

## 1 FORMÅL

Regnvannsoverløp er en viktig del av avløps-systemet der nettet, eller deler av nettet, er utført som fellessystem. Overløpets oppgave er å hindre overbelastning av nedstrøms ledningsnett under nedbør og snøsmelting. Dette VA/Miljø-bladet skal gi kunnskap om valg og utforming av løsninger med formål å videreføre mest mulig av forurensningene under kontrollerte hydrauliske betingelser. Forurensningsforskriftens krav om best tilgjengelig teknologi legges til grunn.

## 2 BEGRENSNINGER

VA/Miljø-bladet begrenser seg til de tre vanligste overløpstypene; tverroverløp, sideoverløp og virveloverløp. Strupeledning for mengderegulering anses ikke å tilfredsstille kravet om best tilgjengelig teknologi og er av den grunn ikke beskrevet. Vannføringsregulatorer med automatisk endring av strømningsstverrsnittet under drift og registrering/overvåking av overløputslipp er ikke omtalt.

## 3 FUNKSJONSKRAV

For å begrense forurensning av resipienten (uten at det medfører uforholdsmessige store kostnader) og hindre overbelastning av ledningsnett, skal overløp dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes med utgangspunkt i best tilgjengelig teknologi og fagkunnskap.

Overløpet skal tilfredsstille følgende funksjonskrav:

1. Videreføre mest mulig av forurensningene.
2. Gi tilfredsstillende hydraulisk kontroll.
3. Kreve minst mulig drift og vedlikehold.
4. Være en trygg arbeidsplass ved inspeksjon og drift.

Det skal legges til rette for at rutinemessig inspeksjon og drift skal kunne utføres fra bakkenivå. Dette anses som et absolutt krav for anleggsdeler som er spesielt utsatt for tilstopping, eksempelvis overløpets utløp for videreført vannmengde.

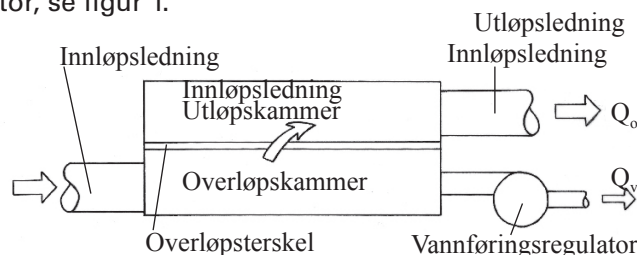
Overløpets vannføringsregulator bestemmer videreført vannmengde fra overløpet, og spiller en nøkkelrolle i drift og forurensningssammenheng. Regulatoren som installeres skal være prefabrikkert. Basert på tester utført av en uavhengig institusjon skal leverandøren kunne dokumentere

regulatorens funksjon. Det kreves en nøyaktighet på min. +/- 10% ved dimensjonerende videreført vannmengde. For å redusere sannsynligheten for tilstopping skal normalt minste strømningsstverrsnitt være større enn  $D=150$  mm. Velges et mindre strømningsstverrsnitt skal det være mulig på en relativt enkel måte å øke strømningsstverrsnittet.

## 4 LØSNINGER

### 4.1 GENERELT

Et regnvannsoverløp består i hovedsak av innløp, overløpskammer med skumskjerm og terskel, utløpskammer med utløp, og vannføringsregulator, se figur 1.



Figur 1: Overløpets ulike deler /2/.

Dagens teknologi bygger på systematisk utprøving av ulike typer i lab skala utført i Storbritannia i 1980 årene /1/. NORVAR Prosjektrapport nr. 29/1993 /2/ benyttes i dag som underlag ved planlegging av regnvannsoverløp. Siden utgivelsen av NORVAR rapporten har arbeidet i Storbritannia blitt sluttført gjennom utprøving av anleggene i full skala /3/. I tillegg har et nytt tysk konsept blitt lansert /4/. For regulering av videreført vannmengde benyttes i stor utstrekning ulike typer virvelkammer /5/.

## 4.2 TYPISKE EGENSKAPER FOR ULIKE OVERLØPSTYPER

Tabell 1: Regnvannsoverløp som anses å tilfredsstillende kravet om "best tilgjengelig teknologi".

Overløps-type	Kommentar
Tverroverløp	Fast terskelhøyde, liten høydeforskjell innløp/utløp, prisgunstig.
Høyt sideoverløp	Variabel terskelhøyde, lav og lang terskel, spesielt godt egnet for store vannmengder og områder med lavtliggende kjellere, liten høydeforskjell innløp/utløp. Krever liten plass utover selve rørgrøften.
Virveloverløp med åpen virvel	Fast terskelhøyde, krever stor videreført vannmengde for å oppnå tilfredsstillende driftstabilitet, få anlegg i Norge, stor høydeforskjell innløp/utløp. For dimensjonering henvises til /2/.
Virveloverløp med lukket virvel (1)	Fast terskelhøyde, overløpets utløp for videreført vannmengde er ikke synlig/lett tilgjengelig fra bakkenivå. Stor høydeforskjell innløp/utløp. For dimensjonering henvises til /2/.
Virveloverløp med lukket virvel (2)	Variabel terskelhøyde. Lisensprodukt; dimensjonering utføres av leverandør /4/. Stor høydeforskjell innløp/utløp.
Virveloverløp med lukket virvel (3)	Lisensprodukt; dimensjonering utføres av leverandør /3/. Ingen anlegg i Norge. Stor høydeforskjell innløp/utløp.

Anmerkning: Terskelhøyden tilsvarer høydeforskjellen mellom bunn innløp og terskelnivået.

## 4.3 VALG AV OVERLØPSTYPE OG DIMENSJONERINGSPROSESS

- Etablering av rammebetingelser (4.4.1).
- Beregning av innløpsdiameter (4.4.2, 4.4.3).
- Valg av overløpstype (4.2, 4.4.4).
- Dimensjonering av overløpet (4.4.5, 4.4.6).
- Valg og dimensjonering av vannføringsregulator (4.5).
- Kontroll for selvrensing, maksimal oppstuvning, springflo, leggedyp og fallforhold, belastningsforhold (trafikk, oppdrift).
- Revurdering av løsning.

## 4.4 VALG OG DIMENSJONERING AV OVERLØPET

### 4.4.1 DIMENSJONERENDE RAMMEBETINGELSER

Før valg og dimensjonering av overløp må følgende rammebetingelser/forhold kartlegges:

#### Dimensjonerende videreført vannmengde

eller overløpets grensebelastning ( $q_{v,dim}$ ) tilsvarer videreført vannmengde når overløpet starter å avlaste. Denne grensebelastningen er avgjørende for hvor ofte overløpet trer i funksjon, overløpets driftstid, mengde- og forurensningsutslipp.  $q_{v,dim}$  fastlegges ut fra forurensnings- og kapasitetsmessige forhold i avløpssystemet og resipienten. Ut fra faren for tilstopping bør normalt grensebelastningen ikke være mindre enn 5 - 10 l/s (jfr. kap. 3; minste strømningstverrsnitt).

#### Dimensjonerende vannmengde mht partikkelavskilling ( $Q_{dim}$ )

legges til grunn ved dimensjonering av overløpet, eller sagt på en annen måte, bestemmer overløpets størrelse/dimensjoner.  $Q_{dim}$  tilsvarer ett års flom.

#### Dimensjonerende maksimal tilrenning til overløpet ( $Q_{max,dim}$ )

legges til grunn ved kontroll for maksimal oppstuvning/vannnivå i oppstrøms kum og dimensjonering av overløpets utløpskammer/ledning.  $Q_{max,dim}$  fastsettes med utgangspunkt i anbefalinger gitt i veileder i overvannshåndtering /6/ tilpasset lokale forhold.

#### Tørrværstilrenning/ selvrensing

Av driftstekniske hensyn er det ønskelig at avrenningen under tørrvær ikke overstiger kapasiteten til overløpets tørrværsrenne samtidig som avrenningen gir selvrensing /9/.

#### Følgende forhold må kartlegges:

- Laveste nivå oppstrøms kjeller.
- Dimensjonerende springflo/ flomnivå, eventuelt statistikk i resipient.
- Leggedyp/ fallforhold til eksisterende og nye ledninger.
- Belastning (mht. trafikk last).
- Grunnvannstand (mht. oppdrift).

### 4.4.2 BEREGNING AV OVERLØPETS INNLOPSDIAMETER

Dimensjoneringsprosessen starter ved fastleggelse av overløpets innløpsdiameter. Minste diameter på innløpsledningen beregnes etter følgende formel:

$$D_{min} = KQ_{dim}^{0.4} \quad (\text{Formel A})$$

Opprinnelig /1/ ble  $D_{\min}$  beregnet ut fra  $K = 0.815$  og  $Q_{\dim}$  tilsvarende en tilrenning basert på ett års flom. De britiske retningslinjene /3/ bygger på /1/ med supplerende kartlegging av avskillingsegenskapene til anlegg i full skala. Utover en generell oppjustering av  $K$  verdien tar retningslinjene /3/ hensyn til resipientens følsomhet (ønsket rensegrad) og forholdet mellom  $q_{v,\dim}$  og  $Q_{\dim}$  (ett års flom);  $K$  verdien i de britiske retningslinjene varierer i området 0.82 – 1.83.

Med utgangspunkt i at partikkelavskillende regnvannsoverløp er høyt belastede hydrauliske enheter og at dataene som legges til grunn ved dimensjonering ofte er svært usikre, foreslås  $K = 1.5$  og  $Q_{\dim}$  basert på ett års flom.

#### 4.4.3 OPPSTRØMS RETTSTREKNING

Partikkelseparasjonen innledes i den rette innløpsledningen.

Tabell 2: Anbefalt oppstrøms rettstrekning.

Avstand fra:	Lengde rettstrekning
45° - 90° bend	25 $D_{\min}$
15° - 45° bend	15 $D_{\min}$
5° - 15° bend	10 $D_{\min}$
Vannstandssprang	10 $D_{\min}$
Dimensjonsøkning	25 $D_{\min}$

#### 4.4.4 VALG AV OVERLØPSTYPE

Det vises til avsnitt 4.2.

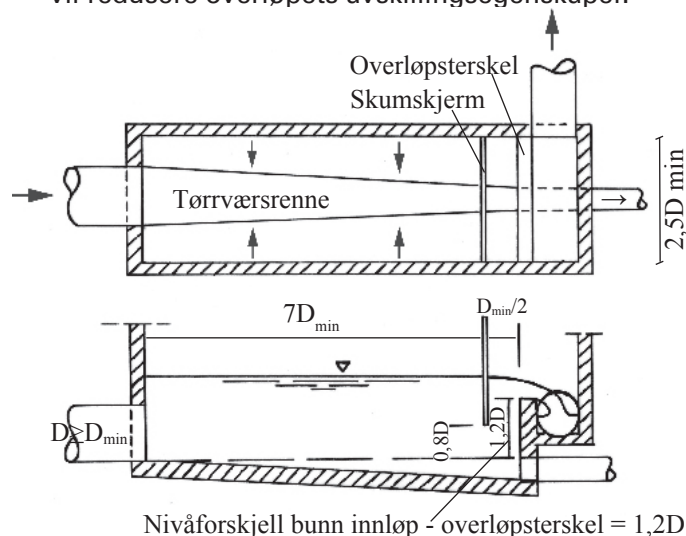
Følgende er basert på erfaringer med prefabrikerte løsninger. Med utgangspunkt i rammebetingelser (jfr. 4.4.1) foreslås følgende prosedyre:

1. Ut fra prishensyn er normalt tverroverløpet første valg. Dersom ikke rammebetingelsene kan tilfredsstilles, velges en annen overløpstype.
2. Virveloverløp med åpen virvel er neste valg. Terskelnivå i flukt med topp innløpsrør. Kun aktuelt for høy videreført vannmengde ( $q_{v,\dim} > 40 - 60$  l/s). Virveloverløp krever stor høydeforskjell mellom innløp og bunn utløp videreført vannmengde. For dimensjonering henvises til /2/.
3. Ved liten tilgjengelig høyde mellom innløp overløp og videreført ledning, er der nesten kun høyt sideoverløp aktuelt.
4. Ved stor nivåforskjell mellom innløp og terskel vil normalt kun virveloverløp med lukket virvel være aktuelt.

### 4.4.5 DIMENSJONERING AV OVERLØPET

#### 4.4.5.1 TVERROVERLØPET

Kammerets dimensjoner baseres på minste nødvendige diameter  $D_{\min}$  (formel A) eller den diameteren som velges, se figur 2. Terskelnivået anlegges 1.2D over bunn innløp. For installasjoner med oppstuvningsproblemer ved maksimal tilrenning kan terskelnivået senkes til 0.8D. Dette vil redusere overløpets avskillingsegenskaper.



Figur 2: Dimensjonering av tverroverløpet /2/.

Vannmengde i overløp estimeres ut fra følgende formel:

$$Q = 2/3 * C_D * B * (2g)^{1/2} * (H)^{1.5}, \text{ der (Formel B)}$$

$Q$  = vannmengde i overløp ( $m^3/s$ )

$C_D$  = vannføringskoeffesient m/skumskjerm

$B$  = terskelbredde (m)

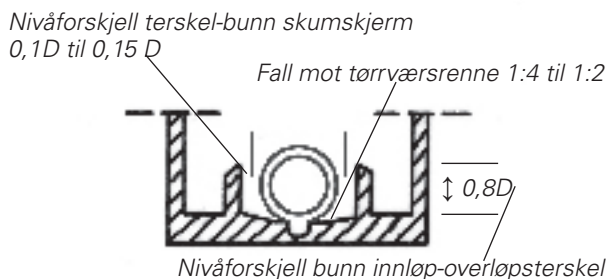
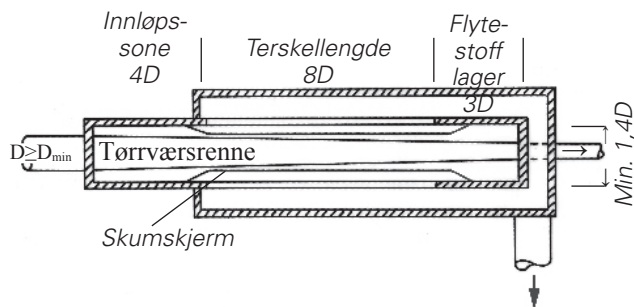
$g$  = tyngdens gravitasjon ( $m/s^2$ )

$H$  = vannivå over terskel (m)

$C_D$  avhenger av terskelgeometri; smal terskel gir høyere  $C_D$  enn bred og avrundet terskel som gir høyere  $C_D$  enn spiss. /3/ oppgir at  $C_D$  ligger i området 0,61-0,67 (avhenger av terskelutformingen).

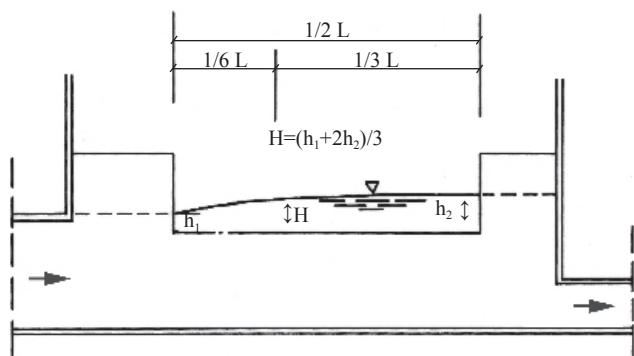
#### 4.4.5.2 HØYT SIDEOVERLØP

Kammerets dimensjoner baseres på minste nødvendige diameter  $D_{\min}$  (formel A) eller den diameteren som velges (figur 3). Ved behov kan terskellengden forlenges utover 8D eller eventuelt terskelhøyden heves utover 0.8D. For anlegg med liten plass utover rørgrøftens bredde kan ensidig høyt sideoverløp velges. Tosidig sideoverløp gir noe bedre partikkelavskilling enn ensidig.



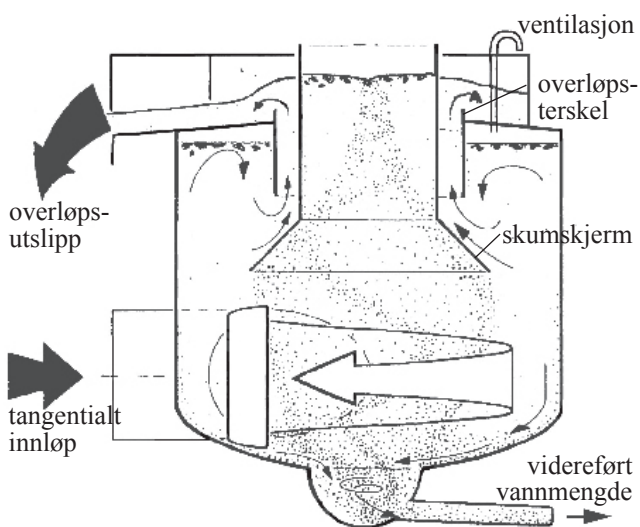
Figur 3: Dimensjonering av høyt sideoverløp /3/.

Strømningen i overløpskammeret er underkritisk og stiger svakt mot utløpet. For estimering av vannmengde i overløp benyttes formel B med tilsvarende verdi for  $C_D$  som tverroverløpet. Vannnivået  $H$  beregnes som vist i figur 4.



Figur 4. Høyt tosidig sideoverløp. Vannnivå. ( $L$  representerer total terskellengde).

#### 4.4.5.3 VIRVELOVERLØP MED LUKKET VIRVEL (2)



Figur 5. Virveloverløp med lukket virvel (2).

Virveloverløpet markedsføres i Norge som et lisensprodukt. Dimensjonering av overløpet gjøres av den norske leverandøren. Overløpet er utviklet for et kammerdiameter ( $D_k$ ), høyde forhold  $D_k/H$ ; 1.0 – 3.0, der  $H$  er nivåforskjellen mellom bunn innløpsledning og terskelen.

Dette virveloverløpet er spesielt godt egnet i kombinasjon med avløpspumpestasjon /7/.

#### 4.4.6 DIMENSJONERING AV UTLØPSLEDNINGEN

Det er ønskelig at vannivået i utløpskammeret står over terskelen ved  $Q_{\max, \dim}$ . Vannnivået er avhengig av kapasiteten til utløpsåpningen fra utløpskammeret og kapasiteten til utløpsledningen. Kapasiteten kan enten være styrt av forholdene ved innløpet til utløpsledningen (innløpskontroll) eller nedstrøms anlegg som en helhet (utløpskontroll). Ved innløpskontroll er kapasiteten en funksjon av:

- rørdiameter
- innløpets (utløp fra utløpskammeret) geometri/ utforming
- vannstanden ved innløpet

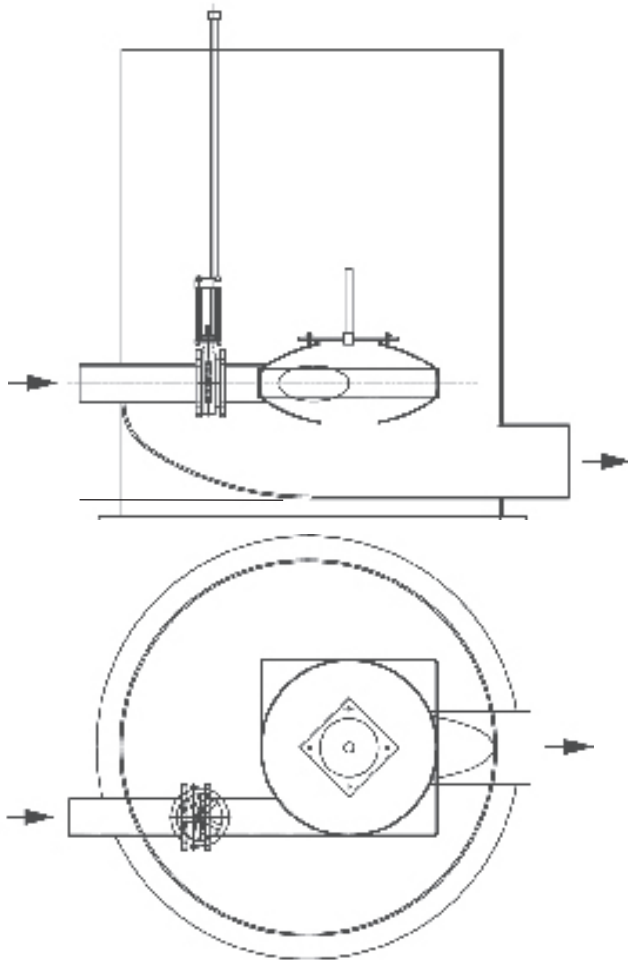
Innløpskontroll er nærmere omtalt i /8/. Tabell 3 viser overslagsberegninger av kapasiteten for frispeilstrømming (ikke dykket utløp) og innløpskontroll.

Tabell 3: Overslagsberegninger av kapasiteten ved frispeilstrømming og innløpskontroll /8/.

Utløps diameter (mm)	Kapasitet (l/s)
300	67
400	135
500	232
600	361
800	726
1000	1240
1200	1940

#### 4.5 VALG OG DIMENSJONERING AV VANNFØRINGSREGULATOR

Det henvises til funksjonskravene, kap. 3. Ut fra typiske norske rammebetingelser med små videreførte vannmengder ( $q_{v, \dim} < 50$  l/s) velges vanligvis regulatorer basert på virvelkammerprinsippet. Det finnes virvelkammer som dekker de fleste behov innen avløpsteknikken. Normalt vil enhver installasjon være unik slik at ethvert kammer representerer en skreddersydd løsning.



Figur 6: Virvelkammer montert i kum nedstrøms overløpet.

Virvelkammerets hydrauliske karakteristikk representerer sammenhengen mellom videreført vannmengde og trykkehøyden ved kammerets innløp; videreført vannmengde som funksjon av trykkehøyden. Ut fra faren for tilstopping har kammerets innløpsdiameter, dyseåpning, høydeforskjell mellom utløp og virvelkammer og bunn renne spesiell driftsmessig interesse.

Videreført vannmengde for strupet utløp estimeres ut fra følgende formel:

$$q_v = C_v A (2g * H_v)^{1/2} \text{ (Formel C)}$$

$q_v$  = videreført vannmengde (m<sup>3</sup>/s)  
 $C_v$  = vannføringskoeffesient  
 $A$  = strømningsstverrsnitt (m<sup>2</sup>) for strupet utløp  
 $g$  = tyngdens gravitasjon (9.81 m/s<sup>2</sup>)  
 $H_v$  = nivåforskjell mellom senterlinje for strupet utløp og terskelnivå (m)

$q_v$  estimeres ut fra et strupet utløp A tilsvarende D-150 mm,  $C_v = 0.6$  og den aktuelle terskelhøyden  $H_v$ . Dersom beregnet  $q_v$  er mindre eller i samme størrelsesorden som  $q_v$  - dim kan strupet utløp være aktuelt.

Optimalt valg av mengderegulator forutsetter et nært samarbeide med leverandør av utstyret.

## 4.6 DRIFT

### 4.6.1 GENERELT

Ved arbeid på regnvannsoverløp er det viktig å være oppmerksom på de farer som kan oppstå og ta de nødvendige forhåndsregler. På gateplan må det tas hensyn til trafikken. Under bakkenivå er det risiko for forgiftning, mangel på luft/oksygen, eksplosjonsfare, smittefare og risiko for å skli og falle. Det henvises i den sammenheng til VA/Miljø-blad nr. 31, Sikkerhet i kummer.

Ved planlegging, bygging, inspeksjon, drift og vedlikehold av overløp er det av overordnet betydning at det legges til rette for at mest mulig av arbeidet kan utføres fra gateplan.

Driftsbehov og besøkshyppighet vil bl.a. være knyttet til avløpsvannets innhold av partikulært materiale som sand, grus, stein, tekstiler, plast, papir, pinner og fett mm, detaljutforming og resipientens følsomhet. Siktemålet bør være at det etter en innkjøringsperiode etableres rutiner tilpasset kommunens øvrige driftsopplegg og det enkelte overløps behov og resipientforhold.

### 4.6.2 RUTINEBESØKET

Primær oppgaver ved rutinebesøket:

- Kontrollere at overløpet fungerer etter hensikten.
  - Utføre arbeide som er nødvendig for at overløpet skal fungere etter hensikten.
  - Innhente informasjon som grunnlag for oppgraderingstiltak og kartlegging av forureningsutslipp (føring av driftsjournal).
- I forbindelse med føring av driftsjournal er følgende av spesiell interesse;
- Endringer siden forrige besøk; tilstopping, olje, spesiell lukt, overløpsdrift mm.
  - Eventuell kort vurdering av årsaksforhold.
  - Registrere hva slags arbeid som er utført og hvor lang tid som har gått med og eventuelt arbeid som gjenstår.

Rutinebesøket har kun begrenset verdi dersom ikke de utførte registreringene aktivt utnyttes.

### 4.6.3 ARBEID UNDER BAKKENIVÅ

Etter at kumlukk el. over nedstigningshalsen(e) er løftet til siden venter man med nedstigning inntil det har skjedd en nødvendig utlufting. Hvor lang tid dette tar er avhengig av hvordan det er lagt tilrette for ventilasjon og sannsynligheten for at det kan være giftige eller eksplosive gasser mm. i avløpssystemet, se VA/Miljø-blad nr. 31.

Det benyttes utstyr for oksygenmåling samt registrering av giftige og eksplosive gasser. Ved spyling under bakkenivå må friskluftmaske benyttes.

Ved behov spyles de deler av overløpet og ev. registreringsutstyr der det har samlet seg papir, filler, slam el.l. Opprensning i forbindelse med

tilstopping er den arbeidsoperasjonen som utsetter driftspersonellet for den største risikoen. For at driftspersonellet ikke skal utsettes for sprut og dermed innånding av kloakkgasser og giftige gasser bør det kreves at mengderegulatoren/virvelkammeret utstyres med avstengningsventil med forlenget spindel for betjening fra bakkenivå.

Ved tilstopping i virvelkammeret må følgende prosedyre følges:

- Ventilen stenges fra gatenivå.
- Virvelkammerets inspeksjonsluke el. åpnes og fremmedlegeme fjernes.
- Inspeksjonsluken lukkes.
- Ventilen åpnes fra bakkenivå.

#### 4.6.4 NÅR TILSTOPPING ER ET PROBLEM?

For overløp der tilstopping er et problem bør bl.a. følgende tiltak vurderes:

- Ved mye mye fett og tørkepapir el. søkes problemet løst ved kilden.
- Ved mye pinner el.; tette kumlokk vurderes
- skarpe kanter spesielt i forbindelse med overløpets bunnutløp avrundes/ fjernes.
- Kontakte leverandør av virvelkammer.

Henvisninger:		Utarbeidet:	mars 2007	Miljø- og Fludieteknikk AS
/1/	<i>A Guide to the Design of Storm Overflow Structures. Report no. ER304E, WRc, April 1988</i>	Revidert:		
/2/	<i>Regnvannsoverløp. NORVAR rapport nr. 29/1993</i>	/6/		<i>Veileder i overvannshåndtering, NORVAR rapport nr. 144/2005</i>
/3/	<i>Guide to the Design of Combined Sewer Overflow Structures. Report FR 0488, FWR, November 1994.</i>	/7/		<i>Ny teknologi, tre fluer i ett smekk. Kommunalteknikk nr. 3, 2000.</i>
/4/	<i>Experiences with Vortex Separators for Combined Sewer Overflow Control. Wat. Sci. Tech. Vol. 27, No. 5-6, pp 93-104, 1993.</i>	/8/		<i>VA/Miljø-blad nr. 64, Bekkeinntak med innløpskontroll. Dimensjonering og utforming.</i>
/5/	<i>Overløp på avløpsnett, hydraulisk kontroll og mengdemåling i fokus. Vann nr. 1/93.</i>	/9/		<i>Sjølvreising og spyling av avløpsledninger. NTNf Brukerrapport 9/88.</i>