

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN.

Dimensjonering av kloakkrenseanlegg
ved militærforlegning Rustan i Asker.

O - 172.

Saksbehandler: siv.ing. Terje Simensen.

Forutsetninger: -

Antall mennesker = 150
 Vannforbruk = 250 l/ind. døgn.
 Faktor for maksimal timebelastning = 2,5 (settes relativt høyt p.g.a. at feltet er lite og sterkt konsentrert).

Infiltrasjonsvann = 10 % av midlere vannføring.

Spesifik BOD₅-belastning = 70 g/ind.døgn.

Tak- og drainsvann føres utenom anlegget.

Beregnete forureningsmengder: -

Midlere vannføring

$$= \frac{250 \times 150 \times 1,10}{1000} = 41,25 \text{ m}^3/\text{døgn.}$$

Maksimal vannføring

$$= \frac{250 \times 150 \times 2,5}{1000} = 94 \text{ m}^3/\text{døgn.}$$

Midlere BOD₅-belastning

$$= \frac{150 \times 70}{1000} = 10,5 \text{ kg/døgn.}$$

Midlere BOD₅-konsentrasjon i råvannet

$$= \frac{10,5 \times 10^6}{150 \times 250} = 280 \text{ mg/l.}$$

Prosessdimensjonering av luftningskammer: -

Ifølge forsøk i Sveits og Tyskland synes det som om de mest utslaggivende faktorer ved høybelastede aktiverte-slamlegg er 1) den hydrauliske rombelastning R_h (eller oppholdstid) og 2) slamkonsentrasjonen i luftningskammeret.

For vanlig kloakkvann med BOD₅-konsentrasjon lavere enn 300 mg/l, kan man for å oppnå 85 - 95 % rensing, benytte en hydraulisk rombelastning på 10 - 20 m³/m³.døgn.

For en mellom-gradig rensing, altså 60 - 80 % rensing vil man kunne øke rombelastningen til 20 - 50 m³/m³.døgn.

De høyeste tallene må her antas å gjelde for relativt store anlegg hvor driftsforholdene er mer konstante enn i et lite anlegg.

Vi finner det således riktigst å benytte en rombelastning på omlag $10 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{døgn}$ ved den midlere vannføringen, mens man således ved den maksimale vannføringen oppnår ca. $20 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{døgn}$.

Det nødvendige volum av luftningskammeret vil således være

$$V = \frac{41,25 \text{ m}^3/\text{døgn}}{10 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{døgn}} = 4,125 \text{ m}^3$$

Som en ekstra sikkerhet velger vi $V = 5 \text{ m}^3$.

Ved midlere vannføring er

$$R_n = \frac{41,25 \text{ m}^3/\text{døgn}}{5 \text{ m}^3} = 8,25 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{døgn}.$$

Ved maksimal vannføring er

$$R_n = \frac{94 \text{ m}^3/\text{døgn}}{5 \text{ m}^3} = 19 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{døgn}.$$

Den biologiske belastningen R_b vil være

$$R_b = \frac{10,5,5 \text{ kg/døgn}}{5 \text{ m}^3} = 2,1 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{døgn}.$$

Hvilket ligger i det området hvor man har god erfaring fra forsøksanlegg.

M.h.t. fastsettelse av slamalderens tallverdi finner men divergerende resultater fra forsøk i USA og Tyskland.

Vi finner det imidlertid riktigst å benytte oss av de tyske tallene da disse er mest i overensstemmelse med de størrelsene som er fastsatt foran.

Slamalderen blir således oppgitt til 0,5 - 1,5 ved fullgradig rensing, mens man ved mellomgradig rensing benytter området 1 - 2,5.

Vi benytter 0,6 for å oppretholde en høy slamkonsentrasjon i luftningskammeret.

Mengde tørrstoff i luftningskammeret skal da være

$$\frac{10,5 \text{ kg/døgn}}{0,6} = 17,5 \text{ kg}$$

hvilket tilsvarer

$$\frac{17,5 \times 10^3}{5} = \underline{\underline{3500 \text{ mg/l}}}.$$

For ikke å senke oppholdstiden i luftningskammeret for sterkt beregner vi mengde returslam til 100 % av den midlere kloakkvannføringen. Mengden returslam bør på den annen side ikke være lavere da det betinger en for lang oppholdstid på slamet i sedimenteringstanken. (Med 100 % returslam vil slamkonsentrasjonen i dette være 7000 mg/l.)

Oppholdstiden i luftningskammeret blir følgende

Ved midlere vannføring

$$\frac{5 \times 24}{41,25 \times 2} = 1,45 \text{ timer}$$

Ved maksimal vannføring

$$\frac{5 \times 24}{41,5+94} = 0,89 \text{ timer.}$$

Dimensjonering av anlegg: -

A. Luftningskammer:-

Med 5 m³ volum i luftningskammeret benytter vi en vannhøyde på 2,5 m. Dette gir oss en innvendig diameter av kumringer på 1.6 m.

Holder vi samme horisontale tverrsnitt utenfor som innenfor plastsjermen vil diameteren av denne bli 1,1 m.

Skjermen dykkes 0,3 m under vannoverflaten og sette i en avstand av 0,4 m fra bunnen.

Bunnen av tanken avrundes ut mot siden for å gi bedre strømningsforhold.

B. Sedimenteringstank: -

Tanken beregnes for en oppstrømningshastighet på 2,5 m/h ved maksimal vannføring.

Dette gir oss en tankoverflate på

$$\frac{103/24 \text{ m}^3/\text{time}}{2,5 \text{ m}/\text{time}} \approx 1,75 \text{ m}^2$$

hvilket tilsvarer kumringer med innvendig diameter 1,5 m.

Oppstrømningshastigheten ved midlere vannføring er

$$\frac{41,25/24 \text{ m}^3/\text{time}}{1,75 \text{ m}^2} \approx 1 \text{ m}/\text{time}$$

Dybden settes til 2,5 m.

C. Pumpe for returslam: -

Pumpen bør ha en kapasitet på 0,5 l/sek. Samtidig som trykkehøyden settes til 0,2 m.

D. Konsentrasjonstank: -

Ifølge forsøk med høybelastede anlegg i Sveits angis det spesifikke volum av overskuddsslam til 12 - 16 l pr. m³ kloakkvann. Da man under disse forsøkene stort sett har arbeidet med lavere BOP₅-konsentrasjoner i råvannet gnn vår beregnete verdi på 280 mg/l benytter vi 16 l/m³ som beregningsgrunnlag.

Vi vil således få $41,25 \times 16 = 660$ l slam pr. døgn.

Antar vi maksimalt én ukes lagring av slam i konsentrasjonstanken vil vi trenge et lagringsvolum på

$$\frac{660 \times 7}{1000} = 4,5 \text{ m}^3$$

I tillegg til slamvolumet trenges det et sedimenteringsvolum på 1,5 m³.

En 6 m³ tank av kumringer med innvendig diameter 1,5 m gir en dybde på 3,5 m.

Slamvannet føres tilbake til innkommende kloakkledning. Volumet av konsentrasjonstanken vil imidlertid bestemmes av den lagringstiden man fordrer for slamet.

E. Utråtningsstank: -

Utråtningsstanken dimensjoneres etter 100 l utråtningsvolum pr. individ. Dette gir et volum på 15 m³. Benytter man kumringer Ø 2,4 m blir dybden 3,5 m.

For å oppnå tilstrekkelig høydeforskjell mellom vannstand i konsentrasjonstank ved overføring av slam vil det være nødvendig å pumpe slamvann fra råtnetanken ved hjelp av egen pumpe.

Alternative løsninger: -A. Luftningskammer og sedimenteringstank: -

Ved å slå luftningskammeret og sedimenteringstanken sammen i én konstruksjon som vist på vedlagte skisse vil man antageligvis oppnå en billigere løsning samtidig som man går utenom problemet med å pumpe returslam.

Den mengden som skal pumpes vil utelukkende utgjøres av vann inneholdene overskuddsslam, og pumpen må dimensjoneres for 0,4 l/sek.

I tillegg til konstruksjonen på vedlagte skisse vil man også i dette tilfelle kunne benytte konsentrasjons- og slamutråtningsstank som betegnet foran.

B. Konsentrasjonstank og råtnetank: -

Hvis man istedenfor mammutpumpe velger å bruke elektrisk drevet pumpe for å befordre overskuddsslammet fra sedimenteringstanken kan man eventuelt slå konsentrasjons- og råtnetank sammen i én konstruksjon. Derved vil man ha tilstrekkelig høyde til enkelt å føre slam fra konsentrasjonstanken inn i råtnetanken og slamvann fra de to konstruksjonene tilbake til luftningsanlegget.

Beregning av oksygentilførsel: -

Som konklusjon av Dr. A. Pasveers mange forsøk med oksygentilførsel til aktiverte-slamanlegg kan man fastslå at oksygenopptagelsen vil være den begrensende minimumsfaktor.

Man benytter seg av uttrykket oksygeneringskapasitet (OK). Dette kan defineres som den mengde oksygen som opptas i vannet pr. tidsenhet ved en temperatur 10 °C og barometerstand 760 mm når vannets oksygenkonsentrasjon er null.

Vi kan således sette $OK = g \text{ O}_2 / \text{m}^3 \cdot \text{time}$.

Forutsatt at den hydrauliske roebelastningen ikke er for stor vil forholdet

$$\frac{OK \text{ (g O}_2 / \text{m}^3 \cdot \text{time)}}{R_b \text{ (g BOD}_5 / \text{m}^3 \cdot \text{time)}}$$

være utslagsgivende for anleggets evne til å oksydere organisk stoff.

I Wuhrmanns forsøk var forholdet

$$\frac{OK}{R_b} = 0,23 \text{ ved } 82 - 83 \% \text{ reduksjon av BOD}_5$$

mens Pasveer under noenlunde samme driftsbetingelser benytter seg av

$$\frac{OK}{R_b} = 2,06 \text{ og oppnådde } 95 \% \text{ reduksjon.}$$

For konvensjonelle anlegg oppgis forholdet $\frac{OK}{R_b}$ å ligge i området 1,2 - 2.

Beregner vi anlegget for $\frac{OK}{R_b} = 2,25$ vil vi ha en tilstrekkelig stor sikkerhetsfaktor for det forsøksanlegg.

Med en midlere belastning på 2100 g BOD₅/m³·døgn får vi

$$OK = 2,25 \times 2100 = 4725 \text{ g O}_2 / \text{m}^3 \cdot \text{time.}$$

Iflg. tidligere forsøk ved vårt laboratorium vil vi oppnå en oksygenopptagelse på 1,85 g ved luftinnblåsning gjennom perforerte rør med hull diameter 2 mm på et dyp av 0,95 m. Dette ble beregnet for en oksygenkonsentrasjon i kloakkvannet på 3 mg/l.

Vi må imidlertid regne med en noe lavere prosentvis opptagelse p.g.a. mindre innblåsningsdyp (0,80 m) og setter

$$p = 1,75 \%$$

Hvis 1 m³ luft inneholder 280 g O₂ og den tilførte luftmengde er Q m³/min har vi

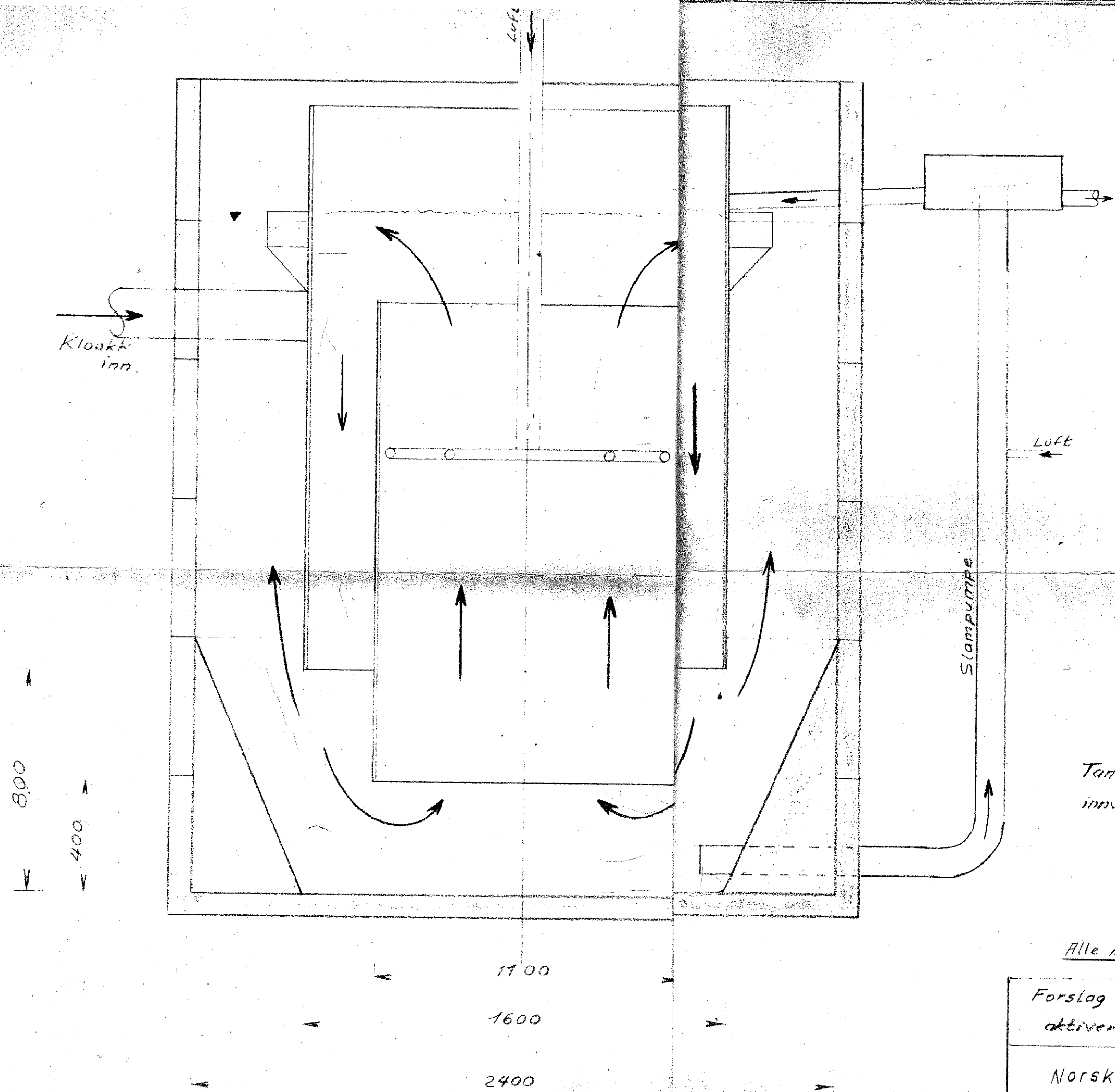
$$\frac{Q \times 280 \times 60 \times 0,0175}{5} = 197 \text{ g O}_2 / \text{m}^3 \cdot \text{time.}$$

$$Q = \frac{5 \times 197}{280 \times 60 \times 0,0175} = 3,35 \text{ m}^3 \text{ luft/min.}$$

Vi setter

$$Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{min}$$

og har da 2,5 l luft/sek for eventuelt bruk til vannutpumpe.



Tanken lages av siloringer
 innv. diam 2,40 m. 50cm høye.

Alle mål i mm.

Forslag til høybelastet aktivt slambelegg.	M=	Oslø 1 aug. 1959
	1:10	Tegnet L. Rønt.
Norsk Institutt for Vannforskning		Erstat. for
Siv. ing. T. Simonsen		