

lertid, at fællesudnyttelsen organiseres rigtigt under hensyn-tagen til gårdenes størrelse og driftsplan og derigennem til den mængde arbejde, som skal udføres til forskellige tidspunkter. Ved denne fremgangsmåde vil man kunne sikre sig, at man ikke tager flere gårde med i fællesskabet, end at traktor og traktorfører vil kunne overkomme arbejdet til de rigtige tidspunkter, hvorved muligheden for uenighed vil blive ringe.

Formindskes grundvandsreserven?

Af afdelingsgeolog, mag. scient. *Th. Sorgenfrei*,
Danmarks Geologiske Undersøgelse.

I løbet af de sidste ti år er der fremkommet stadig hyppigere meddelelser om vandmangel i vandindvindingsboringer og -brønde fra alle landets egne. I frisk erindring står endnu meddelelserne om svigtende vandtilførsel til hovedstadens område i september—oktober 1949 og den deraf følgende diskussion i dagbladene.

Problemet, om der er ved at indtræde en kronisk vandmangel i landet som helhed, eller om det kun er bestemte egne, der er ramt, og hvad årsagen kan være til en eventuelt indtruffet manglende vandtilstrømning til brønde og boringer, er derfor meget aktuelt og angår efterhånden en ganske betydelig del af landets befolkning. Da der således utvivlsomt er et behov for almindelig orientering i spørgsmålet, vil vi i det følgende se lidt nærmere på, hvorledes sagen ser ud fra et geologisk synspunkt. Baggrunden herfor er, at der som bekendt er en nøje sammenhæng mellem jordlagenes natur og deres vandføring.

For at skabe en mulighed for en systematisk behandling af afhængighedsforholdet mellem jordlagene og deres vandføring indsættes i sin tid i Loven om Vandindvinding (Lov Nr. 54 af 31. Marts 1926) bestemmelsen om, at der til det geologiske rigsinstitut, Danmarks Geologiske Undersøgelse, skulle

indsendes meddelelse om alle boringer, som udføres med henblik på vandindvinding, ledsaget af oplysninger om de gennemboede jordlag, deres vandføring, grundvandspejlets beliggenhed o. s. v. En følge heraf er, at man ved Danmarks Geologiske Undersøgelse har den bedste lejlighed til at studere forholdene vedr. grundvandet; det er erfaringerne fra dette arbejde, som vil blive belyst i den følgende fremstilling.

Betingelsen for, at der opstår fersk grundvand i jordlagene i et bestemt område, er, at nedbøren eller en del af den har en mulighed for at trænge ned i jorden.

Normalt fordamper en del af nedbøren, noget løber overfladisk af gennem grøfter, vandløb o. lign., og resten synker ned i jorden som nedsivningsvand. Det er dog ikke sikkert, at alt nedsivningsvandet fortsætter nedad, idet vegetationen som bekendt er storforbruger af vand, og desuden kan det også ske, at noget af nedsivningsvandet indfanges af drænledninger, gennem hvilke det føres bort fra stedet, hvor nedbøren faldt. I overensstemmelse med de forskellige måder, nedbøren således opfører sig på, efter at den har nået jordens overflade, og af hensyn til den saglige vurdering af grundvandsforholdene, er det derfor praktisk i en oversigt at tale om 1) fordampningen, 2) afstrømningen og 3) nedsivningen.

Den del af nedsivningsvandet, der ikke indfanges af plantorødder eller drænledninger, fortsætter nedad gennem porerne mellem jordpartiklerne, indtil den når ned i en vis dybde, under hvilken alle porer er vandfyldte. Dette er det egentlige grundvandsområde. Graves en brønd ned under denne dybde, vil der efterhånden trænge vand ind i brønden, indtil vandspejlet har nået en højde, der nogenlunde svarer til det niveau, neden for hvilket alle porer er vandfyldte. Vandspejlet i brønden repræsenterer grundvandspejlet.

Erfaringen viser, at grundvandspejlet i almindelighed ikke findes i samme højde over et større område, for så vidt som terrænet ikke er horizontalt. Grundvandspejlet danner øjensynlig en mere eller mindre ujævn bølgende flade, som stort set afspejler jordens topografi i mere udglattet form. Højtliggende terræn har således forholdsvis højtliggende grundvand-

spejl, mens der til dale ved jordoverfladen almindeligvis også svarer dale i grundvandspejlet. Denne lov er naturligvis forenelig med, at der *kan* indtræffe tilfælde, hvor et lavtliggende terræn ligger *dybere* end grundvandspejlet, idet vandstandsende lag forhindrer grundvandet i at trænge op i dette terræn. En boring, der føres ned til et vandførende lag et sådant sted, vil vise vandstand over terræn. Man siger, at boringen står under artesisk tryk, eller at den giver springvand. Nivelles vandstanden, vil man ved sammenligning med omkringliggende observationssteder se, at der alligevel er tale om relativt lavt liggende grundvandspejl; jordens overflade ligger blot endnu dybere det pågældende sted.

Det er almindelig kendt, at tilstrækkelig stærk oppumpning af vand fra en brønd bevirker, at vandspejlet synker i brønden. Dette skyldes øjensynlig, at der ikke kan nå at strømme så meget vand ind i brønden, som der pumpes op. Standses pumpningen, vil vandspejlet imidlertid i løbet af kortere eller længere tid normalt atter indstille sig ved omtrent samme højde, som det havde før pumpningen. M. h. t. hastigheden, hvormed vandspejlet kan indstille sig ved sin tidligere højde, gør der sig ganske tydeligt forskelle gældende fra brønd til brønd. Dette skyldes først og fremmest, at lagene, hvorfra vandet kommer, er af forskellig beskaffenhed. Er der tale om groft sand eller grus, er vandet i stand til at strømme hurtigt ind, da porerne mellem kornene er forholdsvis store og således kun hindrer grundvandets bevægelse forholdsvis lidt, mens vandet bevæger sig betydeligt langsommere i fin-kornede lag.

Er porerne i lagene i grundvandsområdet så store, at vandet kan bevæge sig i dem, siges lagene at være vandførende, mens de kaldes for vandstandsende, såfremt bevægelsen er så ringe, at den praktisk taget er lig nul.

Gennem vandførende lag i grundvandsområdet strømmer grundvandet ganske langsomt fra steder med højtliggende vandspejl mod områder med lavtliggende vandspejl og vil til sidst ende i havet. Teoretisk kunne man herefter tænke sig denne transport fortsat, indtil vandspejlet stod horizontalt

i højde med havet. Den stadig faldende nedbør bevirker dog, at der indtræder en balancetilstand forinden. Grundvandspejlets stilling, således som vi iagttager det i brønde, er netop udtryk for en sådan balancetilstand.

»Naturlige« faktorer som fordampning, afstrømning og ned-sivning er ikke alene afgørende for, hvorledes grundvandet opfører sig. Allerede ved omtalen af dræningen var vi inde på et fjerde felt, der kan kaldes menneskets indflydelse på grundvandet. Af altoverskyggende betydning er i denne sammenhæng forbruget af grundvand til drikkevand o. a., idet dette forbrug har været uafbrudt stigende som følge af stadig større hygiejniske krav, stigende befolkningstal og stigende oppumpning af grundvand til industribrug.

Følgerne af denne menneskelige udnyttelse af grundvandet er i princippet det, der er ridset op under omtalen af pumpningen i brønde: Vandspejlet synker som følge af oppumpningen. Oppumpningen sker normalt således, at sænkningen af vandspejlet er konstant, det vil sige, at der til brønden netop strømmer den vandmængde, man pumper op. Fortsatte vandspejlet med at synke, ville det være ensbetydende med, at man til sidst tømte laget, hvorfra vandet kommer.

Der er i og for sig intet i vejen for, at man kunne føre sin brønd eller boring ned til større dybde for at finde bedre vandførende lag, såfremt man ikke opnåede de vandmængder, som er ønskelige ved den dybde, brønden er ført ned til. Det er dog vigtigt at gøre opmærksom på, at man erfaringsmæssigt ved, at der de fleste steder i Danmark i en vis dybde findes saltvand i lagene. Årsagerne hertil er forskellige og skal ikke diskuteres her; vigtigt er det blot at erindre, at der nedadtil findes en grænse for ferskvandet. Der findes altså en ganske bestemt mængde ferskvand i lagene. Der er absolut ikke tale om ubegrænsede mængder.

Efter dette kan man opstille et regnskab for det ferske grundvand. Da en størrelse som mængden af nedsivningsvand ikke nemt kan måles direkte, indgår den ikke som sådan i regnskabet, der nemmest kan opstilles på følgende måde: Indtægtsside: Nedbør. — Udgiftsside: Fordampning, afstrømning,

dræning og det menneskelige forbrug af grundvand til drikkevand, industri o. s. v.

Da der som nævnt kun er ganske bestemte og begrænsede mængder af grundvand til stede, skulle de to sider af regnskabet helst balancere. I overskriften til denne artikel er det spørgsmål stillet, om en sådan balance i virkeligheden er til stede.

På dette sted må imidlertid straks bemærkes, at besvarelsen af spørgsmålet, om grundvandsreserven formindskes, er overordentlig vanskelig. Det kan ikke besvares generelt for landet som helhed og i mange tilfælde end ikke for forholdsvist vel undersøgte egne, da så mange ukendte faktorer har indflydelse på problemerne. I erkendelse af den store både samfundsmæssigt-tekniske og videnskabelige betydning man må tillægge virkelig saglig erkendelse på dette felt, er der af Akademiet for de tekniske Videnskaber nedsat et udvalg »Vandbalanceudvalget« til undersøgelse af de faktorer, som har indflydelse på grundvandet. I udvalget findes repræsentanter for vandteknikken og for statens videnskabelige instituter, der arbejder på områder med forbindelse til dette felt.

Metoderne for undersøgelserne skal ganske kort ridses op.

Måling af nedbørmængden. Som bekendt er der af Meteorologisk Institut oprettet talrige stationer til måling af nedbør. Ved hjælp af materialet, som på denne måde fremskaffes, kan man nå til et tilnærmelsesvis rigtigt talmæssigt udtryk for nedbørmængden, der falder over landet.

Fordampningen er en størrelse, som meget vanskeligt lader sig bestemme. Flere klimatiske faktorer har indflydelse herpå (sol, vind, nedbør, luftens fugtighedsgrad o. s. v.), desuden spiller også plantevækstens art, grundvandets beliggenhed o. s. v. en betydelig rolle.

Afstrømningen lader sig lettere tilnærmelsesvis beregne, idet langt den største del af den overfladiske afstrømning til havet sker igennem vandløbene. Arealet, som afvandes, kan beregnes, og vandmængden, der strømmer igennem et bestemt vandløbstværsnit, kan måles. Sådanne målinger foretages til stadighed af Det danske Hedeselskab.

Dræningens størrelsesorden på udgiftssiden er endnu ikke tilstrækkeligt belyst. Det er af afgørende betydning i de enkelte tilfælde at få undersøgt, om vandet, der på denne måde afledes fra et bestemt område og således unddrages grundvandet på stedet, på sin senere vej mod havet overhovedet har nogen mulighed for atter at blive tilført grundvandet. Hvis dette ikke er tilfældet, må dræningsvandet afskrives som tab. Opmærksomheden må i denne sammenhæng også rettes mod den dræning, der sker som følge af vandløbsregulering. Selv om man i enkeltheder endnu ikke kender den talmæssige størrelse for dræningens og reguleringens sænkning af grundvandspejlet, kan der ikke herske tvivl om, at der sker en vandspejlssænkning som følge af disse ændringer i de naturlige forhold.

Det menneskelige forbrug af grundvand kan måles direkte, selv om det i praksis ikke i øjeblikket er muligt at gennemføre en konsekvent måling af de oppumpede vandmængder. Oftest må man lade sig nøje med meget tilnærmede beregninger, der f. eks. støtter sig til, at man kender de igangværende pumpe- omtrentlige ydeevne pr. time. Målingen af oppumpede vandmængder lader sig på denne måde oftest lettest gennemføre, hvor talen er om større anlæg med maskinel drift, som f. eks. ved fællesvandværker og industrialæg. En i de enkelte tilfælde nedsat landvæsenskommission, der er den juridiske myndighed, som har tilsynet med fordelingen af grundvandet, vil oftest pålægge sådanne anlæg at føre regnskab over de oppumpede vandmængder. Ved mindre, private borer og brønde må man derimod lade sig nøje med endnu mere usikre skøn.

Vi har i det foregående set, at det er forbundet med en del vanskeligheder at nå til en nøjagtig bestemmelse af de størrelser, der indgår i naturens grundvandsregnskab. Det er derfor heldigt, at man ved over et længere tidsrum at måle grundvandspejlets beliggenhed i særligt udvalgte måleboringer er i stand til ret nøje at bedømme selve balancen på regnskabet. En forudsætning for, at en boring kan bruges som måleboring, er, at den ligger på steder, hvor grundvandspejlet

ikke sænkes påviseligt som følge af større vandindvindingsanlæg i nærheden. Helst skal der endvidere være tale om en boring eller brønd, hvorfra der ikke pumpes, eller hvorfra der pumpes yderst lidt, og dernæst er det også af betydning, at boringen ligger i nærheden af en nedbørsmålestation. Man har herved en mulighed for direkte at kunne sammenligne variationer i grundvandspejlets højde over et vist tidsrum med nedbørsmængden for samme tid. Det er indlysende, at stigende vandspejl betyder forøgelse af grundvandsreserven, mens faldende vandspejl viser, at vandmængden formindskes.

Ved Hjælp af måleboringer af denne art og med den skitserede beliggenhed (uden indvirkning som følge af oppumpning) skulle det være muligt at registrere de naturlige variationer i grundvandsreserven, som skyldes variationer i *nedbør*.

Iagttagelsesmateriale over grundvandspejlets periodiske svingninger er af stor betydning i det praktiske liv efter de erfaringer, man har gjort i lande som U. S. A., Tyskland o. s. v., hvor målestationer af den skitserede art har været i drift over en længere årrække. Også herhjemme kommer man oftere og oftere ud for tilfælde, hvor kendskab til grundvandspejlets variation er nødvendigt. Et enkelt eksempel skal nævnes.

De forskellige landvæsenskommissioner, som med mellemrum behandler ansøgningerne om vandindvindingsret, skal nogenlunde beregne de vandmængder, man må tage ved et bestemt vandværk. Teoretisk burde man kun tage så meget vand, som årligt siver ned i grundvandsområdet; tager man mere, er man begyndt at formindske »grundvandsreserven«. Da man som nævnt meget vanskeligt kan nå til nogen sikker beregning af nedsivningsprocenten, må man ofte ty til ret omtrentlige vurderinger. Man går ud fra, at ca. $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ eller $\frac{1}{6}$ af nedbøren over et areal bliver til grundvand alt efter de forskellige influerende faktoreres betydning. Er man nu i besiddelse af en observationsrække over vandspejlets stilling uden for indvindingsområdet, kan man beregne, om den ved pumpningen frembragte sænkning i indvindingsområdets opland er passende.