

Standard Norge fremlegger følgende forslag til Norsk Standard til kritikk:

**prNS 3056 Krav til borede brønner i berg til
vannforsyning og energiformål**
*Requirements to drilled wells in rock for water
withdrawal and energy purpose*

Høringsfrist: 2012-04-27

Standardforslaget er utarbeidet og anbefalt sendt ut til høring av SN/K 521 *Komité for Grunnvannsbrønner til vann- og energiforsyning.*

Komiteens mandat har vært å utarbeide krav til grunnvannsbrønner til vann- og energiforsyning. Komiteen skal kartlegge relevante norske og internasjonale standarder innenfor området og definere behovet og omfanget for ny standard når det gjelder krav til

- Utførelse av brønner
- Produkt (ferdig brønn)
- Prosjektering/planlegging
- Teknisk utstyr
- Innregulering av brønnen
- Rapportering
- Annet

Komiteen skal vurdere og foreslå hva som skal ligge innenfor NS 3420 og hva som eventuelt skal defineres i en ny standard for brønner. Den skal foreslå eventuelle endringer i NS 3420 Del G.

Innkomne kommentarer vil bli behandlet av komiteen SN/K 521.

Komiteens medlemmer er:

Dag Refling, Huseiernes Landsforbund (leder)
Einar Østhassel, MEF
Nicolay Biørn-Lian, Kommunenes Sentralforbund, KS
Geir Veslegard, Hallingdal Bergboring as
Sylvi Gaut, NGU
Rikard Lie, Østfold Brønnboring as
Knut R. Robertsen, Asplan Viak
Panagiotis Dimakis, NVE
Guro Brendbekken, RIF

SNs prosjektleder, Tom Erik Larsen (TLa@standard.no)
Rolf Duus (rdu@standard.no)

Gi dine kommentarer innen fristen for uttalelse på dette nettstedet (<http://www.standard.no/no/Standardisering/Standarder-pa-horing/>) eller de kan sendes til:

Rolf Duus
rdu@standard.no
Standard Norge
Postboks 242
326 LYSAKER

Krav til borede brønner i berg til vannforsyning og energiformål

Requirements to drilled wells in rock for water supply and energy purpose

Krav til borede brønner i berg til vannforsyning og energiformål

Innhold

Forord	2
Orientering	2
1 Omfang	3
2 Normative referanser	3
3 Definisjoner	3
4 Forberedelse – Planlegging	5
4.1 Befaring og forundersøkelse	5
4.2 Plassering av brønn	5
4.3 Boreentreprenørens ansvar	6
4.4 Oppdragsgivers ansvar	6
4.5 Bestilling av brønn	7
5 Krav til utstyr	7
5.1 Generelt	7
5.2 Boreutstyr	7
5.3 Fôringsrør	7
5.4 Brønnhode	7
6 Gjennomføring av boreoperasjonen	8
6.1 Boring av brønner	8
6.2 Kontroll av tetthet mellom fôringsrør og berg	8
6.3 Registrering av data under boring	8
6.4 Sikring av brønn	8
6.5 Særskilte krav for brønner til vannforsyning	9
6.5.1 Brønnhode	9
6.5.2 Boredybde	9
6.5.3 Kapasitetsprøving av brønner	9
6.5.4 Anbefalte analyseparametere for drikkevann til enkelthusholdninger	9
6.6 Særskilte krav for brønner til energiformål	10
6.6.1 Vannspeil	10
6.6.2 Brønnhode	11
6.6.3 Kollektor	11
7 Gjentetting av brønn	11
8 Rapportering og dokumentasjon	11
8.1 Boreentreprenørens vurdering av brønnen	11
8.2 Dokumentasjonskrav etter boring	11
8.3 Reklamasjon	12
Tillegg A (informativt) Sjekkliste forundersøkelse – Boring av brønn	13
Tillegg B (informativt) Kontrakt for boring av brønn til vannforsyning	14
Tillegg C (informativt) Kontrakt for boring av brønn til energiuttak	16
Tillegg D (informativt) Eksempler på bønnhoder	18

Tillegg E (informativt) Beskrivelse borebrønn i berg	20
Tillegg F (informativt) Dokumentasjon av brønncapasitet og hydrauliske egenskaper	23
Litteratur	28

Forord

NS 3056:2012 ble fastsatt i xxxx 2012.

NS 3056:2012 er utarbeidet av standardiseringskomité SN/K 521 *Grunnvannsbrønner*. Komiteen har bestått av representanter fra Hallingdal Bergboring as, Huseiernes Landsforbund, KS, Rådgivende ingeniørers forening (RIF), Maskinentreprenørenes forbund (MEF), Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Østfold Brønnboring as.

Orientering

Det etableres et stort antall borede brønner for vannforsyning og energiuttak i Norge hvert år. Formålet med denne standarden er å gi enhetlige krav til plassering, utforming, utførelse og installasjon i brønner for best mulig å ivareta grunnvannets kvalitet og sikre fremtidig bruk.

I tillegg er standardens hensikt å bidra til å videreutvikle profesjonaliteten i brønnboringbransjen, og til å oppnå enighet om tekniske utførelser. Den skal også medvirke til å gi klare ansvarsforhold og kontrakter mellom oppdragsgiver (forbruker/brønneier) og boreentreprenør.

Standarden tar spesielt for seg borede brønner til privat bruk. For større anlegg utføres det normalt grunnundersøkelser etter mer omfattende kravspesifikasjoner enn det som er angitt i denne standarden. Likevel anses kravene gitt i denne standarden som forslag til veiledende minimumskrav for større anlegg.

Standarden minner også om offentlige plikter i forbindelse med etablering av brønner, som rapporteringsplikten til den nasjonale brønn databasen, og vil dermed bidra til en bedre nasjonal oversikt over eksisterende brønner. Dette er nyttig for å oppnå en bedre felles kommuneforvaltning av borede brønner.

1 Omfang

Denne standarden gir krav til borede brønner i berg til privat bruk til

- vannforsyning
- energi for kjøling og oppvarming

Standarden omfatter etablering av brønn avsluttet med brønnhode. For energibrønner omfatter standarden i tillegg montering av kollektorslange i brønn.

Standarden omfatter ikke brønner til peile- og undersøkelsesformål.

For brønner i løsmasser er det gitt enkelte krav til utførelse i NS 3420 del G.

2 Normative referanser

Dette dokumentet inneholder ingen normative referanser.

3 Definisjoner

I denne standarden gjelder følgende definisjoner:

3.1

adapter

gjennomføring av stigerør fra pumpe i føringsrør eller brønnrør

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.2

akvifer

én eller flere geologiske formasjoner med tilstrekkelig porøsitet og permeabilitet til at en betydelig mengde grunnvann kan strømme gjennom

3.3

arbeidsrør

rør som følger boringen og stabiliserer hullet midlertidig

MERKNAD 1 Kan senere fungere som føringsrør eller brønnrør.

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.4

artesisk

vanntrykket i akviferen står over toppen av akviferen

MERKNAD Gir seg ofte utslag i at vann renner ut av brønnen uten at man må pumpe.

3.5

berg

masser i jordskorpen med en enakset trykkfasthet på mer enn 0,25 MPa

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.6

borebrønn

brønn som er boret i berg eller løsmasser

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.7

boreentreprenør

den som har ansvar for utføringen av boringen

3.8

borekaks

fast masse, nedknust berg eller løsmasser (jord) som tas opp fra borehullet under boring av brønn

3.9

brønn

gravd eller boret sjakt/hull i løsmasser eller berg for å utvinne grunnvann, kjøling og/eller varme fra grunnen

3.10

brønnhode

avslutning mot fôringsrør eller brønnrør ved terreng

MERKNAD Se tillegg E for eksempler på brønnhoder.

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.11

boreprotokoll

dokumentasjon av borearbeid

MERKNAD Boreforløp, geologi, borsynk, vanngiverevne m.m.

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.12

filterrør

rør med åpninger for inntak eller tilførsel av vann

[KILDE: NS 3420-G:2008, 3.1.30 Modifisert – MERKNAD Strøket "gass"]

3.13

fôringsrør

rør for stabilisering eller tetting av borehullsveggen

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.14

grunnvann

vann som gjennom naturlig eller kunstig infiltrasjon i grunnen helt fyller opp hulrom, porer og åpne sprekker i løsmasser og berggrunn

3.15

kapasitetsprøving

metode for å fastlegge brønnens vanngiverevne (kapasitet)

3.16

løsmasse

masser i jordskorpen med en enakset trykkfasthet på mindre enn 0,25 MPa

3.17

mansjett

tetting mellom brønnvegg og formasjon (bergformasjon)

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.18

markvann

vann i umettet sone

3.19

overflatevann

vann i elver, bekker, dammer og innsjøer

3.20**rørbrønn**

borebrønn i løsmasser, der brønnen består av filterrør og brønnrør

[KILDE: NS 3420-G:2008]

3.21**stigerør**

rør fra pumpe og opp til brønnhode

[KILDE: NS 3420-G:2008 – Modifisert – MERKNAD Byttet rekkefølge brønnhode og pumpe]

4 Forberedelse – Planlegging**4.1 Befaring og forundersøkelse**

Boreentreprenøren skal foreta en befaring med forundersøkelse før boring settes i gang.

Boreentreprenøren skal:

- avklare oppdragsgivers behov, det vil si behov for vannmengde eller energi;
- vurdere eventuell fare for skader i forbindelse med fremføring av borerigg;
- avklare hvordan utstyret skal transporteres til boreområdet, hvor utstyret skal plasseres og kartlegge tilgjengelighet til elektrisitet;
- kartlegge plassering og utforming av nærliggende brønner, både i bruk og ikke i bruk, som kan påvirke den planlagte brønnen og hvordan den planlagte brønnen kan påvirke eksisterende brønner;
- vurdere vannbalansen/energibalansen under eiendommen samt andre hydrogeologiske forhold som terrengtype, løsmasser/berg, antatt dyp til vannivå, antatt helning på grunnvann, sensitive leiravsetninger, akviferens sårbarhet herunder akvifertype og struktur, jordarter og mektighet av umettet sone;

MERKNAD Den nasjonale grunnvannsdatenbanken ved Norges geologiske undersøkelse (NGU) kan gi informasjon om nærliggende etablerte brønner og i noen tilfeller om dyp til grunnvannet i det aktuelle området. NGUs øvrige databaser kan gi informasjon om de geologiske forholdene. Sammenstilling av eksisterende data kan forenkle omfanget av undersøkelsene.

- vurdere sannsynlig innstrømningsområde til ny brønn og mulig tilstrømming fra bekk, elv samt eventuelt behov for drenering;
- kartlegge og vurdere forhold som kan påvirke vannkvaliteten;
- kartlegge og vurdere potensielle forurensningskilder på eiendommen og influensområdet for øvrig, se 3.2.

I tillegg A er det gitt en sjekklister til bruk i forundersøkelsen.

4.2 Plassering av brønn

Resultatene fra forundersøkelsen skal legges til grunn for plassering av brønnen. Det skal være enighet mellom boreentreprenør og oppdragsgiver om brønnplassering før utstyret fraktes til eiendommen.

Generelt bør en brønn plasseres oppstrøms og så langt unna som mulig eventuelle forurensningskilder slik som septiktanker, avløpsanlegg, jordbruksområder og fjøs, oljetanker eller industriområder. Avstanden er avhengig av type forurensning og grunnforhold samt grunnvannets strømningsretning. Energibrønner med lukket system kan ha mindre strenge krav dersom det tettes mot berg eller løsmasseakvifer.

For å unngå skade på drenering eller bygning bør brønnen anlegges minst 5 meter fra husvegg.

Plassering skal alltid vurderes i forhold til nærliggende brønner. Anbefalte minimumsavstander er gitt i tabell 1.

Tabell 1 – Anbefalte minimumsavstander mellom brønner

Brønntype	Anbefalt minsteavstand
Bergbrønn (vann) – Bergbrønn (vann)	30 m
Bergbrønn (vann) – Bergbrønn (energi)	30 m
Bergbrønn (energi) – Bergbrønn (energi)	20 m
Bergbrønn (vann) – Rørbrønn (vann)	20 m
Bergbrønn (energi) – Rørbrønn (vann)	20 m

Disse avstandene er likevel ingen garanti for at påvirkning mellom brønner ikke kan forekomme. Dersom de anbefalte minsteavstandene ikke kan oppnås kan skrå brønner etableres eller det bør vurderes spesielle tiltak ved brønnutformingen som å fore brønnen dypere eller sette ned mansjett.

MERKNAD 1 Mansjett kan forhindre at forurenset overflatevann kommer inn i brønner eller at brønner renner over på grunn av trykkreduksjon i grunnen.

Ved vesentlige avvik fra de gitte minimumsavstandene skal årsak til avviket oppgis.

MERKNAD 2 For hyttebrønner vil det ofte ikke være mulig å oppnå anbefalte minsteavstander fordi mulig plassering på egen eiendom er begrenset. For vannforsyningsbrønner vil et godt tiltak være utføring av den øverste del av brønnen, for eksempel ned til cirka 20 meters dybde.

Brønnen skal plasseres slik at den er lett tilgjengelig for inspeksjon, bytte av pumpe og adkomst med borerigg for eventuelt vedlikehold. Brønnen bør aldri plasseres inne i en bygning, bortsett fra i et pumpehus som kan løftes vekk.

4.3 Boreentreprenørens ansvar

Boreentreprenøren er ansvarlig for borearbeidet både når det gjelder kvaliteten på utførelsen av brønnen og for sikkerheten. Arbeidet skal overholde gjeldende helse-, miljø- og sikkerhetsregler.

Boreentreprenøren svarer for skade som skyldes teknisk feil ved utstyret eller uaktsom arbeidsutførelse. Når slike forhold medfører skade på borehull, kan boreentreprenøren i samråd med oppdragsgiveren velge å bore nytt hull i tilsvarende dybde som det skadete. Det ødelagte hullet bør tettes igjen. Medfører boringen følgeskader på oppdragsgiverens og/eller naboers eiendom og disse ikke omfattes av tilbudet, har boreentreprenøren erstatningsansvar overfor oppdragsgiveren/naboen i den grad dette følger av alminnelige erstatningsregler.

I de tilfeller der boreentreprenøren har gjort oppdragsgiveren spesielt oppmerksom på fare for ras i borehullet, har boreentreprenøren intet ansvar for raset når raset har sin årsak i grunnens beskaffenhet og boringen ellers er blitt utført faglig forsvarlig, se tillegg A.

For brønner til vannforsyning har boreentreprenøren ansvar for lovet vannmengde.

For energibrønner avsluttes boring når det oppstår store vannmengder som påvirker det ytre miljøet.

EKSEMPEL Vanninntrenging i kjeller til naboeiendommer.

Det skal opplyses om at arbeidet vil bli meldt til den nasjonale grunnvannsdatabasen.

MERKNAD Jmf. Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring og grunnvannsundersøkelser.

4.4 Oppdragsgivers ansvar

Oppdragsgiver er ansvarlig for påvisning av

- eiendomsgrenser;
- plassering av tekniske installasjoner i grunnen;
- andre underjordiske anlegg og installasjoner;

Med mindre annet er avtalt er oppdragsgiver ansvarlig for fjerning/deponering av borekaks. Boreentreprenøren kan gi anslag på mengden forventet borekaks.

Oppdragsgiver er ansvarlig for at boreentreprenøren får adkomst til borestedet. Oppdragsgiver skal eventuelt sørge for tildekking av bygninger i henhold til boreentreprenørens angivelser.

4.5 Bestilling av brønn

Priser bør gis som enhetspriser. Tilbudet på boring av brønn bør inneholde følgende:

- signert tilbudsbrief med vilkår eller kontrakt med vedlagt utfylt sjekklister (se tillegg A);
- informasjon om usikkerhet med hensyn til vannmengde, vannkvalitet og energi;
- beskrivelse av brønntilforming som dybde, diameter, rørlengde og forsegling/sikring;
- maksimal boreddybde
- problemer som kan oppstå med brønnen, for eksempel rasfare, artesiske brønner, uegnet vannkvalitet;
- hva som er oppdragsgivers ansvar;
- hva som er boreentreprenørens ansvar;
- informasjon om antatt mengde borekaks.

For brønner til vannforsyning bør tilbudet i tillegg inneholde:

- forventet vannmengde;
 - MERKNAD Vannmengde anslås basert på erfaringsdata. Eksakte verdier er ikke mulig å angi. Store variasjoner for brønner i berg. Må ikke forveksles med vannmengdegaranti.
- forhold som kan påvirke vannkvaliteten
 - EKSEMPEL Salt grunnvann ved sjøen og jernholdig vann i brønner boret nær myrområder.
- informasjon og tilbud om vannanalyser, se 5.6.4.

Alle relevante forhold oppføres i tilbudet/kontrakten mellom boreentreprenøren og oppdragsgiver, herunder tidsfrister, ansvarsfordeling, forsikringsforhold, priser, avregning, mv.

Informativ tillegg B gir eksempel på kontrakt for boring av brønn til vannforsyning og informativ tillegg C gir eksempel på kontrakt for boring av brønn til energiuttak.

5 Krav til utstyr

5.1 Generelt

Materialer som er i kontakt med forbruksvann skal ikke avgi stoffer som forringer vannets bruksmessige kvalitet.

5.2 Boreutstyr

Boreutstyret skal være dimensjonert i forhold til boringen som skal utføres. Det skal benyttes en boredimensjon som gir tilstrekkelig brønnavolum i forhold til forventet bruk..

5.3 Føringrør

Føringrøret skal være av stål eller egnet plastmateriale. Minimum veggtykkelse på stål føringrør skal være 4 mm. Dimensjoner skal være tilpasset krav til borehulldiameter i berg.

Eksempel Føringrør av stål med dimensjon 168,3 mm x 5,0 mm ± 0,5 mm anvendes normalt for brønndiameter 140 mm. Dersom det er spesielle forhold, slik som store dybde eller ekstra korrosivt miljø bør større veggtykkelse på føringrøret vurderes.

Sveisingen mellom to føringrør skal være tett og tåle forventet trykk. Sveiseskjøt skal ha samme styrke som røret.

5.4 Brønnhode

Brønnhode kan ha forskjellige konstruksjoner avhengig av brønntype, se tillegg D.

Brønnhode skal tette mot toppen av føringrør og utstyr montert i brønnen. Hensikten er å holde fremmedlegemer og overflatevann ute fra brønnen.

6 Gjennomføring av boreoperasjonen

6.1 Boring av brønner

Det skal ikke komme vann inn i brønnens øverste 6 m fordi dette vannet kan være forurenset. Boringen starter bestandig med å bore et arbeidsrør gjennom eventuelle løsmasser og minimum 1,5 meter ned i fast berg. Det skal brukes minimum 3 meter langt fôringsrør. Fôringsrøret skal ha større innvendig diameter enn borehullet i berget og bores gjennom løsmasser og ned i fast berg. Hensikten med dette er å hindre at sand, stein, grus, leire osv. kommer inn i brønnen. Det skal også forhindre overflatevann og markvann å trenge inn i brønnen. Det er derfor viktig at det er tett mellom utvendig rørvegg og berg, se tillegg D. Tettingen kan gjøres med bentonitt, sement, skum eller svellegummipakning. Utført tetting skal dokumenteres i boreprotokollen.

Sikkerheten under nedsetting av fôringsrør skal bestandig vurderes. Det er viktig at trykkluften fra borhammeren under hele arbeidsoperasjonen har fri tilgang opp av fôringsrøret. Dette hindrer at løsmassene rundt fôringsrøret blir forstyrret i vesentlig grad.

Særlig aktsomhet skal vises ved boring i fin sand, silt og marine leirer. Hvis fôringsrøret tettes og luft blir blåst ut i grunnen, kan det forårsake skader på terreng og bygninger i nærheten.

I områder med marin leire kan det også være kvikkleire. Her vil overtrykk i grunnen kunne forårsake leirras. Avhengig av stedlige forhold bør det i områder med kvikkleire vurderes alternativ boremetode/verktøy for nedsetting av fôringsrøret.

Det er viktig å ha minst mulig overtrykk i brønnen under boring. Blir overtrykket for stort, vil dette kunne påvirke nærliggende brønner slik at de produserer grumsete vann for en kortere eller lengre periode.

Etter avsluttet boring skal brønnen rengjøres med luft og vann og sikres med midlertidig eller permanent brønnhode.

Informativt tillegg E inneholder beskrivelse av forskjellige brønntyper.

6.2 Kontroll av tetthet mellom fôringsrør og berg

Tettingen mellom fôringsrør og berg kontrolleres ved å fylle hullet med vann og kontrollere at vannstanden holder et konstant nivå over 5 minutter. Denne kontrollen skal utføres etter at spalten mellom fôringsrør og berg er tettet og før videre boring av uføret hull i berg. Resultat føres inn i boreprotokoll.

Etterkontroll kan også utføres ved å montere mansjett ved underkant av avsluttet fôringsrør i berg og foreta ny vannstandsregistrering. Alternativt kan vannivået i brønnen senkes med pumpe til nedenfor fôringsrøret og man kan eventuelt høre, eller inspisere brønnen med videokamera for å se om det kommer vann inn i brønnen ved tettingen.

6.3 Registrering av data under boring

Under boring skal følgende registreres med angivelse av dybde:

- Vanninnslag, spesielt de første 30 m;
- Knusningssoner og ustabile og spesielt løse partier;
- Skifte i farge på borekaks;
- Alle spesielle særegenheter som påtreffes.

Referansepunktet skal være den laveste kant på topp fôringsrør. Dette gjelder både for skråborede og vertikale brønner.

6.4 Sikring av brønn

Brønnens framtidige bruk vil være avgjørende for hvilke løsning som blir valgt til sikring av brønnen. Energibrønner blir vanligvis avsluttet under marknivå. Da bør brønnen sikres med nedgravd kumring og lokk i marknivå. Dette gir god beskyttelse av brønnhodet og muligheter for inspeksjon og vedlikehold, om dette blir nødvendig.

For brønner til vannforsyning bør fôringsrøret stikke opp minimum 0,2 m over terrengnivå. Terrenget skal helle vekk fra brønnen, enten naturlig eller ved kunstig oppbygging slik at overflatevann ikke samler seg rundt brønnen, men dreneres vekk.

Der brønnen avsluttes under marknivå i kum med lokk i bakkeplan, skal kummen ha drenering. Brønnhodet skal stå minst 20 cm over bunn kum.

MERKNAD Hovedhensikten med brønnsikringen er å holde uvedkommende (dyr og mennesker) borte fra installasjonene og hindre inntrenging av overflatevann. Samtidig må det være enkel tilgang til brønninstallasjonene for tilsyn og vedlikehold.

6.5 Særskilte krav for brønner til vannforsyning

6.5.1 Brønnhode

Brønner til vannforsyning skal bestandig ha lufting for å unngå undertrykk i brønnen. Undertrykk kan resultere i innsug av overflatenært vann.

6.5.2 Boreddybde

For vannforsyning bores det til en treffer vann av tilstrekkelig mengde eller avtalt maksimal boreddybde. Brønnen skal ha et forsvarlig brønnvolum som fungerer som utjevningsmagasin for dimensjonerende vannmengde.

6.5.3 Kapasitetsprøving av brønner

Det skal utføres en kapasitetsprøving av brønner til drikkevann for å dokumentere at den avtalte vannmengden i brønnen er tilgjengelig. Kapasitetsprøving bør utføres etter én av følgende metoder:

- Blåsing med luft etter eller under boring med måling av vannmengde;
- Stigningsregistrering over tid av vannivå for beregning av vannmengde;
- Prøvepumping i 1 døgn med registrering av vannmengde og vannivå. Utpumpet vann ledes vekk.

MERKNAD Stigningstest eller prøvepumping gir et mer nøyaktig resultat enn blåsing. Stigningstest er enklest å gjenta dersom man ønsker å undersøke om kapasiteten har endret seg over tid.

Blåsing benyttes ikke til dokumentering av vannmengden. Blåsing og stigningsregistrering med eksempel er beskrevet i tillegg F.

6.5.4 Anbefalte analyseparametere for drikkevann til enkelthusholdninger

Før vannet fra en brønn tas i bruk som drikkevann, bør det gjennomføres mikrobiologiske og fysikalsk-kjemiske vannanalyser. Analyser av vannprøver bør utføres av akkrediterte laboratorier. Laboratoriet kan gi anvisninger på hvordan prøvene skal tas. Tabell 2 gir oversikt over anbefalte analyseparametere og grenseverdier i henhold til Drikkevannsforskriften.

Tabell 2 – Oversikt over anbefalte analyseparametere og grenseverdier¹

Parametere	Grenseverdier	Kommentar
Mikrobiologisk		
<i>E. Coli</i>	0 per 100 ml	
Koliforme	0 per 100 ml	
Kimtall	Dersom antallet overskrider 100 per ml skal årsaken undersøkes	Dette er ikke en grenseverdi i henhold til drikkevannsforskriften, merknad 1
Fysikalsk-kjemisk		
Farge, lukt og smak	Uten framtrødende lukt, smak eller farge	
Turbiditet	1 FNU (Formazine Nephelometric Unit)	Mål for reduksjon av gjennomsiktighet i vannet forårsaket av uoppløst materiale

¹ For informasjon se www.grunnvann.no

Parametere	Grenseverdier	Kommentar
Fargetall ^{a)}	20 mg/l Pt	Fargetall er et mål på vannets farge fra fargeløst til nyanser av gult og brunt.
pH	pH 6,5 – 9,5	Vannet skal ikke være korrosivt.
Ledningsevne	250 mS/m	Mål for vannets totale saltinnhold.
Aluminium (Al)	0,2 mg/l	
Arsen (Ar)	10 µg/l	
Bly (Pb)	10 µg/l	
Fluorid (F)	1,5 mg/l	
Jern (Fe)	0,2 mg/l	
Mangan (Mn)	0,05 mg/l	
Kadmium (Cd)	5,0 µg/l	
Kalsium (Ca)	Grenseverdi ikke satt	For vurdering av hardhet til vannet.
Magnesium (Mg)	Grenseverdi ikke satt	For vurdering av hardhet til vannet.
Klorid (Cl ⁻)	200 mg/l	
Nitrat (NO ₃ ⁻)	10 mg/l	
Totalt nitrogen (Tot N)	Grenseverdi ikke satt	For vurdering av mulig forurensning fra landbruk.
Sulfat	100 mg/l SO ₄ ²⁻	
Hardhet ^{a)}	hardhet i °dH	Se merknad 2 under.
Radon	100 Bq/l	Trenger ikke måles dersom det er dokumentert at verdiene er vesentlig under grenseverdien.

^{a)} Vannets hardhet uttrykkes oftest som °dH ("hardhetsgrader").

MERKNAD 1 Det vises til gjeldende forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). Forskriften gir minimum anbefalte parametere og grenseverdier for drikkevann.

MERKNAD 2 Oversikt over vannets hardhet relatert til hardhetsgrader (°dH).

< 4 °dH	4-8 °dH	8-12 °dH	12-18 °dH	18-30 °dH	>30 °dH
Svært bløtt	Bløtt	Middels bløtt	Noe hardt	Hardt	Svært hardt

Dersom man er nær gartnerier, golfbaner eller arealer med intensiv grønnsaksproduksjon, bør man analysere for sprøytemidler/pesticider.

Det samme kan være aktuelt dersom brønnen er nær annen dyrket mark, og det i den første vannprøven påvises nitrogeninnhold > 1 mg/l.

I nærheten av gruvedrift, deponier og industri kan det være aktuelt å analysere på flere metaller og miljøgifter. Dette bør vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Prøver til vannanalyser skal tas tidligst 5 uker etter at brønnen er ferdigstilt under forutsetning av at brønnen er jevnlig belastet under perioden, se F.1.3 i tillegg F.

6.6 Særskilte krav for brønner til energiformål

6.6.1 Vannspeil

Vannspeilet i brønnen skal bestandig registreres fordi det normalt er den vannfylte delen det hentes energi fra.

6.6.2 Brønnhode

Brønner som avsluttes under marknivå, skal ha vanntett brønnhode, både mot føringsrør og kollektor. Kollektorslangene skal samtidig være festet i brønnhodet slik at bevegelse unngås.

6.6.3 Kollektor

Kollektoren består vanligvis av to tynnveggede PE-rør med et speilsveiset U-bend i bunnen. U-bendet skal ha beskyttelseskappe og bør være trykkprøvd av produsent. Kollektoren skal ikke ha andre skjøter i brønnen enn speilsveiset U-bend. Kollektorslangen skal være dimensjonert til å tåle trykket den kan bli utsatt for.

Kollektoren bør monteres så snart som mulig etter at brønnen er ferdig boret og renses. Montering bør utføres ved hjelp av slangemater. Ved montering er det viktig å unngå skarpe kanter eller knekk på kollektoren som kan medføre skader.

Valgt kollektor skal tilfredsstillende aktuelle krav til trykkklasse. Væsken som sirkulerer i kollektoren, skal være frostbeskyttet. For dype brønner (> 300 meter) bør det benyttes en frostvæske med høy egenvekt (monoetylenglykol) for å unngå at kollektoren blir klemt sammen som følge av utvendig/innvendig trykkdifferanse.

Kollektorvæsken som benyttes, skal ikke være helse- eller miljøfarlig.

MERKNAD Kollektorvæsker som benyttes er blant annet denaturert etanol, glykol og saltløsninger.

7 Gjentetting av brønn

Brønner som har uheldig påvirkning på vannbalansen eller på det ytre miljøet bør forsegles. Borehull som ikke lenger er i bruk bør tettes.

Ved tetting skal følgende oppfylles:

- tetningsmaterialet skal ikke ha negativ påvirkning på grunnvannets kvalitet;
- oppfylling av tetningsmaterialet skal foregå fra bunnen av brønnen og oppover;
- kollektorslangen i borehullet skal være dimensjonert til å tåle det trykket som dannes av tetningsmaterialet.

8 Rapportering og dokumentasjon

8.1 Boreentreprenørens vurdering av brønnen

Boreentreprenøren skal vurdere brønnens kapasitet. Dette kan gjøres på grunnlag av blåsing/stigningsobservasjon for å avgjøre når brønnen er dyp nok og boringen kan avsluttes. Samtidig skal det gjøres en enkel prøving av vannets kvalitet basert på lukt, smak og farge. Videre analyse av vannet er oppdragsgiverens ansvar, se 5.6.4. I samråd med oppdragsgiveren bestemmes det om prøvepumping skal foretas for å finne ut om det langsiktige tilsiget er tilstrekkelig i forhold til ønsket kapasitet.

Prøvepumping betales av oppdragsgiveren etter avtale.

8.2 Dokumentasjonskrav etter boring

Følgende dokumentasjon skal minimum foreligge etter boring av en brønn:

- boreprotokoll med koordinater for brønn (Brønnskjema iht. Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring og grunnvannsundersøkelser);

For drikkevannsbrønn skal i tillegg følgende dokumenteres om det er utført:

- pumpemontering;
- prøvepumping;
- vannanalyser etter avtale med oppdragsgiver.

For komplett energibrønn skal i tillegg dokumenteres:

- protokoller for sveisearbeider.

8.3 Reklamasjon

Reklamasjon på avtalt vannmengde skal snarest meldes boreentreprenøren og senest 12 måneder etter at boringen er avsluttet. Bli det bekreftet ved prøvepumping at oppgitt vannmengde er lavere enn avtalt vannmengde, forplikter boreentreprenøren å iverksette kapasitetsøkende tiltak eller kreditere feilaktige kostnader. Prøvepumping utføres i slike tilfeller uten kostnad for oppdragsgiveren. Kapasitetsøkende tiltak skal være gjennomført innen 6 måneder etter reklamasjonen er framsatt og kostnaden dekkes av boreentreprenøren. Brønnen skal i denne tiden ikke bygges inn, slik at boreentreprenøren får uhindret adgang til borehullet. For kapasitetsøkende tiltak, se E.2.2 i tillegg E.

Dersom oppdragsgiveren forlanger at boringen skal avbrytes grunnere enn avtalt maksimumsdybde bortfaller boreentreprenøren tilleggsytelse for den avtalte vannmengden.

Viser utført prøvepumping etter reklamasjon at tilsiget tilsvarer eller er større enn det som er avtalt, skal oppdragsgiveren betale for prøvepumpingen samt tilbakebetale eventuell tidligere avkortning av faktura som følge av redusert vannmengde.

Reduseres avtalt vannmengden på grunn av tiltak utført av oppdragsgiver eller av nabo mv. gjelder ikke forpliktelsen til avtalt vannmengde.

EKSEMPEL Sprenging, tunellarbeid med mer.

Tillegg A (informativt) Sjekkliste forundersøkelse – Boring av brønn

Denne sjekklisten bør inngå som del av arbeidsavtalen mellom boreentreprenøren og oppdragsgiver. Skjemaet er et hjelpemiddel for boreentreprenøren slik at viktige momenter som har betydning for sluttresultatet av en boring ikke blir oversett eller glemt. Samtidig skal den beskrive og opplyse oppdragsgiver om hva som er boreentreprenørens ansvar og hva som er oppdragsgivers ansvar i forbindelse med boreoppdraget.

Navn:		Adr. oppdragsgiver:		
Borestedadr		Fylke:		Kommune:
Gnr:	Bnr:	Fnr:	Seks.nr:	Kartref:

Brønnen skal brukes til: Vannforsyning : Energiuttak:

Boreentreprenøren er ansvarlig for å vurdere:

Løsmasse: Sand Grus Morene Leire Myr
Topografi: Skog Landbruk Hagelandskap Myrlendt Bart berg Urbant
 Løsmassemektighet Dybde til grunnvannspeil Helningsvinkel grunnvannspeil
 Informer om borkaks Dokumentere vannmengde Hydrogeologisk vurdering
 Prosjektore brønndiameter og maks. boredybde Plassering av brønn i samråd med oppdragsgiver
 Informere om store vannmengder, rasfare og forskjell på vannkvalitet og vannmengdegaranti

På forespørsel fra boreentreprenøren skal oppdragsgiver påvise	Ja	Nei	Oppdragsgivers ansvar	Ja	Nei
	Eiendomsgrenser				Fjerning av borkaks
Avløpsanlegg på eiendom			Tildekke hus/konstruksjoner		
Avløpsanlegg på naboeiendom			Dokumentere vannkvalitet		
Brønner på eiendom			Fremtidige arbeider på eiendom		
Brønner på naboeiendom			Adkomst til borested		
Nedgravde oljetanker på eiendom			Varsling til naboer		
Sprengningsarbeid på eiendom			Ligger eiendom i LNF område		
Kabel, rørgrøfter på eiendom			Reguleringsplaner som kan påvirke boring		
Gamle avfallsdeponier i influensområde			Tuneller/tilfluktsrom eller lign		
			Fornminner i umiddelbar nærhet		
Merknader:					

Sted, dato, oppdragsgiver

Sted, dato, boreentreprenør

.....

.....

Tillegg B (informativt)

Kontrakt for boring av brønn til vannforsyning

Dette kontraktformularet har til formål å regulere kontraktsforhold der en part (boreentreprenøren) påtar seg brønnboringssopdrag for den annen part (oppdragsgiveren).

Oppdragsgiver:.....	Tlf.....	G.nr.....	B.nr.....
Adresse:		Kommune:.....	
Boreentreprenørens navn:.....		Tlf.....	
Adresse:.....			

BESKRIVELSE AV OPPDRAGET MED PRISOVERSLAG:

Boringen vil skje på anvist sted, som er godkjent av oppdragsgiveren og boreentreprenøren. Boreentreprenøren påtar seg å veilede oppdragsgiveren i valg av borested, samt bore med det formål å finne vann. Boreentreprenøren påtar seg å gjennomføre oppdraget på en faglig forsvarlig måte.

Boreentreprenøren påtar seg ansvaret for nedenfor oppgitte vannmengde. Boreentreprenøren har kun påtatt seg ansvaret for angitt vannmengde og ikke vannkvalitet.

Aktivitet	Priser
Fast pris for boring ned til 20 m fra marknivå inkl. transport/rigging	
For boring per meter dypere enn 20 m	
Tillegg for nedboring av stålrør	
Trykking	
Annet	

Alle priser er inkl. mva. Prisoverslaget per enhet får ikke overskrides vesentlig, og i alle fall ikke med mer enn 15 %.

Boreentreprenøren påtar seg ansvaret for at brønnen med diameter.....mm skal giliter vann per døgn ved maks dybde.....meter.

Andre opplysninger:

.....

Boreentreprenøren tilbyr seg også å levere pumpeanlegg

Dersom oppgitt vannmengde ikke blir oppnådd etter avtalt dybde, forplikter boreentreprenøren å foreta kapasitetsøkende tiltak som trykking eller sprengning til pris som nevnt i tilbudet.

Dersom garantert vannmengde ikke er oppnådd etter kapasitetsøkende tiltak, betaler oppdragsgiver kr..... Dette er fulgt og helt oppgjør fort boringen.

BETALING:

Arbeidet utføres på løpende regning.

Arbeid på løpende regning/evt. endrings- og tilleggsarbeid faktureres med:

Timepris etter avtale	
Løpemetar pris etter avtale	
Materialpris etter avtale inkl. mva	

Betaling for avtalt arbeid skal skje innen.....dager etter fakturadato.

Betaling av avdragsnota skjer i henhold til særskilt avtalt betalingsplan.

Ved forsinket betaling skal det betales forsinkelsesrenter i henhold til lov av 17. desember 1976 nr.100 om renter ved forsinket betaling.

FORBEHOLD:

Prisoverslaget innebefatter ikke graving og installasjon av elektrisk strøm. Boreentreprenøren påtar seg intet ansvar for ras i borehullet etter avsluttet boring når raset har sin årsak i grunnens beskaffenhet.

ARBEIDETS PÅBEGYNNELSE OG AVSLUTNING:

Boringen beregnes påbegynt i uke.....og forventes å ta ca.....dager

Andre betingelser:

.....
.....

SÆRSKILTE AVTALEVILKÅR:

.....
.....

Dette tilbudet er bindende idager fra tilbudsdato

.....
Sted/dato	Boreentreprenørens underskrift	Tilbudet aksepteres Oppdragsgiverens underskrift

AVBESTILLING:

Før oppdraget påbegynnes:

Ved avbestilling av inngåtte kontrakt, før oppdraget er påbegynt, betaler oppdragsgiveren et honorar til boreentreprenøren stort kr.....

Etter påbegynnelse:

Oppdragsgiveren har rett til å avbestille en tjeneste helt eller delvis før oppdraget er avsluttet mot å betale vederlag for den del av tjenesten som er utført. Oppdragsgiveren kan i særlige tilfeller bli erstatningspliktig hvis entreprenøren blir påført økonomisk tap som følge av avbestillingen, (hvtjl.§ § 39 og 40).

Vedlagt utfylt sjekkliste "Forundersøkelse – Boring av brønn".

Tillegg C (informativt)

Kontrakt for boring av brønn til energiuttak

Dette kontraktformularet har til formål å regulere kontraktsforhold der en part (boreentreprenøren) påtar seg brønnboringsoppdrag for den annen part (oppdragsgiveren).

Oppdragsgiver:.....	Tlf.....	G.nr.....	B.nr.....
Adresse:		Kommune:.....	
Boreentreprenøren:.....		Tlf.....	
Adresse:.....			

BESKRIVELSE AV OPPDRAGET MED PRISOVERSLAG:

Boringen vil skje på anvist sted, som er godkjent av oppdragsgiveren og boreentreprenøren. Boreentreprenøren påtar seg å veilede oppdragsgiveren i valg av borested. Boreentreprenøren påtar seg å gjennomføre oppdraget på en faglig forsvarlig måte.

Aktivitet	Pris
Fast pris for boring ned til.....meter, herav.....meter boring med stålrør	
Nedsetting kollektorslange oppfylt med % kjølevæske f	
Stålrør og nedboring av disse blir fakturert etter levert mengde og redusert/tillegg med pris per meter	
Annet:	

Andre opplysninger:

Innberegnet i vårt tilbud:

Støvdempende tiltak med vann fra oppdragsgiver

 r

Tett brønnhode

 r

Ikke innberegnet i vårt tilbud:

Borttransport av borekaks

 r

Tildekning av hus med plast

 r

BETALING:

Arbeidet utføres på løpende regning.

Arbeid på løpende regning/evt. endrings- og tilleggsarbeid faktureres med:

Timepris etter avtale	
Løpemetris pris etter avtale	
Materialpris etter avtale med påslag for mva	

Alle priser er inkl. mva. Prisoverslaget per enhet får ikke overskrides vesentlig, og i alle fall ikke med mer enn 15 %. Betaling for avtalt arbeid skal skje innen.....dager etter fakturadato.

Betaling av avdragsnota skjer i henhold til særskilt avtalt betalingsplan.

Ved forsinket betaling skal det betales forsinkelsesrenter i henhold til lov av 17. desember 1976 nr.100 om renter ved forsinket betaling.

Betalingsbetingelser er 15 dager etter levering, etter forfall beregnes morarente etter lov om forsinket betaling.

Ved forsinket betaling skal det betales forsinkelsesrenter i henhold til lov av 17. desember 1976 nr.100 om renter ved forsinket betaling.

FORBEHOLD

Om borehullet gir store mengder vann som skaper problem for omgivelsen eller det skulle oppstå ras i borehullet som forhindrer videre boring og montering av kollektorslange forbeholder vi oss retten til å bore flere hull til avtalt meter energihull er oppnådd. Hvis vannspeilet står dypere enn meter under bakkenivå, tas det forbehold om dypere boring.

Slutfaktura beregnes etter levert materiell og utført arbeid.

ARBEIDETS PÅBEGYNNELSE OG AVSLUTNING:

Boringen beregnes påbegynt i uke.....og forventes å ta ca.....dager

Andre betingelser:

SÆRSKILTE AVTALEVILKÅR:

.....

Dette tilbudet er bindende idager fra tilbudsdato

.....

Sted/dato

.....

Boreentreprenørens underskrift

.....

Tilbudet aksepteres
 Oppdragsgiverens underskrift

AVBESTILLING:**Før oppdraget påbegynnes:**

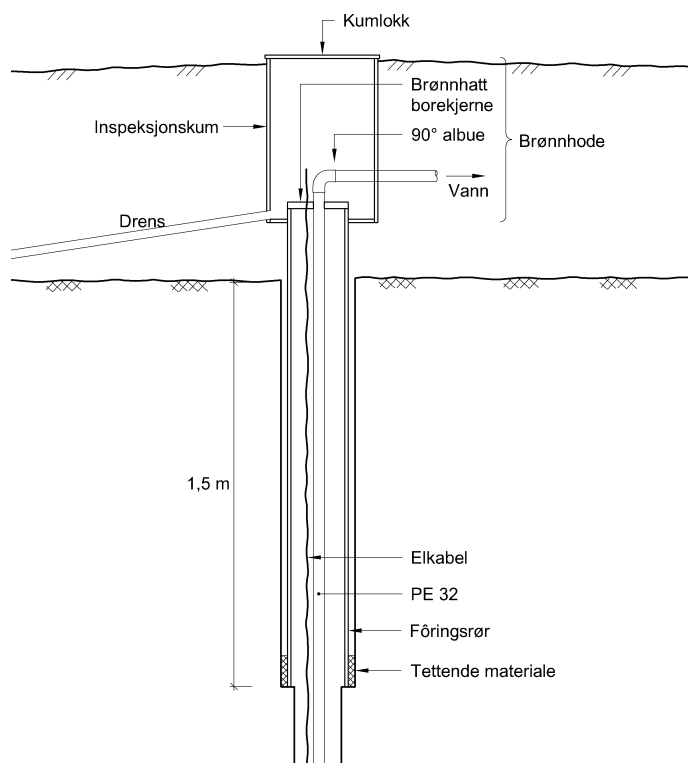
Ved avbestilling av inngåtte kontrakt, før oppdraget er påbegynt, betaler oppdragsgiveren et honorar til boreentreprenøren stort kr.....

Etter påbegynnelse:

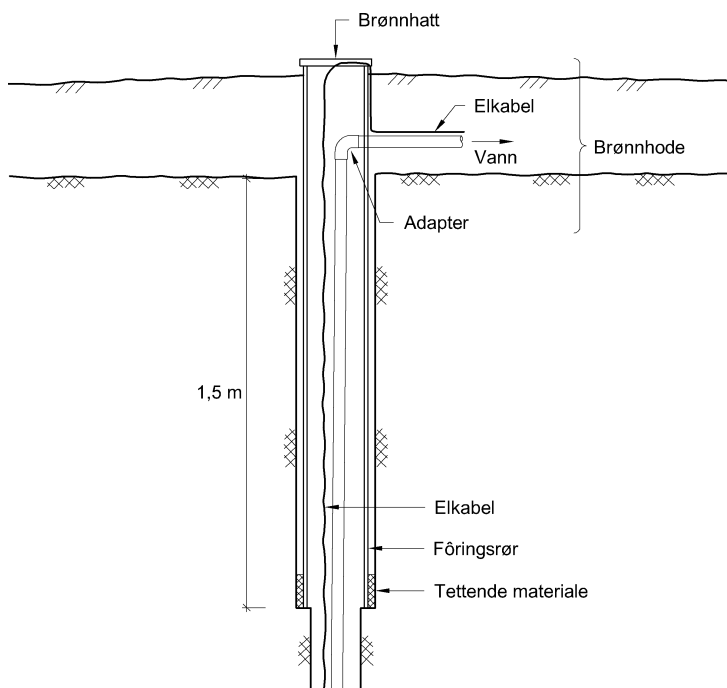
Oppdragsgiveren har rett til å avbestille en tjeneste helt eller delvis før oppdraget er avsluttet mot å betale vederlag for den del av tjenesten som er utført. Oppdragsgiveren kan i særlige tilfeller bli erstatningspliktig hvis entreprenøren blir påført økonomisk tap som følge av avbestillingen, (hvtjl. § 39 og 40).

Vedlagt utfylt sjekkliste "Forundersøkelse – Boring av brønn".

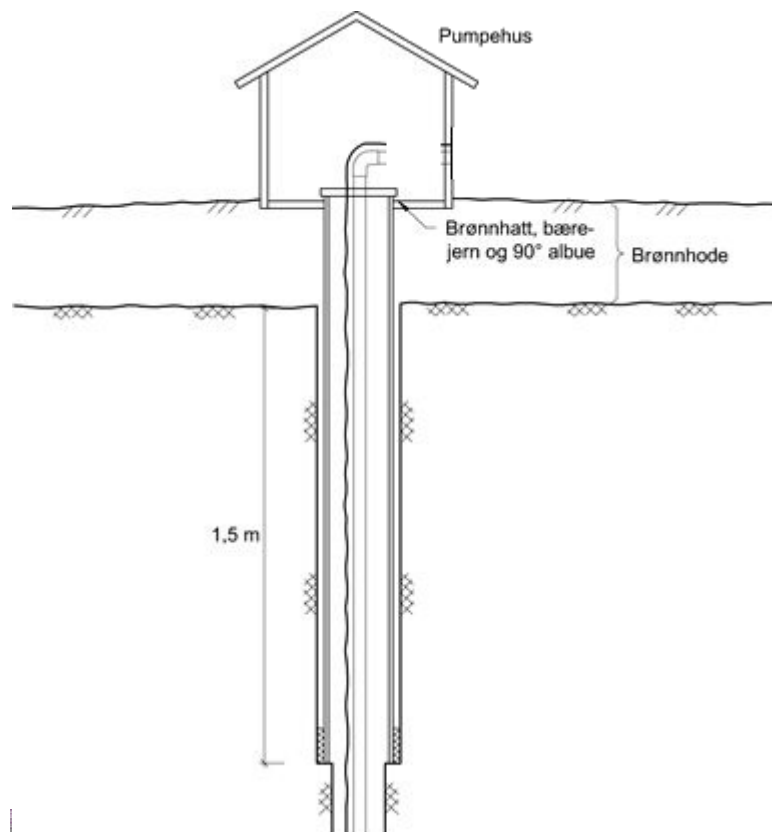
Tillegg D (informativt) Eksempler på bønnhoder



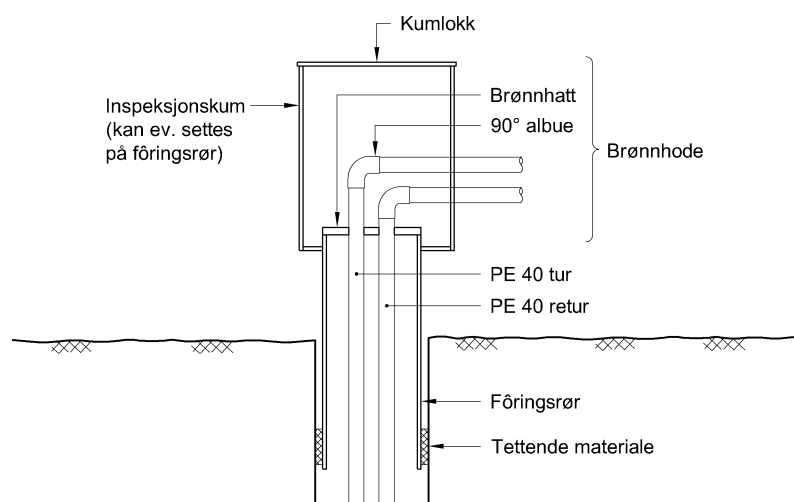
Figur D.1 - Brønnhode bestående av brønnhatt, bærekjerne og 90° albue. Brønnen er beskyttet med kumring. Denne løsning benyttes både til brønn for vannforsyning og energiformå



Figur D.2 - Brønnhode bestående av adapter, låsbar brønnhatt med koblingsboks for strøm. Dette er tilstrekkelig beskyttelse. Benyttes til brønn for vannforsyning



Figur D.3 - Brønnhode bestående av brønnhatt, bærejern og 90° albue. Brønnen er beskyttet med pumpehus. Benyttes til brønn for vannforsyning

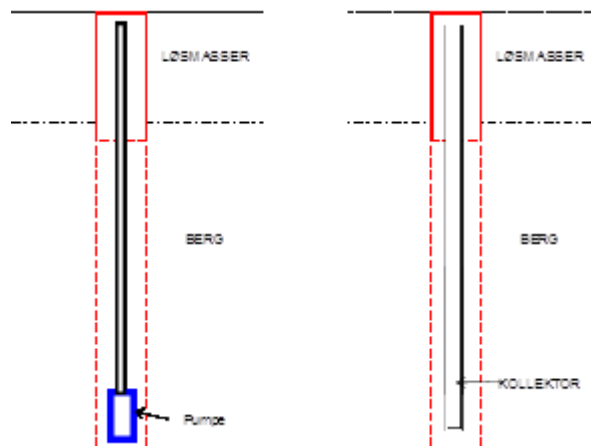


Figur D.4 Som del av brønnhodet inngår kumring med lokk eller eget skap, i tillegg til brønnhatt og albue. Dette er tilstrekkelig beskyttelse. Benyttes til energibrønn

Tillegg E (informativt) Beskrivelse borebrønn i berg

E.1. Utforming

I en bergbrønn tas normalt vann eller energi ut fra bergmassen, men det kan også tilføres vann eller varme til berggrunnen om brønner brukes til kjøling om sommeren. Skjematisk beskrivelse av hovedelementer for brønner i berg til vannforsyning og energiformål er vist i figur E.1.



Figur E.1 - Brønn i berg for vannforsyning (til venstre) og brønn i berg for energiformål (til høyre)

Bergbrønnen bores vanligvis med en bergkrone med diameter 140 mm (5 ½"). Valg av brønndiameter gjøres ut fra pumpediameter. Tabell E.1 angir anbefalte diameter hvor Q er levert vannmengde:

Tabell E.1 – Valg av brønndiameter ut fra kapasitet

Q m ³ /t	Borediameter i mm
0,1 - 7	140
5 - 20	165
15 - 45	215
30 - 80	280

En bergbrønn etableres normalt i to faser. Først bores føringsrøret gjennom løsmassene og ned i berg med senkhammer og rørdrivingsutstyr. Når føringsrøret er boret ned i berg, tettes mellomrommet mellom rør og berg med bentonitt og sementblanding. Dette for å beskytte brønnen slik at jord og/eller forurenset vann ikke kan komme inn i bergbrønnen. Generelt er det større risiko for negativ påvirkning av grunnvannet i bergbrønner når overdekningen av løsmasse i området rundt brønnen er liten og usammenhengende. Dette har sammenheng med at løsmasser har vesentlig større renssevne enn bergsprekker. Ved liten overdekning av løsmasser er det derfor ekstra viktig at føringsrøret er boret tilstrekkelig ned i berget og at tetting av spalten mellom føringsrør og berg er utført. Andre metoder for tetting slik som mansjett eller injeksjon av tettemasse i øverste del av bergmassen, bør utføres der risiko for eventuell forurensing av grunnvannet vurderes som betydelig.

Det anvendes nesten bare føringsrør av stål, men utvikling i boreteknikk kan gjøre at plastrør kan erstatte stål etter hvert. Ved berg i dagen eller svært grunn jordoverdekning (tynt dekke av løsmasser) er det mulig å etablere ett borehull med brystningskrone som gjør det mulig å sette ned et tykkvegget plastrør i borehullet uten rørdriving.

Når føringsrøret er etablert, bores et uføret hull i berg videre med bergkrone. Det er dette borehullet som er den aktive delen av brønnen enten for uttak av vann eller varme.

E.2. Brønn i berg til vannforsyning

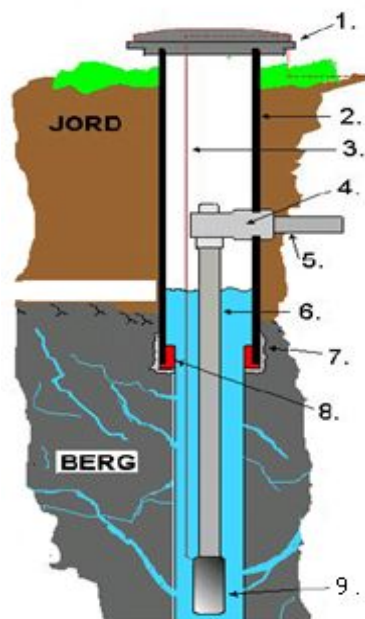
Kapasiteten på brønner i berg i Norge varierer fra noen få liter per døgn til mange tusen liter per time. De fleste bergartene i Norge er tette og en borebrønn må derfor krysse én eller flere vannførende sprekker i bergmassen for å gi vann. Kartlegging av sprekkesystemer kombinert med geologisk kunnskap ved etablering av bergbrønner er derfor viktige faktorer for å sikre brønncapasiteten ved at brønnen kan bores gunstig i forhold til berggrunnens oppsprekking. Det hender imidlertid at sprekker, uavhengig av bergart, kan være fylt med leire slik at de er tette.

Ved kysten der det er fare for inntrenging av saltvann bør maksimum brønndybde vurderes.

Dersom kapasiteten i en bergbrønn er for liten kan det utføres kapasitetsøkende tiltak som hydraulisk trykking eller sprenging med dynamitt. Slike tiltak må utføres med varsomhet og medfører risiko for forringelse av grunnvannskvaliteten.

Ved hydraulisk trykking presser man vann ned i borehullet under høyt trykk og vanntrykket utvider eksisterende sprekker eller åpner nye. For å oppnå høyt trykk settes en mansjett ned i brønnen. Mansjetten bør plasseres ut fra registrert boreprofil og med tilstrekkelig overdekning avhengig av blant annet topografiske forhold slik at ikke injisert vann lekker ut mot terrenget. Minimum anbefalt dybde for plassering av mansjett er 30 m ned i borehullet. Trykkingen kan medføre gjennomgang av spylevann til nærliggende bergbrønner. Dette vil medføre urent vann og fare for skade på pumpe og brønnkonstruksjoner. Sannsynligheten for å oppnå god effekt av trykking er størst i brønner som gir lite vann.

Sprenging med dynamitt utføres normalt med ladning i bunn av brønnen. For å ha effekt må den utføres i vannfylt brønn. Sprengning gir en risiko for ras i borehullet og utførende brønntrepreneur bør kontrollere at borehullet også er åpent etter sprengningen. Det er også en risiko for at fôringsrøret løftes og at det kommer inn vann ved overgang løsmasser/berg etter sprengningen.



E.2 – Eksempel på bergbrønn til vannforsyning

- 1) Brønnhatt, normalt i aluminium, for beskyttelse og med lufttilgang til brønnen
- 2) Fôringsrør, rør for tetting eller stabilisering eller tetting av borehullsveggen. Rør i stål eller plast og rør samt sveiseskjøter skal værere tette. Hinder løsmasser å trenge inn i brønnen
- 3) Elektrisk kabel til pumpe;
- 4) Adapter, tett gjennomføring i fôringsrøret fra stigerør til vannrør i grøft;
- 5) Vannrør i grøft;

- 6) Stigerør, rør fra adapter (brønnhode) og ned til pumpe for transport av vann;
- 7) Tett innfesting av fôringsrøret i berg;
- 8) Borsko, slagsko for hammerboring (mindre diameter enn innvendig stålrør;
- 9) Pumpe, dykket/nedsenket i korrosjonsbeskyttelsesmateriale og med vedlikeholdsfri undervannsmotor.

E.3 Energibrønn i berg

E.3.3 Generelt

Energibrønner i berg i kombinasjon med varmepumpe (geoenergianlegg) er en av de mest miljøvennlige og kostnadseffektive teknologier for produksjon av varme og kjøling til bygg, se figur E.2. Teknologien kan i prinsippet utnyttes på to måter; lukket eller åpent system.

E.3.3 Lukkede systemer

Boring av en eller flere bergbrønner til dimensjonerende dybde. I brønnen monteres det kollektor med sirkulerende frostvæske. Kollektoren fungerer som varmeveksler mot omkringliggende bergvolum og grunnvann.

E.3.3 Åpne systemer

Boring av en eller flere energibrønner. I brønnen monteres pumpe for uttak av grunnvann, tilsvarende system som for vannforsyning. Grunnvannet infiltreres normalt tilbake i grunnen (infiltrasjonsbrønner) etter utveksling av energi mot varmepumpen.

Lukkede systemer er det mest vanlige i Norge. Enkelte steder kan man imidlertid treffe på tilstrekkelige store vannmengder i grunnen som gjør at et åpent system er mer aktuelt. Kvaliteten på grunnvannet er av stor betydning for hvordan et åpent system prosjekteres og bygges.

Tillegg F (informativt)

Dokumentasjon av brønnkapasitet og hydrauliske egenskaper

F.1 Måling av kapasitet

F.1.1 Innledning

Målet med å etablere en brønn for vannforsyning er å oppnå tilstrekkelig vannmengde, med god kvalitet. En borebrønn benyttes gjerne daglig i mange år. Dessverre hender det at ytre omstendigheter, som sprengning eller graving i nærheten, påvirker brønnens kapasitet og/eller kvalitet etter noen år. Uten en skikkelig dokumentasjon av brønnen i form av vannprøver (mikrobiologisk og fysikalsk-kjemisk), kapasitetstesting og borelogg er det vanskelig for brønneier å påvise eller dokumentere denne type endringer.

F.1.2 Kapasitet bestemt ved blåsing

Trykkluften fra kompressor til borehammer blåser kontinuerlig opp borekaks og vann som påtreffes under boringen. Vannet som blåses opp, blir anslått for å avgjøre om tilstrekkelig kapasitet er oppnådd slik at boringen kan avsluttes. Dette er imidlertid ingen nøyaktig målemetode og egner seg ikke til å dokumentere brønnkapasitet.

F.1.3 Kapasitet bestemt ved stigningstest

Der brønnkapasiteten ikke er for stor, bør vanngiverevnen dokumenteres med en stigetest. Dette er en enkel metode og gir en god dokumentasjon av kapasiteten. I tillegg får en informasjon om brønnens *hydrauliske egenskaper*². Det er også en stor fordel at tilsvarende målinger kan utføres ved senere anledning med pumpen som leverer vann fra brønnen.

Forutsetningen for en god dokumentasjon er at noen enkle regler blir fulgt. Beskrivelse følger nedenfor.

- 1) Stigetesten bør utføres etter at brønnen har vært belastet i en periode på 2 - 4 uker. Belastningen skal beregnes ut fra brønnens framtidige bruk. Døgnbelastningen legges 10 % - 20 % over stipulert framtidig vannuttak. Vannstanden i brønnen måles før pumpa startes.
- 2) Under pumping senkes vannspeilet i brønnen. Hvor langt ned vil være avhengig av brønnens kapasitet og pumpestørrelsen.
- 3) Mål vannstanden i brønnen på laveste nivå.
- 4) Pumpen stoppes og målingen av stigende vannspeil starter. Til måling av vannspeil kan brukes:
- 5) a: elektrisk sonde (målebånd) som gir lys- og/eller lydsignal mot vannspeil.
- 6) b: automatisk trykksonde montert på samme dyp som målingen starter.
- 7) c: Akustisk sender som måler vannspeil fra brønnhode.
- 8) Ved manuelle målinger er det enklest å lese av tiden for hver meter vannstanden i brønnen stiger. Dette gir konstant stigning og variabel tid. Se F.2.1. Tiden avleses enten som totaltid³ eller intervalltid⁴.
- 9) Ved tolkning av data brukes både totaltid og intervalltid. Den ene beregnes ved hjelp av den andre. Se skjema med figurer (F.2.1 - F.2.3). Intervalltiden gir god informasjon om brønnens hydrauliske egenskaper.
- 10) Brønnens kapasitet beregnes ved hjelp av stigningstesten som vist i F.2.4.

Hvis brønnen har blitt belastet 4 - 6 uker på forhånd, er det også greit å ta vannprøver samtidig med stigetesten dersom dette skal utføres av boreentreprenør.

² Hydrauliske egenskaper: Informasjon om vanngiverevne, sprekker, osv..

³ Totaltid: Tiden som har gått siden stigetesten startet.

⁴ Intervalltid: Tiden mellom hver vannstandsmåling.

F.2 Eksempel på stigetest

Hensikt: Dokumentere kapasitet og egenskaper i brønnen

Brønntype: 160 mm skråboret bergbrønn. Totalt 101 meter dyp regnet fra topp foring.

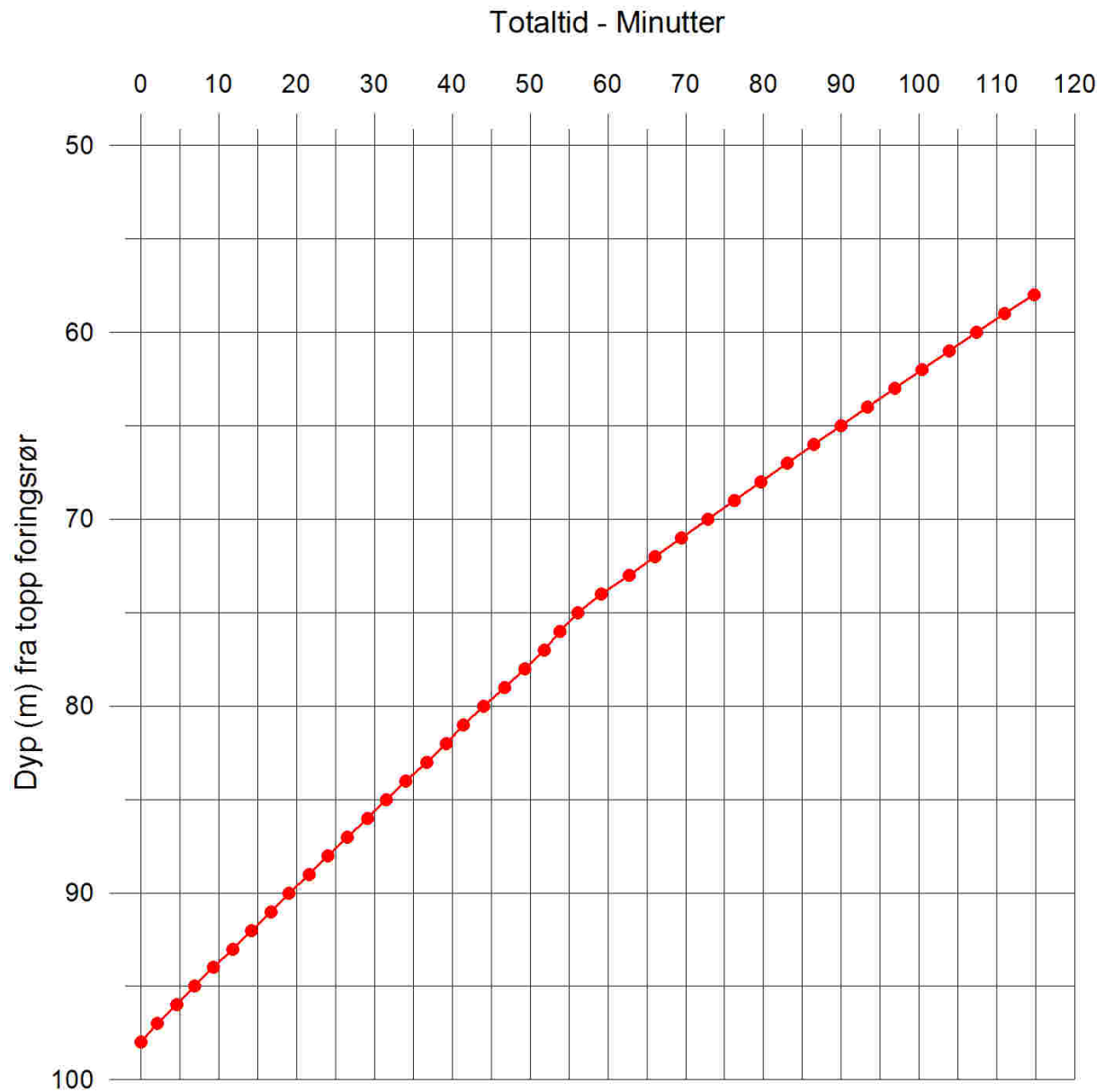
Andre opplysninger: Brønnen er nyboret. Den har blitt belastet med et vannuttak på cirka 5000 l/døgn i tre uker, men har ikke blitt belastet på 5 døgn før stigetesten ble utført.

F.2.1 Stigning målt i brønnen.

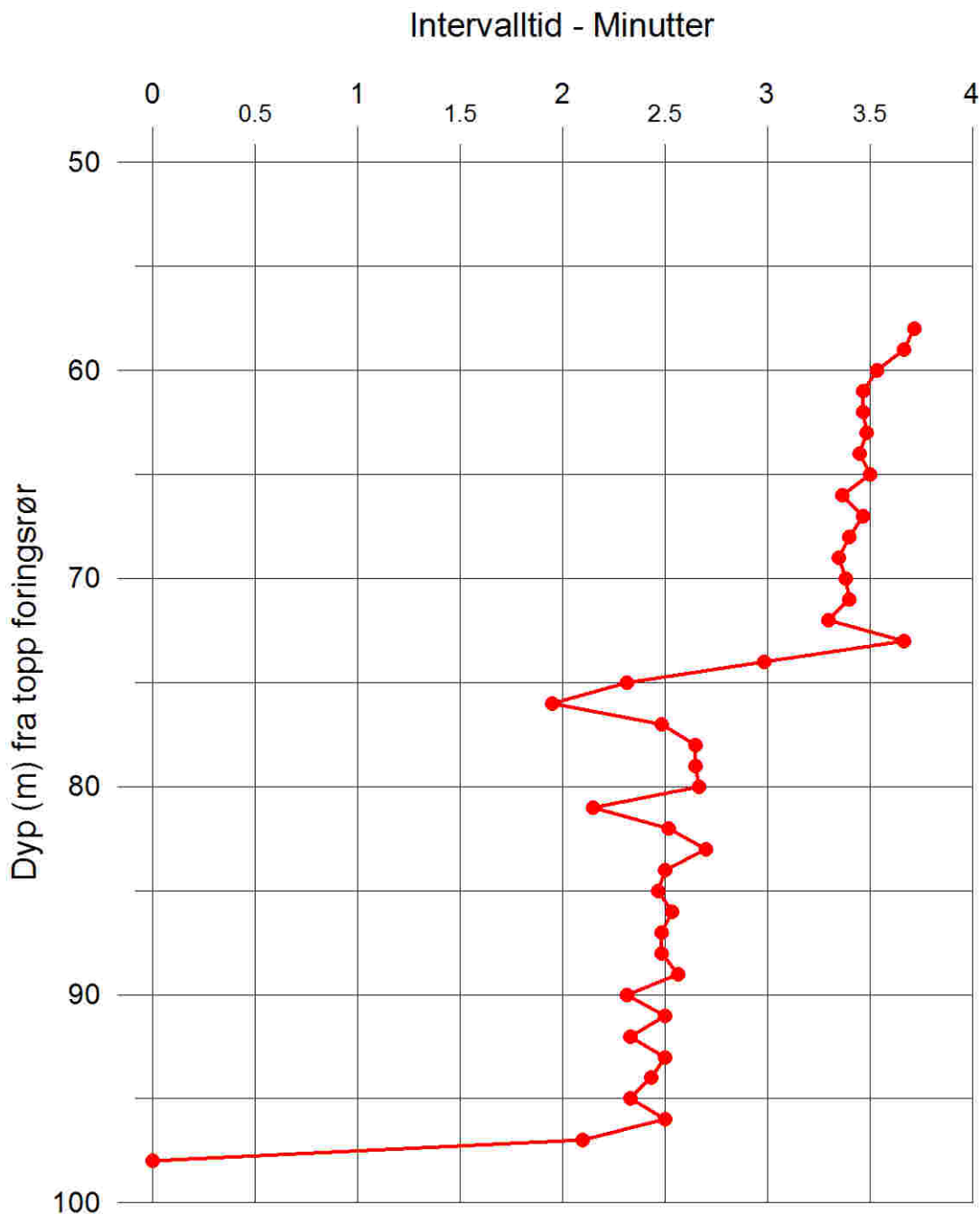
Dyp (m) Fra topp foring	Minutter:Sekunder Totaltid	Minutter Totaltid	Minutter Intervalltid	Kommentar
98	0	0	0	
97	02:06	2,10	2,10	Intervalltiden er beregnet ut fra totaltiden.
96	04:36	4,60	2,50	
95	06:56	6,93	2,33	Minutter og sekunder i kolonne 2 er regnet om til minutter som desimaltall i kolonne 3. Se fremgangsmåten i F.2.4.
94	09:22	9,37	2,43	
93	11:52	11,87	2,50	
92	14:12	14,20	2,33	
91	16:42	16,70	2,50	
90	19:01	19,02	2,32	
89	21:35	21,58	2,57	
88	24:04	24,07	2,48	
87	26:33	26,55	2,48	
86	29:05	29,08	2,53	
85	31:33	31,55	2,47	
84	34:03	34,05	2,50	
83	36:45	36,75	2,70	
82	39:16	39,27	2,52	
81	41:25	41,42	2,15	
80	44:05	44,08	2,67	
79	46:44	46,73	2,65	
78	49:23	49,38	2,65	
77	51:52	51,87	2,48	
76	53:49	53,82	1,95	
75	56:08	56,13	2,32	
74	59:07	59,12	2,98	
73	62:47	62,78	3,67	
72	66:05	66,08	3,30	
71	69:29	69,48	3,40	
70	72:52	72,87	3,38	
69	76:13	76,22	3,35	
68	79:37	79,62	3,40	
67	83:05	83,08	3,47	
66	86:27	86,45	3,37	
65	89:57	89,95	3,50	
64	93:24	93,40	3,45	
63	96:53	96,88	3,48	
62	100:21	100,35	3,47	

Dyp (m) Fra topp foring	Minutter:Sekunder Totaltid	Minutter Totaltid	Minutter Intervalltid	Kommentar
61	103:49	103,82	3,47	
60	107:21	107,35	3,53	
59	111:01	111,02	3,67	
58	114:44	114,73	3,72	

F.2.2 Dyp plottet mot totaltid



F.2.3 Dyp plottet mot intervalltid



F.2.4 Beregning av kapasitet

Brønnens kapasitet beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$\text{Kapasitet} = \frac{\text{Vannvolum}}{\text{tid}} = \frac{\pi r^2 h}{\text{tid}} \tag{1}$$

π = konstant $\approx 3,14$

r = brønnens radius = diameter/2

h = høyden av vannsøylen

t = tiden det tar for vannet å stige høyden h

EKSEMPEL 1 Ut fra skjemaet i F.2.1 ser man at vannstanden i brønnen stiger 10 m (fra 98 m dyp til 88 m dyp) i løpet av 24,07 minutter. Det gir:

$$h = 10 \text{ m}$$

$$t = 24,07 \text{ minutter}$$

$$\text{Brønndiameter } 160 \text{ mm gir } r = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$\text{Kapasiteten fra } 88 \text{ m} - 98 \text{ m} = \frac{3,14 \times 0,08^2 \times 10}{24,07} = 0,00835 \text{ m}^3/\text{min} \approx 12000 \text{ l/døgn} \quad (2)$$

Omregning av minutter og sekunder til minutter som desimaltall:

$$\text{minutter} + \frac{\text{sekunder}}{60} = \text{minutter som desimaltall}$$

$$\text{EKSEMPEL 2 } 2 \text{ minutter og } 50 \text{ sekunder} = 2,83 \text{ minutter}$$

$$2 \text{ minutter} + \frac{50 \text{ sekunder}}{60} = 2 + 0,83 = 2,83 \text{ minutter}$$

Litteratur

- [1] NS 3420-G:2008 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner – Del: G: Grunnarbeider – Del 2
- [2] Forskrift av 19. november 1996 nr 1066: Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring og grunnvannsundersøkelser
- [3] Forskrift av 4. desember 2001 nr 1372: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften)
- [4] Lov av 17. desember 1976 nr 100: Lov om renter ved forsinket betaling m.m. [forsinkelsesrenteloven].