



LANTBRUKSHÖGSKOLAN

UPPSALA

Grundvattentäcker för bevattning

Lars Dahlgren

Lantbrukshögskolan
Institutionen för markvetenskap
Föreläsavdelningen för hydroteknik
720 07 Uppsala 7

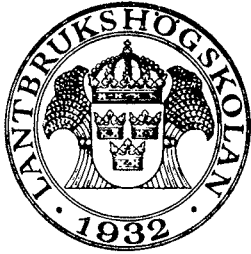
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

ISBN 91-7088-253-3

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 84

UPPSALA 1974



LANTBRUKSHÖGSKOLAN

UPPSALA

Grundvattentäkter för bevattning

Lars Dahlgren

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

ISBN 91-7088-253-3

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 84

UPPSALA 1974

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Inledning	1
Något om grundvattenbildning och grundvattenförekomst	1
Vad säger lagen?	2
Vattenbehov och dimensionering	3
Brunnar	4
Brunnar i lösa jordlager	4
Brunnar i berg	8
Placering	8
Förundersökning	9
Borrning och bormaskiner	9
Vattenkvalitet	10
Provpumpning	12
Pumpar	12
Centrifugalpumpar (vanlig typ)	12
Undervattenspumpar	13
Turbinpumpar	13
Övriga pumpar	15
Dammar	15
Ekonomi	16
Exempel på brunnar och brunnskostnader	16
Kostnadstablå	21
Litteraturförteckning	22

INLEDNING

Den bevattnade arealen i Sverige har nära nog fördubblats under de senaste tre, fyra åren. Jämnare och säkrare inkomster samt ett gott ekonomiskt utbyte av bevattningen har varit de starkast bidragande orsakerna till denna utveckling.

Inom områden med mycket bevattning har sjöar och vattendrag kommit att utnyttjas allt mer. Och där man har ont om ytvatten men god tillgång till grundvatten har det blivit allt vanligare att anordna och utnyttja grundvattentäkter för bevattning.

Avsikten med denna uppsats är att ge en orientering om grundvattnets utnyttjande för bevattning och att belysa de problem som därvid berörs.

NÅGOT OM GRUNDTVATTENBILDNING OCH GRUNDTVATTENFÖREKOMST

Nederbörden varierar kraftigt mellan olika platser i landet. På vissa ställen i nordvästra Sverige får man upp till 1600 mm/år medan man i delar av östra Sverige inte får mer än 450 mm/år. Avdunstningen, som är någorlunda lika på ställen med samma temperaturförhållanden, oavsett nederbördsmängd, uppgår t.ex. i södra Sverige till ca 400 mm/år. Detta gör skillnaden mellan nederbördsrika och nederbördsfattiga områden ytterligare markant. Nederbörden minus avdunstningen ligger vanligen på värden mellan 50 och 200 mm/år. Underskottet i nederbörd och behovet av bevattning är i genomsnitt störst i östra och sydöstra Sverige.

För bevattning blir det i regel billigast att utnyttja vatten från sjöar eller vattendrag. Finns inget ytvatten återstår möjligheten att använda grundvatten. Man bör emellertid ha klart för sig, att våra grundvattentillgångar är begränsade och ibland hårt utnyttjade. På vissa håll kan det dock finnas gott om grundvatten.

I berg (urberg och sedimentär berggrund) finns grundvatten i sprickzoner, krosszoner och håligheter. När en sådan vattenreservoar, akvifer, är tillräckligt stor och dessutom står i förbindelse med infiltrationsområden varifrån nytt grundvatten kan tillföras, kan man få en brunn med stor och säker vattentillgång.

Vissa sedimentära bergarter har en betydande porositet (hålrumspcent) och är därför goda vattenleverantörer. I övriga bergarter är man helt hänvisad till krosszoner etc. för att få vatten. Grundvattenförhållandena i berggrunden är så komplicerade att en allmän geografisk och geologisk beskrivning av förekomsten ej är till någon hjälp eftersom förhållandena inte bara varierar med olika bergarter utan också i samma berggrund.

I lösa avlagringar av jordskorpan är vattentillgången bl.a. beroende av kornstorleksfördelningen och möjligheten till infiltration och påfyllning av akvifären. Ju grövre och mer genomsläpplig en jord är och ju större infiltrationsområdet är, desto mer vatten kan man ta ut. Grus- och sandavlagringar kan hålla betydande mängder lättåtkomligt vatten. Rullstensåsarna är mycket viktiga i detta sammanhang och försörjer många av våra städer med vatten.

I tabell 1 nedan redovisas vattenmängderna från några vattenförande bildningar.

Tabell 1. Medelvattenmängder erhållna från några svenska formationer (Tullström, 1955).

	m ³ /tim
Rullstensåsar	28
Kritsediment	13
Rät-lias-sandstenar	10
Underkambrisk sandsten	13
Visingsösandsten	12
Medelvattenmängden från olika granitomr. varierar mellan	1,3 och 2,6
" " " gnejsomr. " "	0,74 och 3,7
" " " leptitomr. " "	1,7 och 3,6

Maximimängder

Rullstensåsar	275
Sedimentbergarter	75
Urberg	35

VAD SÄGER LAGEN?

Bestämmelserna för grundvattenuttag i vattenlagen antogs år 1940. Inget speciellt är stadgat om grundvatten för bevattningsändamål.

Markägaren har, med vissa begränsningar, rätt att tillgodogöra sig vattnet på och i sin grund. Begränsningar i denna rätt kan finnas genom dom, urminnes hävd eller annan särskild rättsgrund.

Har man en brunn eller skall bygga en sådan och vill ta ut mer än 300 m³/dygn måste domstol inkopplas för prövning. Detta bör göras i början av planeringen. Anläggandet av vattentäkten får nämligen ej påbörjas förrän domstolen lämnat besked om och på vilka villkor arbetet skall utföras och hur grundvattnet får utnyttjas.

Två eller flera av en ägares brunnar som tar vatten från samma grundvattenförråd eller akvifer, är enligt vattenlagen att anse som en enda grundvattentäkt om vattnet från brunnarna användes till samma ändamål. Utnyttjar brunnarna olika grundvattenförråd kan man alltså ta ut 300 m³/dygn ur var och en av dem utan att begära tillstånd.

Vid ansökan om tillstånd för att ta ut mer än 300 m³/dygn skall det visas huruvida allmän eller enskild rätt förnärmas eller inte. Ett vattenuttag ger alltid en grundvattensänkning, vilket kan påverka brunnar i närheten. Medför detta olägenheter måste skadan ersättas och då i första hand genom att tillhandahålla vatten. (Se även under rubriken "Provpumpning".)

Ibland kan flera intressen konkurrera om en grundvattentillgång. Jämkning sker då så att de mest trängande och angelägna behoven prioriteras.

Ägare till grundvattentäkt är skyldig att mot ersättning avstå vatten för nödvändiga allmänna ändamål under ex. långvarig torra, även om det i ett tillstånd för grundvattenuttag inte sagts något om detta. I en bristsituation måste hushåll, sjukhus etc. komma i första hand.

För närvarande pågår en översyn av vattenlagen. Man kan räkna med att bestämmelserna rörande grundvattnets utnyttjande kommer att skärpas.

VATTENBEHOV OCH DIMENSIONERING

Vattenbehovet är bl.a. beroende av jordart, gröda och väderlek. Krävan- de grödor kan under högsommaren behöva vattnas med 100-120 mm/ha och månad. Detta motsvarar 1000-1200 m³/ha och månad. Under mycket torra år kan behovet vara ännu större. Räknar man med att använda bevatt-

ningsanläggningen 20 tim/dygn under 25 dagar/månad blir den erforderliga kapaciteten 2-2,4 m³/tim och ha (= 1000/20x25 - 1200/20x25 m³/tim). Skall anläggningen användas endast 7 tim/dygn under 25-30 dagar/månad behöver den ha en kapacitet av 5-6 m³/tim och ha. En anläggning för 10 ha kräver således i första fallet en vattentäkt som kan ge 20-25 m³/tim och i andra fallet 50-60 m³/tim om vattnet skall tas direkt från brunnen.

Brunnens kapacitet kan dock utnyttjas effektivare om man har en reservoar som påfylls kontinuerligt. För att få 1000-1200 m³/ha och månad krävs då en brunn som ständigt ger 1,4-1,7 m³/tim och ha eller 33-40 m³/dygn och ha. Om man har ett magasin och måste begränsa vattenuttaget till 300 m³/dygn (maximalt uttag utan tillstånd) kan detta användas till en anläggning för 7,5-9,0 ha. Med en stor damm som fylles före bevattningssäsongen kan man utnyttja vattentäkten effektivare än med en liten damm. Om dammen t.ex. har måtten 36 x 25 x 3 m (längd x bredd x djup) och bevattningssäsongen är fyra månader får vi $\frac{36 \times 25 \times 3}{4} = 675 \text{ m}^3$ extra vatten per månad jämfört med om vi icke pumpat upp något vatten före säsongen. Man måste dock ta hänsyn till avdunstningen från dammens vattenyta som är ca 100 mm eller 0,1 m per månad under sommaren. I detta fall blir avdunstningsförlusterna från dammen i genomsnitt ca 90 m³/månad.

BRUNNAR

Brunnar i lösa jordlager

Största delen av Sveriges grundvattenförsörjning tillgodoses genom brunnar i lösa jordlager. De kan vara antingen schaktbrunnar eller rörbrunnar.

Schaktbrunnar (fig. 1) är ofta dåliga och osäkra vattenleverantörer bl.a. beroende på grundvattenytans stora variationer i de relativt ytliga vattenförande lager som utnyttjas av brunnarna.

Av rörbrunnar finns flera typer.

Spetsrörsbrunnen (fig. 2) består av ett rör med färdigt filter och en metallspets som drives ned till det vattenförande lagret. En 2" rörspets kan under gynnsamma omständigheter lämna 3 m³/tim (kornstorlek 5 mm) och kan därför inte utnyttjas till mer än 1-2 vanliga spridare. I vissa fall kan den emellertid ge betydligt större vattenkvantiteter.

I allmänhet används dock rörspetsen för att undersöka vattentillgången för anläggande av en större brunn.

Rörbrunnar av större dimensioner (så kallade filterbrunnar) ger däremot möjlighet att ta ut stora mängder vatten. En sådan brunn kan i princip vara hur djup som helst, men vanligen varierar djupet mellan 15 och 50 m. Diametern på borrhålet ligger i allmänhet på 300-400 mm men man kan göra brunnar med över 1000 mm i diameter. Diametern bör anpassas till det vattenförande lagrets eller lagrens mäktighet och vattengenomsläpplighet samt den vattenmängd man vill ta ut. Inströmningen till brunnen måste nämligen ske så lugnt att vattenströmmen ej river med partiklar som förstör pump och filter eller förorenar vattenet.

Två huvudtyper av stora rörbrunnar finns, beroende på vilket filterarrangemang man har, nämligen dukfilterbrunnar och grusfilterbrunnar.

Dukfilterbrunnen (fig. 3) har ett filter av finmaskigt nät med en något mindre ytterdiameter än borrhörens innerdiameter. Maskstorleken anpassas till de dominerande partikelstorlekarna hos det vattenförande lagret. Filtret nedföres i borrhörens. Borrhörens lyfts sedan så att filtret blir frilagt. Borrhörens tjänstgör då som brunnsrör. Eftersom filtret måste ha mindre diameter än borrhörens utnyttjar man inte hela brunnsdiametern. Det vattenförande skiktet utnyttjas inte heller till fullo eftersom borrhörens ej kan lyftas så högt att man vid pumpning riskerar att finare material från ovanliggande jordlager skall kunna spolans ned och sätta igen filtret. Om man använder dukfilter blir alltså vattenföringen vid en bestämd brunnsdiameter relativt dåligt utnyttjad.

Med en grusfilterbrunn (fig. 4) kan däremot vattenföringen utnyttjas maximalt. Borrhörens brukar ej användas som brunnsrör utan ersätts med rör av korrosionsbeständigt material vilket ger brunnen en lång livslängd. Utanför filtterrörens lägger man ett 80-120 mm tjockt grusfilter med en kornstorlek som anpassas till omkringliggande lager. Filtterrörens kan vara tillverkade av trä, plast eller korrosionsbeständig metall. Ibland sitter en 18-22 mm tjock grusmantel med jämn kornstorlek fastlimmad på filtterrörens. Om det lösa filtergruset utanför manteln då har mindre kornstorlek än den fastlimmade grusmanteln erhålles ett s.k. omvänt filter. Härigenom kombineras den goda filterverkan hos det finare materialet med bra inströmningsförhållanden till brunnen. Om grundvattnet förekommer i flera "våningar" med ogenomsläppliga lager emellan kan man tillvarata hela vattenföringen genom att montera "blin-

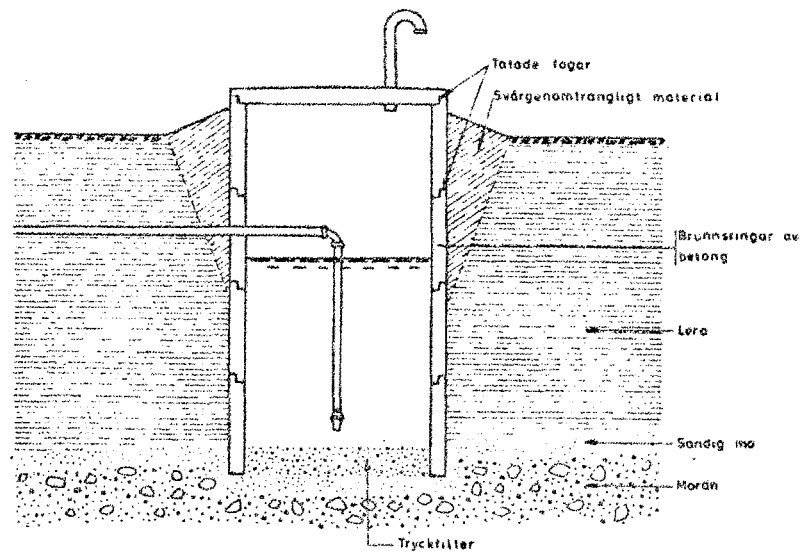


Fig. 1. Schachtbrunn (Eriksson et al., 1970)

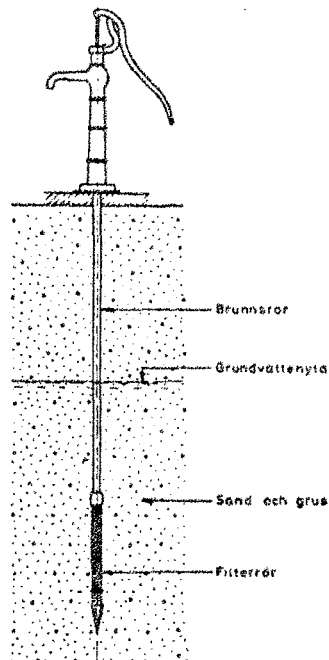


Fig 2. Spetsrörsbrunn (Eriksson et al., 1970)

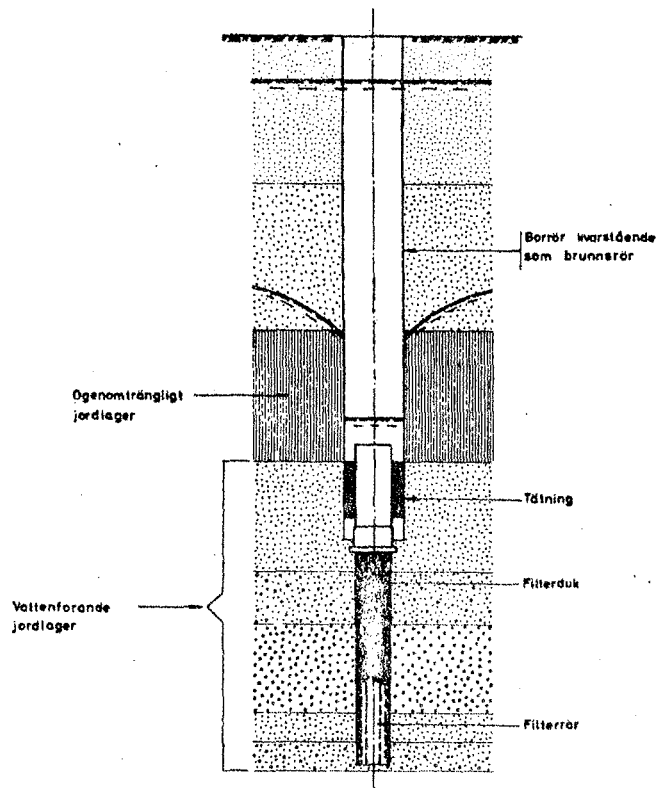


Fig. 3. Dukfilterbrunn (Eriksson et al., 1970)

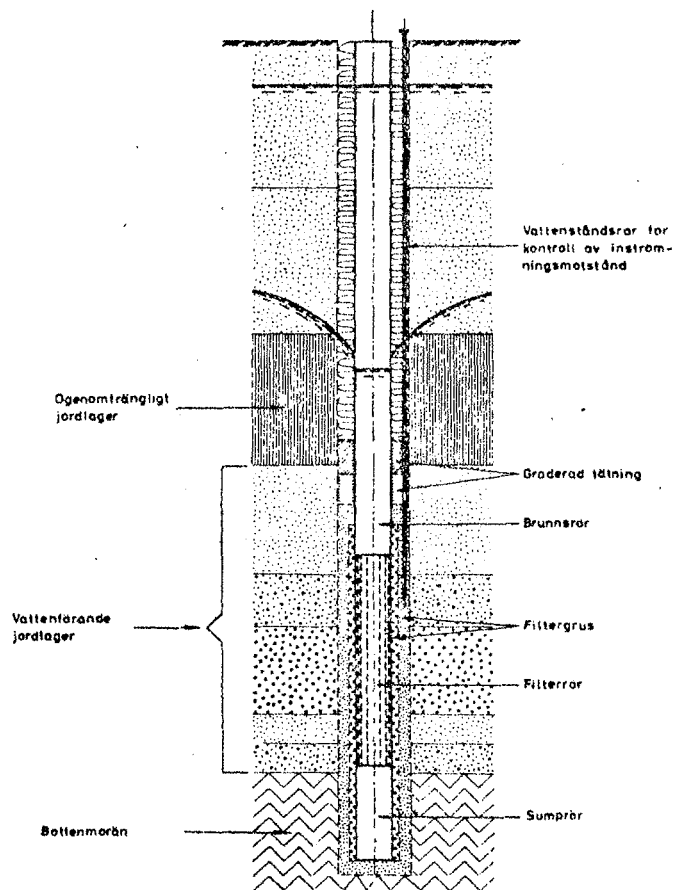


Fig. 4. Grusfilterbrunn med dubbelgrusning (Eriksson et al. 1970)

da" brunnsrör vid de svårigenomsläppliga lagren och ha filter där vattentillgången är större.

Brunnar i berg

Det händer ibland att man spränger brunnar i berg men borrarade brunnar är att föredra. I sedimentära berggrunder använder man sig i vissa fall av filterbrunnar. Vanligen består dock brunnarna i urberg och sedimentär berggrund av 4"-10" öppna hål. Bergbollarade brunnar lämnar i genomsnitt ett par m³ per timme. Variationerna är dock mycket stora. Om berget inte går i dagen använder man foderrör genom de lösa jordlagren. Likaså kan man bli tvungen att använda foderrör vid borrarng genom lösa bergarter för att inte löst material skall falla ned och sätta igen borrhålet eller dras in i pumpen. För att hindra förorenat ytvatten att komma ned i borrhålet måste man tätta omsorgsfullt mellan foderrör och berg.

Pumpen kan skyddas genom att man monterar en sandskyddsmantel direkt på densamma. Vanligen använder man dock pumpen direkt i borrhålet utan några skyddsåtgärder.

För normala hushåll och djurbesättningar brukar 4"-6" borrhål vara lagom medan dimensioner från 8" och uppåt passar exempelvis till bevattningsanläggningar och för kommuner.

Placering

Brunnens eller brunnarnas läge bestäms bl.a. av följande:

- 1) Geologiska och hydrologiska förutsättningar samt vattenbehov.
- 2) Kostnader för ledande av vatten från vattentäkten till bevattningsplatsen; ledningskostnader plus kostnader för ökad kapacitet hos pumpen p.g.a. tryckfall.
- 3) Kostnader för framdragande av elektricitet.
- 4) Föroreningskällor.

Om flera placeringsalternativ bedöms kunna lämna tillräckligt med vatten och om de i övrigt har samma geologiska förutsättningar får placeringen bestämmas av kostnaderna. Det bör observeras att det vid stora arealer eller dålig vattentillgång kan vara bättre att anlägga ett par eller flera brunnar fördelade över de fält som skall bevattnas. Möjligheten att använda en lagringsdamm bör undersökas. (Se under rubri-

ken "Dammar".)

Risken att få in föroreningar från t.ex. en gödselstad måste också uppmärksammas. Föroreningar kan nämligen spridas mycket långt om förhållandena är ogynnsamma. Även om vattnet skall användas till bevattning kan det framledes bli aktuellt att ställa skärpta hygieniska krav på det t.ex. om brunnen även skall brukas till dricksvatten för djur och människor.

Det stora problemet är oftast att finna grundvatten i tillräcklig mängd.

Förundersökning

Det är viktigt att man, särskilt när det gäller stora vattenuttag, får en lämplig lokalisering av brunnen i förhållande till grundvattenförekomsten. Det är därför ofta välbetänkt att göra en förundersökning. Kostnaden härför är i regel låg i förhållande till de totala kostnaderna för en brunn.

Fackmännen har ofta god kännedom om de lokala grundvattenförhållandena. Brunnsregister, tidigare grundvattenundersökningar, geologiska kartor etc. kan användas för en bedömning av möjligheterna att få vatten.

Vid anläggandet av en vattentäkt i lösa jordlager brukar man göra en eller ett par undersökningsborrningar (2" eller 3") för att få reda på lagerföljden. Olika varianter av undersökningsborrningar förekommer. Om vattentillgången och lagerföljden i trakten är väl kända, borrar man ibland direkt i en förutbestämd dimension och avgör filtrets utförande när man erhållit jordprover från det vattenförande lagret.

Vid slumpmässig borrning i berg är chansen att träffa vattenförande sprickzoner omkring 7 %. I stället för detta kan man använda sig av elektrisk motståndsmätning eller seismik för att få reda på eventuella grundvattenförekomster. Med seismik spårar man sprickzoner och vatten på motsvarande sätt som man använder ekolodning för att lokalisera fiskstim. Seismiken kan även ge en bild av grundvattenförhållandena i lösa jordlager. Om berg går i dagen kan man ofta med hjälp av utseendet och förekomsten av ytliga sprickor avgöra var man skall borra.

Borrning och bormaskiner

Rörbrunnar utföres vanligen genom att ett metallrör drives ned genom

jordlagren och materialet inuti röret tas upp. Härigenom får man också en upplysning om lagerföljden.

Bergborrning utföres antingen med slående eller roterande borrrning.

För slående borrrning användes en linstötmaskin (se fig. 5). Den kan användas för diametrar mellan 5" och 16" och brukas numera mest för stora dimensioner. Linstötmaskiner användes också för borrrning av grusfilterbrunnar. För uppsättning och nedtagning av en sådan maskin åtgår ett eller ett par arbetsskift. Borrhastigheten i urberg är 3-4 m/dag och en brunn brukar bli färdig på 4-6 veckor.

Roterande borrrning tillämpades tidigare relativt sällan på grund av begränsad borrrhålsdiameter och höga kostnader. Numera finns det emellertid trycklufts- eller hydrauldrivna borrrmaskiner, som kombinerar den slående och den roterande rörelsen. En modell visas i fig. 6. Borrningsvinkeln på denna kan varieras, vilket kan vara fördelaktigt, om man vill nå speciella sprickzoner i berget. De främsta fördelarna med de kombinerade maskinerna är dock att upp- respektive nedmontering bara tar någon timme och att borrrningshastigheten kan vara så hög som 30-35 m/dag i urberg. Borrningsarbetet kan vara färdigt på ett par dagar. Borrrmaskinerna klarar nu också dimensioner upp till minst 600 mm och kan användas till lika stora djup som linstötmaskinerna.

Kostnaderna för rotationsborrrning är i allmänhet lägre än vid användandet av linstötmaskiner. De geologiska förhållandena är av största betydelse vid val av borrrutrustning.

För att borrrningen skall kunna avbrytas vid rätt tidpunkt måste man skaffa sig fortlöpande information om lagerföljd och vattenförekomst. Viktiga upplysningar om lagerföljden fås genom studier av det material som spolats upp under borrrningen. Ev. kan en korttidsprovpumpning göras under arbetets gång.

Vattenkvalitet

Genom kemisk analys av vattnet under förundersökningen eller borrrningens gång kan man få reda på vattnets kvalitet och därmed dess lämplighet för olika ändamål.

Bakteriehalten i grundvattnet är oftast låg. Däremot händer det att man påträffar saltvatten med mycket höga kloridkoncentrationer. Salt-

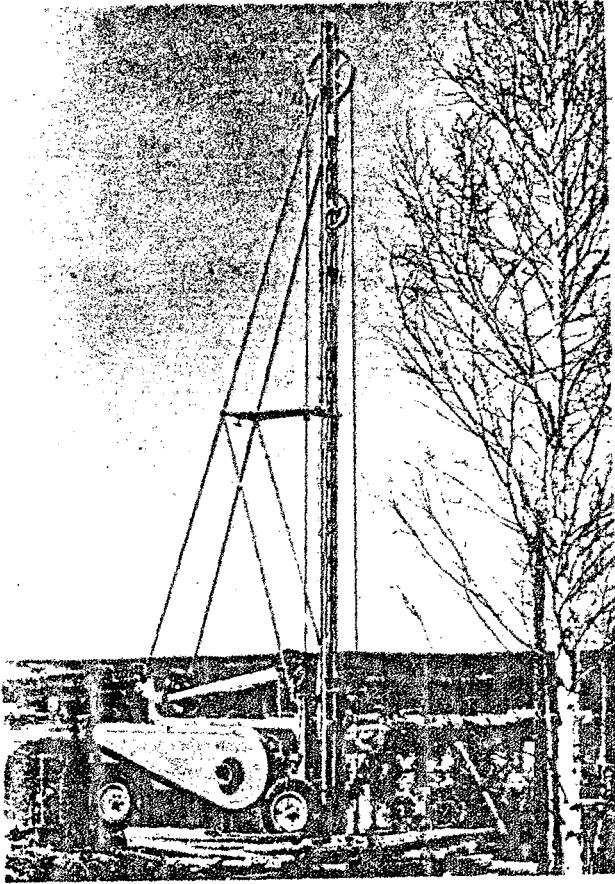


Fig. 5. Linstötbormaskin
(Eriksson et al., 1970)

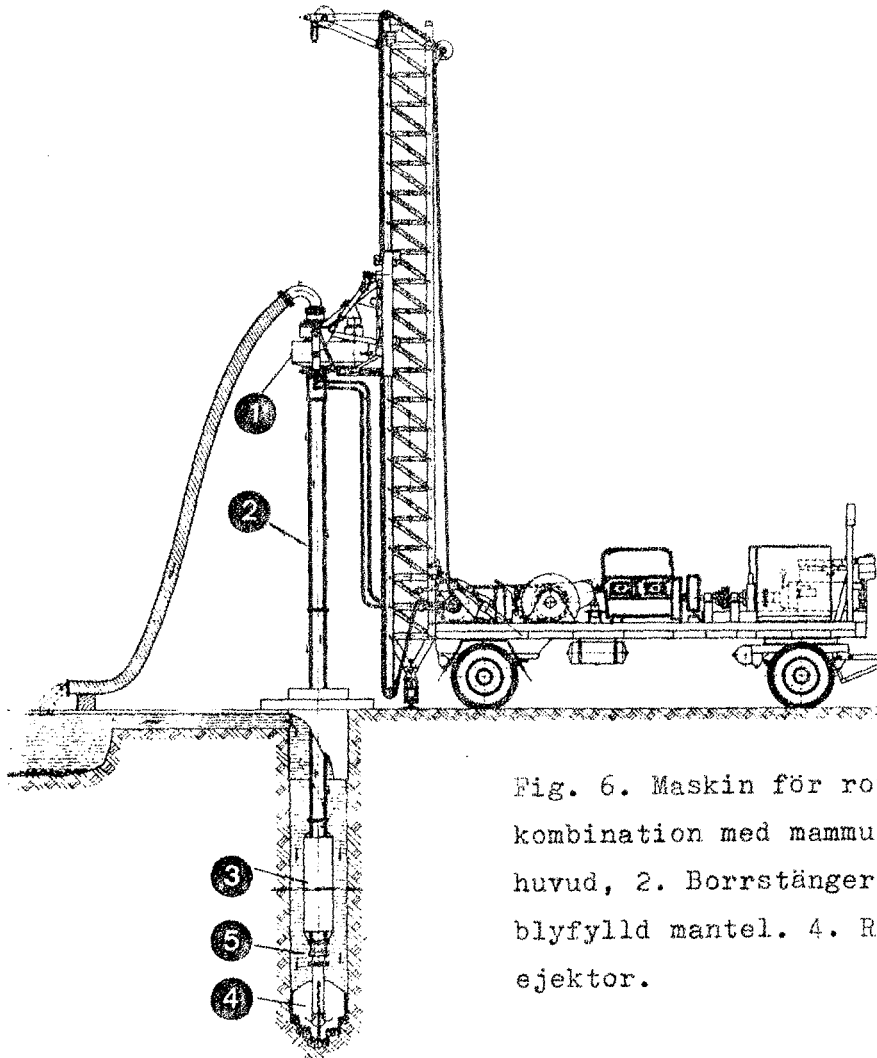


Fig. 6. Maskin för rotationsbörning i
kombination med mammutpumpning. 1. Spol-
huvud, 2. Borrstänger. 3. Borrstäng med
blyfylld mantel. 4. Rullmejsel. 5. Luft-
ejektor.

halten har ofta en tendens att tillta med djupet. Saltkoncentrationen växlar från plats till plats och mellan olika berggrunder.

Som bekant är salttoleransen olika hos olika grödor. Så är t.ex. potatis mycket känslig för klor. Om salthalten uppgår till de värden som är vanliga i Östersjön (2500-4000 Cl⁻ mg/l), bör man undersöka om det överhuvud taget är lämpligt att använda vattnet till bevattning. I tidskriften Grundförbättring årg. 20, 1967 behandlades problemet med bevattning med salthaltigt vatten.

Provpumpning

Efter avslutad borrning skall en provpumpning göras för att bl.a. tjäna som underlag för dimensionering av bevattningsanläggning och pump.

En korttidspumpning bör pågå under minst ett par timmar och upp till ett dygn och en långtidspumpning några veckor upp till drygt en månad för att man säkert skall kunna bedöma brunnens verkliga kapacitet. För större förbrukare rekommenderar man en långtidspumpning. Värdena för denna brukar ligga på 50-60 %, ibland upp till 100 %, av den kapacitet man får vid en korttidsprovpumpning. Resultatet av pumpningen och pumpningens inverkan på omkringliggande brunnar skall sedan användas vid en eventuell ansökan för uttag av större vattenmängder eller i andra rättsliga ärenden.

PUMPAR

Det förekommer en mängd olika typer av pumpar i marknaden. Vilken pump man bör välja avgörs av sughöjden. Om den är mindre än 6-7 m är det i regel tillräckligt med en vanlig centrifugalpump. För större uppföringshöjder krävs någon typ av djupbrunnspump och då i allmänhet en undervattenspump (u-pump) eller en turbinpump.

Centrifugalpumpar (vanlig typ)

Verkningsgraden för vanliga centrifugalpumpar är i regel 60-70 % vid körning på pumpens normala arbetsområde. Den bästa drivkällan är i allmänhet en elmotor. Om pumpen är traktordriven bör man köra med relativt lågt varvtal samt se till traktorn med jämna mellanrum. Man bör tänka på att risken för motorhaveri är stor då motorn oftast inte är konstruerad för kontinuerlig drift. Det kan vara bra att ha en försäkring häremot.

Elmotorn dimensioneras för 1,2 ggr pumpens effektbehov, medan förbränningsmotorn bör ha minst 1,5-2 ggr den erforderliga pumpeffekten. En elmotor kan manövreras med ett tidur medan förbränningsmotorn måste startas och stoppas manuellt vid bevattningens början och slut.

Undervattenspumpar

Undervattenspumpen (se fig. 7) arbetar också enligt centrifugalprincipen. Motor och pump är nedsänkta som en enhet i borrhålet. Motorn skall om inte fabrikanten föreskriver annat, fyllas med rent vatten för kylning innan den sänkes ned i borrhålet och köres igång. I annat fall brinner isoleringen och motorn förstörs. Vattnet i borrhålet är sedan en effektiv kylvätska för pump och motor. Pumpen måste skyddas mot sand.

Normal verkningsgrad för undervattenspumpen är 50-60 %. Pumpen består av seriekopplade skovelhjul, där antalet hjul väljs med tanke på den totala uppfodringshöjden inklusive förluster. Varje skovelhjul ger upphov till en tryckstegring av mellan 6 och 30 m v.p. (meter vattenpelare) beroende på konstruktion. Pumpar med större diameter ger i allmänhet större tryckstegring per hjul.

Pumpar för 6" brunnar kan ge upp till	40 m ³ /tim
" " 8" " " " "	90 "
" " 10" " " " "	140 "
" " 12" " " " "	240 "

Motorn skall vara försedd med motorskydd med snabb utlösning och en ampèremeter för kontroll av motorns arbetsbetingelser. Pumpen kan vara upphängd direkt i stigarledningen, som då kan vara av galvaniserade rör. Upphängning i stålwares förekommer ibland, och då kan stigarledningen vara gjord av plastmaterial. Pumpen bör tas in när bevattningssäsongen är slut. Priset på u-pumpar är mycket högre än på vanliga centrifugalpumpar och ligger i allmänhet mellan 8000 och 12000 kronor.

Turbinpumpar

Turbinpumpar (fig. 8) har seriekopplade turbinhjul på samma sätt som skovelhjulen hos u-pumpen. Drivning sker med en vertikal axel från motorn ovan mark. Elmotor är vanligast men andra drivkällor går att använda. Fördelarna med turbinpumpen framför u-pumpen är att motorn är lätt åtkomlig för service och att den kan vara stationärt monterad vid borrhålet. Nedsänkingsdjupet för turbinpumpen kan uppgå till 100 m.

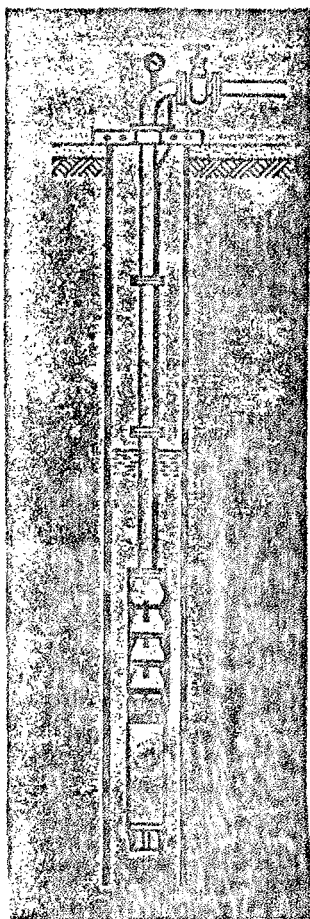


Fig 7. Undervattenspump monterad i borrhålsbrunn

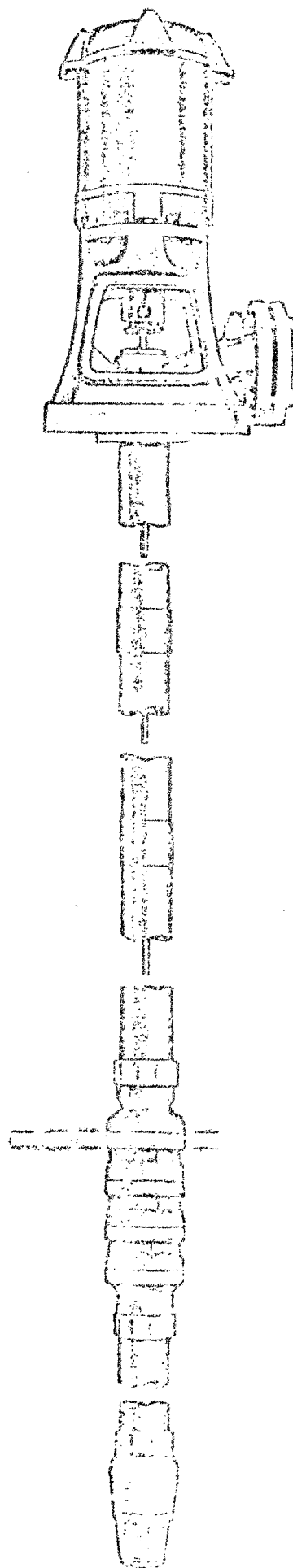


Fig. 8. Turbinpump.

Drivningssystemet gör dock att pumpen främst blir konkurrenskraftig vid grundvattenytan som ligger högst 25-30 m under markytan. Priset på turbinpumpen blir för mindre djup nämligen ungefär detsamma som för u-pumpen. Turbinpumpen har samma verkningsgrad och kapacitet som en u-pump av motsvarande storlek.

När det gäller ovanstående pump typer är det viktigt att pumparna ej köres torra. Ett sätt att undvika detta är att montera hängelektroder, som slår ifrån motorströmmen när grundvattenytan i borrhålet sjunker under en viss nivå.

Övriga pumpar

Av övriga pumpar skall här bara nämnas två typer, nämligen pumpar med djupsugare och djupbrunnskolvpumpar.

Pumpar med djupsugare är enkla i konstruktionen men har låg kapacitet och verkningsgrad samt är känsliga för föroreningar. Detta gör dem i regel bättre lämpade för andra ändamål än till bevattningsanläggningar.

Djupbrunnskolvpumpar förekom tidigare allmänt men har nu helt och hållet konkurrerats ut av u-pumpar och turbinpumpar.

Vid jämförelse mellan olika pumpar måste man uppmärksamma om verkningsgraden avser enbart pump eller motor plus pump.

DAMMAR

Med en damm kan, som tidigare nämnts, vattentillgången i en brunn tillvaratas under betydligt längre tid än de timmar som bevattningsanläggningen köres. Därmed kan man också bevattna en större areal än om vatten tas direkt från brunnen.

Dammen kan fyllas med hjälp av en mindre och billigare pump. Propptaxa och kostnader för elinstallation blir lägre. Själva bevattningsanläggningen kan sedan drivas med en vanlig centrifugalpump.

Även om grundvattentillgången i och för sig är tillräcklig för att direkt försörja bevattningsanläggningen, bör man undersöka, om inte en mindre brunn i kombination med en damm kan vara ett billigare alternativ.

När dammen är schaktad skall den tätas. Enklast är att lägga polyetenfolie, butylgummiduk, laminatfolie etc. ovanpå ett sandlager. Sandlagret skall skydda duken från vassa stenar el.dyl. Butylgummiduken är starkare men också dyrare än polyetenfolien. Laminatfolien är armerad med väv och därför rivsäker.

EKONOMI

Det är omöjligt att säga något generellt om huruvida det är ekonomiskt motiverat att utnyttja en grundvattentäkt för bevattningsändamål eftersom förutsättningarna varierar från plats till plats. I Danmark är det vanligt att borra brunn för bevattning, och i Sverige finns en hel del anläggningar bl.a. på Bjärehalvön och i Kristianstadsområdet. Det ekonomiska utbytet kan alltså i vissa lägen vara tillfredsställande.

För att finansiera brunn och bevattningsanläggning kan lantbruksnämnderna ge statlig kreditgaranti för lån. (Denna lånetyp innefattar bottenlåneränta.) Amorteringstiden är lägst 10 år och högst 30 år, men för bevattningsanläggningar är avskrivningstiden normalt 10-12 år. Räntesatsen är densamma som för bottenlåneräntan.

Nedan följer några exempel på kostnadskalkyler för brunnskostnaden i olika fall. Det bör observeras att kostnader och priser endast är vägledande och inte allmängiltiga.

Exempel på brunnar och brunnskostnader

Exempel 1. Brunn i urberg

Borrning påbörjades i januari 1972 efter anvisningar av en konsultfirma. En linstötmaskin användes och borrdiametern var 6". 11 meter under markytan påträffades urbergsytan. Denna lutade kraftigt vilket medförde problem att få borren att gå rakt. Vid 30 m borrdjup påträffades en mycket sprickrik zon. Här inträffade ständiga ras varför borrningen tillfälligt avbröts. Tätning av övergången mellan jordlagret och berget utfördes. En provpumpning visade att vattentillgången var för liten och man fortsatte borrningen med en rotationsborrmaskin. Vissa tekniska problem gjorde dock att borrfirman i samråd med markägaren och konsultfirman avbröt borrningen och påbörjade ett nytt borrhål 7 m från det gamla.

I det nya borrhålet använde man ned till 16 m djup 6" stötborrning och övergick sedan till rotationsborrning (145,5-144 mm). Mellan 43 och

45 m djup påträffades en sprickrik vattenförande zon i övergången mellan två bergarter. Den 28 mars 1972 påbörjades provpumpningen. Vattenytan stod då över marknivån (artesiskt vatten) men sjönk snabbt. Efter 48 dygns provpumpning stod vattenytan konstant 15,5 m under marknivån och brunnen gav då $9,6 \text{ m}^3/\text{tim}$.

En privat brunn, 4,5 m djup och belägen 100 m från borrhalsplatsen, tömdes helt vid detta uttag.

Vattenkvaliteten var utan anmärkning.

Kostnader: Brunn	6000:-
Överbyggnad	2500:-
Pump	3500:-
Konsultarvode	2000:-
Elanslutning	<u>7000:-</u>
	21000:-

Motorns effekt: 3,7 kW ($9,6 \text{ m}^3/\text{tim}$, 70 m v.p.)

Huvudsäkring: 16 ampère

Energiavgift: 8 öre/kWh

Fasta årskostnader: Avskrivning	6,7 % · 10500 =	700:-
	10 % · 10500 =	1050:-
Ränta	7,4 % · 0,5 · 21000 =	776:-
Underhåll	4 % · 19000 =	<u>760:-</u>
		3286:-

Vid intensiv odling räcker vattenmängden till 4 ha. Detta ger en fast kostnad på 822 kr/ha och år. Se vidare sida 20 och följande.

Exempel 2. Brunn i sedimentär berggrund och uppsamlingsdamm

Brunnen iordningställdes 1971. Arbetet tog ca 6 månader. Ingen förundersökning gjordes då grundvattentillgångarna i detta område är väl kända och mycket goda. Med linstötmaskin borrhades ett 10" hål till 78 m djup där det vattenförande gruset påträffades. Vid provpumpning gav brunnen $72 \text{ m}^3/\text{tim}$ med en vattennivå 6 m under markytan. Det blev alltså här möjligt att använda en vanlig centrifugalpump. Det visade sig i detta fall ekonomiskt fördelaktigt att använda sig av en damm.

Kostnader: Brunn	16000:-
Pump för bevattning, 45 m ³ /tim, 80 m v.p., 20 hk	3500:-
Pump för damm, 12 m ³ /tim, 15 m v.p., 3 hk	1200:-
Kabel + anslutning	1600:-
Elinstallation	1500:-
Grävning av bassäng (2400 m ³)	3000:-
Stängsel + div. arbeten	2500:-
Plastfolie 0,20 mm HD	<u>3000:-</u>
	32300:-

Huvudsäkring: 35 ampère

Energiavgift: 8 öre/kWh

Fasta årskostnader: Avskrivning 6,7 % · 19500 =	1300:-
10 % · 12800 =	1280:-
Ränta 7,4 % · 0,5 · 32300 =	1190:-
Underhåll 4,5 % · 32300 =	<u>1450:-</u>
	5220:-

Vid intensiv odling räcker vattenmängden till 11,5 ha. Detta ger en fast kostnad på 454 kr/ha och år. Se vidare sida 20 och följande.

Exempel 3. Brunn i sedimentär berggrund

Uttaget sker i ett grusigt sandlager (samma berggrund som i ex. 2). En konsultfirma föreskrev på grundval av provborrning följande borrhningsutförande: 600 mm rörborrning ner till 17 m (bergytan) och fortsatt borrhning genom det fasta berglagret i dimensionen 550 mm ner till 45,5 m. Ner till 76,5 m användes ånyo rörborrhning, eftersom berggrunden här var grusig, men i en dimension av 520 mm. Mellan 46,5 och 75,5 m användes sedan filterrör med fast grusbeläggning.

Optimalt uttag bestämdes vid provpumpning till 216 m³/tim vid en avsänkning av 16 m.

Kostnader: Brunn	98000:-
Pump 216 m ³ /tim, 75 m v.p., 65 kW	20000:-
Överbyggnad	10000:-
Undersökningsborrning	10000:-
Konsultarvoden	10000:-
Elanslutning	<u>5000:-</u>
	153000:-

Huvudsäkring: 125 ampère

Energiavgift: 12 öre/kWh

Fasta årskostnader: Avskrivning $6,7 \% \cdot 128000 = 8590:-$
 $10 \% \cdot 25000 = 2500:-$
 Ränta $7,4 \% \cdot 0,5 \cdot 153000 = 5650:-$
 Underhåll $4 \% \cdot 133000 = \underline{5320:-}$
 22060:-

Vid intensiv odling räcker vattenmängden till 90 ha. Detta ger en fast kostnad av 245 kr/ha och år. Se vidare sida 20 och följande.

Exempel 4. Brunn i lösa jordlager

Uttaget sker ur en grusås. En omfattande förundersökning med ett flertal provborrningar föregick borrhandet av brunnen. Diametern var 800 mm och djupet 42 m. Rörborrning tillämpades. Filterrör till en total längd av 13 m och med en diameter av 600 mm användes.

Provpumpningar och vattenståndsmätningar visade att medeluttaget för året ej bör överstiga $216 \text{ m}^3/\text{tim}$ men att om vattentäkten utnyttjades under en kortare del av året, som t.ex. för en bevattning, kan man ta ut $325 \text{ m}^3/\text{tim}$.

Vattnet var av mycket god kvalitet.

Kostnader: Brunn	70000:-
Pump $325 \text{ m}^3/\text{tim}$, 55 m v.p., 80 kW	40000:-
Överbyggnad	10000:-
Konsultarvode och provborrning	25000:-
Elinstallation	<u>7000:-</u>
	152000:-

Huvudsäkring: 200 ampère

Energiavgift: 10 öre/kWh

Fasta årskostnader: Avskrivning $6,7 \% \cdot 100000 = 6700:-$
 $10 \% \cdot 52000 = 5200:-$
 Ränta $7,4 \% \cdot 0,5 \cdot 152000 = 5625:-$
 Underhåll $4 \% \cdot 127000 = \underline{5080:-}$
 22605:-

Vid intensiv odling räcker vattnet till 135 ha. Detta ger en fast kostnad av 168 kr/ha och år. Se vidare nedan.

Kommentarer till exempel 1-4

Avskrivningstiden har satts till 10 år (10 %) för pumpen och elinstallationer samt för plastfolien i exempel 3. Övrigt avskrivs på 15 år (6,7 %). Räntesatsen är satt till 7,4 % (bottenlåneränta) och räntekostnaderna är räknade på halva kapitalet. Underhållskostnaderna har satts till 4 % utom i exempel 3 där de bedöms vara något högre (4,5 %).

Kostnaderna för elinstallationen är förvånansvärt lika i de olika exemplen trots att effekterna skiljer sig väsentligt. Detta beror på det subventioneringssystem kraftbolagen tillämpar. (Däremot blir de rörliga kostnaderna per kWh störst för de stora brunnarna i exempel 3 och 4.)

I exempel 1 tillkommer kostnaden för att ersätta vattnet i den sinade brunnen.

Brunnarna i exempel 2, 3 och 4 tar sitt vatten ur formationer där grundvattnet är lätt tillgängligt. De två sistnämnda brunnarna är mycket stora och skulle kunna vara lämpliga att driva genom någon form av ekonomisk förening mellan flera lantbruksföretag.

Den bevattnade arealen är framräknad med utgångspunkt från att man använder 1200 m³/ha och månad samt en driftstid av 500 timmar per månad. Denna vattenmängd är aktuell för intensiva odlingar, köksväxtodlingar etc. För stråsädesgrödor räcker det ibland med en tredjedel av denna vattenmängd. Kostnaden per ha minskar i motsvarande grad. Om man kan använda en anläggning till grödor som kräver vatten under skilda delar av säsongen minskar kostnaderna ytterligare.

För brunnarna i exempel 3 och 4 och i viss mån även i ex. 2, tillkommer kostnader för extra stamledningar och fördelningsarrangemang, som vid stora arealer kan bli omfattande. Därför kan det vara befogat att räkna med en extra kostnad på 100 kr/ha i dessa exempel.

Kostnadstablå (1973 års priser)

Kostnad för borrhning i kr/m:

	Jordlager	Berg (tryckluft)	Berg (stötborrhning)
4"	60-75	100-150	
6"	75-85	150-200	
8"	90-100	250	300-400
10"	100-110	350	
12"	110-120		

Kostnad för jordborrör i kr/m:

6"	90-100
8"	110-140
10"	130-150
12"	150-160

Rördrivning: 12" - 16" 800-2000 kr/m

Borrsko/st: 6" = 90 kr, 8" = 160 kr, 10" = 250 kr, 12" = 400 kr.

Transportkostnader 300-500 kr. Upp- och nedmontering och övriga arbeten 20-35 kr/tim och man. Elkraft tillhandahålles av beställaren. Tätning mellan berg och lösa jordlager ca 1000 kr.

Filter: 6" 200-300 kr/m, 16" 500-700 kr/m

Filtergrus: 45 kr/100 kg

Provborrhning: 100-120 kr/m totalt eller 70 kr/tim

Undersökning med rörspets ner till 30 m: 60-70 kr/m

Priser på undervattenspumpar: (Som exempel är valt EMU-pumpar.)

	Kapacitet i m ³ /tim		
	vid 80 m v.p.	Effekt kW	Pris
för 6" brunnar:	33	11,0	12400:-
	36	13,0	12800:-
	39	14,0	14300:-
för 8-10" brunnar:	30	10,5	7425:-
	42	15	8100:-
	45	17,5	9000:-
	60	19,3	10000:-
	72	23,1	11000:-

Kostnader för kabel etc. tillkommer.

Priser på täckningsmaterial för dammar:

Butylgummiduk	1 mm	10 kr/m ²
	1,5 mm	12 "
	2 mm	16 "
		tillkommer ungefär 1,25 kr/m ² för maskinskarvning
Polyetenfolie	0,20 mm	3-4 kr/m ² färdig duk
Vävarmerad laminatfolie	0,10 mm	4-5 kr/m ² färdig duk

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersson, C. 1973. Materialöversikt. Stencil från Lantbruksnämnden i Kristianstad för kurs i bevattningsteknik anordnad av Kungl. Lantbruksstyrelsen i Uppsala den 15-20 jan. 1973.
- Broschymaterial från pumpfirmor, borrhfirmor, lantbruksnämnder etc.
- Eriksson, E., Gustafsson, Y., Nilsson, W. 1970. Grundvatten.
- Hallgren, G. 1966. Vattenrätt. Kompendium. Inst. för Lantbrukets Hydroteknik, Lantbrukshögskolan.
- Hallgren, G. 1970. Om rätt till vatten vid bevattning. Grundförbättring 23/1970.
- Johansson, W. 1968. Bevattning, behov och effekter. Lantmannen 10/1968.
- Johansson, W. 1968. Bevattning, teknik och ekonomi. Lantmannen 12/1968.
- Johansson, W. 1970. Anvisningar för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar. Stenciltryck. Inst. för Lantbrukets hydroteknik, Försöksavdelningen, Lantbrukshögskolan.
- Nitsch, U. 1967. Kan man bevattna med Östersjövatten? Grundförbättring 20/1967.
- Tullström, H. 1955. Översikt av Sveriges grundvattenförhållanden. IVA, FKO-meddelande 19/1955.
- Werner, C.-G. 1951. Grundvattenförhållanden i södra Sveriges berggrund. Teknisk tidskrift 47/1951.
- Wilhelmson, R. 1972. Bevattningens ekonomi i Mälardalen. Stencil. Lantbruksnämnden i Stockholms län.

Utöver den ovan upptagna litteraturen finns en mängd publikationer och meddelanden, som behandlar grundvattenproblem och förekomst över begränsade områden bl.a. från Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), Statens offentliga utredningar (SOU), konsultfirmor, institutionen för Lantbrukets Hydroteknik, Lantbrukshögskolan och Kulturgeografiska inst. Uppsala universitet.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan. Inst. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK.

- Nr 1 Håkansson, A. 1952. Redogörelse för resultaten av 1951 års täckdikningsförsök. 71 sid.
- Nr 2 Håkansson, A. 1953. Redogörelse för resultaten av 1952 års täckdikningsförsök. 64 sid.
- Nr 3 Håkansson, A. 1954. Redogörelse för resultaten av 1953 års täckdikningsförsök. 84 sid.
- Nr 4 Berglund, G. & Eriksson, J. 1955. Redogörelse för resultaten av 1954 års täckdikningsförsök. 97 sid.
- Nr 5 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1956. Redogörelse för resultaten av 1955 års täckdikningsförsök. 59 sid.
- Nr 6 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1957. Redogörelse för resultaten av 1956 års täckdikningsförsök. 66 sid.
- Nr 7 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1958. Redogörelse för resultaten av 1957 års täckdikningsförsök. 56 sid.
- Nr 8 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1959. Redogörelse för resultaten av 1958 års täckdikningsförsök. 66 sid.
- Nr 9 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1960. Redogörelse för resultaten av 1959 års täckdikningsförsök. 70 sid.
- Nr 10 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1961. Redogörelse för resultaten av 1960 års täckdikningsförsök. 53 sid.
- Nr 11 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1962. Redogörelse för resultaten av 1961 års täckdikningsförsök. 59 sid.
- Nr 12 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1963. Redogörelse för resultaten av 1962 års täckdikningsförsök. 57 sid.
- Nr 13 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1964. Resultat av 1963 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 63 sid.
- Nr 14 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1965. Resultat av 1964 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 75 sid.
- Nr 15 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1966. Resultat av 1965 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 82 sid.
- Nr 16 Hallgren, G. 1940. Dalgångarna Fyrisån-Östersjön; Några hydrografiska och hydrotekniska studier. 30 sid.
- Nr 17 Hallgren, G. 1942. Om sambandet mellan grundvattenståndet och vattennivån i en recipient. 27 sid.
- Nr 18 Hallgren, G. 1943. Om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning. 161 sid.
- Nr 19 Andersson, S. 1952. Kompendium i agronomisk hydroteknik. I: Elementär hydromekanik. 162 sid.
- Nr 20 Andersson, S. 1952. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Tabeller med kommentarer och exempel till Kompendium i elementär hydromekanik. 22 sid.
- Nr 21 Andersson, S. 1960. Kapillaritet. 115 sid.
- Nr 22 Andersson, S. 1961. Markens temperatur och värmehushållning. 25 sid.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan. Inst. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK.

- Nr 23 Johansson, W. 1962. Bevattningsförsök i potatis, korn och foderbetor vid Tönnersa försöksgård 1959-1961. 13 sid.
- Nr 24 Johansson, W. 1962. Metodik och erfarenheter vid användning av hålkort för undersökning av torrlägningsförhållanden och ytsänkning vid Nedre Olandsån. 10 sid.
- Nr 25 Johansson, W. 1962. Utredning för förslag till bevattningsanläggning vid Sör Salbo, Salbohed, Västmanlands län. 9 sid.
- Nr 26 Andersson, S. 1963. Skrivningar i agronomisk hydroteknik. 50 sid.
- Nr 27 Berglund, G. & Sjöberg, S. 1964. Undersökning av plaströrsdikningar. 15 sid.
- Nr 28 Håkansson, A. 1964. Anvisningar rörande täckdikning med plaströr av styv PVC. 5 sid.
- Nr 29 Berglund, G. 1966. Vattendragsförbundet: Förslag till överenskommelse och stadgar samt något om kostnadsfördelning. 19 sid.
- Nr 30 Fahlstedt, T. 1966. Kvismardalsprojektet -- en orientering samt Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal. 29 sid.
- Nr 31 Hallgren, G. 1966. Vattenrätt. 77 sid.
- Nr 32 Brink, N. 1966. Hydrologi. 17 sid.
- Nr 33 Jonsson, Y. 1967. Ytplanering med planersladd. 36 sid.
- Nr 34 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1967. Resultat av 1966 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 85 sid.
- Nr 35 Nitsch, U. 1967. Om östersjövattnets användbarhet för bevattningsändamål. 35 sid.
- Nr 36 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1968. Resultat av 1967 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 96 sid.
- Nr 37 Brink, N. 1968. Ansvarsfördelning vid underhåll av vattendrag inom Sagåns vattensystem. 10 sid.
- Nr 38 Håkansson, A., Johansson, W. & Fahlstedt, T. 1968. Nederbördens storlek och fördelning. En detaljstudie av nederbördsdata från 16 nederbördsstationer. 175 sid.
- Nr 39 Berglund, G. 1968. Om genomsläppligheten i återfyllning och rörfogar. 14 sid.
- Nr 40 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1969. Resultat av 1968 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 83 sid.
- Nr 41 Brink, N. 1969. Kväve och fosfor i Sävjaån. 10 sid.
- Nr 42 Brink, N. 1969. Sagåns vatten. 33 sid.
- Nr 43 Johansson, W. 1970. Anvisningar för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar. 34 sid.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan. Inst. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK.

- Nr 44 Hallgren, G. 1970. Dränering av tomtmark, vägar, trädgårdar, kyrkogårdar, idrottsplatser, flygfält m. m. 140 sid.
- Nr 45 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1970. Resultat av 1969 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 73 sid.
- Nr 46 Berglund, G. 1971. Kalkens inverkan på jordens struktur. 10 sid.
- Nr 47 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1971. Resultat av 1970 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkförsök. 78 sid.
- Nr 48 Sandsborg, J. 1971. Exempelsamling i hydromekanik. 148 sid.
- Nr 49 Eriksson, J. 1971. Bevattning. Tropiskt jordbruk. 21 sid.
- Nr 50 Eriksson, J. 1971. Erosion. Tropiskt jordbruk. 27 sid.
- Nr 51 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1972. Resultat av 1971 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 78 sid.
- Nr 52 Andersson, S. 1972. Agrohydrologi. Skrivningar för 5 poäng med svar, lösningar och kommentarer. 100 sid.
- Nr 53 Berglund, G. 1973. Försök med påskyndad snösmältning. 11 sid.
- Nr 54 Kristiansson, L. & Sundéll, G. 1973. Studier av arbetstiden för olika bevattningssystem. 81 sid.
- Nr 55 Andersson, P.-O. & Rydén, M. 1973. Studier av arbetstiden vid ändbogsering av spridarledning. 16 sid.
- Nr 56 Berglund, G. & Hofvendahl, G. 1973. Inventering av dämningmöjligheterna inom Sävjaåns avrinningsområde. 14 sid.
- Nr 57 Berglund, G. 1973. Slamavsättning i släta och i korrugerade dräneringsrör av plast. 25 sid.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för markvetenskap.

Avd. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK.

- Nr 58 Bjerketorp, A. 1973. Envertikalsmetoder med flyttar- eller flygel-
mätning för approximativ bestämning av flöde i små
vattendrag. Preliminärt förslag. 86 sid.
- Nr 59 Bjerketorp, A. 1973. Fyra metoder för approximativ bestämning av
flöde i små vattendrag genom mätning av vattenhastig-
heten i en enda vertikal. 2:a översedda uppl. 20 sid.
- Nr 60 Bjerketorp, A. 1973. Några metoder för avkortad mätning och beräk-
ning av flöde i små vattendrag. Del I: Avkortade metoder
vid flygelmätning: Några allmänna förutsättningar för
mätningens procedur och dess utvärdering. 32 sid.
- Nr 61 Andersson, Ö. & Bjerketorp, A. 1973. Vattenföringsmätning i små
vattendrag med ytflyttare enligt en maximalythastighets-
metod. 7 sid.
- Nr 62 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G., Linnér, H. & Eriksson,
J. 1973. Resultat av 1972 års täckdiknings-, bevattnings-
och kalkningsförsök. 88 sid.
- Nr 63 Andersson, Ö. 1973. Underhåll av vattendrag. II: Maskiner och red-
skap för mekanisk vegetationsbekämpning och slamrens-
ning. 44 sid.
- Nr 64 Eriksson, J. 1973. Undersökning av olika typer av filter vid drä-
nering. 14 sid.
- Nr 65 Sandsborg, J. 1973. Kompendium i elementär hydromekanik. I: Hydro-
mekanikens grunder. 210 sid.
- Nr 66 Sandsborg, J. 1973. Kompendium i elementär hydromekanik. II: Hydro-
mekanikens tillämpning. 116 sid.
- Nr 67 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1973. Om dikningsinten-
siteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök
med olika dikesavstånd. I: Stockholms och Uppsala län.
68 sid.
- Nr 68 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1973. Om dikningsinten-
siteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök
med olika dikesavstånd. II: Södermanlands och Östergöt-
lands län. 81 sid.
- Nr 69 Linnér, H., Sundéll, G. & Johansson, W. 1974. Arbetsbehov, investe-
ring och årskostnader för olika bevattningssystem. 58 sid.
- Nr 70 Andersson, Ö. 1974. Underhåll av vattendrag. III: Kemisk vegeta-
tionsbekämpning. 15 sid.
- Nr 71 Andersson, Ö. 1974. Föroreningsbelastning i vattendrag och risker
vid bevattning med förorenat vatten. 33 sid.
- Nr 72 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1974. Om dikningsinten-
siteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök
med olika dikesavstånd. VI: Skaraborgs län.
- Nr 73 Bjerketorp, A. 1974. Beräkning av dämningsskurvor enligt Bakhemeteff-
Felkels integreringsförfarande. Del I: Introduktion samt
översiktstabell över enhetsdämningssvidder. sid.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för markvetenskap.

Avd. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK.

- Nr 74 Bjerketorp, A. 1974. Beräkning av dänningskurvor enligt Bakhemeteff-Felkels integreringsförfarande. Del II: Detaljtabeller över enhetsdänningsvidder.
- Nr 75 Bjerketorp, A. 1974. Höjning av nivåerna vid lågvattenföring i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. En preliminär utredning. 56 sid.
- Nr 76 Bjerketorp, A. 1974. Några metoder för avkortad mätning och beräkning av flöde i små vattendrag. Del II: Avkortade metoder vid flygelmätning: Vertikalmedelhastighetsbestämning; Historisk och teoretisk översikt.
- Nr 77 Bjerketorp, A. 1974. Rörledningars vattenförande förmåga beräknad på fem olika sätt. Tabeller och kommentarer.
- Nr 78 Bjerketorp, A. 1974. Kyrkogårdsdränering. Uppgifter och kommentarer för övningskurs för landskapsarkitektstuderande. 5:e, översedda uppl.
- Nr 79 Andersson, Ö. 1974. Energiutbyte inom lantbruket, speciellt med avseende på bevattning. 8 sid.
- Nr 80 Bjerketorp, A. 1974. Höjning av nivåerna vid lågvattenföring i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. Ett yttrande över ett yttrande. 38 sid.
- Nr 81 Johansson, W. 1974. Data om väderlek och agrohydrologiska förhållanden vid Uppsala 1931-1960 och Ultuna 1961-1973.
- Nr 82 Berglund, G., Johansson, W., Eriksson, J. & Linnér, H. 1974. Resultat av 1973 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök.
- Nr 83 Bjerketorp, A. 1974. Höjning av nivåerna vid lågvattenföring i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. 3: Ytterligare förslag till värnutformningar.
- Nr 84 Dahlgren, L. 1974. Grundvattentäkter för bevattning. 22 sid.

Denna skriftserie, benämnd Stenciltryck, utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik vid Institutionen för markvetenskap, Lantbrukshögskolan. Serien utkommer i fri följd och innehåller undersökningsresultat och annat material, som avdelningen funnit angeläget att redovisa, men som av olika anledningar ej befunnits möjligt att framlägga i tryck, exempelvis i den från institutionen utgivna tidskriften Grundförbättring. Sådana anledningar kan vara att ett arbete är för omfångsrikt att trycka, är av mera preliminär natur eller vänder sig till en för liten grupp av läsare.

Serien finns tillgänglig vid avdelningen, och enskilda nummer kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7.

Address: Agricultural College of Sweden, Dept. of Soil Science, Div. of Agr. Hydrotechnics, S-750 07 Uppsala 7, Sweden.