

Brønde og Boringer.

Af Civilingeniør Niels Steensen, M. Ing. F. og F. R. I.

Undersøgelser, der nylig er foretaget, har vist, at et overvældende stort Antal Brønde er forurenede og giver sundhedsfarligt Vand. I denne Artikel redegøres for Indretningen af forsvarlige Brønde.

I det følgende skal der gives en kort Oversigt over de Forhold, der bør eller maa iagttages ved Projektering og Indretning af et Grundareals lokale Vandindvindingsanlæg.

I Loven om Vandforsyningsanlæg af 1926 bestemmes, at først og fremmest skal enhver have Ret til paa egen Grund at indvinde Vand til sin egen Husholdning og mindre Næringsdrift, men enhver Ret til yderligere Vandindvinding tilhører det offentlige, d. v. s. at Vandværker har Forret til at forsyne sig, førend Industrien kan faa Lov til at tage Resten, og begge Parter kun efter nærmere Afgørelse af en Landvæsenskommission.

Vand.

Alt efter Anvendelsen af Vandet stilles der forskellige Krav til det. *Drikkevand* forlanges klart, farveløst, uden Lugt og med frisk Smag samt koldt (8—10° C). En nærmere Undersøgelse skal vise, at det ikke indeholder opløste Stoffer eller Bakterier, der er skadelige for Mennesker og Dyr.

Kravene til *Industrivand* varierer en Del efter Industriens Art, men da det meste passerer en Dampkedel, ønskes det derfor saa lidt haardt og aggressivt som muligt. Men her i Landet vil det som Regel kræve en særlig Blødgøringsproces, inden det tør sendes i Kedelanlægget.

En Undersøgelse af Vandet, saavel kemisk som bakteriologisk, foretages efter Forskrifterne i Dansk Standard. Her skal blot henvises til *DS 200: Fortegnelse over Standardblade vedrørende Vandundersøgelser*. Skal Vandindvindingen ske i større Stil som f. Eks. ved et Vandværk, bør Vandundersøgelserne foretages af øvede Folk paa Stedet, idet bl. a. Vandets kemiske Indhold kan skifte Karakter ved Luftens og Lysets Indvirkning samt ved Ændringerne i Temperatur og Tryk¹⁾.

¹⁾ Bakteriologiske Vandundersøgelser foretages bl. a. af Statens praktisk-sundhedsmæssige Undersøgelser, Blegdamsvej 21, C. 1053, og Sundhedskommissionens Laboratorium, Nr. Voldgade 12, C. 4143.

Vandindvinding.

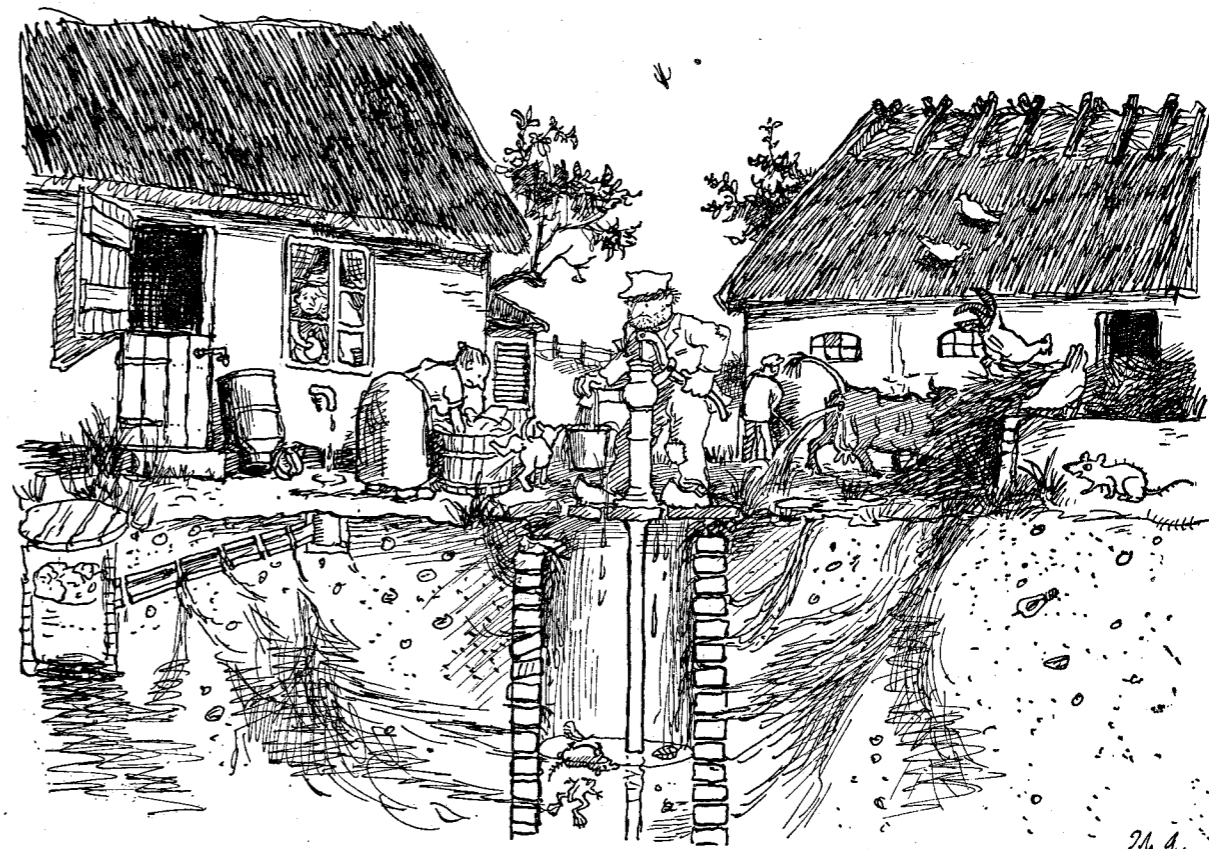
Til Vandindvinding kan benyttes Regnvand, Vand fra Søer og Vandløb samt Grundvand.

Regnvand til Drikkebrug indvindes kun faa Steder i Danmark (de sønderjydske Marskegne, Christiansø og Lodbjerg Fyr), mens det f. Eks. i Dansk Vestindien er den eneste Form herfor. Derimod opsamles Regnvand i det smaa (fra Tagene) til Vaskevand og Havevanding, og ved store Industrianlæg samles Tagvandet ofte i store Cisterner til Anvendelse i Kedel-, Farvereller Vaskerianlæg, hvortil det paa Grund af sin Blødhed er særlig velegnet.

Dels indeholder Regnvand Urenheder (Støv) fra Luften, Tagene og Renderne, og dels har det en fad og kogt Smag, saa det anvendes kun til Drikkevand paa Steder, der ellers ikke paa anden Maade kan skaffe sig Vand.

Vand fra Søer og Aaer er altid forurenede, og i vore Dage har Kloaktilløb yderligere forøget Forureningen, saa Vandet sjældent kan bruges til Vask og Badning. Kun ved en meget omhyggelig Rensning og Filtrering kan dette Vand gøres anvendeligt til Drikkevand, saa her i Landet vil det næppe faa den Betydning, som det har i Udlandet. For mindre Anlæg, som her er Tale om, vil Rensningen blive alt for kostbar. Industrien anvender derimod ofte dette Vand til Kølevand ved Damp- og Kraftværker eller til selve Fabrikationen (f. Eks. Papirfabrikker).

Grundvand er normalt den bakteriologisk reneste Form for Vand og derfor særlig egnet som Drikkevand; derimod indeholder det ofte store Mængder opløste Stoffer, der dels giver Smagen og dels Haardheden, hvorfor det ikke direkte kan anvendes som Industrivand. Man regner, at $\frac{1}{3}$ af Nedbøren fordamper, $\frac{1}{3}$ gaar som Overfladevand til Aaer og Søer, medens $\frac{1}{3}$ (nogle mener endda kun $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$) synker i Jorden som Grundvand, men her gør Aarstiden og Jordbundsforholdene Udslaget, idet kun Vinterregnen giver Grundvand, og f. Eks. Arealer med tæt Lerjord næsten ikke lader noget Grundvand trænge ned igennem sig. Derfor kan der dog udmærket forefindes underliggende Gruslag med rigeligt Grundvand; det er blot trængt ned paa andre Steder.



En Skildring af de Forureningskilder, der truer Brøndene paa Landet. Tegning af Ib Andersen.

Her i Landet regner man, at Grundvandet er ca. $\frac{1}{2}$ Aar ($\frac{1}{4}$ —1 Aar) om at sive de 10—20 m ned igennem Sand- og Lerlagene til Grundvandspejlet. Grundvandet kan indvindes fra Kilder, Brønde og Boringer.

Kilder.

Kilder er den ældste Grundvandsindvinding, og deres gamle Ry for Sundhed, Hellighed o. lign. skyldes sikkert det bakteriefrie Vand, der maa have virket som Vidundermikstur paa de bakterieforgiftede Maver og Tarme. Det vigtigste ved Kilden er Indfatningen, der skal lægges tilbage ind i Skrænten, og hvis Omgivelser skal belægges med Ler eller Beton, saaledes at Overfladevand forhindres i at sive ned og forurene Kildevandet. Hvis Kilden er stærkt vandførende, kan man løfte en mindre Del (ca. $\frac{1}{10}$) op til en 10—20 m højereliggende Bebyggelse ved en *Stødhævert* (Vandvædder).

Brønde.

Brønde er den almindeligste Form for Grundvandsindvinding til eget Forbrug i Husholdning

m. v. Ved Valg af Brøndens Beliggenhed anvendes i gamle Dage Vandviseren, den kloge Mand med *Ønskekvisten*. Men det spiller som Regel ingen Rolle her i Landet, hvor der praktisk talt findes noget Grundvand overalt, saa der vil altid kunne pumpes lidt Vand op, uanset hvor man graver Brønden, og for Brøndens Ydeevne giver Vandviseren ingen Garantier.

Idag er det andre Forhold, der er afgørende, og her er det *Faren for Forurening*, det særlig gælder. Der skal ifølge Sundhedsvedtægten mindst være 10 m vandret til nærmeste Kloak (Ledning og Brønde), Dræn, Mødding, Ajlebeholder, Ensilagebeholder, Tørkloset, Staldbygning o. l. Forureningskilder. Brønden maa ikke graves ned gennem opfyldt Jord, selv om det kun er et tyndt Lag i Overfladen, idet saadan Jord altid er fuld af Infektion fra Affald o. l. Brønden skal ligge frit og solbeskinnet paa det højeste Punkt af den Del af Terrænet, der ligger indenfor en passende Omkreds ($R = 10$ —20 m). Iflg. Sundhedsvedtægten maa Sivebrønde ikke lægges nærmere end 30 m fra Brønde og Boringer, og en Sivebrønd maa kun indrettes med Sundhedskommissionens specielle Tilladelse. Sivebrønde maa isvrigt iflg. Kendelse af

²⁴/₆—30 vedr. Vandindvindingsanlæg ikke lægges nærmere end 300 m fra københavnske Vandindvindingsanlæg¹⁾.

Kloakvand, der tilføres Jordlagene i 1—2 m Dybde, er meget infektionsfarligt, idet det slipper uden om den Iltning og Bakteriebehandling, som i de øverste Jordlag renser det nedsivende Vand, inden det bliver til det, der forstaas ved Grundvand. Sivebrønde maa dog iflg. Afløbsregulativet udføres indtil 2,75 m dybe.

Brøndens Udførelse spiller ogsaa en stor Rolle ved Afværkning af Forureningsfarer (se Fig. 1). Brøndvæggen skal udføres vandtæt fra over Terræn til en Dybde af 2,5—5 m. Dog bør den tætte Del føres helt ned til det vandførende Lag, hvorfra man ønsker Brøndvandet, idet ellers Overfladevand eller nedsivende urent Vand kan trænge ind i Brønden og ødelægge den. Dækslet skal være tæt og slutte tæt til Væggen og forsynes med støvfri Udluftning. Er en Brønd først forurennet, gælder det ogsaa Jordlagene omkring den, og saa er det næsten haabløst at faa den ren igen, med mindre man graver Jorden op omkring den og erstatter det med rent Ler, der maa stemples godt til især ned langs Brøndvæggen.

I finkornede Sandlag, der under Pumpning let rives med af det opadstrømmende Vand, anvendes i Bunden af Brønden et omvendt Filter, som vist paa Fig. 1, hvor Gruset holder Sandet tilbage og selv holdes paa Plads af Stenbelastningen.

Brøndens Tværsnit udføres altid cirkulært og bestemmes af Hensynet til, at man kan arbejde indenfor det under Brøndgravningen. Ved murede Brønde er Lysningen som Regel 1,25 m forneden, aftagende opefter til 1,00 m, og Vægtykkelsen $\frac{1}{2}$ à 1-Sten. Ved Betonringsbrønde, der udføres efter Sænkebrøndsprincippet, anvendes enten 1,00 eller 1,25 m efter Dybden. Ved større Dybder (10—20 m) bør man ikke vælge mindre end 1,25 m.

En Sænkebrønd udføres paa følgende Maade: Først graves et rundt Hul, hvis Diameter er lidt større end Brøndringens ydre Diameter, og heri anbringes den første Ring. Nu graves der i Bunden af Ringen og ind under Kanten (Skæ-

1) Ved Landbrug burde Afløbet føres til aaben Grøft el. lign., der ikke har Afløb til Sø eller Vandløb, medens man ved Sommerhuse o. l. kan føre Afløbet til en vandtæt Samlebrønd, hvorfra det med Mellemløb pumpes op og spredes udover en Del af Arealet.

ret), saaledes at Ringen følger med ned under Gravningen. Naar Ringen er sunket et passende Stykke — dog mindre end en Ringhøjde — anbringes den næste Ring ovenpaa den første, og Gravningen fortsættes, til den tredje Ring anbringes o. s. v.

Brøndens Dybde afhænger af de stedlige Forhold (Grundvandsspejlet) samt af den Mængde Vand, man skal kunne pumpe op pr. Tidsenhed,

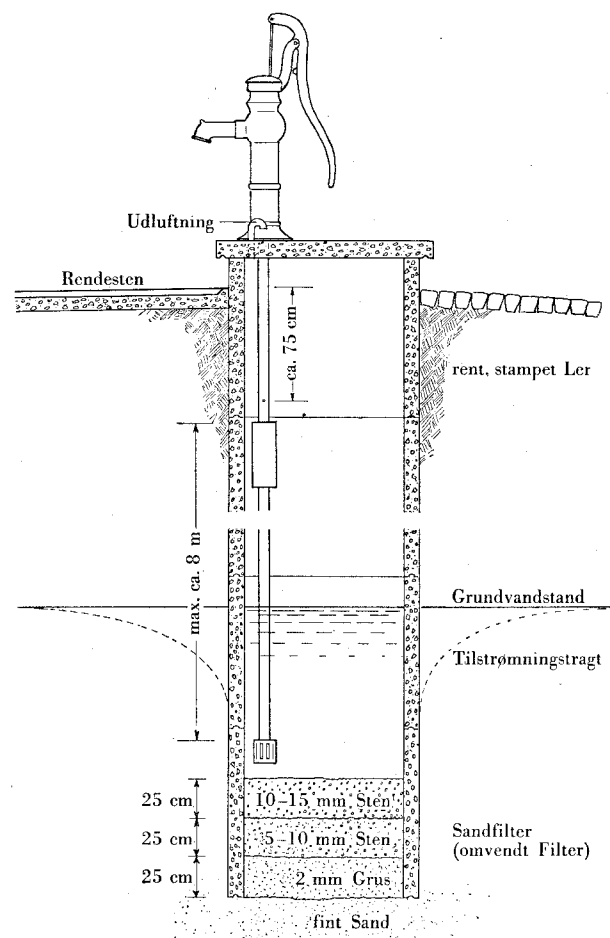


Fig. 1. Brønd af Betonringe med frostfri Haandpumpe anbragt paa støbt Dæksel med Udluftning. I Bunden er der et omvendt Filter, og foroven er Siderne omgivet med rent, stampet Ler. Omgivelserne er brolagt i Cementmørtel, og Spildvandet afledes ved en tæt, støbt Rendesten.

idet en Brønd, der er ført et Par Meter ned under Grundvandsspejlet, samtidig virker som en Dybdebeholder, der i korte Perioder kan yde langt mere, end Grundvandstilstrømningen tilfører Brønden, og saaledes udjævner Spidsbelastningerne.

Brøndens Kapacitet (m^3 Vand pr. Time) afhænger saaledes næsten ikke af Tværsnittet, men kun af Dybden, d. v. s. den Sænkning af

Grundvandsspejlet (Tilstrømningstragten, se Fig. 1), der kan opnaas ved Pumpningen. Men Omkostningerne ved Brønden vokser væsentligt for den Del, der udføres under Grundvandsspejlet.

Selve Brøndgravningen udførtes i gamle Dage paa den Maade, at man gravede et firkantet Hul med Brøndens udv. Diameter som Sider og med Afstivning helt ned til det vandførende Lag, hvorefter Brøndstenene muredes op fra Bunden af.

Murede Brønde udføres nu herhjemme paa

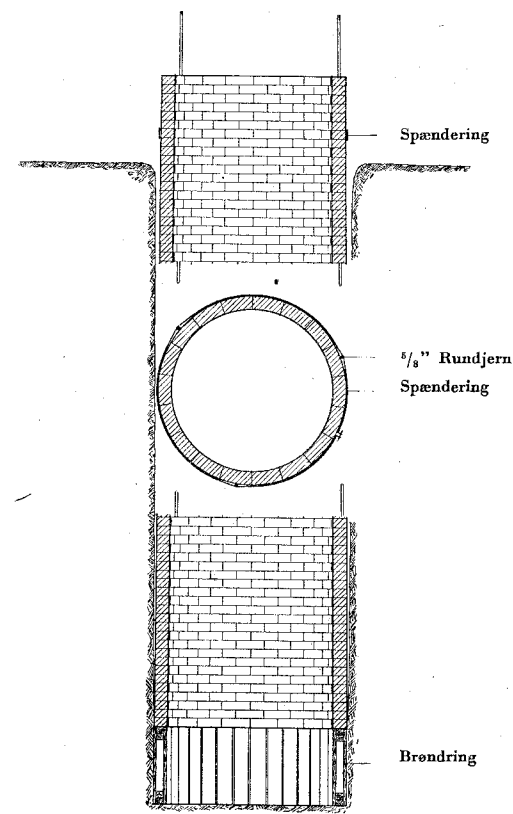


Fig. 2. Muret Brønd af $\frac{1}{2}$ -Sten under Udførelse. Nederst Brøndringen af Træ, hvorfra de tre Rundjern udvendig staar op til Spænderingen omkring et af de nylig murede Skifter. Slippet mellem Gravning og Brøndvæg fyldes som Regel af løst Materiale under Nedsænkningen.

følgende Maade (se Fig. 2): Først udgraves til 1 à 2 m's Dybde, og i det runde Hul opstilles en saakaldt Brøndring af Træ, der danner „Skæret“ i en Sænkebrønd. I Brøndringen fastgøres udvendig 3 \varnothing 20 mm lodrette Rundjern, der sammenholdes opefter af en flyttelig Staalspændering. Ovenpaa Brøndringen opmures Brøndvæggen, idet de udførte Skifter successivt sammenspændes med Spænderingen. Baade Brønd-

ring og Brøndvæg udføres med svag Tilspidsning opefter for at give bedre Slip under Nedsænkningen. (Diameteren aftager fra 1,25 til 1,00 m paa ca. 20 m Højde). Naar Brønden er naaet helt ned, skal Træbrøndringens Overkant staa under laveste Vandstand; Spænderingen og de tre lodrette Rundjern kan da fjernes.

Selv om Jordbunden bestaar af meget fast Ler, maa Brøndgraveren ikke lade sig friste til i Stedet for at arbejde paa denne sikre Maade at grave Brøndhullet helt ned uden Afstivning for derefter at mure den (oftest uden Mørtel) op fra Grunden, da det dels er alt for risikabelt og dels er forbudt i Arbejds- og Fabrikslovgivningen. Ingen ansvarlig Tekniker maa give sit Minde til en saadan Fremgangsmaade.

Sænkebrøndsprincippet giver paa Grund af Slippet en daarlig Tætning langs Brøndvæggen Yderside mod de omgivende Jordlag. En østrigsk Metode, der, saavidt det har kunnet oplyses, endnu ikke har fundet Anvendelse herhjemme, gaar ud paa, at man gaar ned i ca. 1,50 m Dybder ad Gangen, idet man kun udgraver efter Brøndens indvendige Diameter. Derefter udgraves en Fjerdedel af Cirkelsnittet under Brøndvæggen og i 1,50 m's Højde opmures under den tidligere udførte Brøndvæg en kvart Brøndvæg, og saaledes tages en Fjerdedel ad Gangen, indtil Brøndvæggen er ført de 1,50 m ned, hvorefter der tages fat paa næste Afsats. Herved opnaas den størst mulige Tæthed langs Brøndvæggen Yderside, og samtidig kan Arbejdet udføres risikofrit uden Afstivning.

Brøndstenene er sidekrumme Flamsten af Format omtrent som alm. Bagmuringssten ($225 \times 110 \times 53$ mm). De mures op i en cementholdig Mørtel (1 Cement : 2 Kalk : 3 Grus), idet dog nogle mener, at ren Cementmørtel 1 : 2 bl. a. for Tæthedens Skyld og af Hensyn til Faren for Kalklud [$Ca(OH)_2$] er bedre. Murtykkelsen afhænger dels af Hensynet til tæt Murværk, dels af Hensynet til Jordtrykket omkring Brønden. I tidligere Tid anvendtes større Sten (6"), og disse Brønde er da enten 15 eller 30 cm i Vægtykkelse.

Brøndringene skal svare til DS 400 og være lagret mindst 3 Maaneder. Friskstøbte eller daarligt støbte Betonringe giver $Ca(OH)_2$ -holdigt Vand ved Udludning af Betonen, og dette Vand er meget skadeligt, især for Børn. Mellem Ringene udfuges meget omhyggeligt med Cementmørtel 1 : 2.

Brønddækslet udførtes tidligere altid af Træ, men dette er meget uheldigt, da det efter kort Tid slutter daarligt og giver rig Anledning til Svampeangreb, Dyreliv og anden Forurening. Et støbt Beton-Dæksel (dog endelig ikke to-delt) med indstøbt Udluftningsbøjning (se Fig. 1), der er hævet et højt Trin over det omgivende Terræn, giver en tilfredsstillende Afdækning af Brønden. Spildvandet fra Brønden føres i en mindst 10 m lang, aaben Rende med tæt Bund til en Nedløbsbrønd med Rist over. *Dansk Ingeniørforenings Afløbsregulativ § 26* tillader, at der til Posteafløbet sættes en 30 cm Nedløbsbrønd umiddelbart op til Drikkevandsbrønde. Til Nedløbsbrønden maa der da kun føres Regnvand og ikke, som det desværre ofte ses, Køkkenafløb. Selv om Ledningerne indtil 10 m fra Brønden udføres af Støbejernsrør med blystøbte Samlinger, risikerer man dog let, at Nedløbsbrønden sætter sig i den løse, bagfyldte Jord omkring Drikkevandsbrønden, hvorved Vandlaasen el. lign. knækker, og Afløbet bliver utæt og farligt for Drikkevandet.

Er de øverste Jordlag skredet ned under Udgravningen, eller er Jordlagene meget sandholdige, bør det øverste Afsnit af Brønden omgives med et tykt Lag af rent Ler, der stemples omhyggeligt, saaledes at der ikke kan sive Overfladevand ned langs Ydersiden af Brønden og forurene dens Grundvandstilløb. De fleste Steder forlanger Sundhedsautoriteterne en stærk Betonbelægning eller Brolægning i Cementmørtel i et 2 m bredt Bælte omkring Brønden og med 10 % Fald bort fra denne.

Da Betonen forhindrer Regn, Lys og Luft i at rense Jorden for eventuelle Urenheder, og da der kan blive Rottereder og andet Dyreliv derunder, anser de Sagkyndige en alm. Brolægning eller hellere en Græsklædning for bedst omkring Brønden. Den rationelle, men dyreste Løsning er at flytte Pumpen 10 m til Siden for Brønden ved en vandret Trækning af Sugerøret. Saa kan man sætte en Nedløbsbrønd under Tuden til Spildvand m. v., og Tøjvask o. l. ved Pumpen skader da ikke Brønden.

Ombygning af gamle Brønde eller Reparation af delvis sammenstyrtede Brønde er ofte vanskelige Problemer. Som Regel vil det kun kunne betale sig ved relativt dybe Brønde, men her er Risikoen til Gengæld størst. Cirkulære Brønde, sat af almindelige Marksten, kan forbedres væ-

sentligt ved Udkradsning og Udfugning med Cementmørtel. Men der maa afstives, da Udkradsningen alene kan faa Brønden til at give sig, og Udtagning af Sten for Pumpebæringer o. l. kan medføre Sammenstyrtning.

Ved mindre Brønddybder staar man sig i Reglen ved at grave en ny og bedre Brønd. Under Tilfyldning af den gamle Brønd maa man paase, at den fra den nye Brønd opgravede Jord ikke kastes lige over i den gamle Brønd, men lægges op, saa den kommer ned i de samme Dybder, som de, den kom fra.

Prisen for en Brønd afhænger ikke blot af Dybden og af Materialet i Sider og Dæksel, og af Pumpens Art, men Jordbundsforholdene, Afstandene til Forbrugsstedet og m. a. spiller ind, saaledes at Overslagspriser i Reglen er mere misvisende end oplysende. Betonringe er billigere end Brøndstensmuring, og alm. Støbejernpumpe er billigere end Ankerpumpe i Køkkenet med Rørledninger. Man kan dog kalkulere for selve Brønden med 70,— Kr. pr. m Dybde indtil 10 m, og derefter med 100,— Kr. En Støbejernpumpe (1½" Type DS) koster monteret ca. 150,— Kr., og en alm. Køkkenpumpe med Ledninger (Type ML 1") koster ca. 200,— Kr.

Beskrivelse og Betingelser for Udførelse af Brøndgravning og Pumpeanlæg.

Paa vedlagte Plan er vist Brøndens Beliggenhed i Forhold til Bebyggelsen samt Pumpe(r) og Ledninger (evtl. Højdebeholder). Brønden udføres som vist paa Snittet med Sider af mindst 3 Mdr. gamle Betonringe udført efter DS 400, eller med fuldbændte Brøndsten godkendt efter Prøve. Al Udfugning udføres med Cementmørtel 1:2 til absolut Tæthed. Omkring de øverste Meter (2,5—5) af Brønden graves en mindst 35 cm bred Rende, der omhyggelig fyldes og stemples med rent Ler. Brøndvæggen føres ca. 30 cm over Terræn og afdækkes med en Befønstøbning med Ventilationsbøjning samt indstøbte Bolte og Udsparing for Pumpen. Pumpen skal være af Type Brønden forsynes, hvis det kræves, i Bunden med et omvendt Filter som vist paa Snittet. Der udføres betonstøbt Rende for Spildvandet helt frem til den viste Overfladebrønd.

Brøndens Dybde formodes at komme til at ligge mellem og m, og der opgives en Pris for hver af disse Dybder, saaledes at Prisen afpasses forholdsmæssigt efter den udførte Dybde.

Tilbudsliste.

Undertegnede tilbyder herved at udføre Brønd i Henhold til Beskrivelse og Betingelser samt de vedlagte Planer og Oplysninger til følgende Enhedspriser:

Brønd som vist paa Plan og Snit ført . . . m	
under Terræn	Kr.
Brønd som vist paa Plan og Snit ført . . . m	
under Terræn	Kr.
Tillæg for omvendt Bundfilter	Kr.
" " Belægning omkring Brønden (se herom Teksten foran)	Kr.

d. / 194 .

(Brøndgraver).

Abessinierbrønde.

Abessinierbrønden (eller Nortonbrønden — Fig. 3) er en Mellemting mellem en Brønd og en Boring, idet Pumperøret med det spidse Filterstykke rammes direkte ned i Jorden, hvorpaa Pumpen sættes ovenpaa. Her i Landet vil Nedramningen som Regel let kunne udføres, men selve Pumpen slides meget af det Sand, der suges med op, saa Jordlag med groft Grus er mest egnede. Faren for direkte Forurening

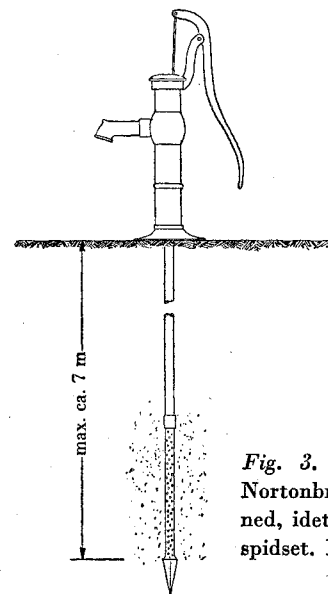


Fig. 3. Abessinierbrønden eller Nortonbrønden slaas eller rammes ned, idet Filteret forneden er tilspidset. Der bør helst gro Græs omkring den.

fra Overflade- og Spildvand er langt mindre end ved Brønde; dog gælder selvfølgelig det samme som for disse, hvad Placeringen angaar. Normalt kan denne Type anvendes indtil Grundvandspejlsdybder paa 8 m, men ved særlig forsænket Stempelcylinder kan den naa ned til 15 m Vandspejlsdybde. En komplet Brønd inkl. Ramning er billigere end en alm. Brønd, saa den kan anbefales til Sommerhuse o. l., hvor der ellers i lange Perioder vil henstaa Vand i en daarligt afdækket Brønd. Ydeevnen afhænger af Sugespidsens

Dybde under Grundvandspejlet og Jordlagenes Porøsitet, og ved Sommerhuse o. l. vil den som Regel være tilstrækkelig stor.

Boringer.

Naar man ved en Sænkebrønd erstatter Beton-Brøndringene med et Jernrør og Gravningen med en Boring eller Skyllemejsling, har man Princippet i en saakaldt Brøndboring eller artesiske Boring. Samtidig opnaar man den Fordel, at man uden særlige Vanskeligheder kan passere et eller flere vandførende Lag, dersom disse fører daarligt eller uegnet Vand, lige indtil man træffer et med godt og egnet Vand (Fig. 4).

Anmeldelsespligt. Ifølge Vandforsyningsloven skal enhver, der lader foretage Boringer efter Vand, give „Danmarks geologiske Undersøgelse“ Meddelelse om Dybden, Jordlagene og Vandstanden m. v.¹⁾ Til Gengæld kan man indhente Oplysninger fra Borearkivet og derved maaske spare dyre Prøveboringer og andre Ærgrelser.

Borested. Til Bestemmelse af de gunstigste Boresteder har man indenfor en af vore yngste Videnskabsgrene, Geofysikken, en hel Mængde nye Maaleapparater (Teknikens Ønskekviste) som f. Eks. Tyngdekraftsmaalinger, magnetiske og radioaktive Maalinger og Varmemaalinger, for ikke at tale om Undergrundens Efterprøvning ved Jævn- og Vekselstrøm, elektriske Bølger eller Jordrystelsesbølger m. m., men disse kostbare Apparater tjener dog endnu i første Række til at paavise kostbare Stoffer i Undergrunden. Ved større Undersøgelser vil dog en Række Prøveboringer med Prøvepumpninger give de sikreste Oplysninger.

Prøvepumpning foretages, naar man træffer et vandførende Lag, og Vandets Beskaffenhed og Lagets Ydeevne (m³/h) bestemmes; er det ikke tilfredsstillende, fortsætter man dybere ned. Findes der ikke indenfor en rimelig Dybde fuldt tilfredsstillende, vandførende Lag, kan man gaa tilbage til et af de tidligere fundne ved at trække Borerøret op dertil. Træffer man Sten under Boringen, kan disse efter en 2 à 4 m Tilbage-trækning af Røret sprænges med Dynamit, og Boringen fortsættes. For Tilbagetrækning forudsættes dog, at man drejer Borerøret ned og ikke rammer det. Kan man ikke faa tilstrækkeligt

1) Skemaer hertil faas ved Henvendelse til D. g. U., Raadhusvej, Charlottenlund, Ordrup 5787.

Vand indenfor en rimelig Dybde, maa man i passende Afstand foretage en eller flere supplerende Boringer.

Filter. De fleste vandførende Lag her i Landet er Sandlag eller sandholdige Lag. Under stærk Pumpning vil Grundvandstilstrømningen til Røret rive de fine Sandkorn med sig, og enten føres

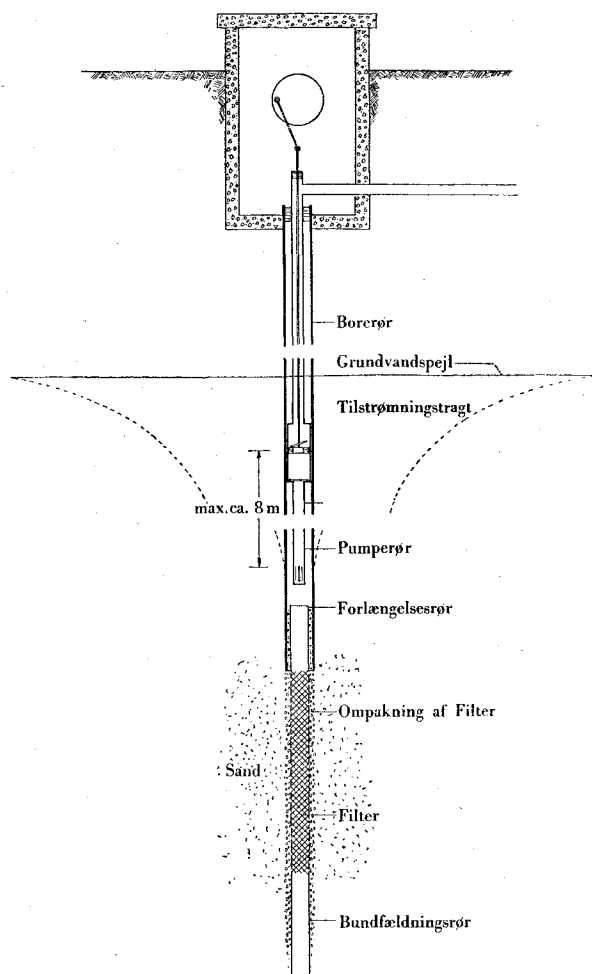


Fig. 4. Skematisk Snit i Boring med Filter og Pumpe. Forneden ses Filterets Bundfældningsrør, hvorfra indstrømmet Sand etc. kan hentes op med Bor el. lign. Foroven slutter Forlængelsesrøret til Borerøret ved Pakningen med Smaasten. Dybvandscylinderen drives ved en lang Stempelstang af Motoren ovenover Boringen.

de med op i Pumpen, der herved kan slides og ødelægges, eller de kan tilstoppe Borerøret og Jordlaget nærmest dette, saa Boringen efter nogen Tid ikke giver Vand. Der anbringes derfor i Bunden af Borerøret et Filter (udført som et perforeret Rør af Støbejern, Porcellæn, fortinnet Kobber, Eternit el. Egetræ), hvor udenom der evt. er pakket Smaasten eller skarpt Grus, ofte samtidig med at Borerøret er trukket et Stykke

op, saaledes at Filterpakningen ligger direkte mod de vandførende Jordlag.

Ved Boring i Gruslag kan man ved særlig kraftig Prøvepumpning med en speciel robust Pumpe tømme det nærmest Filteret liggende Jordlag for fint Sand, hvorved der fremtidig under svagere Pumpning ikke vil være Fare for Tilstopning. Ved Boring i Kalk maa man sørge for at komme saa langt ned i denne, at der ikke gennem Sprækkerne kan strømme Sand ind fra overliggende Lag.

Filterrensning. Alle Boringers Vandføring aftager i Aarenes Løb paa Grund af Forstoppelser i Filteret. Dette maa derfor med visse Mellemrum renses, idet det enten kan tages op, eller man renser det nede i Borerøret paa forskellig Maade, f. Eks. ved Udgravning af indstrømmet Sand i Filteret ved et Ventilbor eller ved Kobberfiltre ved Afsyning med ufortyndet Saltsyre. Ud-blæsning med Trykluft anvendes ogsaa i den senere Tid.

Prisen for en Boring.

Boringer koster Foraar 1944 pr. m. ca.

4 1/2"	Rør 60—75 Kr.	alm. Boringer (højst 20 m).
6"	80—100 "	Mejeriboringer (højst 30 m).
8"	120—140 "	Industriog Vandværker.
10"	150—175 "	" " "
12"	185—225 "	" " "

Beskrivelse og Betingelser for Udførelse af Brøndboring.

Paa vedlagte Orienteringsplan er indtegnet Boringens Beliggenhed og nogle tidligere i Nærheden udførte Boringer, om hvilke der foreligger de i Bilag 1—... anførte Oplysninger fra D. g. U. Paa Planen er endvidere vist nærmeste Tilslutningsmulighed for Kraftforbrug (380/220 V) samt de(n) nærmeste Brønd(e), hvorfra Skylevand evt. kan tages.

Entreprenøren skal levere alle Borerør, Boreredskaber, Sprængmidler, Boresko, Filter etc. og præstere alt nødvendigt Arbejde og Kørsel m. m. for Arbejdets Udførelse.

Borerør med ovale Muffer skal være	ø . . . mm
" " " " " " " " " " " "	ø . . . "
Vægten skal mindst være	kg/lb.m.

Boresko skal anvendes, og Rørene skal drejes ned og herved holdes saa løse, at de paa Forlangende kan føres op og ned. Iøvrigt skal Boringen udføres nøjagtig lodret, og den skal føres ned i den Dybde, som bliver forlangt.

Entreprenøren er pligtig til at føre en detaljeret Borejournal, hvori alt om Boringen, antrufne Vandlag, Jord-

lag m. m. indføres i Dagens Løb. Entreprenøren skal omgaaende meddele, naar Vandlag antræffes, og han er forpligtet til naarsomhelst efter Forlangende at holde Prøvepumpninger. Hver Dag afleveres en Afskrift af Dagens Indføringer i Borejournalen.

Medmindre Kontrakten indeholder anden Bestemmelse herom, finder Betalingen først Sted, naar Arbejdet er fuldført og godkendt.

Entreprenøren er iøvrigt forpligtet til at udføre alle Ydelser, for hvilke der er opgivet Pris i Tilbudslisten.

Tilbudsliste.

Undertegnede tilbyder herved at udføre Brøndboring i Henhold til Beskrivelse og Betingelser samt de vedlagte Planer og Oplysninger til følgende Enhedspriser:

Boring inkl. ø . . . mm Borerør med . . . Muffer pr. 0-25 m Dbd. 25-50 m Dbd. 50-etc.	
lb. m Boreddybde	Kr. Kr.
pr. Time for Prøvepumpning	" "
pr. lb. m fortinnet Kobberfilter ø . . . mm inkl. Nedsætning, Oprækning af Rør, Nedfyldning af Grus m. v.	" "
Forlængelsesrør for Filteret af fortinnet Kobber pr. m	Kr.

Arbejdet kan paabegyndes . . . Dage efter Kontraktens Underskrift.

d. / 194 .

(Entreprenør)

Pumper og Højdebeholdere.

Haandpumper anvendes fortrinsvis til Brønde. Tidligere anvendtes Træpumper, medens man nu mest ser Støbejernpumper, der er anbragt direkte ovenpaa Brønddækslet (se Fig. 1 og 3). Det opadgaende Pumpestempel suger Vandet op gennem Bundventilen i Sugekurven og løfter samtidig Vandet over Stemplet op og ud gennem Pumpetuden. Naar Stemplet gaar ned, lukker Bundventilen, og Vandet i Pumperøret gaar op gennem Ventilen i Stemplet. I frostfri Dybde er der boret et lille Hul i Pumperøret, hvorved Pumpen bliver frostfri, idet Vandmængden mellem Tuden og Hullet kan sive ud, naar Pumpen staar stille.

Smaa Suge- og Trykpumper (Vinge- og Cylinderpumper, se Fig. 5) anbringes i Køkkener o. lign. Steder med Sugerør ud til Brønden. Højdeforskellen mellem Stemplet og Brøndens laveste Vandstand maa ikke overstige 8 m, da Vand ikke med Sikkerhed kan suges mere end denne Højde (1 Atm. er ca. 10 m Vandsøjle).

Medens den førnævnte alm. Haandpumpe samtidig suger og trykker Vandet op, sker Sugning og Trykning her skiftevis i Haandtagets frem- og tilbagegaaende Bevægelse. Den enkelte Bevægelse kræver saaledes mindre Kraftforbrug.

Hydroforanlæg bestaar af smaa, elektrisk drevne Pumper, der pumper Brøndvand op i en stor Vindkedel (Hydrofor), indtil et bestemt Tryk naas. Naar der tappes Vand, falder Trykket indtil en bestemt Værdi, hvorved Pumpen automatisk gaar igang og pumper op til Maksimaltrykket. Er Brønden dyb, anbringes Hydroforen nede i Brønden, hvorved den bliver frostfri, og den generende Pumpestøj fjernes fra Huset.

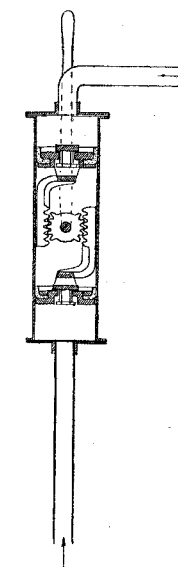


Fig. 5. Dobbeltvirkende Tryk- og Sugepumpe. Naar Stemplerne samtidig bevæger sig mod hinanden, suger det nederste Vand op, mens Ventilen i det øverste staar aaben, og der strømmer Vand op herigenem. Naar Stemplerne bevæger sig fra hinanden, trykker det øverste Vand ud gennem Trykledningen og suger samtidig Vand op gennem den aabne Ventil i det nederste Stempel. Det anbefales at have en Bundventil nede i Brønden, da Pumpen ellers let „taber“ Vandet mellem Pumpningerne.

I dybe Boringer med lavt Grundvandspejl anbringes nede i Borerøret Pumper, der er specielt bygget hertil, og som gennem en lang Aksel drives af en Elektromotor el. lign., der med lodret Aksel er anbragt ovenover Boringen. Borerøret bør da mindst være ø 150 mm (6").

Prisen stiger med Løftehøjde, Ydeevnen og Afstanden fra Terræn (Motor) til Pumpe samt faldende Omdrejningstal (stigende Levetid). Med stigende Borerørsmeter kan Prisen være faldende.

Har Brønden eller Boringen kun en svag, men jævn Tilstrømning af Grundvand, og Forbruget er uregelmæssigt med enkelte store, men relativt kortvarige Aftapninger, er et Beholderanlæg en Nødvendighed.

Højdebeholdere, der giver et konstant Tryk paa Vandet, kan anvendes sammen med baade

haanddrevne og maskindrevne Pumper. Ved Vindmotorer er de nødvendige, da Vandforbrug og Blæst ikke altid falder sammen.

Mellem Pumpen og Højdebeholderen kan der indskydes et Trykfilter, saaledes at Vandet renses, inden det fyldes i Beholderen. Højdebeholderen skal hyppigt tilses og holdes ren, da den ellers kan blive en slem Forureningskilde (Yngleplads for Orme, Alger, Bakterier o. l.).

Beholderen maa isoleres mod Frost og Solvarme og anbringes bedst under Husets Tag. Hvad man herved mister i Trykhøjde kan erstattes ved mindre Friktion i Ledningerne, naar disse vælges en Dimension større end alm. brugt.

I Sommerhuse uden Adgang til Elektricitet kan man med Fordel anvende en haanddrevet Ankerpumpe i Forbindelse med en Højdebeholder (100—200 l), anbragt oppe under Tagkippen, og derved faa rindende Vand i Køkken- og Haandvaske. Det tager 3—5 Minutter at pumpe 100 l ca. 10 m op (7 m paa Suge- og 3 m paa Tryksiden). Et 5 Personers Familieforbrug svinger mellem 200 og 400 Liter, naar der er rindende Vand i Køkken og Bruser i Sommerhuset. Det kræver altsaa ca. 1 Kvarterets samlet Pumpetid i Døgnet.

Underjordiske Beholdere er som Regel mindre kostbare og mindre pladsoptagende end Højdebeholdere, og da de ikke er udsatte for Frost og Solvarme, finder de særlig indenfor Industrien mere og mere Indpas. Boringens Pumpe løfter Vandet op i Beholderen og afbrydes kun af en Svømmer, naar Vandstanden naar helt op. Vandforsyningen sker ved et Hydroforanlæg, der pumper fra Beholderen ud i Anlæggets Ledningsnet.

Luftværnsboringer.

Luftværnsboringer til Brandslukning er en Række Boringer spredt ud over et brandfarligt Byomraade. Her lægges blot Vægt paa Vandmængden og ikke paa Kvaliteten, bortset fra, at Sandet maa tilbageholdes af et Filter for Pumpens Skyld. Boringerne har som oftest ikke selvstændig Pumpe, men denne er ligesom Brandspøjterne let transportabel og passer til alle Boringer. Kan Boringerne kun give smaa Vandmængder i Timen, maa de forbindes med en Branddam eller en underjordisk Beholder, til hvilken en lille Pumpe langsomt løfter Vandet op, saaledes at det store Forbrug ved en Brand sker fra Beholderen. Foruden at man sparer dyre

Ledninger og kostbar Vandrensning, bliver man uafhængig af eventuelle Ledningsbrud og Vandværksstandsninger.

Forsyningsboringer for Brugsvand (i gunstige Tilfælde Drikkevand) kan udføres i Parker og paa aabne Pladser i god Afstand fra Kloaker o. l. Udstyret med Haandpumpe kan de under Katastrofesituationer tjene til lokal Vandforsyning.

Litteratur:

Søncke Knudsen og C. H. Pape: Frømskaffelse og Bedømmelse af Vand til Mejerier og Landbrug. København 1930. 55 S. 1.50 Kr. hft. (Udgivet af kgl. danske Landhusholdningsselskab).

Hilmar Ødum: Grundvand og Vandindvinding. København 1935. 36 S. 1.50 Kr. hft. (Danmarks geologiske Undersøgelse, III. Række Nr. 25).

Franz Bösekopf: Der Brunnenbau. Wien 1928. 178 S. 10 RM. Behandler egentlig Brøndgravning og -muring ud fra Forfatterens egne Erfaringer som Brøndbygmester i Egnen omkring Wien.

Erich Bieske: Rohrbrunnen. 2. Opl. München 1938. 314 S. Heri findes Side 304—7 en omfattende Litteraturliste, hvortil særligt interesserede henvises. Der gives her en meget indgaaende Behandling af Brøndboring. Forfatteren leder iøvrigt selv et stort Borefirma og delagtiggør Læseren i sine mangfoldige Erfaringer. Der er udkommet en senere revideret Udgave i 1944, men den er vanskelig at faa.

Curt F. Kollbrunner: Filterbrunnen und Quellfassung. Zürich 1940. 50 S. (Privat-Gesellschaft für Bodenforschung und Erdbaumechanik Bericht Nr. 3). Har mest Interesse for den, der skal udføre Indfatninger om Kilder.

Af nyere Tidsskriftartikler kan nævnes:

C. H. Pape: Udførelse af Drikkevandsbrønde („Ingeniøren“ 1943, K 100).

— : Brønde og Afløb (Ing. 1944, K 21).

— : Udrikkeligt Drikkevand („Politiken“s Kronik 7. 6. 1944).

K. B. Larsen: Anlæg af mindre Vandværker („Licitationen“ 1943, Nr. 228, og 1944, Nr. 11).

Alb. Hansen: Drikkevandsundersøgelser i Sverige („Ingeniøren“ 1944, A 94).

Werner Christensen: Danmarks Drikkevand og Brøndforholdene paa Landet („Dansk Landbrug“ 1939, Nr. 45—46).

— : Grundvandskemi samt Forurening af Drikkevand („Vandteknikeren“ 1942).

— : Drikkevandshygiejne og Beskæftigelse (Kronik i „Jyllandsposten“ 25. 1. 42).

— : Indvinding af Grundvand („Ingeniøren“ 1944, B 61).

Jens Jensen: Brønde i en Landkommune („Nord. Hyg. Tidsskr.“ 1944, Hæfte 2).

Diverse Sundhedsvedtægter.

Dansk Ingeniørforenings Aflobsregulativ.