

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

0 - 191.

Rensing av Lilleelva, Porsgrunn.

Saksbehandler siv.ing. Terje Simensen,
mars 1960.

INNLEDNING.

Fra Slottsbru til Storelva har Lilleelva et kanalformig løp. Vannføring kan både om sommeren og vinteren bli ganske liten. Da kanalløpets tverrsnitt er relativt stort, blir strømningshastigheten undertiden meget liten. Vannforholdene er ellers noe kompliserte, da flo og fjære gjør seg gjeldende helt til Slottsbru. På grunn av dette vil vannet tildels pendle frem og tilbake i dette elvestykket.

En rekke kloakker fra Gjerpen, Eidanger og Porsgrunn kommuner føres ut i denne del av Lilleelva. Idag slippes det ut kloakkvann fra ialt ca. 2200 personer. Denne belastning overstiger langt det elven kan ta imot. Elvevannet har et grått og kloakklignende utseende. I den varme årstid har det fra vannet vært en betydelig stank som har genert fastboende og folk som ferdes i elvens nærhet.

Luktulempene har sin enkle forklaring: De organiske stoffer i kloakkvannet blir nedbrutt ved hjelp av mikroorganismer. Til nedbrytningen brukes oksygen som finnes oppløst i vannet. I Lilleelva er det så meget organisk stoff at dette oksygenet blir brukt opp, derfor har den oksygenfrie forråtnelsesprosess tatt til. Det er denne prosess som fører til luktulemper. Den oksygenmengde som opptas gjennom vannoverflaten er altfor liten til å endre disse forhold.

Den naturligste måte å rette opp forholdene på vil være å tilføre vannet oksygen ved hjelp av kunstige inngrep.

Oksygentilførselen kan skje på to måter:

- I. Ved tilførsel av trykkluft til deler av vannmassen.
- II. Ved mekanisk innblanding av luft på overflaten.

Ad. I.

Ved innblåsing av luft i vannmassen vil disse bringes i bevegelse og oksygenopptagelsen

økes som følge av at oksygenfattig bunnvann bringes til overflaten.

I tillegg vil en del av oksygenet i luften som blåses inn i vannet løses i vannmassen.

For å kunne vite noe om den effekten man oppnår ved å benytte trykkluft, er det nødvendig å foreta visse overslagsberegninger for oksygenhusholdningen i vassdraget.

Det daglige biokjemiske oksygenforbruk (BOF_5) for kloakkvannet som slippes ut i elven kan anslåes til 275 kg O_2 /døgn.

Dette totalbehovet må, hvis man vil opprettholde aerobe forhold, dekkes av oksygentilførsel fra vannoverflaten og luften som blåses inn i vannet.

Under turbulente strømningsforhold kan oksygentilførselen fra overflaten settes til ca. 12 g O_2/m^2 og døgn. Med en totallengde fra vassdraget på 2000 m og en midlere bredde på 10 m er overflaten 20 000 m^2 .

Oksygentilførselen er således

$$\frac{20000 \times 12}{1000} = 240 \text{ kg } \text{O}_2/\text{døgn}.$$

Oksygenmengden som løses fra luften som blåses inn i vannet kan beregnes som 1 - 1½% (beregnet for en hulldiameter = 1,25 mm) av den oksygenmengden som finnes i luften. En m^3 innblåst luft vil således kunne tilføre vassdraget omlag 3,5 g O_2 .

Med en total luftmengde på 30 m^3/min tilføres vassdraget

$$30 \times 60 \times 24 \times 3,5 / 1000 = 150 \text{ kg } \text{O}_2/\text{døgn}.$$

Som følge av disse overslagene vil man tilføre vassdraget 390 kg O_2 /døgn, mens behovet er 275 kg O_2 /døgn.

Nå vil imidlertid oksygenbehovet variere sterkt fra et sted i vassdraget til et annet som følge av konsentrerte kloakkutslipp. Dette medfører at oksygentilførselen bør intensiveres på de sterkest belastede steder i elven.

Luftinnblåsingen kan tenkes utført etter to ulike prinsipper:

A. Kompressor for forsyning av luft til hele elvestrekningen plasseres noenlunde på det sted hvor hovedkloakk fra Eidanger kommune munner ut i Lilleelven.

Trykklufta føres oppover og nedover vassdraget i en polyetylen-slange som legges på bunnen og midt i elveleiet.

På de steder hvor man har behov for luftinnblåsning perforeres plastslangen med et nødvendig antall hull. Med et lufttrykk i slangen på 2 kg/cm^2 vil et hull med diameter 1,25 mm gi 28 l luft/min. (Som bilag følger en kurve som angir hvilke luftmengder et hull med diameter 1,25 mm vil gi ved høyere trykk i slangen. Dette er med henblikk på det tilfellet at kommunene vil kunne benytte sitt eget materiell som arbeider med et trykk på 7 kg/cm^2).

På grunnlag av oppgave over kloakkutslipp er følgende program valgt for konsentrering av innblåsning:

For nedre del av vassdraget (målt fra Eidangers utslipp)

På de første 200 m	brukes 1 hull pr. 1 m.
" " neste 430 "	" " " " 3 m.
" " " 200 "	" " " " 1 m.
" " " 300 "	" " " " 3 m.

Dette gir oss en nødvendig luftmengde på $18 - 20 \text{ m}^3/\text{min}$.

For øvre del av vassdraget (målt fra Eidangers utslipp)

På de første 900 m	perforeres røret ikke.
" " neste 350 "	brukes 1 hull pr. m.

Dette gir oss en nødvendig luftmengde på ca. $10 \text{ m}^3/\text{min}$.

Trykktap i rørledninger: -

For nedre del

De første 200 m:

20 m³ luft pr. min. i 4" ledninger gir 1,7 m trykktap.

De neste 430 m:

13 m³ luft pr. min. i 4" ledning gir 1,7 m trykktap.

De neste 200 m:

9 m³ luft pr. min. i 3" ledning gir 1,3 m trykktap.

De siste 300 m:

3 m³ luft pr. min. i 2" ledning gir 2,0 m trykktap.

Totalt trykktap for ledning i nedre del av elven er 6,7 m.

For øvre del

10 m³ luft pr. min. i 4" ledning gir 2,5 m trykktap.

Omkostningsoverslag: -

Røromkostninger

1880 m 4" a kr. 24,- = kr. 45.150,-

200 m 3" a kr. 14,50= " 2.900,-

300 m 2" a kr. 6,75= " 2.000,- Kr. 50.050,-

Belastning av rørledninger

500 stk. betongklosser

30 x 30 x 20 cm a kr. 2,50 " 1.250,-

Oppboring av hull i rørledning

1000 stk. hull a kr. 0,50 " 500,-

Legging av ledning " 1.500,-

Kompressor

Kompr. AA33 Atlas Copco

Kap. 28,4 m³/min. ved 2 kg/cm²

Kraftbehov 88 Kw kr. 55.000,-

Opprigging + overdekning " 2.500,- " 57.500,-Totalomkostninger for anleggstype A Kr. 110.800,-

B. Kompressor plasseres på samme sted som under pkt. A.

Trykkluften føres oppover og nedover vassdraget i hurtigkoplingsrør som legges på elvebredden.

På de steder hvor luftinnblåsingen skal skje (etter samme program som for anleggstype A) tas de nødvendige luftmengder ut gjennom anboringer på tilførselsrøret. Fra anboringen føres luften gjennom $\frac{1}{2}$ " polyethylenslanger midtveis ut i elveleiet. Man kan enten anordne en anboring for hvert enkelt uttak eller kople flere plastslanger på samme anboring.

Enden av hver plastslange tettes, og det bores et hull med diam. 1,25 mm..

Ved å sette inn spesielle grenstykker med 1" uttak mellom annet hvert hurtigkoplingsrør kan man også tenke seg å konsentrere luftinnblåsingen for hver 6. eller 12. m.

Dimensjonene på tilførselsledningen blir å velge som for anleggstype A.

Omkostningsoverslag:-

Røromkostninger

1880 m 4" a	kr. 18,70 =	kr. 35.200,-	
200 m 3" " "	14,50 =	" 2.900,-	
300 m 2" " "	7,65 =	" 2.300,-	
Legging av rør	"	<u>2.500,-</u>	Kr. 42.900,-

Anboringer på hovedledning

700 stk. 4" klemmer a	kr. 23,60 =	kr. 16.500,-	
200 " 3" " "	" 19,50 =	" 3.900,-	
100 " 2" " "	" 14,80 =	" 1.480,-	
Arbeidsomkostninger	"	<u>3.500,-</u>	" 25.380,-

$\frac{1}{2}$ " plastslange for avgreninger

1000 antall avgreninger a 5 m		
5000 m a kr. 1,36	kr. 6.800,-	
1000 stk. 1" - $\frac{1}{2}$ " overgangs-		
nipler a kr. 1,32	" 1.320,-	
Arbeidsomkostninger	" 2.000,-	Kr. 40.120,-

Kompressor

kompr. AA33 Atlas Copco		
kap. 28,4 m ³ /min. ved 2 kg/cm ²	kr. 55.000,-	
kraftbehov 88 Kw		
Opprigging og overdekning	" 2.500,-	" 57.500,-

Totalomkostninger for anleggstype B

Kr. 135.900,-
~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

Leie av kompressorer fra Atlas Copco: -

Av mobile kompressorer til utlån finnes 2 stk.

14,2 m³/min. ved 2 kg/cm² a kr. 3.685,- pr. und.

Leie av 2 stk. kompr. i 5 und.

Kr. 36.800,-
~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~Ad II.

For innpiskning av luft i vann er det i mange år benyttet såkalte Kessenerbørster i kloakkrensaneanlegg. I løpet av de siste årene er det gjennomført utstrakte forsøk for å komme frem til en børstetype med større effektivitet enn de opprinnelige.

Av nyere konstruksjoner produseres det idag såkalte "Kåfig"-rotorer ved Passavant-verkene i Tyskland. Disse benyttes i stor utstrekning for oksygentilførselen i oksydasjonsdammer, og vil eventuelt kunne anvendes under forhold som de man har i Lilleelva.

Rotoren har en diameter på 0,7 m, en effektiv lengde på 3 m og arbeider med en neddykning i vannet på 8 - 30 cm ved 70 - 100 omdr./min.

I tillegg til å gi en oksygenanrikning vil rotoren overføre kinetisk energi til vannet slik at man oppnår gode strømningsforhold i overflaten. Ved å plasere flere rotorer nedover i vassdraget, vil man oppnå å få en utskiftning av bunnvannet i området omkring rotoren.

Antar vi å gi rotoren en neddykningsdybde = 16 cm ved et turtall på 70 omdr./min. vil en 3 m lang rotor gi 12,5 kg O₂/time.

En rotor vil således tilføre vassdraget 300 kg O₂/døgn.

Med en rotor vil man imidlertid oppnå en meget lokal oksygentilførsel, og man må derfor basere anlegget på å plasere 4 - 5 rotorer på ulike steder i elva.

Ved å montere rotoren med motor på flottorer vil man være uavhengig av variasjoner i vannstand og vil likeledes ha mulighet for å plasere rotorene på de stedene i elven hvor man til enhver tid har behov for dem.

Ømkostningsoverslag: -

5 stk. "kåfig"-rotorer 3 m lang med elektrisk motor a kr. 12.000,-	kr. 60.000,-
5 stk. bærerammer på flottorer å antatt pris kr. 5.000,-	" 25.000,-
Opprigging, samt nedslåing av pæler for forsyning	<u>" 5.000,-</u>
Anleggskostenninger	Kr. 90.000,- XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Med en 6 HK motor på hver rotor vil det totale kraftbehovet være ca. 22 Kw.

Bemerkninger:

Ved sammenligning av anleggstype A og B i alternativ I må type B antas å by på flere fordeler.

Anlegget må ansees som mer fleksibelt idet man kan anordne luftinnblåsningen på de steder man har behov for det, uten å måtte ta hovedledningen opp av vannet. Det betyr at man har lettere for å starte med en kortere ledningslengde for å se virkningen av luftinnblåsningen.

Dessuten vil et slikt anlegg kunne gi bedre anledning til å kontrollere eventuelle tilstopninger av de oppborede hullene. Med en hulldiameter på 1,25 mm og den vannkvaliteten man her opererer med er muligheten for tilstopning tilstede, men det er umulig å kunne forutsi noe om dette spørsmålet.

Med hensyn til bruk av rotorer er det verdt å presisere at disse vil overføre til vannet ca. 4 ganger så mye oksygen som en eventuell luftinnblåsning. Imidlertid vil denne oksygenanrikningen skje over kortere strekninger i elven. Som følge av den dårlige naturlige utskiftningen av vannmassen er det således meget vanskelig å forutsi om rotorene er istand til å tilfredsstille oksygenbehovet på ethvert sted i elven. Som nevnt tidligere må man her trolig flytte rotorene til de steder det til enhver tid er behov for dem.

Spørsmålet om hvorvidt man ved hjelp av de forannevnte innretninger vil kunne fjerne enhver luktulempe fra Lilleelva, kan ennå ikke besvares.

Med den belastning som Lilleelva har fått, er det en betydelig fare for at løpet vil kunne gro igjen. Denne fare er fortsatt til stede selv om luftingen virker etter sin hensikt.

På grunn av at det er vanskelig å forutsi virkningen av de forannevnte innretninger vil vi tilråde å benytte luftinnblåsningen over en kortere strekning eller anskaffe én rotor i første omgang.

De angitte omkostningsberegningene må betraktes som rene overslag.

Forholdet mellom luftmengde
og trykk ved hulldiameter 1,25mm.

