

Rørbrønnfiltere.

Meddelelser fra Vannboringsarkivet nr. 13.

Av

FREDRIK HAGEMANN OG TIDEMANN KLEMETSrud

Våre grus- og sandavsetninger byr i mange tilfelle på gode muligheter for uttak av grunnvann i store mengder, og det er i de senere år utført en rekke meget vellykkete rørbrønnanlegg rundt om i landet (se Skjeseth 1959 og Skjeseth og Klemetsrud 1962). For å få utnyttet de vannførende lagene best mulig er det av avgjørende betydning at en i forbindelse med rørbrønnene nytter den riktige type og dimensjon på brønnfilterne. Det har imidlertid vist seg at det hersker stor uvitenhet om både *hvorfor* en i det hele tatt må nytte filter og om *hvorledes* en skal velge den riktige filtertype og bestemme den riktige dimensjon på filteret. Vi skal derfor i det følgende gi en liten oversikt over de viktigste prinsippene for brønnfiltere, og i tilknytning til noen eksempler fra vannverk som er anlagt her i landet, vil vi også vise betydningen av riktig filtervalg.

Ved å nytte filter hindrer en gjennomgang av faste partikler, samtidig som en oppnår størst mulig inntaksflate. Fig. 1 viser forskjellen på arealet mellom den inntaksflate en får ved bare å sette et rør ned i de vannførende lagene og den flate en oppnår ved å anvende filter. En ser at med filter får en en inntaksflate som er mange ganger større enn den en har uten. Foruten å oppnå en langt større flate, vil en også ved hjelp av et riktig valgt filter kunne ha muligheten for å forandre oppbygningen av løsmassene i nærheten av brønnen, slik at en kan ta ut større vannmengder.

Det er løsavleiringenes sammensetning og karakter som i hvert enkelt tilfelle avgjør om det er mulig å få vann, og hvorledes rørbrønnen skal utføres. Før en går til anlegg av en rørbrønn, må en derfor ha kjennskap

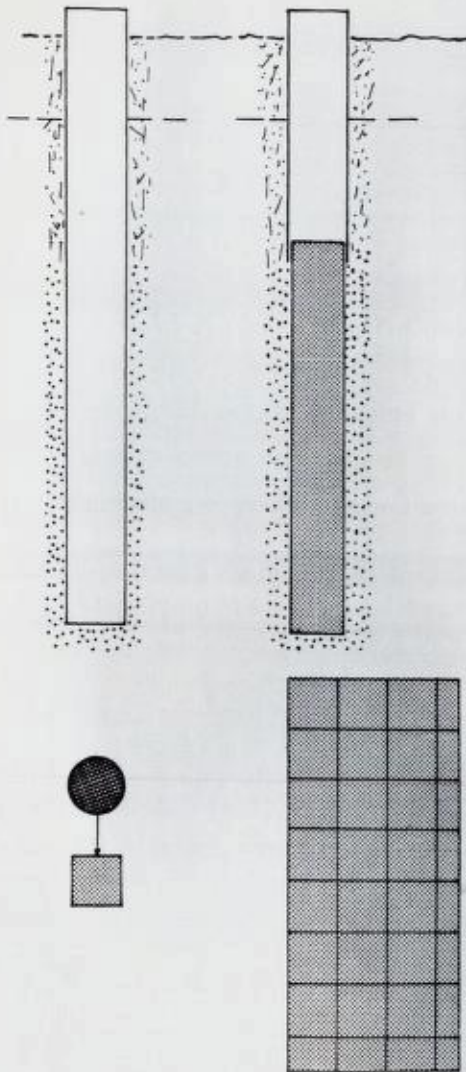


Fig. 1. Forskjellen på arealet mellom den inntaksflate en får ved bare å sette et rør ned i de vannførende lagene (til venstre) og den flate en oppnår ved å anvende filter (til høyre).

til hvorledes løsmassene på stedet er bygget opp. Det vil i de aller fleste tilfelle si at en bør foreta en grunnundersøkelse før en går til anlegg av selve brønnen. Ved grunnboringer vil en få prøver fra forskjellige dyp. Selv om en har foretatt grunnundersøkelser på forhånd, må en også under selve drivningen av brønnen påse at det blir tatt prøver for hver 1/2 m i de lagene hvor det kan være aktuelt å ta ut vann. En må være meget omhyggelig med prøvetakingen og passe på at prøvene ikke blir for nedknuste på grunn av mye støting med meiselen. Prøvene må heller ikke bli for meget utvasket. Hvis prøvene blir tatt opp ved hjelp av slamkanne, vil vanligvis vannet som inneholder de fineste partiklene bli heldt ut, og det som ligger igjen i slamkannen er først og fremst

de grovere partiklene. For å få representative prøver må en derfor la innholdet i slamkannen få anledning til å bunnfelles.

De prøvene en får ved grunnboring eller rørdrivning blir tørket og siktet gjennom sikt med forskjellig maskestørrelse. Det som ligger igjen på hvert sikt blir veiet og prosentvis beregnet, og resultatene av siktningen blir tegnet inn på et kornfordelingsskjema. Ut fra den kornfor-

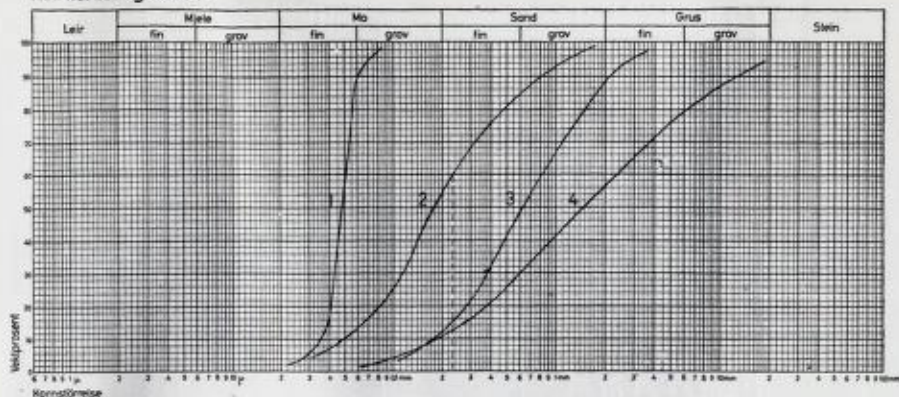


Fig. 2. Kornfordelingskurver.

delingskurve en på denne måten får, kan en lett se hvilke kornstørrelser den undersøkte avsetningen er bygget opp av.

Fig. 2 viser en rekke forskjellige kornfordelingskurver. Kornfordelings-skjemaet viser inndelingen og betegnelsene på de forskjellige jordartene. Den nedre linjen på kornfordelings-skjemaet viser kornstørrelsen, mens den loddrette linjen betegner hvor stor prosent av den totale prøven som er blitt liggende igjen på de forskjellige siktene. Siktetekurene gir altså et grafisk bilde av løsmassenes karakter i de dypene hvor en har tatt prøver.

Filtertyper.

Det finnes en rekke forskjellige filtertyper på markedet. Her i landet anvendes hovedsakelig følgende tre typer:

1. slissefilter
2. dukfilter
3. gruskastningsfilter.

Grunnprinsippet er det samme for alle tre typer, og de er alle basert på slissefilteret.

Et slissefilter er et rør som har en rekke slisser eller spalter av en bestemt størrelse (Fig. 3). Spaltenes størrelse kan variere fra filter til filter, og formen kan være rund, firkantet eller oval. Filteret er som regel laget av galvanisert eller gummibelagt stål. Ved særlig surt eller aggressivt vann nyttes også ofte filtere av kunststoffer. Disse filterne er imidlertid



Fig. 3. Slissefilter.

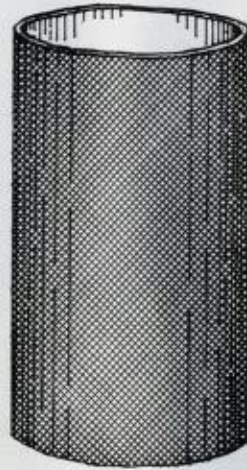


Fig. 5. Dukfilter.

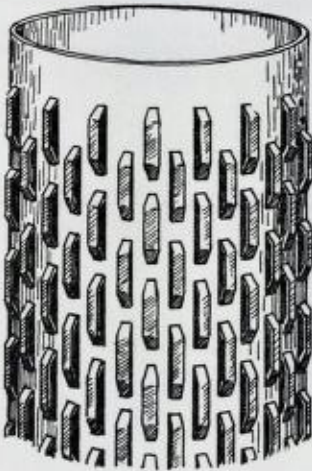
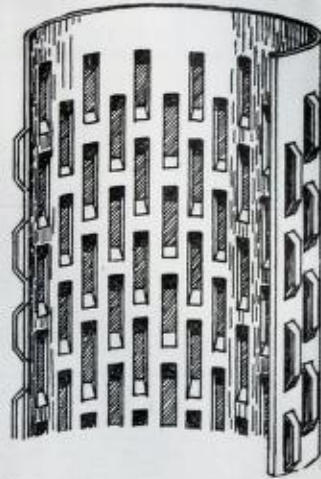


Fig. 4. Brückenfilter.



av betydelig svakere konstruksjon enn stålfilterne. En spesiell type av slissefilterne er Brücken eller brofilteret. (Fig. 4). Her er selve godset i filterveggen presset ut, slik at det dannes små broer. Hensikten med dette er å øke antallet slisseåpninger, slik at inntaksarealet blir større.

Dukfilterne eller tressefilterne er slissefiltere som er trukket med metallduk. (Fig. 5). Duken er som oftest finmasket messing. Svakheten



Fig. 6. Gruskastningsfilter.

ved disse filterne er at duken er så skjør at den lett blir skadet under nedsetningen. En kan imidlertid gjøre disse filterne adskillig mer motstandsdyktige ved å nytte kobberduk istedenfor messingduk. Sandspissen er en dukfiltertype som er meget anvendt til mindre vannverk her i landet.

Gruskastningsfilterne er slissefiltere hvor det er påstøpt en kappe av sand eller grus. (Fig. 6). Tykkelsen av gruskastningen er vanligvis ca. 1" eller 2,5 cm.

Bestemmelse av filteråpninger.

Det er løsmassenes sammensetning som avgjør hvor store filteråpninger en kan nytte. Erfaringsmessig har det vist seg at en får de beste resultatene hvis en velger en kornstørrelse mellom 60–70 % på kornfordelingskurven og tre- til firedobler dette tallet. La oss f. eks. se på Fig. 2, kurve nr. 2. Ved 60 % gjennomfall er kornstørrelsen her ca. 0.23 mm. Åpningene i filteret bør da ligge på ca. $0.23 \times 4 \text{ mm} = 0.92 \text{ mm}$. Det kan kanskje se merkelig ut at en velger en såvidt stor filteråpning. Hensikten er imidlertid å få fjernet mest mulig av de finere partiklene som ellers vil legge seg på eller i filterveggen og hindre gjennomstrømning.

På denne måten økes filterflaten fordi vannet kan bevege seg raskere, da motstanden inn mot filteret avtar.

Når vi starter pumpingen får vi en vannstrøm mot brønnen. Hvis filteret er satt ned uten å forstyrre de opprinnelige massene, er inntaksarealet lik overflaten av de samlede åpningene i filteret. Hvis filteret har en oppbygning tilsvarende løsmassene, vil tilstrømningshastigheten være lik permeabiliteten eller gjennomstrømligheten i grunnen. Vannmengden en tar ut er produktet av filterflaten multiplisert med hastigheten. Jo større disse 2 faktorene er, dessto større blir vannføringen. Da det filteret en setter ned har en begrenset flate, må en søke å øke inntaksarealet etter at filteret er satt på plass. Filteret bør derfor dimensjoneres med så store åpninger at endel av den finere massen kan fjernes. Nærmest filterveggen vil alle korn mindre enn åpningene i filteret gå gjennom og pumpes vekk. Går en fra filterveggen og videre utover, vil kornene avta i størrelse helt til vi kommer til den primære lagring. Størrelsen på denne avstanden er avhengig av løsmassenes sammensetning. Fordi åpningen mellom de enkelte korn er blitt større, øker vannets hastighet etterhvert som en nærmer seg filteret. Tenker vi oss en sirkel i en bestemt avstand omkring filteret, passerer vannstrømmen denne med en bestemt hastighet. Tenker vi oss så videre sirkelen utstyrt med vegger, vil overflaten av denne sylindren bli meget stor. Produktet av hastighet og flate gir vannmengden. Skal vi oppnå samme vannmengde i selve hovedfilteret, må hastigheten fra den tenkte sylinderflate mot filterveggen øke, da flaten avtar i samme grad som forholdet mellom radiene. Derfor må motstanden inn mot filterveggen avta. Det er nettopp dette en prøver å oppnå ved dimensjonering av filteret. Når avstanden fra brønnen er så stor at den primære lagring ikke er forstyrret, vil en i dette punkt ha en hastighet av vannet som tilsvarer permeabiliteten i massen. Denne avstand kalles brønnens virkningsradius for en bestemt vannføring.

Valg av filtertype.

Det er vanskelig å gi noen bestemt regel for valg av filtertype, men på grunnlag av de erfaringene en hittil har oppnådd, skal vi nedenfor i forbindelse med noen eksempler komme inn på enkelte generelle ting.

I avsetninger hvor hovedmengden av materialet domineres av en bestemt kornstørrelse, er det vanskelig å utvikle filterområdet i så stor grad som der hvor en har mer blandet sortering.

Vi kan anskueliggjøre dette ved å tenke oss en løsavleiring som bare

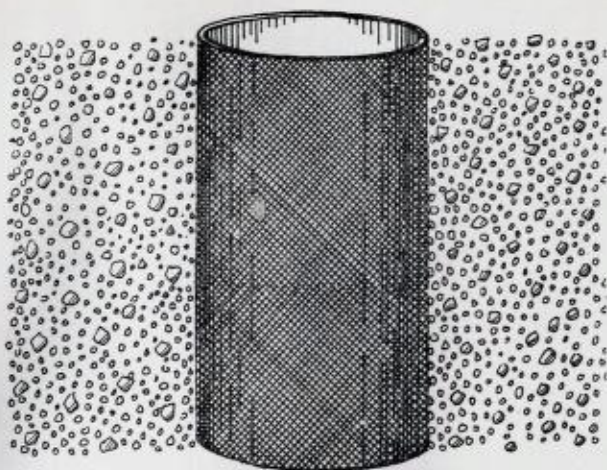


Fig. 7. Dukfilteret gir stor sammenhengende inntaksflate.

består av en bestemt kornstørrelse. Velger vi åpninger i filteret større enn denne kornstørrelse, vil løsmassene passere filterveggen uten at det dannes noen form for utvikling av filterflaten. Tilførselen av korn vil aldri stoppe, og vannet blir ikke rent. I slike tilfelle har det vist seg at duk- eller tressefilterne gir de beste resultatene, særlig der hvor den bestemmende kornstørrelse er av liten dimensjon. Fordelen ved dukfiltere under disse omstendigheter er at en har en tynn filtervegg med en bestemt maskestørrelse. Overflaten er samtidig stor på grunn av sammenhengende dukflate. (Fig. 7).

Valg av gruskastningsfiltere under slike forhold som er beskrevet ovenfor, har i mange tilfelle vist dårlige resultater. Dette skyldes oppbygningen av den påstøpte gruskappe. Poreåpningene i et slikt filter vil variere sterkt på grunn av formen på de enkelte korn. Da veggen har en tykkelse på ca. 2,5 cm er det naturlig at motstanden vil bli stor. De enkelte sammenstøpte korn har ingen mulighet til forskyvning og kan derfor dårlig tilpasses i utviklingen av en større filteroverflate. (Fig. 8).

Enkelte korn vil passere filterveggen. Hovedmengden av kornene vil imidlertid trenge et stykke inn i filterveggen uten å komme igjennom. De vil kile seg fast. Det tilføres stadig flere korn som kiler seg fast mellom disse igjen. Tilslutt er filterveggen tett. Vi har bl. a. et eksempel på dette i en brønn i Sørkedalen. Materialet er her finsand og mojordarter. I denne massen ble det satt ned et gruskastningsfilter. Ved pumping fikk

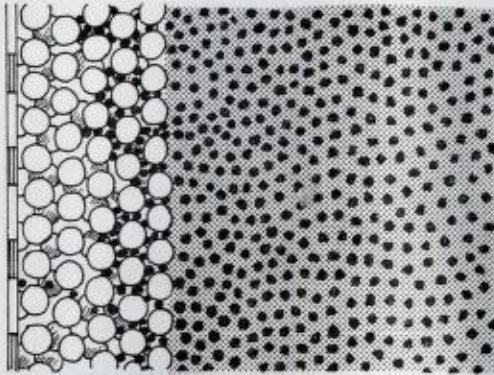


Fig. 8. I et gruskastningsfilter har de enkelte korn i filteret ikke muligheter for å forskyve seg, og filteret egner seg derfor dårlig for utvikling av en større filteroverflate.

en i begynnelsen noe vann, men etter en stund stoppet vanntilførselen helt. Vannet inneholdt svært lite finstoff. Filteret ble satt under vanntrykk ovenfra for å åpne porene, og det samme gjentok seg. Noe vann i begynnelsen, som etter en stund ble borte igjen. Grusfilteret ble da tatt opp og byttet med et dukfilter. Det var nå mulig kontinuerlig å pumpe 6000 l/time. Grusfilteret som ble tatt opp, viste seg å være helt tett. At kornene låser seg i filterveggen, nedsetter effekten betraktelig og kan som i tilfellet ovenfor, tette filteret helt.

Ved en rekke anlegg har grusfilterne gitt meget gode resultater. Dette gjelder særlig de store anleggene på Elverum og Rena. Forholdene har her imidlertid vært svært gunstige. Rørbrønnene er plassert i gamle igjenfylte smeltevannsløp som inneholder lite finstoff.

I avsetninger hvor kornstørrelsen varierer, er slissefilterne å foretrekke, fordi en ved disse filtertyper har muligheter for å forandre området omkring brønnen, slik at filterarealet blir større. (Fig. 9).

I Vågåmo har vi et eksempel på hvor viktig det er å velge riktige spalteåpninger. Tidligere nyttet en her elvevann til vannforsyningen, men på grunn av temperatursvingninger og høyt slaminnhold i flom- og nedbørsperioder måtte en finne en annen vannkilde. Løsavleiringene i dette området inneholder meget grovt materiale og byr på gode muligheter for uttak av grunnvann. For å få en billig løsning bestemte en seg for forsøksvis å basere det nye vannverket på 3 stk. 2" sandspisser. På grunn av den grove massen ble duken tatt av, slik at bare slissene i røret ble benyttet. På sandspissene er som regel slisseåpningene 4.5×25 mm.

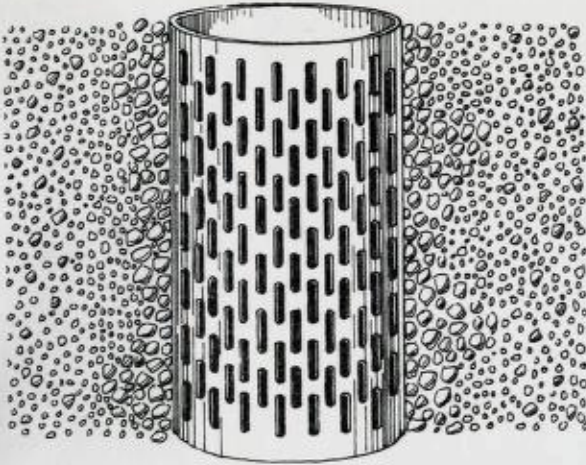


Fig. 9. I et slissefilter har en gode muligheter for å utvikle et naturlig filter utenfor det nedsatte filteret.

Disse åpningene var i største laget, men etter lang tids prøvepumping oppnådde en rent vann samtidig som vannmengden øket fra ca. 200 l/min. til ca. 600 l/min. De 3 brønnene ble plassert i en avstand av 7 m mellom hver. Da anlegget var ferdig og brønnene koblet inn, viste det seg at sandfilterne i pumpene ble fylt ganske fort med sand. Årsaken var at det ble nytted sugepumper. Hver gang pumpene startet, fyltes sandfilterne. Suget fra pumpene gjør at sand og gruskorn bindes fast til filterveggen. Når pumpene stanser, slår tilbakeslagsventilene inn. Dette forårsaker et sjokk som forplanter seg tilbake til filterne. Dette fører igjen til at kornene løsner på filterveggen og forstyrrer lagringen. Når pumpene igjen settes igang, vil det komme inn endel korn før lagringen binder seg igjen. Har en da for store spalteåpninger, er det meget vanskelig å stabilisere grusmassene omkring brønnen.

I Vågåmo måtte filteret av denne grunn skiftes. Under opptagningen av filterne prøvde en minst mulig å forstyrre det opparbeidede filterområdet. Dette gikk fint med den første brønnen. Inn i sandspissen ble det presset et plastikk slissefilter med 0.5×30 mm spalter. Så ble det hele plassert i samme hull som før. Ved pumping beholdt man samme vannmengde som før, og det kom ikke noe sand ved utslag av tilbakeslagsventilen. Meningen var å bruke samme metode for de andre brønnene. På grunn av for store forstyrrelser i massene under opptagningen og nedsettingen førte imidlertid ikke dette frem. Ved pumping ga ikke

brønnene mer enn ca. 100 l/min. Det var ingen sandføring. Slissene var for små, samtidig som det opparbeidede filterområdet var blitt helt forandret. En skiftet til filtere med åpning 1.5×50 mm. Forsøkene viste at også disse slissene var for smale. Vannmengden øket riktignok endel, men fremdeles var det altfor liten sandføring. På ny ble filterne skiftet. Nå til 2×50 mm slisseåpninger. Etter gjentatte operasjoner gikk vannføringen opp i 600 l/min. og ved stopp og igangsetting av pumpen ble det nå ingen masseansamling i sandfilteret når tilbakeslagsventilen slo ut. I dette tilfellet viste det seg at vannmengden øket når bredden av slissene gikk opp til 2 mm. Det var altså her en kornstørrelse mellom 1.5 og 2 mm som måtte fjernes før en kunne få maksimal vannføring.

Dette eksemplet er tatt med for å vise at valget av spalteåpninger er meget viktig og av avgjørende betydning for effekten av hver enkelt brønn.

Størrelsen av filterets overflate.

Filterets overflate er avhengig av gjennomtrengeligheten og tykkelsen av de vannførende lag og den vannmengde en ønsker å ta ut. Disse forhold kan bestemmes enten ved forutgående grunnundersøkelse eller ved direkte drivning av rørbrønnen. Ved direkte drivning av jorddrivningsrør binder en seg til en bestemt diameter, slik at det bare er lengden av filterne som kan varieres. Beregningen av filterets overflate kan enten skje ved pumpeforsøk, som er den sikreste måte, eller ut fra kornfordelingskurver. Når overflaten skal bestemmes på grunnlag av siktekurver, må kurven være konstruert på basis av prøver som en vet er tatt nøyaktig. Fra siktekurven kan størrelsen beregnes etter følgende:

$$d = \frac{Q}{v \cdot h}$$

Q = m³ vann pr. sek. som ønskes

v = hastigheten imot filteret i m/sek.

h = filterets lengde i m

d = filterets diameter i m.

Hastigheten v taes ut av sikteskjema.

Erfaringsmessig har en kommet frem til at hastigheten kan settes slik:

0.002 m/sek. når 40 % av kornstørrelsen er mindre enn 1 mm.		
0.001 m/sek. » 40 %	—»—	0.5 mm.
0.0005 m/sek. » 40 %	—»—	0.25 mm.

Tabell for filterstørrelse.

Kornstørrelse	v	Filterdiam.
40 % 1 mm	0.002 m/sek.	$d = \frac{Q}{0.006 \cdot h}$
40 % 0.5 mm	0.001 m/sek.	$d = \frac{Q}{0.003 \cdot h}$
40 % 0.25 mm	0.0005 m/sek.	$d = \frac{Q}{0.0015 \cdot h}$

Ved beregning på dette grunnlag må en være oppmerksom på at det her er regnet en høy sikkerhetskoeffisient.

Høyden av filterne bør være lengst mulig, og under alle omstendigheter dekke de gunstigste vannførende skiktene. Erfaringene viser at jo lengere filter, dessto lengere levetid får brønnen.

Summary.

Well screens.

The principles and the different types of well screens are explained. Several examples from Norwegian water works are given.

Litteratur.

- Skjeseth, Steinar.* 1959. Rørbrønner på Rena og Elverum. Meddelelser fra Vannboringsarkivet nr. 8. N.G.U. nr. 205, p. 160-173.
- Skjeseth, Steinar og Klemetsrud, Tidemann.* 1962. Rørbrønner. Meddelelser fra Vannboringsarkivet nr. 12. N.G.U. nr. 215, p. 87-101.