavlagring som ligger i botten på en dalgång (figur 1). Dränering sker via ett vattendrag som i denna principfigur är ritad mitt i avlagringen. I praktiken är det vanligare att ytvattendragen i detta typfall återfinns utmed ena sidan av isälvsavlagringen. I arbetsmetoden sker en indelning av tillrinningsområdet i fyra *typytor* med benämningarna *A*, *B*, *C* och *D*.

Var grundvattenbildningen sker och hur stor denna är till grundvattenförekomsten från det omgivande tillrinningsområdet beror på omfattning av nederbörd och avdunstning, dräneringsmönster och de hydrogeologiska förutsättningarna som jordart, gradient, jordmäktighet, djup till grundvattenytan, grundvattenuttag, mm.

A-yta är den yta där grundvattenmagasinet går i dagen. Grundvattenbildning sker genom direkt infiltration av nederbörden. *B-ytor* utgörs av sådana ytor inom avrinningsområdet från vilka det sker en grundvattenströmning till grundvattenförekomsten genom ytligt eller relativt ytligt grundvattenflöde. Dessutom kan vatten tillföras grundvattenförekomsten genom att vatten från mindre vattendrag infiltrerar vid kontakten med grundvattenmagasinet (se vattendrag inom *B-ytor* i figur 1). Det vatten som dräneras som yt- eller grundvatten från *B-yterna* bedöms således att nå grundvattenförekomsten. Upphållstiden för yt- och grundvatten inom *B-yterna* kan förväntas vara begränsad. *A-* och *B-ytor* klassas som tillhörande det primära tillrinningsområdet.

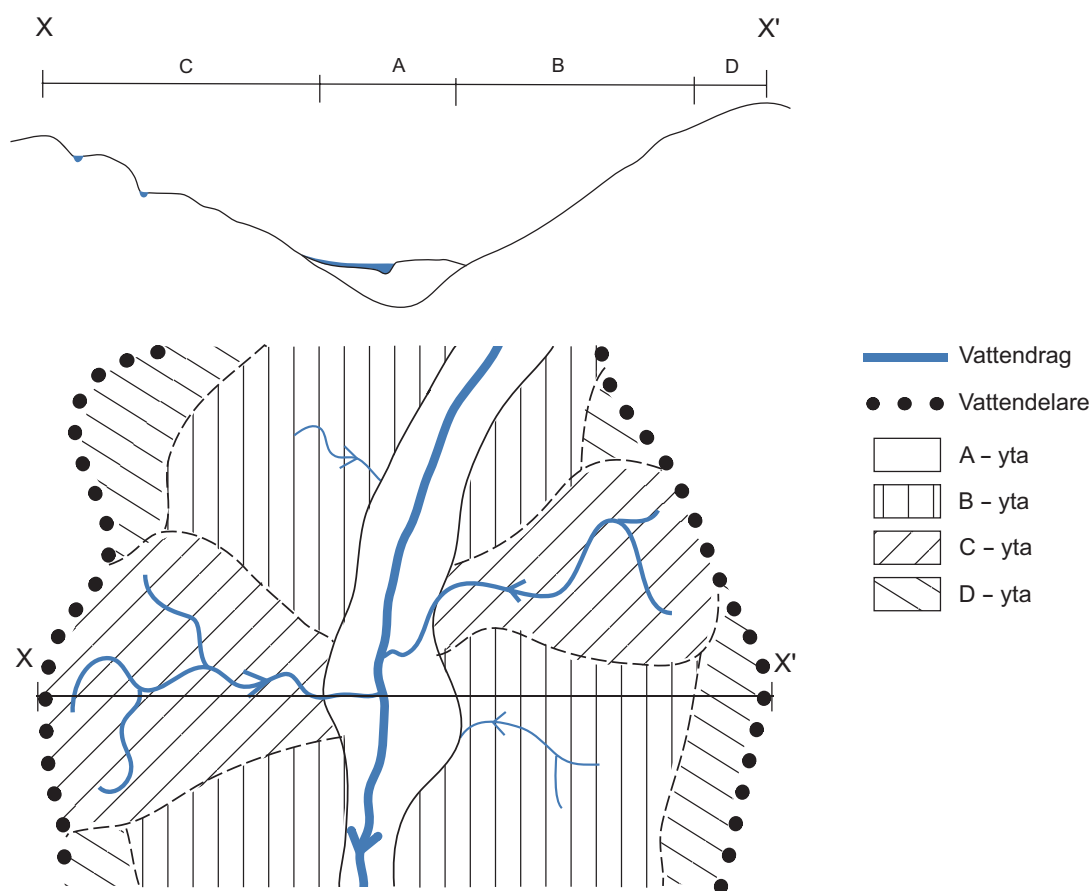
C-ytor representerar de delar av tillrinningsområdet där den ytliga dräneringen sker kontinuerligt via vattendrag som direkt ansluter till det större vattendraget. Detta innebär att en större eller mindre del av det vatten som dräneras som ytvatten från *C-ytor* inte infiltrerar i grundvattenmagasinet och detta vatten når därmed inte grundvattenförekomsten. Vatten från *C-ytan* kan dock nå grundvattenförekomsten genom att:

- delar av vattnet i det mindre vattendraget infiltrerar i grundvattenmagasinet och bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten innan det mindre vattendraget når det större vattendraget,
- dränering av grundvatten sker direkt från C-ytan till grundvattenmagasinet.

I vilken omfattning dessa mindre vattendrag bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten beror på:

- om det mindre ytvattendragets nivå är lägre eller högre än grundvattnets trycknivå vid dess sträckning genom grundvattenmagasinet till det större vattendraget,
- omfattning av eventuella tätande skikt i botten av det mindre vattendraget.

Mätning av skillnader i flödesmängd i ett mindre vattendrag från en *C-yta* när det når 1) gränsen för grundvattenmagasinet respektive 2) når ett större vattendrag eller lämnar grundvattenmagasinet, kan ge information om hur situationen är i varje enskilt fall. Stora årstidsvariationer i vattenflöden och grundvattennivåer (i små grundvattenmagasin) kan innebära tidsmässiga variationer även vad gäller de små vattendragens funktion. Alternering mellan grundvattenbildning och grundvattendränering är tänkbar. Fältkontroll krävs vanligen för att ange funktionen hos ytvattendrag som dränerar *C-ytor*.



Figur 1. Indelning av typytor A–D för ett öppet grundvattenmagasin utan uttag. Ytvattendröneringen i form av varierande storlek på vattendrag redovisas.

*C-ytor*na tillhör inte det primära tillrinningsområdet i de fall det bedöms att en obetydlig mängd av dess avrinnande vatten når grundvattenförekomsten. Risken är i detta fall liten för spridning av föroreningar till grundvattenförekomsten från sådana *C-ytor*. Ytvattendraget kan dock vara påverkat av förorening. I de fall grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten av vatten från *C-ytor* antas vara av betydelse skall hela eller delar av sådana *C-ytor* betraktas som primärt tillrinningsområde.

D-ytor är ytor inom ett tillrinningsområde, där grundvattnet i första hand bedöms ta djupa flödesvägar. Alternativ är att grundvattnet transporteras 1) till grundvattenmagasinet men att uppehållstiden är lång, 2) via sprickor i berg under grundvattenmagasinet eller 3) via sprickor i berg i riktningar bort från grundvattenmagasinet. *D-ytor* betraktas som sekundära tillrinningsområden. Verksamheter inom *D-ytor*na antas medföra obetydlig påverkan på vattenkvaliteten i grundvattenförekomsten. *D-ytor* skall endast avgränsas om det finns tillräcklig information som styrker att vatten från dessa ytor endast i obetydlig mängd når grundvattenförekomsten.

4.1.2 Grundvattenförekomst med uttag

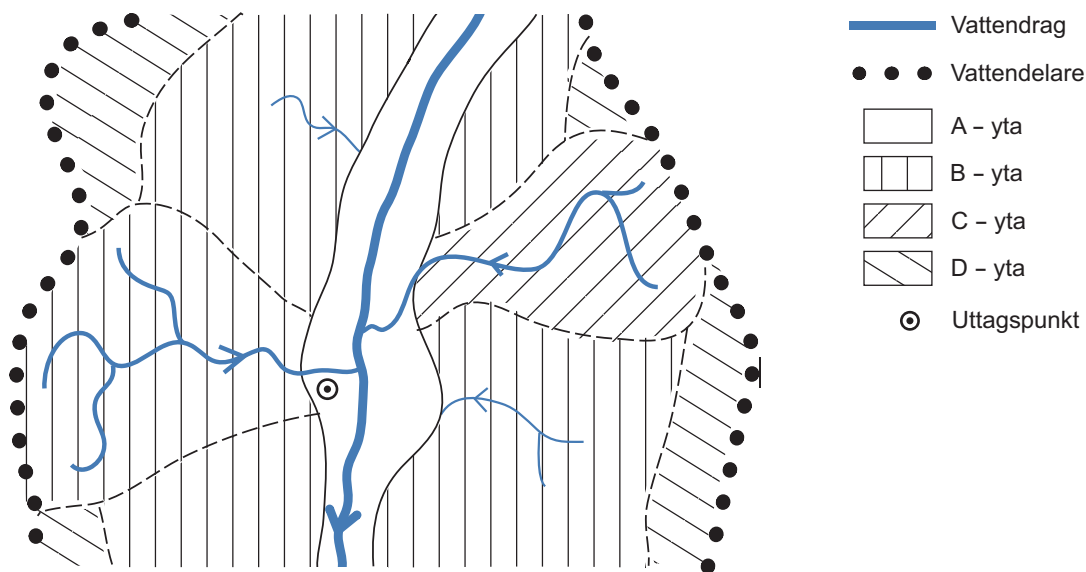
Vid ett betydande uttag av grundvatten kan även andra områden, förutom *A-* och *B-ytor* och vissa *C-ytor* (som i fallet utan uttag), komma att tillhöra det primära tillrinningsområdet. Förklaring till detta synsätt ges nedan.

Eventuell förändring av det primära tillrinningsområdets utbredning vid ett grundvattenuttag i grundvattenförekomsten är beroende av grundvattenmagasinet och tillrinningsområdets egenskaper samt av uttagets storlek. Uttagspunktens läge inom grundvattenmagasinet är också avgörande, speciellt om inducerad infiltration från sjöar och större vattendrag kan ske. Tillrinningsområden till sjöar och större vattendrag som har hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet kan vara betydligt större än tillrinningsområdet till själva grundvattenmagasinet som beaktas här. Förutsatt att vattendragen som dränerar grundvattenmagasinet är av begränsad storlek kan förändringar i tillrinningsområdets utbredning i samband med uttag betraktas på följande sätt:

- *Uttaget ur grundvattenförekomsten är mindre än den grundvattenbildning som sker genom infiltration av nederbörd som faller direkt på grundvattenmagasinet.* Huvuddelen av det uttagna grundvattnet härrör från tillskottet av den nederbörd som faller på själva grundvattenmagasinet (*A-yta*).
- *Uttaget ur grundvattenförekomsten är större än den grundvattenbildning som sker genom infiltration av nederbörd som faller direkt på grundvattenmagasinet.* Behovet av ytterligare vatten för att täcka grundvattenuttaget erhålls genom tillskott från:
 - 1) Ytvattendrag som dränerar *C-ytor*, exempel i figur 2.
 - 2) Ytvatten eller ytvattendrag som har hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet, men som dränerar ytor utanför grundvattenmagasinet tillrinningsområde (innebär externt vattentillskott).

Vad gäller tillskott från ytvattendrag vid uttag skall beaktas att finkorniga och organiska sediment som avlagrats på botten av sjöar och vattendrag kraftigt kan reducera den hydrauliska kontakten med grundvattenmagasinet.

I de fall grundvattenuttaget är litet i förhållande till grundvattenförekomstens storlek är påverkan på grundvattenströmningen uppströms vattentäkten begränsad. Sådana uttag föranleder enligt den föreslagna metodiken ingen förändring i bedömningen av *A-D-ytor* i förhållande till situationen utan uttag. Undantag kan vara i lägen där uttag sker mycket nära vattendrag som dränerar *C-*



Figur 2. Indelning av typytor A–D för ett öppet grundvattenmagasin med uttag. I detta exempel bedöms uttag i den avgivna punkten medföra inducerad infiltration av vatten från den närliggande mindre vattendraget som dränerar en del av tillrinningsområdet i väster. Detta innebär att denna yta som det mindre vattendraget dränerar (C-yta i figur 1 utan uttag), överförs till det primära tillrinningsområdet. Ett förslag är att sådana C-ytor, som då övergår till att permanent påverka grundvattenbildningen till grundvattenförekomsten istället betecknas som B-ytor (exemplet i denna figur).

ytor och uttaget innebär att vatten tillförs grundvattenförekomsten från vattendraget. *C-ytor* kan då komma att tillhöra det primära tillrinningsområdet som fallet vid större uttag.

4.1.3 Sammanfattning

A- och *B-ytor* representerar områden som bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten och därmed tillhör det primära tillrinningsområdet. *C-ytor* är områden med ytvattendränning där vanligen bidraget till grundvattenbildningen är litet. Fältkontroll kan krävas för att bedöma om *C-ytor* tillhör det primära tillrinningsområdet eller ej. *D-ytor* ingår inte i det primära tillrinningsområdet. Detta gäller under opåverkade grundvattenförhållanden utan grundvattenuttag. Om ett uttag av grundvatten påbörjas i grundvattenförekomsten kan tillrinningsförhållandena ändras så att främst vissa *C-ytor* ingår i det primära tillrinningsområdet. Tabell 1 sammanfattar typytornas karaktär samt om de bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenmagasinet eller ej, både med och utan grundvattenuttag.

Tabell 1. Indelning av ett grundvattenmagasin och dess tillrinningsområde i fyra typytor (A–D). De ytor som antas bidra till grundvattenbildning i grundvattenförekomsten, och därmed tillhöra dess primära tillrinningsområde, anges dels utan och dels med grundvattenuttag. (* kan ske via inläckage från ytvatten eller ytvattendrag)

Typyta	Karaktär	Bedöms tillhöra primärt tillrinningsområde	
		utan uttag	med uttag
A-yta	Grundvattenmagasin med grundvattenförekomst som går i dagen.	ja	ja
B-yta	Del av tillrinningsområdet från vilket grundvattenmagasinets grundvattenförekomst tillförs vatten via ytvattendränering eller via grundvattenströmning.	ja	ja
C-yta	Del av tillrinningsområdet varifrån kontinuerlig ytvattendränering sker och hela eller delar av denna vattenmängd avleds från tillrinningsområdet som ytvatten. Vatten från dessa ytor bidrar i varierande (vanligen liten) grad till grundvattenbildning i grundvattenförekomsten.	nej/ja*	nej/ja*
D-yta	Del av tillrinningsområdet med djup grundvattendränering från vilket grundvattenmagasinets grundvattenförekomst tillförs obetydliga mängder vatten.	nej	nej

4.2 SLUTET/DELVIS ÖPPET GRUNDVATTENMAGASIN

4.2.1 Utgångspunkter, utan uttag

Grundvattenmagasin av denna typ antas vara isälvsavlagringar, ofta åsar under högsta kustlinjen (HK), som mer eller mindre täcks av finsediment (vanligen lera). Väldefinierade åsar är i många fall mycket långsträckta och sammanhållande, även när bara en liten del av åsen går i dagen. Denna typ av grundvattenmagasin är mycket viktiga i de delar av Sverige som ligger under HK, bl.a. i centrala och östra Svealand. Markanvändningen i dessa slättbygder utgörs till stor del av jordbruk.

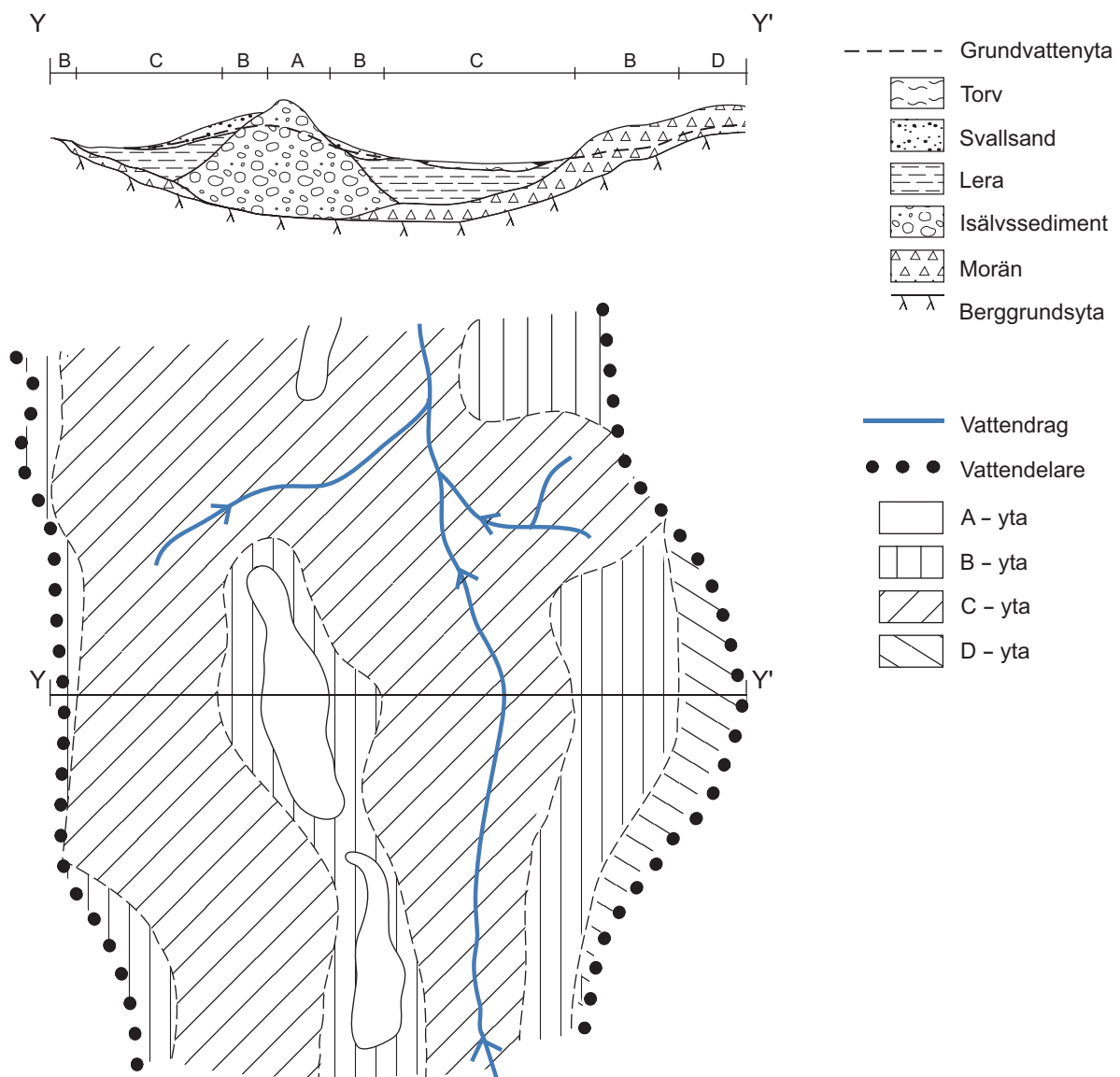
Figur 3 innehåller en karta med indelning av *typytor A–D* samt en tvärprofil för ett slutet/delvis öppet grundvattenmagasin. Det är ett exempel på en typisk jordartsgeologisk situation under HK med en ås i en dalgång delvis täckt av finsediment. Dessutom förekommer morän, svallsediment och torvjordar. I tvärprofilen visas den geologiska uppbyggnaden för att ge förklaring till klassningen i typytor i kartbilden.

Den nederbörd som faller på *A-ytor* bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten och ingår i det primära tillrinningsområdet. Bidraget från *A-ytan* till den totala grundvattenbildningen beror på hur stor yta av grundvattenmagasinet som går i dagen i förhållande till tillrinningsområdet storlek och dess karaktär. Det är vanligt att en stor del av åsarna täcks av finsediment och utbredningen av *A-ytor* är liten. Störst bidrag till grundvattenbildningen kommer då från omgivande terräng.

Omgivande sluttningar som inte täcks av lera och som antas ha hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet delas in i *B-*, *C-* och eventuellt *D-ytor* som vid motsvarande öppna förhållanden. I figur 3 illustreras detta med att moränlagret på berg har kontakt med åsen. Morän- eller hälltytor i sluttningarna närmast dalgången och åsen betecknas som *B-ytor* och ingår i det primära tillrinningsområdet. I vissa fall kan *D-ytor* avgränsas och ingår inte i det primära tillrinningsområdet. Även *C-ytor* förekommer varifrån dräneringen sker via ytvattendrag (ej markerade i figur 3).

Till *B-ytor* hör även svallavlagringar i direkt kontakt med grundvattenmagasinet, förutsatt att grundvattennivåerna är lägre i grundvattenmagasinet än i överliggande svallavlagringar. Hur långt avstånd från kontakten svallsand – isälvsavlagring som bör avgränsas beror på svallsandens mäktighet, marklutning, lermäktighet under svallsanden, grundvattennivåer, etc.

Lertäckta områden, och de delar av de omgivande sluttningarna där ytvatten avrinner i vattendrag på leran, betecknas som *C-ytor*. Undantag är områden där lermäktigheten ovan grundvattenmagasinet är liten (<3 m) eftersom torksprickor förekommer i lerans övre skikt. Sådana ytor betecknas som *B-ytor*. Där grundvattnets trycknivå i grundvattenförekomsten är lägre än i vattendraget och förutsättningar finns för infiltration av ytvatten till grundvattenförekomsten bör fältkontroll ske. *C-ytor* antas i de flesta fall inte tillhöra det primära tillrinningsområdet.



Figur 3. Indelning av typytor A–D för ett slutet/delvis öppet grundvattenmagasin. I profilen visas den geologiska uppbyggnaden för att ge en förklaring till indelningen i ytor A–D.

4.2.2 Grundvattenförekomst med uttag

A- och *B-ytor* tillhör det primära tillrinningsområdet vid uttag i grundvattenförekomsten. Eventuella förändringar av det primära tillrinningsområdets utbredning vid ett betydande uttag i grundvattenförekomsten är beroende av grundvattenmagasinets och tillrinningsområdets egenskaper och av uttagets storlek. En annan avgörande faktor är på vilket djup som grundvattnet utvinns. Uttag på djupa nivåer i grundvattenförekomsten kan medföra att större område påverkas (större influensradie) än vid uttag på grunda nivåer. *C-ytor* och eventuellt *D-ytor* i slutningslägen perifert i tillrinningsområdet kan då tillföras det primära tillrinningsområdet.

Även *C-ytor* på svallsand invid grundvattenmagasinet kan komma att ingå i det primära tillrinningsområdet vid uttag. Inducerad infiltration genom läckage kan ske från vattendrag och sjöar där tunna lerlager förekommer. Induceras vatten från vattendrag som dränerar jordbruksmark på lera finns risk för att grundvattenförekomsten förorenas.

Tabell 2 sammanfattar typytornas karaktär samt om vatten från dessa ytor aktivt bidrar till grundvattenbildningen i grundvattenförekomsten, både utan och vid grundvattenuttag. Då grundvattenmagasinet helt täcks av finsediment saknas *A-ytor*.

Tabell 2. Indelning av ett slutet/delvis öppet grundvattenmagasin och dess tillrinningsområde i fyra typ- ytor (A–D). De ytor som antas bidra till grundvattenbildning i grundvattenförekomsten och därmed tillhö- ra dess primära tillrinningsområde anges dels utan och dels med grundvattenuttag. (**C-ytor* på svallsand invid grundvattenmagasinet eller i områden med vattendrag ovan tunna lerlager. Ingår främst i samband med uttag. **Vid speciella uttagsituationer när *D-ytor* berörs.)

Typyta	Karaktär	Bedöms tillhöra primärt tillrinningsområde	
		utan uttag	med uttag
A-yta	Grundvattenmagasin med grundvattenförekomst går i dagen.	ja	ja
B-yta	Del av tillrinningsområdet från vilket grundvattenmagasinets grundvattenförekomst tillförs vatten via ytvattendränning eller via grundvattenströmning.	ja	ja
C-yta	Del av tillrinningsområdet varifrån kontinuerlig ytvattendränning sker och hela eller delar av denna vattenmängd avleds från tillrinningsområdet som ytvatten. Vatten från dessa ytor bidrar i varierande (vanligen liten) grad till grundvattenbildning i grundvattenförekomsten.	nej/ja*	nej/ja*
D-yta	Del av tillrinningsområdet med djup grundvattendränning från vilket grundvattenmagasinets grundvattenförekomst tillförs obetydliga mängder vatten.	nej	nej/ja**

5 BEHOV AV VIDARE UTREDNING

Den arbetsmetod som föreslagits ger en vägledning för indelning i ytor enligt de givna förutsättningarna i uppdraget, primärt tillrinningsområde till grundvattenmagasin med grundvattenförekomster. Metoden förutsätter kunskap om geologiska förhållanden och om hur yt- och grundvattendränningen sker. Ett antal praktiska exempel behöver studeras för att se om hypotesen vad gäller avgränsning av typytor är hållbar och hur den vid acceptans behöver utvecklas. Lämpliga testområden är sådana där förorenat ytvatten och/eller grundvatten konstaterats. Det finns anledning att stämna av metoden gentemot metodikutveckling inom EU i samband med införandet av Ramdirektivet för vatten.

För användning av arbetssättet mer generellt behövs bland annat tillgång till yttäckande digitalt underlagsmaterial. Ett problem är att moderna digitala jordartskartor i skala 1:50 000 saknas för vissa delar av Sverige. Att anpassa och använda kriterier till yttäckande data ingår inte i denna studie, men nedan ges förslag på information som bör ingå i utveckling av arbetssättet regionalt.

- *Specifik avrinning och bäckfrekvens* Den specifika avrinningen varierar inom landet, med högre avrinning i västra delen av Sverige. Frekvensen av bäckar kan ses som ett integrerat mått på specifik avrinning, jorddjup i genomsläppliga jordar och topografi. Hällmark (med tät berggrund) och hög specifik avrinning ger flest bäckar inom en given yta.
- *Jorddjup och topografi* Jorddjupet och topografiska förhållanden styr uppehållstid och delvis dräneringsmönstret i tillrinningsområdets genomsläppliga jordar. Vanligast är morän, morän/hällområden, tunna svallavlagringar på morän eller berg samt isälvsavlagringar som saknar nämnvärda grundvattenförekomster. Jorddjupsuppgifter finns på jordartskartor som punktuppgifter. Andelen håll i markytan (hällfrekvens), moränmorfologi (dödismorän, drumliner, mm) samt borruppgifter kan användas för uppskattningar av jorddjup.

För etablerade grund- och ytvattentäkter används uppehållstiden som en styrande faktor vid upprättandet av skyddsområden (ex. Naturvårdsverket 1990 och Liedholm 1997). Tiden verkar i de flesta fall för att reducera föroreningars koncentration och skadlighet under transporten genom spridning, sorption och nedbrytning. Längre uppehållstid innebär längre tid för dessa processer att verka. En tillräckligt lång uppehållstid innebär även att det finns möjlighet att sanera eventuella föroreningar i de fall de är kända. Grundvattnets uppehållstid i marken bestämmer skyddsområdets storlek. Aspekten uppehållstid används även vid bedömning av grund- och ytvattens sårbarhet (ex. Bengtsson 1996 och Maxe & Johansson 1998).

6 DISKUSSIONSUNDERLAG – ARBETSSCHEMA

Nedan ges ett kortfattat förslag på hur framtagande av primärt tillrinningsområde till ett grundvattenmagasin med en grundvattenförekomst skulle kunna genomföras enligt den förelagda metodiken.

1. Använd bästa tillgängliga kartinformation avseende markanvändning, topografi, jordartsgeologi och hydrogeologi.
2. Avgränsa grundvattenmagasinet (*A-yta*).
3. Avgränsa ytvattendelare.
4. Avgränsa grundvattendelare.
5. Ta fram uppgifter om jorddjup och vid behov jordlagerföljd. Uppskatta jorddjup.

6. Bestäm hur ytvattendräneringen sker inom hela tillrinningsområdet och avgränsa *B-* och *C-ytor*.
7. Fastställ om och var *D-ytor* finns.
8. Sammanställ övriga uppgifter om grundvattenförhållande av betydelse; eventuella större grundvattenuttag, grundvattennivåer, provpumpningar, vattenkemiska utredningar, etc.
9. Bedöm om det finns information som kan styrka att avgränsning av *C-ytor* är relevant. Använd nivådata från vattendrag och grundvatten, ytvattenflöden och indikatorer i den vattenkemiska sammansättningen i yt- och grundvatten. Utför fältkontroll eller fältmätningar.
10. Om uttag sker eller kan komma förväntas ske, ange platsen och bedöm möjligheten för inducerad infiltration.
11. Ange hur avgränsningen av typytor kan tänkas förändras i samband med uttag ur grundvattenförekomsten.

Vid SGU pågår pilotförsök för framtagande av grundvattenförekomster och tillrinningsområden som grundas på samma principer som föreslås här (2003-06).

7. REFERENSER

- Bengtsson, M.-L., 1996: Hydrogeologisk sårbarhetsklassificering som verktyg i kommunal planering. Med exemplifiering i Lerums kommun. Geologiska institutionen, CTH, Publ A81. Göteborg.
- EG, 2000: Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 okt. 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder inom vattenpolitikens område.
- Graffner, O., Lång, L.-O. & Stejmar Eklund, H., 2003: Modellering av flödet i moränsluttning till öppet grundvattenmagasin. Geologiska institutionen, CTH, opublicerat.
- Liedholm, M., 1997: Skydd av ytvattentäkter. Övervägande och metodik för avgränsning av skyddsområden. Livsmedelsverket, Rapport 5/97. Uppsala.
- Maxe, L. & Johansson, P.-O., 1998: Bedömning av grundvattnets sårbarhet. Utvecklingsmöjligheter. Naturvårdsverket Rapport 4852. Stockholm.
- Naturvårdsverket, 1990: Grundvattentäkter. Skyddsområden – Skyddsföreskrifter. Allmänna råd 90:15. Solna.
- Naturvårdsverket, 2002: Miljökvalitetsnorm för nitrat i grundvattnet. – Rapport 5180.
- Regeringen, 2001: Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier, Prop. 2000/01:130.
- SGU, 2003: Förslag på definitioner av hydrogeologiska begrepp. – Opublicerat (A. Carlstedt).