

# Ny NORVAR veiledning for Bygging og drift av drikkevannsbasseng

Av John Sirum og Hilde Bellingmo

John Sirum og Hilde Bellingmo er ansatt ved Rambøll Norge A/S, Trondheim

## Sammendrag

NORVAR har tatt initiativ til utarbeidelse av en veiledning om planlegging, bygging, drift, vedlikehold og rehabilitering av drikkevannsbasseng. Veiledningen som er på totalt 124 sider er utarbeidet av Rambøll Norge AS. I denne artikkelen har en kort pekt på noen av temaene som gjennomgås i veiledningen.

**Vannkvaliteten må ikke forringes under lagringen.** Undersøkelser gjort av svenske forskere viser at en kan oppnå fullstendig omblending og god vannutskiftingen ved å ha tilstrekkelig stor hastighet på vannet som strømmer inn i bassenget.

Ventileringen av vannkammeret må utføres slik at luften som kommer inn i bassenget sikres.

**Bassenget må sikres mot hærverk og sabotasje.** Det må treffes tiltak for å kunne hindre, oppdage og forsinke inntrengere.

**Atkomsten til vannkammeret** bør vurderes nøye. Driftsvennligheten ved anlegget kan bedres betydelig ved å lage en mer omfattende løsning for atkomst enn den tradisjonelle med nedgang fra en luke på taket.

I artikkelen er det vist **kostnadskurver for byggekostnadene** for basseng i størrelser fra 100 til 15.000 m<sup>3</sup>.

## Abstract

Rambøll Norway has been engaged of NORVAR to prepare a guideline (124 pages) of best practise in design, construction, running and maintenance of drinking water storage tanks. A few of the subjects in the the guideline will be discussed in this article.

## Innledning

Drikkevannsbasseng (ofte bygget som høydebasseng) utgjør en viktig og nødvendig del av et vannforsynings-system. De fungerer som utjevningsbasseng i forhold til varierende forbruk av vann, de gir stabilt trykk i forsyningsområde, de sikrer opprettholdelse av vannforsyningen ved produksjonsstans i vannbehandlingsanlegg eller kilde, og de kan dekke vannbehov ved brannslukking.

NORVARs andelseiere har initiert og finansiert utarbeidelsen av en veiledning om planlegging, bygging, drift, vedlikehold og rehabilitering av drikkevannsbasseng for å få samlet og formidlet eksisterende kunnskap om temaet. Veiledningen er utarbeidet av Rambøll Norge AS. Toril Hofshagen har vært prosjektleder hos NORVAR. En referansegruppe oppnevnt av NORVAR har gitt viktige innspill til arbeidet med veiledningen.

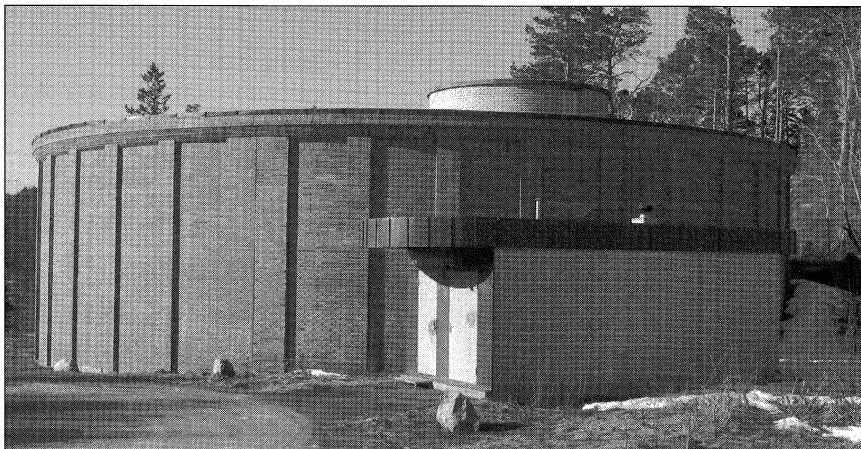
Veiledningen er i første rekke laget for basseng større enn 100 m<sup>3</sup>.

Den er koordinert mot norsk standard **NS-EN 1508: Vannforsyning, krav til systemer og komponenter for vannlagring**.

I arbeidet har en gjennomgått tilsvarende veiledninger fra andre land det er naturlig å sammenligne seg med

Veiledningen er på totalt 124 sider. Denne artikkelen omtaler noen av temaene i veiledningen.

- Sikre vannkvaliteten i bassenget
- Sikring mot hærverk og sabotasje
- Atkomst til vannkammer
- Byggekostnader



Figur 1: Plasstøpt betongbasseng med 2 vannkammer, Trondheim kommune.

## Sikre vannkvaliteten i drikkevannsbassenget

Vannkvaliteten må ikke forringes i bassenget. Flere forhold ved basseng kan medføre at vannkvaliteten blir dårligere :

- Bassenget har så stort volum (overdimensjonert) eller har en slik plassering i nettet (eks. sidebasseng) at vannutskiftningen i bassenget blir liten og vi får ”gammelt vann”. Lang oppholdstid gir større risiko for endring av vannkvaliteten.
- Utforming av innløp er slik at det blir dårlig innblanding av innkom-

mende vann i eksisterende vannvolum og en får soner i bassenget med ”gammelt vann”.

- Forurensninger kommer inn i bassenget gjennom utette tak, luftkanaler, luke på tak, overløpskanaler eller andre åpninger over vannspeil.

## Vannsirkulasjon

I ett VA-Forsk prosjekt har Institusjonen Vatten Miljö Transport på Chalmers og Göteborgs VA-verk studert ulike faktorerens innvirkning på vannsirkulasjonen i noen vanlige bassengtyper (se VAV-Nytt 4/2000 og

Svenskt Vatten 2/2003). Formålet med prosjektet er å gi generelle anbefalinger for utforming av basseng med hensyn på vannsirkulasjonen. Resultatene fra prosjektet skal publiseres i en VA-Forskrapport i 2004.

Forsøkene viser at det er flere faktorer som påvirker vannets omrøring, og dermed oppholdstiden. Dette gjelder utforming og plassering av:

- Innløpsrør
- Vannets hastighet inn i bassenget
- Vannets temperatur, (vann har høyest densitet ved en temperatur på 4 grader Celsius)
- Utformingen av selve vannkammeret

**Temperatursjiktninger** er den viktigste årsaken til at stagnasjon kan oppstå. Selv små temperaturforskjeller på 0,1-0,2 grader kan være nok til at innløpsvannet strømmer langs bunnen eller overflaten slik at kun en del av bassengvolumet blir utskiftet.

Fullstendig omblending er idealet i et drikkevannsbasseng (unntaket er kontaktbasseng for klor hvor en ønsker pluggstrøm).

God omblending oppnås enklest med en **jetstråle** som utvikles når vann strømmer inn gjennom innløpet med tilstrekkelig stor hastighet. Jetstrålen gir gjennom medrivning av omkringliggende vann opphav til forholdsvise store hastigheter og turbulente forhold i bassenget. Dermed minsker risikoen for at små forskjeller i temperatur mellom vannbassenget og innkommende vann fra ledningsnettet gir opphav til en stabil sjiktning med stagnasjon (stillestående vann)

som resultat. Jetstrålen må få fri veg gjennom høydebassenget. Dette betyr at innløpet ikke må rettes mot gulv, vegger eller pæler.

### **Ventilasjon av vannkammer**

Ventileringen av vannkammeret må utføres slik at kvaliteten på luften som kommer inn eller ut av bassenget, sikres og kan kontrolleres. Ideelt sett bør anlegget deles i 2 med følgende krav:

Del 1: Åpning mot fri luft:

- Dyr og større insekter må ikke komme inn
- Ikke mulig å føre gjenstander/slanger gjennom åpningen
- Det skal ikke ise nevneverdig i åpningen

Del 2: Åpning mot vannkammer

- Filter som hindrer små insekter, støv og pollen å komme inn i bassenget
- Filteret må ikke ise om vinteren

### **Andre forurensninger**

Lekkasje gjennom utette tak har vært opphav til for høye bakterietall i basseng i flere tilfeller. Åpninger /inn-ganger direkte over den frie overflaten er sårbare for at forurensninger kan tilføres drikkevannet. Det bør alltid vurderes om disse kan plasseres andre steder. Hvis dette ikke er mulig, må detaljløsningene være godt gjennomarbeidet for å unngå at fremmedelementer kan tilføres gjennom disse.

### **Sikring av basseng mot hærverk og sabotasje**

Et drikkevannsbasseng må sikres så godt det er praktisk mulig mot tilfeldig hærverk og sabotasje. Det skal

treffes tiltak for å kunne hindre, oppdage og forsinke inntrengere. En lokal trusselvurdering må legges til grunn for valg av omfang av sikringstiltak

I en rapport om sårbarhet i vannforsyningen /1/, sies at antall gjennomførte terroranslag mot vannforsyning er få, og begrenser seg i hovedsak til fysiske sabotasjeaksjoner utført med sprengstoff. Gjennomførte forgiftningsaksjoner har vært ekstremt sjeldne på verdensbasis.

Rapporten sier at faren for alvorlige terroranslag mot vannforsyningen i Norge antas å være liten. Andre typer fysiske sabotasjeaksjoner mot kritiske komponenter i vannforsyningen er en aksjonsform som langt flere grupper kan tenkes å gjennomføre.

Vannverket må også ta høyde for å håndtere trusler fra enkeltpersoner uten tilknytning til noen organisert gruppe. Sannsynligheten for en slik hendelse, som ofte skyldes personlige forhold, kan være større enn hendelser relatert til terror. En lokal trusselvurdering må ligge til grunn for valg av omfang av de fysiske tiltakene for sikring av det enkelte drikkevannsbassenget.

Som minimum anbefales det å gjennomføre tiltak for **adgangskontroll**. Dette er tiltak som er effektive både mot hærverk, planlagt eller tilfeldig (rampestreker), og mot enklere former for rettede trusler fra grupper med noe høyere kompetanse (sabotasje).

Betjeningshus/ventilkammer bør utføres i **solide materialer** (som armert betong) slik at innbrudd blir vanskelig og tar tid. Det anbefales å montere **sikkerhetsdører**. Det anbe-

fales å **unngå bruk av vinduer**. Eventuelle vinduer utføres med **sikkerhetsglass**.

Det bør også installeres **innbruddsalarm** med sensorer på dører, porter, vinduer samt bevegelses-sensorer innvendig.

Der det foreligger høy permanent risiko kan det være aktuelt å installere mer omfattende overvåkingssystemer. Dette kan være bruk av ulike typer bevegelsessensorer koblet sammen med videoovervåking. Det utvikles stadig mer avanserte systemer. Det finnes i dag konsepter for alarmbasert videoovervåking med overføring over både faste og mobile nett.

## Atkomst til vannkammer

En luke på taket er en vanlig løsning ved norske drikkevannsbasseng for inspeksjon av vannspeil under drift og er ofte også eneste atkomst til vannkammeret.

Atkomst opp på taket gjøres med leder festet utvendig på basseng, tilsvarende er det montert en leder på vegg innvendig for nedgang i vannkammer.

Forurensninger og fremmedstoffer kan komme ned i vannkammeret når luken blir åpnet. Det er også vanskelig å inspisere vannspeilet uten å gå ned på leder i bassenget med risiko for å dra med seg fremmedstoffer.

Luken er sårbar for hærverk eller sabotasje.

Det kan være vanskelig å frakte utstyr eller en skadet person gjennom en slik luke på grunn av mangel på oppheisingsutstyr, samt at leder kommer i veien.

Utformingen av atkomsten til vann-

kammeret bør vurderes nøye. Driftsvennligheten på anlegget kan bedres betydelig ved å lage en mer omfattende løsning for atkomst enn den tradisjonelle valgte.

En anbefalt løsning er å bygge betjeningshuset slik at vannspeil kan inspiseres gjennom et vindu eller luke på veggen over høyeste vannspeil, og med tilgang til vindu fra trapp eller repos i betjeningsrom. Inngang inn til vannkammer fra betjeningshus gjøres gjennom luke i vegg. Ventilering av vann-kammer skjer gjennom betjeningshus.

En annen løsning er å bygge et eget bygg på taket av vannkammeret over nedgangen. Nedgangen blir da skjermet mot vær og vind, tilgjengelighet for uvedkommende blir vanskeligere, og en kan lage bedre mulighet for nedstigning til leder/trapp.

Ventilering av vannkammeret gjøres gjennom dette bygget, noe som gjør det enklere å etablere et anlegg i henhold til prinsippene beskrevet tidligere i artikkelen.

## Byggekostnader

Figur 2 viser byggekostnadene for basseng i størrelse fra 100 m<sup>3</sup> til 2000 m<sup>3</sup>. På denne figuren er vist beregnede kostnader for prefabrikkerte basseng og plassstøpte basseng.

I figur 3 vises kostnadskurver for plass-støpte basseng i størrelse fra 2.000 til 15.000 m<sup>3</sup>.

Kurvene er vist for basseng med ett vannkammer og for basseng med to vannkammer. I kostnadene er det medtatt betjeningshus med rørarrangement og øvrige tekniske installasjoner. Det er også medtatt isolering

av tak og vegger og utvendig trekledning. Bassengene med to kammer er beregnet oppført i brillfasong. Disse er beregningmessig litt rimeligere enn basseng med to kammer bygd konsentriske.

I kostnadene er det ikke medtatt:

- Adkomstveg
- Ledninger til og fra basseng
- Strømtilførsel
- Tomtekjøp
- Byggelånrenter
- Utesentral for driftovervåking

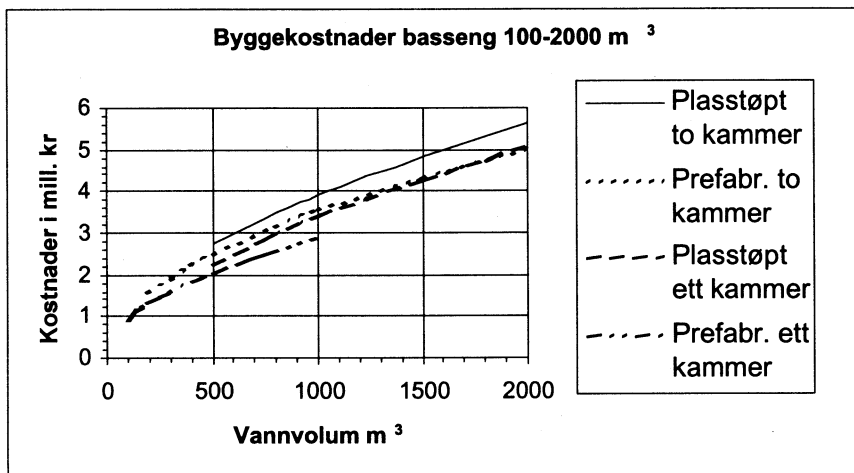
Entreprisekostnadene er videre tillagt 20 % for administrasjon, prosjektering, byggeledelse og margin for uforutsette utgifter.

Forhold som vil gi variasjon i kostnadene er:

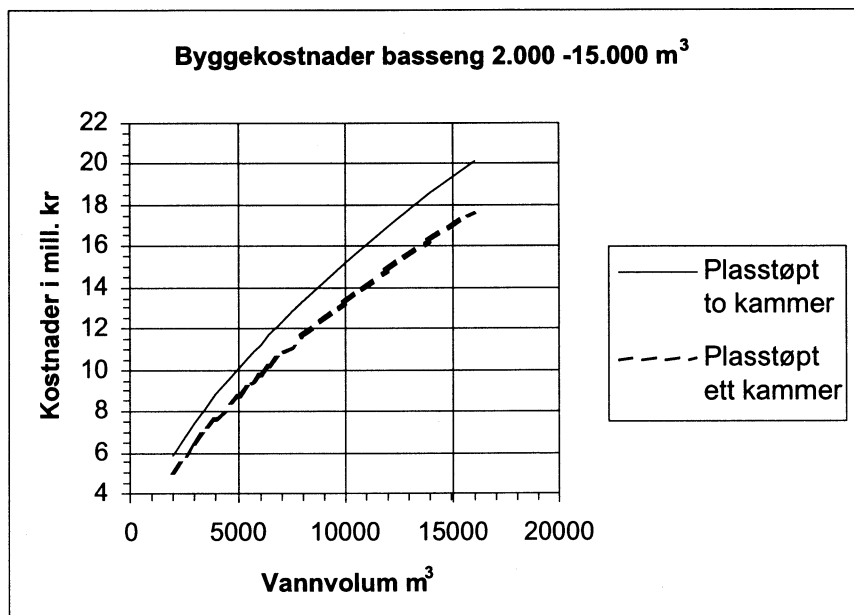
- Grunnforhold
- Geografisk plassering
- Valg av materialkvaliteter
- Valg av standard på løsninger
- Konkurransesituasjon i entreprenørmarkedet

Kostnadene er middelkostnader og vil kunne variere med opptil 20 % i den enkelte byggesak. Ved utarbeidelse av forprosjekt må det lages kostnadsoverslag for den aktuelle utbygging hvor en tar hensyn til momentene nevnt over, og hvor en også beregner kostnadene for de elementene som er utelatt i kostnadskurvene.

Kurvene er basert på kalkyle av et modellbasseng og er sammenlignet med priser for bygde anlegg i Midt-Norge og kostnadskurve utarbeidet av Roar Finsrud /2/. I tillegg er det innhentet kalkylepriser fra Kvamsøy Plastindustri /3/ på prefabrikkerte glassfiberbasseng.



Figur 2: Byggekostnader for basseng i størrelse fra 100 m<sup>3</sup> til 2000 m<sup>3</sup>



Figur 3: Byggekostnader for plaststøpte basseng i størrelse fra 2.000 til 15.000 m<sup>3</sup>.

## Referanser

/1/ Sårbarhet i vannforsyningen.  
Scandpower Risk Management  
AS. 14.11.043.

/2/ Roar Finsrud. Personlig meddelelse.  
/3/ Brev fra Kvamsøy Plastindustri  
A/S av 15.03.04