

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Teknologisk Institut, 6. november 2008

Spildevandspumper

v. Henrik Frier, Århus Kommune





INDHOLD

1. Hvad er spildevand?
2. Opbygning af spildevandssystemet
3. Behov for pumpning i spildevandssystemet
4. Behov for pumpning på renseanlægget
5. Valg af og dimensionering af spildevandspumper
6. Den optimale pumpeinstallation
7. Fremtidige udfordringer



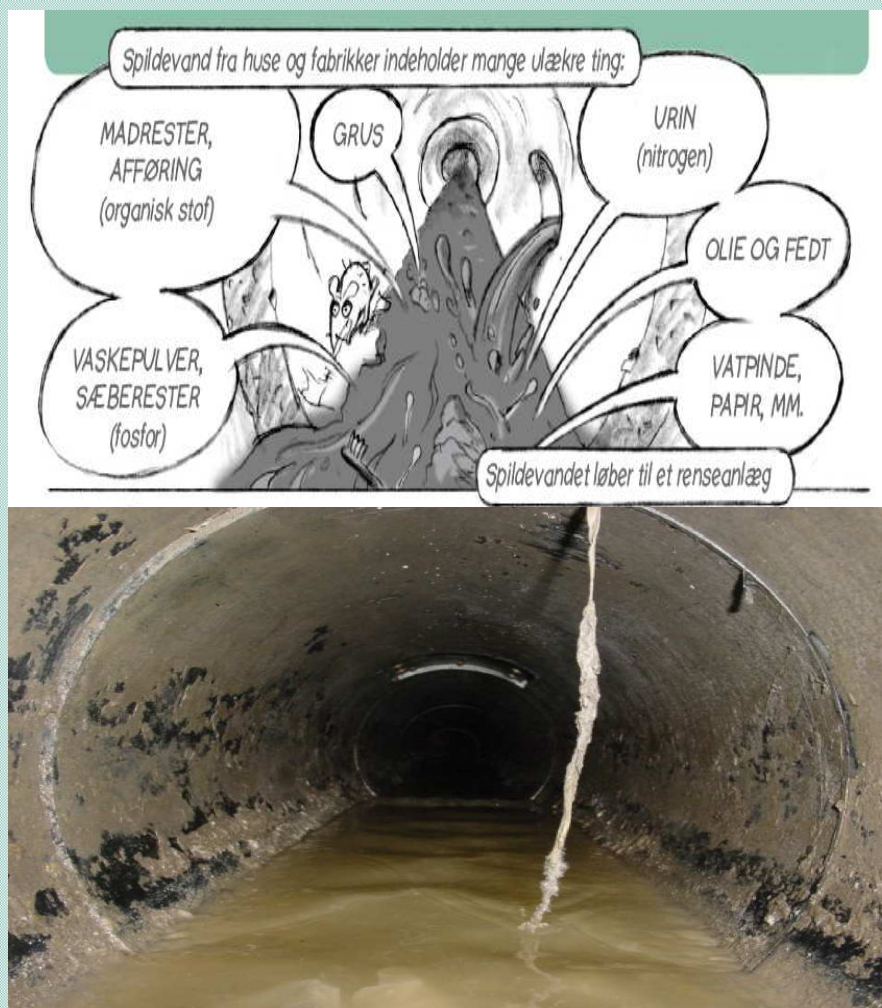
Hvad er spildevand?

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

- Drikkevand anvendt af husholdninger eller virksomheder, og bortledt via deres interne afløbssystemer til den offentlige kloak
- Vandet er i mellemtiden forurenet med diverse affaldsstoffer fra mennesker og produktion
- Spildevandet kan være opspædet med regnvand og drænvand
- Spildevandet består af vand og forurening, opdelt i:
 - Suspenderet stof (ikke opløst stof), f.eks. sand, fedt og ristestof
 - Opløst organisk stof
 - Næringssalte, f.eks. kvælstof og fosfor
 - Tungmetaller
 - Miljøfremmede stoffer, f.eks. blødgørere og medicinrester
 - Mikroorganismer, f.eks. e.coli, virus og ormeæg





Opbygning af spildevandssystemet

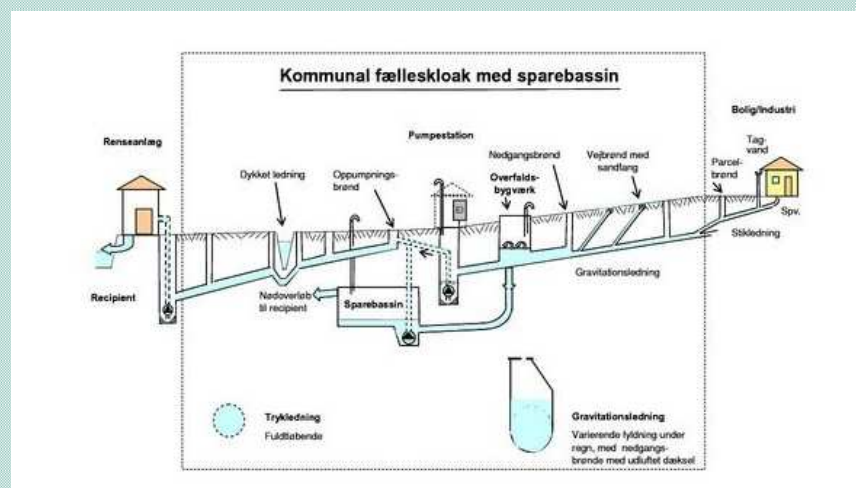
Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Fællessystem

- Regn- og spildevand i samme ledning
- Stor forskel på flow i tørvejr og i regnvejr
- Overløbsbygværker til recipient der træder i funktion under kraftig regn
- Reduktion af overløb ved etablering af opmagasineringsbassiner
- Udligning af tilløb til rensesanlæg
- Nogen gange tykt, andre gange tyndt spildevand





Opbygning af spildevandssystemet

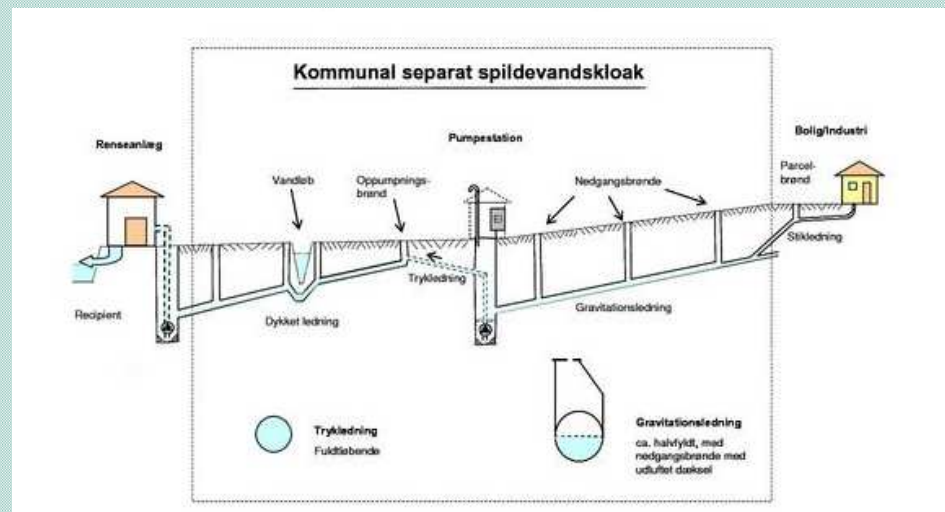
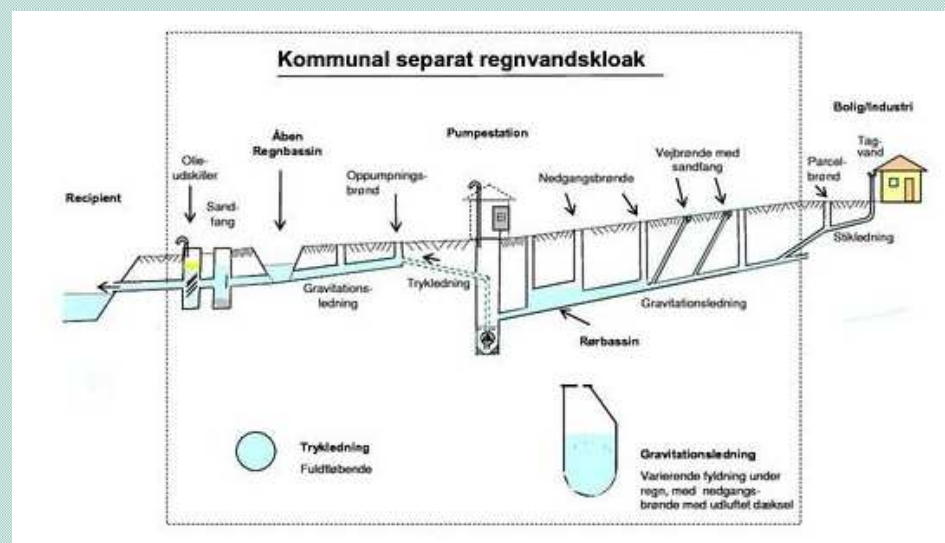
Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Separatsystem

- Regn- og spildevand i hvert sit ledningssystem
- Spildevandsstrøm varierer primært over døgn og uge
- Ingen overløb til recipienter
- Tykt spildevand





Opbygning af spildevandssystemet

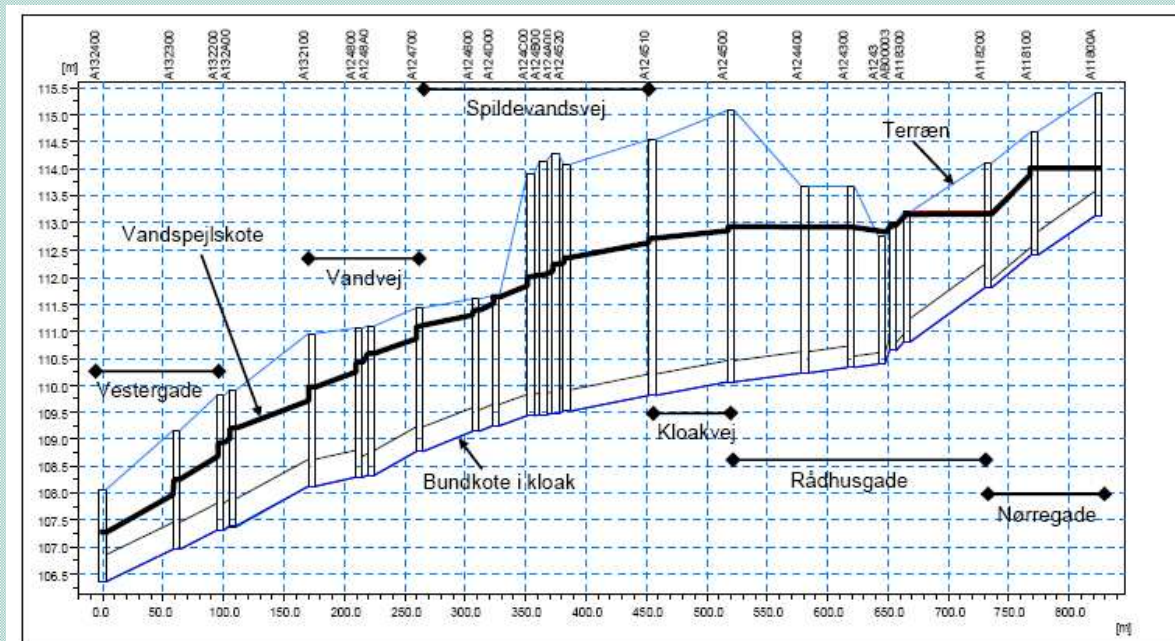
Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Gravitationsledninger

- Fald i terrænet udnyttes, så spildevandet kan løbe af sig selv fra punkt A til punkt B
- Ledningerne skal ligge med en vis hældning, for at de er selvrensende
- Under normale forhold er der kun tale om delvist fyldte ledninger
- Der er mange terrænmæssige begrænsninger





Opbygning af spildevandssystemet

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Pumpestationer og trykledninger

- Benyttes til at løfte spildevandet op til en ny strækning med gravitation
- Trykledningen er rimeligt fleksibel i forhold til terrænet
- Der skal etableres udluftninger i højdepunkter og aftapningsmulighed i dybdepunkter
- Århus Kommune har 130 pumpestationer



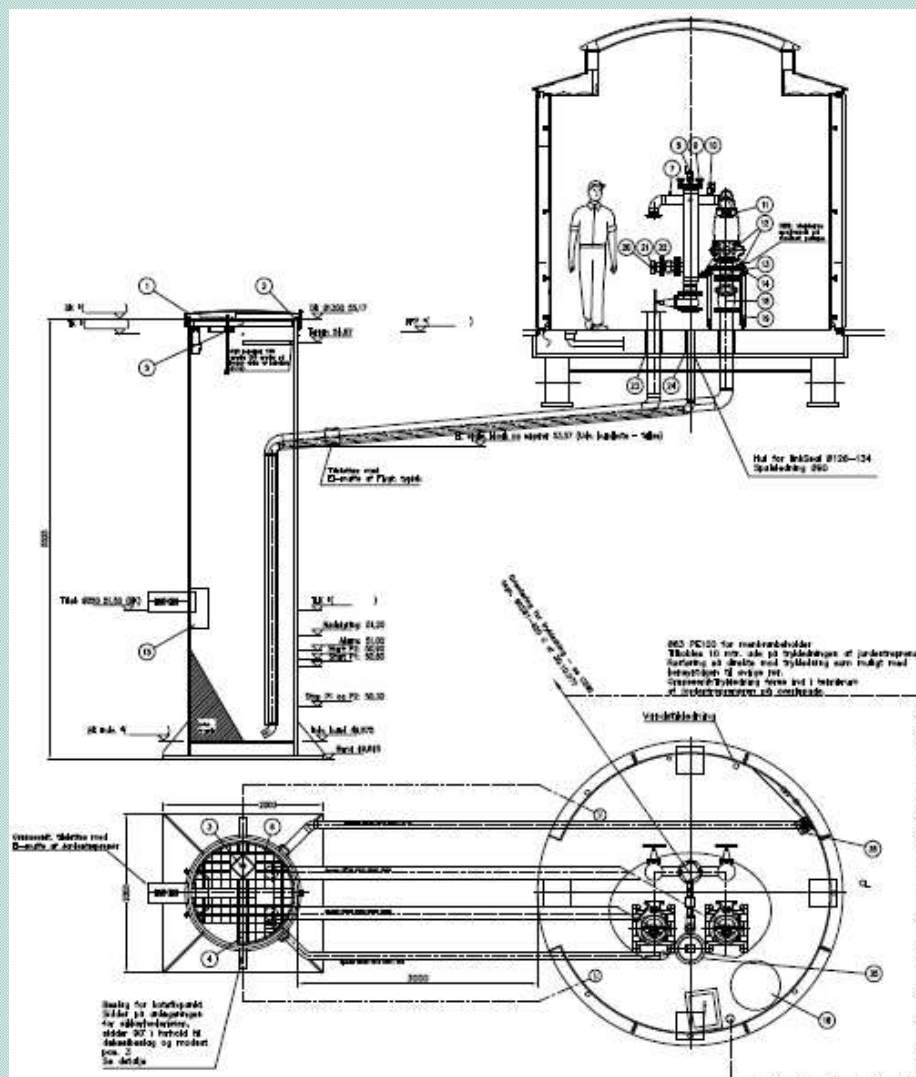


Eksempler på kloakpumpestationer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune



- Teknikrum over terræn:
 - Bedste adgangsforhold
 - Foretrækkes af driftspersonalet
 - Ikke positivt tilløb til pumper
 - Kuglekontraventiler placeres under pumper for ansugning
 - Kan ikke indpasses i terræn alle steder (fredninger, etc.)
 - Pumper op til ca. 15 kW



Eksempler på kloakpumpestationer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune



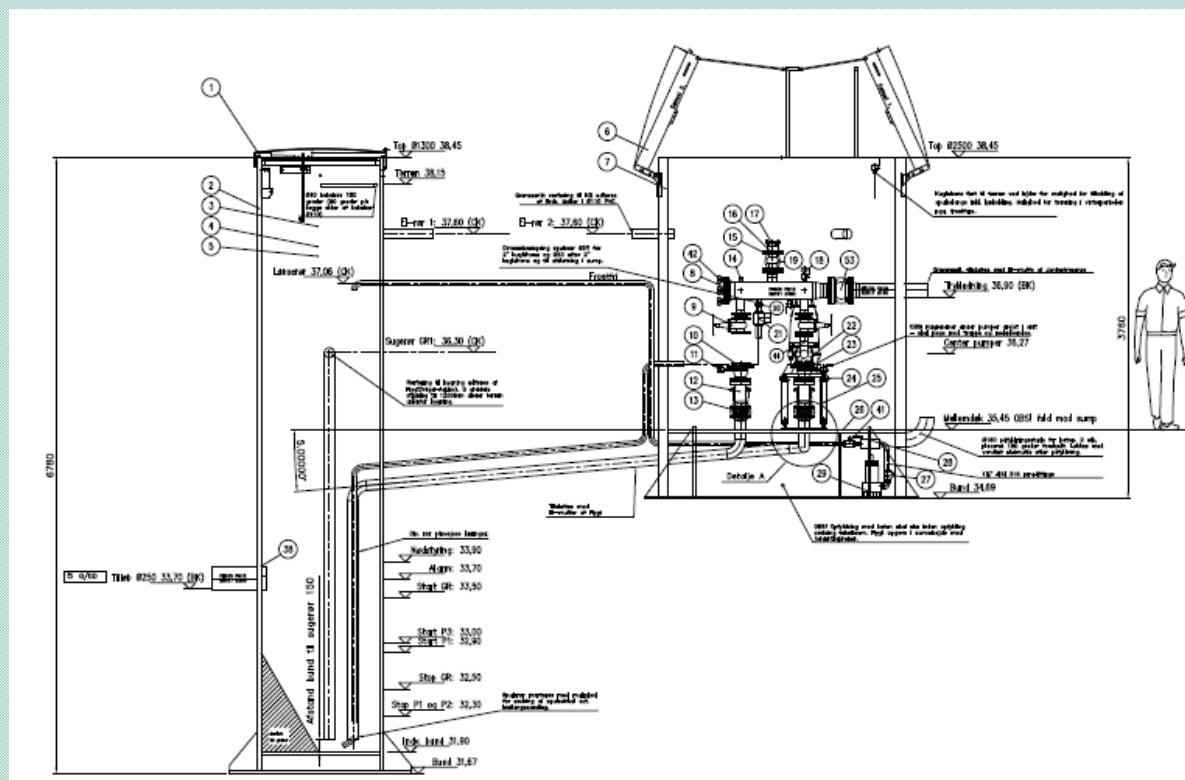


Eksempler på kloakpumpestationer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune



- Nedgravet teknikrum
ø2.500:
 - Adgangsforhold er acceptable
 - Positivt tilløb til pumper kan opnås i mange tilfælde
 - Ellers placeres kuglekontraventiler under pumper for ansugning
 - Kan indpasses i terræn overalt (også i fredede områder)
 - Pumper op til ca. 15 kW



Eksempler på kloakpumpestationer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune



- Nedgravet teknikrum ø3.000:
 - Adgangsforhold er acceptable
 - 2 niveauer for installationer
 - Positivt tilløb til pumper kan opnås i alle tilfælde
 - Kan indpasses i terræn overalt (også i fredede områder)
 - Pumper op til ca. 45 kW



Eksempler på kloakpumpestationer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune





Opbygning af spildevandssystemet

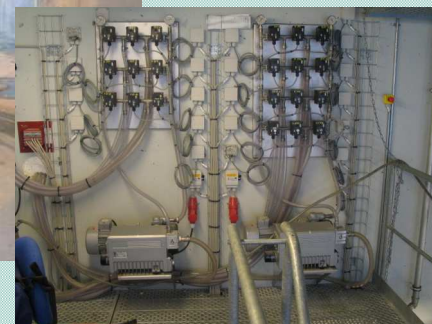
Vand og Spildevand

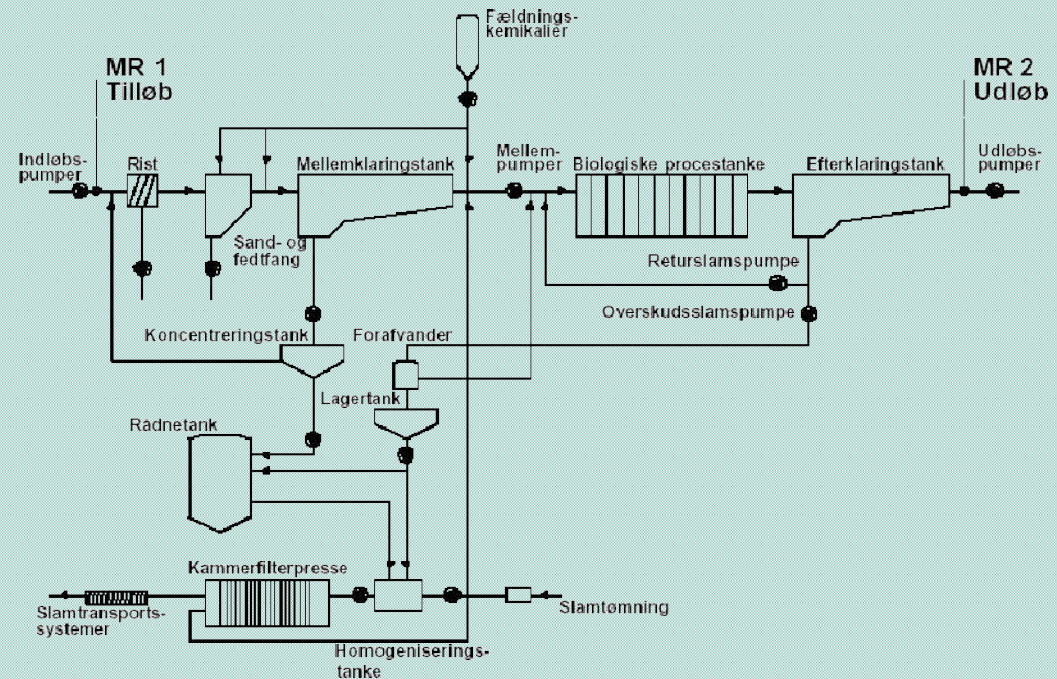
Teknik og Miljø

Århus Kommune

Opmagasineringsbassiner

- Har til formål at forsinke opblandet regn- og spildevand i fællessystemer
- Reducerer mængden af overløb til recipienterne
- Fyldes oftest ved gravitation
- Tømmes oftest ved pumpning
- Renholdes ved automatisk skylning
- Ved skylning skal pumpes spildevand med stort indhold af sand, etc. til renseanlægget
- Århus Kommune har p.t. 6 bassiner på i alt 25.000 m³
- På sigt etableres 75.000 m³







Opbygning af spildevandssystemet

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Spredt bebyggelse

- På landet er der langt imellem ejendommene, og derfor er det dyrt at kloakere på traditionel vis
- Der kan etableres små renseanlæg ved den enkelte ejendom
- Eller der kan etableres tryksatte systemer, hvor små pumpestationer kobles sammen på et fælles system af trykledninger
- Meget små spildevandsmængder og tykt spildevand
- Derfor benyttes som oftest pumper med skæreindsats
- Århus Kommune har 500 minipumpestationer og 300 minirenselanlæg





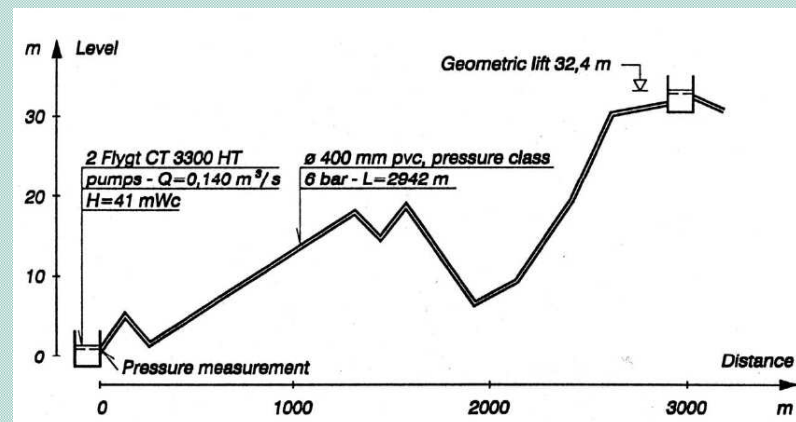
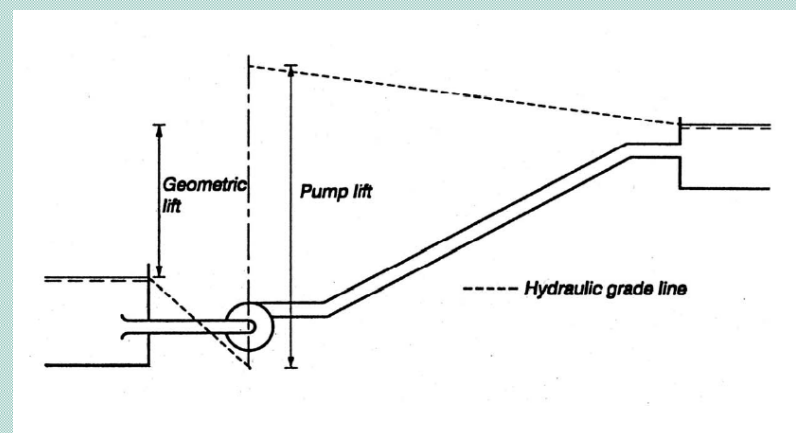
Behov for pumpning i spildevandssystemet

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

- Hvis afvandingsområdet er fladt eller lavt beliggende
- Hvis afvandingsområdet er helt omgivet af vandskel, eller uden for de vandskel der begrænser afløbssystemet
- Hvis terræn eller jordbundsforhold vil medføre kostbare gravitationsløsninger
- Hvis private afløbsanlæg udføres dybere end den forhåndenværende afløbsledning
- Hvis tanke, bassiner og lign. ikke kan tømmes ved gravitation
- Hvis spildevandets hastighed ønskes øget i en ledning, hvor selvrensning ikke er til stede





Behov for pumpning i spildevandssystemet

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

- Nuværende afløbssystem er tilpasset gældende niveau i recipienterne
- Normalt vil man sikre at spildevandet kan gravitere mest muligt
- Der pumpes kun når det er strengt nødvendigt
- I fremtiden kan det blive nødvendigt at pumpe mere end i dag
- Større vandmængder og stigende vandspejl i recipienterne

I afløbssystemet som oftest tale om "transportpumper" – dvs. pumper der løfter spildevandet op, og over lange afstande – 99 % af pumperne er centrifugalpumper





Behov for pumpning på renseanlægget

Vand og Spildevand

- Tilløbspumper (snekkepumper, centrifugalpumper)
- Mellempumper (snekkepumper, centrifugalpumper)

Teknik og Miljø

- Recirkulationspumper (snekkepumper, centrifugalpumper)
- Overskudsslampumper (centrifugalpumper, ekscentersnekkepumper)

Århus Kommune

- Kemikaliepumper (slangepumper, membranpumper, stempelpumper)
- Luftpumper (kapselblæsere, kompressorer)

På renseanlægget benyttes pumper til mange formål, og derfor anvendes mange forskellige pumpetyper

Løfter spildevandet op i anlægget fra kloaksystemet

Løfter spildevandet fra et procestrin til et andet

Recirkulerer aktiv slam fra efterklaring til biologiske procestanke

Udtag af overskudsslam, transport af opkoncentreret slam i slambehandling

Dosering af fældningskemikalier og polymer til slamaftvanding

Beluftning af sandfang og biologiske procestanke

Der pumpes over korte afstande, så pumper er typisk "løftepumper". Der skal pumpes mange forskellige medier.



Behov for pumpning på renseanlægget

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune



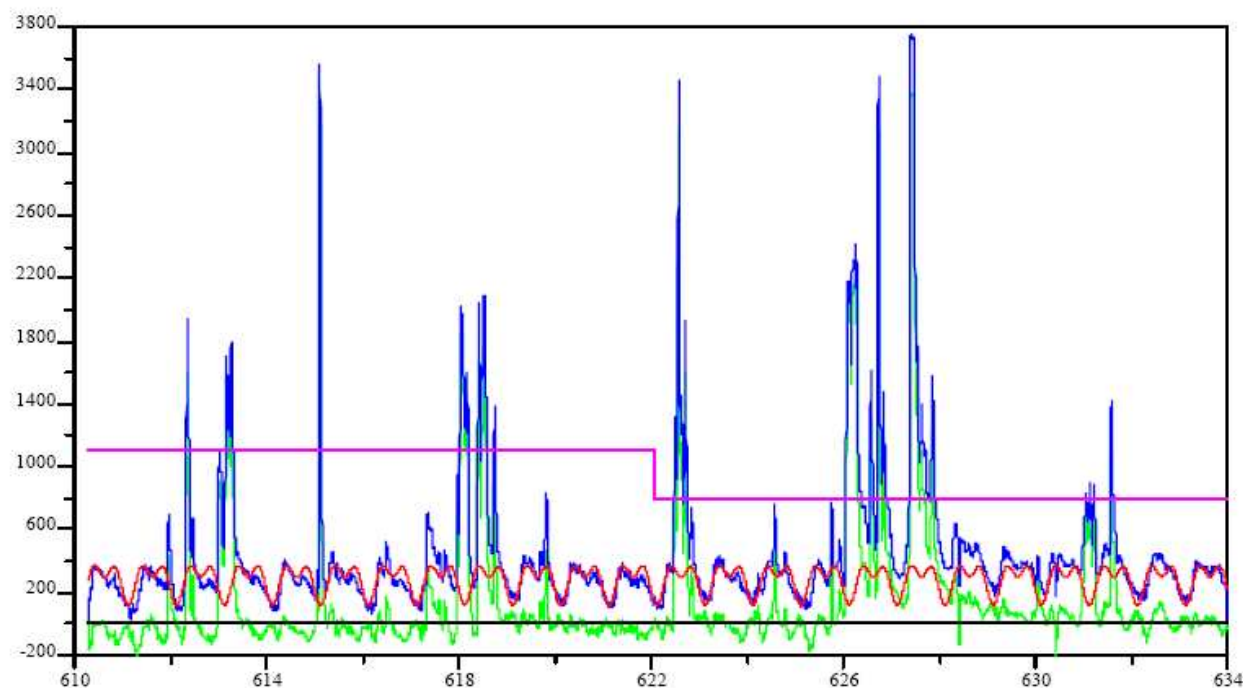


Behov for pumpning på renseanlægget

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune



Figur 1

Flow i m³/time som funktion af dage. Total flow (blå), regnflow (grøn), estimeret tørvejrflow (rød) samt maximalt indløbsflow til renseanlægget (lyserød).



Valg af og dimensionering af spildevandspumper

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Valg af pumpetype

- Pumpemedie?
- Flow?
- Løftehøjde?
- Ansugningsforhold?
- Høj virkningsgrad!
- Lav risiko for tilstopning!
- Servicevenlig

Dimensionering

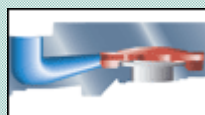
- Flowvariationer over levetiden?
- Antal pumper
- Trykledningstracé
- Trykstødsberegninger
- Energiberegninger
- VFD-drift?



Kanalhjul



Hvirvelhjul



Grinderhjul



Halvåbent
kanalhjul



Den optimale pumpeinstallation

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

- Valg af pumpetype:
 - Tørtopstillet - naturligvis!
 - Min. 2 pumper, hvor 1 pumpe dækker 100 % af max. flow
 - Høj virkningsgrad (kanalhjul)
 - Lav risiko for tilstopning (fristrømshjul)
 - Århus Kommune – Flygts N-serie, som kombinerer ovenstående
- Valg af optimal trykledningstracé:
 - Stadig stigende, for at undgå udluftnings- og aftapningsbrønde (driftspunkter)!
 - Nem adgang til de driftspunkter der er!
 - En afvejning imellem pumpeteknik og logistik/praktik!
 - Husk trykstødsberegninger og evt. –beskyttelse (VFD + membranbeholder)
- **Styring, Regulering og Overvågning**
 - Optimalt at have on-line opkobling til SRO
 - Automatisk alarmoverførsel til driftspersonale - også ved SRO-nedbrud!
 - Flowmåler!



Den optimale pumpeinstallation

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

- Indret pumpestationen med mindst mulig risiko for driftsforstyrrelser!:
 - Dobbeltbestykning
 - Positiv tilløb til pumper!
 - Er dette ikke muligt, så placér kuglekontraventiler under pumper – så kan pumperne i de fleste tilfælde placeres over vandspejlet!
 - Anvend kun vacuumsystemer for ansugning af pumper, hvor alle andre løsninger ikke er mulige – er erfaringsmæssigt meget problematisk!
- Indret pumpestationen for nemmest mulig afhjælpning af driftsforstyrrelser:
 - Tilkoblingsstuds for slamsuger på begge sider af pumper
 - Gode adgangs- og arbejdsforhold
 - Anvend om muligt samme pumpetyper og hav evt. ekstra pumpe(r) på lager
 - Brug gerne ressourcer på en god og standardiseret dokumentation



Den optimale pumpeinstallation

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

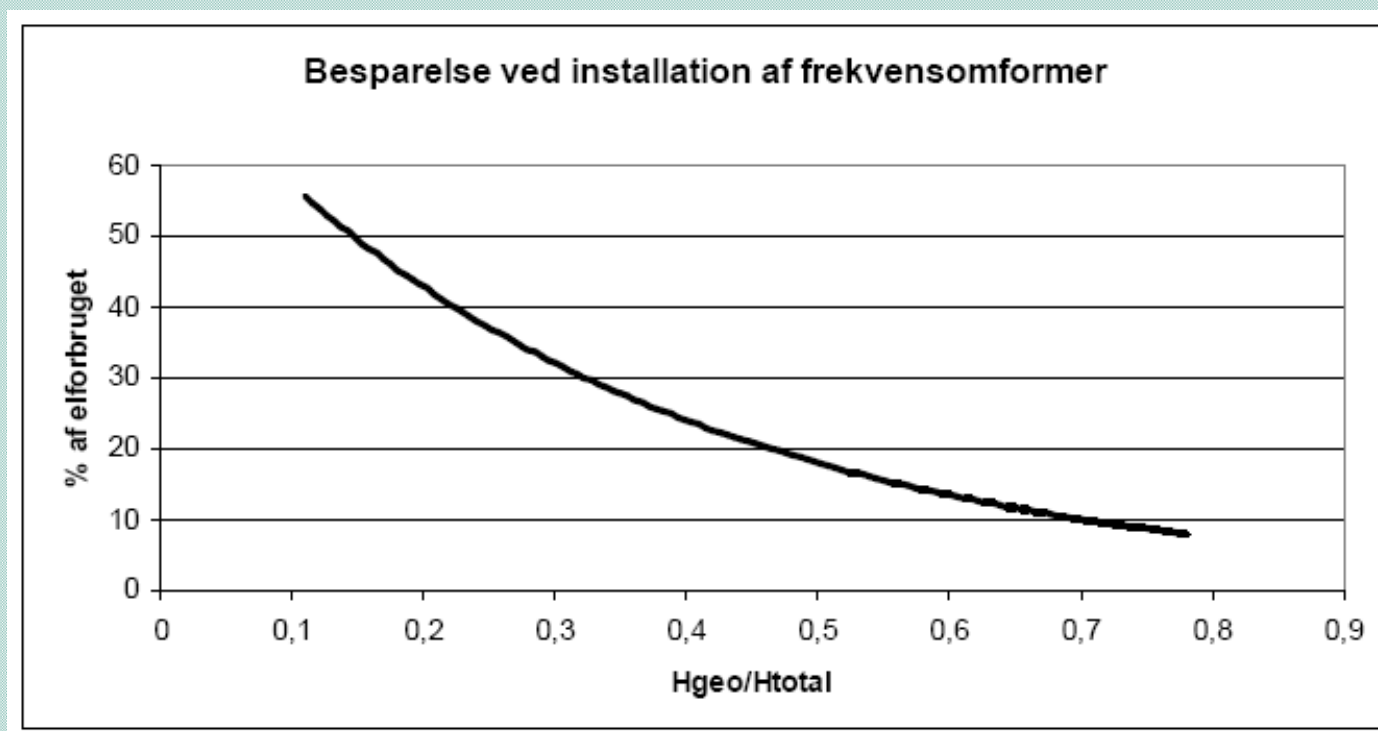
Århus Kommune

- Minimering af energiforbrug – VFD-drift:
 - Spare energi ved mere hensynsfuld pumpning (nødvendig hastighed hele tiden, frem for ”fuld fart – brems” strategi)
 - Reduceret antal starter = energi til overvindelse af inertie reduceres
 - Tilpasse pumpeydelsen til tilløbsmængden
 - Holde et givet niveau i pumpebassin og regulere pumpeydelsen
 - Kræver et vist energiforbrug pr. år for at være rentabel ($> 10.000 \text{ kWh/år}$)
 - I de fleste tilfælde muligt at drosle pumpeydelse til det halve, ikke mere!
 - Renholdelse af trykledning? – minimumsflow og gennemskylning min. 1 gang i døgnet med fuldt flow, rensegris for rensning af ledning
 - Svovlbrinteudvikling? – erfaringsmæssigt ikke problemer i de afskærende systemer, hvor opholdstiden trods alt er beskeden – og den bliver ikke længere af VFD-drift!
 - Muligt at spare 20-40 % af elforbruget (i enkelte tilfælde mere)
 - Størst potentiale ved lange og flade trykledninger ($H_{\text{geo}}/H_{\text{tot}} \ll 1$) !



Den optimale pumpeinstallation

Besparelsespotentialer ved VFD-drift $H_{\text{geo}}/H_{\text{tot}}$:





Fremtidige udfordringer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Regnen kommer

- og det bliver værre





Fremtidige udfordringer

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Klimaændringer

- Stigende regnmængde og regnintensitet
- Vandspejlsstigning i verdenshavene
- Pres på fællessystem og separat regnvandssystem
- Reduktion af regnvand påkrævet i afløbssystemet – lokale løsninger
- Separatkloakering en (dyr) mulighed
- Pumpning af ekstreme vandmængder
- Et afløbssystem under havniveau?





Kontakt

Vand og Spildevand

Teknik og Miljø

Århus Kommune

Århus Vand og Spildevand

Bautavej 1

8210 Århus V

8940 1800

vand@aarhus.dk

