



Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng



Norsk Vann Rapport

(Tidligere NORVAR-rapporter)

Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige hovedrapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Prosjekresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjekresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Viderealg/formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.



Norsk Vann

Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norskvann.no
www.norskvann.no

Forsidefoto: Rambøll Norge AS

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

Adresse: Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportnummer: 181 - 2011
ISBN 978-82-414-0321-7 ISSN 1504-9884 (trykt utgave) ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)
Dato: 21. februar 2011
Antall sider (inkl. bilag): 111 (132)
Tilgjengelighet: Åpen: x Begrenset:

Rapportens tittel: Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng	
Forfatter(e): John Sirum, Geir Mostue og Marion Trøan, alle ansatt hos Rambøll Norge AS	
Ekstrakt: Drikkevannsbasseng utgjør en viktig og nødvendig del av et vannforsyningssystem. Det har de senere årene blitt økt fokus på behovet for tilfredsstillende prosjektering, bygging, drift og sikring av slike basseng. Denne rapporten gir veiledning om: • generelle krav og råd om lagring av vann i basseng • planlegging og prosjektering av basseng • bygging av basseng • utstyr i basseng • nødvendige sikringstiltak • krav til kontroller før overtakelse og idriftsetting av basseng • drift av basseng • behov for og utførelse av utbedring og reparasjoner Veiledningen gir også informasjon om status for drikkevannsbasseng i Norge i dag, aktuelle aktører og regelverk, kostnader ved bygging og drift, eksempler på sjekklister m.m.	
Emneord, norske: Vannforsyning Drikkevannsbasseng Bygging Drift	Emneord, engelske: Water supply Service reservoirs Construction Operation

Forord

Drikkevannsbasseng (normalt bygget som høydebassenger) ivaretar viktige funksjoner i et vannforsyningssystem. De fungerer som utjevningsbasseng i forhold til varierende forbruk av vann, de gir stabilt trykk i nedenforliggende forsyningsområde, de sikrer opprettholdelse av vannforsyningen ved produksjonsstans i vannbehandlingsanlegg/kilde, og de kan dekke større vannbehov ved branntilfeller.

Selv om drikkevannsbasseng har en sentral plass i vannforsyningssystemet, foreligger det mange eksempler på at dimensjonering, bygging og drift av slike basseng kunne vært bedre utført. For å få formidlet eksisterende kunnskap om optimal utforming, sikring og drift av slike basseng finansierte Norsk Vanns andelseiere i 2004 utarbeidelsen av en veiledning om bygging og drift av høydebasseng, NORVAR-rapport 137/2004 Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng. Veiledningen er revidert i 2010/2011 og utgitt som Norsk Vann rapport 181/2011. Hovedendringene ligger i utforming og etablering av GUP-bassenger i tillegg til at generell informasjon er oppdatert til gjeldende dato.

Veiledningen ble opprinnelig skrevet av av John Sirum, Geir Mostue og Hilde Bellingmo ansatt ved Rambølls kontor i Trondheim. Også ved revideringen har John Sirum vært prosjektleder og ansvarlig for oppdraget fra Rambøll Norge sin side. I tillegg har han fått hjelp av Geir Mostue og Marion Trøan, begge fra Rambølls kontor i Trondheim.

Den opprinnelige veiledningen ble utarbeidet med innspill fra en referansegruppe som bestod av:

- Svein Peder Bakken, Gjøvik kommune
- Arne Blomli, Narvik kommune
- Svein Børmark, Malvik kommune
- Wenche Fonahn, Nasjonalt folkehelseinstitutt
- Roger Järnstedt, Ancistrus AS
- Halvard Kierulf, Trondheim kommune
- Truls Krogh, Nasjonalt folkehelseinstitutt
- Sverre Mollatt, Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV)

I tillegg ble det gjennomført en ekstern høringsrunde før ferdigstilling av veiledningen, der relevante myndigheter, juridiske miljøer, konsulentmiljøer og leverandører var blant høringsinstansene. Norsk Vanns prosjektleder for den opprinnelige veiledningen var Toril Hofshagen.

I forbindelse med revideringen ble leverandører av drikkevannsbasseng forespurt og bedt om å komme med innspill til innholdet. Norsk Vanns prosjektleder for revisjonen har vært Ingrid Holøyen Skjærbakken.

Norsk Vann ønsker å takke alle som har bidratt med nyttige innspill og diskusjoner!

Vi håper at veiledningen vil være et nyttig verktøy for vannverkseierne og deres støttespillere ved bygging av nye, og utbedring av eksisterende, drikkevannsbasseng!

Hamar, 21. februar 2011
Ingrid Holøyen Skjærbakken

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	6
English summary	10
1. Innledning	15
1.1. Generelt	15
1.2. Hovedfunksjon til et drikkevannsbasseng	15
1.3. Bruk av basseng - dagens status	15
1.4. Definisjoner	16
1.4.1. Drikkevannsbasseng	16
1.4.2. Høydebasseng	18
1.4.3. Volum	18
1.4.4. Vannkammer	18
1.4.5. Betjeningshus	18
1.4.6. Konstruktør (ansvarlig prosjekterende)	18
1.4.7. Utbedring - rehabilitering	18
1.4.8. Reparasjon	18
1.4.9. Vannbehov (vannforbruk)	18
1.4.10. Vanntetthet	18
2. Aktuelle aktører - aktuelle forskrifter og veiledninger - Plangodkjenninger	19
2.1. Lover og forskrifter	19
2.2. Aktører - oversikt over viktige instanser og funksjoner	19
2.3. Norske standarder og veiledninger	19
2.4. Plangodkjenninger	19
3. Gjennomføringsmodell ved bygging av basseng	21
3.1. Generelt	21
3.2. Forarbeid	21
3.2.1. Byggeprogram	21
3.2.2. Forprosjekt	22
3.3. Entreprieseform	23
3.3.1. Kontrahering	24
4. Drikkevannsbassengets funksjon i vannforsyningen	25
4.1. Generelt	25
4.2. Bassengets plassering i nettet	25
4.2.1. Gjennomstrømningsbasseng	25
4.2.2. Sidebasseng	25
4.2.3. Motbasseng	26
4.2.4. Tyngdepunktsbasseng	27
4.2.5. Lavreservoar	27
4.2.6. Pumping på forsyningsnettet	27
4.3. Beregning av bassengvolum	27
4.3.1. Utjevningsvolum	28
4.3.2. Sikkerhetsreserve	29
4.3.3. Brannvannsreserve	29
5. Funksjonskrav	34
5.1. Funksjonskrav vannkvalitet	34
5.1.1. Generelt	34
5.1.2. Materialer	34
5.1.3. Vannsirkulasjon (oppholdstid)	34
5.1.4. Ventilasjon av vannkammer	35
5.1.5. Forebygging mot forurensninger	36
5.1.6. Temperaturpåvirkning	36
5.1.7. Kontroll av vannkvaliteten	36
5.2. Funksjonskrav drift	36
5.2.1. Sikringstiltak mot hærverk, terror og sabotasje	36

5.2.2.	Adkomst.....	38
5.2.3.	Vanlig utførelse	38
5.2.4.	Overløp	38
5.2.5.	Strømforsyning	39
5.2.6.	Overvåkning	39
5.2.7.	Lynavleder.....	39
6.	Konstruksjonsmessig utforming av drikkevannsbasseng.....	40
6.1.	Oversikt over aktuelle bassengtyper	40
6.1.1.	Plasstøpte basseng	40
6.1.2.	Prefabrikkerte basseng av betong.....	41
6.1.3.	Prefabrikkerte basseng av GUP.....	43
6.1.4.	Basseng i rustfritt stål	45
6.1.5.	Fjellbasseng.....	45
6.1.6.	Vanntårn	46
6.2.	Konstruksjonsberegning	47
6.2.1.	Generelt.....	47
6.2.2.	Vanntetthet	47
6.2.3.	Grensetilstander.....	47
6.2.4.	Laster	47
6.2.5.	Spenningsanalyse.....	48
6.2.6.	Rissbredde.....	48
6.3.	Konstruksjon av vannkammer	49
6.3.1.	Utforming.....	49
6.3.2.	Grunnforhold. Fundamentering.....	50
6.3.3.	Drenering. Overflatevann	50
6.3.4.	Bunnplate.....	51
6.3.5.	Vegger	51
6.3.6.	Dekker (tak)	53
6.3.7.	Fuger. Støpeskjøter	53
6.3.8.	Rørgjennomføringer.....	53
6.3.9.	Overflatebehandling innvendig	54
6.3.10.	Utstyr i basseng	55
6.3.11.	Isolasjon- utvendig kledning- taktekking	55
6.3.12.	Adkomst til vannkammer.....	58
6.4.	Betjeningshus	62
6.5.	Byggematerialer.....	63
6.5.1.	Betong	63
6.5.2.	Armering	63
6.5.3.	Tettebånd.....	64
6.5.4.	Fugeblekk.....	66
6.5.5.	Vannberørte deler.....	66
6.6.	Bygging av basseng	67
6.6.1.	Forskaling.....	67
6.6.2.	Betong/ betongprøving/ betongfasthet	67
6.6.3.	Betongoverdekning.....	68
6.6.4.	Utstøping og etterbehandling av betong	68
6.6.5.	Tetting av lekkasjer	69
6.6.6.	Kvalitetssikring	69
6.7.	Spesielle konstruksjonsmessige forhold ved prefabrikkerte bassengtyper	70
6.8.	Bruk av fjellbasseng.....	71
7.	Tekniske installasjoner.....	79
7.1.	Rørinstallasjoner	79
7.1.1.	Generelt.....	79
7.1.2.	Aktuelle materialtyper	80
7.1.3.	Innløpsledning	81
7.1.4.	Utløpsledning / tappeledning.....	83
7.1.5.	Overløp	84

7.1.6.	Tømmeledning	85
7.2.	Elektriske installasjoner.....	85
7.3.	Automatisering.....	86
7.4.	Ventilasjon	87
7.5.	Øvrige VVS-installasjoner	89
8.	Kontroll, prøving og idriftsettelse	91
8.1.	Generelle krav	91
8.1.1.	Generelt.....	91
8.1.2.	Hygiene	91
8.1.3.	Personalsikkerhet	91
8.2.	Visuell kontroll av bygd anlegg.....	92
8.3.	Tetthetsprøving.....	92
8.3.1.	Prinsipp - krav	92
8.3.2.	Tak.....	93
8.4.	Rengjøring og desinfisering.....	94
8.5.	Oppfylling, kontroll og idriftsettelse.....	94
8.6.	Uttesting av installasjoner	94
8.7.	FDV-instruks og FDV-dokumentasjon	94
9.	Drift og vedlikehold	96
9.1.	Generelt.....	96
9.2.	Overvåkning	96
9.3.	Ettersyn - kontrollprogram.....	96
9.3.1.	Nivå 1 - Fortløpende ettersyn.....	96
9.3.2.	Nivå 2 - Kontroll av miljø, hygiene og sikkerhet	97
9.3.3.	Nivå 3 - Fullstendig kontroll	97
9.4.	Vedlikehold.....	98
9.5.	Rengjøring.....	98
9.5.1.	Tidspunkt	98
9.5.2.	Uttapping	98
9.5.3.	Metoder for rengjøring	98
9.6.	Desinfisering	101
9.6.1.	Metoder for desinfisering	101
9.6.2.	Oppfylling av basseng.	103
10.	Utbedring og ombygging av gamle basseng.....	104
10.1.	Generelt.....	104
10.2.	Mangelfull oppfyllelse av funksjonskrav	104
10.3.	Skader bygningskonstruksjon	105
11.	Kostnader	108
11.1.	Byggekostnader	108
11.2.	Drift- og vedlikeholdskostnader - levetid	110
12.	Referanseliste.....	111
13.	Vedlegg	113
13.1.	Lover og forskrifter ved bygging og drift av høydebasseng.....	113
13.2.	Beregning av nødvendig bassengvolum	114
13.3.	Kapslingsgrad	117
13.4.	Luftfuktighet	119
13.5.	Sjekkliste for inspeksjon av høydebasseng.....	122
13.6.	Eksempel på sjekkliste fra Stjørdal kommune	128
13.7.	Bilder av bygde anlegg.....	130

Sammendrag

Innledning

Drikkevannsbasseng utgjør en viktig og nødvendig del av et vannforsyningsystem. De fungerer som utjevningsbasseng i forhold til varierende forbruk av vann, gir stabilt trykk i forsyningsområde, sikrer opprettholdelse av vannforsyningen ved produksjonsstans i vannbehandlingsanlegg/kilde, og de kan dekke større vannbehov ved branntilfeller.

En registrering gjort av Vannverksregisteret i 2007, viser at det er ca. 2130 lukkede og 21 åpne basseng for drikkevann i bruk i Norge.

Det har de senere årene blitt økt fokus på behovet for tilfredsstillende prosjektering, bygging, drift og sikring av slike basseng. Norsk Vann fikk i 2004 finansiert utarbeidelsen av en veiledning om bygging og drift av høydebasseng, for å få formidlet eksisterende kunnskap om prosjektering, bygging og drift av slike basseng. I 2010 ble det besluttet å utarbeide en oppdatert versjon av veiledningen.

Denne veiledningen er i første rekke laget for basseng større enn 100 m³. Den er koordinert mot norsk standard **NS-EN 1508 Vannforsyning, krav til systemer og komponenter for vannlagring**. Veiledninger fra andre land det er naturlig å sammenligne seg med, er også brukt som grunnlag.

Regelverk

Ved planlegging, bygging og drift av drikkevannsbasseng er det gitt bestemmelser og krav i en rekke forskrifter og veiledninger som en må vurdere og ta hensyn til. I kap. 2 er det gitt en kortfattet oversikt over disse.

Gjennomføringsmodell ved bygging av basseng.

Ved planlegging av et nytt basseng, må det bestemmes hvilken gjennomføringsmodell som skal brukes. Gjennomføringsmodellen angir organisering, ansvarsfordeling og fordeling av oppgaver i et byggeprosjekt. Den omfatter både entrepriseform, kontraktstype, kontraheringsform og intern organisering av prosjektet.

Før selve byggeprosessen starter, må det gjøres et grundig forarbeid. Gjennom utarbeidelsen av et byggeprogram og et forprosjekt vil viktige beslutninger som bl.a. størrelse, funksjon, plassering i nettet, materialtype, byggemetode, framdrift og totale kostnader bli avklart. Samtidig vil det avdekkes behov for utbygging av annen infrastruktur, reguleringsendringer og grunnundersøkelser.

Type basseng

Et drikkevannsbasseng kan ha varierende funksjon ut fra dets plassering i vannforsyningssystemet. Det kan være:

- gjennomstrømningsbasseng
- sidebasseng
- motbasseng
- tyngdepunktsbasseng

Bassenget kan også beskrives ut fra sin geografiske høyde i forhold til vannforsyningsnettet. Det benevnes enten som høydebasseng, vanntårn eller lavreservoar.

Bassengvolum

Bassengets volum bestemmes blant annet av dets funksjon i nettet. Et drikkevannsbasseng dimensjoneres etter følgende formel:

$$M_{\text{tot}} = M_u + M_s + M_b$$

Der : M_{tot} = bassengets totale nyttbare vannvolum
 M_u = utjevningsvolum
 M_s = sikkerhetsreserve
 M_b = brannvannsreserve

Utjevningsvolumet kan beregnes ut fra målinger og prognoser for det aktuelle forsyningsområdet eller erfaringsverdier fra lignende forsyningsområder. Det enkelte vannverks behov for sikkerhetsreserve og brannvannsreserve må avgjøres for hvert enkelt tilfelle. Dette bør komme fram gjennom hovedplan vann, risiko og sårbarhetsanalyse av vannforsyningen og kommunens behov for slokkevann. I kap. 4 er det gjort en mer detaljert gjennomgang av beregning av nødvendig volum.

Funksjonskrav vannkvalitet og funksjonskrav drift

Vannkvaliteten skal ikke forringes i drikkevannsbassenget. Dette setter krav til riktig materialvalg, god vannsirkulasjon, forebygging mot forurensinger gjennom ventilasjon eller på andre måter og at en hindrer temperaturpåvirkning. Det skal være mulig å kontrollere vannkvaliteten. Det må legges vekt på at bassenget er konstruert slik at det gir en sikker og enkel drift. I kap. 5 er funksjonskravene utdypet.

Sikring mot tilfeldig 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.

Aktuelle tiltak er:

- betjeningshus/ventilkammer utføres i solide materialer
- sikkerhetsdører
- unngå bruk av vinduer
- unngå adkomst til vannkammer direkte fra tak
- unngå direkte luftkanaler til vannkammer
- innbruddsalarm

Der det foreligger høy permanent risiko kan det være aktuelt å installere mer omfattende overvåkingssystemer som overvåkningskamera.

Vanlig utførelse av et drikkevannsbasseng

Bassenget utføres vanligvis med ett eller to vannkammer, to anbefales, ett ventilkammer med tilhørende utstyr, rørarrangement, ventilasjonsanlegg, avfuktingsanlegg, strømforsyning (ev. nødstrøm) og styrings- og overvåkningssystem.

Vannkamrene er normalt utført runde, men for volum mindre enn ca 500m³ blir de ofte utført rektangulære når de plasstøpes.

Basseng kan utføres i forskjellige materialer som betong, plast, stål og i fjellhaller. De kan graves ned, bygges på bakken eller i tårn. Det finnes prefabrikkerte løsninger i betong, stål og plast.

For mindre volum er det særlig av økonomiske grunner vanlig å velge prefabrikkerte løsninger i glassfiberarmert plastelementer eller betongelementer.

Større bassenger blir som oftest bygd som plasstøpte betongbasseng eller fjellbasseng. Disse kan også lettere tilpasses terrenget på den aktuelle byggetomten.

Konstruksjon av basseng

Bassengene skal dimensjoneres i henhold til gjeldende last- og materialstandarder.

Alle konstruksjonsdeler utsatt for vanntrykk skal være i vanntett utførelse. Det anbefales at konstruksjonen i seg selv er tett. Kun i spesielle tilfeller der det er problemer med tetthetskravene, kan påført belegg eller kledning benyttes som tettesjikt. Det må legges stor vekt på utforming og utførelse av alle skjøter og gjennomføringer for å oppnå en vanntett utførelse.

I kap. 6 er gitt en detaljert gjennomgang av konstruksjon, valg av byggematerialer og bygging av basseng. I kapitlet er det også vist ulike måter å utforme adkomsten til vannkammeret. Driftsvennligheten på anlegget kan ofte bedres betydelig ved å lage en mer omfattende løsning for adkomst enn kun en takluke med utvendig og innvendig ledere.

Basseng i fjell kan, når de geologiske forholdene er gode, være et økonomisk gunstig valg særlig ved store volum. Risikoen for innlekking av forurenset vann må imidlertid vurderes nøye. I kap. 6.8 er det gitt en omfattende beskrivelse av basseng i fjell.

Tekniske installasjoner.

Det anbefales at det brukes utstyr som krever lite vedlikehold og som har lang levetid. Dimensjonering og konstruksjon av de ulike elementene i røropplegget er gjennomgått i kap. 7.1. Røropplegget anbefales utført med rør og rørdeler rustfritt stål.

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

Det bør være god avstand mellom 1 og 2.

Ventilkammeret anbefales ventilert mekanisk. Det må være en luftavfukter i ventilkammeret for å unngå kondens på rør og armatur.

Videre i kap. 7 er automatisering og elektriske installasjoner i et drikkevannsbasseng gjennomgått med forslag til omfang og krav til kvalitet.

Idriftsettelse

Før et nytt drikkevannsbasseng tas i bruk, skal det gjennomføres:

- tetthetsprøvinger (vanntetthet)
- uttesting av tekniske installasjoner
- rengjøring og desinfisering

Det skal også foretas en visuell kontroll/gjennomgang.

Drift og vedlikehold

Alle vannverk skal ha et oppdatert IK (internkontroll) -system. Tilknyttet dette må det for hvert drikkevannsbasseng finnes en FDV (forvaltning, drift og vedlikehold) –instruks, dvs. en driftshåndbok med drifts- og vedlikeholdsinstrukser. Systemet må totalt inneholde alle instrukser og prosedyrer som skal følges.

Det skal være systematisk overvåking, ettersyn, vedlikehold og rengjøring av et drikkevannsbasseng gjennom hele driftstiden for å sikre en regelmessig vannforsyning og for å sikre at vannkvaliteten er tilfredsstillende. Disse arbeidene utføres i henhold FDV-instruksen og skal dokumenteres i driftsjournaler, loggbøker og rapporter.

Det må utarbeides en egen plan for ettersyn og kontroll for hvert enkelt basseng. Denne blir en del av driftsinstruksen.

I kap. 9 gis et forslag til et ettersyn-/kontrollprogram i tre nivåer:

Nivå 1 - Fortløpende ettersyn.

Nivå 2 – Kontroll av miljø, hygiene og sikkerhet

Nivå 3 - Fullstendig kontroll

Utbedring og ombygging av gamle drikkevannsbassenger

Årsaken til at eksisterende bassenger må utbedres og ombygges kan være mange. Det kan være mangelfull oppfyllelse av et eller flere funksjonskrav, utslitte komponenter, mangelfulle tekniske anlegg eller skader på bygningsmessige konstruksjoner og i første rekke på betongen. Noen vanlige mangler en finner ved drikkevannsbasseng er behandlet i kap. 10.

Kostnader

Ved bygging av nytt høydebasseng, vil det ofte være kostnadene som avgjør byggemetode og utforming. Forhold som gir variasjon i kostnadene er:

- grunnforhold
- geografisk plassering
- valg av materialkvaliteter
- valg av standard på løsninger
- konkurransesituasjonen i entreprenørmarkedet

For erfaringstall på byggekostnader for drikkevannsbasseng vises det til figur 11.1 for basseng på 100-3 000 m³, og figur 11.2 for basseng fra 3 000-10 000 m³.

Kostnadskurvene forutsettes kun brukt ved oversiktsplanlegging. 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 ikke er medtatt i kostnadskurvene.

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norskvann.no
Website: www.norwegian-water.no / www.norskvann.no

Report no: 181- 2011
Report title: Guideline in construction and operation of drinking water reservoirs.
Date of issue: February 14th 2011
Number of pages: 111 (131)

Keywords: Water supply
Service reservoirs
Construction
Operation

Author: John Sirum
Geir Mostue
Marion Trøan

ISBN: 978-82-414-0321-7
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-8802 (electronic edition)

Introduction

Service reservoirs are an important part of a potable water supply system. These reservoirs balance demand fluctuations, provide reserve supplies and stabilizes water pressure.

A survey conducted by the Norwegian Waterworks register (Vannverksregisteret) in 2007 found that there is approx. 2130 closed and 21 open service reservoirs in use in Norway.

In recent years there has been an increased emphasis on the need for satisfactory design, building, operations and protection of service reservoirs. Norwegian Water (Norsk Vann) enacted the compilation of a guideline for design, building and operation of service reservoirs in 2004, to ensure that existing knowledge was gathered in a single guideline. In 2010 it was decided that an updated version of the guideline was needed.

This guideline applies to service reservoirs larger than 100 m³. It is in accordance with the Norwegian standard **NS-EN 805**. Other sources include guidelines from comparable countries.

Regulations

Design, building and operation of service reservoirs is regulated by requirements and provisions in multiple instructions and guidelines that needs to be considered. Brief reviews of these are given in chapter 2.

Implementation model for building of service reservoirs

When designing a new service reservoir, it is necessary to decide which kind of implementation model that will be used. The implementation model designates the organization and the distribution of responsibilities in a building project. It includes contract practice, contract class, contracting model and internal organization of the project.

It is important to conduct a thorough preparatory work before building commences. Examples of decisions in a pre-project include size, function, geographical location, building material and method, schedule and cost of the service reservoir. This preparatory work will also reveal the need for other infrastructure and sub-surface surveys.

Type of service reservoir

A service reservoir can have different functions related to its location in the water distribution system. Types of service reservoirs include:

- Through-put reservoir
- Side reservoir
- Opposite reservoir
- Main point reservoir

The reservoir can also be describes by its geographical location related to the water distribution system. It can either be an elevated reservoir, a water tower or a low level reservoir.

Reservoir volume

On factor in deciding the reservoirs volume is its function in the distribution system. A service reservoir design volume is given by the following equation:

$$M_{\text{tot}} = M_u + M_s + M_b$$

Where :

M_{tot}	=	the total available volume
M_u	=	balancing volume
M_s	=	security reserve
M_b	=	fire reserve

The balancing volume can be calculated by measurements and prognosis for the supply territory, or based on experiences from comparable supply territories. The need for fire and security reserve must be decided by the individual waterworks. This reserve should be based on the municipalities' master plan and designed need for water used at firefighting. An analysis in risk and vulnerability of the waterworks has to be taken into account too. A more thorough description for calculation of design volume is given in chapter 4.

Functional requirements water quality and operation

The water quality should not deteriorate when passing the service reservoir. This sets requirements for the choice of building materials, good water circulation, prevention of contamination and temperature influences. It should be possible to control the water quality in the reservoirs. The design should emphasis reliable and simple operations. Chapter 5 gives more detail on functional requirements.

Protection against random vandalism and sabotage

A service reservoir must be protected against random vandalism and sabotage. Measures must be put in place to prevent, discover and delay the intruder. A threat evaluation based on the geographical location of the service reservoir must form a basis to decide appropriate measures.

Examples of appropriate measures:

- Robust building material in the control building
- Safety doors
- Avoid windows
- Avoid access to water compartments directly from the roof
- Avoid direct air ducts into water compartments
- Intruder alarm

Where a high and permanent risk is present it may be necessary to install a more comprehensive monitoring system like surveillance cameras.

Normal design of a service reservoir

A service reservoir is usually designed with one or two compartments (two is recommended), a control building, a ventilation plant, a dehumidifier, power supply (i.e. reserve power supply) and a control and monitoring system.

Major water compartments are usually designed circular. Though reservoirs smaller than 500 m³ often have a rectangular design.

Service reservoirs can be built in different materials, like concrete, glass fiber reinforced plastic, steel and in caverns. They can be buried, built on the ground or in a tower. Reservoirs can be found as pre-fabricated solutions in concrete, glass fiber reinforced plastic and steel. Smaller reservoirs are often built as pre-fabricated elements of concrete or glass fiber reinforced plastic due to cost.

Larger volume reservoirs are built as in situ cast or in caverns, as these designs are easier to adjust to the terrain of the building site.

Design of reservoirs

Reservoirs must be designed in accordance with current load and material standards.

Every part of the construction that is exposed to water pressure must be watertight. It is recommended that the structure itself is watertight. Only in special circumstances where there are problems with the water resistance there can be necessary to apply a coating. Great emphasis must be put on design and execution of all joints and embeddings to ensure a water tight structure.

Chapter 6 gives a detailed review of design, selection of building material and construction of service reservoirs. The chapter also highlights the different possibilities regarding the design of access to the water compartments. A well designed access to the water compartments can be a considerable operational benefit for the employees at reservoirs.

Reservoirs in caverns can, when geological circumstances are good, be an economically comparable alternative, especially when building large volume reservoirs. However, it is important to assess the risk of contaminated water leaking into the cavern. Chapter 6.8 gives a thorough description of reservoirs in caverns.

Technical installations

It is recommended that installed equipment have a long life expectancy and is easy to maintain. Design and construction of the different elements of the pipe system is presented in chapter 7.1. It is recommended that the pipe system is constructed by pipes and fittings in stainless steel.

Ventilation of the water compartment should be constructed to ensure that the air flow in and out of the compartment is secure and controllable. The ventilation should be divided in two sections based on the following:

Section 1: Open to free air:

- Animals and insects should not be able to enter
- It should be impossible to lead objects or hoses in through the opening
- The opening must not be subject to icing.

Section 2: Open to water compartments

- A filter is needed to stop small insects, dust and pollen to enter the reservoir
- The filter must not be subject to icing

There should be plenty of distance between section 1 and 2.

The control building should be ventilated mechanically. There must be a dehumidifier in the control building to avoid condensation on pipes and fittings.

Chapter 7 also includes a review of automation and electrical components in a service reservoir with emphasis on extent and quality requirements.

Commissioning

Before a new potable water service reservoir is put into service the following must be completed:

- Test of water resistance
- Test of technical installations
- Cleansing the water compartments
- Full disinfection of the water compartments

There must also be a visual control and examination of the reservoir.

Operation and maintenance

All waterworks must have an updated internal control regime. Associated to this system there should be a management, operation and maintenance instruction (MOM-instruction) for every service reservoir, i.e. an operating manual with operation and maintenance guidelines. The system must contain all instructions and procedures that apply.

There must be methodical monitoring, inspection, maintenance and cleaning of a service reservoir throughout its lifespan to ensure an undisrupted water supply and satisfactory water quality. These procedures must be executed in accordance with the MOM-instruction and must also be documented in operation logbooks and reports.

A plan for examination and control for each service reservoir must be prepared. This plan should be a part of the operating manual.

In chapter 9 a program for examination and control is proposed on three levels:

- Level 1 - Running examination
- Level 2 - Control of environment, hygiene and security
- Level 3 - Complete examination

Renovation and reconstruction of old service reservoirs

The reason why old service reservoirs need renovation and reconstruction are many. Examples of conditions that may require renovation and reconstruction include: Worn-out components, failure to comply with one or more functional requirement, defective technical installations and damage to the reservoir structure. These conditions are described in greater detail in chapter 10.

Economy

When building a new service reservoir economical considerations often have a deciding factor in building method and design. Conditions that affect the cost of a service reservoir include:

- Soil conditions
- Geographical location
- Choice of material quality
- Choice of solution qualities
- Competitive situation in the contractor marked

Empirical data on the cost of building service reservoirs is given in figures 11.1 (volume 100-3 000 m³) and figure 11.2 (volume 3 000-10 000 m³). This data should only be used for general planning. The cost of a planned service reservoir should be calculated in the pre-project, and include aspects listed above as well as elements not included in the empirical data.

1. Innledning

1.1. Generelt

Denne rapporten gir veiledning om:

- generelle krav og råd om lagring av vann i basseng
- planlegging og prosjektering av basseng
- bygging av basseng
- utstyr i basseng
- nødvendige kontroller før overtakelse og idriftsettelse av basseng
- drift av basseng
- sikringstiltak
- behov for, og utførelse av, utbedringer og reparasjoner

Veiledningen er laget med fokus på basseng for drikkevann, selv om deler av stoffet også gjelder for andre typer basseng. Veiledningen er i første rekke laget for bassenger større enn 100 m³, men vil også være aktuell ved bygging og drift av mindre bassenger. Begrepene høydebasseng og drikkevannsbasseng er brukt om hverandre i veiledningen.

Veiledningen er koordinert mot norsk standard **NS-EN 1508 Vannforsyning. Krav til systemer og komponenter for vannlagring /14/**. Det er i veiledningen drøftet hvordan disse kravene kan tilfredsstilles, og det er gitt anbefalinger og forslag til løsninger.

1.2. Hovedfunksjon til et drikkevannsbasseng

Hensikten med et drikkevannsbasseng er å lagre nødvendig vannmengde med vannspeil på ønsket kotehøyde til vannforsyning for det aktuelle forsyningsområdet for å:

- **Utjevne variasjon** mellom tilført vann og forbrukt vann (utjevningssvolum). Vannbehandlingsanlegg og overføringssystem, ledninger og pumpestasjoner, trenger ikke å dimensjoneres for maksimalt forbruk. **Døgnutjevning** er det mest vanlige. Vannbehandlingsanlegg og overføringssystem kan da dimensjoneres for en vannføring som er jevnt fordelt over døgnet, og som gir mindre dimensjoner og rimeligere anlegg enn om de skulle vært dimensjonert for maksimalt forbruk. Ved pumping til bassenget gir dette jevnere pumpedrift med enkel styring. Pumpene kan gå mot et vel definert driftspunkt med god virkningsgrad.
- **Bidra til å holde stabilt og riktig trykk** i forsyningsområdet.
- **Sørge for å opprettholde vannforsyning i en viss tid i tilfelle feil** ved vannbehandlingsanlegg eller i overføringssystemene (sikkerhetsvolum)
- **Sørge for vann til brannsløkking** (brannvannsreserve)

1.3. Bruk av basseng - dagens status

Drikkevannsbasseng er en vanlig del av vannforsyningssystemene i Norge.

I følge Nasjonalt folkehelseinstituttets vannverksregistreringer fra 2007, er det ca 2130 lukkede basseng og 21 åpne basseng for drikkevann i bruk i Norge.

Bassengene kan være høy- eller lavreservoarer. Bassengene har forskjellige funksjoner etter hvor de er plassert i nettet. De betegnes som henholdsvis gjennomstrømningsbasseng, sidebasseng, tyngdepunktsbasseng eller motbasseng. Dette er nærmere beskrevet i kap. 4.2. I et vannforsyningssystem vil det normalt forekomme en eller flere av disse typene.

Bassengene har også forskjellig utførelse etter hva som er mest hensiktsmessig i hvert enkelt tilfelle. Pris, kvalitet og lokal tilpasning er momenter som kommer inn ved valg av type basseng.

Drikkevannsbassengene kan bygges frittliggende oppe på bakken, graves helt eller delvis ned, sprenges inn i fjell (fjellbasseng), eller kan bygges i tårn (vanntårn). På grunn av topografien i Norge, med mye kupert terreng, er det her sjelden behov for å bygge vanntårn. Vanntårn er mer brukt i deler av Europa.

Den mest vanlige utførelsen av drikkevannsbasseng i Norge har vært plasstøpte betongbasseng. Det har også blitt oppført noen bassenger i stål som er korrosjonsbeskyttet med ulike typer av malingssystemer. Begge bassengtypene er som regel isolerte og beskyttet av en utvendig kledning på vegg mens tak er tekket.

En vanlig utførelse særlig for store volum har vært å bygge basseng inne i fjellhaller.

I de senere årene har det blitt bygd mange basseng med prefabrikkerte glassfiberelementer eller betongelementer. Disse er bygd frittliggende på bakken eller bare litt nedgravde. De kan leveres med isolering og utvendig trekledning montert på bassengveggen.

Basseng på opptil 100 m³ kan leveres som ferdige glassfibertanker med ventilkammer for nedgraving. Over ventilkammer, kan monteres et overbygg på samme måte som prefabrikkerte pumpestasjoner.

På markedet finnes det også basseng i rustfritt stål på størrelse opptil 500-800 m³. Selve vannbeholderen i stålbassengene er i seg selv ikke isolert, og må plasseres inne i en isolert bygning. I Norge er det ennå ikke bygd noen basseng av denne type. I Europa, og spesielt i Tyskland / Sveits, er det bygd flere slike stålbasseng.

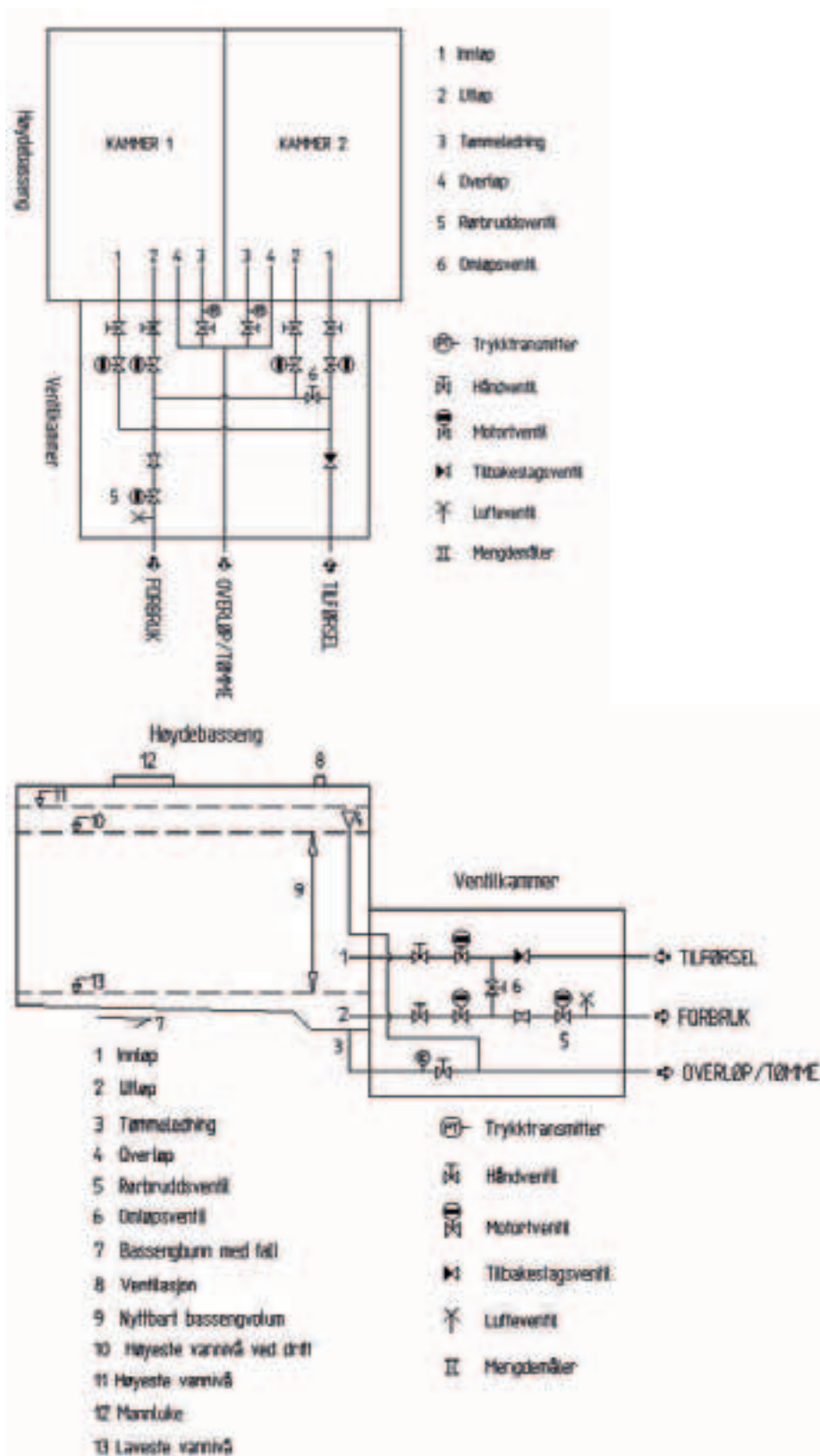
1.4. Definisjoner

Kapittelavsnittet gir definisjoner for noen sentrale begrep. I tillegg vil det være definisjoner/beskrivelser av begrep i andre kapitler der dette er nødvendig.

1.4.1. Drikkevannsbasseng

Lukket lagringsanlegg for drikkevann med ett eller flere vannkamre, betjeningshus/ventilhus, driftsutstyr og adkomstinnretninger, som sørger for utjevning i etterspørselen etter vann, gir trykkstabilitet og som har vannreserver til å opprettholde forsyning ved stans i tilførsel fra vannbehandling/kilde samt kan dekke vannbehov ved brannslukking.

Figur 1.1 viser plan og snitt av den prinsipielle oppbyggingen av et basseng.



Figur 1.1: Plan og snitt av drikkevannsbasseng. Prinsipp tegning. På utløpsledningen fra begge kammer må det være mulig å ta ut vannprøver. Behov for kjøring av renseplugger ev. annet arrangement for rørrengjøring, må vurderes. Det må lages eget opplegg for uttak av spylevann som ikke kan gå direkte til utslipp i resipient.

1.4.2. Høydebasseng

Drikkevannsbasseng med kammer på bakkenivå plassert i en tilstrekkelig høyde til at vannet tilføres forsyningsområdet ved hjelp av tyngdekraft. Vannet i området får stabilt trykk.

1.4.3. Volum

Totalt vannvolum

Bassengets totale mulige vannvolum. Begrenses av overløpsnivå. Det er ikke mulig å nyttiggjøre seg alt vann i totalt vannvolum til vannforsyning.

Nyttbart vannvolum

Det nyttbare vannvolumet er volumet mellom høyeste og laveste vannspeil under drift. Dette består av:

- Utjevningsvolum (utjevning av forbruksvariasjon)
- Sikkerhetsreserve
- Brannreserve

1.4.4. Vannkammer

Selvstendig del av et basseng med separate innretninger for inntak, utløp, overløp og spyling som kan drives uavhengig av andre kamre i det samme bassenget. Det er anbefalt at et drikkevannsbasseng bør bestå av minst to vannkammer. Ved spyling, rengjøring og desinfisering eller nedtapping av ett kammer, vil det med to kamre være mulig å opprettholde nødvendig trykk og sikker vannforsyning i en begrenset periode.

1.4.5. Betjeningshus

Selvstendig del av et basseng som inneholder rør, hovedventiler, pumper, kontroll- og overvåkningsutstyr, og som kan gi adkomstmuligheter til vannkammer gjennom luke, dør eller tilsvarende. Det skal også være mulighet for uttak av vannprøver i eller i tilknytning til betjeningshuset. Betjeningshus kan bestå av ett eller flere avdelte rom som ganger, trapperom, personalrom, rom for teknisk utstyr og ventilkammer med rør og ventiler.

1.4.6. Konstruktør (ansvarlig prosjekterende)

Person som sammen med vannverket er ansvarlig for å fastsette de grunnleggende kriteriene som skal brukes ved planlegging, konstruksjon, overtakelse og drift av bassenget.

1.4.7. Utbedring - rehabilitering

Arbeid som er nødvendig for å modernisere eller forbedre et basseng slik at det er i samsvar med dagens krav, og for at det skal tilfredsstillende eventuelle nye behov.

1.4.8. Reparasjon

Arbeid som er nødvendig for å rette opp en feil og sette bassenget i en slik stand at det kan drives tilfredsstillende.

1.4.9. Vannbehov (vannforbruk)

Anslått nødvendig vannmengde per tidsenhet.

1.4.10. Vanntetthet

Karakteristisk kvalitet på en konstruksjon som hindrer vann ut over det som er tillatt mengde å passere gjennom konstruksjonen.

2. Aktuelle aktører - aktuelle forskrifter og veiledninger - Plangodkjenninger

Ved planlegging, bygging og drift av drikkevannsbasseng er det gitt bestemmelser og krav i en rekke forskrifter og veiledninger som en må vurdere å ta hensyn til. Gjennom regelverket er det definert en rekke instanser som er aktører i en eller flere faser i et bassengs liv.

2.1. Lover og forskrifter

I vedlegg 1 er det vist en oversikt over noen aktuelle lover og forskrifter som har innvirkning ved bygging og drift av drikkevannsbasseng. På Norsk Vanns hjemmesider (www.norsk vann.no) finnes det en mer omfattende oversikt over lover og forskrifter som dekker vann og avløpssektoren.

2.2. Aktører - oversikt over viktige instanser og funksjoner

I veileder til drikkevannsforskriften er det gitt en oversikt over instanser som, enten gjennom drikkevannsforskriften eller annet aktuelt regelverk, er viktige aktører ved bygging og drift av drikkevannsbasseng. Veilederen finnes på Mattilsynets hjemmesider (www.mattilsynet.no).

2.3. Norske standarder og veiledninger

På Norsk Vanns hjemmesider er det en oversikt over standarder og veiledninger som dekker vann og avløpssektoren. På Standard Norge sine hjemmesider (www.standard.no) finnes en komplett oversikt over norske standarder.

På arbeidstilsynets hjemmesider (www.arbeidstilsynet.no) får en tilgang til publikasjoner fra arbeidstilsynet. Her finnes både lover, forskrifter og veiledninger som er relevante.

2.4. Plangodkjenninger

Etter plan- og bygningsloven

Ved bygging av nytt høydebasseng og rehabilitering av eksisterende, gjelder det vanlige regler etter plan- og bygningsloven.

Nybygg:

- Området anbefales regulert gjennom godkjent reguleringsplan i kommunen til dette formål; spesialområde høydebasseng.
- Det skal søkes om byggetillatelse for både bygget og nødvendig ledningsanlegg fram til bygget.

Rehabilitering av eksisterende anlegg:

- Ved påbygg/tilbygg og omfattende fasadeendringer skal det leveres byggesøknad til kommunen.
- Ved bruksendring av bygget, skal det søkes om byggetillatelse.
- Ved endringer i trasé/omlegging av vannledninger skal det også søkes om byggetillatelse.

Etter drikkevannsforskriften.

Regler i drikkevannsforskriften må også følges ved:

- **Nybygg**
Planer for nye drikkevannsbasseng må tas opp med Mattilsynet som godkjenningsmyndighet.
- **Rehabilitering**
Planer for rehabilitering som avstedkommer vesentlige endringer med hensyn til vannets kvalitet og leveringssikkerhet må tas opp med Mattilsynet som godkjenningsmyndighet.

3. Gjennomføringsmodell ved bygging av basseng

3.1. Generelt

Gjennomføringsmodell angir organisering, ansvarsfordeling og fordeling av oppgaver i et byggeprosjekt. Gjennomføringsmodellen omfatter både entrepriseform, kontraktstype, kontraheringsform og intern organisering av prosjektet.

Organisering definerer hvordan arbeidsoppgaver skal fordeles, og hvilken rolle byggherren selv og andre aktører skal spille i gjennomføringen. Organiseringen av byggeprosjektet angis vanligvis som et organisasjonskart som viser formelle strukturer.

Entrepriseform angir kontraktsstruktur mellom byggherre, entreprenør og prosjekterende for utførelse av prosjektering, bygging og koordinering av et byggeprosjekt.

Risikoen som aktørene påtar seg i et byggeprosjekt er en konsekvens av gjennomføringsmodellen, ikke bare entrepriseformen. Ved å kombinere ulike entrepriseformer med ulike oppgjørsformer og kontraheringsmåter, oppstår det mange ulike gjennomføringsmodeller. I operativ bygging finnes det nå nesten ingen rene standard løsninger.

Flere undersøkelser taler for at det ikke er entrepriseformen som har avgjørende betydning for utfallet av en byggesak. Det er i større grad den totale gjennomføringsmodellen som har betydning for resultatet. Diskusjon om entrepriseformer er i realiteten en diskusjon om hvem som skal få innflytelse på byggeprosessen og hvor stor del av et prosjekt den enkelte part skal få tildelt ansvar for. Alle ønsker å stå nærmest den som tar de viktige beslutningene, nemlig byggherren. Dessuten ønsker aktørene å maksimere sin del av medvirkningen i prosjektet.

Temaet er for omfattende til at det kan behandles i detalj i denne veiledningen. Her pekes det på noen sentrale momenter for valg av gjennomføringsmodell ved bygging av basseng. For øvrig henvises til faglitteraturen.

3.2. Forarbeid

3.2.1. Byggeprogram

Det er av avgjørende betydning for det endelige produktets pris og kvalitet at byggherren legger ned tilstrekkelig ressursinnsats i prosjektets innledende fase. Mange av de beslutninger som treffes på et tidlig tidspunkt i prosessen har meget stor betydning for den senere gjennomføring av byggesaken og driften av anlegget.

Følgende forhold må avklares:

- Behov og myndighetskrav
- Prosjektorganisasjon/kontrahering rådgivere
- Kartgrunnlag (ev. supplerende kartlegging)
- Infrastruktur (vei, vann, avløp, el, tele)
- Tomt/planområde
- Reguleringsbestemmelser/naboforhold
- Grunnforhold (behov for grunnundersøkelser)
- Analyser av vannet som skal lagres
- Dimensjoneringsgrunnlag
- Prinsippløsninger

- Kvalitetskrav
- Foreløpige kostnadskalkyler og budsjett
- Utbyggingsetapper (ev.)
- Tidsplan

Byggherrens prosjektorganisasjon

Dersom byggherren selv ikke innehar tilstrekkelig kompetanse i egen organisasjon må han styrke sin egen stab med engasjement av ekstern kompetanse. Dette kan for eksempel være kompetanse innen:

- Prosjektledelse
- Prosjektering
- Byggeledelse

Det er viktig av hensyn til fremdrift og kontinuitet i byggeprosessen at prosjektorganisasjonen etableres i en tidlig fase.

Dimensjoneringsgrunnlag

Dimensjoneringsgrunnlaget fastlegges med basis i vannforbruket i det aktuelle forsyningsområdet i dag og prognoser for framtidig utvikling. Det er viktig at dimensjoneringsgrunnlaget er representativt for prosjektet slik at en ikke risikerer feildimensjonering av anleggene.

Kvalitetskrav

I denne fasen bør en bestemme seg for overordnede kvalitetskrav. I det videre arbeidet må disse detaljeres. Bruker/driftspersonellet må trekkes med i dette arbeidet.

Bassengalternativer

Det er viktig at en ikke begrenser seg til en bestemt type basseng for tidlig i prosjektet. På denne måten vil en ha større muligheter for å kunne velge den bassengtypen og gjennomføringsmodell som er best tilpasset det aktuelle prosjektet. I denne fasen kan en for eksempel begrense seg til å avklare løsningsprinsipp. Dersom en går et skritt videre ved å bestemme at det skal innhentes anbud/tilbud på bestemte typer basseng, vil valgmulighetene straks bli mindre i neste fase. Dette må imidlertid vurderes i hvert enkelt prosjekt med basis i bl.a. lokale forhold.

3.2.2. Forprosjekt

Forprosjektet er en opptegning og en beskrivelse av de beslutningene som er truffet i byggeprogramfasen.

Byggherren utarbeider forprosjektet. Arbeidet med forprosjektet må ses i sammenheng med byggherrens prosjektorganisering. Videre legges byggeprogrammet til grunn. Dette vil være styrende for forløpet i denne fasen som vil omfatte å:

- Fastlegge rammebetingelser bl.a. gjennom forhåndskonferanse med myndighetene
- Definere mål
- Vurdere alternativer
- Utarbeide kostnadskalkyler
- Gi anbefalinger

I tillegg til det som er trukket opp i byggeprogrammet skal forprosjektet spesielt inneholde:

- Dimensjoneringsgrunnlag
- Tekniske data
- Teknisk beskrivelse (bygg, installasjoner)
- Kostnadskalkyler (investering, drift/vedlikehold)
- Tegninger
- Fremdrift
- Finansiering
- Prosjektorganisering/entrepriseform

Selv om forprosjektet skal danne grunnlaget for finansiering, prosjektering og utførelse av prosjektet, bør forprosjektet legge opp til å kunne beholde valgmulighetene mellom leverandøravhengige løsninger. Forprosjektet kan derfor utarbeides som et rammedokument, som prosjektet i etterfølgende faser skal holde seg innenfor. I slike tilfeller kan detaljeringsnivå bl.a. når det gjelder tegninger avvike fra et vanlig forprosjekt.

Behandling av forprosjektet

Forprosjektet danner grunnlaget for at byggherren skal kunne realitetsvurdere prosjektet, innhente godkjenninger og sikre nødvendig finansiering. Ved utarbeidelsen som ved den administrative behandlingen av forprosjektet, bør en legge opp til samarbeid med berørte parter. Det er særlig viktig med innspill fra driftsorganisasjonen.

I spesielle prosjekter kan det være nyttig å innhente uttalelser fra entreprenører og forskningsmiljøer. Innspillene legges til grunn for en eventuell justering av forprosjektet.

3.3. Entrepriseform

Hvor langt byggherren skal føre prosjekteringen før bassenget sendes ut på tilbud er avhengig av den entrepriseform som velges. Aktuelle entrepriseformer er normalt:

Totalentreprise

Hele prosjektet inklusive detaljprosjekteringen settes bort til en entreprenør. Ev. kan selve vannkammeret settes bort på totalentreprise, mens betjeningshus kan utføres etter en annen entrepriseform. Byggherren kan oppnå økonomisk gevinst gjennom en konkurranse på ulike typer basseng. NORVAR-rapport nr 81 /15/ er utarbeidet som en veiledning for kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise. Denne gir en mer grundig beskrivelse av totalentrepriser og anbefaler framgangsmåte ved kontrahering.

Delte entrepriser

Byggherren har ansvar for prosjekteringen, som regel utført av en engasjert rådgiver. Det innhentes separate tilbud på bygningsmessige arbeider og de tekniske arbeidene. De bygningsmessige arbeidene anbefales samlet i en entreprise. Bygningsentreprenøren kan mot en avtalt godtgjørelse også ha koordinerings- og framdriftsansvar for de tekniske entreprisene.

Generalentreprise

Byggherren har ansvar for prosjekteringen, som regel utført av en engasjert rådgiver. Det innhentes tilbud på hele utførelsen av byggeprosjektet slik at det inngås en samlet kontrakt for byggingen. Generalentreprenøren inngår som regel kontrakt med flere underentreprenører.

3.3.1. Kontrahering

LOV 1999-07-16-nr 69, lov om offentlige anskaffelser gjelder for alle oppdragsgivere som er bundet av regelverket. Loven fastslår de grunnleggende krav som gjelder ved innkjøp og som gjelder uansett type anskaffelse og størrelse på anskaffelsen.

Det er to hovedforskrifter som gjelder for offentlige anskaffelser.

1. Forskrift av 7.april 2006 nr 402 om offentlige anskaffelser (anskaffelsesforskriften)
2. Forskrift av 7. april 2006 nr 403 om innkjøpsregler i forsyningssektoren (vann- og energiforsyning, transport og posttjenester) (forsyningsforskriften).

Anskaffelsesforskriften gjelder for de "klassiske" sektorer, det vil si de sektorer som ikke er omfattet av forsyningsforskriften. Forsyningsforskriften er en sektorforskrift som gjelder for forsyningssektorene. Men etter en forskriftsendring i 2005 får den likevel ikke anvendelse på statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og sammenslutninger dannet av en eller flere av disse. Det betyr at kommunal virksomhet, som ikke er organisert i et IKS eller AS, må benytte anskaffelsesforskriftens regler.

4. Drikkevannsbassengets funksjon i vannforsyningen

4.1. Generelt

Basseng er normalt ett av elementene som inngår i et helt vannforsyningssystem sammen med vannkilde, vannbehandlingsanlegg, pumpestasjoner, overførings- og fordelingsledninger med ventilkummer. Ved planlegging av et basseng, må alle elementene vurderes sammen for å finne den mest optimale størrelse og plassering av bassenget stedsmessig og høydemessig.

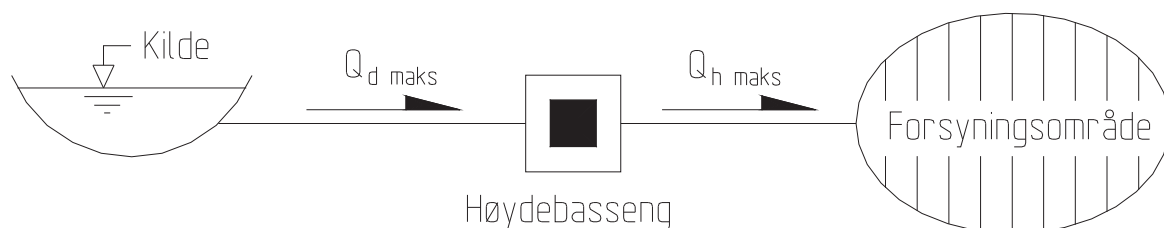
Ofte er det store geografiske høydeforskjeller innenfor ett og samme vannforsyningssystem. Da vil det være behov for å dele inn ledningsnett i forskjellige trykksoner. Ett basseng vil ofte dekke flere trykksoner. Lavere trykksoner forsynes via trykkreduksjonsventiler ute på nettet. Høyere trykksoner kan forsynes med pumping rett ut på nettet.

4.2. Bassengets plassering i nettet

Bassenget vil ha forskjellig påvirkning på nettet/funksjon ut fra dets plassering i forhold til kilde og forsyningsområde. Basseng plassert før forsyningsområdet benevnes som gjennomstrømningsbasseng eller sidebasseng. Basseng plassert midt inne i forsyningsområdet kalles tyngdepunktsbasseng. Basseng plassert etter forsyningsområdet kalles motbasseng.

4.2.1. Gjennomstrømningsbasseng

Bassenget ligger mellom vannkilde/ vannbehandlingsanlegg og forsyningsområdet. Alt vannet fra overføringsledningen går via/gjennom bassenget, slik at dette stadig blir fornyet. Ledning inn dimensjoneres for maksimalt døgnforbruk ($Q_{d\text{maks}}$), mens ledning ut dimensjoneres for maksimalt timeforbruk ($Q_{h\text{maks}}$). I maksimalt timeforbruk må en inkludere dimensjonerende brannvannstapping.



Figur 4.1 Gjennomstrømningsbasseng

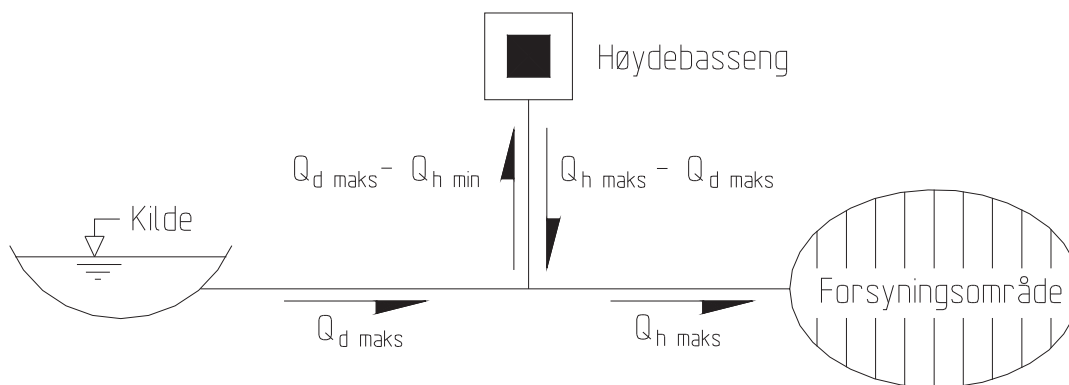
4.2.2. Sidebasseng

Et sidebasseng ligger mellom kilden og forsyningsområdet. Det er tilknyttet overføringsledningen med en eneste ledning. Fylling og tapping går via denne ledningen. I perioder med maksimalbelastning vil det tappes vann fra bassenget. I perioder med lite forbruk vil bassenget fylles opp. Denne typen basseng kan gi vannet lang oppholdstid da vannet vil forsynes direkte fra kilden i perioder med vannforbruk lavere enn maksimalt døgnforbruk. Ved pumping opp i bassenget kan denne stoppes slik at all forsyning kommer fra bassenget i en periode og en får skiftet ut vannet i bassenget. Det samme

kan oppnås ved å stenge en motorstyrt ventil på ledningen fra kilden fram til avgreining opp til bassenget.

Vannmengde ved fylling inn i bassenget vil være maksimalt døgnforbruk fratrasket minimum timeforbruk, ($Q_{d\text{maks}} - Q_{h\text{min}}$).

Vannmengde ut av basseng vil normalt være maksimalt timeforbruk fratrasket det vannet som forsynes direkte fra kilden ($Q_{h\text{maks}} - Q_{d\text{maks}}$). Det anbefales å dimensjonere tappeledning for at bassenget skal forsyne området alene ($Q_{h\text{maks}}$).



Figur 4.2 Sidebasseng

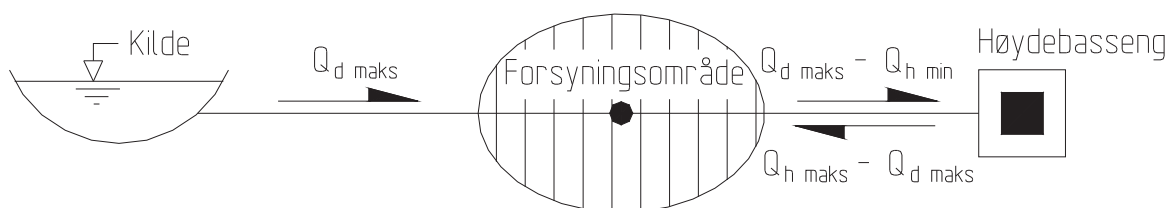
4.2.3. Motbasseng

Et motbasseng er et basseng hvor forsyningsområdet ligger mellom vannkilden og bassenget. Vannet fra bassenget vil dermed være et supplement til vannet direkte fra kilden. I perioder med liten tapping, for eksempel om natten, tappes vann kun fra kilden. Vann som ikke forbrukes, ledes til høydebassenget. På dagtid vil det derfor være tosidig forsyning til området.

Det er fare for at vannet kan få lang oppholdstid i denne typen basseng. Ved pumping opp i bassenget kan denne stoppes slik at all forsyning kommer fra bassenget i en periode og en får skiftet ut vannet i bassenget. Det samme kan oppnås ved å stenge en motorstyrt ventil på ledningen fra kilden. Denne må plasseres mellom kilden og forsyningsområdet.

Vannmengde ved fylling inn i bassenget vil være maksimalt døgnforbruk fratrasket minimum timeforbruk, ($Q_{d\text{maks}} - Q_{h\text{min}}$).

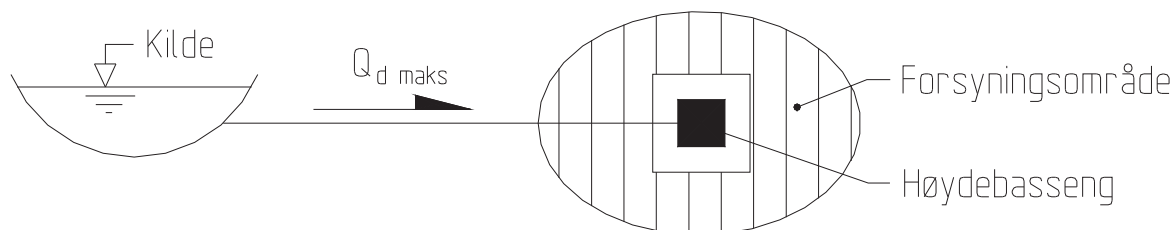
Vannmengde ut av basseng vil normalt være maksimalt timeforbruk fratrasket det vannet som forsynes direkte fra kilden, ($Q_{h\text{maks}} - Q_{d\text{maks}}$). Det anbefales å dimensjonere tappeledningen for at bassenget skal forsyne området alene, ($Q_{h\text{maks}}$).



Figur 4.3. Motbasseng

4.2.4. Tyngdepunktsbasseng

Bassenget er her plassert midt i forsyningsområdet. Bassenget oppfører seg hydraulisk som et motbasseng. Bassenget vil fylles i perioder med lite vannforbruk, og tappes i maksimalsituasjoner (for eksempel ved maksimalt timeforbruk) på dagtid. Vannmengde inn og ut av basseng beregnes tilsvarende et motbasseng. Fordelen er at bassenget er plassert nær største forbruk slik at trykktap i tappeledning blir lite.



Figur 4.4: Tyngdepunktsbasseng

4.2.5. Lavreservoar

Lavtliggende basseng hvor vannet delvis må pumpes ut på nettet. Bassenget fungerer også som reserve ved brann og ved utkobling av vannkilde etc. Et lavreservoar kan også være et utjevningsbasseng. Avhengig av dets plassering i nettet vil det også kunne være gjennomstrømningsbasseng, tyngdepunktsbasseng eller motbasseng. P.g.a. dets lave plassering i topografien, vil et lavreservoar ofte være et tyngdepunktsbasseng.

4.2.6. Pumping på forsyningsnettet

For mindre områder som trenger trykkøkning kan det være vanskelig og uøkonomisk med eget høydebasseng. Her kan det i stedet bygges pumpestasjon som pumper direkte på nettet. Pumpene bør være turtallsregulerte, og styres med sikte på å holde et valgt trykk ut på nettet. Anlegget må dimensjoneres for maksimalt timeforbruk, (Q_{hmaks}). Samtidig må anlegget kunne tåle å levere minimumsforbruket uten at pumpene går varme.

Ved pumping rett ut på nett, må en sikre at anlegget har høy driftstabilitet slik at forsyningen opprettholdes hele tiden. Dette stiller store krav til den tekniske utførelsen av anlegget. Installering av nødstrømsaggregat må vurderes.

For dekning av brannvannsforbruket i slike områder er det ofte brukt en egen brannvannpumpe som startes kun hvis behovet oppstår. Dette anses som en mer usikker løsning for å sikre brannvannsdekning enn ved forsyning fra basseng da risikoen for stopp i leveransen av brannvann er større.

4.3. Beregning av bassengvolum

Nødvendig vannvolum i et drikkevannsbasseng kan beregnes som:

$$M_{tot} = M_u + M_s + M_b$$

Der : M_{tot} = bassengets totale nyttbare vannvolum
 M_u = utjevningsvolum
 M_s = sikkerhetsreserve
 M_b = brannvannsreserve

For å finne størrelsen på det totale volumet, er det flere faktorer å ta hensyn til. Volum på bassenget bestemmes blant annet av følgende faktorer:

- Antall personer som skal forsynes fra bassenget
- Type abonnenter
 - ev. sårbare abonnenter i forsyningsområdet (eks. sykehus, skoler, syke- og aldershjem etc.).
 - ev. industri med spesielle vannbehov når det gjelder mengde, variasjon i mengde eller kvalitet på vannet og/eller behov for sikker vannforsyning.
- Bassengets funksjon og plassering i vannforsyningssystemet.
- Forbruksvariasjoner på nettet; døgn- og timevariasjoner.
- Kapasitet på
 - Råvannskilden
 - Behandlingsanlegget
 - Overføringsnettet
- Muligheter for forsyning fra andre kilder eller basseng.
- Vannverkets beredskap for reparasjon av skader.

Sannsynligheten for at det skal bli behov for å ta ut brannvann fra bassenget når sikkerhetsreserven er helt nedtappet må vurderes. I Sverige er det anbefalt at nødvendig bassengvolum settes lik den største summen av utjevningsvolumet og sikkerhetsreserven eller utjevningsvolumet og brannvannsreserven /2/.

4.3.1. Utjevningsvolum

Utjevningsvolumet beregnes som regel for døgnutjevning. Det kan også være tilfeller der det er økonomisk riktig å dimensjonere for ukeutjevning.

Døgnutjevning:

Ved døgnutjevning vil bassengene normalt tappes ned om dagen og fylles opp om natta når forbruket er lite. Anleggene oppstrøms bassenget som pumpestasjoner, behandlingsanlegg og ledninger får en jevn belastning i løpet av døgnet uten de store vannforbrukstoppene.

Ved overslagsberegninger kan en sette M_u fra 20 til 35% av maks døgnforbruk.

I regelverk /3/ utarbeidet av Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW), er det under forutsetning av jevn tilførsel foreslått følgende:

- | | |
|--|-------------------------------|
| - Maksimalt døgnforbruk mindre enn 1000 m ³ | $M_u = 0,35 \times Q_{dmaks}$ |
| - Maksimalt døgnforbruk 1000 til 4000 m ³ | $M_u = 0,25 \times Q_{dmaks}$ |
| - Maksimalt døgnforbruk over 4000 m ³ | $M_u = 0,20 \times Q_{dmaks}$ |

Har en data av vannforbruket over døgnet enten i form av målinger eller gode prognoser kan utjevningsvolumet beregnes mer eksakt. I vedlegg 2 er det vist eksempel på prinsippet for en slik beregning.

Ukeutjevning:

Bassengene vil normalt tømmes gjennom hele uken, og det vil ikke fylles helt opp igjen før mot slutten av helga. På steder med industri med spesielt eller stort vannforbruk og 5-dagers uke, kan dette være en gunstig løsning.

Ukeutjevning krever erfaringsmessig et volum på 7-10 % av ukeforbruket. Den jevne tilførselen til bassenget kan reduseres med ca 10 % i forhold til Q_{dmax} . Det må foretas egne beregninger for det aktuelle forsyningsområdet.

Det må også foretas kost-/nyttevurderinger før det dimensjoneres for ukeutjevning. Å dimensjonere for ukeutjevning kan være økonomisk fordelaktig spesielt i store anlegg med lange pumpeledninger og omfattende behandling av vannet.

Har en data av vannforbruket over uka, enten i form av målinger eller gode prognoser, kan utjevningsvolumet beregnes mer eksakt etter samme prinsipp som beregning av volumet for døgnutjevning.

4.3.2. Sikkerhetsreserve

Sikkerhetsreserven skal dekke opp vannbehovet ved stopp i overføring fra vannkilden og dekke uforutsette uttak. Det må i hvert tilfelle avgjøres hvor stor sikkerhet en ønsker å ha i reservevolumet. Størrelsen på sikkerhetsreserven er avhengig av lokale forhold ved vannverket, særlig må en vurdere:

- Er det spesielt sårbare abonnenter i forsyningsområdet?
- Er det mulig å forsyne området fra andre kilder, basseng?
- Hvor lang tid vil det ta å få reparert eventuelle skader som kan oppstå?

Den totale beredskapssituasjonen for vannverket må veie tungt i vurderingene. I Norge har det vært vanlig at sikkerhetsreserven dekker 7-48 timers forbruk.

Sikkerhetsreserven kan beskrives ved hjelp av formelen:

$$M_s = n \times Q_d$$

n er en faktor som varierer mellom 0,3 og 2,0
 Q_d : middel døgnforbruk

Hvert enkelt vannverk kan ha gitt en servicegaranti eller tjenesteerklæring ovenfor abonnenten der det er sagt hvor lenge hver enkelt abonnent kan risikere å være uten vann. Dette bør stemme overens med det reelle sikkerhetsvolumet.

4.3.3. Brannvannsreserve

VA-miljøblad nr 82 *Vatn til brannsløkking* gir en innføring i regelverk for brannvann og skisserer løsninger og eksempler på håndtering av krav til brannvann.

På hjemmesiden til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (www.dsb.no), er det en god oversikt over aktuelle lover, forskrifter og veiledere.

I Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn" /4/ (med hjemmel i lov om brann- og eksplosjonsvern /9/) heter det i:

§5-4 Vannforsyning

Kommunen skal sørge for at den kommunale vannforsyning fram til tomtegrense i tettbygd strøk er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann.

I boligstrøk o.l. hvor spredningsfaren er liten er det tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer passende tankbil.

I områder som reguleres til virksomhet hvor sprinkling er aktuelt, skal kommunen sørge for at det er tilstrekkelig vannforsyning til å dekke behovet.

I DSBs veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn /16/, er det gitt mer detaljerte anvisninger om:

Brannvesenets behov for slokkevann

Behovet for slokkevann bør inngå i kommunens ROS-analyse¹, ref. lovens § 9, og tiltak bør iverksettes i henhold til analysen. Store branner i byområder har vist at slokkevann og fysiske barrierer er helt nødvendig for å begrense brannene.

Byggverkenes plassering og utforming, størrelse og seksjonering samt brannbelastning og brannvesenets organisering, utstyr og innsats, er bestemmende for slokkevannsbehovet. Tilgangen på slokkevann bør inngå i rammebetingelsene for byggetillatelse, og disse vil kunne sette begrensninger for hvilke branntekniske løsninger som er aktuelle for et bygg (se under§ 5-1)

I etablerte områder må bygningsmassen, mengde og trykk i vannledningsnettet vurderes og settes opp mot brannvesenets antatte slokkevannsbehov.

Etter "utprøvde og anerkjente løsninger (preaksepterte løsninger)" i REN² angis følgende vannmengder:

**Boligbebyggelse -20 l/sek.,
Annen bebyggelse -50 l/sek**

Muligheter for etablering av bassenger/åpne kilder bør inngå i vurderingene som følge av krav til økonomi, drikkevannskvalitet i ledningsnettet med mer.

Virksomheter som over tid har endret byggverk i forhold til forutsetninger gitt i plan-/byggesak, og hvor behovet for slokkevannforsyning har økt, har ansvar for at det branntekniske sikkerhetsnivået blir tilfredsstillende, ref. § 2-1. Mangel på slokkevann kan medføre krav om at eier må legge om de branntekniske løsningene.

Skal brannvesenets behov for brannvann dekkes i sin helhet fra brannvannsreserven, utgjør et uttak på

- 20 l/s i 2 timer: 150 m³
- 50 l/s i 2 timer: 360 m³

Kommunen kan velge å erstatte tilstrekkelig dimensjonert vannledning med tankbil i områder med liten brannspredningsfare. Det henvises til veileder til forskrift om organisering av brannvesen /25/ for nærmere beskrivelse av hvilke krav som da må oppfylles.

¹ ROS Risiko- og sårbarhetsanalyse

² REN Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven

Når det gjelder vannforsyning til sprinkleranlegg er det i /16/ gitt følgende anbefalinger:

Vannforsyning til sprinkleranlegg

Ved regulering av nye utbyggingsområder, må kommunen påse at vannforsyningen til automatiske slokkeanlegg er del av rammeforutsetningene for byggetillatelse før de blir prosjektert og etablert.

Nødvendig vannmengde, trykk etc. for sprinkling vil være avhengig av objekttype og utløsningsareal. Kommunen bør ha oppdatert dokumentasjon om tilgjengelig slokkevannforsyning, som stilles til rådighet for ansvarlig prosjekterende i byggesaker.

Loven og denne forskrift setter hovedfokus mot personsikkerheten i "byggverk eller områder hvor brann kan medføre tap av mange liv". I slike byggverk vil vannforsyning til sprinkleranlegg på opp til ca. 50 l/sek kunne være dekkende. I tillegg må kommunen etablere tekniske løsninger, innsatsrutiner osv. som ivaretar brannvesenets slokkevannbehov ved innvendige søk og redningsinnsats.

I planbestemmelser bør det vurderes innført betingelser om at tiltakshaver/eier selv har ansvar for å etablere tilførsel av større vannmengder til sprinkleranlegg med for eksempel vann fra basseng eller åpen kilde, dersom byggverket som følge av stor takhøyde, høy brannbelastning, lagring i høye reoler eller lignende krever dette. I enkelttilfeller kan vannforsyning til sprinkleranlegg på 6-9 000 liter per minutt (100-150 l/sek) være aktuelt.

Eier av brannobjektet er ansvarlig for tilfredsstillende brannsikkerhet. Der det er klart at etablert vannforsyning ikke er tilstrekkelig, må tilfredsstillende vannforsyning etableres eller tilfredsstillende brannsikkerhetsnivå etableres på annen måte.

For de aller fleste typer anlegg det kan være aktuelt å sprinkle; skoler, overnattingssteder, kontorer, sykehus /pleieinstitusjoner, driftsbygninger i landbruket, salgslokaler etc., vil vannbehovet til et sprinkleranlegg ligge fra 5 til 25 l/s. Dimensjonerende operasjonstid for disse systemene er minimum 60 minutter. Det gir et vannvolum på 20 til 90 m³.

Det er kun ved industribedrifter eller lagerbygninger med stor brannbelastning at vannbehovet kan bli større enn 35 l/s. For de store sprinkleranleggene kreves en operasjonstid på minimum 90 minutter. Et uttak på 50 l/s i 90 min gir en vannmengde på 270 m³. Se også Forsikringsselskapenes Godkjennelsesnevnds regler for sprinkleranlegg /5/.

Ved beregning av brannvannskravet for et forsyningsområde, må en gjøre en vurdering om hvilke type virksomhet som finnes, eller som det er planer om å etablere, og ut fra denne vurderingen bestemme hvor store sprinklerruttak som kommunen gjennom vannverket bør legge til rette for å tilfredsstille.

Et generelt krav på 50 l/s vil for mange områder være vanskelig å tilfredsstille og også unødvendig. For andre områder kan det være fornuftig at det legges til rette for større sprinklervannuttak.

Tidligere praksis

Opp igjennom årene har volumkravet til brannvannsreserve som har vært brukt i norske kommuner (byer) variert mye. En undersøkelse gjort i 1985 av NHL /1/ viser en variasjon på mellom 100 og 600 m³.

I en rapport i NTNFs program for VAR-teknikk fra 1985 /6/, som omhandler vannforsyning til brannslukking, er det gjort en undersøkelse over vannforbruk ved branner i Norge. Statistikken viser at de fleste branner krever relativt liten slukningsinnsats (en stråle, liten vannmengde, kort bekjempingstid).

I 70 % av brannene er 3000 l tilstrekkelig vannmengde.

I 87 % av brannene er 10 l/s tilstrekkelig vannintensitet.

Både vannmengde og vannintensitet er høyere i Norge enn i Tyskland og Sverige hvor tilsvarende undersøkelser er blitt utført. Det har vært en betydelig utvikling av slokketeknikker med bruk av mindre vann siden disse rapportene ble laget. I samme rapport foreslås for brannslukking i boligområder hvor en har tankbiler for førsteinnsats:

Avstand til brannvannsuttak maks 350 m: 12 l/s i 2 timer. Volum 90 m³

Avstand til brannvannsuttak maks 600 m: 18 l/s i 2 timer. Volum 130 m³

Praksis i andre land

I Sverige er det i følge /2/ stilt følgende krav:

Type bebyggelse	Brannvannsreserve m ³
A. Boområder eller andre tilsvarende områder med serviceanlegg 1. Hus mindre enn 4 etasjer, enebolig, rekkehus, 2. Annen boligbebyggelse	50 200
B. Industriområder, rene industrianlegg eller fra et brannsynspunkt tilsvarende områder 1. Lav brannbelastning, brannsikre bygninger uten lager av brennbart materiale 2. Normal brannbelastning, brannsikre bygninger uten større lager av brennbart materiale 3. Høy brannbelastning, som trevarefabrikker og lign 4. Meget høy brannbelastning, oljeanlegg og lign	50 200 400 >400

I Tyskland er det i /3/ gitt følgende retningslinjer:

Type bebyggelse	Brannvannsreserve m ³
For mindre steder/landlig bebyggelse	100-200 m ³
Byer, sentrums- og industriområder	200-400 m ³

Anbefaling

Det må gjøres en vurdering av brannvannsbehovet for det enkelte forsyningsområdet som ses i sammenheng med hele drifts- og beredskapssituasjonen for det aktuelle vannverket og det kommunale brannvesenet.

Viktige momenter her vil være:

- Kommunens ROS-analyse.
- Tilførselen til forsyningsområdet/bassenget – Kapasitet - Risiko for stopp i tilførselen.
- Risikoen for flere branner samtidig.
- Kapasitet på ledningsnettet i forsyningsområdet.
- Plassering, utforming, brannbelastning av eks. og framtidige bygg.
- Alternativ tilgang på slokkevann.

Som et utgangspunkt anbefaler vi at brannvannsreserven settes til 200-400 m³ for forsyningsområder med 1000-5000 personer. For mindre forsyningsområder med liten brannspredningsfare kan en vurdere å sette brannvannsreserven lavere, men ikke under 50 m³.

For store forsyningsområder med større risiko for flere samtidige branner må en vurdere å øke brannvannsreserven. Store vannbehov til sprinkleranlegg må vurderes spesielt. I den grad kommunen ønsker å tilrettelegge for slike uttak må en øke brannvannsreserven.

5. Funksjonskrav

Funksjonskravene må sammenholdes med de praktiske anbefalingene i kap. 6 og 7.

5.1. Funksjonskrav vannkvalitet

5.1.1. Generelt

En overordnet målsetning er at vannkvaliteten ikke skal forringes i drikkevannsbassenget. Bassenget skal prosjekteres, bygges og drives på en måte som forhindrer forurensning eller andre kjemiske, fysiske og biologiske endringer som kan forringe vannkvaliteten.

5.1.2. Materialer

I vannkamrene og i flater som kommer i kontakt med vann må en kun bruke materialer som ikke kan forringe vannkvaliteten. Betong og sementmørtel tilfredsstiller vanligvis dette kravet, men en må vise forsiktighet med bruk av tilsetningsstoffer og overflatebehandling. Ved bruk av forskalingsolje må leverandøren dokumentere at oljen, når bassenget fylles med vann, ikke vil ha en helseskadelig effekt eller sette smak på vannet.

Innvendige flater skal være glatte og porefrie for å hindre bakterievekst og lette rengjøring. Dette kan oppnås ved å bruke betongoverflater av høy kvalitet eller egnede belegg eller kledninger.

Ved lagring av kalkaggressivt vann i betongbasseng må en vurdere bruk av belegg eller innvendig kledning.

Det må ikke brukes metalliske deler som kan korrodere. I så fall skal de beskyttes mot korrosjon.

Det finnes ikke formelle godkjenningskrav på produkter. Hver enkelt vannverkseier må sørge for dokumentasjon fra leverandør på at produktet er egnet. På Nasjonalt Folkehelseinstitutt og Mattilsynet sine nettsider finnes lister over produkter som er vurdert. Innen EU pågår det arbeid med å lage en liste over tillatte komponenter i materialer som er i kontakt med drikkevann.

5.1.3. Vannsirkulasjon (oppholdstid)

Drikkevannsbassenget skal konstrueres på en slik måte at en unngår soner hvor vann kan stagnere. For lang oppholdstid i bassenget må unngås. Jo større oppholdstid, desto større risiko er det for at vannkvaliteten endrer seg.

Vann med dårlig vannkvalitet i utgangspunktet, vil endres mest med lang oppholdstid. Vann med god vannkvalitet vil ikke bli så påvirket av lang oppholdstid.

Kjemiske (K), biologiske (B) og fysiske (F) prosesser som påvirker vannkvaliteten er:

- Minskning av kloroverskudd, (K)
- Tilvekst av mikroorganismer, (B)
- Dannelse av klororganiske forbindelser, (K)
- Innlekking av overflatevann, (K, B)
- Dannelse av bunnsлам og overflatefilm, (K, F)
- Oppvarming, (F).

I ett VA-Forskningsprosjekt har Institutionen Vatten Miljö Transport på Chalmers og Göteborgs VA-verk studert ulike faktorerers innvirkning på vannomsetningen i noen vanlige typer av basseng. Formålet med prosjektet er å gi generelle anbefalinger for utforming av basseng med hensyn på vannomsetningen. Resultatene fra prosjektet er publisert i en VA-Forskningsrapport i 2007 /27/.

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

Forskningsresultatene viste at **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.

Rapporten viser at 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 forholdsvis 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 bør få fri veg gjennom høydebassenget. Det bør unngås å rette innløpet mot gulv, vegger eller pæler.

5.1.4. Ventilasjon av vannkammer

Vannivået i vannkamrene vil ikke være konstant, og endrer seg ved nedtapping og oppfylling. Vannkammeret må derfor ha ventilasjonsinnretninger for å slippe luft inn og ut.

Det kan oppnås ved naturlig eller tvungen ventilasjon.

Lufteinnretningen 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

Det bør være god avstand mellom 1 og 2.

5.1.5. Forebygging mot forurensninger

Drikkevannsbasseng skal konstrueres slik at vann utenfra eller forurensninger (jord, forurenset luft, støv, insekter eller andre dyr) ikke kommer inn gjennom åpninger, innganger eller røropplegg.

Det er viktig at takkonstruksjonen blir planlagt med, og utført med sikre og varige løsninger. Lekkasje gjennom tak har vært opphav til for høye bakterietall i basseng i flere tilfeller. Tak må også være lufttett slik at ikke støv eller insekter kommer inn over vannflaten.

Åpninger/innganger 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.

Vannet påvirkes av lys (algevekst med mer.), og bassenget skal derfor ikke være utstyrt med vindu eller utsettes for permanent lys på annen måte.

5.1.6. Temperaturpåvirkning

Det lagrede vannet skal ikke utsettes for uakseptable endringer forårsaket av varme eller kulde. Temperaturen kan ha betydning for utvikling av biologiske prosesser som fører til forringelse av vannkvaliteten.

Varmeisolerende tiltak kan være nødvendig for å unngå uheldig påvirkning på det lagrede vannet, konstruksjonen og det tilhørende utstyret. Varmeisolerende tiltak skal være tilpasset de lokale klimatiske forholdene og driftskravene slik at kondensen i vannkamrene holdes på et så lavt nivå som mulig.

Isdannelse inne i vannkammer er registrert som problem i flere basseng. Et fluktuerende vannspeil med et islag kan gi skader på rør og utstyr som ligger i dette nivået. Det er særlig ved liten vanngjennomstrømning at det kan dannes is. Hvis isolering av basseng ikke er tilstrekkelig eller mulig kan tiltak for å få økt gjennomstrømningen av vann gjennom bassenget være nødvendig. Det er også registrert frostsprengning i uisolerte betongvegger hvor en har vannlekkasjer på grunn av dårlig betongkvalitet.

5.1.7. Kontroll av vannkvaliteten

Vannkvaliteten på vannet i bassenget blir påvirket av flere forhold. For å sikre seg at en opprettholder en god vannkvalitet, er det viktig å utføre kontroller av vannet. Det skal være prøvetakingspunkter på tappeledning. For lettere å spore opp kilden til eventuelle problemer som oppdages ved rutineprøver på utgående vann, bør det også være mulig å ta ut prøver på inngående vannledning og fra selve vannkammeret. Prøveuttak fra vannkammeret bør kunne gjøres uten at det er nødvendig å gå inn i vannkammeret.

5.2. Funksjonskrav drift

5.2.1. Sikringstiltak mot hærverk, terror og sabotasje.

Det skal legges vekt på sikkerheten ved drikkevannsbasseng med hensyn til utilsiktet inntrengning, terrorisme, hærverk og andre ulovlige aktiviteter. Det skal treffes tiltak for å kunne hindre, oppdage og forsinke inntrengere.

I en rapport om sårbarhet i vannforsyningen /17/ 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. Det som reduserer sannsynligheten for forgiftningsanslag mot større drikkevannsreservoarer er at terrorgrupper sjelden har tilgang til de mest potente virkemidlene (toksiner og biologiske våpen), samt at de mangler kompetanse til å håndtere dem.

Rapporten slår fast at faren for alvorlige terroranslag mot vannforsyningen i Norge antas å være liten selv om trusselbildet har vært i endring i de siste årene. I den grad man kan snakke om en reell terrortrussel mot mål i Norge, må man først og fremst forvente spesifikke anslag mot mål som har tilknytningspunkter til gjerningsmennenes kampsaker. 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, både planlagt og tilfeldig (rampestreker), og mot enklere former for rettede trusler fra grupper med noe høyere kompetanse (sabotasje).

Betjeningshus/ventilkammer anbefales utført i solide materialer (som armert betong) slik at innbrudd blir vanskelig og tar tid. Det anbefales å montere sikkerhetsdører. Disse produseres i sikkerhetsklasse 1-4. En dør i klasse 4 skal motstå praktiske innbruddsforsøk i 10 minutter med mekanisk og elektrisk verktøy. Det anbefales å unngå bruk av vinduer. Eventuelle vinduer utføres med sikkerhetsglass.

Det anbefales å installere **innbruddsalarm** med sensorer på dører, porter, vinduer samt bevegelsessensorer innvendig.

Det anbefales at det ikke er adgang direkte til vannkammer fra åpent tak. Nedstigningsluker og ventilasjonsanlegg bør ligge inne i overbygg som er utført som betjeningshuset og hvor det er montert alarmanlegg. Hvor dette ikke er mulig å gjennomføre, eller på eksisterende anlegg hvor ombygging er vanskelig og kostbart, må lukene ha solid lås, være utført i metall og ha en innfesting som er vanskelig å bryte opp. Det anbefales å montere sensor på luke som tilkobles alarmanlegg. Stiger eller andre konstruksjoner som fører opp på bassengets tak må være låste eller konstruert slik at ikke uvedkommende personer kan komme opp.

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 videoovervåkning. Det utvikles stadig mer avanserte systemer. Det finnes i dag konsepter for alarmbasert videoovervåkning med overføring over både faste og mobile nett. Lagring av bilder må gjøres i henhold til regelverk, se figur 5.1.

Sikkerhetsgjerde rundt drikkevannsbasseng kan redusere uønsket inntrenging og hærverk, men vil aldri stoppe planlagt sabotasje eller hærverk.

Noen vannverk i Norge har valgt å slippe publikum helt inntil bassenget, og har ikke negative erfaringer med dette. Det kan for eksempel være utsiktspunkt på taket. Dette krever at anlegget sikkerhetsmessig og for øvrig er tilrettelagt for slik offentlig bruk. I figur 6.1 er det vist eksempel på dette.



Fig 5.1 Adgangskontroll med kamera. Lagring av bilder på PC i sikkerhetsskap.

5.2.2. Adkomst

Drikkevannsbasseng skal ha adkomstmuligheter for rutinekontroll og reparasjoner. Har bassenget flere kammer, skal det sørges for innretninger som gjør det mulig å rengjøre hvert kammer separat.

Adkomsten til vannkamre, betjeningshus og alt driftsutstyr skal være konstruert slik at den gir sikkerhet for personalet og muliggjør enkel drift. Åpningene skal dimensjoneres slik at materialer og utstyr for rengjøring, vedlikehold og reparasjoner kan tas inn. Adkomsten til vannkammeret skal alltid være begrenset og kontrollert.

Det skal være færrest mulig innganger til vannkamrene. Det kan være adkomst fra betjeningshuset, eller såfremt tilstrekkelig sikring finnes, fra taket.

5.2.3. Vanlig utførelse

Drikkevannsbasseng skal vanligvis ha minst to kammer, slik at rengjøring og reparasjonsarbeider kan gjøres uten avbrudd i forsyningen. Se også figur i kap. 1.4.1.

Hvis forsyning kan opprettholdes på annen måte, f.eks. forsyning fra annet basseng, forsyning ved pumping rett på nettet eller forsyning i omløp utenom bassenget, kan en vurdere om det er tilstrekkelig med ett kammer. Dette kan være særlig aktuelt ved utbygging av bassenget i to byggetrinn. I slike tilfeller må en vurdere om beredskap for brannvann eller tilsvarende, kan opprettholdes tilfredsstillende.

Basseng skal ha betjeningshus/ventilkammer som inneholder alle rør/ventiler og annet utstyr for drift av bassenget. Drikkevannsbassenget skal ha inntaks-, utløps-, overløps- og tømmeledninger og nødvendige ventiler for drift. Det skal installeres vannmålere og nivåmålere.

Innløp og utløpsledninger anbefales sammenknyttet med et omløpssystem. Betjeningshus skal være ventilert og anbefales utstyrt med luftavfukting.

5.2.4. Overløp

Overløpet fra hvert kammer må være tilstrekkelig stort til at alt overflødig vann får fritt utløp. Det bør vanligvis kunne ta unna den største innstrømmende vannmengden. Det skal ikke være stengeventiler på overløpsledningen. All overløpsdrift skal registreres.

Hvis kapasiteten på overløpet i visse tilfeller ikke er stor nok til å slippe ut den største innstrømningen, skal det treffes tiltak for inntakskontroll og en må vurdere sannsynlighet for og konsekvensene av svikt i disse tiltakene.

Overløp må utformes slik at ikke forurensninger (gasser, dyr, insekter etc.) kan komme inn i vannkammeret via dette og forurense det lagrede vannet. I tillegg kan overløpet ikke kobles sammen med ledninger som er tilknyttet sluk eller kummer med åpne vannspeil inne i ventilkammeret. Dette for å forhindre at overløpet ved tilbakestuvning kan komme opp gjennom sluket og gi oversvømmelse i ventilkammeret.

Overløp bør ikke være permanent forbundet med en avløpsledning. I så fall må kapasiteten til avløpsledningen kontrolleres og en må hindre tilbakestrømming av skittent vann og gasser fra avløpsledningen.

5.2.5. Strømforsyning

Det anbefales å installere permanent strømforsyning. Dette vil gi muligheter til styring og overvåkning av anlegget, gir større muligheter for å sikre kvaliteten på bygg og installert utstyr samt forenkler drift og vedlikehold av anlegget.

Det må være tilgang til servicestikk for lys og strømkrevende utstyr. Permanent lysopplegg i vannkammer anbefales normalt ikke. I tilfelle dette ønskes, må en velge utstyr som tåler klimaet og det må plasseres slik at lyskilde kan skiftes.

Det må i tillegg vurderes om drikkevannsbassengene skal ha nødstrømsforsyning. Behovet for nødstrøm og kapasitet på denne avhenger av hvilket utstyr som må tilknyttes. Det anbefales å forsyne måleinstrument og overvåkningsanlegg fra en avbruddsfri strømforsyning, UPS med batteri. Ved behov (langvarig strømbrudd etc.) kan ev. et mobilt nødstrømsaggregat tilkobles. Nødstrømsforsyning må vurderes i sammenheng med beredskapssituasjonen for vannverket, og strømsvikt til høydebasseng bør tas med i risikoanalysen for vannverket.

5.2.6. Overvåkning

Drikkevannsbasseng skal overvåkes og kontrolleres. Alle nødvendige driftsdata skal registreres. Det anbefales installert styrings- og overvåkningsanlegg for fjernovervåkning av bassenget.

Prosjekterende/konstruktøren skal angi om visuelle inspeksjonsinnretninger er nødvendige for å kunne observere vannet i hvert kammer. Overflaten på vannet bør kunne ses fullstendig.

5.2.7. Lynavleder

Alle vanntårn skal ha lynavleder. For andre typer basseng, bør dette vurderes for hvert enkelt tilfelle. For anlegg plassert høyt i terrenget anbefales dette.

6. Konstruksjonsmessig utforming av drikkevannsbasseng

6.1. Oversikt over aktuelle bassengtyper

Bassengene plasseres normalt direkte på mark, helt eller delvis nedgravde. Disse utføres som plasstøpte basseng eller prefabrikkerte basseng.

Andre alternativ er basseng bygd som vanntårn eller bygd inne i utsprengte fjellhaller.

De mest vanlige bassengtypene er beskrevet i delkapitlene under.

6.1.1. Plasstøpte basseng

Utført i plasstøpt betong. Den mest utbredte utførelsen av basseng i Norge. Normalt utføres disse som sirkulære basseng med slakkarmert eller etterspent betong, men de kan også bygges firkantede.

Denne bassengtypen har små begrensninger i utforming, størrelse og krav til byggegrunn/ terreng, og kan tilpasses de aller fleste lastsituasjoner. Bassengene kan tilpasses de fleste varianter med hensyn til utforming av betjeningshus og adkomst for å tilfredsstille anbefalte funksjonskrav i kap. 5.

Normalt isoleres og kles bassengene over terrengnivå. Bassengene er mindre kostnadseffektive ved mindre volum enn prefabrikkerte basseng.

Fordeler:

- Meget fleksible med hensyn på utforming og plassering i terreng
- Små begrensninger i forbindelse med utforming/ plassering av adkomst til bassenget
- Kan dimensjoneres for alle typer lasttilfeller
- Kjent teknologi; krever ingen spesialkompetanse ved bygging utover normal, god byggkompetanse

Ulemper:

- Mindre kostnadseffektive ved middels og små volum.
- Utsatt for lekkasjer ved feil utførelse.
- Lengre byggetid enn prefabrikkerte basseng.
- Et uttall forskjellige firma/personer som prosjekterer og bygger, betyr liten overføringseffekt av gode/dårlige løsninger.



Figur 6.1: Høydebasseng Alta vannverk. Vannvolum 8500 m³. To vannkammer, bygd med konsentrisk indre basseng. Bassenget er delvis nedfylt. Yttervegg er utført med etterspent armering. Yttervegg har pusset isolasjon. Ventilammer går inn under bunnplate. Trappehus er ført opp til tak. Trappehus er forlenget med eget bygg innover taket. Adkomst til begge kammer med trapp fra dette bygget. Taket er isolert med støpt dekke over. Det er adkomst til tak for publikum fra terreng på baksiden.

6.1.2. Prefabrikkerte basseng av betong

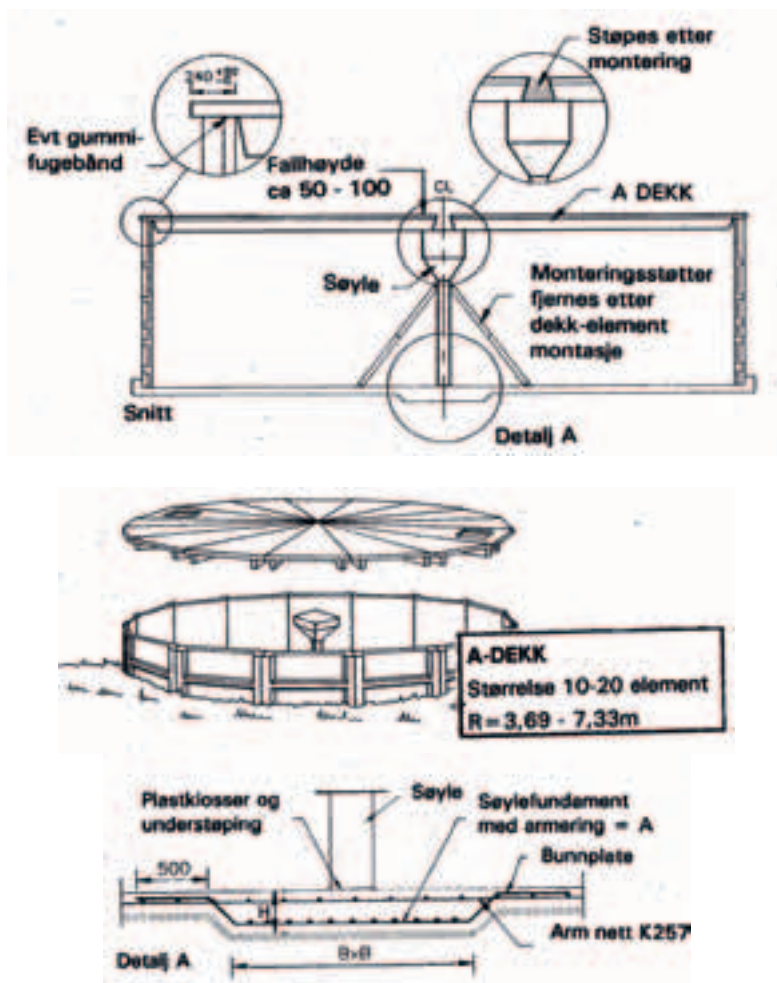
Utføres med prefabrikkerte betongveggelementer montert på en plasstøpt bunnplate. Bunnplaten er normalt ikke en del av leveransen fra leverandør. Bunnplate må ha forsterkning under midtsøyle samt sokkel/ oppkant støpt langs vegger for vanntetting.

Leveres med tak av betongelementer. Det benyttes også en prefabrikkert midtsøyle av betong som understøttelse av takelementene.

Veggelementene festes med etterspente kabler som monteres på veggelementenes utside langs de horisontale ribbene. Kablene forsegles med en fuge etter oppspenning. Dette gir trykk i hele veggkonstruksjonen, også ved oppfylt basseng. Da veggelementene utføres som rette elementer og monteres i en sirkel, vil bassenget fremstå som fasettert og ikke helt rundt. Normalt isoleres og kles bassenget over terrengnivå på lik linje med plasstøpte basseng.

Bassengtypen har relativt kort byggetid. Bassengene kan også legges under terrengnivå, men man må da utføre øvrige detaljer som for plasstøpte basseng med hensyn til drenering av vegger, isolering med mer.

Bassengene kan tilpasses de fleste varianter med hensyn til utforming av betjeningshus og adkomst for å tilfredsstille anbefalte funksjonskrav i kap. 5.



Figur 6.2: Detaljer fra prefabrikkerte betongbasseng /18/

Fordeler:

- Kostnadseffektive, særlig på mindre basseng
- Kort byggetid
- På grunn av produksjonsvolum vil erfaringer fra bygging/drift kunne videreføres som forbedringer av nye basseng

Ulemper:

- Veggelementskjøtene og forseglingen av spennkablene har for enkelte basseng vært et svakt punkt. Leverandørens detaljer rundt dette bør kontrolleres/dokumenteres.
- Mindre fleksible med hensyn til utforming og plassering i terreng enn plasstøpte basseng.
- Begrensninger i påførte laster.
- Krever egne montører ved bygging.
- Noen typer basseng har hatt lekkasjeproblemer.

6.1.3. Prefabrikkerte basseng av GUP

På lik linje med prefabrikkerte basseng av betong monteres veggelementer på en plasstøpt bunnplate med sokkel/oppkant støpt langs vegger. Veggene i bassenget leveres som buede glassfiberelement med utvendige horisontale og vertikale flenser som boltes sammen i skjøtene. Innvendig blir alle skjøter overlaminert med glassfiberlaminat, slik at alle kontaktflater for vannet i bassenget blir mot glassfiber. Glassfiber gir en glatt, tett og vedlikeholdsfri overflate som er enkel å rengjøre. Ved valg av glassfiber basseng må leverandør dokumentere at det ikke lekker ut organisk materiale som kan være substrat for mikrobiologisk vekst.



Figur 6.3: Detaljer GUP-basseng /19/

Med unntak av den støpte bunnplaten utføres bassengene som rene GUP-basseng opp til ca. 1.200 m³, dersom hele bassenget står over terrengnivå. Ved større volum, eller dersom bassengene graves helt eller delvis ned, må glassfiberveggene forsterkes med kjernemateriale (sandwich-prinsipp) eller med en plasstøpt betongkappe i nedfyllingssonen. Ved helt eller delvis nedgravning må man utføre øvrige detaljer som for plasstøpte basseng mht. drenering av vegger, isolering m.m. Innvendig glassfiberoverflate benyttes da som innerforsikaling. Glassfiberveggene leveres da med ferdig montert innerkantarmering. Resten av nødvendig armering monteres på stedet. Ytterforsikalingen i GUP monteres separat, blir stående og fungerer også som isolasjon og fasadeplate. Se bilde i vedlegg 13.7. Nødvendig forsterkningshøyde vil variere i forhold til bassengvolum og eventuell nedgravingsdybde.

Tak på GUP-basseng er som oftest levert som isolerte GUP-elementer. Taket leveres normalt med kjegleform med fall mot yttervegger. Taket er i utgangspunktet selvbærende. Bæreevne må i hvert enkelt tilfelle kontrolleres mot den gjeldende snølast

på stedet og for eventuelle nyttelaster. Det monteres søyler for bæring ved store takflater og eller store snø- og nyttelaster.

GUP-basseng kan leveres med løsninger for ventilering og adkomst av vannkammer, samt sikring av basseng som tilfredsstiller anbefalte funksjonskrav i kap. 5.1.4, 5.2.1 og 5.2.2. /24/.

GUP-basseng kan også leveres med flate tak, men da må taket utføres i betong. I tillegg må veggene støpes helt opp til taknivå. Man har da i realiteten et plasstøpt basseng innvendig kledd med glassfiber. Isolering, drenering, kledning med mer utføres på samme måte som for plasstøpte basseng. Bassenget kan forberedes for senere påbygging/volumøkning ved å øke med en ring i høyden.



Figur 6.4. Glassfiberbasseng med utvendig betongvegg under oppførelse. Bildet er hentet fra /19/.

Fordeler:

- Kostnadseffektivt; gjelder særlig rene GUP-basseng. Dersom bassengene må forsterkes med betong avtar prisdifferansen mellom GUP- og plasstøpte basseng fort.
- Kort byggetid
- Fleksibelt
- Lite problemer med lekkasjer
- Glatt innvendig overflate
- Vedlikeholdsfritt

Ulemper:

- Mindre fleksible med hensyn til utforming enn plasstøpte basseng
- Begrensninger i diameter på basseng

Det kan være enklere å gjøre alvorlig skade/hærverk/sabotasje på en glassfiberkonstruksjon enn en betongkonstruksjon. Sjansen for skade kan reduseres ved å påføre en kraftig betongkappe utenpå glassfiberbassenget.

6.1.4. Basseng i rustfritt stål

Basseng av rustfritt stål er ikke benyttet i Norge per dato, men er benyttet en del i andre europeiske land. Utføres av plater av rustfritt stål som sveises opp på stedet, og må bygges inne i et eget isolert bygg. Tankens maksimale størrelse 500-800 m³. Ønskes større volum må flere basseng monteres ved siden av hverandre.

Bassengene leveres ferdig med inspeksjonsluke på toppen, glassvindu og inspeksjonsluke på siden. Adkomst til bassenget skjer via mannhull og inspeksjonsluke.

Bassengene leveres med automatiske spyleanordninger, slik at når de tappes ned for rengjøring, blir de spylt og rengjort uten behov for manuelt arbeid inne i selve bassenget.

Bassenget regnes per dato som mindre kostnadseffektive enn øvrige bassengtyper.



Figur 6.5: Stålbasseng

6.1.5. Fjellbasseng

De fleste fjellbasseng er utført direkte i råsprengt fjell med en damplate i enden. I noen av fjellbassengene er det støpt bunnplate. Tilgang til bassenget gjøres gjennom luke/dør/sluse i damplaten eller over toppen av damplaten.

Vanlige problemer med fjellbasseng er inn- og utlekking av vann gjennom fjellsprekker. Ved innlekking kan det være fare for at forurenset vann kommer inn i vannkammeret i fjellet. I enkelte nyere basseng er det derfor valgt å støpe både bunnplate og vegger, samt sikre for takdrypp med drenasjehvelv. Basseng i fjell kan, når de geologiske forholdene er gode, være et økonomisk gunstig valg, særlig ved store volum. I kap. 6.8 er det gitt en mer omfattende beskrivelse av denne bassengtypen.

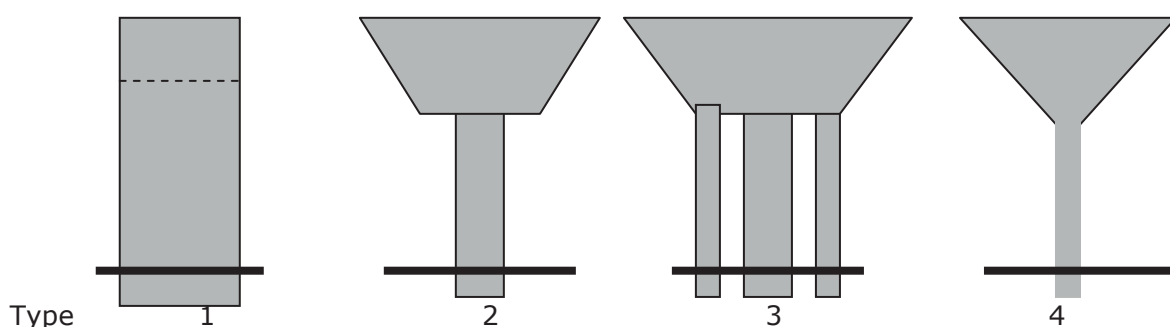
6.1.6. Vanntårn

I Norge er det bygget svært få vanntårn. Byggematerialet er normalt betong. På grunn av det kupert terrenget i Norge, vil det sjelden være nødvendig eller lønnsomt å bygge vanntårn. Konstruksjonen er så kostbar at det kan forsvares å legge et basseng på mark eller i fjell forholdsvis langt fra bebyggelsen i stedet for vanntårn. Velger en å bygge vanntårn er det viktig å sette fokus på den arkitektoniske utformingen, da byggverket vil være godt synlig i terrenget. På følgende hjemmeside, (www.eber.se), er det vist bilder og informasjon om mange vanntårn verden over.

Et vanntårn består vesentlig av tre elementer:

- Beholder
- Skaft
- Fundament

Disse elementene kan igjen utføres på 4 prinsipielt forskjellige måter, se figur 6.6.



Figur 6.6: Vanntårn.

Vanntårn av type 1 er den som er mest benyttet og som oftest blir kombinert med annen bruk. Det kan være vanntårnet er bygd inne i eller som del av leiligheter (høyblokk), eller det kan være benyttet til utsiktspunkt/ turistmål, etc. Vanntårn av type 2-4 er ofte mer utilgjengelige, men kan stedvis bli brukt til radio/TV-master.

Utviklingen av flere, mer avanserte og bedre byggeteknikker opp gjennom årene, har ført til at type 4, som opprinnelig var svært kostbar å bygge, de senere åra har blitt mer konkurransedyktig spesielt med type 1. Type 2 og 3 har også fått en reell prisreduksjon. Ved små nyttevolum (opp til 1000 m³), vil de 4 typene være konkurransedyktige med hverandre på pris. Over ca. 2500 m³ i nyttevolum, benyttes kun type 1. Det anbefales ikke å bygge vanntårn med nytteinnhold under 100 m³ /7/.

Valg av bassengtype må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Vurderingene vil være en kombinasjon av økonomi, fremdrift, størrelse på basseng, levetid og tilpasning til omgivelsene. Valg av vanntårn kontra høydebasseng på mark, gjøres ut i fra en vurdering om funksjon i nettet, avstand til vannkilde og avstand til nærmeste høydedrag.

6.2. Konstruksjonsberegning

6.2.1. Generelt

Bassengene skal dimensjoneres i henhold til gjeldende last- og materialstandarder.

6.2.2. Vanntetthet

Alle konstruksjonsdeler utsatt for vanntrykk skal være i vanntett utførelse. Det anbefales at konstruksjonen i seg selv er tett. Kun i spesielle tilfeller der det er problemer med tetthetskravet, kan påført belegg eller kledning benyttes som tettesjikt.

Det må legges stor vekt på utforming og utførelse av alle skjøter og gjennomføringer.

6.2.3. Grensetilstander

Følgende grensetilstander skal kontrolleres:

- Tap av likevektstilstand for konstruksjonen eller for den del av konstruksjonen som anses som en stiv konstruksjon (bruddgrense).
- Svekkelse av konstruksjonen eller en del av denne, medregnet støtter og fundamenter, på grunn av kraftige deformasjoner, brudd eller stabilitetstap (bruddgrense).
- Deformasjoner eller nedbøyninger som kan påvirke utseendet eller den effektive bruken av konstruksjonen (medregnet feil ved maskiner eller installasjoner), eller forårsake skade på overflater eller ikke-bærende konstruksjonsdeler.
- Rissdannelse som trolig vil gi negativ påvirkning av tettheten, holdbarheten eller utseendet av konstruksjonen.
- Vibrasjon som forårsaker ubehag for personer, skade på bassenget eller dets komponenter, eller som begrenser bassengets funksjonelle effektivitet.
- Uakseptabelt høy spenning som kan føre til redusert holdbarhet.

6.2.4. Laster

I konstruksjonsberegningene skal det tas hensyn til virkningen av permanente laster, variable laster og ulykkeslaster. Basseng og kamre skal dimensjoneres/kontrolleres både for fylt og tom tilstand.

Permanente laster:

- Konstruksjonens egenvekt
- Påført egenvekt (for eksempel påstøp, takteking med mer.)
- Egenvekt installasjoner
- Eventuelt spennarmeringslast
- Eventuell jordlast/-trykk
- Eventuelt grunnvannslast/-trykk (maksimums-/ minimumsnivå)
- Påført forskyvning
- Svinn
- Kryp

Variable laster:

- Vannlast/-trykk i basseng (maksimums-/minimumsnivå)
- Snølast
- Vindlast
- Nyttelast i/på basseng/bygg
- Nyttelast på terreng
- Eventuelle laster i byggefasen

- Temperaturvariasjoner (både inne i og utenfor basseng)
- Eventuell temperaturgradient mellom de forskjellige konstruksjonsdeler som er utsatt for forskjellige klimatiske forhold.
- Eventuelt istrykk (uisolerte basseng der vannet kan fryse)

Ulykkeslaster:

Omfatter brann, jordskjelv, snøras, skogbrann, støt fra kjøretøy eller fly. Disse lastene må vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle.

6.2.5. Spenningsanalyse

Spenningsene skal beregnes under relevante lastkombinasjoner ved å benytte egnede konstruksjonsberegningemetoder. Beregningene utføres normalt ved å benytte antatt lineærelastiske materialegenskaper for de delene av konstruksjonen som skal holde på vann og for å kontrollere bruksgrensetilstanden. Om nødvendig skal det tas hensyn til skall- og plateeffekt, og interaksjonen mellom bassenget og grunnen.

Når utførelsesmetoden omfatter konstruksjonsfaser der stabilitets- og motstandsforhold kan være annerledes enn for den ferdige konstruksjonen, skal egnede grensetilstander kontrolleres.

Virkningen av deformasjoner av støttekonstruksjoner for vanntårn skal vurderes. For høye, smale tårn, og ved beregning av dynamisk spenning på grunn av vind eller jordskjelv, skal konstruksjonens overgangs- og vridningstregghet vurderes. Effekten av bevegelsen av det lagrede vannet på konstruksjonen skal også vurderes dersom det er av betydning.

6.2.6. Rissbredde

For å sikre at betongen er holdbar og vanntett, skal rissbredden begrenses til det nødvendige omfanget som kreves etter lokale forhold, og av dens posisjon i bassenget. Dette oppnås gjennom valg av egnet armeringsforhold, stålspenninger og stangdiametre. I hht. NS-EN 1992-1-1, Eurocode 2. Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger, er grenseverdien for beregningsmessig karakteristisk rissvidde, w_{max} , for aktuelle eksponeringsklasser satt til $0,3 k_c$. Denne kan imidlertid synes noe høy, med tanke på at et høydebasseng skal være vanntett. Det anbefales derfor å sette **maksimal w_{max} til 0,15 mm**. Oppnås ikke dette uten bruk av urimelig store armeringsmengder, anslått 4.000-4.500 mm²/ m i en $t = 300$ mm konstruksjon, anbefales det å benytte en etterspent konstruksjon.

6.3. Konstruksjon av vannkammer

6.3.1. Utforming

Høyde på basseng

For prefabrikkerte basseng er radius/høydeforhold normalt standardisert ut fra bassengenes volum. Det anbefales å kontakte aktuelle leverandører for opplysninger.

Plasstøpte basseng kan man utforme som man ønsker. Som et utgangspunkt kan følgende verdier brukes for valg av vegghøyde. Med vegghøyde menes reell høyde fra OK bunnplate til UK dekke. Det er forutsatt en avstand på 0,3 til 0,5 meter mellom høyeste vannspeil og underkant dekke:

Vannvolum	Vegghøyde
< 500 m ³	3,0 – 4,5 m
500 – 2.000 m ³	3,5 – 6,0 m
2.000 – 5.000 m ³	5,0 – 8,0 m
> 5.000 m ³	5,5 – 9,0 m

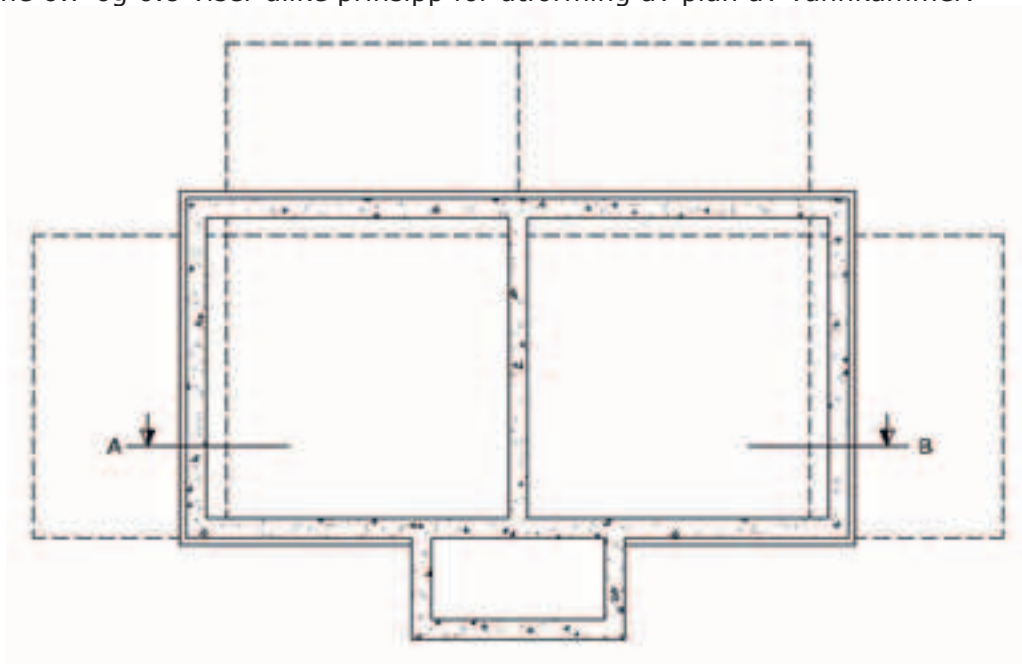
For større basseng kan større vegghøyder komme i betraktning.

Grunnriss

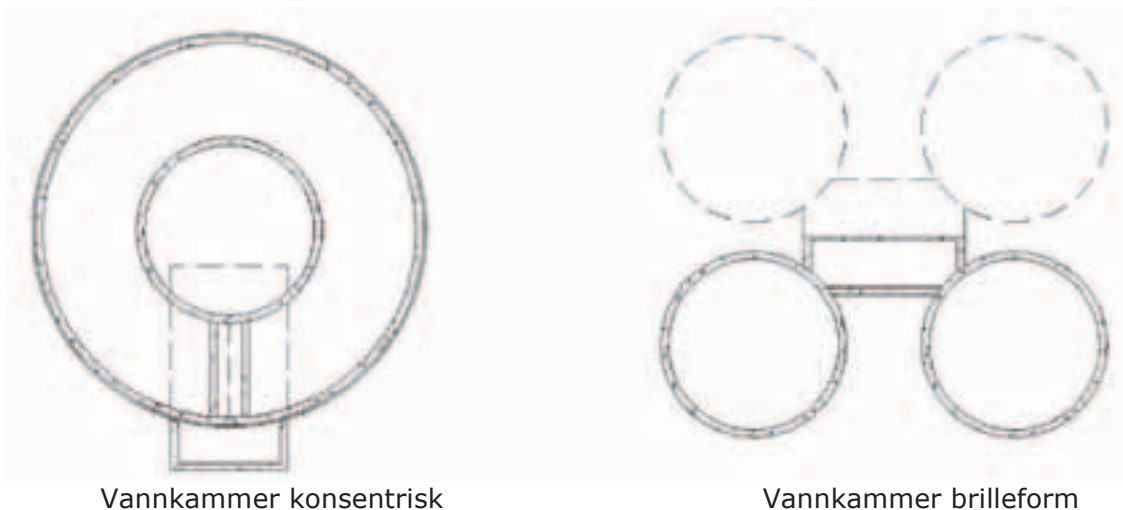
Firkantede vannkammer brukes normalt kun for mindre basseng 100-500 m³ pr vannkammer basseng med vegghøyde inntil ca. 3,0-4,0 m.

For denne type basseng kan det være økonomisk fordelaktig å benytte firkantede basseng da plan forskaling er vesentlig rimeligere enn krum forskaling. Selv om armeringsmengden vil øke i plane vegger i fht. sirkulære vegger, vil likevel økte armeringskostnader normalt være mindre enn reduserte forskalingskostnader ved lave vegghøyder.

Figurene 6.7 og 6.8 viser ulike prinsipper for utforming av plan av vannkammer.



Figur 6.7: Vannkammer med rektangulær fasong.



Figur 6.8: Grunnplan sirkulære basseng. Konsentrisk og brilleform.

Det er også mulig å dele bassenget med en skillevegg midt gjennom bassengets sentrum. Dette er ikke å anbefale da kreftene i veggene blir såpass store at veggtykkelse, samt nødvendig forsterkning av bunnplate, vil medføre fordyrelse og uønskede spenningskonsentrasjoner, som igjen kan medføre oppsprekking og lekkasjer.

6.3.2. Grunnforhold. Fundamentering

Grunnforholdene vil, som på alle bygg, variere fra sted til sted. Det anbefales i de fleste tilfeller å få utført geotekniske undersøkelser for bestemmelse av tillatt grunntrykk, setningsfare og kartlegging av eventuelt grunnvannsnivå.

Normalt fundamenteres basseng på en bunnplate med en forsterkningsstripe under vegg og eventuelle søylepunkter. Fundamenteres det på løsmasser skal det, ved bløte masser, legges et 50 mm tykt lag med magerbetong mellom massene og bunnplaten. Fundamenteres det på fjell, anbefales det å legge et 300-500 mm pukklag mellom fjellet og bunnplaten.

6.3.3. Drenering. Overflatevann

Generelt bør det legges drenering rundt bassengene. Er det høy grunnvannstand, må det vurderes om det er hensiktsmessig å drenere eller om dreneringen plasseres over grunnvannstanden. Legges ikke dreneringen i høyde med bunnplaten, skal bassenget dimensjoneres for utvendig vanntrykk (også for tomt basseng). Det bør også legges et 300 mm drensnett av pukklag langs ytterveggene samt drensplate mellom vegg og pukklag.

Overflatevann på terreng ledes bort ved å ha minimum 1:50 fall i ca. 3,0 m utstrekning bort fra bassenget. Ved skrånende terreng anbefales det også å legge avskjærende drensledning bak bassenget og benytte kun pukklag i tilfyllingen for å unngå utvasking.

Takvann anbefales ledet til utvendige nedløpsrør for å hindre fare for forurensning av bassengene. Velges det å legge innvendig avløp, må det benyttes avløpsledninger med liten fare for lekkasje (bestandig materiale og strekkfaste tette skjøter).

6.3.4. Bunnplate

Bunnplater i betong skal utføres som en vanntett konstruksjon. Det anbefales å benytte minimum 300 mm tykkelse på bunnplatene.

Velges forsterkningsstriper under vegger og eventuelle søylepunkt, bør tykkelsen være minimum 500 mm. Overgangen mellom bunnplate og forsterkninger lages skrå med maksimum 45° helning for å få en jevn overgang mellom tykkelsene. Gjøres ikke dette, er faren for oppsprekking i overgangen mellom tykkelsesdifferansene stor.

Bunnplater skal utformes med **godt fall** enten mot sluk eller renner for enklere fjerning av vann ved rengjøring.



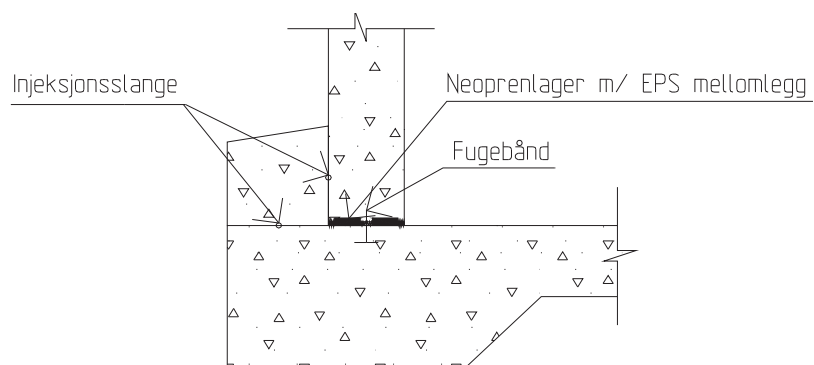
Figur 6.9: Støpt bunnplate for montering av glassfiberelementvegger.

6.3.5. Vegger

Vegger i plasstøpt betong med vanntrykk skal utføres som en vanntett konstruksjon. Det anbefales å benytte minimum 300 mm tykkelse på alle vegger med vanntrykk.

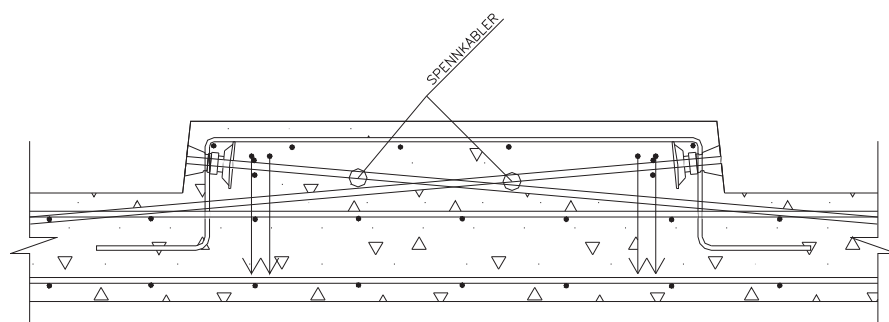
Det anbefales ikke å spenne veggene inn i bunn (bunnplate) eller topp (dekke), da man i slike tilfeller får overført moment mellom bunnplate/ vegg eller vegg/ dekke og dermed ikke oppnår rent ringstrekk i veggene.

Dette kan løses ved enten å plassere enkle skjøtejern med små dimensjoner og stor senteravstand (500 mm) midt i vegg, eller å støpe en ca. 300 x 300 mm sokkel på bunnplaten utenfor veggene som holder veggene på plass. Holdes ikke veggene på plass kan man få forskyvning av hele bassenget. Spesielt viktig er dette dersom det fylles utvendig langs bassengveggene.



Figur 6.10: Forslag overgang bunnplate/ vegg

Dersom det benyttes etterspente kabler i veggkonstruksjonen må det etableres vuter ved oppspenningspunktene. Normalt benyttes 2 eller 4 vuter. Vutene har en utstrekning på 1,0 – 2,0 m og en tykkelse på ca. 500 mm.



Figur 6.11: Vegg med vute for etterspente kabler



Figur 6.12: Vegg under utførelse. Vegg støpt i etterspent betong. Isolert med mineralull. Forblendet med teglsteinsmur.

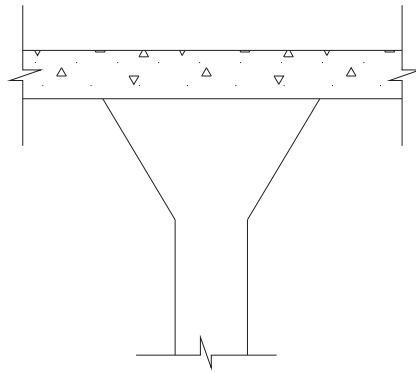
6.3.6. Dekker (tak)

Dekker har normalt ikke vanntrykk, og det er derfor ikke behov for spesielle tiltak i forhold til dekker på andre typer bygg. Tak bør utformes enten som flate tak eller konvekse, ikke konkave tak. Det vil si at laveste høyde skal alltid ligge ved yttervegg.

Dersom dekket (taket) ikke tekkes, må reglene for minimumsarmering/ rissvidder i tette konstruksjoner benyttes for å hindre oppsprekking og inntrengning av uønsket overflatevann inn i bassenget. Det anbefales imidlertid alltid å tekke tak på basseng.

Benyttes midtsøyle i bassenget, anbefales det å etablere et kapitél i overgangen mellom søyle og dekke, for å unngå gjennomlokking/store armeringsmengder som hindrer tilstrekkelig utstøping.

Ved dimensjonering av tak må man ta høyde for aktuell snølast slik at taket ikke må måkes.



Figur 6.13: Kapitel

6.3.7. Fuger. Støpeskjøter

Normalt er det ikke behov for bevegesfuger i basseng. Er dette likevel nødvendig, skal disse utføres som vanntette skjøter.

I alle støpeskjøter i vanntette deler skal det benyttes tettebånd. I tillegg må armeringsmengden i skjøter vurderes i hvert enkelt tilfelle ut fra opptredende strekkspenninger. Som en anbefaling bør armeringsarealet minimum økes med 25 % i en støpeskjøt utsatt for strekkspenninger.

6.3.8. Rørgjennomføringer

Alle rørgjennomføringer i vanntette konstruksjonsdeler skal utføres med vanntette løsninger. Plassering må planlegges nøye og før forskalingen settes opp. Rundt alle gjennomføringer må det tilleggsarmeres. Ved valg av tettemetode må det tas hensyn til at rørmaterialet og betong oppfører seg forskjellig ved temperaturendringer.

Det bør i minst mulig grad benyttes hulltaking i utstøpt betong for rørgjennomføringer. Slike løsninger kan være problematiske å få vanntett, samt at det ikke er muligheter for tilleggsarmering rundt hullene, noe som øker faren for oppsprekking.

Velges likevel en slik løsning anbefales det å benytte fugebånd/ injeksjonsslange som festes til betongoverflaten. I tillegg bør rør festes med murkrage eller med pålimt fugebånd. Som gjenstøpningsmasse benyttes en vanntett og ekspanderende mørtel.

6.3.9. Overflatebehandling innvendig

Innvendig overflatebehandling er normalt bare aktuelt på betongbasseng. Det anbefales at betongen utføres slik at det ikke er nødvendig med noen form for videre behandling.

Betongarbeidene må beskrives med glatt forskaling og med krav til minst mulig porer, grater, sprang med mer. Da unngår man mest mulig flikkarbeider med mørtel som i driftsfasen kan løsne, se kap. 6.6.1.

Ønskes en helt glatt overflate eller at støpearbeidene har en dårlig utførelse kan imidlertid en form for overflatebehandling være aktuell.

Dersom man ønsker en helt porefri overflate kan man også benytte **dreneringsduk** som monteres fast i veggforskalingen. Man får da en overflate med svak struktur (jf. glassfiberstrie på vegg). Fordelen er en porefri overflate og en bedre betongfasthet i det ytterste sjiktet. Man må være oppmerksom på at slike duker kan være ømfintlige mot varme, som for eksempel ved steaming av forskaling. I tillegg vil en for dårlig festet duk kunne løsne ved utstøping og skade overflaten. Bruk av dreneringsduk vil også fordyre forskalingen vesentlig (20-30 %).

Ønskes belegg på innvendig side av bassenget kan man benytte et **epoksybelegg**. Benyttes epoxy anbefales det å helsparkle overflaten før påføring av epoksybelegget for å sikre et jevnt og godt underlag dersom kravet om porefri og glatt betongoverflate ikke er overholdt. Ulempen med epoksybelegg er at dette kan løsne fra underlaget ved punktering av belegget. Har det først begynt å løsne ett sted kan man risikere at man får fuktinntrengning bak belegget ved siden av det blottlagte arealet. Det er da fare for at større områder kan løsne.

Epoksy er en tokomponent herdeplast, der de to komponentene er en epoxy-harpiks og en herder.

Både epoxy-harpiksen og herderen er lavmolykylære, organiske forbindelser, som kan være god næring for mikroorganismer. Det er derfor viktig at det etter herdingen av epoksy-belegget ikke er tilbake noe ureagert herder eller epoxy-harpiks.

Derfor må følgende regler følges:

- Blandingsforholdet mellom epoksy-harpiks og herder må være nøyaktig i samsvar med produsentens anbefaling (engelske regler for epoksy-belegging av vannledninger innvendig aksepterer maksimalt 5 % avvik).
- Herdebetingelsene må være i samsvar med produsentens anbefaling. Vær oppmerksom på produktenes krav til restfukt i betongen

Dersom disse anvisningene ikke følges, må en regne med å få oppblomstring av kimtallet i lang tid etter at bassenget er tatt i bruk.

Ved Mattilsynets distriktskontor for Trondheim og Orkdal /29/ har en observert høyere regelmessighet av forhøyde kimtallverdier ved basseng med innvendige glassfiberplater. Årsak er ikke fastslått, men det pekes på at det bør undersøkes om en mulighet er utlekking av organisk materiale som blir substrat for mikrobiologisk vekst.

Bassengvegger kan også kles innvendig med **plater** av for eksempel polyetylen, rustfritt stål eller belegges med glassfiber. Ved bruk av polyetylenplater må rør inn til bassengene utføres i plast for å sikre tett overgang mellom plate/ rør (rør og plater sveises sammen). Normalt benyttes slike kledninger først og fremst ved rehabilitering av eksisterende basseng og ikke i nyoppførte basseng.

Det må settes som krav til alle typer belegg at disse skal være "drikkevannsgodkjent".

6.3.10. Utstyr i basseng

Alt utstyr som plasseres innvendig i basseng eller i områder med fuktig miljø må være av bestandige materialer. Det anbefales å benytte rustfritt/ syrefast stål. Trapper, ledere mm. kan utføres i aluminium eller varmforsinket stål dersom disse ikke monteres i direkte kontakt med vann eller i miljøer med høy fuktighet, for eksempel i tørre ventilkamre. For å unngå spenningskorrosjon må man også være nøye med ikke å benytte festemidler av annen kvalitet enn godset som skal festes.

6.3.11. Isolasjon- utvendig kledning- taktekking

Isolasjon

For å unngå utilsiktet ising om vinteren eller kondensering om sommeren på innvendig side av basseng, bør tak og vegger isoleres utvendig. Isolasjonsnivået på vegger må vurderes i hvert enkelt tilfelle med hensyn til om bassenget er helt eller delvis nedgravd, normalt vannivå i bassengene og geografisk plassering. Isolasjonen kan avsluttes ca. 1,0 m under terrengnivå.

Isolasjonen bør utføres med minimum 50 mm mineralull over terreng, og med 50 mm drensplate under terreng.

Utvendig kledning

Benyttes murverk i fasaden festes isolasjonsplatene med bindere og skiver til bakenforliggende betongvegg. Ved andre typer fasadematerialer legges isolasjonen normalt mellom trykkimpregnerte lekter. Lektene festes til betongen med ekspansjonsbolter av stål.

Velges det puss på isolasjonen, bygges veggen opp med samme system som for etterisolering av betongvegger. Det finnes flere slike systemer, og det er viktig å følge produsentenes montasjeanvisninger.

Velges kledning på bassenget, legges vindsperre på isolasjonen, og det bygges opp lufting mellom isolasjon og kledning. Hvilket materiale som velges som kledning vurderes i hvert enkelt tilfelle. Stående tømmermannspanel er mye benyttet.

Tegl og pusset leca er også benyttet som fasademateriale på en del høydebasseng. Man må da etablere et lufte-/ drenssjikt mellom isolasjon og forblending.

Det bør legges vekt på å benytte materialer som krever minst mulig vedlikehold. Panelte vegger må overflatebehandles med jevne mellomrom. Teglstein og pussede overflater er normalt vedlikeholdsfrie.



Figur 6.14: Hyllberget høydebasseng. Stjørdal kommune. Vannvolum 1800 m^3 . Utvendig isolert med trepanel



Figur 6.15: Huseby høydebasseng Trondheim kommune. Vannvolum 22.000 m^3 . Utvendig forblendet med tegl.



Figur 6.16: Herlofsenløypa høydebasseng, Trondheim kommune. Vannvolum 2.600 m³. Utvendig forblendet med bruddstein.

Taktekking

Det **anbefales alltid** å tekke taket i et høydebasseng for å hindre forurensninger å komme inn i bassenget.

Det kan også anbefales å vurdere dobbel tetting slik at en i tillegg til taktekking over isolasjonen også har en vanntett barriere ekstra; enten i form av dekke med fall der betongen er konstruert vanntett, eller det er lagt et ekstra tekkesjikt direkte på dekke under isolasjonen. Ved lekkasjer på ytterste tekkesjikt vil en da ha redusert risikoen for at en slik lekkasje skal forurense det lagrede vannet betydelig.

Normalt bygges taket opp som kompakte tak med fall minimum 1:40 mot renner. Ved store takflater kan man også utforme selve dekket med tilstrekkelig fall for å unngå unødvendig store isolasjonstykkelser.

Det bør alltid benyttes utvendig avløp på høydebasseng.

Oppsamling av vann kan enten gjøres ved hjelp av takrenner som monteres på dekkekant eller ved å bygge en gesims og ha fall i isolasjonen mot sluk med avløp gjennom gesims. Ved montasje av utvendig nedløpsrør synlig på vegg bør disse innkasses for å hindre uønsket adkomstmulighet på tak.

Det anbefales å benytte to lag asfalt takbelegg. Alternativt kan man benytte ett lag asfalt takbelegg eller ett lag folietekking, men dette er ikke å anbefale dersom det er åpnet for gangtrafikk på taket.



Figur 6.17: Papptekket tak. Fall mot sluk plassert på tak. Nedløp gjennom basseng kan være uheldig og krever rør med varig tette skjøter. Et sluk er tettet med løv.

Områder på taket som benyttes til lett gangtrafikk bør beskyttes med et tremmegulv.

Blir taket trafikkert med mer enn lett gangtrafikk, for eksempel dersom taket benyttes som et utsiktspunkt åpnet for allmenn ferdsel, anbefales det å benytte folietekking som beskyttes med minimum 70 mm påstøp. I slike tilfeller må man følge kravene i byggeforskriftene med hensyn til sikring av dekkekanter med rekkverk eller lignende. På noen eldre basseng har røtter fra trær vokst gjennom tak eller vegg og utviklet store rotsystemer inne i vannkammeret. Området over bassenget (når dette er nedgravd) og rundt vegger må holdes fri for større vegetasjon. Ved takteking som er dekket med grus er det vanskelig å kontrollere eventuelle sprekker i takbelegget. Det har vært tilfeller med innlekking av forurenset overvann til bassenget via slike sprekker.

6.3.12. Adkomst til vannkammer

Adkomst til vannkammer skjer gjennom luke/ dør i vegg eller i tak. Bassengets utforming, plassering av betjeningshus, eventuell tilfylling rundt basseng og bruk, vil være bestemmende for hvilket alternativ som bør velges.

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

Adkomst opp på taket skjer med leder festet utvendig på basseng, tilsvarende er det montert en leder på vegg innvendig for nedgang i vannkammer. Dersom leder benyttes må man sikre mot uønsket adkomst også med tanke på at snø på bakken gir et høyere "bakkenivå".

Forurensninger og fremmedstoffer kan komme ned i vannkammeret når luke 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.

Luka er sårbar for hærverk eller sabotasje.

Det kan være vanskelig å frakte utstyr inn og ut av en slik luke på grunn av mangel på oppheisingsutstyr, samt at leider kommer i veien.

Skulle det oppstå en situasjon eller arbeidsulykke inne i bassenget som gjør at en person må fraktes/heises ut av vannkammeret, kan det være svært vanskelig å få han opp og ut gjennom en takluke.

Når det er snø på taket kan tilgang til luke være vanskelig.



Figur 6.18: Adkomstluke på flatt tak. Luke er festet med bolter. For inspeksjon av vannoverflate må en ned i basseng. Sluk på tak og elektrisk varmeelement er ofte problempunkter.

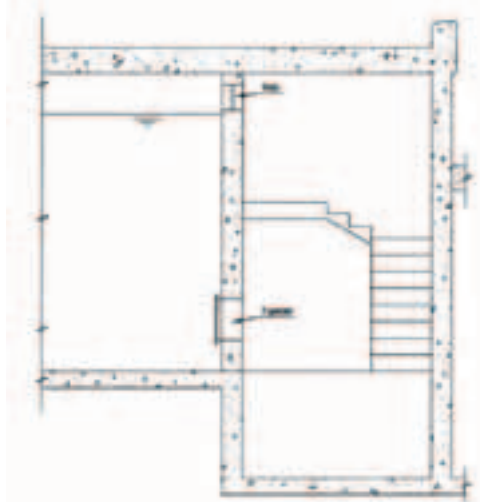


Figur 6.19. Luke på skrått tak i glassfiberelementer.

Figur 6.18 og 6.19 viser typiske løsninger på eksisterende basseng, og som ikke er optimale i forhold til beskrevne funksjonskrav.

Det anbefales at en nøye vurderer hvordan en ønsker at adkomsten til vannkammeret skal være utformet. Driftsvennligheten på anlegget kan bedres betydelig ved å lage en mer omfattende løsning for adkomst enn kun en takluke med utvendig og innvendig ledere.

En anbefalt løsning er å bygge betjeningshuset slik at vannspeil kan inspiseres gjennom et vindu eller luke på vegg over høyeste vannspeil. Tilgang til luke fra trapp eller repos i betjeningsrom. Inngang inn til vannkammer fra betjeningshus gjennom luke i vegg. Ventilering av vannkammer skjer igjennom betjeningshus. Prinsipp er vist på figur 6.20. Tilgang gjennom vegg kan også gjøres fra terreng hvis dette er lavt på vegg.



Figur 6.20: Inspeksjon og adkomst fra 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.

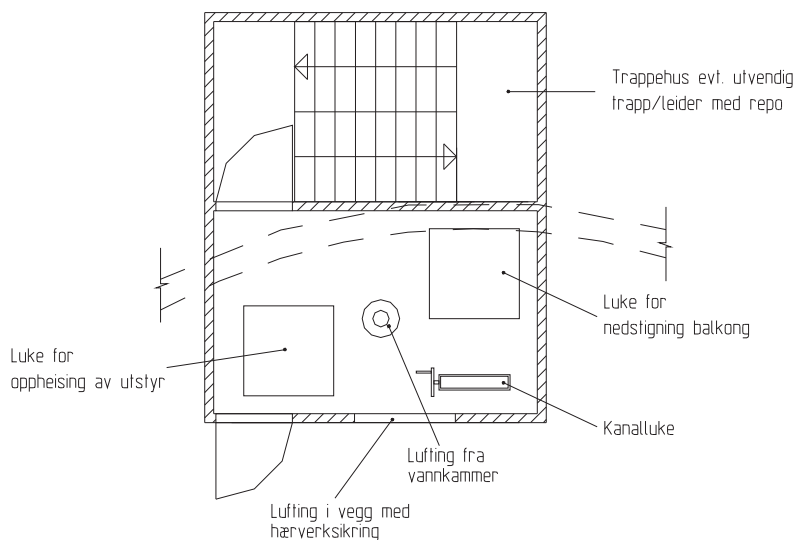


Figur 6.21. Takbygg over nedstigingsluker. Vikåsen høydebasseng. Trondheim kommune. Innvendig trapp fra ventilkammer opp i takbygg. Luker kunne med fordel vært montert med sarg for å unngå spyling ned i vannkammer ved renhold. Ventilering er uten filtrering av luft, samt at det er mulig å føre inn en slange i ventilasjonsrøret.

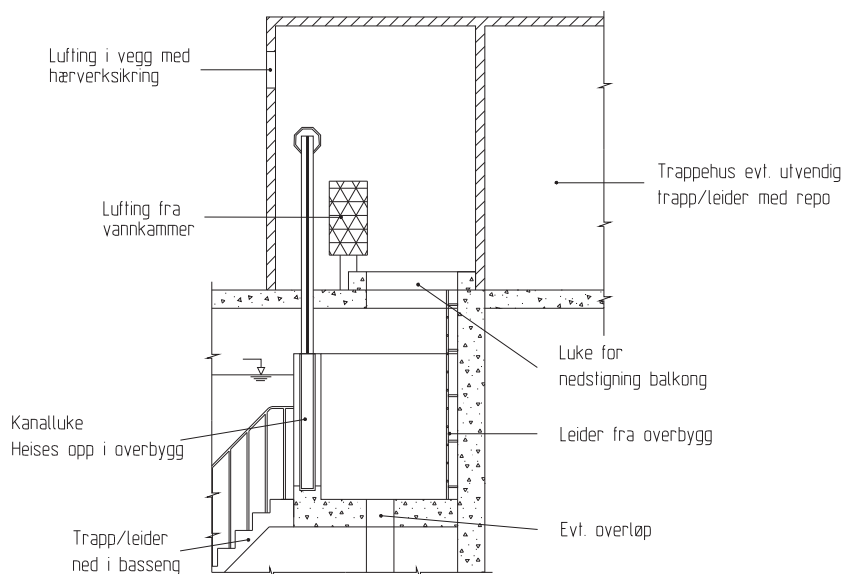
Velges løsning med tilgang til vannkammeret fra tak, må en sørge for at ledere/trapp opp på tak og fra tak og ned i basseng er sikre. Det anbefales at en i stedet for å bruke ledere vurderer trapp i form av en frittstående utvendig trapp eller å bygge betjeningshuset med trapp opp til taket. Bildet fra basseng i Alta i kap. 6.1.1 viser en slik løsning.

Nedgangen fra taket og ned i basseng kan også gjøres med en innvendig trapp.

Bruk av trapper anbefales i basseng med høye vegger.



a) Plan takbygg



b) Snitt balkong for inspeksjon og nedstigning

Figur 6.22 a) og b): Prinsipp for balkong for inspeksjon og nedstigning i vannkammer

På figur 6.22 er vist en løsning med en "balkong" innvendig i bassenget med sikker adkomst via luken. Fra balkongen kan en inspisere hele vannflaten i bassenget og evt. andre kontroller som sjekk av nivåvipper og overløpsrør. Balkong kan brukes som

overløpsterskel. Ved nedstigning ned i tømt basseng heves kanalluke, slik at en går rett fra balkong og ut på trapp/leider for videre nedstigning.

Under arbeid inne i vannkammeret kan i tillegg adkomst gjennom en trykkluke i vegg fra betjeningshus i bunnivå være hensiktsmessig. Alternativt kan en ha en egen luke for heising av utstyr og montere talje over denne.

Velges løsning med luke åpent på tak, hvilket bør unngås, anbefales låsbar overfallsluke i aluminium/rustfritt stål med stopper for 120° åpningsvinkel. I tillegg bør det monteres sikringsrist i lukeåpning. Luke må monteres på sokkel eller med sarg som er minimum 20 cm høy.

På figur 6.23 er vist to løsninger fra anlegg med fastmontert leder med ryggbøyle. Leider må sikres for uønsket adkomst til bassengtak.



Figur 6.23: Utvendige ledere. Bilde til venstre viser bruk av løs stige for å hindre uvedkommende å ta seg opp på tak. På bildet til høyre er vist en løsning på leder med repos. Vær obs. på at større snømengder vil heve "bakkenivået".

Ved adkomst gjennom luke/ dør i bassengvegg må tetningsproblematikken være gjennomtenkt. Det anbefales at det benyttes luke/ dør som legges på innsiden av basseng med pakning og der vanntrykket er med på å holde luke/ dør tett. Alternativt kan innstøpes et 700 mm rør som det påmonteres blindflens på tørr side.

Plasseres luke/ dør over bunnplatenivå må det alltid etableres repos innenfor åpninger med leder/ trapp for adkomst til bunn basseng. Leider/ trapp må dimensjoneres med en slik størrelse at det er praktisk mulig å frakte utstyr ned til bunn basseng.

Er det etablert adkomst til bassengets tak skal trafikkarealet sikres enten med rekkverk eller ved gesimshøyde minimum 900 mm. Alle ledere, trapper og rekkverk må være utformet i henhold til Arbeidstilsynets forskrifter med hensyn til utforming. I tillegg skal de være dimensjonert for laster i henhold til gjeldende norske standarder for laster og konstruksjon i serien NS-EN 1990-1999 med nasjonale tillegg.

6.4. Betjeningshus

I forbindelse med høydebasseng bygges alltid et betjeningshus. Huset kan ha flere funksjoner utover et rent ventilkammer, men dette vil variere fra basseng til basseng avhengig av brukers ønsker og behov.

Betjeningshuset kan enten bygges som en del av bassenget eller som et frittliggende bygg.

Bygges det som en del av bassenget må huset være atskilt med fuger mot bassenget for å unngå tvangskrefter og utilsiktede deformasjoner på grunn av ulik temperatur, belastning mm. Vegg mot vannkammer må være isolert for å unngå kondensdannelse på denne.

Bygges huset som en del av bassenget kan man med fordel utforme bygget slik at man får adkomst til bassenget via betjeningshuset enten via tak eller via luke/dør i bassengvegg. Da får man en sikker og god adkomst til bassenget.

Betjeningshus kan også bygges delvis under selve bassenget. Dette gir enkle og kontrollerbare ledningsføringer, men faren for lekkasjer øker. I tillegg vil bunnplaten i bassenget få store spenninger på grunn av ovenforliggende vanntrykk.

Bygges et frittliggende bygg, stilles ingen spesielle krav til bygget utover normale funksjons- og bestandighetskrav.

Betjeningshus/ventilkammer anbefales utført slik at innbrudd blir vanskelig. Det anbefales å montere sikkerhetsdører. Disse produseres i sikkerhetsklasse 1-4. En dør i klasse 4 skal motstå praktiske innbruddsforsøk i 10 minutter med mekanisk og elektrisk verktøy. Det anbefales å unngå bruk av vinduer. Og det bør installeres innbruddsalarm med sensorer på dører, porter og vinduer, samt bevegelsessensorer innvendig.

6.5. Byggematerialer

6.5.1. Betong

Krav til betongen og utførelse ut ifra bl.a. eksponeringsklasse, bestandighetsklasse, kloridklasse, toleranseklasse mm er gitt i NS 3420, Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner, NS-EN 1992-1-1 Eurocode 2. Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger, NS-EN 13670+NA, Utførelse av betongkonstruksjoner og NS-EN 206-1 Betong del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar. Innholdet i disse standardene blir ikke behandlet i dette dokument.

6.5.2. Armering

Det skal ikke benyttes mindre armering enn konstruksjonsmessig nødvendige. For vanntette konstruksjoner kan imidlertid minimumsarmeringen bli større enn den beregningsmessig nødvendige armeringen. Da benyttes minimumsarmering også i disse tverrsnittene.

NS-EN 1992-1-1 setter krav til minimumsarmering. For konstruksjoner med krav til begrensning av rissvidde henvises det til standardens pkt 7.3.2 Minimumsarmering hvor det skilles mellom minimumsarmering for plater og vegger. Det anbefales at

minimumsarmering for vegger, som er strengere enn for plater, benyttes i alle konstruksjonsdeler utsatt for vanntrykk.

Vær oppmerksom på at når det benyttes vanntett betong, kan man oppnå en høyere fasthet enn den beskrevne. Dette må det tas høyde for ved beregning av minimumsarmering. Dvs. at man må benytte verdier for den fastheten betongen virkelig vil ha i konstruksjonen. Det **må kreves prøvestøp** av aktuell betongresept før endelig armeringsmengde kan beregnes.

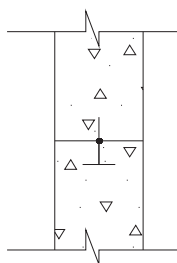
Det anbefales også at det ikke benyttes mindre minimumsarmering enn $A_s \geq (A_c * f_{tk}) / f_{sk}$ dersom dette gir større armeringsmengde enn kravene i NS-EN 1992-1-1.

For å oppnå best mulig rissfordeling i konstruksjonen, anbefales det å benytte armeringsstenger med liten diameter og liten senteravstand, fremfor armeringsstenger med stor diameter og stor senteravstand.

6.5.3. Tettebånd

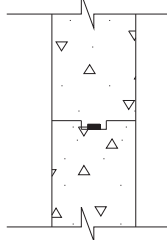
Det finnes flere hovedtyper tettebånd på markedet. Produktene benyttes i støpeskjøter og ved utsparinger. Felles for de fleste er at de fungerer godt dersom de blir montert i henhold til spesifikasjonene. Svakheten er at det slurves ved montasje, eller at montasjen er problematisk å utføre i henhold til montasjebeskrivelse.

Fugebånd: Monteres normalt i forskalingen og innstøpes midt i støpeskjøt. Forlenger vannvegen. Væruavhengig montasje og ingen spesielle krav til forbehandling av betongen. Plassering kan være problematisk i fht. armeringsføring. Krever nøye planlegging av plassering og utførelse. Vanskelig å lokalisere og utbedre utettheter.



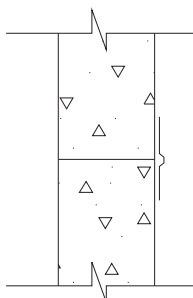
Figur 6.24: Fugebånd

Svellebånd: Monteres på herdnet betong midt i støpeskjøt før videre utstøping. Ekspanderer ved kontakt med vann og tetter støpeskjøter. Enkelte typer krever beskyttelse som må fjernes før utstøping for å hindre utilsiktet ekspansjon. Vannvegen blir kortere enn ved fugebånd. Feil plassering (for nær kanter) kan medføre utsprengning av betongen. Må monteres på plant underlag.



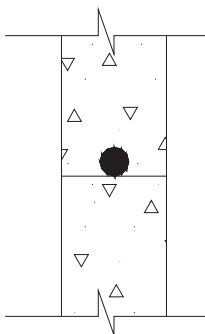
Figur 6.25: Svellebånd

Tettebånd: Limes på ut- eller innvendig side av en støpeskjøt. Kan benyttes når andre typer tettebånd er avglemt eller ikke fungerer. Er synlig på vanntrykkssiden. Kan ha behov for mekanisk beskyttelse.



Figur 6.26: Tettebånd

Injeksjonsslange: Tetter i seg selv ikke. Benyttes som oftest som supplement til andre typer tettebånd. Injisering foretas normalt først ved påviste lekkasjer.



Figur 6.27: Injeksjonsslange

Hvilket system som velges vil være avhengig av type konstruksjon, i hvilken årstid støpearbeidene utføres og hvor i konstruksjonen støpeskjøten er plassert. Det bør også tas hensyn til den erfaring den utførende har med de forskjellige typer tettebånd.

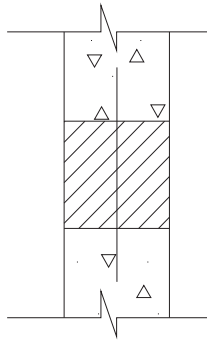
Det anbefales alltid å vurdere montasje av injeksjonsslange i kombinasjon med fuge- eller svellebånd. Det finnes også slike kombinasjonsprodukter.

I vertikale støpeskjøter kan man med fordel benytte finsats i den nederste 0,5-1,0 m for å unngå dårlig utstøping/steinreir mm. Slike betongskader er vanskelig å tette og som regel fungerer ikke tettebåndene etter hensikten ved slike skader, med påfølgende lekkasjer som resultat.

6.5.4. Fugeblekk

Fugeblekk er en 2-3 mm stålplate som benyttes fortrinnsvis i utsparinger for stålrør. Ved montasje av rørene skjæres rørdiameteren bort, røret tres igjennom og helsveises til stålplaten før utsparingen støpes igjen på begge sider. Stålplaten monteres midt i konstruksjonen og tetter hele utsparingen. Denne bør monteres minimum 150 mm inn i betongen på alle fire sider.

Fugeblekk er normalt en sikker metode, men den er avhengig av at det monteres riktig, at stålplaten ikke forskyves ved utstøping, og at det ikke blir støpereir under utsparingskassen. I tillegg må sveis mellom rør og plate utføres tett.



Figur 6.28: Fugeblekk

6.5.5. Vannberørte deler

Alle vannberørte deler i et høydebasseng skal være av drikkevannsgodkjente materialer. Dette gjelder både materialer i selve konstruksjonen og eventuelle belegg.

Normalt er både betong, GUP og rustfritt/syrefast stål materialer som det ikke behøves spesielle tiltak for å benytte.

Vær imidlertid oppmerksom på å sette krav til drikkevannsgodkjenning ved bruk av eventuelle tilsetningsmidler i betongen, samt membranherdere dersom dette benyttes.

6.6. Bygging av basseng

6.6.1. Forskaling

Det må settes som krav at det benyttes forskaling som gir en glattest mulig overflate. Dvs. kun bruk av nye materialer mot vannside. I tillegg bør det settes som krav at veggoverflatene er fri for porer, grater, sprang og liknende. Ved bruk av forskalingsolje må det dokumenteres at oljen ikke vil ha en fremtidig helseskadelig effekt eller sette smak på vannet i bassenget.

For store basseng kan det være aktuelt å benytte glideforskaling. Man unngår dermed støpeskjøter i betongen, som ofte viser seg å være lekkasjeområder. For å få et vellykket resultat er man avhengig av at betongleverandøren "treffer" med tilsetningsstoffene slik at betongen herder i riktig tempo i fht. støpehastigheten. En må også være oppmerksom på at vibrasjoner i glideforskalingen kan gi sprekker/riss i betongen. Spesielt utsatt for dette er man nederst i veggene.

Det er krevende å oppnå porefrie overflater. Det må benyttes en forskaling med ubrukte materialer, det må tettes godt i forskalingsskjøtene, det må benyttes en god støpbar betong, utlegging av betongen må gjøres korrekt i formen, fallhøyden må reduseres til maksimum 0,5 m for den nederste 1,0 m og 1,5 m for øvrig og det må vibreres korrekt. Dette krever en **bevisst holdning hos de utførende** og nødvendige tiltak og prosedyrer må følges opp.

I NS 3420 er porer større enn 15 mm å betrakte som støpesår, og skal derfor uansett utbedres av den utførende. Det må settes krav til formstag at disse er godkjent for vanntett utførelse og for aktuelt vanntrykk. Det må også settes krav til dokumentasjon av dette.

6.6.2. Betong/ betongprøving/ betongfasthet

Det bør benyttes vanntett betong i fasthetsklasse B30 eller bedre.

Valg av eksponeringsklasse vil variere i fht. plassering av basseng (ytre påvirkning) og vannkvalitet (indre påvirkning). Det strengeste kravet skal benyttes.

For øvrig henvises det til NS-EN 1992-1-1, Eurocode 2. Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger, NS 3420, Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner, NS-EN 13670:2009+NA Utførelse av betongkonstruksjoner og NS-EN 206-1, Betong del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar.

Normalt er krav til prøvetaking av betong i henhold til. NS-EN 206-1 tilstrekkelig. I spesielle tilfelle der det settes ekstra strenge krav til betongen eller blandeverket ikke har tilfredsstillende rutiner, bør det settes særskilte krav der antall prøvetakinger økes og eventuelt prøvetaking i de ferdig utstøpte konstruksjonsdeler. Slike prøver må planlegges og ikke plasseres der de kan gjøre skade/øke risikoen for lekkasjer.

Vedrørende betongens fasthet gjelder de normale kravene i NS 3420 kun minimum betongfasthet. For ikke å få en betong med uakseptable egenskaper, må det også settes krav til fasthetsvariasjonen. For store variasjoner i fastheten indikerer at betongprodusenten ikke har kontroll på sin produksjon.

Fastheten bør ikke variere med mer enn 5 MPa. I tillegg må det settes krav til prøveblanding og kontroll av denne for dokumentasjon av variasjonsområde og maksimal fasthet. Ut ifra maksimal forventet fasthet beregnes minimumsarmering.

Det bør settes som krav at betongen skal ha konstant v/c-tall/ vanntilsetning. Konsistens justeres med tilsetningsstoffer (P/ SP).

Det må settes som krav at det ikke benyttes betongtilslag eller sement som kan gi alkaliereaksjoner. Dette dokumenteres iht. Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 19 eller 21.

I tillegg må det dokumenteres at stoffer i betongen som kommer i kontakt med drikkevann skal være drikkevannsgodkjent.

6.6.3. Betongoverdekning

Krav til betongoverdekning iht. NS-EN 1992-1-1:2004 pkt. 4.4.1.2.
Minimumsoverdekning bestemmes av valgt eksponeringsklasse.

For å unngå lekkasjepunkter ved armeringsstolene må det settes som krav at det kun benyttes armeringsstoler av betong.

6.6.4. Utstøping og etterbehandling av betong

Det bør settes krav til at den utførende utarbeider en støpeplan før utstøping som inneholder minimum:

- Hvordan støpearbeidene er tenkt gjennomført
- Oversikt over mannskapsstyrke
- Den kapasitet som benyttes i de enkelte ledd
- Forutsatt benyttet utstyr
- Liresystem/avtrekkingssystem
- Reserveutstyr
- Alternativ betongleveranse
- Skiftavløsning
- Utstøpningsplan
- Kontrollplan

Det må settes som krav at betongen skal ha maksimal fallhøyde lik 1,5 m og at ved utstøping av nederste 1,0 m av betongvegger er maksimal fallhøyde lik 0,5 m. Dette for å unngå separasjon, steinreir, porer med mer.

Ved vinterstøp skal det kreves frostbestandig tilslag. Ved bruk av rapidsement skal det settes krav til dokumentasjon av at faren for riss ikke øker.

Det settes som krav til betongleverandøren at det utføres beregninger som viser at det ikke blir større temperaturdifferanse enn 25 °C mellom herdnet betong og fersk betong i en avstand av 1,0 m fra støpeskjøt. Dette for å unngå riss på grunn av temperaturdifferanser.

For å unngå/begrense oppsprekking av betongtverrsnittene, må det settes krav til etterbehandlingen av fersk betong.

Det anbefales å benytte **vanning og tildekking med plast** i stedet for membranherder.

Membranherder har ikke samme effekt som vanning og tildekking. Benyttes likevel membranherder, må det dokumenteres at valgt type er drikkevannsgodkjent. Vanning og tildekking må foregå i hele herdeperioden, minimum 3 uker.

6.6.5. Tetting av lekkasjer

Alle typer høydebasseng er utsatt med hensyn til lekkasjer. Valgt bassengtype, utforming av detaljer, plassering mm vil medvirke til hvor utsatt bassengene er.

Uansett bassengtype skal disse tetthetsprøves før eventuell tilfylling. Dette for både å kunne lokalisere eventuelle lekkasjepunkt og ha tilgjengelighet med hensyn til eventuell tetting. Det eneste område man aldri får kontrollert er selve bunnplaten.

Er lekkasjer lokalisert, er det flere muligheter for å tette disse, men valgt løsning er avhengig av hvor lekkasjene oppstår.

Vanlige løsninger for å tette lekkasjer er enten å benytte et fleksibelt tettebånd som limes til konstruksjonen på hver side av lekkasjepunktet, injisering i oppstått lekkasjepunkt eller påstrykning av en eller annen form for membran på vanntrykksiden der lekkasjen har oppstått.

Å benytte et fleksibelt tettebånd er i de fleste tilfeller den enkleste måten å tette en lekkasje. Ulempen med denne metoden kan være holdbarhet over tid.

Injisering er den vanligste metode å tette sprekker. I mange tilfeller er dette en god og sikker metode, men den er følsom for riktig utførelse. Feil utførelse kan medføre lekkasjer andre steder enn der det tettes, og at sprekken det tettes i "flytter" seg fremover etter hvert som det injiseres.

Påstrykning av membran kan gi rask og enkel tetting. Ulempen kan være bestandighet over tid.

Benyttes en kombinasjon av fleksibelt tettebånd og membran, må man påse at den fleksible delen av tettebåndet ikke belegges.

Benyttes fleksibelt tettebånd eller membran skal det alltid legges en hulkil under produktene i alle hjørner.

De vanligste lekkasjetyper er:

- Lekkasje i overgang bunnplate/vegg og støpeskjøter. Skyldes som oftest dårlig utstøping/vibrering av vegg med steinreir som resultat. Tettes ved injisering i innstøpt injeksjonsslange. Fungerer ikke dette, anbefales det enten å benytte et fleksibelt tettebånd eller bore inn nipler og injisere.
- Lekkasjer i staghull. Skyldes som oftest slurv ved demontering av forskaling som medfører dårlig heft mellom staghyller og betong. Flexibelt tettebånd har vist seg som den beste løsning. Injisering kan fungere, men må ofte foretas flere ganger før man oppnår tilfredsstillende resultat.
- Lekkasjer rundt utsparinger/innstøpningsgods. Skyldes enten dårlige detaljer eller dårlig utstøping/vibrering. Valgt løsning er avhengig av lekkasjens omfang. Tettebånd vil normalt kunne benyttes, men injisering er også en mulig løsning.

6.6.6. Kvalitetssikring

Dersom det benyttes leveranser med prefabrikkerte basseng, har leverandørene sine egne kvalitetssystem. Disse bør gjennomgås og kontrolleres før igangsetting av arbeidene.

I forbindelse med plasstøpte basseng har også utførende entreprenør egne kvalitetssystem, men det bør settes krav til at det lages egne sjekklister/ -punkter for minimum følgende områder:

- Hvordan ivaretar entreprenør glattest mulig overflate på forskaling/bassengvegger
- Hvilke tiltak iverksettes for å minimere porer og steinreir
- Dokumentasjon av staghylser
- Dokumentasjon av armeringsstoler
- Dokumentasjon av betongresept og prøvestøper
- Kontroll av levert betong
- Kontroll av utstøping
- Kontroll av armering armering og overdekning
- Tetthetsprøving

6.7. Spesielle konstruksjonsmessige forhold ved prefabrikkerte bassengtyper

For prefabrikkerte basseng er man noe mer låst med hensyn til diameter/høydeforholdet enn ved plaststøpte konstruksjoner. Normalt vil prefabrikkerte basseng ha begrensninger med hensyn til størrelse, takutforming, nedgravingsdybde, valgfrihet med hensyn til utforming med mer. Kfr. for øvrig kap. 6.1.

6.8. Bruk av fjellbasseng

Generelt

Det er bygd en rekke drikkevannsbasseng i fjell i Norge. Dette gjelder ofte basseng med store vannvolum.

Følgende forhold taler normalt til fordel for basseng i fjell:

- Høy grad av sikkerhet, også mot sabotasje og rettede trusler
- Konstant og lav temperatur
- Bassenget er usynlig
- Gode muligheter for framtidig utvidelse
- Lave vedlikeholdskostnader
- Utsprengt fjellmasse kan brukes til andre formål

Plassering av drikkevannsbasseng i fjell kan gi ulemper som:

- Forurenset grunnvann lekker inn i drikkevannet
- Drikkevann lekker ut gjennom fjellmassen
- Steinsprang i vannbassenget
- Vanskelig å rengjøre

Stedsvalg

Under valg av området for plassering av et fjellbasseng og utforming av bassenget, er det nødvendig med et nært samarbeid med ingeniørgeolog. I følge /8/ kan en anbefalt prosedyre deles opp i 4 faser.

1. **Plassering** av anlegget i et stabilitetsmessig gunstig område.
2. **Orientering** av fjellrommets lengdeakse slik at optimal stabilitet oppnås i det valgte området.
3. **Utforming** av fjellrom og tunneler etter fjellmassenes oppsprekking, materialegenskaper og spenningsforhold.
4. **Dimensjonering** av anleggets enkelte deler med hensyn på en økonomisk løsning.

Feil i en av fasene vil få varierende økonomiske konsekvenser. Den største faren for tekniske og økonomiske kalamiteter ligger i en uheldig løsning for stedsvalget for plassering av bassenget. Når stedet for et fjellanlegg er valgt er også selve bygningsmaterialene valgt. Det er derfor viktig at denne avgjørelsen gjøres i samråd med en erfaren ingeniørgeolog.

På figur neste side er vist et eksempel på hvordan arbeidet med plassering av Steinan høydebasseng i Trondheim ble gjort. De geologiske forholdene ble ikke ansett for å være spesielt gunstige på grunn av sterkt deformert grunnsteinsputelava i grunnen.

Avstanden mellom bassengene ble valgt til 10 meter. Under oppfyllingen av det første bassenget ble det observert små lekkasjer inn i det tomme bassenget, noe som tyder på at en avstand på 10 meter mellom bassengene kan være noe knapt. Det er ikke observert lekkasjer ut av det samlede anlegg.

Inngangspartiet

Et spesielt problem for vannbasseng i fjell er inngangspartiet, eller påhugget som det også kalles. Dette er den eneste del av anlegget som i framtiden vil bli synlig for offentligheten. Fra et sprengningsteknisk synspunkt er dette en av de vanskeligste delene av anlegget etter som fjellmassen her vanligvis er ustabile på grunn av forvitring og oppsprekking. En kombinasjon av kjennskap til fjellmassene og forsiktig sprengning er den eneste måten å få et godt resultat på.

På bilde er vist portal for et fjellbasseng i Malvik kommune.



Figur 6.30: Portal Bjørnmyra basseng. Gitterport ble montert i ettertid for unngå hærverk, spraymaling i portal.

Adkomsttunnel med betjeningsrom

Bredden og høyden på adkomsttunnel anbefales valgt slik at den ikke gir begrensninger på bruk av kjøretøyer både under anleggsfasen og driftsfasen. Det anbefales en bredde på min 5 meter og en fri høyde under opphengt teknisk utstyr i tak på minimum 4 meter. Betjeningsrom kan med fordel plasseres i en nisje til adkomsttunnelen.

Adkomsttunnel ligger delvis i dagfjellsonen og kan ha mye innlekkasje av vann i heng og vegger. Det anbefales at det installeres vannsikring. Det kan gjøres på flere måter. To vanlige måter er:

1. I ferdig sikret tunnel henges opp duk i tak som fanger opp vanndrypp. Denne kan avsluttes med takrenne i overgang tak /vegg eller føres ned langs vegg til tunnelsålen og vann føres ned i drenering. Det finnes spesialfirma som monterer slike takduker til en pris for 500-700 kr per m².
2. En dyrere løsning er å feste 4 cm tykke polyuretanplater til sikret fjellflate. Plate føres ned til tunnelsåle. Plate må brannsikres med et sprøytebetonglag på ca 5 cm. Sprøytebetong kan påføres en lys overflate (maling/hvit puss). Kostnad inkludert ferdig overflate 700-900 kr.

Tunnelsålen må dreneres og asfalteres eller påstøpes et betonggulv. Figur 6.31 viser eksempel på adkomsttunnel fra Høgåsen basseng i Trondheim. Adkomsttunnel er vannsikret med polyuretanplater med sprøytebetong. Bilde til høyre viser damvegg og

trapp for inspeksjon av vannspeil. På toppen av damveggen er det montert en vegg av gjennomsiktige plastplater.



Figur 6.31: Adkomsttunnel og damplate. Høgåsen basseng. Trondheim. Ferdig 1993. 22 000 m³ vannvolum.

Vannkammer

Bredden på vannkammeret bestemmes av kvaliteten på fjellet. Normalt velges en bredde på 8-15 meter. Det er bygd haller med bredde på 20 meter og mer. Større bredder gir økende kostnader med sikring av heng og vegger. Høyden på vannkammeret kan begrenses av hvilke variasjoner i trykk som aksepteres i forsyningsområdet. Normalt har maksimal høyde på vannvolum blitt valgt mellom 6 og 10 meter. Det er billigere å øke høyden på en fjellhall enn å øke bredden. Lengden på fjellhallen bestemmes av ønsket volum. Det er også billigere å øke lengden enn å øke bredden.

Avstand mellom haller anbefales til minimum samme som hallbredden.. Større avstand kan gi mindre spenninger i fjellhallen og mindre senere vedlikehold av fjellet av form av rensk og sikring.

Som sikring av fjellhallen brukes fjellbolter i varierende lengder (2,5-6 meter) avhengig av fjellkvaliteten. Disse innstøpes eller monteres med limpatron. Boltene må minimum være varmgalvaniserte, det anbefales at disse i tillegg er påført epoksybelegg.

I dag brukes i tillegg ofte fiberarmert sprøytebetong på store deler av tak (hengen) og delvis veggene, tykkelse 7-10 cm. En kan tillate et lavere sikkerhetsnivå i vannkamrene enn i adkomsttunnelen da utfall av mindre fjellblokker ikke vil skade verken mennesker eller utstyr. Likevel vil en mer omfattende sikring i byggefasen gi mindre vedlikehold senere.

Det bygges en damvegg i front av vannkammeret mot adkomsttunnelen. I sålen i vannkammeret støpes et betonggolv for å lette renhold av bassenget. Det støpes med fall mot en renne.

Rundt damvegg er det ofte nødvendig å injisere for å hindre lekkasjer. Tak og vegger sikres som beskrevet tidligere.

Lekkasjer

Drikkevannsbasseng i fjell blir normalt plassert med relativ liten overdekning av fjell. Fjellsprekker rett under overflaten er ofte mer åpne enn sprekker på større dyp. Det kan derfor oppstå muligheter for lekkasjer langs kryssende sett av sprekker og det er en risiko for at innlekkasjen kan være forurenset enten kjemisk eller biologisk.

Det er en generell erfaring at stive bergarter som granitt, kvartsitt o. l. har en tendens til å gi større lekkasjer enn mer deformerbare bergarter som for eksempel glimmerskifer og fyllitt. Kalkholdige bergarter som kalkstein og marmor og fjellmasser med kalkholdige sprekker og slepper må vurderes spesielt ettersom kalk lett løses opp i kaldt rennende vann. Sprekker som gir rask drenering fra terrengoverflaten gir størst risiko for at forurensninger følger med grunnvannet inn i bassenget. Det er derfor vanlig å legge restriksjoner på bruken av terrengområdet over bassenget og dette må tas med i vurderingen i valget av fjellbasseng.

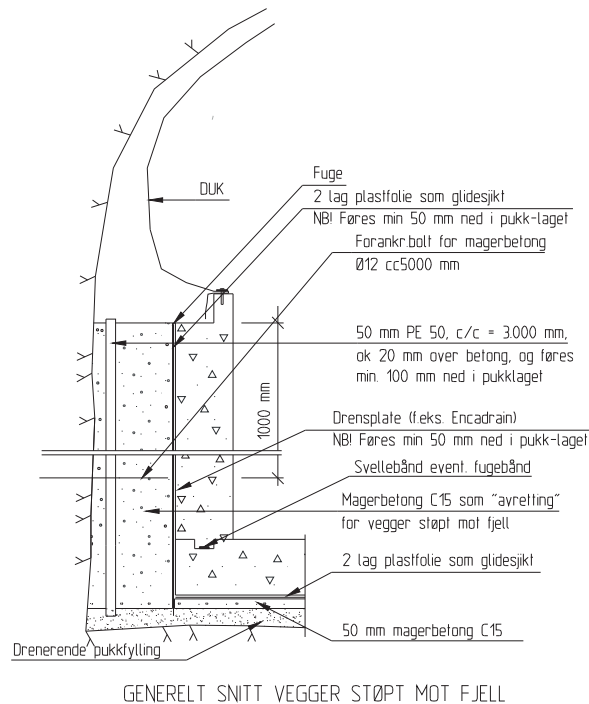
I en rapport utarbeidet av Mattilsynets distriktskontor for Trondheim og Orkdal /28/ anbefales det at vannverket gjør en helhetlig vurdering av risikoen knyttet til innlekking til råsprengte fjellbassenger. Vurderingen bør omfatte:

- Hydrogeologisk kartlegging
- Systematisk kartlegging av forurensningstrusler knyttet til overliggende areal, og arealenes utstrekning.
- Vannverkets egne rutiner for regelmessig befaring av de overliggende arealene.
- Vurdering av behov for regelmessig prøvetaking og analyse av innlekkingsvann.

Lekkasjer ut av bassenget er normalt ikke noe problem. Ettersom grunnvannstrømning over bassenget senkes vil grunnvannsstrømmen normalt snu og gå mot bassenget og ikke fra bassenget. Det er ikke kjent rapportert lekkasjer som er av en slik størrelse at de gir problemer. Hvis lekkasje blir et problem lar dette seg som regel stoppe med injisering.

Lekkasjer inn i basseng lar seg sjelden stoppe med injisering etter at hallen er drevet. Injiseringen fører som regel bare til at en flytter lekkasjen til et annet sted i bassenget. Systematisk injisering i forkant av drivingen vil kunne minke lekkasjene betydelig, men dette er kostbart. Imidlertid kan omfattende forinjiseringsarbeider senke vannlekkasjen inn i bassenget til 4-5 l/min pr 100 meter tunnel.

Skal vannkammeret bygges uten risiko for at vann kan lekke inn, må bassenget bygges med vanntette tak, vegger og bunnplate. Figur 6.32-6.34 viser et prinsipp for basseng som er sikret mot innlekking. I taket er det brukt dreneringsduk der vannet føres ned mellom fjellet og betongvegger i bassenget. Vegger og bunnplate er utført i vanntett betong, hvor det er lagt drenering rundt. Mellom fjell og vegg er det avrettet med magerbetong. Prinsippet er benyttet på to basseng bygd av Bodø kommune. Støpte vegger gir en mye bedre forutsetninger for rengjøring av bassenget enn fjellvegger. Fjellvegger har en ujevn overflate som gjør det vanskelig å fjerne alt slam ved tømning og vask.

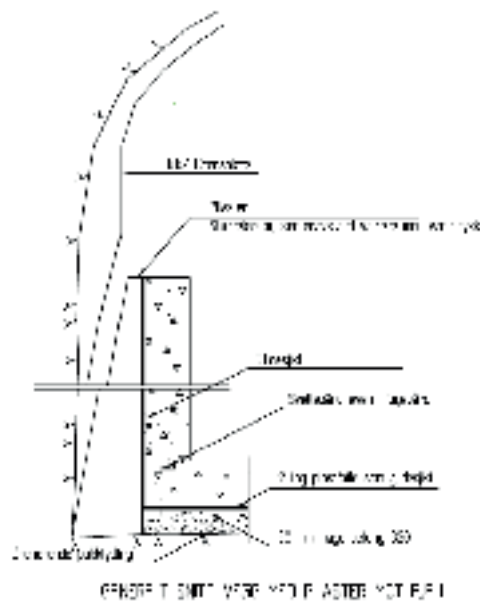


Figur 6.32: Generelt snitt. Løsning tett basseng i fjell. Fjellkontur avrettes med magerbetong.

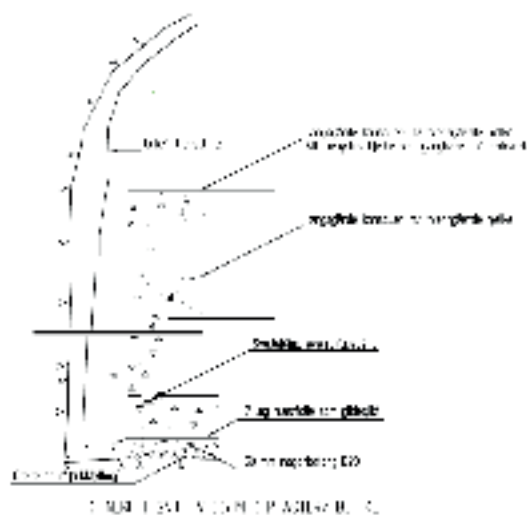
Fordelen med løsningen vist i figur 6.32 er at den er relativt enkelt å forskale, og man er uavhengig av fjellkontur. Imidlertid har man liten kontroll på forbruk av magerbetong, så kostnadene kan bli vesentlig større enn antatt dersom det er sprengt ut mer fjell enn prosjektert. I tillegg har man liten kontroll på hva som skjer bak duk/ konstruksjon

Andre løsninger kan være å ha åpent rom mellom vegg og fjellkontur, figur 6. 33. Da har man mulighet for inspeksjon, og bedre kontroll på kostnadene. Dette kan løses ved å benytte pilastre som avstiver veggene. Pilastrenes størrelse og senteravstand vil være avhengig av vegghøyde/ væsketrykk.

Alternativt kan man etablere langsgående, horisontale konsoller med avstivende, horisontale bjelker på tvers av bassengene, mellom pilastrene, figur 6.34. Med denne løsningen vil man ikke berøre fjellkonturen. Antall bjelker og konsoller samt plassering av disse vil også være avhengig av vegghøyde/ væsketrykk. I tillegg kan man utforme bjelkene ved topp vegg på en slik måte at de kan benyttes som gangbaner. Gjøres dette må gangarealet sikres med rekkverk.



Figur 6.33: Generelt snitt. Løsning tett basseng i fjell. Vegger avstives med pilastrer



Figur 6.34: Generelt snitt. Løsning tett basseng i fjell. Vegger avstives med konsoller og bjelker

Kostnader

Kostnadene med selve fjellrommet; rigg, sprengning, rensk, sikring og borttransport av sprengningsmassene vil normalt variere mellom 350 - 600 kr pr m³ prosjekterte masser, avhengig av tunneltverrsnitt og omfang av sikring. For at fjellbasseng skal være et økonomisk interessant alternativ, er det viktig at en ikke tar ut store fjellvolum som ikke brukes til vannlagring. Lange adkomsttunneler og mye tomrom over høyeste vannspeil i vannkammeret bør unngås.

De tekniske anleggene i et fjellbasseng vil normalt, på grunn av større avstander, være mer omfattende enn i et vanlig basseng og dermed gi økte anleggskostnader.

Bygningskonstruksjonene vil, ved bruk av vannkammer uten sikring mot innlekkasje, ha mye mindre omfang enn ved vanlig basseng. De vil da begrense seg til inngangsportal, betjeningsrom, damvegg og støpt golv i basseng. Dette kan gi så store besparelser at

fjellbasseng kan konkurrere økonomisk med vanlige basseng. I særlig grad ved behov for lagring av store vannvolum.

Ved gjennomgang av totale byggekostnader for fjellbasseng sammenlignet med konvensjonelle høydebasseng i fjell, finner en avhengig av lokale forhold, et skjæringspunkt mellom 8 000 og 12 000 m³. Basseng med et vannvolum større enn dette vil det ofte være rimeligst å bygge som fjellbasseng.

Gunstige geologiske forhold (mindre kostnader til sikring og korte adkomsttunneler), salg av utsprenget stein og dyr tomt for konvensjonelt basseng, vil gjøre valg av fjellbasseng økonomisk enda gunstigere.

Kostnadene med å sikre bassenget mot innlekkasje vil være meget store. For to fjellbasseng i Bodø, ett med vannvolum på 6 500 m³ og ett med vannvolum på 30 000 m³ ga en løsning som vist i figur 6.32 en kostnadsøkning på 60-70 % i forhold til normal utførelse av fjellbassenget. Bygging av et vanlig basseng dagen vil da være betydelig rimeligere.

Hvis en velger å bygge fjellbasseng for at det kan gi en økonomisk gevinst, må en akseptere at det kan lekke inn i bassenget. En må samtidig bedømme risikoen for at innlekkasjen skal forurense det lagrede vannet som så liten at den oppveies av den mulige økonomiske gevinsten.

Når anlegget er ferdig utsprenget har en bedre mulighet til å vurdere om kvaliteten på lekkasjevannet vil være problematisk og kan da gjøre tiltak som beskrevet.

Oppstår det problemer med den hygieniske vannkvaliteten på et tidspunkt etter at bassenget er ferdig bygd, kan det være mulig å fjerne disse med å installere et desinfeksjonsanlegg på utgående vann.

Tunnelbasseng

Billige løsninger for lagring av vann kan oppnås i de tilfeller hvor selve transportsystemet eller deler av dette kan omgjøres til høydebasseng. Dette gjelder spesielt i kupert fjellterreng hvor en planlagt rørledning erstattes av et tunnelbasseng. Ved valg av et slikt alternativ må en ha løsninger på hvordan en skal kunne vedlikeholde og rengjøre bassenget.

7. Tekniske installasjoner

7.1. Rørinstallasjoner

7.1.1. Generelt

Rørinstallasjonene samles i et eget betjeningshus (ventilkammer).

Ventilkammeret plasseres som regel ved bassengveggen. Legges bunn i ventilkammer lavere enn bunn i basseng (vanlig ca 1 meter), kan rør føres inn i basseng under bunnplate og opp gjennom bunnplate. På noen anlegg er ventilkammeret delvis lagt under bassengets bunnplate for å forenkle rørføring inn i basseng. På bildet er vist en slik løsning.



Figur 7.1: Ventilkammer under basseng

For noen anlegg kan det være enklere og rimeligere å bygge et helt frittliggende betjeningshus 2 - 10 m fra bassenget. Dette kan konstrueres og bygges helt uavhengig av vannkammeret.

Røropplegget består av følgende elementer:

- Innløp
- Utløp
- Overløp
- Tømmeledning
- Vannpost
- Prøvetakingspunkt
- Slukledning fra betjeningshus
- Eventuell drenering rundt basseng

Armaturløsninger må plasseres slik at de kan betjenes både sikkert og enkelt. Om nødvendig installeres plattformer, trapper og stiger for å lette betjeningen.

Rørledningene må legges med tilstrekkelig avstand til golv, vegger, tak og andre ledninger slik at montasje og vedlikehold av utstyret er mulig. Bruk av innbyggingsstykker (type PF kan være enklest å bruke) eller Straub-koblinger kan gjøre det lettere å montere og demontere særlig store rørdeler.

Rørledningene med armatur må dimensjoneres for høyeste opptredende trykk. Rørapplegget må være forsvarlig klamret, avstivet og i stand til å oppta de opptredende krefter uten at skader oppstår.

Komponenter og rørsystemene skal skiltes og merkes med strømningsretning.

Hvordan rengjøring og desinfisering av rørsystemene (for eks. pluggkjøring) skal gjøres må avklares under prosjekteringen slik at nødvendige arrangement blir utført.

Det anbefales å montere dekkeluker, løftekrokar, kranbaner og taljer for å lette montering og demontering av deler samt inn- og uttransport av disse. Plassering og bruk av disse elementene må være gjennomtenkte for å oppnå gode løsninger.



Figur 7.2: Ventilkammer Vikåsen høydebasseng

7.1.2. Aktuelle materialtyper

Rørinstallasjonene må utføres i korrosjonsbestandige materialer. I det følgende omtales de materialkvalitetene som regnes som aktuelle ved denne type anlegg.

Rør og rørdeler i rustfritt stål

Det anbefales å utføre rørapplegget med rør og rørdeler i rustfritt stål. Tabell 1 viser mest aktuelle kvalitetene av rustfrie rør vist.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av rustfrie rør brukt i vannforsyningen.

Kjemisk sammensetning i %. Typiske verdier				Standard		
C _{max}	Cr	Ni	Mo	EN-Norm	SS	ASTM
0,05	18,5	8,5	-	4301	2333	304
0,03	18,5	9,5	-	4306/7	2352	304L
0,05	17	11	2,7	4436	2343	316
0,03	17,5	12	2,7	4432	2353	316L

Til daglig omtales kvaliteten 304 og 304L som rustfritt mens 316 og 316L omtales som syrefast stål. Kvalitetene med maksimalt innhold av karbon på 0,03 % er i dag vanligst og er lettere å sveise enn stål med høyere karboninnhold.

Syrefast stål er tilsatt molybden og inneholder mer nikkel enn rustfritt stål og kan være noe mer motstandsdyktig mot korrosjon særlig hvis vannet inneholder kloridioner (Cl^-).

Anleggskostnadene for et røropplegg i syrefast stål er høyere enn i rustfritt stål (10- 20 % større for ferdig montert røropplegg). For vannbassenger med rent vann vil normalt valg av rustfritt stål være tilstrekkelig for å få et korrosjonsfritt røranlegg.

Ved bruk av rustfrie rør, anbefales det å velge noe større godstykkelse enn det innvendige trykket tilsier for å unngå utvendige skader (bulker) på rørene og for å ha bedre forutsetninger til at det kan lages en god sveis. Det gis følgende anbefaling til valg av godstykkelse:

$\varnothing \leq 200 \text{ mm}$	$t = 2 \text{ mm}$
$200 \text{ mm} < \varnothing < 500 \text{ mm}$	$t = 3 \text{ mm}$
$500 \text{ mm} \leq \varnothing < 800 \text{ mm}$	$t = 4 \text{ mm}$

Alle sveisearbeidene skal utføres av kvalifisert personell, sertifisert etter NS-EN 287, Godkjenning av sveisere - Smeltesveising. Sveisefuger utformes i henhold til NS 472, Fugeformer for konstruksjonstål. Spesifisering og godkjenning av sveiseprosedyrer gjøres etter NS-EN ISO 15607:2003, Spesifisering og godkjenning av sveiseprosedyrer for metalliske materialer – Generelle regler.

Det anbefales å stille krav til at alle sveiser skal tilfredsstille kravene for klasse 3 eller 4 etter I. I. Ws røntgenatlas og at 10 % av sveisene kontrolleres.

Ved sammenføyning med krage + løsfrens skal det benyttes flenser, bolter og utstyrløsninger som hindrer galvaniske spenninger mellom de ulike metallene. Det samme gjelder ved bruk av rørklammer. For utstyr og festemateriell som blir neddykket i vann må det brukes samme materialkvalitet som i rørene.

Duktilt støpejern

Røropplegg kan også utføres i duktilt støpejern som er innvendig og utvendig korrosjonsbeskyttet. Ulempene med et røropplegg i duktilt støpejern er høyere vekt, en må bruke standard deler, det er vanskeligere å gjøre tilpasninger på stedet samt å gjøre endringer i ettertid. Røropplegg i støpejern har ofte vært brukt ved store rørdimensjoner.

Deler og armatur av duktilt støpejern anbefales korrosjonsbeskyttet med et min 250µm elektrostatisk varmepåført pulverepoxybelegg både ut- og innvendig.

Kunststoffrør

Bruk av kunststoffrør kan være økonomisk gunstig ved lange rette røropplegg eller anlegg med små dimensjoner ($\leq 150 \text{ mm}$). Disse må ofte brukes sammen med rørdeler i støpejern eller rustfritt stål da det er begrenset utvalg av deler i kunststoff, særlig i større dimensjoner. Kunststoffrør må ikke brukes ved rørgjennomføringer i betong som skal være vanntette.

7.1.3. Innløpsledning

Det føres egen innløpsledning inn i hvert kammer. Disse må kunne avstenges separat. Innløpsledningen bør utformes for å sikre god sirkulasjon av vannet i vannkammeret. Det er ikke noe absolutt svar på hvordan dette best kan gjøres.

Blanding anses som en enklere og sikrere måte for å skape sirkulasjon av vannet i et basseng enn pluggstrømning. I forbindelse med det svenske forskningsprosjektet som er omtalt i kap. 5.1.3, ble det utarbeidet et simuleringsprogram som kan håndtere ulike bassengstørrelser og densitetsforskjeller.

I dette arbeidet anbefales at det tas vare på energien i innkommende vannstråle og fordeler denne over hele vannvolumet. Det krever en konstruksjon med noenlunde lik bredde og lengde slik at den turbulente jetstrålen som oppstår ved innløpet kan nå langt inn i vannvolumet uten å hindres av vegger og golv. Utløpets plassering har bare marginal påvirkning på blandingsforholdene så lenge jetstrålen ved innløpet klarer å blande hele vannvolumet.

Stagnasjon på grunn av temperaturforskjeller kan unngås ved å sikre at innløpshastigheten blir tilstrekkelig høy. Hvor høy denne hastigheten må være avhenger av bassengets geometri, innløpets plassering og densitetsforskjellen mellom vann i bassenget og innstrømmende vann.

Etter en avstand på $6 \times d$ (opprinnelig strålediameter) er en sirkulær vannstråle i et vannvolum blitt så erodert at vannhastigheten strålesentrum begynner å avta. Hastigheten i sentrum av strålen kan beregnes etter følgende formel:

$$u_m = 6,4 \cdot d \cdot u_0 / l$$

hvor u_0 er utløpshastigheten og l er avstand fra utløp

I en tysk veiledning /20/ anbefales en utløpshastighet på 1 m/s.

G. Mosevoll i Skien kommune /26/ anbefaler at utløpshastigheten er så stor at teoretisk senterlinjehastighet etter en avstand $D/2$ i perioder kommer opp i 0,1 m/s. D er bassengets diameter. Om innløpsledningen har for stor diameter kan en øke utløpshastigheten ved å montere en kon på utløpet.

Det er viktig at innløpet er snudd slik at vannstrømmen får fri bane ut i bassenget og dermed ikke går mot vegg, søyle eller bunn. Strålen bør i tillegg til den horisontale hastighetskomponenten ha en sterk nok vertikalbevegelse slik at strålen når overflaten. Dermed blandes det inn vann fra øverste sjikt både på opptur og nedtur. I et rundt basseng kan dette oppnås ved at strålen rettes 30-45° ut fra tangentplanet med vegg og med en helning på 45°.

I / 20/ foreslås som alternativ løsning at innløpet monteres slik at vannet kommer inn minst 20 cm over høyeste vannspeil og spres mot vannflaten. Når det kommer inn vann med høyere densitet kan det være en risiko for at dette vannet raskt faller ned til bunnen og gir dårlig innblanding i de øvre vannmassene.

Rørsystemet bør lages slik at det strømmer like mye vann inn i hvert vannkammer. En måte er å utføre dette symmetrisk slik at trykktapet i rørarrangementet og dermed vannstrømningen til hvert vannkammer blir likt. Det bør utføres en trykktapsberegning ved prosjektering av rørarrangementet for å kontrollere dette.

Hvis vannet kommer inn på selvføll, må vannstrømmen reguleres av en ventil. Åpningsgraden til ventilen kan reguleres med en elektrisk motor, en pneumatisk aktuator eller kan reguleres rent mekanisk fra en flottør i bassenget.

Det kan være ulike ønsker for hvordan en vil styre nivået i bassenget. Det mest vanlige er at det kontinuerlig strømmer vann inn i bassenget, mens åpningsgraden på ventilen

varierer. Hvor hurtig ventilen åpner avhenger av hvor mye en aksepterer å bruke av utjevningvolumet før vanntilførselen til bassenget er åpnet maksimalt.

Hvis en ønsker å holde bassenget fullt i størst mulig grad, må ventilen raskt kunne gå fra stengt til åpen posisjon. Dette vil gi raske variasjoner i vanntilførselen, noe som vannbehandlingsanlegget og distribusjonssystemet før bassenget må være dimensjonert for. Alternativt kan en velge å regulere åpningsgraden på ventilen til å gå sakte eller la åpningsgraden åpne avhengig av vannivået i bassenget. I begge tilfellene vil vannivået i bassenget variere. Reguleringsmåten vil gi mindre variasjoner i vanntilførselen fram til bassenget. Det må kontrolleres med beregning, at ventilen ikke åpner eller stenger så raskt at det oppstår uakseptable trykkstøt.

Det må velges en type ventil som egner seg til regulering. Der innløpstrykket er høyt i forhold til utløpstrykket, må en være oppmerksom på risikoen for kavitasjon og fare for skade på ventilen. Ventilleverandørene kan gi råd om ventilen egner seg for den tenkte installasjon. Seteventiler eller nåleventiler egner seg normalt godt for krevende reguleringer.

Dimensjonen på ventilen bør være så liten at ventilen også i åpen tilstand gir et visst trykktap. Vannhastigheten gjennom åpen ventil og maksimal vannmengde kan eksempelvis velges til 3-4 m/s.

Hvis innløpsledning avsluttes under vannspeil må det monteres en tilbakeslagsventil for å forhindre at bassenget tømmes ved et eventuelt rørbrudd på tilførselsledningen.

7.1.4. Utløpsledning / tappeledning

Tappeledningen skal dimensjoneres for det størst sannsynlige vannforbruket som skal dekkes. Dimensjonerende vannmengder for tappeledningen blir da lik tappeintensiteten i maksimaltiden i maksimaldøgnet pluss brannvann:

$$Q_{\text{dim}} = \{ Q_d \cdot f_{\text{maks}} \cdot k_{\text{maks}} \cdot 1000 / (24 \cdot 60 \cdot 60) \} + Q_{\text{brann}} \text{ [m}^3/\text{døgn]}$$

Q_d	:	middel døgnforbruk i m ³ pr døgn
f_{maks}	:	faktor for maks døgnvariasjon
k_{maks}	:	faktor for maks timevariasjon

For å kunne tappe vannkammeret lengst mulig ned uten at utløpsledningen suger luft anbefales det at utløpsrøret plasseres i egen forsenking i bunnplaten.

Nødvendig vanndyp (S) over topp utløpsledning for å unngå luftmedrivning på grunn av virveldannelse kan beregnes av følgende formel hentet fra /10/.

$$S = 0,73 \cdot v \cdot \sqrt{D}$$

v	= vannhastighet i ledning (m/s)
D	= diameter i ledning (m)

Det er montert siler på mange utløpsledninger. Normalt bør dette ikke være nødvendig da vannet i bassenget ikke skal inneholde noe som skal fanges opp på en sil. Med god vannkvalitet kan utløpet være i flukt med eller i en fordypning i bassengets bunnplate. Da vil en få utnyttet hele volumet i bassenget.

På alle utløpsledninger bør det vurderes å monteres en rørbruddsventil, som forhindrer at bassenget tømmes i tilfelle brudd på utløpsledningen/tappeledningen. Ved store anlegg vil et rørbrudd få store konsekvenser og det er der spesielt viktig å installere rørbruddsventil.

Rørbruddsventilen bør kunne lukkes ved hjelp av en motoraktuator, en pneumatisk aktuator eller ved utløsning av et fallodd.

Figur 7.3 som viser en rørbruddsventil i form av en stor falloddsventil. Rørbruddsventilen må ikke lukke så raskt at det kan oppstå trykkstøt. Etter rørbruddsventilen må det kunne suges inn luft for å unngå vakuum i utløpsledningen når rørbruddsventilen lukker. Rørbruddsventilen utløses som regel på signal fra vannmåleren på tappeledningen.

Rørbruddsventil **må ikke under noen omstendighet kunne stenge automatisk på grunn av stort brannvannsuttak** fra brannvesenet eller ved sprinkleruttak. Er det risiko for dette må det kun gis alarm ved stor vanttapping. Stenging av rørbruddsventil må da kun skje ved ordre fra vakthavende på drift. Utløsning av rørbruddsventil må testes ved prøvetapping på nett.



Figur 7.3: Rørbruddsventil (falloddsventil)

7.1.5. Overløp

Overløpet må kunne ta unna den høyeste mulige tilførselen til bassenget. Ledningen føres fortrinnsvis til en resipient eller et overvannssystem.

Tilkobling til spillvannssystem må unngås. En må sikre seg at gasser fra avløpssystemet eller andre forurensninger ikke kommer inn i bassenget via overløpet. Overløpsrør som er åpne helt til utløpet vil fungere som et ukontrollert ventilasjonsrør. Støv, insekter etc. vil kunne følge luftstrømmen inn i bassenget. Ved å montere vannlås eller en fjærbelastet tilbakeslagsventil på overløpsledningen vil en kunne hindre inntrenging av slike forurensninger. Det kan være en risiko for at rotter kan forsere en vannlås. En må ved bruk av vannlås sørge for at denne er vannfylt hele tiden og at vannet ikke fryser.

Det må ikke monteres stengeventiler på overløpsledningen. Hvis det ikke er mulig å avlede inngående vannmengde i en overløpsledning må det på tilførselsledningen være en ventil som stenger når vannstanden i bassenget når høynivå. Ved bruk av elektriske utstyr må det være nødstrømsforsyning til ventilen. I tillegg anbefales et nødoverløp ut til terreng.

Overløpet er når det er mindre vannmengder som skal avledes, ofte bare et vertikalt rør som er avsluttet med en kon i overløpsnivå. Ved avledning av større vannmengder kan det være behov for en lengre overløpskant montert på en overløpskasse eller kanal.

Kapasiteten til overløpet må alltid kontrolleres med beregning under prosjektering. Virkelig kapasitet må prøves ved i gangkjøring av bassenget.

Overløp bør plasseres slik det er mulig å renske dette for eventuelt flyteslam som kan bli hengende på overløpskanten. Overløp må plasseres lavere enn takbjelkene slik at det er mulig å tappe av eventuelt flyteslam.

Det er en fordel om overløpet utformes slik at det ikke dannes en ustabil, luftsugende virvel. Ustabile virvler kan gi store vibrasjoner i nedløpsrøret fra overløpet. Luftsugende virvler kan brytes ved hjelp av et gitter overoverløpsåpningen.

I det et overløp trer i drift, er rørledningen nedstrøms overløpet tom for vann. Er overløpsledningen loddrett, vil den første vannstrømmen få god fart. Der vannet bremses opp, for eksempel der det går over fra delvis til fylt strømning, kan det bli kraftige trykkpulsasjoner. Overløpsrøret må tåle dette.

7.1.6. Tømmeledning

Alle basseng må utstyres med et tømmerør med avstegningsventil. Tømmerør plasseres i bassengets laveste punkt. Det anbefales om mulig å plassere denne i bunn i en eventuell forsenkning som tappeledningen er plassert i.

Bunnplate utføres med godt fall mot denne slik at vann fra spyling av vegger og tak dreneres dit. Tømmeledningen føres normalt inn på overløpsledningen. Det må vurderes om det er akseptabelt å slippe ut vann fra rengjøring og desinfisering av bassenget i den aktuelle resipient.

Ved rengjøring av basseng har en i noen tilfeller opplevd at tømmeledning har gått tett og at det har blitt spylt ut mye slam. Risiko for dette må vurderes for det aktuelle bassenget. Innløp til tømmeledning kan da sikres med en sil/rist. Tømmeledning kan føres gjennom en slamavskiller for avslamming ved utløp i en sensitiv resipient.

7.2. Elektriske installasjoner

Elektroteknisk anlegg må utføres i samsvar med offentlige forskrifter, lokale myndigheters krav og særbestemmelser samt relevante norske og internasjonale standarder.

Anlegget skal prosjekteres og utføres iht. relevante lover og forskrifter.

Dette gjelder bl.a.:

- Forskrift om Elektriske Lavspenningsanlegg (FEL-98)
- Norm Elektriske Lavspenningsinstallasjoner (NEK400:2006)
- Forskrift om elektrisk utstyr (1995)
- Safety of machinery – Electrical equipment of machines (IEC-60204)
- Lavspennings koblings- og kontrollanlegg (NEK EN 60 439-1:1999)
- EMC-direktivet (2004/108/EC)

Utstyr som benyttes skal tilfredsstillende alle relevante direktiver og være CE-merket for aktuelt miljø.

Anleggets systemspenning må avklares med det lokale E-verket. Hvis det ikke gir store ekstrakostnader anbefales valgt 400 volt systemspenning. Fordelingssystemet bygges da opp som TN-S-system (400/230V), 5 ledersystem med jordet nullpunkt.

Kvalitet på fordelinger (skap) velges etter miljø der de er tenkt plassert. Skap plassert i ventilkammer bør minimum ha en kapslingsgrad på IP 54, det vil si det er støvbeskyttet og beskyttet mot at vann som spruter mot skapet har skadelig virkning. I fuktig miljø anbefales skap utført i aluminium eller rustfrie plater. Det må vurderes om det er behov for å installere et varmeelement i skapet for å unngå kondensproblemer. Skap montert i helt tørre rom kan velges med kapslingsgrad IP 20. I vedlegg 3 er vist en liste over ulike kapslingsgrader med hvilke krav de ulike gradene oppfyller.

Det anbefales brukt sikringsløse vern i alle fordelinger, dvs. effektbrytere og automatsikringer. Det bør være reserveplass i skapet for en eventuell framtidig utvidelse. Det anbefales brukt rekkeklemmer med knivskillere for alle analoge signal.

Skap må være utført slik at utstyr lett kan skiftes ut og vedlikeholdes.

Fra fordelinger føres kabler ut på kabelstiger/kabelbroer åpent til de enkelte forbrukere i anlegget som lys, stikk, motorer instrumentering. For mindre installasjoner kan forlegging direkte på vegg/tak vurderes.

Lysanlegg i prosessrom anbefales utført med lysarmatur i tett utførelse, min IP54.

Behov for nødlis og ledelys må vurderes. Lysrørarmatur med integrert batteripakke med min 1 times drift ved nettutfall kan være en grei løsning. Disse tilkobles det ordinære kursopplegg for kontinuerlig ladning.

Generelle stikkontaktuttak for håndverktøy, sveiseapparater anbefales montert.

Kvalitet på utstyr må vurderes etter miljø det plasseres i. Generelt vil anbefales at utstyr montert på rørsystemet i ventilkammeret velges med kapslingsgrad på min IP 55, støvbeskyttet og beskyttet mot vannstråler. Er det risiko for at utstyr kan bli neddykket må en velge kapslingsgrad IP 67 eller IP 68. Leverandør av det aktuelle utstyr bør kontaktes for informasjon i slike tilfeller. Ved plassering i fuktig miljø må en velge utstyr som har en overflatebehandling tilpasset dette.

Behov for nødstrømsforsyning må vurderes i hvert tilfelle avhengig av risiko for og konsekvens av strømutfall.

Det elektriske anlegget skal merkes i henhold til gjeldende forskrifter. Merkingen må utføres på en slik måte at det gir entydig og varig informasjon for korrekt betjening og bruk av anlegget. Levetid for benyttet merkeutstyr skal minst tilsvare levetiden for den anleggsdel som merkes.

7.3. Automatisering

Det anbefales installert et driftskontrollanlegg for styring og overvåkning av driften av bassenget. Samtlige styringer, forriglinger og logikk legges i en PLS plassert i egen undersentral. Det anbefales valgt PLS av standard industrifabrikat og kravet bør være at PLSen kan kommunisere med PLSer av andre fabrikater.

Anlegget må kunne styres manuelt. Lokal styring kan gjøres via brytere i tavlefront, styringstablå plassert i front på fordeling eller fra egen styrings-PC.

Undersentral må være tilstrekkelig beskyttet mot overspenninger og støy. Utstyret må være forsynt med batteribackup med kapasitet på minimum 8 timer. 24 timer er anbefalt, slik at undersentral kan fungere som normalt og varsle om strømbrudd samt opprettholde nødvendig kommunikasjon ved nettutfall.

Data som må lagres er informasjon som finnes når strømbrudd oppstår, samt undersentralens program med de sist benyttede innstillingsverdiene. Batteribackup for data og program bør ha en varighet på minst 100 timer.

Instrumentering som anbefales i et basseng er

- Nivåmåler i hvert vannkammer. Trykkgiver montert på tømmerrøret er en vanlig utførelse
- Som sikkerhet for feil på nivåmåler anbefales et ekstra system for registrering av overløpsnivå og lavt nivå for eks. nivåvipper
- Vannmåler på tappeledning
- Instrument som viser posisjon for rørbruddsventil

Instrumentering som kan være aktuelt i enkelte tilfeller

- Vannmåler på tilførselsledning
- Registrering av vann på golv i ventilkammer

Det lokale anlegget anbefales koblet opp mot et sentralt driftsovervåkingsanlegg som dekker det øvrige vannforsyningssystemet. Finnes det ikke et sentralt driftsovervåkingsanlegg bør alle viktige alarmer sendes til driftspersonell. Anleggseieren må gjennomgå hvilke driftstilstander han anser som kritisk for å opprettholde vannforsyningen i området og definere disse som alarmer.

Tilstander som normalt anses som kritiske er

- Lavt nivå i basseng
- Stengt rørbruddsventil
- Unormalt høyt vannforbruk
- Innbruddsalarm/Brannalarm

Tilstander som kan være kritiske

- Feil på utstyr
- Høyt nivå i basseng, overløp
- Strømbrudd
- Kommunikasjonssvikt med undersentral i basseng

For mer detaljert beskrivelse, krav og anbefalinger til styrings- og overvåkingsanlegg henvises til Norsk Vann rapport 152 *Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystem for VA-sektoren*; Norsk Vann rapport nr 95; *Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken*, Norsk Vann rapport 153 *Norm for symboler i driftskontrollsystem for VA-sektoren* og Norsk Vann rapport 154 *Norm for TAG-koding i VA-sektoren*.

7.4. Ventilasjon

Betjeningshus

Temperatur i de ulike rom i betjeningshuset må velges etter funksjon og bruksfrekvens. I selve ventilkammeret anbefales en minimumstemperatur på 10-14 °C. Det anbefales montert en termostattyrt ovn med minimum effekt 1000 W. Det kan benyttes ribberørsovn med kapslingsgrad IP 54 eller takmonterte stråleovner i IP 44. For mindre betjeningshus kan det være nok med naturlig ventilasjon gjennom ventil. Større

betjeningshus kan oppvarmes med forvarmet friskluft som suppleres med nødvendige antall ovner. Ventilasjonsanlegg må utføres i en materialkvalitet som er tilpasset miljøet det blir montert i.

Ventilkammer

Selve ventilkammeret må ventileres mekanisk. I ventilkammeret er kondensering på rør og armatur med vanddrypp og korrosjon på metalloverflater et problem.

Kondens oppstår på en flate når duggpunktet i luften som omgir flaten er høyere enn den aktuelle flatetemperaturen. Spesielt er dette problemet stort om sommeren når uteluften er varm og inneholder større mengder fuktighet.

For å hindre kondens må luftens vanndampinnhold senkes slik at duggpunktet er lavere enn flatetemperaturen. Montering av luftavfuktere av sorpsjonstypen har i praksis vist seg å fungere godt for å få ned luftfuktigheten, og gir samtidig ventilering av ventilkammeret.



Figur 7.4: Bilde viser en sorpsjonsavfukter plassert i et ventilkammer. Denne tar fuktig luft fra rommet som avfuktes og blåses ut igjen i rommet som tørr luft. Fukt overføres til en annen luftstrøm som blåses ut.

I vedlegg 4 er gjengitt en artikkel om fuktig luft.

Vannkammer

Vannstanden i et høydebasseng vil variere, og lufting er dermed nødvendig for å forhindre undertrykk (vakuum) eller overtrykk i vannkammeret.

På eksisterende basseng er ventilasjonssystemet ofte bare et rør innstøpt på taket. I beste fall har røret svane Hals og er sikret med et gitter på enden som gjør det vanskelig å føre ting ned i bassenget. Fortsatt vil støv, pollen og andre mindre partikler og insekter som følger lufta komme inn i bassenget og legge seg på vannoverflaten. Det er også mulig å føre en ledning inn i bassenget.

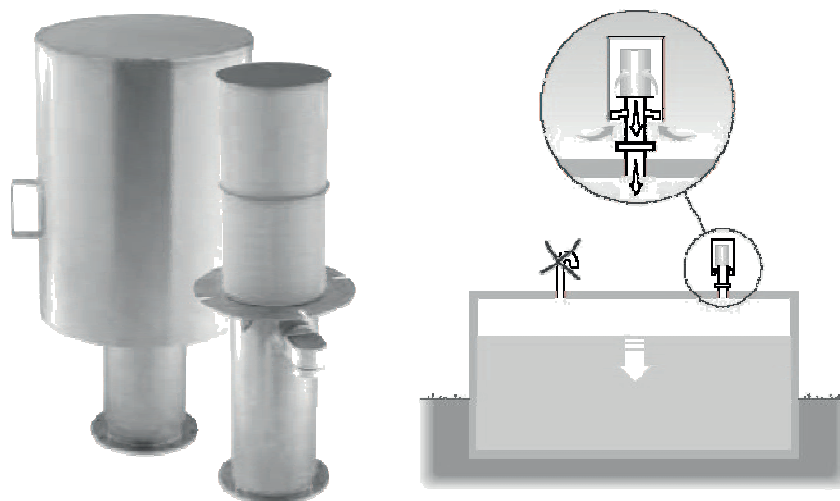
For å hindre luftforurensninger å komme inn i vannkammeret må lufta filtreres gjennom et mikrofilter.

Det anbefales et mikrofilter av filterklasse H13 etter norm EN-1822 som betyr at 99,9 % av alle partikler av størrelsen 0,3µm filtreres bort.

Plassert ute er det en risiko for at et slikt filter vil ises igjen. Derfor bør et slikt filter plasseres inne betjeningshuset. Hvis det plasseres på tak må det plasseres inne i en låsbar kasse for hindre hærverk og hvor det er montert strålevarme for å hindre gjenfrysing.

Ferdig luftfilter med filterhus for plassering horisontalt innomhus eller ute på tak er i salg. Luftfilter for montering på tak er utstyrt med vakuumventiler som åpner hvis filter gjentettes. Se figur 7.5.

Lufthastighet i rør kan være opp mot 10 m/s. Over filter betydelig lavere, avhengig av finheten på filteret.



Figur 7.5: Luftingsfilter for vannkammer./21/

Erfaring viser at filter i fuktbestandig materiale har en levetid på 2-4 år. Etter 4 år bør de, av hygieniske årsaker, uansett byttes.

7.5. Øvrige VVS-installasjoner

Hvilke sanitæranlegg som er nødvendig for høydebassenget vil variere for hvert prosjekt. Det må være tilgang til varmt og kaldt vann til håndvask og til rengjøring av betjeningsrom.

For anlegg som sjelden er i bruk anbefales direkte varmer i stedet for varmvannsbereder. I noen anlegg kan det også være ønskelig å montere WC.

Det må monteres et anlegg for spyling/rengjøring av vannkammeret. Noen har god erfaring med bruk av høytrykksspyler, høyt trykk og små vannmengder. Høytrykksspyling kan også gjøres med varmt vann.

Andre har bedre erfaring å spyle med brannslanger; lavere trykk, men betydelig større vannmengder. Det må sørges for at det er mulig å ta ut den ønskede vannmengden. Ved bruk av brannslanger må en som regel montere en egen pumpe i ventilkammeret som sørger for nok trykk til spyling. Hvilken metode som egner seg best avhenger av type basseng og type belegg.

I begge tilfellene anbefales det at det ved bygging av bassenget legges egen spyleledning fra ventilkammer og inn i bassenget, eventuelt varerør for trekking av spylevannsledning. Høytrykksspyler plasseres i ventilkammeret og tilkobles spyleledning. En trenger da bare å ta med en slange og spylemunnstykke inn i vannkammeret. Ventiler som skal stå i vann må utføres i en egnet kvalitet.

8. Kontroll, prøving og idriftsettelse

8.1. Generelle krav

8.1.1. Generelt

Før et drikkevannsbasseng kan tas i bruk må det gjennomføres:

- Tetthetsprøvinger
- Uttesting av tekniske installasjoner
- Rengjøring og desinfisering

Straks før bassenget tas i bruk, kontrolleres det at vannkvaliteten i bassenget og i tilhørende rør og deler er tilfredsstillende som drikkevann.

8.1.2. Hygiene

Alt personale som kan komme i kontakt (direkte eller indirekte) med drikkevannet skal få opplæring i behovet for å holde en høy standard på hygiene, renhold og sikkerhet. Det skal opplyses om farene ved å forurense vannforsyningen.

Det må sikres at alt utstyr som skal brukes i drikkevannsbasseng ikke kan forårsake forurensing ved bruk. Slikt utstyr bør lagres separat fra utstyr som blir brukt til andre formål, og ev. fargekodes. Det må sørges for at alt utstyr som brukes inne i vannkammeret er rengjort og desinfisert før bruk.

Verneklær som brukes i drikkevannsbasseng må være rene. De må lagres atskilt, holdes fri fra forurensninger og være tydelig merket med formål. Fargekoding eller alternativ merking anbefales.

Personale som har vært i kontakt med andre deler av nettet må foreta håndvask og annen nødvendig rengjøring før inntreden i drikkevannsbassenget. Det er påkrevd at personalet desinfiserer fottøy før de går inn i vannkammeret.

Det må utarbeides rutiner for drift og vedlikehold med hensyn på rengjøring og desinfisering av personer som er i kontakt med drikkevannet.

Alt personale skal oppfylle nødvendige helsekrav, særlig med hensyn til vannbårne sykdommer.

8.1.3. Personalsikkerhet

Før driftstart skal det kontrolleres at egnet sikkerhetsutstyr er tilgjengelig, og at personale benytter riktige verneklær.

Arbeidsbeskrivelse og gode driftsrutiner for arbeid i drikkevannsbasseng skal foreligge. Det skal sørges for sikre inngangs- og utgangsrutiner fra vannkamrene. Prosedyrer for nødstilfeller må fastsettes og alt personale må få opplæring i disse.

Styrings- og kontrollanlegg, pumper og kontrollventiler må låses for å garantere at man unngår en ikke-planlagt innstrømning av vann mens det er personale inne i vannkamrene.

Vannkamrene bør være ventilert på en naturlig eller tvungen måte når det foregår arbeid i kamrene. Luften bør kontrolleres for oksygenmangel og for eksplosive eller giftige

forhold og godkjennes som sikker før noen går inn, samt overvåkes kontinuerlig under arbeid. Instrument for dette må medbringes. Driftsansvarlige må vurdere behovet for rømningsveier. Om nødvendig skal vinsj monteres ved ett adkomstpunkt for å kunne brukes i nødstilfeller. Det må vurderes hvor mange personer som må være tilstede ut fra hvilket arbeid som skal utføres og risiko for uhell.

På flere eksisterende anlegg må det måkes snø av taket. Sikkerheten må ivaretas ved slike arbeider ved for eks. bruk av sikringstau og kroker for feste av tau. Krokene må være lette å finne også når det er snø.

Ved arbeid i fjellanlegg må sikkerheten i forhold til nedfall av stein vies særlig oppmerksomhet. Dette gjelder spesielt ved arbeid inne i vannkammer. Tak og vegger bør inspiseres med jevne mellomrom av geolog og renskes ved behov.

8.2. Visuell kontroll av bygd anlegg

Før det bygde anlegget settes i drift må en gjennomføre en grundig visuell kontroll av at det bygde anlegg holder den beskrevne kvalitet og tilfredsstiller de funksjonskravene som er krevd.

8.3. Tetthetsprøving

8.3.1. Prinsipp - krav

Alle basseng, både plasstøpte og prefabrikkerte, skal i utgangspunktet være tette og må derfor tetthetsprøves før de overtas.

Tetthetsprøvingen må foretas før eventuell tilfylling rundt bassengene og før eventuell kledning på bassengene igangsettes. Dette for visuelt å kunne lokalisere eventuelle lekkasjer i bassengvegger.

Bunnplater kan aldri få en fullgod visuell kontroll ved tetthetsprøving. Er det målbare lekkasjer i et basseng og det ikke kan påvises lekkasjer i veggene, må man anta at lekkasjene er i bunnplaten.

Å lokalisere lekkasjepunktet i en bunnplate kan være problematisk dersom det ikke kan påvises tydelige sprekker. For å lokalisere sprekker i en bunnplate kan det derfor være aktuelt å sandvaske overflaten, eller foreta en annen form for mekanisk behandling, for å fjerne det øverste betongsjiktet. Veldig ofte vil da et sprekkemønster komme tydelig frem etter en slik behandling dersom det virkelig er sprekker i en bunnplate.

Det er også viktig å være nøye med å kontrollere eventuelle lekkasjer rundt innstøpte rør etc. i bunnplatene.

Klarer man ikke å lokalisere sprekker eller andre lekkasjepunkt i en bunnplate og all sannsynlighet taler for at det er i den det er lekkasjer, er et overflatebelegg eneste utveg for å stoppe lekkasjen.

Etter at eventuelle lekkasjepunkt er tettet må det foretas ny tetthetsprøving. Dette må gjentas til man oppnår et tilfredsstillende resultat av tetthetsprøvingen.

Er det benyttet basseng med tokammerløsning må ett og ett kammer tetthetsprøves for seg.

Tetthetsprøving bør alltid beskrives som en egen prisbærende post i et tilbud eller forlanges som en del av en leveranse ved prefabrikkerte basseng/totalentrepriser.

Ved tetthetsprøving av basseng må man sørge for tilstrekkelig tilgang på vann. Det anbefales ikke å tillate bruk av sjøvann ved en tetthetsprøving da dette kan ha uheldige innvirkninger både på konstruksjoner og røranlegg.

Tetthetsprøvingen kan ikke utføres samtidig for to bassenger med felles vegger på grunn av lokalisering av eventuelle lekkasjer.

Følgende prosedyre/krav for tetthetsprøving kan anbefales:

- Bassenget fylles meget langsomt med vann over minimum 2 døgn.
- Bassenget skal stå vannfylt i minimum 1 uke for tetthetskontroll.
- Det må være utført midlertidig tetting av innstøpte rør, utsparinger etc. som er nødvendig for å gjennomføre tetthetsprøvingen.
- Det må settes krav til at det ikke skal være synlige lekkasjer.
- Maksimum tillatte synk på 7 døgn er satt til 5 mm.
- Eventuell nedbør må ikke komme inn i bassenget mens tetthetsprøvingen pågår.
- Entreprenør/ leverandør skal føre logg av synk for hver dag tetthetsprøvingen pågår.
- Byggherrens representant, for eksempel byggeleder, skal godkjenne tetthetsprøvingen før bassengene tømmes. Godkjenningen bør bl.a. omfatte gjennomgang av logg og visuell inspeksjon av bassenget.

8.3.2. Tak

For å sikre tette tak, og dermed sikre mot uønsket vanninntrengning av overflatevann inn i bassengene, må tekkingsarbeidene være forskriftsmessig utført.

Følgende punkter bør følges opp spesielt:

- Den ferdige membran/tekking skal ikke utsettes for belastninger som kan skade tettesjiktet.
- Ferdig tekkede arealer må overdekkes eller avspærres for trafikk inntil byggearbeidene er ferdigstilt.
- Alle skruer, avkapp etc. som kan tråkkes ned i tekkingen skal fjernes fortløpende.
- Eventuell membrantekking utføres i henhold til Byggforskserien, Byggdetaljblad 544.202.
- Alle takfolier og vanntryksmembraner skal tilfredsstille kravene i henhold til NS-EN standarder. I tillegg skal disse ha NBI Teknisk Godkjenning.
- Tekkearbeidene skal utføres av autorisert takentreprenør.
- Sveiseprøver skal tas per 200 m utført sveis. Disse sikres med prefabrikkerte kvalitetssikringslapper.
- Alle festemidler som benyttes til mekanisk innfesting av takbelegg skal ha NBI Teknisk Godkjenning.
- Ved bruk av PE-folie som fuktsperre, stilles det krav til aldringsbestandig folie i henhold til NPF-norm 8000.
- Det bør forlanges 15 års skriftlig garanti på membran- og taktekkingen. Garantien skal gjelde både for materialer og arbeider, og overleveres byggherre senest ved overtakelse.

8.4. Rengjøring og desinfisering

Før et nytt drikkevannsbasseng tas i bruk, skal det tomme vannkammeret og rørsystemene rengjøres og desinfiseres som beskrevet i kap. 9.5 og 9.6.

8.5. Oppfylling, kontroll og idriftsettelse

Før idriftsettelse må det kontrolleres at vannkvaliteten i bassenget og tilhørende rør er tilfredsstillende.

Når desinfiseringen er ferdig og det klorerte vannet er tappet ut, fylles bassenget opp til maksimumsnivå. Deretter tas det noen prøver for mikrobiologiske undersøkelser fra utløpsledningen. Her må man være sikker på at vannet kommer fra bassenget og ikke direkte fra innløpsledningen. Innløpet kan ev. stenges en stund før prøvene tas.

Når det konstateres at prøvene er tilfredsstillende, kan bassenget settes i drift. Skulle det vise seg at prøvene ikke er tilfredsstillende, må rengjøring og desinfisering utføres på nytt.

Er det behov for å sette bassenget i drift før prøveresultatene foreligger, bør de foreslåtte dosene økes kraftig og klordoseringen fra behandlingsanlegget økes til godkjente mikrobiologiske prøver foreligger. Deretter bør det tas prøver minst daglig, inntil de første prøveresultatene foreligger.

8.6. Uttesting av installasjoner

Alle installasjoner må testes ut systematisk og etter en planlagt prosedyre før de settes i drift.

8.7. FDV-instruks og FDV-dokumentasjon

Alle vannverk skal ha et oppdatert IK (internkontroll)-system.

Tilknyttet internkontrollsystemet, må det for hvert drikkevannsbasseng finnes en FDV (forvaltning, drift og vedlikehold) – instruks, dvs. en driftshåndbok med drifts- og vedlikeholdsinstrukser. Systemet må totalt inneholde alle instruks og prosedyrer som skal følges.

For innhold og oppbygging av IK-system for det totale vannforsyningssystemet henvises til annen litteratur.

Som en del av FDV-instruksen må det utarbeides FDV-dokumentasjon. FDV-dokumentasjonen kan deles i drifts- og vedlikeholdsdata (DV-data) og referansedokumentasjon.

DV-data er vedlikeholdsinstrukser, manualer, tegninger etc. som er nødvendig for normal drift og vedlikehold.

Referansedokumentasjon er tegninger, beregninger, tekniske spesifikasjoner som det ikke er behov for i normal drift, men som det er behov for ved utførelse av ombygginger og større utskiftinger av utstyr.

Ved bygging av et basseng må det sørges for at all FDV-dokumentasjon blir innsamlet og strukturert. Det anbefales at krav til FDV-ytelsen og ansvar for utarbeidelse av denne blir avklart tidlig i prosjektfasen.

Rådgivende ingeniørers forening utarbeidet i 2001 veiledningen "FDV-dokumentasjon for bygninger" /12/ som gir mange råd og tips om hvordan dokumentasjon kan utarbeides. Norsk Vann rapport nr 155 *Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren* gir også tips og råd om hvordan FDV-systemet kan struktureres og bygges opp og leveres elektronisk.

Spesielt for drikkevannsbassenger er det behov for å utarbeide:

- Spesialtiltak for nødstilfeller og/eller ved større branner i forsyningsområdet.
- Prosedyrer hvis bassenget skal settes ut av drift.
- Instruks for inspeksjoner av basseng.
- Instruks for nedstigning i vannkammer og arbeid inne i vannkammer.
- Instruks for rengjøring og desinfisering av bassenget.
- Instruks og plan for vannprøvetaking.

9. Drift og vedlikehold

9.1. Generelt

Det skal være systematisk overvåking, ettersyn, vedlikehold og rengjøring av ethvert drikkevannsbasseng gjennom hele driftstiden for å sikre en regelmessig vannforsyning og for å sikre at vannkvaliteten er tilfredsstillende. Disse arbeidene utføres i henhold FDV-instruksen og skal dokumenteres i driftsjournaler, loggbøker og rapporter. Alt personale som er med i driften av et høydebasseng skal tilfredsstille kravene i kap. 8.1.2 og 8.1.3

9.2. Overvåkning

Basseng som er tilknyttet et sentralt styrings- og overvåkningsanlegg blir kontinuerlig kontrollert på noen sentrale driftsparametere, som vannnivå og vannforbruk. Det gis i tillegg alarm når noen på forhånd definerte tilstander opptrer, som feil på utstyr, vann i overløp, innbrudd.

Vannkvaliteten i bassenget skal jevnlig kontrolleres ved vannprøvetaking og etter oppsatt plan for vannprøvetaking. Egen plan for prøvetaking utarbeides i samarbeid med det lokale Mattilsynet.

9.3. Ettersyn - kontrollprogram

Hvor ofte det er behov for ettersyn i et drikkevannsbasseng vil variere avhengig av blant annet om bassenget er tilknyttet et sentralt styrings- og overvåkningsanlegg, bassengets størrelse, kvalitet på bygg og utstyr, vannkvaliteten og hvor mye teknisk utstyr som finnes i bassenget.

Det må utarbeides en egen plan for ettersyn og kontroll for hvert enkelt basseng. Denne planen inngår i driftsinstruksen.

I underkapittel 9.3.1-9.3.3 gis et forslag til et program i tre nivåer. Alle besøk skal loggføres.

9.3.1. Nivå 1 - Fortløpende ettersyn

Hensikten er å oppdage akutte feil og feil som er under utvikling. Intervall mellom hvert besøk bestemmes etter en vurdering av risiko for feil, sårbarhet og andre kriterier. Normalt månedlig eller oftere. Visuelt sjekkes i den grad det er mulig:

- Flytestoffer på vannoverflaten
- Sikt i vannet
- Farge på vannet
- Vinduer, dører, takluker
- Ventilering vannkammer
- Tekniske anlegg

Behov for kontroll på utstyr utover visuell sjekk må vurderes under utarbeidelse av driftsinstruksen.

9.3.2. Nivå 2 – Kontroll av miljø, hygiene og sikkerhet

Kontroll av miljøet for vannet i vannkammeret og nærmiljøet rundt (eks. tetting på luke, ventilasjonsfilter, vegetasjon) for å forebygge forhold som kan gi forstyrrelser i vannforsyningen samt forhindre personskader.

Foruten forhold beskrevet under fortløpende ettersyn sjekkes i den grad det er mulig:

- Belegg på vegger
- Slamavlagringer på bunn
- Kontroll av bygg og utstyr. Spesielt tilstand til stiger, ledere og rekkverk.
- Lekkasje på tak
- Kontroll av givere. Ev. kalibrere disse
- Kontroll av røropplegg og funksjon på armatur
- Tilstand til ventilasjonssystem

Kontrollen bør gjennomføres 1 gang pr år. Dokumenter gjerne med bilder for å kunne sammenligne og vurdere utvikling av skader år for år.

9.3.3. Nivå 3 - Fullstendig kontroll

Omfatter foruten miljø og sikkerhet, kontroll av de bygningstekniske konstruksjonene og øvrig utstyr som er vanskelig tilgjengelig, takbelegg, trapper, el-anlegg med mer.

Kontrollen krever at vannkammeret nedtappes eller inspiseres med dykker eller med styrbar undervannsrobot med kamera. Bassenget rengjøres ved behov.

En fullstendig gjennomgang av bassenget utføres når resultatene fra kontroll etter nivå 2 tilsier at en bør gjøre en mer grundig kontroll. Normalt må dette gjøres med 2-5 års mellomrom avhengig av vannkvaliteten. I vedlegg 5 er det vist et forslag til sjekkliste for en fullstendig kontroll.

Noen vannverk praktiserer nedtapping, rengjøring og kontroll tilnærmet årlig. Disse sløyfer nivå 2. I vedlegg 6 er vist kopi av prosedyrebeskrivelse og sjekkliste for kontroll som Stjørdal hovedvannverk praktiserer.

En fullstendig kontroll av vannkammeret kan gjøres på 3 måter:

Kontroll ved tomt basseng

Dette er den vanligste måten. Arbeidet utføres normalt av vannverkets eget personale eller av innleid entreprenør.

Vannkammeret må kunne stenges av. Når en tømmer kammeret, rengjør en dette samtidig. For øvrig følges prosedyrer for rengjøring og klorering som er gjennomgått i kapittel 8.4 i denne veiledningen.

Tak, stiger og søyler med mer sjekkes, skader repareres i den grad tiden tillater det før bassenget må settes i drift igjen.

Kontroll av dykker

Kontrollen utføres med vannkammeret i drift. Dykkeren inspiserer alle deler over og under vann og videofotograferer. Han utfører også rengjøring med en slamsuger og ev. mindre reparasjoner.

Alt dykkerutstyr må være rengjort og desinfisert før det brukes i drikkevannsbasseng. Luft som dykker puster ut passerer vannet i bassenget. Arbeidene utføres av spesialfirma.

Kontroll med robot

Kontrollen utføres med hjelp av en fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) med kamera. Denne drives med propeller og kan bevege seg fritt i hele vannkammeret. Den inspiserer alle vitale deler over og under vannspeilet.

Vannkammeret er i drift under inspeksjonen. Undervannsroboten må kloreres før det brukes. Inspeksjonen dokumenteres med videofilm. Arbeidene utføres av spesialfirma.

9.4. Vedlikehold

Vedlikehold skal foretas etter utarbeidet plan for vedlikeholdsarbeider.

Feil skal repareres fortløpende.

Vedlikeholdsarbeid og reparasjoner skal loggføres.

Vedlikeholdsplan skal utarbeides som en del av driftsinstruksen.

Mindre vedlikeholdsarbeider er det naturlig å utføre samtidig med inspeksjonene.

9.5. Rengjøring

9.5.1. Tidspunkt

Det beste tidspunktet for rengjøring av drikkevannsbasseng, er etter en periode med erfaringsmessig stor påvirkning på vannet. Effekten av rengjøringen vil da vare lengst mulig. Den beste årstiden bruker å være om høsten, da påvirkning av pollen, frø, støv m. m. avtar. Hyppighet for rengjøring avhenger av vannkvaliteten.

Avstengningen av drikkevannsbassenget må skje på en slik måte at det skaper så få ulemper som mulig for abonnentene.

9.5.2. Uttapping

Senking av vannivået skal skje med vanlig distribusjon til abonnentene så lenge som mulig. Naturlig senking kan pågå inntil trykket i de høyest beliggende punktene blir for lavt, eller til vannivået påvirker vannkvaliteten i negativ retning. Resterende vannmengde tappes til avløps-/overvannsnett eller i nærliggende bekk, elv eller vann.

Når vannet er tappet ut, utføres inspeksjon i henhold til kap. 9.3.3.

9.5.3. Metoder for rengjøring

Spyling

Rengjøring utføres ofte med høytrykkspyling. Det er viktig at trykket ikke blir for høyt. Dette kan føre til unødvendig og uønsket skade på betongoverflate eller belegg.

Spyling gjøres normalt med vann uten noen bruk av vaskemidler. Eventuelt kan 1-5 g klor pr m³ vann tilsettes i form av natriumhypokloritt. Høytrykkspyling kan også gjøres med varmt vann for å øke effekten.

Noen vannverk har god erfaring med at bruk av større vannmengder og lavere trykk. Spyling gjøres da med brannslanger. Spyling kan kombineres med bruk av børster, skraper eller svamper for å løsegjøre uønsket belegg.

Alle løse avleiringer og alt slam på vegger og bunn spyles til avløp. Spylingen skjer systematisk fra bassengets topp/tak til bunn.

Det er viktig at utstyret kun brukes til drikkevann. Etter arbeidet i, og inspeksjonen av tømt drikkevannsbasseng er utført, bør bunnen av bassenget av sikkerhetsmessige årsaker desinfiseres på nytt.

Flyteslam

Flyteslammet sees som en film på vannflaten. En årsak til dannelsen av overflatefilm antas å være dårlig eller ingen filtrering av ventilasjonsluften /11/. Med luften som trekkes inn gjennom luftekanalene vil det følge med partikler av ulike typer, som pollen, frø, støv m.m. Disse partiklene kan bringe med seg mikroorganismer av ulike typer. Partiklene trekker til seg fuktighet fra den fuktmettede luften over bassengvannet, og blir tyngre, noe som innebærer at de faller ned på vannflaten og danner flyteslam (film). Flyteslam dannes også av lett slam som kan finnes i vannet, og som flyter opp.

Fjerning av flyteslam kan skje på følgende måter:

- Øke vannivået i bassenget og trekke av flyteslammet i overløpet. Dette er den vanligste måten å fjerne overflatefilm på.
- Flytende anordning på overflaten som skummer av filmen ved at ventil åpner eller at pumpe starter. Vann og avskummet slam føres til overløpet.
- Kontinuerlig omrøring som fordeler flyteslammet i hele vannmassen. Da mengden slam er veldig liten per m³ vann, kommer ikke dette tilskuddet til å merkes i vannet.

Frekvensen og om det er behov for å automatisere disse prosessene avhenger av hvor fort flyteslammet dannes. Flyteslam som kommer fra ventilasjonsluften bør primært hindres i å oppstå ved å installere filter på ventilasjonen.

Bunnsлам

Bunnslammet som samles i drikkevannsbassenget skyldes i hovedsak sedimentene av naturlig organisk materiale som finnes i vannet, men kommer dels også fra ledningsnett (rust og andre utfellinger), og tilføres drikkevannsbassengene med vannet, dels fra ventilasjonsluften (partikler). Andre årsaker kan være aluminiumsrester i vannet som felles ut som hydroksider, samt jern og mangan som oksideres av oksygen eller klor til uløselige forurensninger som felles ut. Selv ved konsentrasjoner under grenseverdiene kan slike utfellinger skje.

Eventuelle mikroorganismer som finnes i vannet, vil feste seg og vokse på flater som kommer i kontakt med vannet. Flak av sammenvoksede mikroorganismer kan løsne og sedimentere på bunnen. Bunnslammet fjernes som beskrevet senere i dette kapitlet.

Fjerning av belegg

Det må skilles mellom uorganisk og organisk belegg på overflater i bassenget. Uorganisk belegg som er bakteriefritt, og som ikke fremmer bakterievekst, påvirker ikke vannkvaliteten og anbefales ikke fjernet. Bruk av syre eller mekanisk skraping kan ofte være nødvendig for å fjerne disse. Det kan gi unødvendig skade på den aktuelle flaten.

Organiske belegg består overveiende av sopp, bakterier og lavere organismer, og kan oppstå i porer på maling, kledningsbelegg, fugemateriale, men også på betong, puss, flislim, og flisfuger med organiske tilsatzstoffer. Disse materialene kan inneholde løsemidler og andre organiske stoffer som organismene bruker som næringssubstrat. Høyere organismer kan igjen bosette seg i belegget som disse organismene har etablert.

Ved inntrengning av lys kan en få algevekst i bassenget. Organisk belegg er klebrig og slimete. I den grad organiske belegg kan forringe vannkvaliteten eller skade konstruksjonen, må det fjernes.

For å minske en beleggdannelse, bør det sørges for at ingen flater som berører vannet stimulerer til vekst av mikroorganismer. Flatene bør derfor være av andre materialer enn tre, gummi, isolerings- og tetningsmasser, mykplast eller farger med løsemidler.

Alternative metoder for rengjøring

Det finnes flere metoder for rengjøring av basseng:

1. Manuell rengjøring ved at personale trer fysisk inn i vannkammeret.
2. Ved hjelp av dykkere.
3. Fra båt.
4. Ved hjelp av fjernstyrt utstyr (robot).
5. Automatisk rengjøring fra fastmontert utstyr.

Manuell rengjøring foretas av driftspersonale eller spesialinnleid personale fra firma som har spesialisert seg på rengjøring av vanninstallasjoner. Det spyles med høytrykksspyler, høytrykksspyler med varmt vann eller med brannslanger, og det kan brukes kost/svamp e.l.

Ved rengjøring av dype vannkammer, kan det være hensiktsmessig å bruke båt. Dette må være en liten oppblåsbar gummibåt det er mulig å få inn gjennom luka til vannkammeret. Det spyles med trykk fra tak og suksessivt nedover veggene ettersom vannivået i bassenget senkes. Vannet som tappes ut må ikke gå til drikkevannsledningen. Alt utstyr og personale må desinfiseres før inntreden i vannkammeret.

Rengjøring ved hjelp av dykkere utføres ved at det leies inn personer fra firma som har spesialisert seg på dette. Det brukes da en form for slamsugere som pumper ut slammet som ligger på bunn. Minimalt av dette slammet vil da blande seg med drikkevannet. Slam og rusk/film på toppen av vannspeilet fjernes også. Personale og utstyr må desinfiseres før inntreden i kammeret. Denne metoden benyttes spesielt i tilfeller der det er vanskelig å tømme bassenget for vann i rengjøringsperioden.

Det er utviklet eget fjernstyrt utstyr for fjerning av bunnslam. Dette er en undervannsfarkost som beveger seg på bunnen. Framdrift gjøres med belter. Farkosten er utrustet med børste for å løsegjøre bunnslam som suges opp med en pumpe og føres ut av bassenget.



Figur 9.1: Tegning av undervannsfarkost /22/. Farkosten har påmontert lys, kamera og sonar og styres med joysticks. Arbeidene utføres av spesialfirma. Det oppgis av et slikt firma at en kan slamsuge 50-100 m² i timen.

Et fabrikat av prefabrikkerte stål basseng kan leveres med fastmontert utstyr for automatisk spyling av vegger og bunn når bassenget er tømt.

9.6. Desinfisering

Metode 1, 2 og 3 for desinfisering av rengjorte høydebasseng er hentet fra VAV P77 /11/ og metode 4, 5 og 6 er hentet fra veiledning utgitt av SIFF (nå Nasjonalt folkehelseinstitutt). Drikkevann C2 /13/. Med bakgrunn i disse veiledningene kan følgende metoder foreslås. Alle metodene krever at bassenget er rengjort.

9.6.1. Metoder for desinfisering

Desinfeksjonsmetode 1 (fra /11/)

Bassenget fylles opp til overløpet med vann som under oppfyllingen tilsettes klor kontinuerlig. Som kloringsmiddel kan brukes klorgass, natriumhypokloritt (12-15% klor) eller kalsiumhypokloritt (ca. 65 % klor). Vanligvis brukes natriumhypokloritt pga. enklere håndtering. Klorkonsentrasjonen reduseres ved lagring.

Klortilsetningen skal være så stor at kloroverskuddet etter nedenfor angitte kontakttid er minst 10 mg/l (10 g/m³). Da ulike vannkvaliteter har ulikt klorforbruk, kan man ikke sikkert angi nødvendig mengde. 15 g klor pr m³ vann burde holde. Men for at innholdet ikke skal bli for lavt i slutten av kontakttiden, kan det være nødvendig å tilsette minst 20 g/m³. Ev. kan det utføres prøver på forhånd for å finne eksakt klormengde til denne vannkvaliteten.

Kontakttiden for desinfeksjonen skal være minst 6 timer hvis klor tilsettes oppfyllingsvannet likt under hele oppfyllingstiden.

Hvis det ikke lykkes å få til en jevn klortilsetning, eller hvis en blir tvunget til å tilsette hele klormengden i begynnelsen av oppfyllingen, og blandingen skjer ved hjelp av innstrømmende vann, skal kontakttiden være minst 24 timer. Den forlengede kontakttiden kommer av mer usikker innblanding.

Kan en vise til sikrere omblanding ved hjelp av en mekanisk metode som for eksempel med en omrører eller pumpe, vil kontakttiden kunne minskes. Omrøringen kan da ikke dra inn luft, da lufting fører til at noe klor dras med i lufta.

Etter angitt kontakttid, må vannet tappes ut.

Desinfeksjonsmetode 2 (fra /11/)

En løsning som inneholder minst 200 mg/l aktivt klor lages av 2 l natriumhypokloritt (eller 0,5 kg kalsiumhypokloritt) per m³ vann. Denne løsningen børstes eller sprutes på alle flater som kommer i kontakt med vannet i bassenget. Løsningen skal virke i minst 30 minutter. Deretter kan bassenget fylles med vann og tas i drift.

Desinfeksjonsmetode 3 (fra /11/)

Bassenget fylles opp til 10 % av volumet med vann som tilsettes minst 50 mg/l aktivt klor, dvs. ca. 0,5 l natriumhypokloritt (eller drøyt 0,1 kg kalsiumhypokloritt) per m³ vann. Denne løsningen får virke i minst 6 timer, deretter fylles bassenget med vann opp til overløpet. Etter oppfyllingen skal vannet stå i minst 24 timer før desinfeksjonen er ferdig og vannet tappes ut.

Desinfeksjonsmetode 4: Svakklorering (fra /13/)

For å beregne den nødvendige klormengde, må man vite bassengets volum og klorkonsentrasjonen en ønsker etter oppfyllingen. Det foreslås her en klorrest på 1,0 mg fritt klor per liter etter oppfylling. Med en slik klorkonsentrasjon kan vannet leveres på forbrukernettet såfremt vannet for øvrig er bruksmessig tilfredsstillende.

Følgende beregninger er basert på et 1000 m³ basseng. Det er videre antatt at vannet forbruker 0,5 mg klor per liter før det dannes et overskudd av klor (varierer med vanntypen). Dette er et gjennomsnittstall som er avhengig av vannkvaliteten.

Tilsetningen skal

- dekke vannets klorbehov 0,5 mg klor per liter
- gi et overskudd på 1,0 mg klor per liter, tilsvarende 1,5 g klor per m³.

Et 1000 m³ basseng må derfor tilsettes 1500 g klor. Klormengden fås fra:

- 2300 g 65 % kalsiumhypokloritt, eller
- 10 l natriumhypokloritt per liter.

Ved bruk av kalsiumhypokloritt, må pulveret røres ut i ca. 30 l vann. Umiddelbart etter at oppfyllingen av bassenget er startet, helles løsningen av kalsiumhypokloritt eller 10 l natriumhypokloritt i bassenget i nærheten av innløpet.

Oppfyllingen av bassenget skal skje langsomt over ca. 10 timer. I den innledende fase får man en sterkt desinfiserende løsning som dekker bunnen og de nedre deler hvor behovet for desinfeksjon antas å være størst.

Ved bruk av denne metoden, er det viktig at det sikres god blanding, for å unngå noe forskjellig klorkonsentrasjon. Liknende problem kan oppstå hvis bassenget er to eller flerdelt og vannet strømmer fra innløpsdelen mot utløpsdelen, slik at klorkonsentrasjonen i innløpsdelen vil bli kraftig fortynnet. Når forholdene er slik, bør en bruke metode 5.

Desinfeksjonsmetode 5: Svakklorering (fra /13/)

Dersom en ønsker å sikre at klor blir jevnt fordelt i vannmassene, kan klørøsningen doseres proporsjonalt med vannmengden direkte på innløpsrøret i bassenget, ev. ved innløpsrørets åpning i bassenget. Dette kan være nødvendig hvis bassenget er delt i flere

seksjoner. Beregningen av klordosen bør være 1,5 mg klor per liter, tilsvarende 1,5 g per m³. Dersom vanntilførselen er 100 m³ per time, må det doseres 230 g kalsiumhypokloritt eller 1 l natriumhypokloritt per time.

Desinfeksjonsmetode 6: Sterkklorering (fra /13/)

Dersom det av spesielle grunner vurderes nødvendig å gjennomføre en kraftigere kloring, kan nevnte metoder benyttes med økte kjemikaliemengder. Men den klorholdige væsken må spyles ut før vannet nyttes i husholdningen. Ved sterkklorering er det ikke nødvendig å ta hensyn til vannets klorbehov og en 10-dobling av nevnte kjemikaliemengde vil gi tilnærmet 15 mg klor per liter.

Utslipp av vann med høyt klorinnhold

I mange tilfeller kan en ikke uten videre slippe ut en stor mengde vann med høyt klorinnhold for eksempel til overvann eller spillvannsnett. Vannet må da dekloreres før det føres bort. Dette kan gjøres ved å tilsette 1,7-1,8 g "vannfri" natriumsulfitt (Na₂SO₃) per g aktivt klor. Natriumsulfitten blandes med vannet under omrøring for eksempel med en pumpe. Ved omblending forsvinner kloroverskuddet raskt.

9.6.2. Oppfylling av basseng.

Oppfylling av basseng utføres i henhold til kap. 8.5

10. Utbedring og ombygging av gamle basseng

10.1. Generelt

Årsaken til at eksisterende bassenger må utbedres og ombygges kan være mange. Det kan være mangelfull oppfyllelse av ett eller flere funksjonskrav, utslitte komponenter, mangelfulle tekniske anlegg eller skader på bygningsmessige konstruksjoner, og i første rekke på betongen.

Manglene og skadene kan, hvis de ikke utbedres:

- Endre kvaliteten på vannet i bassenget negativt.
- Gi dårligere forutsetninger for en god drift og gir en vanskeligere drift.
- Gi dårligere arbeidssikkerhet.
- Gjør anlegget mer sårbart for tilgang for uvedkommende.
- Gi anlegget lavere levetid.

10.2. Mangelfull oppfyllelse av funksjonskrav

Generelt

I dette kapitlet blir kun noen vanlige mangler en finner ved drikkevannsbasseng gjennomgått.

For øvrig henvises til kap. 5 til 7 i denne veiledningen hvor det gjennomgås hvilke funksjonskrav som et drikkevannsbasseng skal eller bør tilfredsstille og hvordan disse kravene kan tilfredsstilles.

Adkomst til vannkammer

En luke på taket er en vanlig løsning ved norske drikkevannsbasseng for inspeksjon av vannspeil under drift og er ofte også eneste adkomst til vannkammeret. Adkomst til tak er med løs stige eller fastmontert leider. Nedgang i vannkammer må gjøres med stige eller leider.

På mange anlegg har ikke adkomsten til vannkammeret verken den funksjonelle, tekniske eller sikkerhetsmessige standard som er ønskelig.

I kap 6.3.12 er funksjonskrav til adkomst gjennomgått, mulige løsninger er drøftet og det er gitt anbefalinger til løsninger for nye anlegg.

For eksisterende anlegg anbefales det at anleggseier gjør en grundig gjennomgang av det aktuelle bassenget og vurderer om den nåværende adkomsten er tilfredsstillende og om det er ønskelig og mulig å gjøre ombygginger/utbedringer.

Ventilering av vannkammeret

Ventilasjonsløsninger med åpninger/rør over vannspeil hvor uvedkommende kan føre inn fremmedlegemer, dyr eller fugler kan komme inn, eller at insekter eller andre partikler følger med ventilasjonslufta, må utbedres.

Løsninger som beskrevet i kap. 7.4 med filter på innlufta til vannkammeret anbefales. Filter kan monteres på rør inne i betjeningshus, på takbygg eller i egen kasse/aggregat på tak. Dette må sikres mot frost og hærverk.

Vannsirkulasjon

Det er registrert problem med vannsirkulasjonen i flere basseng. Dette kan bedres ved å endre innløpet som beskrevet i kap. 5.1.3 og 7.1.3 og utnytte energien i innløpsvannet til å skape omblending av vannmassene.

Alternative løsninger er å styre vann inn og ut av bassenget slik at et større volum blir skiftet ut hver dag.

Omrøring av vannmassene i bassenget ved å montere luftere inne i bassenget og hvor en blåser inn luft i en periode hver dag kan være en annen løsning.

10.3. Skader bygningskonstruksjon

Generelt

Dette kapitlet omhandler noen former for rehabilitering som er spesielle for drikkevannsbasseng. Øvrige former for rehabilitering er å betrakte som rehabilitering av et hvilket som helst bygg og finnes grundig beskrevet ellers i faglitteraturen.

Det henvises også til kap. 6 i denne veiledningen, hvor det er gjort en omfattende gjennomgang av hvilke bygningstekniske krav som et drikkevannsbasseng skal eller bør tilfredsstille, og tekniske løsninger på hvordan disse kravene kan tilfredsstilles.

Sprekker i betongen

Skyldes ofte svinn som resultat av feil armering eller herdebetingelser. Svinnrissene kan injiseres, men det må vurderes i hvert enkelt tilfelle om det er oppstått skader på armeringen.

Avskalling av betong

Skyldes i de fleste tilfeller armeringskorrosjon som medfører utsprenghet av betong. Som oftest er betongen sprengt ut helt inn til armeringen. I slike tilfeller er det viktig å blottlegge armeringen helt frem til "frisk" armering. Skadet armering rengjøres og påføres korrosjonshindrende middel. Skadet området påføres en heftbro og det pusses/støpes igjen.

Denne form for rehabilitering gjelder for skader i mindre omfang. Ved større omfang må man vurdere andre metoder som for eksempel katodisk beskyttelse av all armering.

Uansett skadeomfang bør all betongrehabilitering utføres iht. til standardserien NS-EN 1504-1-10 som omhandler produkter og systemer for reparasjon av betong.

Dårlig overflate

I en del eldre basseng ser man en grovstrukturert overflate. Ved spyling kan man også få vasket bort deler av overflaten. Dette skyldes at sementen er utløst av betongen på grunn av kalkaggressivt vann, og ofte er betongen dårlig helt inn til armeringen.

Eneste sikre metode i slike tilfeller er å beskytte overflaten totalt.

Utbedringer av innvendige overflater i vannkammer

Mindre skader i overflaten behandles som ovenfor nevnt.

Ved større skadeomfang må man beskytte betongkonstruksjonene med et heldekkende belegg for å øke betongens levetid samt hindre at løst finstoff i betongoverflaten blandes inn i drikkevannet.

Alternativt kan man bygge et nytt basseng inne i det eksisterende. Dette medfører imidlertid store kostnader og det bør derfor i slike tilfeller alltid vurderes om det er mest lønnsomt å bygge et nytt basseng.

De mest aktuelle metoder for beskyttelse av betongen er enten et belegg, for eksempel epoxy, eller å kle bassenget innvendig med plater, for eksempel polyetylenplater eller rustfrie plater.

Skal det legges et belegg må man undersøke om betongen har tilstrekkelig fasthet for å gi god nok heft til belegget. Krav til fasthet er produktavhengig. I tillegg må betongen tørkes tilstrekkelig ut før belegget kan legges. Normalt krever dette ca. 4 uker tørketid. Etter uttørking rengjøres overflaten, vanligvis med sandvasking, og løs/dårlig betong fjernes.

Det anbefales at overflaten helsparkles før belegget legges for å få en glatttest mulig overflate. Er det bevegelser i bassenget, for eksempel på grunn av temperatur, anbefales det at det i belegget legges en glassfiberduk for å gjøre belegget mer elastisk.

Alle benyttede produkter må være drikkevannsgodkjente. Belegg kan ha en begrenset levetid, og det er fare for at dersom belegget over tid skulle løsne, vil dette blandes inn i drikkevannet.

Velges en løsning med helkledning av plater er denne løsningen uavhengig av betongens fasthet, og det stilles ingen krav til uttørking. Utette plateskjøter og rørgjennomføring kan gi tetthetsproblemer. Det er derfor viktig med god kontroll av utført arbeid.

I Sverige er det rehabilitert basseng med bruk av 2 mm plate i SS2343. Disse spikres på betongen og sveises sammen.

Skader på tekking

Ved mindre skader på taktekkingen kan dette lappes. Ved større skadeomfang bør det legges ny tekking. En må i hvert enkelt tilfelle vurdere om eksisterende tekking skal fjernes eller om man kan legge den nye tekkingen direkte oppå den eksisterende.

Velges det å legge ny tekking oppå den eksisterende må man forvisse seg om at det ikke oppstår uheldige reaksjoner mellom ny og gammel tekking. Dette må derfor alltid kontrolleres med leverandøren av tekkingsmaterialet. Fordelen med å legge ny tekking oppå den eksisterende, er at man ikke blottlegger taket eller isolasjonen, og dermed unngår risiko for lekkasjer av overflatevann inn i bassenget eller nedfukting av isolasjonen.

Vær oppmerksom på at eksisterende tekking kan ha krympet. Det ser man greit ved overgang tak/gesims. Ligger ikke tekkingen helt inntil tak/gesims i denne overgangen må det lages et snitt i den eksisterende tekkingen hele vegen rundt bassenget slik at ny tekking kan legges forskriftsmessig.

Skader utvendig trekledning

Som en kuriositet kan nevnes at basseng med tremateriale som kledning har flere steder vært plaget med hakkespett som hakker hull. Ornitologer tror dette kan ha sammenheng med lyden av vann inne i bassenget ligner på lyden av mark og biller, noe som hakkespetten er ute etter. Det har vært gjort forsøk på å unngå problemet ved å male panelet blått, noe som har hatt god effekt.



Figur 10.1: Utvendig panel bearbeidet av hakkespett.

11. Kostnader

11.1. Byggekostnader

Det er utarbeidet to figurer som viser byggekostnadene for drikkevannsbasseng.

Figur 11.1 viser byggekostnadene for basseng i størrelse fra 100 m³ til 2000 m³. På denne figuren er det vist beregnede kostnader for prefabrikkerte basseng i glassfiberelementer og plasstøpte basseng.

I figur 11.2 er vist kostnadskurver for plasstøpte basseng i størrelse fra 2.000 til 15.000 m³.

Kurvene er vist for basseng med ett vannkammer og for basseng med to vannkammer.

Det er medtatt betjeningshus med rørarrangement og øvrige tekniske installasjoner. I kostnadene er medtatt isolering av tak og vegger og utvendig trekledning. Det er medtatt trappetårn fra betjeningshuset til utgang på tak. Bassengene med to kammer er beregnet oppført i brillefasong. Disse er beregningsmessig litt rimeligere enn basseng med to kammer bygd konsentriske.

I kostnadene er ikke medtatt:

- Adkomstveg
- Ledninger til og fra basseng
- Strømtilførsel
- Tomtekjøp
- Byggelånrenter
- Utesentral for driftsovervåking (normalt en kostnad fra 50.000 til 100.000 kr)

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

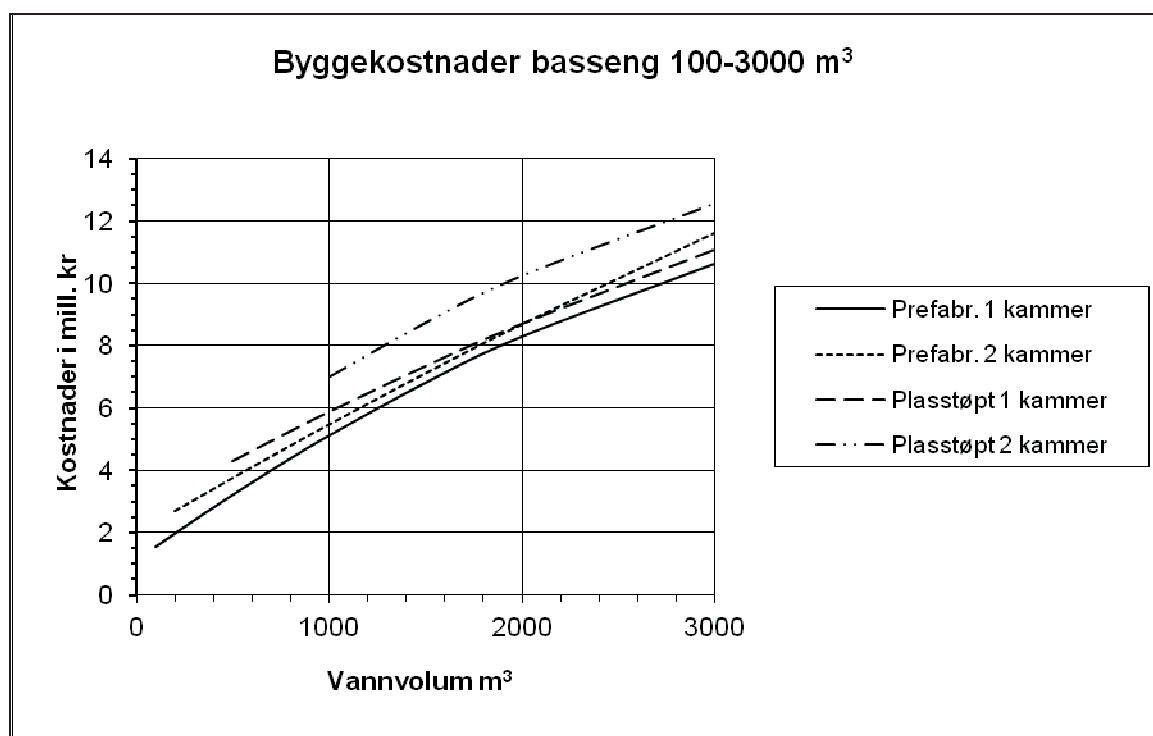
Kurvene er basert på kalkyle av et modellbasseng og er sammenlignet med priser for bygde anlegg i Midt-Norge og kostnadskurve utarbeidet av Roar Finsrud /23/. I tillegg er det innhentet kalkylepriser fra Brimer Kvamsøy AS og VA-Prosjekt Midt-Norge AS /24/ på prefabrikkerte glassfiberbasseng.

Kostnadskurvene forutsettes kun brukt ved oversiktsplanlegging. Kostnadene er middelkostnader og vil kunne variere med opptil 20 % i den enkelte byggesak.

Forhold som vil gi variasjon i kostnadene er

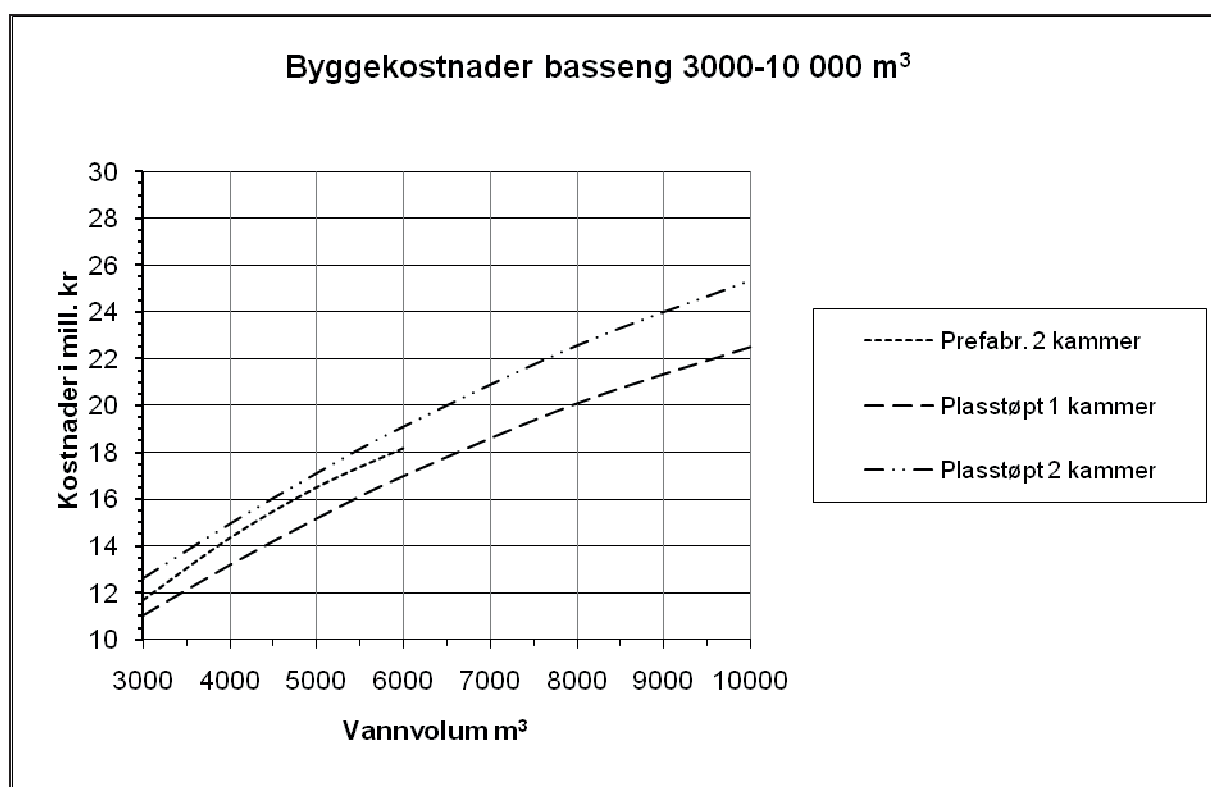
- Grunnforhold
- Geografisk plassering
- Valg av materialkvaliteter
- Valg av standard på løsninger
- Konkurransesituasjon i entreprenørmarkedet

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 ikke er medtatt i kostnadskurvene. For byggekostnader for basseng i fjell henvises til kap 6.8 og eget underkapitel om kostnader. Her vil lokale forhold kunne gi så store kostnadsforskjeller at det er viktig for valg av utbyggingsalternativ at det utarbeides kostnadsoverslag for den aktuelle utbyggingen av personer med nødvendig kompetanse.



Figur 11.1: Byggekostnader for basseng med vannvolum fra 100 til 3.000 m³.

Pris desember 2010



Figur 11.2: Byggekostnader basseng med vannvolum fra 3.000 til 10.000 m³.

Pris desember 2010

11.2. Drift- og vedlikeholdskostnader - levetid

Det har vært vanskelig å finne gode og generelle tall på hva det koster å drive og vedlikeholde et drikkevannsbasseng. Dette er anlegg som kan og bør gå i årevis uten at det er behov for noen form for vedlikehold.

Driften består kun i fortløpende tilsyn, månedlig eller oftere. Årlig kostnader for øvrig er energiforbruk til lys, varme og ventilasjon, snøbrøyting, vegvedlikehold og en årlig inspeksjon.

Med års mellomrom (2- 5år) må det påregnes kostnader til nedtapping og rengjøring av bassenget.

Behov for øvrig vedlikehold styres av lokalt klima, vannkvalitet og valg av materialkvaliteter. Det anbefales at en velger mest mulig vedlikeholdsfrie løsninger med lang levetid som gir lave drifts- og vedlikeholdskostnader.

12. Referanseliste

- /1/ Jacob Jacobsen.
Vannforsyning til brannslukking. Krav til og konsekvenser for vannforsyningssystemer. NHL- Rapport. Prosjektrapport 20/84. NTNF Program for VAR-teknikk ISBN 82-7337-022-4.
- /2/ Svenska Vatten- och avloppsverksföreningen. Almäna vattenledningsnät. Anvisningar för utföring och beräkning. VAV P38, november 1979.
- /3/ Anwendungswarnvermerk. W 300 DVGW-Arbeitsblatt. Wasserspeicherung. Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern in der Trinkwasserversorgung.
Technische Regeln. Wasserspeicherung TRWS. DIN EN 1508. Wasserversorgung. Anforderungen an Systeme und Bestandteile der Wasserspeicherung- Deutsche Fassung EN 1508: 1998.
- /4/ Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, med endringer pr. 22. august 2002.
- /5/ FG's regler for sprinkleranlegg.
- /6/ Jan Lundgren. Vannforsyning til brannslukking. Vannbehov ved brannslukking. Alternativ metode for transport av brannvann. Prosjektrapport 21/85. NTNF Program for VAR-teknikk ISBN-82-7337-023-2.
- /7/ DVGW Regelwerk. Bau von Wassertürmen. Grundlagen und Ausführungsbeispiele. Technische Mitteilung, Merkblatt W 315, Februar 1983.
- /8/ Artikkel i TU, Bygg, Bd 29. nr. 5, mai 1981. Dr ing. Einar Broch, Geologisk inst. NTH og siving Leif Ødegaard, Ødegaard & Grøner A/S, Trondheim.
- /9/ Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver av 14. juni 2002 nr. 20 (brann- og eksplosjonsvernloven).
- /10 / Prosjektrapport PTV 26. Veiledning for prosjektering, utførelse, drift og kontroll av VA-ledninger under vann. Siving. Øivind Johansen. Østlandskonsult A/S. ISBN 82-90328-28-1.
- /11/ VAV P77, Vattenledningar och reservoarar. Spolning, rensning och desinfektion. Juni 1995.
- /12/ RIF, Rådgivende ingeniørers forening. 2001. "FDVU-dokumentasjon for bygninger".
- /13/ Drikkevann C2, Rengjøring av drikkevannsledninger og basseng. Spyling og desinfeksjon. Veiledning utgitt av SIFF (nå Nasjonalt folkehelseinstitutt), 1986.
- /14/ Norges Standardiseringsforbund. NS-EN 1508. Vannforsyning - Krav til systemer og komponenter for vannlagring. 1.utgave november 1999.
- /15/ NORVAR-rapport 81 1997. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise. Lars Magnussen, Enviro AS. ISBN 82-414-0194-9.

- /16/ Veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Utgave pr febr 2004.
- /17/ Sårbarhet i vannforsyningen. Scandpower Risk Management AS. 14.11.04.
- /18/ Figur hentet fra produktblad fra "Systemoversikt Reime-beholdere".
- /19/ Figur av Brimer vannbasseng hentet fra brosjyre utgitt av Kvamsøy plastindustri.
- /20/ Planung und Bau von Wasserbehälter. Arbeitsblatt W311. DVGW. Februar 1988.
- /21/ Bilde fra brosjyre utarbeidet av Scandfilter AB.
- /22/ Bilde fra brosjyreutarbeidet av WEDA Water Service AB.
- /23/ Roar Finsrud. Personlig meddelelse.
- /24/ E-post fra VA-Prosjekt Midt-Norge AS av 21.12.10.
- /25/ Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap sept 2003.
- /26/ Gunnar Mosevoll. Personlig meddelelse.
- /27/ Svensk Vatten rapport 2007-15 *Blanding og omsettnig i dricksvattenreservoarer*. Ola Nordblom og Olle Ljunggren
- /28/ Tilsyn med Høydebasseng ved Trondheim vannverk. Erik Wahl, Mattilsynets distriktkontor for Trondheim og Orkdal. 28.09.09
- /29/ Erik Wahl. Personlig meddelelse.

13. Vedlegg

13.1. Lover og forskrifter ved bygging og drift av høydebasseng

Oversikt over noen sentrale lover og forskrifter som har innvirkning på bygging og drift av drikkevannsbasseng.

Lov/forskrift

Lov av 19. desember 2003 nr. 124 om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven) (Erstatter tidligere lov av 19. mai 1933 nr. 3 om tilsyn med næringsmidler)

Lov av 19. november 1982 nr. 66 om helsetjenesten i kommunene (kommunehelsetjenesteloven)

Lov av 23. juni 2000 nr. 56 om helsemessig og sosial beredskap (helse- og sosialberedskapsloven)

Forskrift av 4. desember 2001 nr. 1372 om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)

Lov av 17.juni2005 nr 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern. (arbeidsmiljøloven)

Lov av 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)

Forskrift av 26. juni 2002 om brannforebyggende tiltak og tilsyn

Plan- og bygningslov av 27. juni 2008 nr 71 (plan- og bygningsloven-pbl)

Forskrift av 26. mars 2010 nr. 489 om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)
Veileder til forskrift ligger på nettsiden til Statens bygningstekniske etat
<http://www.be.no/>

Lov av 16. juli 1999 nr. 69 om offentlige anskaffelser, sist endret ved LOV-2003-07-04 nr. 83

Forskrift av 7.april 2006 nr 402 om offentlige anskaffelser

Lov av 25.juni 2010 nr 45 om kommunal beredskapsplikt, sivile beskyttelsestiltak og Sivilforsvaret (sivilbeskyttelsesloven)

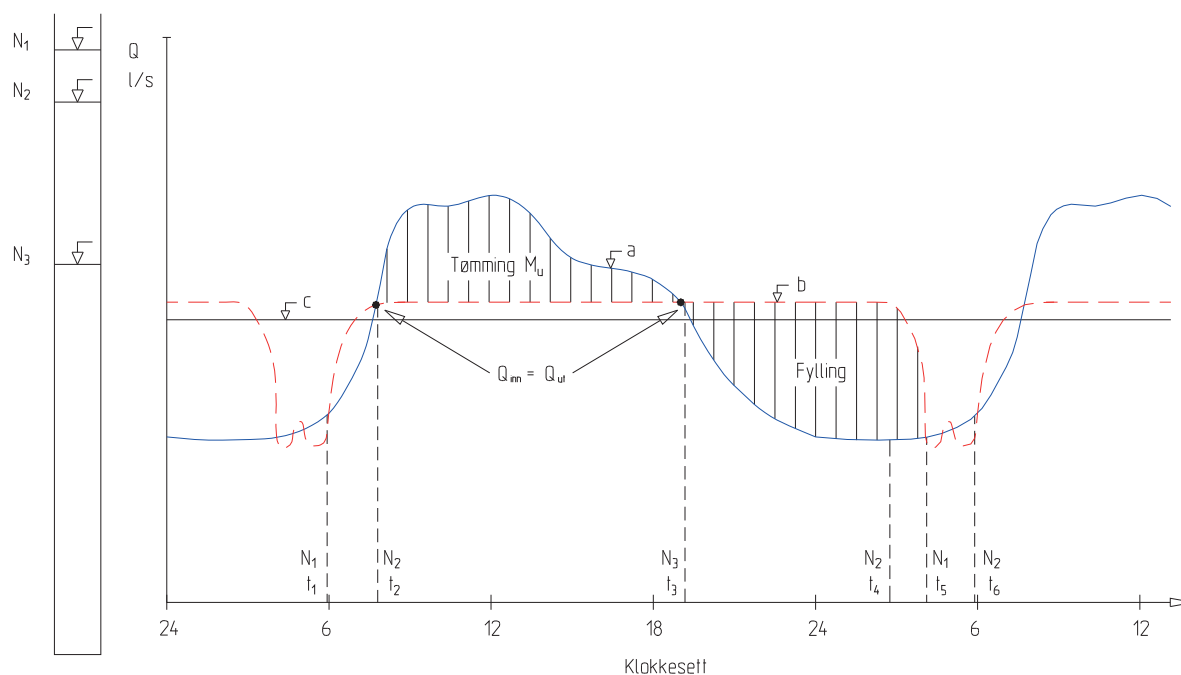
Forskrift av 7.april 2006 nr 403 om innkjøpsregler for oppdragsgivere innen vann- og energiforsyning, transport og telekommunikasjon (forsyningssektorene)

13.2. Beregning av nødvendig bassengvolum

Selvfallsbasseng

Figur 13.2.1 viser skjematisk tapping fra, og tilløpet til, et basseng som tømmes ved hjelp av selvfall. Kurve a viser tappingen (vannforbruket), kurve c viser midlere forbruk over døgnet og kurve b viser overføringsledningens kapasitet (tilløpet). Bassenget fylles opp i løpet av kvelden og natten.

- Ved tidspunkt t_1 er vannstanden på nivå N_1 .
- Tappingen øker raskt. For å kompensere for dette vil ventilen på tilløpet åpnes mer og mer til full åpning ved tidspunkt t_2 og vannivå N_2 .
- I t_2 er overføringskapasiteten lik tappingen.
- Mellom t_2 og t_3 er tappingen større enn tilløpet og nivået i bassenget synker.
- I t_3 er tilløpet igjen lik tappingen.
- Etter t_3 er tappingen mindre enn tilløpet og bassenget fylles igjen.
- Ved t_4 er bassenget nesten fullt og vannstanden har nådd nivå N_2 . Ventilen på tilløpet lukkes.
- Ved t_5 er ventilen nesten lukket. Den svinger nå over et likevektspunkt der tilløpet er omtrent lik tappingen. Vannstanden beveger seg litt omkring nivå N_1 , og slik går det til tidspunkt t_6 . Da begynner tappingen å stige igjen og det hele gjentar seg.



Figur 13.2.1. Fylling og tapping av et basseng ved selvfall.

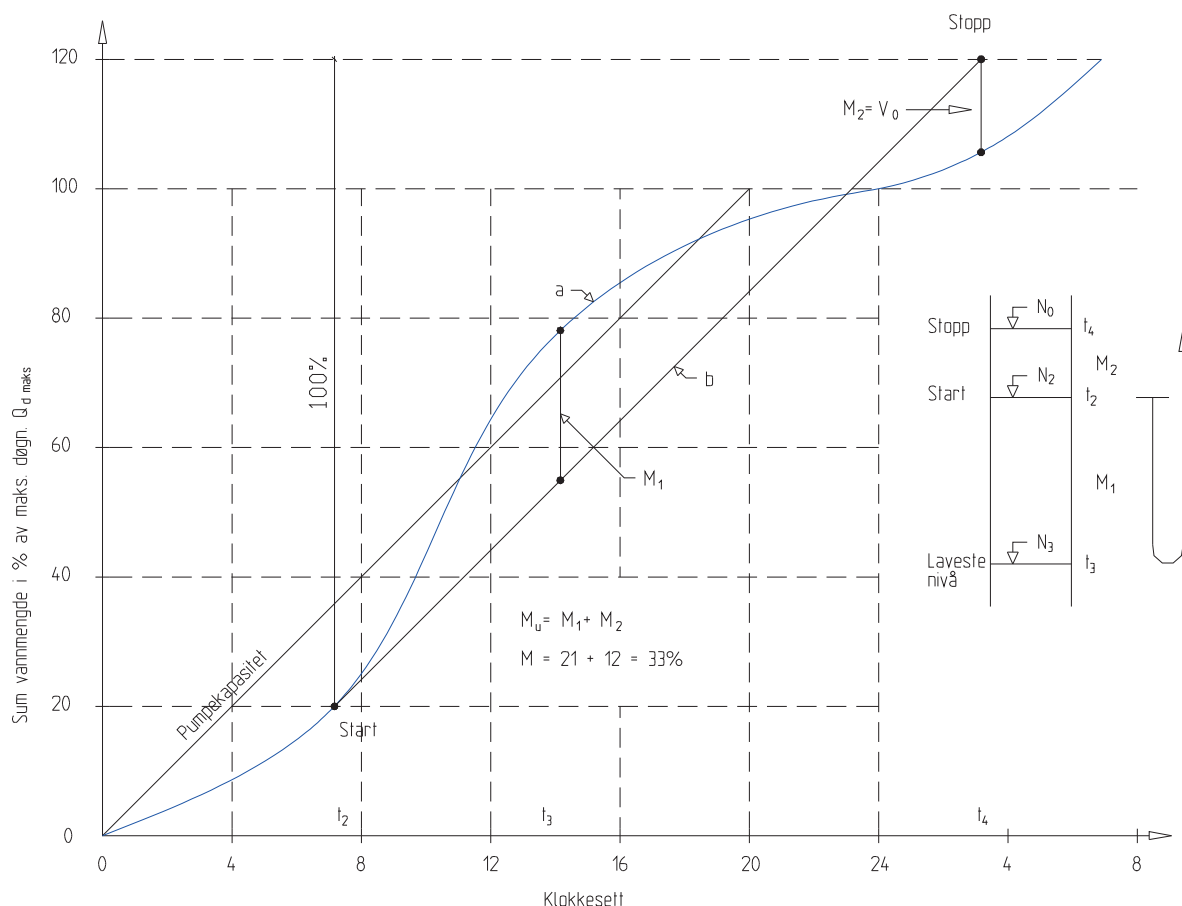
Nødvendig utjevningvolum M_u vil være lik det skraverte arealet A_1 , det vil si integralet av $(Q_a - Q_b)$ mellom tidspunkt t_3 og t_2 .

$$M_u = \int_{t_2}^{t_3} (Q_a - Q_b) \cdot dt \quad \text{m}^3$$

Q_a er tapping lik kurve a, Q_b er tapping lik kurve b.

Summasjonskurve

Den maksimale døgntappingen legges til grunn for beregning av utjevningsvolum. Den enkleste og mest vanlige måten å beregne utjevningsvolumet på, er å bruke en summasjonskurve over forbruket. En summasjonskurve er basert på forbruket. Dimensjoneringen gjøres ved å tegne opp en summasjonskurve for tapping og tilførsel. I figur 13.2.3 er det vist eksempel på en slik beregning. Det er forutsatt jevn tilførsel over hele døgnet.



Figur 13.2.3 Summasjonskurve

- Der tappekurve a og tilførselslinje b krysser, er utjevningsvolumet brukt opp og en ny fylling av bassenget begynner.
- Summen av M_1 og M_2 er lik utjevningsvolumet.
- M_1 og M_2 leses av direkte på summasjonskurven.

Største nødvendige utjevningsbasseng er:

$$M_u = M_1 + M_2$$

$$b = \int_0^t Qp \cdot dt$$

13.3. Kapslingsgrad

Beskrivelsen av kapslingsgrader (IP systemet) er hentet fra IEC publikasjon 529 (1976) "Classifications og degrees of protection provided by enclosures"

Med kapslingsgrad menes betegnelse for beskyttelsesgrad gitt av bokstavene IP pluss to karakteriserende siffer. Når beskyttelsesgraden er angitt med kun ett siffer, erstattes det andre sifferet med X, for eksempel IP 2X eller IP X5.

Kapslingsgrad - første siffer

Tabell 13.3.1 gir en kortfattet beskrivelse av hva slags fysiske gjenstander (kroppsdeler) som hver kapslingsgrad skal hindre i å trenge igjennom. Dvs. at en gjenstand ikke kan trenge igjennom kapslingen hvis gjenstanden er fysisk større enn det som bli angitt som beskyttelsesgrad for gjeldende kapsling (siffer).

Tabell 13.3.1 Beskrivelse av kapslingsgrad mot fysisk gjenstand.

Første siffer	Kort beskrivelse	Forklaring
0	Ubeskyttet	Ingen spesiell beskyttelse
1	Beskyttet mot faste fremmedlegemer > 50 mm	En større del av kroppen for eksempel en hånd (ikke beskyttelse mot bevisst inntregning). Faste fremmedlegemer med diameter > 50 mm
2	Beskyttet mot faste fremmedlegemer > 12 mm	Fingre eller liknende gjenstander med lengde < 80 mm. Faste fremmedlegemer med diameter > 12 mm
3	Beskyttet mot faste fremmedlegemer > 2,5 mm	Verktøy, tråder og lignende med diameter eller tykkelse > 2,5 mm. Faste fremmedlegemer med diameter > 2,5 mm
4	Beskyttet mot faste fremmedlegemer > 1,0 mm	Tråd, strimmel og lignende med diameter eller tykkelse > 1,0 mm. Faste fremmedlegemer med diameter > 1,0 mm
5	Støvbeskyttet	Inntregning av støv ikke fullstendig utelukket, men støv i små mengder at det ikke påvirker normal drift av utstyret
6	Støvtett	Ingen inntregning av støv

Kapslingsgrad - andre siffer

Det andre sifferet angir kapslingens grad av beskyttelse mot inntregning av vann. Tabell 13.3.2 gir en detaljert beskrivelse av hva slags beskyttelse hver kapslingssart gir. Beskyttelsen er angitt av det andre sifferet i kapslingsbetegnelsen. At en kapsling oppfyller bestemmelsene for en bestemt beskyttelsesgrad innebærer at den også tilfredsstiller bestemmelsene for alle lavere beskyttelsesgrader.

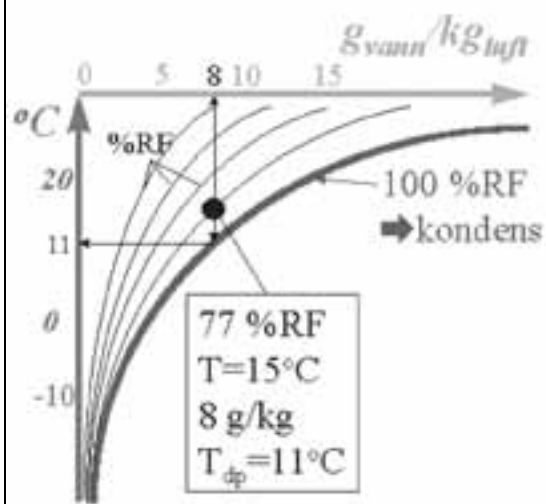
Tabell 13.3.2 Beskrivelse av kapslingsgrad mot vann.

Første siffer	Kort beskrivelse	Forklaring
0	Ubeskyttet	Ingen spesiell beskyttelse
1	Beskyttet mot dryppende vann	Dryppende vann (dråper som faller vertikalt) skal ikke ha skadelig virkning
2	Beskyttet mot dryppende vann når skråstilt opp til 15°	Vertikalt dryppende vann skal ikke ha sakelig virkning når kapslingen skråstilles opp til 15° i forhold til normal stilling
3	Beskyttet mot regn	Regnvann som faller med en vinkel opp til 60° i forhold til vertikalen skal ikke ha skadelig virkning
4	Beskyttet mot vannsprut	Vann som spruter mot kapslingen fra alle retninger skal ikke ha skadelig virkning
5	Beskyttet mot vannstråler	Vann som sprøytes mot kapslingen fra ett munnstykke, uansett retning, skal ikke ha skadelig virkning
6	Beskyttet mot tung sjø	Vann fra tung sjø eller som sprøyter mot kapslingen med stort trykk skal ikke trenge inn i kapslingen i skadelige mengder
7	Beskyttet ved neddykking	Vann i skadelig mengde skal ikke trenge inn i kapslingen når den er neddykket i vann i en bestemt tid og ved ett bestemt trykk
8	Beskyttet ved nedsenkning	Utstyret skal tålelangvarig nedsenkning i vann under forhold som er nærmere angitt av fabrikanten. Veiledning: Det vil vanligvis innebære at utstyret er hermetisk forseglet. For visse typer utstyr kan det likevel bety at vann kan trenge inn, men at det ikke har skadelig virkning

13.4. Luftfuktighet

HVA ER FUKTIG LUFT?

Luftens vanndampinnhold:



Luften som omgir oss inneholder alltid noe vanndamp, men mengden varierer. I et såkalt ix-diagram kan vi lese av egenskaper ved fuktig luft. Luftens vanndampinnhold ($g_{\text{vann}}/kg_{\text{luft}}$) angis langs den horisontale akse og luftens temperatur ($^{\circ}\text{C}$) langs den vertikale (ix-diagrammet ovenfor er en forenklet utgave).

Duggpunkt (T_{dp}):

Luftens duggpunkt (eller duggpunktstemperatur) angir hvilken temperatur den aktuelle luften må kjøles ned til før vanndampen kondenserer ut.

Relativ luftfuktighet (%RF):

Luft med en gitt temperatur har også en gitt maksimal mengde vanndamp luften kan inneholde før en får utkondensering. Relativ luftfuktighet angir hvor mye vanndamp luften inneholder i forhold til hvor mye den maksimalt kan ha ved den aktuelle lufttemperaturen. Luft med 50 % RF ved en gitt temperatur inneholder halvparten av maksimal vanndampmengde. Luft som er mettet med vanndamp har således 100 % RF. Av ix-diagrammet ovenfor ser vi også at varm luft kan holde på mer vanndamp enn kald luft.

Et eksempel:

Luft med 77%RF ved minus 10°C inneholder bare $1,4 \text{ g}_{\text{vanndamp}}/kg_{\text{luft}}$ og har et duggpunkt på minus 7°C .

Luft med 77%RF ved $+15^{\circ}\text{C}$ inneholder hele $8,5 \text{ g/kg}$ og har et duggpunkt på $11,5^{\circ}\text{C}$ (d.v.s. kondens hvis luften avkjøles til $11,5^{\circ}\text{C}$).

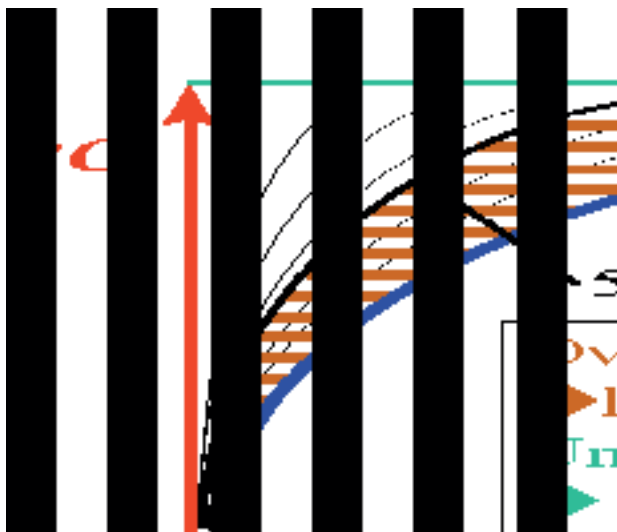
Relativ luftfuktighet (%RF) i Norge

Månedss og årsgjennomsnitt

Stasjon	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
Røros	89	87	83	81	75	76	77	79	82	86	90	90	83
Lillehammer	87	83	75	71	64	68	74	78	82	84	88	90	79
Gardermoen	86	82	76	72	66	69	73	76	79	83	88	89	78
Fornebu	84	81	74	69	65	67	68	71	77	81	86	85	76
Rygge	90	85	79	77	74	77	79	80	84	87	89	90	83
Kjevik	86	83	80	77	73	75	75	79	82	84	87	88	81
Lista	82	81	79	80	77	82	84	82	82	82	84	84	82
Sola	81	80	78	79	77	81	82	81	82	82	82	83	81
Bergen	79	77	74	76	74	79	82	82	82	82	80	80	79
Vigra	76	76	76	77	79	82	84	84	83	80	77	76	79
Værnes	78	77	75	74	73	76	76	77	79	79	78	78	77
Mo i Rana	82	83	79	75	71	74	76	80	84	84	83	83	80
Bodø	76	76	76	76	75	80	81	82	81	79	76	76	78
Bardufoss	84	82	78	74	71	72	76	79	83	84	86	85	81
Tromsø	78	78	76	74	75	77	80	83	82	80	81	79	79
Kautokeino	85	85	82	80	76	73	76	82	84	87	88	87	82
Halten Fyr	85	85	83	84	88	90	90	87	83	83	83	84	85
Stasjon	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År

KONDENS OG KORROSJON

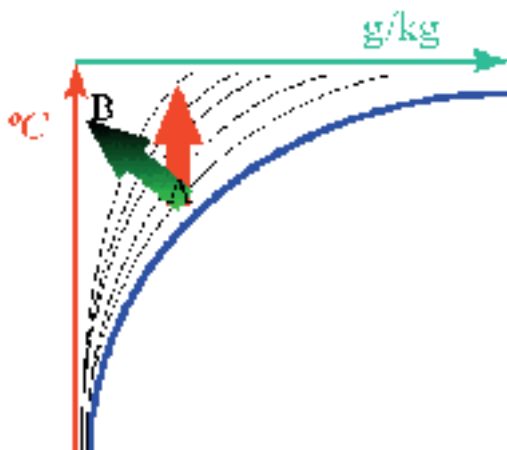
Kondens oppstår på flater som har lavere temperatur enn omgivelsesluftens duggpunkt.



Uteluften har i Norge i gjennomsnitt 80 % RF. Det skal derfor små temperaturendringer til før en får kondensasjon (ca. 3°C). Derfor er kondens på kalde flater et problem det meste av sommerhalvåret i f.eks. vannverk og kraftverk, når varm og fuktig sommerluft trenger inn.

Korrosjonsangrep oppstår også selv om det ikke er kondens og fritt vann på flaten. Men korrosjon kan stoppes fullstendig ved at RF holdes under 50 %.

AVFUKTNING SAMMENLIGNET MED OPPVARMING

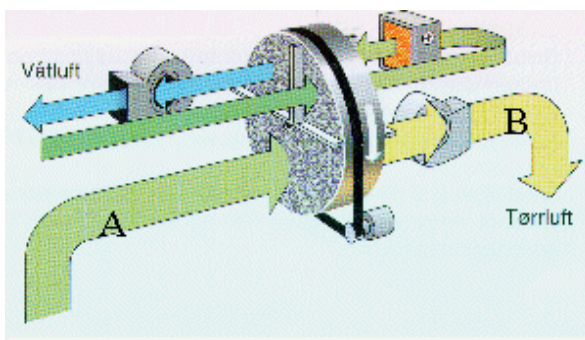


Ved oppvarming senkes hverken luftens vanninnhold eller duggpunkt. Luftens % RF synker fordi varm luft kan holde på mer vanndamp enn kald luft. Når oppvarmet luft avkjøles til utgangstemperaturen igjen er % RF som før oppvarming.

Med sorpsjonsavfuktning (A-B i figur) senkes vanninnholdet ($g_{\text{vann}}/kg_{\text{luft}}$) i luften effektivt. Dermed senkes også luftens duggpunkt.

Dersom sorpsjonsavfuktet luft (B) avkjøles til utgangs- temperatur igjen vil % RF, vanninnhold og duggpunkt være langt lavere enn før avfuktning. Luften tåler da mye lavere temperatur før vanndampen kondenserer ut.

På figuren under vises prinsipp for et sorpsjonsanlegg.



Vedlegg 13.4 Luftfuktighet er gjengitt med tillatelse av Alfsen og Gundersen AS.

13.5. Sjekkliste for inspeksjon av høydebasseng

Antall kammer: Antall kammer i bassenget	
Volum:	
Kommentar	
Rør i bassenget: For eksempel inn- og utløp og overløp, samt rør som bare passerer bassenget.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Risiko for stagnasjon: Inn- og utløp. Sirkulasjon av hele vannvolumet.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Overløp: Overløpet bør ikke ledes til spillvann. Ledes overløpet ut i det fri/ til overflatevann, må det finnes minst ett konstant fylt vannlås. Risiko for at dyr kommer inn gjennom overløpet.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Film på vannoverflaten: Overflatefilmen kan fjernes hvis vannivået heves over overløpsnivået.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Slam/utfellinger: Behov for rengjøring. (Rengjøring om bunnen er dekt ca. 50 %, eller minst 3mm tykt lag.) Slam kan komme av uheldige driftsforhold i vannverket som medfører at slam tidvis kan komme på ledningsnettet.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Stiger, bolter m.m.: Korrosjon eller HMS-risiko.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant

Innvendig farge: Løsningsmiddel, løsningsmiddelbasert epoxy, falmende farge(aktinomyceter, mikrosvamp innenfor falmende farge).	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Tetningsmiddel og fugemasse: Fenolforurensninger.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Ventiler i samband med bassenget: Bevege ventilene.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Ventilasjon vannkammer: Netting (sikkerhet inntrengning av dyr, skade, dogg, pollen), filter (varmeslynge i filter for å hindre frysing på vinterstid?) Beskyttelse mellom anlegg og vannoverflaten.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Basseng: Kan man stige ned rett over vannflaten? Er det rist (for å skrape av skitt under sko). Det skal ikke være gittergulv der man går rett over bassenget/vannflaten.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Belysning i bassenget: Finnes det lysrør over vannoverflaten, skal lysrøret ha beskyttelse for å forhindre at lysrøret faller ned i bassenget.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Beskyttelse mot vanninntrengning: Innlekkasje av overflatevann og grunnvann gjennom sprekker. Risiko for is-propper i gulvavløpet i vannverket. Kabelgjennomføringer?	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant

Avløp på tak/ tetthet: Tilstrekkelig ved stor regnintensitet? Gjentetting av løv og is (som for eksempel kan medføre at fugleskittbefengt smeltevann trenger ned gjennom tak eller luker).	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Luker på tak: Tette og sikre luker.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
"Leieboere": Nøkler "på omgang" skal ikke forekomme (kommunale A-nøkler) hos for eksempel tele- eller el-verksansatte. Ingen fremmede besøk i bassengene uten medfølgende vannverkspersonale. Kostnader bør betales av besøkende.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Rutiner for besøk av utenforstående/studiebesøk:	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Sluk i tak(mellom etasjer): F.eks. med hensyn til risiko for stopp i tilstøtende avløps- og overvannsledninger.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Material- / Konstruksjonsproblem: F.eks. rengjøringsproblem med koniske bassengbunner.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Rengjøring/håndtering av pumper, rør, slanger etc.:	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant

Rutiner for personale: Separate klær, separat verktøy (ikke for avløp). Bassenget er et næringsmiddelbygg.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Rengjøring av nyinstallert utstyr:	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Utrustning: Blir eldre og eldre.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Oppbevaring av kjemikalier: Separate rom.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Vindu: Steinkasting, dagslys.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Transformatorer/sikringsskap: Beskyttelse mot oljelekkasje. El-sikkerhet.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant

Personaltoalett: Flytende såpe, engangshåndduk samt pent og rent.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Innbruddsalarm: Koblet hvor?	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Brannbeskyttelse:	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Gjerde: Hærverk, låst, høyde?	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Tilsynsfrekvens: Hvor ofte foretas det tilsyn som drift- og egenkontroll iht. IK- system? Dokumenteres tilsynet og ev. avvik og tiltak?	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Rutiner for rengjøringsfrekvens: Rengjøring ved behov eller i følge IK-system? Dokumenteres rengjøring samt ev. avvik og tiltak? Finnes det rutiner for hvordan rengjøring skal utføres? Prøvetaking av vannleveranse til nett etter godkjent analyserapport – ny prøvetaking to uker senere.	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant

Vannprøvetakingspunkt: Separat prøvetakingspunkt for å forenkle prøvetaking. Tas prøven på relevant sted. Tas referanseprøver på et par punkter på tilliggende nett i forbindelse med bassengprøvetakingen?	☐ Med anm. ☐ Uten anm. ☐ Ikke kontrollert ☐ Ikke relevant
Ellers:	
Dato:	
Signatur:	

13.6 Eksempel på sjekkliste fra Stjørdal kommune

1. HENSIKT OG OMFANG

- a) Sikre årlig kontroll og rengjøring av høyde- og utjevningsbasseng.
- b) Sikre jevnlig kontroll av høyde- og utjevningsbasseng.

2. ANSVAR

- a) **Driftsformann** vannverket.

3. BESKRIVELSE

- a) Tømming av basseng.
 - i) Etter at bassenget er tømt, skal eventuelt slam på bassenggulvet registreres og føres opp i sjekkliste eller avviksrapport.
- b) Kontroll av basseng.
 - i) Kontroll av grovsil.
 - ii) Kontroll av betong (sprekker, avskalling).
 - iii) Kontroll av ledere og innfesting.
- c) Rengjøring av basseng.
 - i) Spyling av vegger og gulv med høytrykk. Det skal til rengjøring benyttes vann av drikkevannskvalitet.
- d) Kontroll av takluker og låsesystem.
- e) Ovennevnte prosedyre skal utføres minimum 1 gang per år.
- f) Sjekkliste for hvert basseng skal utfylles og oversendes overingeniør.
- g) Føring av driftsrapport ved besøk.

4. REFERANSER

- a) Driftsrapport høydebasseng.
- b) Sjekkliste 3.4.1.
- c) Avviksrapport 3.9.1.

5. AVVIK OG KORRIGERENDE TILTAK

- a) Registrerte mangler eller behov for tiltak skal registreres enten i kommentarfeltet i sjekklisten eller i en avviksrapport.
- b) Avviksrapport skal føres dersom rutiner beskrevet i denne prosedyren ikke utføres.

SJEKKLISTE

	Hjelset renseanlegg		Hyllberget indre høydebasseng
	Hjelset pumpestasjon		Hyllberget ytre høydebasseng
	Geving høydebasseng søndre		Kindseth høydebasseng vestre
	Geving høydebasseng nordre		Kindseth høydebasseng østre
	Leren høydebasseng		Kvithammer utjevningsbasseng
	Blakstad utjevningsbasseng		Vifstad høydebasseng søndre
			Vifstad høydebasseng nordre

Nr.	Aktivitet	Utført dato	Signatur
1	Tømming og rengjøring av basseng		
2	Kontroll og rengjøring av grovsil		
3	Kontroll av innvendig betongvegger, gulv og tak		
4	Kontroll av leder med innfesting		
5	Kontroll av takluker og låsesystem		
6	Kontroll av ventilkammer		
7	Kontroll av ytterdør og lås		

Kommentarer:

Sjekkliste er oversendt til:	Sjekkliste oversendt den:	Sjekkliste oversendt av:
Navn:.....	Dato:.....	Navn:.....

13.7 Bilder av bygde anlegg



Figur 13.7.1 Klæbu kommune. Lauvåsen høydebasseng. 2006. Volum 2500 m³. Plastøpt betong kledd med panel.



Figur 13.7.2 Herøy kommune. Volum 2100 m³. Prefabrikkert basseng i glassfiberelementer. Støpt forsterkningsvegg med utvendig glassfiberforskalning.



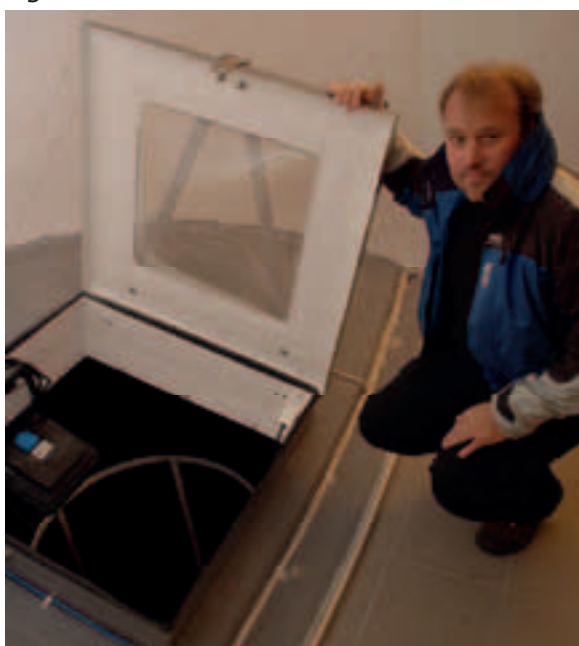
Figur 13.7.3 a



Figur 13.7.3 b



Figur 13.7.3 d



Figur 13.7.3 c

Figur 13.7.3 Malvik kommune. Vassåsen høydebasseng. Volum $2 \times 2000\text{m}^3$. Basseng i prefabrikkerte GUP-elementer kledd med trepanel. Bygget i 2008.

Figur 13.7.3 a viser fasade av vannkammer, ventilkammer og trappetårn.

Figur 13.7.3 b og c viser inspeksjonsluke på tak innebygd i trappetårn.

Figur 13.7.3 d viser veggluke i bunn av bassengvegg. Gir adgang for vedlikehold fra ventilkammer.



Figur 13.7.4 a



Figur 13.7.4 b



Figur 13.7.4 c

Figur 13.7.4 Trondheim kommune. Herlofsenløypa høydebasseng. Volum 2900 m³. To kammer konsentriske. Plastøpt betong kledd med bruddstein. Bygget i 2007.

Figur 13.7.4 a viser fasade av vannkummer, ventilkammer og trappetårn.

Figur 13.7.4 b viser inspeksjonsluke på tak. Innebygd i trappetårn.

Figur 13.7.4 c viser ventilkammer med rørføringer og egen pumpestasjon for pumping til egen trykksone.

Utgitte Norsk Vann Rapporter

(Tidligere kalt NORVAR-rapporter)

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam
21. NORVAR's årsberetning 1991
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Status-beskrivelse og forslag til videre arbeid (*Utgått*)
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontroll-håndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlingsanlegg
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg
- 23g. Interkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalen kloakkrenseanlegg
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eksempel fra Nedre Eiker kommune
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam
26. Installasjon av gassmotor for strømproduksjon ved rensanlegg
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved rensanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt
29. Regnvannsoverløp
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren (*Utgått*)
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter (*Utgått*)
32. Bruk av statiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier (*Utgått*)
36. Filter som hygienisk barriere
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning
38. NORVAR-prosjekter 1992/93 (*Utgått*)
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget rensanlegg (*Utgått*)
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune (*Utgått*)
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993 Kartlegging av slam- slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll
47. Strategidokument for industrikontroll
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg (Erstattet av 178/10)
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok (*Erstattet av 145/05*)
51. Slambehandling
52. Bruk av slam i jordbruket
53. Bruk av slam på grøntarealer
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder (*Erstattet av 145/05*)
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder
58. Karbonatisering på alkaliske filter
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt rensanlegg
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett
63. Mal for godkjenning av vannverk
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensenemete ved utslipp til gode sjøresipienter
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy (*Utgått*)
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. Utgave Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken (*Erstattet av 133/03*)
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren. (*Erstattet av 133/03*)
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger. (*Erstattet av 150/07*)
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere
79. Informasjonssystem fordrikkevann, forprosjekt
80. Sjekkliste/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved og stikkledninger - sanitærinstallasjoner
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering (*Erstattet av 145/05*)
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken
86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt
87. Kalsiumkarbonatfiltere for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilotforsøk i Orkdal kommune
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra
91. Vurdering av "slamfabrikk" for Østfold
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98
94. Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner
95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken

96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger
 97. Slamforbrenning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
 98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
 99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp
 100. Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
 101. Status og strategi for VA-opplæringen
 102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg
 103. Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering
 104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
 105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg
 106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/mal for rapportering
 107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
 108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
 109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
 110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
 111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
 112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp
 113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
 114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
 115. Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tikk
 116. Scenarier for VA-sektoren år 2010
 117. VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Erstattet av 134/03*)
 118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (*Erstattet av 138/04*)
 119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge En kartlegging og sammenstilling
 120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
 121. Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
 122. Prosessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
 123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter
 124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
 125. Mal for forenklet VA-norm
 126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
 127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell
 128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
 129. Røriinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
 130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
 131. Effektivisering av avløpssektoren
 132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
 133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
 134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Oppdateres årlig på www.norskvann.no*)
 135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
 136. Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
 137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (*erstattet av 181/2011*)
 138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
 139. Erfaringar med klorering og UV-stråling av drikkevann
 140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
 141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
 142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
 143. Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnett
 144. Veiledning i overvannshåndtering (*Erstattet av 162/08*)
 145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
 146. Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
 147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
 148. Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
 149. Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
 150. Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
 151. Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
 152. Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
 153. Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
 154. Norm for tagkoding i VA-anlegg
 155. Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
 156. Veiledning for oljeutskilleranlegg
 157. Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
 158. Termoplastrør i Norge – før og nå
 159. Håndbok i kildeprosjekt i avløpssystemet
 160. Driftserfaringer med membranfiltrering
 161. Helsemessig sikkert vannledningsnett
 162. Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
 163. Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
 164. Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
 165. Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata
 166. Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg
 167. Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
 168. Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
 169. Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
 170. Veileder til god desinfeksjonspraksis
 171. Erfaringer med lekkasjekontroll
 172. Trykktap i avløpsnett
 173. Veiledning for bruk av støpejernsrør
 174. Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
 175. Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan E-læring og samlinger
 176. Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
 177. Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
 178. Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
 179. Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp
 180. Fjernavlesning av vannmålere
 181. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
- Rapportserie B:
- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
 - B2: PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
 - B3: Kvalitetshveing av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
 - B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
 - B5: Utslipp fra bilvaskehaller
 - B6: Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
 - B7: Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
 - B8: Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
 - B9: Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
 - B10: Vannkilden som hygienisk barriere
 - B11: Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
 - B12: Drikkevann i media
 - B13: Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
 - B14: Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt
- Rapportserie C:
- C1: Sårbarhet i vannforsyningen
 - C2: Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
 - C3: Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
 - C4: Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling
 - C5: Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - veiledning
- De mest aktuelle rapportene ligger som PDF-filer på www.norskvann.no**



- 💧 Norsk Vann er en ikke-kommersiell interesseorganisasjon for vann- og avløpssektoren (VA-sektoren). Organisasjonen skal bidra til å oppfylle visjonen om rent vann ved å sikre VA-sektoren funksjonelle rammevilkår og legge til rette for kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling.
- 💧 Norsk Vann eies av norske kommuner, kommunalt eide VA-selskaper, kommunenes driftsassistanser for VA og noen private andelsvannverk. Norsk Vann representerer ca 340 kommuner med over 90 % av landets innbyggere. Virksomheten finansieres i hovedsak gjennom kontingenter fra medlemmene.
- 💧 Norsk Vann styres av eierne gjennom årsmøtet og av et styre sammensatt av representanter fra eierne.

- 💧 I Norsk Vanns prosjektsystem gjennomføres hvert år prosjekter for ca. 6 mill. kroner
- 💧 Det er praktiske og aktuelle spørsmål innenfor vann- og avløp som utredes
- 💧 Deltakerne foreslår prosjekter, styrer gjennomføringen og får full tilgang til alle resultater

