

Ventilasjon og energiforbruk på renseanlegg

Av Tor Ous Neple

Tor Ous Neple er siv.ing. og ansatt som fagsjef hos
Siv.ing. Gaute Flatheim A/S.

VENTILASJON OG ENERGIFORBRUK PÅ RENSEANLEGG

Ventilasjonen i en hel rekke norske kloakkrenseanlegg fungerer dårlig. Samtidig er energiforbruket unødig høyt. De aller fleste anleggene har luftoppvarming uten varmegjenvinning.

Problemet med dårlig luftkvalitet har hele tiden blitt angrepet med å øke luftmengden uten at selve problemet prosess, ventilasjon har vært analysert. Dette har ført til en stadig øking av energiforbruket, svært ofte uten at ventilasjonen er blitt særlig bedre. For å bedre dette forholdet, satte NTNf's utvalg for drift av renseanlegg i 1980 i gang prosjektet «Ventilasjon av kloakkrenseanlegg». Resultatet ble utgitt som prosjektrapport 36/1982.

Undersøkelsen konkluderes med at god ventilasjon og lavt energiforbruk krever:

- gode spesifikasjoner
- krav til ytelser
- lukkede bassenger (så langt råd)
- «riktig» ventilasjon og oppvarming, («skreddersøm»)
- varmegjenvinning m.m.

Denne artikkelen presenterer enkelte av hovedpunktene i rapporten.

1. VENTILASJONS- OG OPP- VARMINGSINSTALLASJONENE SKAL SKAPE KOMFORTABLE FORHOLD

Komfortable forhold med tanke på ventilasjon og oppvarming er tilstede når installasjonene oppfyller følgende ønsker:

- noe som fjerner forurensninger og andre belastninger
- noe som ikke føles (trekk)
- noe som ikke høres
(— noe som ikke ses)
men heller ikke savnes.

Vi skal med andre ord kunne oppholde oss i et lokale uten å vite av at slike installasjoner finnes, men heller ikke vite at de ikke finnes.

For praktiske formål kan disse ønskene med tanke på ideell komfort oppfylles i større eller mindre grad. Men uansett ambisjonsnivå og muligheter, skal slike forhold være klarlagt på forhånd.

2. DIMENSJONERINGSKRITERIER MÅ FASTSETTES DERSOM INSTALLASJONENE SKAL GI DE FORUTSATTE YTELSE

For at ventilasjons- og oppvarmingsinstallasjonene skal fungere som forutsatt, må det settes opp dimensjoneringskriterier; dvs. data for

- ytre belastninger.
- indre belastninger (bassengflater, lufting, lukt, fuktighet etc.)
- ytelsler for installasjonene ved disse belastningene.

Dimensjoneringskriteriene må *tallfestes i målbare størrelser*. Dette er nødvendig for å kunne:

- dimensjonere, beregne installasjonene (VVS-rådgiveren)
- godkjenne installasjonene (SAT m.fl.)
- etterprøve, kontrollere installasjonene
- sikre byggherren den varen han er forespeilet.

Uten slike spesifikasjoner er det umulig å beregne/foreskrive nødvendige installasjoner, og kjøperen har ingen konkrete holdpunkter for hva han får. Hans oppfatning blir rent subjektiv, og ofte noe helt annet enn leverandørens eller rådgiverens oppfatning. Uttrykk som «fullt forsvarlig arbeidsmiljø» eller «fullklimatisering» er verdiløse, fordi de ikke er definert og derfor ikke kan kontrolleres/måles.

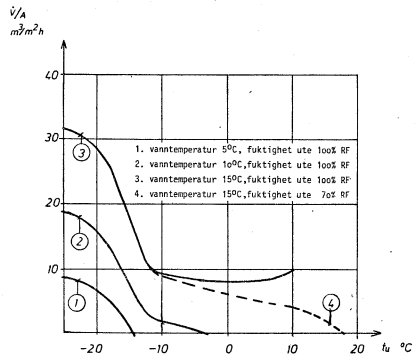
3. VENTILASJONSBEHOVET MÅ BEREKNES UT I FRA AKTUELLE BELASTNINGER OG YTELSER — LUFTVEKSLETALL MÅ IKKE BENYTTES

Når luftveksletall benyttes for beregning av ventilasjonsluftmengden bestemmes denne ene og alene av romvolumet. De aktivitetene og belastningene som foregår i de lokalene som skal ventileres får dermed ingen betydning for ventilasjonsluftmengden. Visstnok skjeles det grovt til slike forhold når luftveksletall vurderes, men takhøyde og romvolum blir likevel avgjørende i forhold til det reelle behovet.

Luftveksletall må derfor ikke benyttes ved beregning av ventilasjonsbehovet.

Ventilasjonsbehovet må beregnes ut i fra aktuelle krav til ytelsler, slik det er beskrevet i 2.

Som eksempel på dette viser fig. 1 ventilasjonsbehovet pr. m² fuktet flate som funksjon av utetemperatur for ulike væsketemperatur med «glidende» innetemperatur ned til 8°C. (Krav til ytelse er at det ikke skal kondensere på vindusflatene ved DUT, og 8°C romtemperatur). Dette blir bestemmende for ventilasjonsbehovet i tilfeller der fuktighet er kritisk. For renseanlegg vil ofte faktorer som fanghastighet over kar og lekkasjehastighet inn i kapslinger være bestemmende.



Figur 1.

Ventilasjonsbehov pr. m² fuktet flate som funksjon av utetemperatur ved ulike væsketemperaturer og glidende romtemperatur ned til 8°C ved DUT.

4. HØYHASTIGHET INNBLÅSING (FORTYNNINGSVENTILASJON) RØRER ALLE FORURENSNINGER RUNDT I LOKALET — BØR IKKE BENYTTES I LOKALER MED FORURENSNINGER

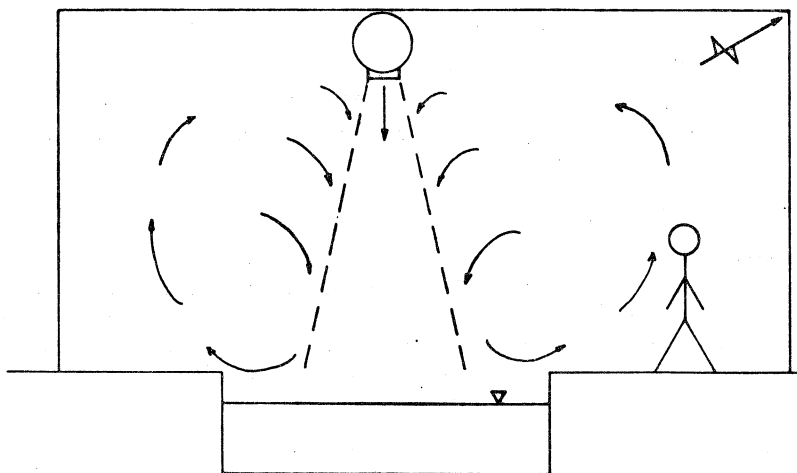
Luft som blåses inn i et lokale gjennom små åpninger med stor hastighet river med seg omgivende luft. Volumet i luft-

strålen vokser med avstanden fra innblåsningsåpningen samtidig som hastigheten avtar. Ufbredningsvinkelen er ca. 25°.

Et slikt innblåsningssystem rører derfor rundt all luft og alle forurensninger i et lokale og vi får det vi kaller fortynningsventilasjon. Denne ventilasjonsmetoden har vært tilnærmet enerådende frem til i dag. Men den er uegnet for, og bør ikke

benyttes i lokaler med forurensninger, f.eks. kloakkrensianlegg.

Fig. 2 viser et skjematisk eksempel på fortynningsventilasjon i et kloakkrensianlegg. Forurensninger (luft, aerosoler, bakterier etc.) ved overflaten av bassenget røres rundt i hele lokalet. I tillegg til dette øker avdampning og energiforbruk når luft hastigheten over væskeflaten er stor, og slike anlegg er belastet med trekk og støy.



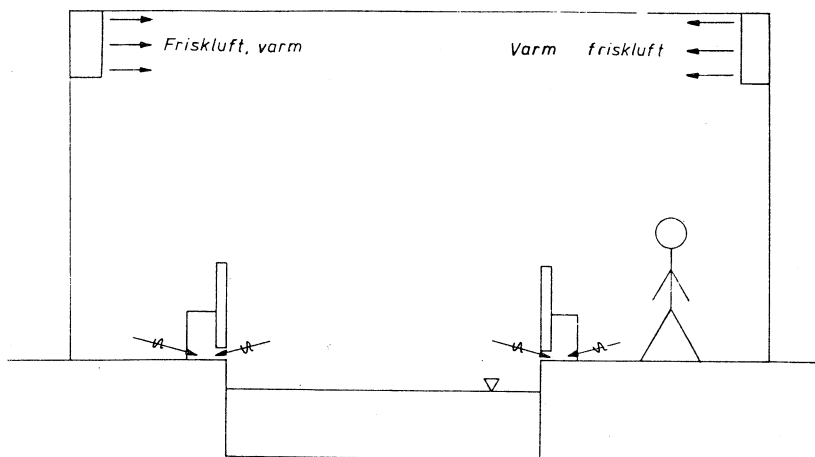
Figur 2. Høy hastighet luftinnblåsing (fortynningsventilasjon) rører om alle forurensninger og bør ikke benyttes i kloakkrensianlegg.

5. LAVHASTIGHET (DIFFUS) LUFTTILFØRSEL OG «SKREDDER-SYDDE» VENTILASJONS-INSTALLASJONER GIR GODE VENTILASJONSFORHOLD OG LAVT ENERGI FORBRUK

5.1 Basseng med randavsug og lavhastighet lufttilførsel ved taket

Fig. 3 viser en løsning som vil gi gode ventilasjonsforhold i oppholdssonen. Friskluften tilføres (isotermt eller med overtemperatur) med lav hastighet oppe ved taket. Avtrekk skjer gjennom spalter langs vaskeflaten, og langs gangbanene. Rekkverkene er tette.

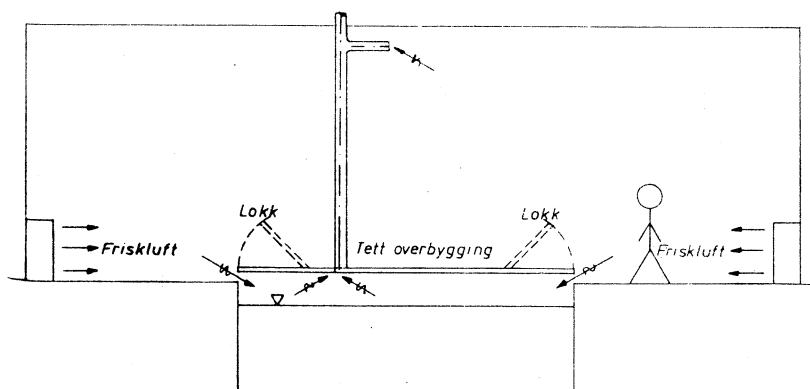
Friskluften vil strømme inn helt oppe ved taket og fortrenge lufta i lokalet ned



Figur 3. *Randavsug og lavhastighet lufttilførsel ved tak (isoterm eller overtemperatur) gir gode forhold i oppholdssonen.*

mot bassengflaten og gangbanene hvor den trekkes av. På denne måten legger vi et «luftlokk» på bassenget og hindrer spredning av forurensninger, lukt etc.

Nødvendig «fanghastighet» ved rekkverket for at lukt, bakterier etc. ikke skal unnslippe, vil bestemme ventilasjonsbehovet med en slik løsning. Ventilasjonsbehovet blir relativt stort, se 6.3.



Figur 4. *Overdekket basseng med avsug under lokket gir meget gode forhold med lave ventilasjonsluftmengder.*

5.2 Lukket basseng og lavhastighet lukttilførsel

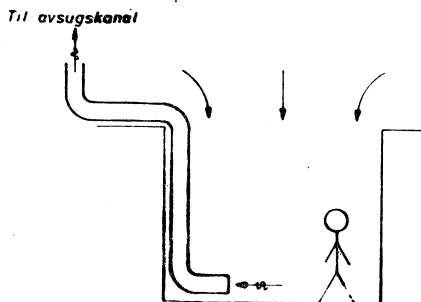
Fig. 4, viser et tilsvarende basseng med lokk og avsug under lokket. Her bestemmes ventilasjonsbehovet av lokkets totale lekkasjereale og av nødvendig innstrømningshastighet gjennom disse åpnin-gene.

Friskluften kan tilføres med overtempe-ratur ved taket, eller ved gulvet. I begge tilfeller bør den tilføres diffust. Dersom den tilføres ved gulvet, bør det være et generelt avtrekk ved taket.

Ventilasjonsbehovet med dekket bas-seng ger vesentlig mindre enn med åpent, se 6.3.

5.3 Ventilasjon av basseng ved reparasjon/vedlikehold bør skje med avtrekk i bassenget.

Bassenger og tanker bør ventileres med avsug i bunnen av tanken når det foregår reparasjon/vedlikehold. Frisk luft fra lokalet omkring vil da strømme ned i tan-ken/bassenget og over oppholdssonen.



Figur 5.

Ventilasjon av basseng ved reparasjon bør skje med avsug i tanken.

* Gjennomsnittsanlegget har følgende nøkkeldata: ca. 8 000 Pe, byggareal ca. 800 m² bassengareal ca. 400 m².

Prinsippet forutsetter at luftkvaliteten i lokalet er god. Fig. 5 viser en prinsipp-skisse.

6. ENERGIFORBRUKET VED KLOAKKRENSSEANLEGG KAN REDUSERES VESENTLIG MED VARMEGJENVINNING OG INNKAPSLING

6.1 Gjennomsnittsanlegget* har stort energiforbruk

Gjennomsnittsanlegget har:

- store, åpne bassengflater
- uhensiktsmessig løsning for ventilasjon og oppvarming
- ikke varmegjenvinning.

Dette gir:

- uhensiktsmessig stort energiforbruk
- dårlig luftmiljø.

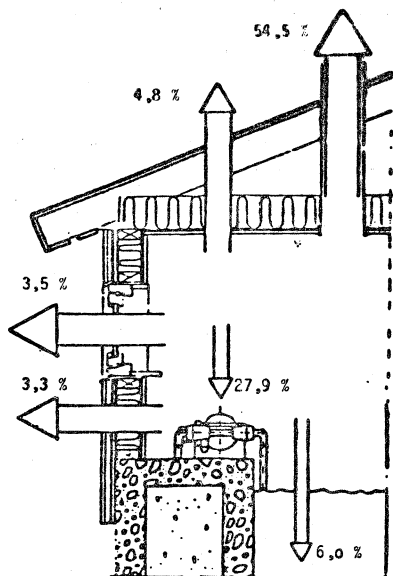
I forbindelse med prosjektet «Ventila-sjon av kloakkrensseanlegg» ble det fore-tatt en rundspørring til ca. 100 anlegg i Norge, hvorav 60 svarte.

Hovedkonklusjonen m.t.p. ventilasjon og energiforbruk er gitt over.

Ut i fra svarene beregnet vi data for et tenkt gjennomsnittsanlegg. Fig. 6 viser data for energiforbruket for dette anleg-get.

Vi ser av figuren at andelen av energi-forbruket til ventilasjon og oppvarming er ca. 72%. Dette skyldes først og fremst at de aller fleste kloakkrensseanleggene ikke har varmegjenvinning fra ventila-sjonsluften, men også anleggsløsningen.

Tabell 1 viser energiforbruket til ulike formål i gjennomsnittsanlegget.



Figur 6.

Fordeling av energiforbruk for «gjennomsnittsbygning».

6.2 Varmegjenvinning og innkapsling gir vesentlig reduksjon av energiforbruket

Ved å installere varmegjenvinner i ventilasjonsanlegget, kan energiforbruket til oppvarming av ventilasjonsluften reduseres ned til 25% av det uten.

Lokkes bassengene, kan energiforbruket reduseres ytterligere, både fordi ventilasjonsbehovet går ned, og fordi varmeøpet fra luften til bassenget reduseres.

I tabell 1 sammenlignes energiforbruket til ulike formål for «gjennomsnittsbygning» slik det er i dag, med varmegjenvinner, og med delvis kapsling og varmegjenvinner.

Vi ser at energiforbruk/energikostnad med delvis kapsling og varmegjenvinner er under halvparten av det uten varmegjenvinner og uten kapsling.

	UTEN VARMEGJV. 9300 m ³ /h		MED VARMEGJV. 9300 m ³ /h		KAPSLING + (DELVIS) VARMEGJV. 4300 m ³ /h	
	kWh/år	%	kWh/år	%	kWh/år	%
VEGG	18.000	3,3	18.000	5,5	18.000	6,9
TAK	26.500	4,8	26.500	8,2	26.500	10,1
VINDU	19.500	3,5	19.500	6,0	19.500	7,4
VENTILASJON	300.000	54,5	75.000	23,1	35.000	13,4
BASSENG	33.000	6,0	33.000	10,2	10.000	3,8
PROSESS	153.000	27,9	153.000	47,0	153.000	58,4
SUM	550.000	100,0	325.000	100,0	262.000	100,0

ENERGI KOSTNAD	137.500 kr/år	81.200 kr/år	65.500 kr/år
-------------------	---------------	--------------	--------------

Tabell 1. Energiforbruk og energikostnad for et «gjennomsnittsbygg».

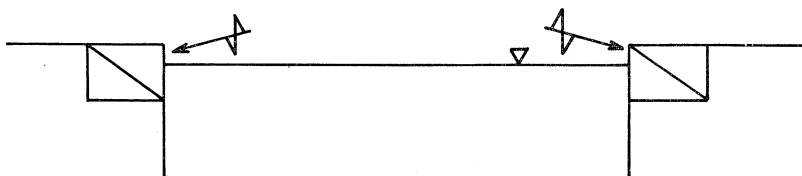
Ytterligere reduksjon av energiforbruket kan oppnås med:

- mere lukking av bassenger
- bedre isolasjon
- bedre vinduer
- glidende romtemperatur ved lave utetemperaturer
- nattsenkning av temperaturen
- redusert ventilasjon utenom arbeidstiden
- varmpumpe på kloakkvann.

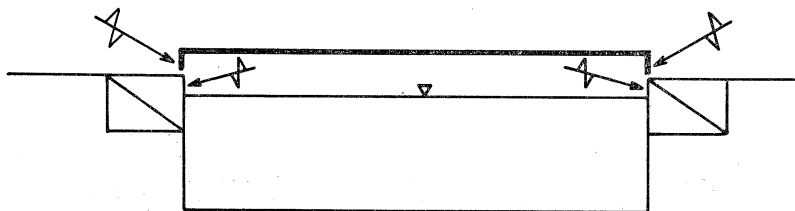
6.3 Energiforbruket med lukkede bassenger er vesentlig lavere enn med åpne

Et basseng med lengde 20 m og bredde 4 m er vist i fig. 7 med randavsug, og i fig. 8 med tett deksel.

Ventilasjonsbehovet med randavsug er ca. 25.000 m³/h, mens det med deksel er ca. 2.500 m³/h.



Figur 7. Basseng $L = 20$ m, $B = 4$ m med randavsug. Avsugsbehov 25.000 m³/h.



Figur 8. Basseng $L = 20$ m, $B = 4$ m med tett deksel. Avsugsbehov 2500 m³/h.

Tabell 2. Kostnader og besparelser for åpent basseng med randavsug og for lukket basseng.

Bassengløsning Øk.faktor	Åpent med randavsug	Lukket med avsug	Differanse
Avsugsbehov	25.00 m ³ /h	2.500 m ³ /h	
Anleggskostn.	1.000.000 kr.	100.000 kr.	900.000 kr.
Energikostn. uten v.gjenv.	180.000 kr/år	18.000 kr/år	162.000 kr/år
Med v.gjenv.	45.000 kr/år	4.500 kr/år	40.000 kr/år

Vi ser av tabellen at anleggskostnad for ventilasjon og varmeanlegg, og energikostnad med dekkende bassenger er ca. 1/10 av kostnaden for åpne. Med god dekking vil den kunne bli enda lavere.

Kort oppsummert gir lukkede bassenger:

— vesentlig lavere anleggskostnad

— vesentlig lavere energikostnad

— vesentlig bedre miljø enn åpne bassenger.

For å oppnå et godt arbeidsmiljø i rensenanleggene uten for store energikostnader, er det derfor ønskelig å lukke bassengene så langt dette er mulig.

Samfunns-teknikk vbb as

RÅDGIVENDE INGENIØRER OG ARKITEKTER

Sandakerveien 74
Oslo 4
Telefon 22 83 10

**Region- og generalplaner
Disposisjons- og detaljplaner
Trafikkutredninger
Vei-, vann- og kloakkprosjekt
Industrianlegg
Sjøppel- og avfallsbehandling
Bad- og svømmeanlegg**