

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet beskriver ulike utførelser av innløps- og utløpsarrangementer i overvannsdammer beregnet for fordrøyning og flomdemping.

2 BEGRENSNINGER

Det skjer en viss mekanisk, kjemisk og/ eller biologisk rensing i alle overvannsdammer. Dette bladet gjelder imidlertid dammer som primært skal utjevne overvannstilløpet til nedstrøms ledningsanlegg, bekk etc og hvor det ikke er stilt renskrav. De er ikke elementer i fellesavløpssystemer.

3 FUNKSJONSKRAV

Innløps- og utløpsarrangementene må utføres slik at:

- Kravet til fordrøyning overholdes.
- Overvannsdammen også fungerer vinterstid når overflaten er islagt.
- Det ikke skjer en tilgrumsing av vannet slik at dammen fremstår som lite tiltalende. Overvannsdammen bør fremstå som et positivt miljøelement i området.
- Det skal være mulig å tømme overvannsdammen for fjerning av sedimentert materiale og uønsket vegetasjon.

4 LØSNINGER

4.1 INNLEDNING

Bygging av nye veger og opparbeidelse av tomtearealer medfører ofte en kraftig økning av overflateavrenningen. Det er ikke uvanlig at overflateavrenningen blir 3 – 4 ganger større enn den var før utbygging. I tillegg skjer avrenningen hurtigere enn tidligere. Begge disse forhold kan medføre oversvømmelser og overbelastning av nedstrøms ledningsnett og eventuelle infiltrasjonsanlegg. Ved fordrøyning kan avrenningen fordeles over et lengre tidsrom slik at den økte overflateavrenningen i området ikke medfører skader.

Åpne overvannsdammer er en vanlig form for fordrøyning. Dammene kan ha permanent vannspeil eller de kan være tørre når det ikke er nedbør eller snøsmelting. Dette VA/Miljø-bladet gjelder dammer med permanent vannspeil.

Fordrøyningsvolumet ligger over det permanente

vannvolumet i dammen, det vil si at det ligger over minimumsvannstanden i dammen. Det er ofte estetiske forhold som er bestemmende for hvor store vannstandsvariasjoner som kan aksepteres. Avløpet fra dammer varierer med vannstanden. Kun pumping gir tilnærmet konstant utgående vannføring. Kravet til utslipp gjelder normalt ved maksimal vannstand i dammen. Midlere utslipp er som regel betydelig lavere.

Selv meget små oljemengder er godt synlige på vannspeilet i overvannsdammer, og kan helt ødelegge inntrykket av et ellers tiltalende anlegg. Avrenning fra trafikkarealer bør derfor passere oljeavskiller før tilløp til overvannsdammer. Oljeavskilleren kan ved mindre anlegg være et sandfang med dykket utløp. Ved store tilløp må oljeavskilleren dimensjoneres så rikelig at olje ikke rives med inn i overvannsdammen ved sterk nedbør.

I forbindelse med nye veganlegg er det ikke uvanlig at det stilles krav om at overvannsanlegget skal kunne holde tilbake store oljemengder som skyldes utslipp fra tankbilvelt. Overvannsdammen må da ha dykket utløp slik at olje ikke går til utslipp men kan skummes av dammens overflate.

Vedrørende dimensjonering av overvannsdammer vises det til VA/Miljø-blad nr. 69, Overvannsdammer, beregning av volum.

4.2 ENKLE OVERVANNSDAMMER FOR SMÅ BOLIGOMRÅDER

Dette er som regel meget enkle anlegg som har som hovedformål å være miljøelementer for nærområdet. Bildene på neste side er fra et anlegg i Skåne i Sverige. Innløpet består av et bekkefar. Dette er til vanlig tørt, men er vannførende i forbindelse med nedbør. Utløpet skjer gjennom en spalte i utløpskummen.



Figur 1: Eksempel på overvannsdam i et mindre boligområde.

I Skåne er vintrene milde, og slike løsninger fungerer tydeligvis bra her. I kaldere klima vil løsningen kunne medføre problemer da is vil kunne blokkere såvel innløp som utløp. Ved en litt anderledes utførelse vil isproblemene kunne elimineres. Kombineres bekkefaret nærmest dammen med en underliggende overvannsledning, kan tilløpet bli frostfritt. Likeledes kan det bygges frostfritt utløp i en kum plassert nedenfor dammen. Det legges da dykket ledning frem til utløpskummen.

4.3 INNLØPSARRANGEMENTER I OVERVANNSDAMMER

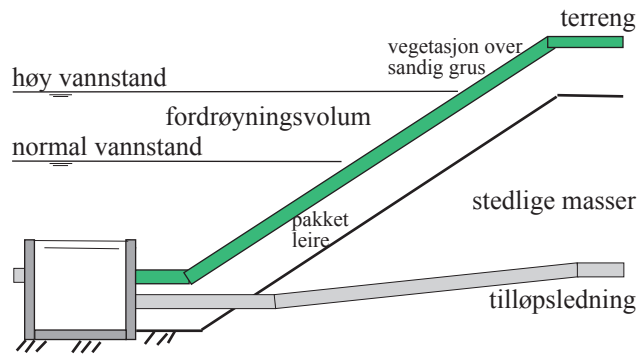
Overvann fra gater og grøntområder inneholder partikler som ved rolige strømningsforhold avsettes nær innløpet i overvannsdammen. Dette området, slamsonen, utgjør ca 1/3-del av overflaten. Den enkleste formen for tilløp til overvannsdammer er gjennom rør som munner under forventet istykkelse. Ved sterk nedbør blir gjerne innløpshastigheten høy. For å unngå at avsatt slam virvles opp, slik at vannet i dammen blir grumsete, må det settes inn en energidreper foran tilløpet. Energidreperen kan være en voll av stein eller en kort betongvegg som vist på figur 2. Ved hjelp av energidreperen bremses vannstrålen og vannet fordeles ut til sidene.



Figur 2: Todelt overvannsdam med energidreper av betong.

En bedre løsning med tanke på å unngå oppvirvling av slam er vist på figur 3. Her munner innløpsledningen i en kumbunn slik at vannstrøm-

men inn blir vertikal og faren for tilgrumming liten. Om nødvendig kan tilløpet fordeles på flere kummer.



Figur 3: Innløp via kumbunn.

4.4 UTLØPSARRANGEMENTER I OVERVANNSDAMMER

4.4.1 OVERVANNSDAMMER UTEN REGULERINGSKAMMER

Figur 4 og 5 viser utløp fra meget store overvannsdammer. Utløpet på figur 4 er en to-delt bred horisontal overløpsterskel. Ønsker man i et tertid å endre utløpsvannføringen, må overløpet ombygges. Figur 5 viser utløp over en skarpkantet stålplate. Overløpet er inndelt i to nivåer, et under og ett over som trer i funksjon ved stor vannføring. Ved flom renner vannet over betongkanten. Begge disse overløpstypene kan medføre isproblemer. Det kan også den overløpstypen som er vist på figur 6. Her er utløpet en kombinasjon av V-overløp underst og flere horisontale overløp. Bakgrunnen for denne utformingen var ønsket om nøyaktig registrering av utgående vannmengde. Det var spesielt lave vannføringer som var av interesse.



Figur 4: Eksempel på bred horisontal utløpsterskel.



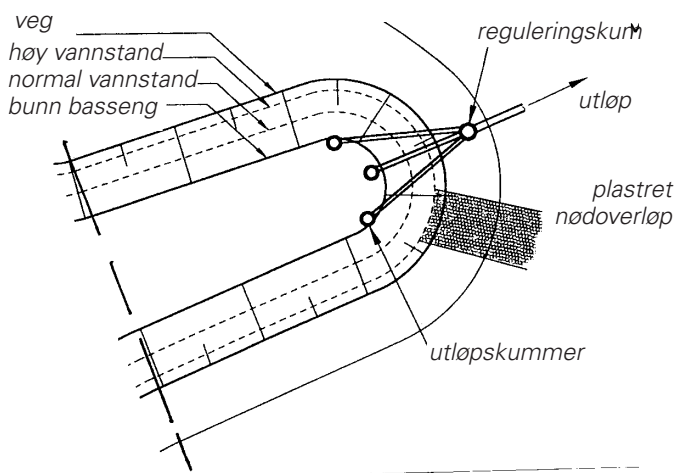
Figur 5: Eksempel på skarpkantet avtrappet utløpsterskel.



Figur 6: V-overløp kombinert med horisotale overløp.

4.4.2 OVERVANNSDAMMER MED REGULERINGSKAMMER

Figur 7 viser hvorledes utløpsarrangementet i norske overvannsdammer generelt sett utføres.



Figur 7: Generell utførelse av utløpsarrangementet i overvannsdammer i Norge.

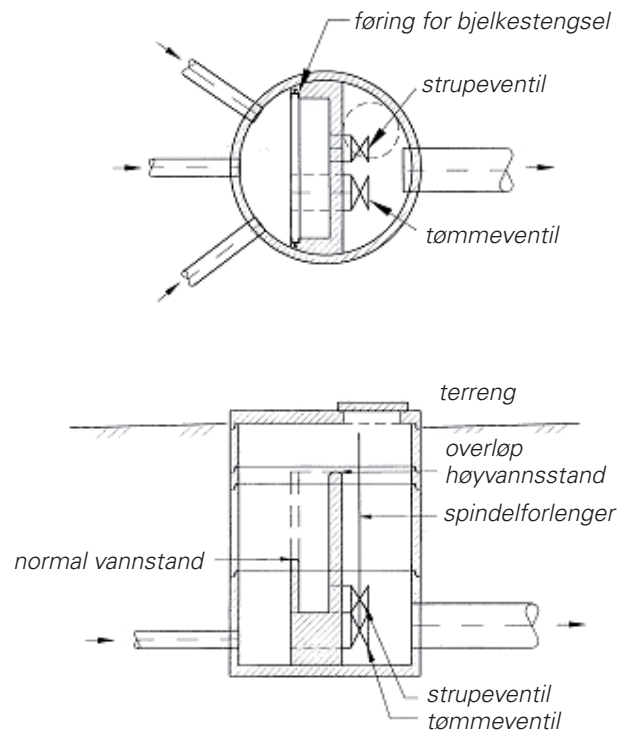
Utløpet kan fordeles på en eller flere utløpsledninger. For å få rolige strømningsforhold slik at medrivning av slam unngås, skjer uttaket ofte i kumbunner. Disse plasseres slik at overkant kumring kommer 20 – 30 cm over bunn dam. Utløpsledningene ender i et reguleringskammer hvor det er utløpskontroll, overløp og mulighet for å tømme dammen for rengjøring. Reguleringskamre utføres vanligvis av kumringer, og de kalles derfor gjerne for reguleringskummer.

I tillegg til det normale overløpet i reguleringskummen utstyres mange dammer med nødoverløp. Dette skal tre i funksjon i tilfelle av tilstoppinger eller ved større tilløp til dammen enn anlegget er dimensjonert for.

Et ubeskyttet overløp i en jordvoll vil raskt eroderes ned når vann går i overløp. Dette kan føre til at hele dammen tømmes ukontrollert. Nødoverløp må derfor enten asfalteres eller beskyttes med steinplastring. Ved enkelte utenlandske anlegg er det lagt stålnett over steinplastringen for å holde på steinen.

Figur 8 viser en prinsipiell utførelse av en reguleringskum. I kummen er det i dette tilfelle to terskler. Den første terskelen er bestemmende for den permanente vannstanden i dammen. Ved hjelp av bjelkestengsler kan vannstanden heves. Den andre terskelen angir maksimal vannstand i dammen. Ved nedbør renner vannet over den første terskelen og gjennom en strupeventil. Videre er kummen utstyrt med tømmeventil.

Regulering av utgående vannmengde ved hjelp av strupeventil benyttes ved en del norske anlegg. Om utløpsspalten under ventilbladet blir liten, er det stor risiko for tilstopping og i slike tilfeller bør det velges en annen form for utløpskontroll. En annen ulempe med strupeventiler er at kalibreringen er omstendelig å utføre.



Figur 8: Eksempel på reguleringskum.

Andre former for strupet utløp er:

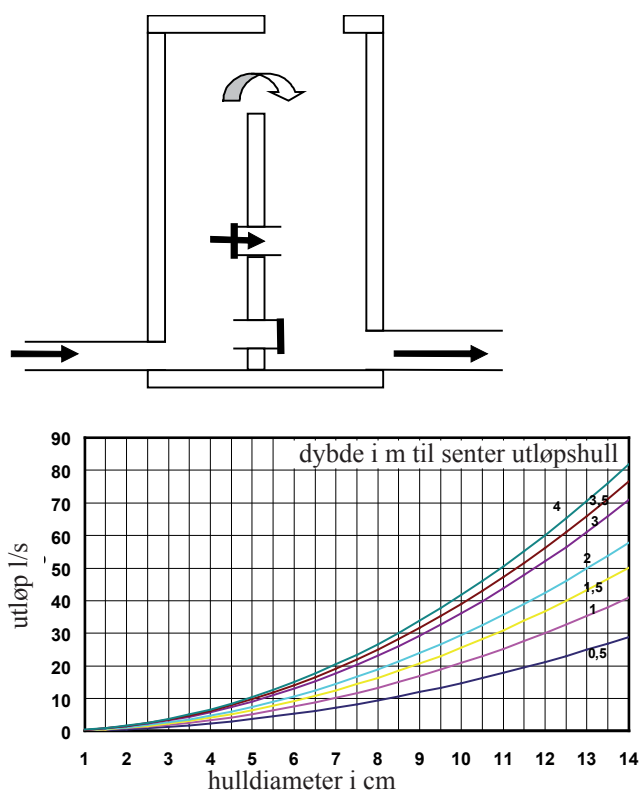
- Struping gjennom sirkulært hull i skarpkantet flens på utløpsledningen.
- Struping ved hjelp av utløpsrør med liten dimensjon.
- Struping gjennom spesialkonstruerte utløpsåpninger.

Struping gjennom skarpkantet hull i flens er vist på figurene 9 og 10. På figur 9 er strupeflensen montert på et flenserør som er innstøpt i en terskelvegg av betong. Underkant strupeåpning tilsvare permanent vannstand i dammen. Nær bunnen er det ventil for tømning av dammen. Også ventilen er montert på et innstøpt flenserør. Stiger vannstanden over topp terskel, går det i overløp til utløpsledningen.

Figur 11 viser utgående vannføring ved bruk av strupeflens med sirkulært hull som vist på figur 9. Det er forutsatt at utgående "vannstråle" ender fritt, det vil si at utgående ledning må være betydelig overdimensjonert i forhold til vannføringen.

Som figur 11 viser, stiger vannføringen sterkt med økende vanddybde.

Figur 9: Struping gjennom skarpkantet hull i vertikalt montert flens.

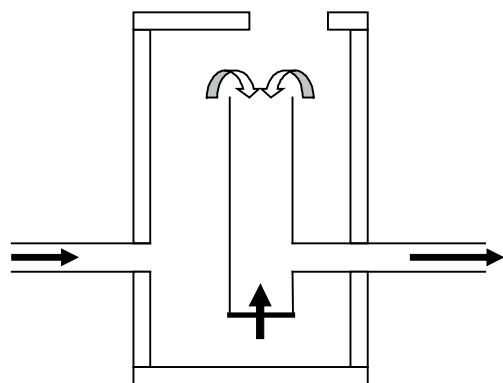


Figur 10: Utløp gjennom skarpkantet hull i tynn flens.

For andre vanddybder og hulldiametre kan vannføringen gjennom et skarpkantet hull i flens beregnes av formelen:

$$q = 2,66 * A * h^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

Her er A (m²) arealet av utløpsåpningen og h dybden i m til senter utløpsåpning.

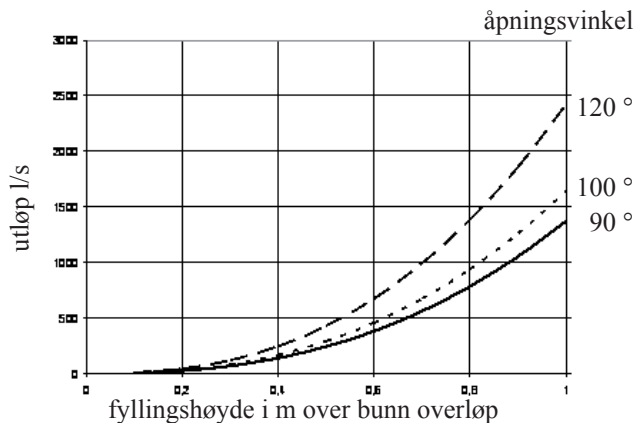


Figur 11: Struping gjennom skarpkantet hull i horisontalt montert strupeflens. Tømmeledning er ikke vist.

På figur 11 skjer strupingen gjennom en horisontalt montert strupeflens. Flensen sitter i bunnen av et vertikalt rør som er åpent i toppen. Det er overløp over topp rør. Med mindre det legges en separat tømmeledning, er det ikke mulig å tømme dammen. Permanent vannstand i dammen tilsvarer underkant utløpsledning.

Ved mindre anlegg forekommer det at utgående

vannmengde begrenses med strupeledning. Strupeledningen dimensjoneres for tillatt utslipp ved full dam. I eksemplet på figur 12 strupes utløpet ved hjelp av en 2 m lang strupeledning med innvendig diameter 57 mm. Innløpstapet er antatt å være ca 50 % av hastighetshøyden. Utløpet fra ledningen ender fritt eller i en overdimensjonert utløpsledning. Løsningen er enkel, men det er i ettertid ikke mulig å forta justeringer uten å skifte ledning.



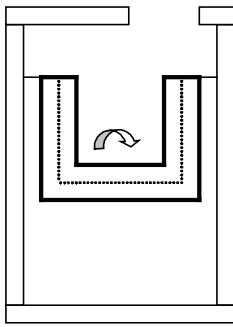
Figur 12: Utløp gjennom strupeledning med lengde 2 m og innvendig diameter 57 mm.

Figur 13 viser en type strupeåpning, montert i en stor kulvert, såkalt proporsjonalt overløp, som er i bruk ved amerikanske og canadiske anlegg. Bredden er stor nederst og avtar med høyden. Denne type utløpsåpning gir en betydelig jevnere avrenning enn andre strupeløsninger.



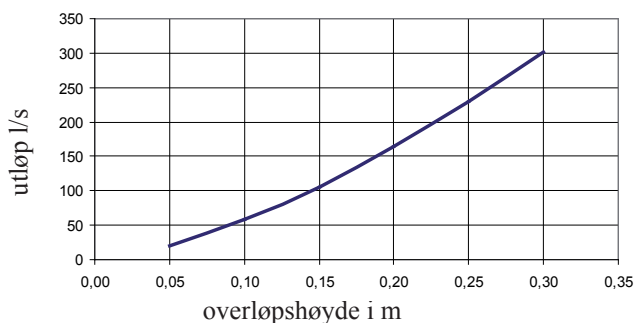
Figur 13: Proporsjonalt overløp.

I stedet for struping kan det benyttes overløps terskel for kontroll med utgående vannmengde. Løsningen er vist på figur 14. Ofte er selve terskelen en skarpkantet stålplate som kan justeres i høyde. Overkant terskel tilsvarer den permanente vannstanden i overvannsdammen. Terskelen gjøres noe smalere enn kumdiameteren slik at man får en spalte på ca 15 cm på hver side for innslipp av luft bak utgående vannstrøm. Derved får man fri utstrømming og unngår erosjon på betongen under terskelen.



Figur 14: Reguleringskum med skarpkantet utløpsterskel. Tømmeledning er ikke vist.

Figur 15 viser utgående vannmengde over et 1 m bredt skarpkantet overløp som funksjon av overløpshøyden.



Figur 15: Utgående vannmengde over skarpkantet horisontalt overløp.

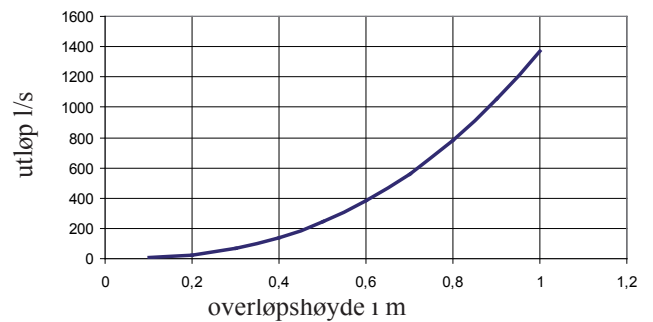
For andre overløpsbredder og -høyder kan vannføringen beregnes av formelen:

$$q = 1,83 * b * h^{3/2} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Formelen og figur 15 gjelder overløp hvor overløpshøyden h er liten i forhold til vann dybden foran overløpet og hvor tilløpshastigheten er neglisjerbar. Overløpshøyden h måles et stykke ovenfor overløpsterskelen. Både overløpshøyden h og overløpets bredde b er i m.

Med et slikt overløp stiger utløpsmengden sterkt med økende overløpshøyde. Overløpstypen egner seg kanskje best ved store anlegg med små vannstandsvariasjoner.

Ønskes det nøyaktig registrering av utgående vannføring, og da spesielt av lavvannsføringene, kan man bruke V-overløp. Figur 16 viser utgående vannføring over skarpkantete V-overløp med åpningsvinkel 90° , 100° og 120° .



Figur 16: Utgående vannmengde over skarpkantet V-overløp.

For andre overløpshøyder kan vannstrømmen beregnes av formelen:

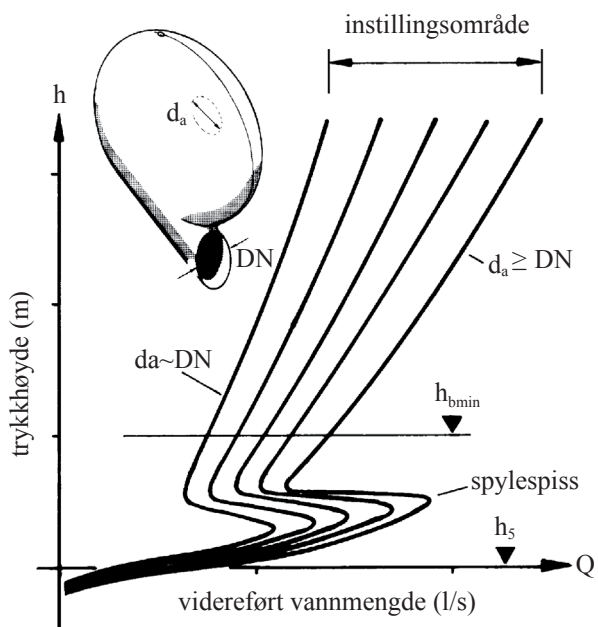
$$Q = 1,37 * h^{2,5} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Denne formelen gjelder overløp med åpningsvinkel 90° . Vannmengden stiger sterkt med økende overløpshøyde.

Virvelkammer er en form for regulator som gir et jevnere avløp enn man oppnår ved strupe- og terskelmetodene. Virvelkammeret er sirkulært med tangentielt innløp. Det kan for eksempel monteres til erstatning for strupeventilen på figur 8. Vannpartiklene følger en spiral gjennom virvelkammeret. Spiralen likner utløpet fra et badekar. En fordel ved virveloverløpet er at utløpsåpningen kan gjøres betydelig større enn åpninger i strupeflenser etc. Dette gjør faren for tilstopping mindre.

Ved liten tilrenning utøver virvelkammeret nesten ingen strømningsmotstand på det strømmende vannet. Øker tilrenningen, etableres det en virvel i de roterende vannmassene. Når virvelen er etablert, er strømningsmotstanden meget stor og videreført vannmengde liten. Det må være fritt utløp fra virvelkammeret.

Virvelkammerets hydrauliske karakteristikk, sammenhengen mellom trykkhøyde og videreført vannmengde, varierer med kammertype. Eksempel på hydraulisk karakteristikk for et virvelkammer er vist på figur 17. Med virvelkammer blir kravet til fordrøyningsvolum noe mindre enn ved andre former for utløpsregulering.



Avsetning av sand/grus, blader og lignende i virvelkammeret kan medføre at virveldannelse ikke skjer som forutsatt.

Figur 17: Eksempel på hydraulisk karakteristikk for et vertikalt montert virvelkammer.

Henvisninger:		Utarbeidet:	september 2006	Svein Endresen
/1/	Lokal og total overvanns-disponering (LOD/TOD)- Beskrivelse av anlegg, erfaringer mm. Hydra-rapport T03, 1998	Revidert:		
/2/	Åpne overvannsløsninger Driftsinstuks for overvannsdammer, Statsbygg 2006	/3/	Veiledning i overvannshåndtering, NORVAR rapport 144/205	