

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet beskriver krav til fysisk utforming og dimensjonering av overvannsdammer for å oppnå fordrøyning og rensing av overvann. Den landskapsmessige verdien av dammer er også omtalt. Begrepene dam og basseng har synonym betydning i teksten.

Når det gjelder dimensjonering av fordrøyningsvolum i dammer henvises det til VA/Miljø-blad nr 69. I VA/Miljø-blad nr 70 er utforming av inn- og utløpsarrangementer i overvannsdammer nærmere beskrevet.

2 BEGRENSNINGER

Dette bladet gjelder dammer med permanent vannspeil som skal fordrøye og rense overvannstilløp til nedstrøms ledningsanlegg eller vassdrag. Med permanent vannspeil menes at dammen har en minimum vannstand også i tørrvær, såkalt våt dam. Dammene kan inngå som element i grøntstruktur. Beskrivelsen omfatter ikke dammer i fellesavløpssystem.

3 FUNKSJONSKRAV

Viktige funksjonskrav til overvannsdammer:

- Dammen skal ha et permanent vannspeil.
- Fordrøyning tilpasses nedstrøms ledningsanlegg eller vassdrag/ resipient.
- Dammen dimensjoneres for rensing i henhold til resipientkravene.
- Anordning for tømning av dammen for fjerning av bunnslam.
- Lett tilgang for maskinell fjerning av slam (gjelder spesielt forsedimenteringsenhet).
- Dammen skal fungere på vinteren med isdekke.
- Utforming av dammen skal ivareta hensynet til sikkerhet for barn.
- God landskapsmessig tilpasning til omgivelsene - dammer skal fremstå som naturlige element og ikke som tekniske anlegg.
- Overvann fra naturområder bør avskjæres fra tilrenning til dammen.

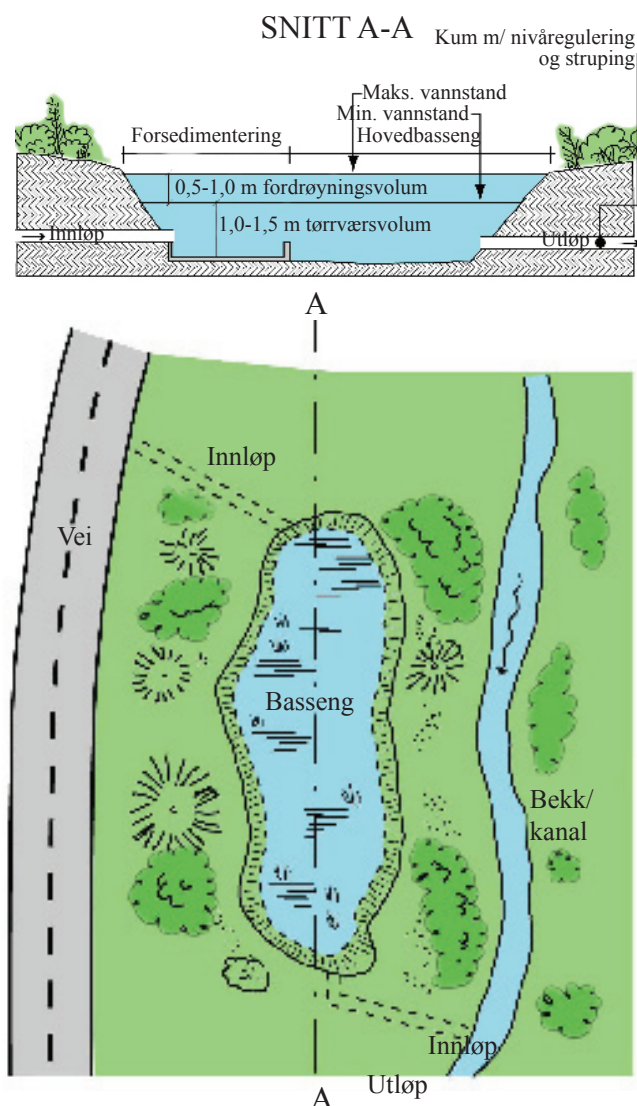
4 LØSNINGER

4.1 INNLEDNING

Overvannsdammer er utformet slik at de under regn mottar overvann og slipper ut en tilsvarende vannmengde som stammer fra et tidligere regn. Vannet som slippes ut er rensert under oppholdet i bassenget. Under regn stiger vannstanden i dammen som følge av at utløpet normalt

strupes. Således oppnås en fordrøyningseffekt i kombinasjon med renseseffekt. Rensingen er bestemt av dimensjoneringen og utformingen av tørrværsvolumet i dammen, se figur 1 på neste side.

I motsetning til våte dammer finnes det tørre dammer som tømmes helt for vann mellom hver avrenningsepisode. Tørre dammer har hovedsakelig en fordrøyningseffekt. Sammenlignet med våte dammer har de liten renseseffekt.



Figur 1. Prinsippskisse av et overvannsbasseng med permanent vannspeil (snitt/ plan).

4.2 RENSEMESSIGE FORHOLD

Følgende prosesser er av særlig betydning for rensing av overvann i et vått basseng /1/:

- Bunnfelling av partikler (hovedparten av forurensningene er bundet til fine partikler).
- Opptak av oppløste stoffer i vannplanter.
- Adsorpsjon (binding) av forurensninger til faste overflater som planter og bunnsediment.

I et basseng som mottar forurenset overvann utvikles dyre- og planteliv. Slike basseng kan ha rekreasjons- og landskapsmessig verdi, men formålet med bassenget er rensing og fordrøyning og ikke at bassenget skal være en biotop.

4.3 PRINSIPPER FOR UTFORMING OG DIMENSJONERING

4.3.1 DIMENSJONERING

Bassengvolumet består av et tørrværsvolum og et fordrøyningsvolum. Fordrøyningsvolumet utgjør det volum av tilført overvann som kan magasineres mellom høyeste og laveste vannstand. Magasineringen gir den fordrøyningen av avrenningen som er ønskelig. Med hensyn til rensingen er tørrværsvolumet viktigst, men samspillet mellom disse volumene bidrar til et godt rensresultat.

Det finnes enkle og mer avanserte dimensjoneringsmetoder for bestemmelse av det faste bassengvolumet. I dette VA/Miljø-bladet beskrives en enkel metode.

Dimensjonering basert på middelregn-metoden

Metoden baserer seg på kjennskap til størrelsen av et middelregn i det området bassenget skal plasseres. Det er funnet en sammenheng mellom bassengvolum, middelregn og renseseffekt, figur 2 i /2/. Dimensjoneringskurven viser sammenhengen mellom renseseffekten og faktoren $n = V/v$, der V er tørrværsvolumet i bassenget og v er volumet av avrenningen fra et middelregn. Dimensjoneringen skjer ved at man for et utvalgt stoff (TSS eller P) bestemmer ønsket renseseffekt og ut fra dimensjoneringskurven bestemmer faktoren $n = V/v$. Med kjennskap til middelregnet (v) kan man følgelig bestemme bassengvolumet V .

Hoveddelen av forurensninger i overvann er bundet til partikler og rensingen av stoffene følger forløpet for partikler (TSS).

Definisjonen av en regnhendelse som grunnlag for beregning av middelregnet er at regnhendelsen er $> 0,4$ mm og at oppholdet mellom to regnhendelser er minimum 1 time. Flerårige nedbørdata er tilgjengelig fra DNMI's stasjonsnett for korttids nedbørmålinger (gjelder sommerhalvåret). Middelregnet bør beregnes ut fra lokale nedbørdata.

Det fremgår av figur 2 at det oppnås øket renseseffekt med stigende verdi av $n = V/v$. Ved verdier

$> 8-10$ vil det ikke oppnås ytterligere renseseffekt. Dette tilsvarer ca 90% rensing av TSS og ca 70% rensing av tot. P.

Eksempel på bruk av middelregnetoden:

Ønsker man eksempelvis en dimensjonering som svarer til 60% rensing av tot. P, fremgår det av figur 2 at $n = 6$ (tilsvarer 80-85% rensing av suspendert stoff, TSS). For Oslo (nedbørstasjon Øvrevoll) og Vestfold (nedbørstasjon Torp) er middelregnet henholdsvis 3,6 mm og 4,5 mm (= 36 og 45 m³ pr redusert ha). Beregnet tørrværsvolum blir:

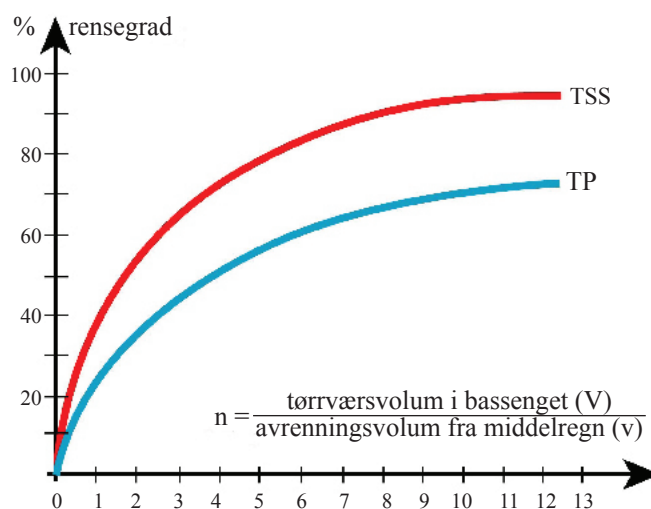
Oslo: $V = 6 \times 36 = 220$ m³ pr red. ha
Vestfold: $V = 6 \times 45 = 270$ m³ pr red. ha

4.3.2 REDUSERT VOLUM

I situasjoner med begrenset arealtilgang kan det være aktuelt å redusere volumet. Dette reduserer renseseffekten, men ikke med tilsvarende virkningsgrad. Bassenger kan derfor være relevante for rensing også med arealbegrensninger.

Forventet renseseffekt for totalt suspendert stoff (TSS) ved redusert volum:

- Volum basert på dimensjonering for optimal rensing har en renseseffekt på 80-85%
- 50% av ovennevnte volum gir renseseffekt på ca 65%
- 25% av ovennevnte volum gir renseseffekt på ca 45%



Figur 2. Dimensjoneringskurver for tørrværsvolum i overvannsbasseng /3/.

4.3.3 FØRDRØYNINGSVOLUM

Fordrøynings- eller magasineringsvolumet i bassenget dimensjoneres i forhold til utløpsmengden fra bassenget. Utløpet må tilpasses kapasiteten i mottakende resipient eller ledningsnett. Ved utløp til resipient bør man ta utgangspunkt i en dimensjonering basert på at utløpet ikke skal overskride den naturlige flomavrenningen i området. Metode for dimensjonering er beskrevet i VA/Miljø-blad nr 69.

4.3.4 UTFORMING

Volumet er den viktigste dimensjonsgivende størrelse, men utformingen av dammen har også betydning for viktige funksjoner som renseeffekt, drift, sikkerhet og estetikk. Her nevnes viktige krav til utforming /1/.

Vanndyp

Vanndybden under tørrvær bør ikke overskride 1-1,5 m og under regn 2-2,5 m. Dette skyldes ønsket om aerobe forhold (god oksygentilgang) i vannfase og sediment.

Bassenger må ha en minimumsdybde for å unngå erosjon og oppvirvling av bunnslam. Her må spesielt vintersituasjonen med isdekke og strømning under isen ivaretas. Arealbehovet til bassenget påvirkes også av dybden. Bassenger i Norge bør ha en minimumsdybde på ca 1 m.

Inn- og utløp

For å takle vintersituasjonen med islegging i bassenget og for å sikre passasje for vannet under isen, bør inn- og utløpet legges dykket. Dykket utløp har også den fordel at bassenget fungerer som oljeavskiller ved akutte utslipp (kfr.VA/Miljø-blad nr 70).

Forsedimentering

Det etableres et forsedimenteringsbasseng i forkant av hovedbassenget for å tilbakeholde grove partikler dvs. partikler som ikke tilbakeholdes i sandfang. Forsedimenteringen kan plasseres separat fra hovedbassenget eller med fordel integreres sammen med hovedbassenget.

Innløpet må utformes med en energidreper for å unngå erosjon i sedimentene samt bidra til en god fordeling av vannstrømmen i bassengets tverrsnitt.

Slammet som avsettes på bunnen må kunne fjernes enkelt. Anlegget må være lett tilgjengelig for maskinelt utstyr og bunnen av forsedimenteringsenheten må være tilpasset ønsket slamfjerningsmetode. En støpt bunnplate vil være fordelaktig ved avskraping eller suging av slammet.

Oppholdstiden under dimensjonerende vannføring bør være 3-8 minutter /3/. Den lengste oppholdstiden gir best effekt og har den mest stabile funksjonen. Partikler > 0,1 mm bør fjernes i forsedimenteringen. Regnes det med en sedimenteringshastighet på ca. 5 mm/s, vil en dimensjonerende avrenning på 105 l/s * ha resultere i et overflatebehov for sandfanget på 20 m²/ha og en dybde på 1,2 – 1,5 m dvs et tørrværsvolum på ca 25 m³/ redusert ha.

Bassengkonstruksjon

Konstruksjonen bør lages så enkel som mulig slik at behovet for ettersyn er minimalt. Anlegget skal være enkelt tilgjengelig for vedlikehold (slamfjerning).

Anlegget bør utformes med overløp/ flomveier for å kunne takle ekstreme avrenningsforhold.

Av hensyn til sikkerheten omkring bassenget og for å fremme vegetasjon langs bassengets sider, anbefales skrånende kanter, eksempelvis i forholdet 1:4.

Av hensyn til optimal bunnfelling av partikler anbefales rolig langsgående strømning i bassenget. Et lengde/ bredde-forhold på 3:1 - 4:1 anbefales.

For å "klargjøre" bassenget til en ny avrenningsepisode, bør et basseng være tømt ned til det permanente vannspeilet på under 10-20 timer.

Bassengbunnen må være tett for å oppnå et permanent vannspeil (unngå uønsket infiltrasjon). Erfaringsmessig har det vist seg vanskelig å oppnå god tetting med leire.

Det kan legges et tynt sandlag på bunnen som kan virke som rotfeste for planter.

Beplantning av bassenget av hensyn til eutrofiering, stoffjerning og etablering av et "naturlig" miljø.

Et basseng med permanent vannspeil som tilføres næringssalter, vil være utsatt for potensiell eutrofiering i form av vekst av svevende alger (fytoplankton). Dette er uønsket av flere årsaker. Det kan medføre utslipp av organisk stoff i form av alger til resipienten, uønskede store variasjoner i oksygenkonsentrasjon samt et uestetisk utseende.

Som motvekt er en moderat mengde rotfestede planter ønskelig i bassenget. Plantene bør dekke ca 30% av bassengoverflaten.

Hovedårsaker for å etablere vegetasjon i våte overvannsbassenger

- Bunnvegetasjonen vil fremme tilførselen av oksygen til de bunnære vannmasser.
- Bunnvegetasjonen fremmer rolige strømningsforhold ved bunnen og øker dermed betingelsene for rensing ved sedimentasjon.
- Planter utgjør et rensende element ved stoffopptak og adsorpsjon samt ved å etablere feste for biofilm.
- Rotfestede planter vil konkurrere med svevende alger og trådalger om næringssalter og vil dermed redusere et vesentlig synlig element av eutrofiering.
- Planter utgjør et rekreativt element i forbindelse med etablering av overvannsbasseng.

4.4 DRIFT

Generelt bør et vått basseng være dimensjonert og utformet slik at det krever lite vedlikehold.

Driftserfaringer

- Slam i forsedimenteringsbassenget (slambassenget) fjernes ca. hvert andre år. Forutsatt korrekt dimensjonering forventes at det fjernede materiale (hovedsakelig sand) er forholdsvis lite forurenset. Dette må dokumenteres i forbindelse med disponeringen av massene iht. gjeldende regler.
- Ved riktig dimensjonering er fjerning av bunnslam i hovedbassenget sjelden nødvendig.

dig, vanligvis er det tilstrekkelig med 10-25 års intervaller. I små produktive basseng kan sedimenttilveksten være opp til 1 cm/år, men det er vanligvis mindre. Sedimenter fra opprensning må forventes å inneholde vesentlige mengder av tungmetaller og andre miljøgifter. Massene må analyseres og disponeres i henhold til gjeldende regler.

- I meget produktive bassenger kan regelmessig fjerning av vannvegetasjon være nødvendig.

Det regelmessige driftstilsyn kan eksempelvis omfatte følgende:

- At inn- og utløp fungerer som ønsket.
- At overløpsfunksjonen er inntakt.
- At avfall, sediment etc ikke forekommer i uønsket mengde og ikke forhindrer vannets frie løp.

Erfaringsmessig har det vært liten eller ingen systematisk oppfølging av de overvannsbasseng som er bygget. Det er viktig for bassengenes fremtidige funksjon at driftsoppfølgingen planlegges og organiseres under planleggingen av tiltakene.

4.5 RENSEEFFEKTER

Det er generelt mye erfaring med bruk av våte bassenger. Primært er disse erfaringene oppnådd i USA og i Vest- og Mellomeuropa, men i Skandinavia er det også bygd et stort antall våte bassenger for rensing av avrenning fra hovedveier. I Norge dreier dette seg om totalt ca 50 bassenger. Det er utført sammenhengende målinger av renseeffekt over ett år i et basseng som mottar overvann fra E18 Skullerudkrysset i Oslo /4/. Resultatene viste at rensegraden i Skullerudbassenget ligger helt på høyde med de beste internasjonale erfaringer (tabell 1). Det var normalt vinterklima i måleperioden med 30 cm isdekke i bassenget.

Tabell 1. Midlere rensegrad i overvannsbasseng ved E18 Skullerudkrysset i Oslo basert på sammenhengende målinger i ett år (% tilbakeholdelse).

Stofftype	Rensegrad %
Suspendert stoff, TSS	85
tot. P	61
tot. N	29
Bly	76
Sink	71
Kobber	58
Kadmium	60
Olje	82
16-PAH	86
4-PAH89	89

Selv velutformede og veldimensjonerte våte basseng vil ha en viss variasjon i renseeffekt på grunn av ytre omstendigheter. Årsaken til variasjonen kan være mange, men det aktuelle konsentrasjonsnivået i innløpsvannet vil være av meget stor betydning – jo høyere konsentrasjon jo høyere rensegrad (%) oppnås. Undersøkelser av innløps- og utløpskonsentrasjonen for større veldimensjonerte bassenger viste en tilnærmet konstant utløpskonsentrasjon uavhengig av innløpskonsentrasjonens størrelse /1/.

4.6 LANDSKAPSUTFORMING

Ved planlegging av overvannsbasseng, bør en særlig vurdere egnet lokalisering av anlegget, utforming av terreng og vegetasjonsetablering, se figur 3-5 i /5/. Foruten å løse de tekniske forhold, bør anleggets form og karakter harmonere med de eksisterende omgivelser. Av estetiske (og resemessige) årsaker vil det være gunstig å foreta tilplanting/-såing i anleggene. Plantevalget bør baseres på stedegne plantearter. Planlegging av overvannsbasseng bør utføres integrert med andre elementer i et utbyggingsprosjekt. Vann- og landskapsfaglig kompetanse bør knyttes til prosjektet i en tidlig planfase.

Figur 3. Vått basseng for overvann fra veianlegg som kombinerer rensing, fordrøyning og god landskapstilpasning (Fornebu, Bærum kommune) (Foto: Simen Glyseth).



Figur 4. Et vått overvannsbasseng innpasset i et boligområde som kombinerer fordrøyning, økologi og landskapselement (Sjølund, København) (Foto: svein Ole Åstebøl).





Figur 5. Dam med fast vannspeil i tett bebyggelse for fordrøyning og opplevelse (Bjølser, Oslo kommune).

4.7 SIKKERHET

Åpne vannspeil medfører spørsmål om iveretakelse av sikkerhet for barn. Selv om åpne vannspeil har mange positive sider kan de i gitte situasjoner representere en risiko. Risikofaktoren er særlig knyttet til fall ut i vannet og barns manglende evne til å komme seg opp.

Overgangen vann og land er særlig viktig og bør utformes med slakt fall og med en gruntsone ut i vannet slik at barn som faller i vannet har evne til å komme seg opp ved egen hjelp. Belter med vegetasjon i vannkanten vil fungere som fysisk barriere mot direkte tilgang til vannet. Etablering av åpne vannspeil reguleres gjennom PBL.

Henvisninger:		Utarbeidet:	Sept 2007	COWI AS, S.O. Åstebøl
/1/	Åstebøl, S.O. og Hvitved-Jacobsen, T. (2006), <i>Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. (Rapport til Statens vegvesen Vegdirektoratet, håndbok 261).</i>	Revidert:		
/2/	Hvitved-Jacobsen, T., N.B. Johansen and Y.A. Yousef (1994), <i>Treatment systems for urban and highway run-off in Denmark, the 4th International Symposium on Highway Pollution, Madrid, Spain, May 18-22, 1992, The Science of the Total Environment, 146/147, 499-506.</i>	/4/	Åstebøl, S.O. og Coward, J.E. (2005). <i>Overvåkning av rensebasseng for overvann fra E6 Skullerudkrysset i Oslo. Rapport til Statens vegvesen Vegdirektoratet, UTB 2005/02.</i>	
/3/	Åstebøl, S.O og Hvitved-Jacobsen, T (2007), <i>Rensing av overvann i byområder - kompakte renseløsninger. COWI AS (rapport til Statens vegvesen Vegdirektoratet)</i>	/5/	Åstebøl, S.O. (red)(2004), <i>Åpne overvannsløsninger - erfaringer og anbefalinger. Statsbygg rapport.</i>	