

## avløpskurs

Innledning.....	1
Avløpsmengde og sammensetning .....	1
Introduksjon avløpsrensing .....	2
Avløpsrensing .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Fellesdel kjemisk rensing.....	3
Forbehandling.....	4
Mekanisk rensing.....	4
Sand og fettfang .....	5
Biologisk rensing.....	6
Kjemisk rensing.....	7
Avvanning og slamkondisjonering.....	8
Hygienisering av slam .....	9
Stabilisering av slam i anaerob råtnetank .....	10
Varmevekslere i slambehandling .....	11
Anleggsvideoer .....	12
Driftskontroll .....	13
HMS .....	14

## Innledning

ProsessTeam tilbyr avløpskurs. Kurset er bygd opp med leksjoner der forskjellige emner inngår. Kurs er basert på nettundervisning med bruk av opplæringsvideoer. Studiedeltaker kan i stor grad gjennomføre opplæringen på egen hånd, men kan etter behov søke støtte fra ProsessTeam, ressurspersoner i vårt nettverk eller andre studenter. Om mulig kan kursdeltaker(e) gjennomføre opplæring sammen med personell fra eget eller andre anlegg. ProsessTeam kan etter ønske og behov arrangere nettbaserte samlinger. For å få kurset godkjent og dokumentert må student besvare og levere inn obligatoriske oppgaver. I oppgaver kan deltaker eksempelvis utfordres i forhold til å beskrive forhold i eget anlegg, men dersom kursdeltaker ikke jobber i et avløpsanlegg kan vi bistå med prosessbilder og annen dokumentasjon som kursdeltaker kan benytte i sin innleveringsoppgave. I avløpskurs inngår ikke pumpestasjoner eller pumpeteori, men dersom du/dere har ønske om mer kunnskap innen dette fagområdet tilbyr ProsessTeams eget pumpekurs.

## Avløpsmengde og sammensetning

Avløpsvannet i kommunale ledninger er svært variabelt i mengde og sammensetning fordi det er høyst ulikt hva som slippes til det kommunale nett. I enkelte avløpsanlegg kommer vannet stort sett fra boligfelt og er således i hovedsak sammensatt av spillvann fra husholdninger (sanitært avløpsvann). I andre tilfeller kan avløpet være sterkt preget av at det i tettstedet er industri, for eksempel et meieri eller en annen bedrift som slipper avløpsvann til det kommunale nett. I slike situasjoner kan vannets mengde og sammensetning i større grad være preget av bedriften enn av tettstedet. Det er heller ikke uvanlig at sigevann fra ulike former for avfallsdeponier tilføres kommunale ledningsnett. I andre tilfeller kan avløpet i hovedsak domineres av sanitært avløpsvann fra institusjoner (hoteller, sykehus, fritidsbebyggelser osv.) eller arbeidsplasser og ha en annen sammensetning og variasjon enn det man finner i normalt husholdningsavløp

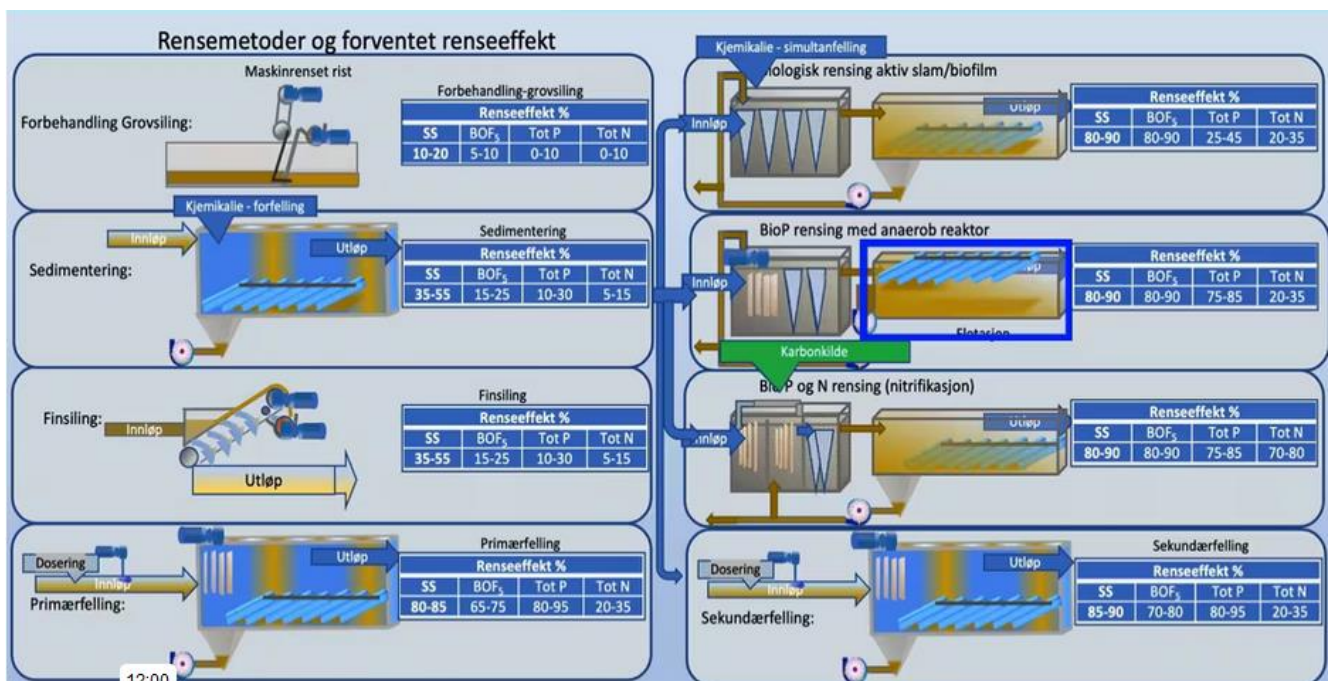
✓ Avløpsmengde og sammensetning i kommunale anlegg

✓ Varighetskurve

☐ Mengde og sammensetning

## Introduksjon avløpsrensing

Avløpsrensing må tilpasses til befolkningstetthet og derfor stor forskjell på løsninger i by og bygd i innland og langs kystlinje. I tillegg til nevnte forhold må avløpsrensing tilpasses resipient som renses avløps slippes ut i. Til sammen må riktig renseteknikk velges for å sikre bærekraftig løsninger. I valg av løsning må en ivareta utslippskrav. Generelt kan en si at utslipp fra anlegg ved kyst har lempeligere krav enn anlegg som bygges i innland med utslipp til elv eller sjø. I utslippstillatelse inngår krav til innhold av eksempelvis fosfor, nitrogen, organisk materiale. Aktuelle parametere er i neste omgang bestemmende for type rensenanlegg som kreves. Høye fosfor og nitrogen konsentrasjoner i avløp gir uønsket effekt med tanke på næringssaltinnhold i vann, med derav følgende oppblomstring av alger og andre organismer med høy biomasseproduksjon. Utslipp av organisk materiale, sammen med resipientens egen biomasseproduksjon, kan gi stort oksygenforbruk og med det anaerobe (mangel på oksygen) forhold i bunnen av vannet.



## avløpskurs

### Leksjon innhold

100% FULLFØRT | 3/3 Steps

- Hvorfor er det viktig å rense avløp?
- Aktuelle rensemetoder og belastninger i forhold til kommunalt avløp
- Norsk Vann – dimensjonering av avløpsrenseanlegg
- Hvorfor er det viktig å rense avløp før utslipp i en resipient?

## Fellesdel kjemis og fysikk

For å kunne planlegge, prosjektere og drive et avløpsrenseanlegg er det behov for mye forskjellig kunnskap, blant annet behov for noe kjemi og fysikk kunnskap. Dette fagområdet gjør avløpsrensing spennende og interessant. I kurset ønsker vi å avmystifisere at dette er et vanskelig fagområde, samt vise at en gjennom teoretisk kunnskap og praktisk erfaring i renseanlegget kan oppnå optimalt driftsresultat.


### Leksjon innhold

100% FULLFØRT | 5/5 Steps

- Balansering av kjemiske ligninger
- Syre og baser, pH og alkalitet
- Tallsystemet
- Periodesystem og molbegrepet
- Beregning av nødvendig mengde fellingskjemikalie
- Kjemikaliedosering

## Forbehandling

Forbehandling skjer i behandlingsenheter som kun har til hensikt å fjerne komponenter som kan føre til driftsproblemer i etterfølgende behandlingstrinn, for eksempel papir, filler og gjenstander som Q-tips, kondomer, bleierester samt sand, fett og grovere partikler. Slike forbehandlingenheter kan være kverner, rister, siler, sand- og fettfang

 **Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 4/4 Steps

---

Siling av avløpsvann – eksempler

---

Maskinrenset rist – eksempel fra Hias IKS

---

Trapperister – eksempel

---

Siling med Rotamat

---

Forbehandling

## Mekanisk rensing

I tradisjonelle renseanlegg inngår grovsiling, sand/fettfang og forsedimentering i mekanisk rensing. I senere tid erstattes ofte grovsiling og sand/fettfang med filterteologi. I mekanisk rensing fjernes fibre og større partikler før sand og fettfang for uttak av sand og fett før forsedimentering der.

sedimenterbart materiale tas ut. Restprodukter behandles ofte med at silgods avvannes i ei presse, sand oppkonsentreres i en sand avvanner/vasker og slam fra forsedimentering avvannes i ei sentrifuge eller presse. Silgods og sand deponeres ofte på avfallsdeponi, men da med krav om at organiske stoff er redusert ved bruk av vasking mens slam kan benyttes til jordforbedringsmiddel dersom hygienekrav er ivaretatt

- Mekanisk rensing med siling og lamellseparator
- Sand og fettfang
- Sand- og fettfang – eksempel
- Fett fra fettfang, alternative løsninger
- Mekanisk rensing med sedimentering
- Mammutpumpe
- Lamellseparator med flotasjon
- Mekanisk rensing

## Sand og fettfang

Sandfang benyttes for å fjerne sand og tyngre mineralske partikler fra råvann (evt. fra tilført eksternt slam), mens fettfang benyttes for å separere fett, som er lettere enn vann, og som vil flyte på overflaten av et basseng. Det finnes flere utforminger av sandfang, men det vanligste er å bruke luftet sandfang. I video inngår dimensjoneringskriterier, illustrasjon og beskrivelse og viktige driftsforhold.

## avløpskurs

### Biologisk rensing


Biologisk rensing innebærer at partikulære og løste stoffer i avløpsvannet omdannes av mikroorganismer til enkle forbindelser (for eksempel CO<sub>2</sub>) samt til ny celledmasse (vekst av mikroorganismer) som så separeres fra vannet i form av biologisk slam. Mikroorganismene kan oppholde seg frittsvevende (som fnokker) i den biologiske enheten (bioreaktoren), eller de kan vokse som et slimlag (biofilm) på faste flater i reaktoren. Den førstnevnte typen av bioreaktorer kalles aktivslamreaktorer, mens den andre typen kalles biofilmreaktorer. Det finnes en rekke forskjellige utforminger både av aktivslam- og biofilmreaktorer.

Leksjon innhold		100% FULLFØRT   12/12 Steps
✓	Aktivt slam metode – innledning	
⌵	Biologisk rensing med aktivt slam	
✓	Aktivt slammetode – driftsproblemer og aktuelle problemløsninger	
✓	Luftesystemer i luftetank	
✓	Rør og instrument diagram (P&ID) og aktuelle regulatorer i aktivt slamanlegg	
✓	Biologisk fosforfjerning – EBPR	
✓	Biologisk fosforfjerning og nitrogenrensing i 5 trinn	
⌵	Biologisk fosforfjerning	
✓	SBR – eksempel fra Savalen renseanlegg i Tynset kommune	
✓	Slamproduksjon i biologisk anlegg med aktivt slam	
✓	Nitrogenrensing Nedre Romerike Avløpssekskap IKS (NRA)	
✓	Nitrogenrensing NRA	
✓	Gardermoen renseanlegg, et MBBR anlegg som fjerner, fosfor, organisk materiale og nitrogen	
✓	Flotasjon av slam – prinsipp og eksempel	
⌵	Nitrogenrensing	

## avløpskurs

### Kjemisk rensing

Kjemisk rensing innebærer at man gjennom kjemikalietilsetning til vannet oppnår en utfelling av oppløst og finpartikulært (kolloidalt) stoff. De utfelte småpartiklene bygges så opp (gjennom flokkulering) til større partikler (fnokker) som lar seg separere fra vannet f.eks. ved bunnfelling (sedimentering) eller en annen partikkelseparasjonsprosess. En kan si at kjemisk rensing skjer i tre trinn: en kjemisk reaksjon (utfelling og destabilisering), to fnokkoppybygging (flokkulering) og tre fnokkseparasjon (sedimentering, flotasjon, filtrering eller tilsvarende).

 **Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 5/5 Steps

---

- Fellingsmidler og koagulanter

---

- Kjemisk felling

---

- Kjemisk felling – koagulering og flokkulering

---

- Kjemisk sedimentering – eksempel

---

- Eksempel på kjemisk felling ved Nedre Romerike Avløpsanlegg.

---

- Kjemisk rensing

## avløpskurs

### Avvanning og slamkondisjonering

Avvanning av slam er en interessant og sammensatt prosess der det er viktig å ivareta optimal drift. Viktige stikkord i forbindelse med avvanning er stabil slamtilførsel, rett polymer og tilpasset forbruk, energikostnader, slammets egenskaper i forhold til påfølgende behandling eller til bruk som jordforbedringsmiddel og sist men ikke minst HMS forhold.

Slamtyper og vanlig utstyr for slamavvanning			
<b>Slamtyper:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk slam</li> <li>Septisk slam</li> <li>Biologisk slam</li> <li>Mek/kjemisk (Al,Fe) slam</li> <li>Mek/kjemisk (Ca) slam</li> <li>Biologisk/kjemisk (Al,Fe) slam</li> <li>Biologisk/kjemisk (Ca) slam</li> </ul> <p>Nevnte slamtyper har forskjellige avvanningsegenskaper, mekanisk slam er enklere å avvanne enn biologisk eller kjemisk slam. Ofte forvannes slammet til ønskes TS % før slambehandling som består av hygienisering og stabilisering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Slam er ofte enkelt å sluttbehandle etter stabilisering</li> </ul>	<b>Sentrifuge</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mye brukt</li> <li>Robust og driftssikker</li> <li>Høyt strømforbruk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativt høyt støynivå</li> <li>Stabil høy TS% i slamkake</li> <li>Høy gjenvinningsgrad</li> </ul>
	<b>Skrapresse</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mye brukt</li> <li>Driftssikker</li> <li>Lavt strømforbruk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lavt støynivå</li> <li>Stabil TS% i slamkake</li> <li>Moderat gjenvinningsgrad</li> </ul>
	<b>Silbåndpresse</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redusert bruk senere år</li> <li>Driftssikker, slam kan i perioder feste seg til duken som et problem</li> <li>Lavt strømforbruk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Behov for mye vann til spyling av duk</li> <li>Stabil TS% i slamkake</li> <li>Moderat gjenvinningsgrad</li> </ul>
	<b>Vakuumsfilter</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redusert bruk senere år</li> <li>Driftssikker</li> <li>Lavt strømforbruk</li> <li>Lavt støynivå</li> <li>Behov for mye vann til spyling av duk</li> </ul>	
	<b>Kammerfilterpresse</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redusert bruk senere år</li> <li>Driftssikker, behov for periodisk rengjøring av filterduker pga redusert effekt</li> <li>Lavt strømforbruk</li> <li>Lavt støynivå</li> </ul>	
	<b>Andre løsninger</b>	<p>Eksempelvis benytter Hias «saftpresse» som er en diskontinuerlig avvanningsprosess som gir høy TS% i slamkake</p>	

Erfaringsmessig er det viktig at en så langt som mulig har en stabil «mik» av aktuelle slamtyper i sitt anlegg da det vil bidra til stabil avvanning

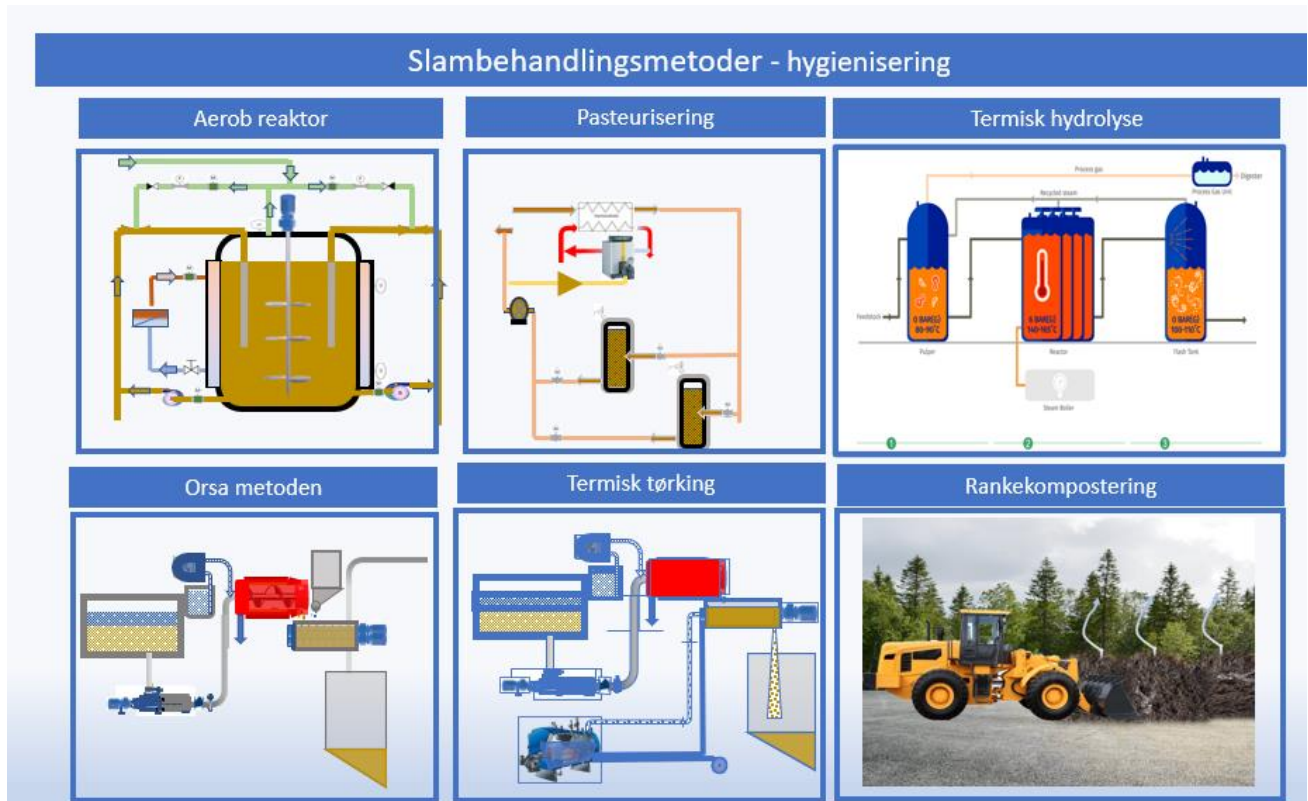
#### Leksjon innhold

100% FULLFØRT | 7/7 Steps

- ✓ Avvanning med sentrifuge
- ✓ Avvanning med skrapresse og sentrifuge, eksempler fra anlegg
- ✓ Alternative avvanningsmetoder
- ✓ Slamsiling for fjerning av fiber fra slammet – eksempel
- ✓ Q Press
- ✓ Avvanningsmaskiner – eksempler
- ✓ Slamfortykkermaskin – eksempel

☐ Avvanning





De norske retningslinjene for bruk av slam er nedfelt i gjødselsvareforskriften. Norge er sannsynligvis det eneste land i verden hvor

slam på denne måten ikke betraktes som et avfall, men som en organisk gjødsel. For at slam skal kunne brukes som jordforbedringsmiddel, må det ha en tilfredsstillende kvalitet, noe som oppnås dels ved at det settes maksimumsgrenser for slammets innhold av ulike komponenter (for eksempel tungmetaller, organiske miljøgifter og patogene mikroorganismer), og dels ved at slammets skal ha gjennomgått en på forhånd godkjent behandling som skal inkludere hygienisering, stabilisering og avvanning. I denne leksjonen belyser vi hygienisering med bruk av aerob reaktor og pasteurisering som innebærer å utsette slammets for en viss temperatur (minimum 70 °C) i så lang tid (minimum 30 minutter) at bakterier og parasittegg i slammets blir inaktivert. I termisk hydrolyse anlegg, også kalt Cambi metoden, varmes slammets opp til ca 160 °C som gir et sterilt slam. Etter hygienisering må slammets stabiliseres i en råttetank.

📄 Leksjon innhold 100% FULLFØRT | 3/3 Steps

- ✔ Rankekompostering

---

- ✔ Hygienisering av slam

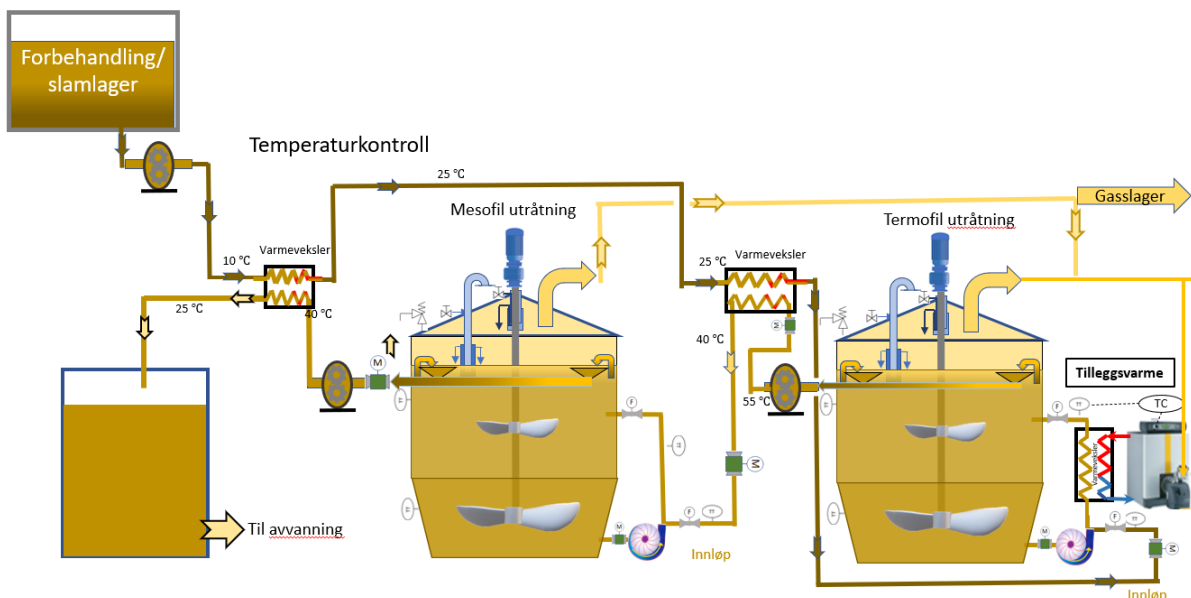
---

- ✔ ORSA metoden til behandling av slam ved NRA IKS

---

- 📄 Innleveringsoppgave hygienisering av slam

## Stabilisering av slam i anaerob råtnetank




Slambehandling kan deles i to:

Stabilisering av slam er en fellesbetegnelse på de prosesser som har til hovedhensikt å redusere luktproblemene som vil oppstå ved håndtering av råslam. Dette kan skje permanent ved kontrollert nedbryting av organisk materiale i slammet (aerob og anaerob stabilisering) eller midlertidig ved tilsetning av kjemikalier (f.eks. kalk), som for en viss tid hindrer nedbrytingen å komme i gang. Hygienisering av slam benyttes for å redusere smittefaren forbundet med bruken av slam. Endelig inneholder slam tungmetaller og organiske mikroforurensninger. Nivåene av disse komponentene må være lave for at slammet skal kunne brukes på jorda. Dette reguleres med grenseverdier for hva som er tillatt av disse komponentene i slam som skal brukes.

Lukt og visuelt inntrykk: I drift av slambehandling er lukt og visuelt inntrykk i forhold til slammets karakter viktig. En tommelfingerregel i den sammenhengen er at septisk (anaerobt) slam er svart, med sterk lukt der  $H_2S$  dominerer, mens aerobt biologisk slam har en brun farge uten særlig lukt.

## avløpskurs

 **Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 10/10 Steps

---

- Forbehandling av slam før utråtning

---

- Kjemisk reaksjoner under mesofil og termofil utråtning

---

- Mesofil og termofil anaerob utråtning

---

- Gassbehandling etter utråtning

---

- EX -soner i forbindelse med gassanlegg

---

- Dimensjonering av råtnetank

---

- Termofil anaerob stabilisering – eksempel fra Gardermoen rensesanlegg

---

- Septikmottak – eksempel fra Lillevik rensesanlegg i Larvik kommune.

---

- Orsa-metoden for slambehandling – eksempel

---


- SNJ – gjødselverfabrikk

---

- Stabilisering av slam i anaerob råtnetank

## Varmevekslere i slambehandling

Varmevekslere har en viktig energiøkonomisk funksjon i slambehandlingsanlegg. Det kan benyttes forskjellige typer vekslere, de to vanligste er rørirør og spiral -varmevekslere. I denne leksjonen presenterer vi forskjellige løsninger, dimensjonering og viktige driftsforhold.

 **Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 2/2 Steps

---

- Varmevekslere – alternative løsninger

---

- Dimensjonering av varmevekslere

---

- Innleveringsoppgave varmevekslere i slambehandlingsanlegg

## avløpskurs

### Anleggsvideoer

I denne leksjonen viser vi forskjellige renseanlegg med forskjellige rensemetoder. Det inngår flere anleggsvideoer i kurset som inngår i aktuelle leksjoner


**Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 12/12 Steps

- ✓ Forbigang i renseanlegg
- ✓ Direkte felling (forfelling)
- ✓ Samordnet driftsovervåking i forskjellige rensetrinn
- ✓ Slamuttak fra renseprosesser og slammets karakter
- ✓ Driftsoppfølging – hjelpedokumenter
- ✓ Aktivt slam metode – manuelle analyser, beregninger og problemløsninger
- ✓ Prøvetaking
- ✓ BOF (biologisk oksygenforbruk) og KOF (kjemisk oksygenforbruk)
- ✓ Anaerob stabilisering, drift og overvåking med online og periodiske analyser
- ✓ Volum slam i forhold til tørrstoffprosent (TS)
- ✓ Aktuelle analyser i forbindelse med slambehandling
- ✓ SS (suspendert stoff) måling med spissbeger
- 📄 Innleveringsoppgave driftskontroll

## avløpskurs

### Driftskontroll

I denne leksjonen inngår emner som er viktig i forhold til periodisk kontroll og ettersyn i avløpsrenseanlegget. I tillegg til styring, overvåking og visuelt ettersyn presenteres også aktuelle analysemetoder i forbindelse med slam og avløpsvann

 **Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 12/12 Steps

- Forbigang i renseanlegg
- Direkte felling (forfelling)
- Samordnet driftsovervåking i forskjellige rensetrinn
- Slamuttak fra renseprosesser og slammets karakter
- Driftsoppfølging – hjelpedokumenter
- Aktivt slam metode – manuelle analyser, beregninger og problemløsninger
- Prøvetaking
- BOF (biologisk oksygenforbruk) og KOF (kjemisk oksygenforbruk)
- Anaerob stabilisering, drift og overvåking med online og periodiske analyser
- Volum slam i forhold til tørrstoffprosent (TS)
- Aktuelle analyser i forbindelse med slambehandling
- SS (suspendert stoff) måling med spissbeger
- Innleveringsoppgave driftskontroll

# avløpskurs

## HMS

HMS og bærekraft er viktig i forbindelse bygging og drift av anlegg

**Leksjon innhold** 100% FULLFØRT | 3/3 Steps

- Eksempel på ventilasjonssystem i et avløpsrenseanlegg
- HMS – best praksis
- HMS – hvordan arbeide med det – eksempel
- Innleveringsoppgave HMS