

Indledning.....	2
Problemformulering.....	2
Styring af Helsingør centralrenseanlæg.....	3
Fra spildevand til kildevand	3
Hvad er spildevand?.....	3
Hvorfor renses vi spildevandet?.....	4
Mekanisk rensning	5
<i>Sining:</i>	5
<i>Sand- og fedtfang:</i>	5
<i>Forklaringskar:</i>	6
<i>Rådnetank og gasturbinen:</i>	6
Biologisk rensning	6
<i>Hvad er aktivslam?</i>	6
<i>Biologisk rensning:</i>	7
<i>Kvælstoffjernelse:</i>	7
<i>Kemisk fosforfjernelse:</i>	10
<i>Biologisk fosforfjernelse:</i>	10
Hvornår er vandet rent?.....	12
Anlæggets rest produkter	12
Konklusion	13
Litteraturliste.....	14
Betegnelser	14
Bilag.....	15
Bilag 1	15
Bilag 2	16
Billede 1	16
Billede 2.....	17
Billede 3.....	18
Billede 4.....	19
billede 5.....	20
Billede 6.....	21
Billede 7.....	22

Indledning

Nordkysten renseanlæg var det første anlæg i Helsingør kommune, der begyndte at rense spildevand. Det blev opført i Hornbæk i 1938, og tredive år senere blev Sydkysten renseanlæg opført i Espergærde og til sidst kom så Helsingør centralrenseanlæg, som blev taget i brug i 1977. Alle tre rensningsanlæg er siden da blevet fornyet og opdateret.

På Helsingør centralrenseanlæg har de lige afsluttet et tre år langt EU-projekt, der gik ud på at lave en aktiv måling/styring, så man var i stand til udnytte de nuværende faciliteter fuldt ud. Dette har resulteret i at de næsten helt kan undgå at rense kemisk, samt at de har kunne lukke $1/3$ af faciliteterne og stadigvæk rense lige meget spildevand.

Problemformulering

Jeg har valgt at beskæftige mig med Helsingør centralrenseanlæg. Det er et forholdsvist nyt værk, så jeg vil undersøge spildevandets vej, fra det kommer ind på værket, til det forlader værket 50 meter ude i Øresund.

Jeg vil undersøge:

- Hvilke rensningsmetoder eksisterer på værket?
- Styling af et renseanlæg i dagligdagen og under ekstreme forhold.
- Vedligehold på værket med henblik på aktivslam.
- Hvordan fungerer aktivslam?
- Hvad gør man af det, der kommer ud af anlægget efter den færdige proces?
- Krav til spildevand før det bliver ledt ud i Øresund, eller med andre ord :
Hvornår er det rent nok?
- Har man backupsystemer på et renseanlæg, eller ryger spildevandet ud i havet hvis det går galt?

Styring af Helsingør centralrenseanlæg

Helsingør centralrenseanlæg kører med en aktiv måling/styring. Det vil sige, at de hele tiden måler vigtige parametre på spildevandet. Målingerne bliver udført elektronisk og taget lige efter den mekaniske rensning. Fordelen ved denne driftsmetode er, at man styrer anlægget direkte efter det spildevand, der kommer ind i anlægget. Denne fremgangsmåde er klart mere fordelagtig frem for tidligere, hvor man sendte spildevandsprøver til det lokale laboratorie på renseanlægget. Når resultatet fra prøven så kom fra laboratoriet, var resultatet allerede et døgn gammelt.

Helsingør centralrenseanlæg har tre computerrum, som tilsammen styrer hele anlægget, samt samtlige pumpestationer i Helsingør kommune. Det eneste mandskabet skal gøre er at vedligeholde anlægget, mens det passer sig selv.

Renseanlægget i Helsingør blev i sin tid bygget til 72.500 PE (Person ækvivalenter), med en direkte kloakforbindelse til bryggeriet Wiibroe, der lå i Helsingør. Wiibroe udgjorde alene 25.000 PE, men i dag er bryggeriet nedlagt, og da der ikke er anden tung industri i Helsingør til at afløse Wiibroe, har anlægget nok kapacitet til at behandle alt spildevand, hvis der skulle komme et meget stort regnskyl.

Efter at have afsluttet et EU-projekt i februar i år har anlægget kunne nøjes med at udnytte 2/3 af kapaciteten, og man har næsten kunnet undgå at bruge kemikalier til udfældning af fosfor. Alt dette skyldes, at de har fået mere styr på, hvad der løber ind i anlægget nu og her, så de kan give den biologiske del de optimale levevilkår. (se billede 1 i bilag 2)

Fra spildevand til kildevand

Hvad er spildevand?

Spildevand kan være mange ting, alt efter hvor det kommer fra. Noget spildevand kommer fra den almindelige husholdning, som f.eks. når vi gør rent, når vi vasker tøj eller når vi benytter toilettet. Denne form for spildevand indeholder en del næringssalte samt organisk stof og kemikalier.

Spildevand fra industrien kan også indeholde disse stoffer, men de forefindes i reglen i meget højere koncentrationer end i spildevand fra husholdninger.

Til sidst kommer der spildevand i form af regnvand, der løber af vores veje og ned i kloakken. Dette spildevand indeholder som regel sand, olie, grene, blade osv. (se billede 2 bilag 2)

Hvorfor renses vi spildevandet?

Hvis vi ikke renses vores spildevand, ville vi ikke være i stand til at bade i havet om sommeren på grund af forureningen, vi ville ikke have meget marint liv tilbage og endelig ville vores søvand, de steder hvor spildevandet udledes til ferskvand, have en grim lugt og farve. Grunden til dette er spildevandets store indhold af næringssalte (fosfater og nitrater) og organisk materiale.

De bakterier der lever i det organiske stof, er i gang med at nedbryde det. Denne proces kræver ilt, som der så bliver taget fra den ilt, der er opløst i havvandet.

Næringssaltene er for mange planter og bakterier de stoffer, der skal til for at de kan leve. Når der så kommer en overflod af disse næringssalte, vil alle organismer så begynde at vokse eller formerer sig. Til denne vækst skal der bruges ilt som så også bliver taget fra havvandet. Dette vil så til sidst ende med et iltsvind, som bevirker, at først store organismer, såsom fisk, vil forsvinde, og derefter vil bundlivet forsvinde. Til sidst er det kun det, der er i overfladen, der er tilbage, men også det vil til sidst dø. Tilbage står man med et iltfattigt hav med kun få bakterier tilbage, nemlig dem, der kan klare sig uden ilt.

Som et eksempel kan nævnes de blågrønalger, som vi ser vokse op i sensommeren. Denne alge, som egentligt er en bakterie, vokser meget hurtigt, så den udkonkurrerer hurtigt andre levende organismer. Disse bakterier har også en anden "fordel", idet de lever i en symbiose, så når iltkoncentrationen begynder at falde, så begynder nogle af disse bakterier at lave ilt til de andre bakterier og der med sikre overlevelsen for hele klyngen.

Mekanisk rensning

Sining:

Den mekaniske rensning er den første fase i rensningen af spildevandet. Her løber spildevandet ind i et stort kar, hvor der kører en stor si frem og tilbage for at si alle de store ting fra så som grene, blade osv. Når alle store ting er blevet siet fra, løber vandet videre til et andet kar, hvor sand og fedt udskildes.

Sand- og fedtfang:

I dette kar bliver hastigheden på vandet sænket til ca. $v_v = 0,3 \text{ m/s}$, og ved denne hastighed opnår man en tilpas stor bundfældning af sandkorn uden at få for meget slam til at bundfælde i karret, inden vandet løber fra karret igen (se billede 3 i bilag 2).

Disse kar er bygget på en måde, at når vandet strømmer ind og ned i igennem dem, får vandet naturligt en strømningshastighed, der er ens hele vejen ned igennem karret. Under normale forhold vil vandets hastighed være for lav når det løber til karret, og derfor har man gjort det muligt at accelerere vandet til den ønskede hastighed ved hjælp af luft. Dette har to fordele, for det første kan man styre vandets hastighed og for det andet, vil alle lette partikler som f.eks. fedt skille sig ud og ligge sig som skum på overfladen, som så kan skummes af undervejs.

Man kan finde bundfældningshastigheden i sand- og fedtfanget ved denne formel. (se billede 4 i bilag 2)

$$V_B = \frac{V_v \cdot h_v}{l}$$

Da længden l på disse kar under drift ikke er en faktor man kan ændre på, hvis man ønsker en bedre bundfældning af sandkornene, og vandhastigheden v_v som før nævnt skal holdes på en konstant hastighed, vil det være vandhøjden h_v vi kan justere på, for at opnå den bedste bundfældning. Normalt vil man ikke justere på noget i denne fase af rensningen, da alle faktorer holdes konstante.

Forklaringskar:

Efter at fedt og sand er blevet frasepareret, løber vandet til en klaringskar, som har til formål at bundfælde alle de organiske partikler og bakterieklynger, der enten er for store eller er døde.

Fra klaringskaret løber vandet videre til den biologiske rensning, mens slammet, der er bundfældet, løber til en rådnetank sammen med fedtet fra sand- og fedtfanget.

Rådnetank og gasturbinen:

Slammet fra klaringskarret bliver pumpet til en centrifuge, hvor en del af vandet bliver separeret fra, hvorefter slammet kommer op i rådnetanken sammen med fedtet fra sandfanget. I rådnetanken ligger det organiske materiale og rådner færdig sammen med fedtet. Under forrådningsprocessen bliver der dannet en hel del gas, som hovedsagligt består af metan (CH₄), carbondioxid (CO₂) og hydrogensulfid (H₂S). Denne gas bliver ledt til en gastank som er forbundet til en gasmotor, som driver en el-generator, der så kan producere strøm til det danske el-net. Hvis der bliver produceret mere gas end motoren kan nå at forbruge eller hvis der på anden måde bliver opbygget et for stort gaslager, kan gassen blive brændt af i en gas-kedel. Når slammet fra rådnetanken er rådnet færdigt, bliver det presset og kørt til forbrænding (Hørsholm forbrændingsanlæg for Helsingør renselanlægs vedkommende).

Biologisk rensning

Hvad er aktivslam?

Aktivslam er ikke noget, der bliver tilført spildvandet, når det kommer ind på et renselanlæg. Aktivslam er en blanding af bakterier og organisk materiale, som allerede findes i spildvandet, når det kommer ind på anlægget. Det eneste man så gør er at give de bakterier, der er i gang med at nedbryde det organiske stof, optimale levevilkår i anlægget (se billede5 i bilag 2).

Disse bakterieflokkene bliver delvist genbrugt, dvs. at når de er kommet til vejs ende bundfældes de i en klaringskammer, hvor noget af slammet bliver kasseret og andet bliver pumpet tilbage til starten af den biologiske fase og genbrugt.

Dette bevirker at man får en forholdsvist høj slamalder (SA) som er defineret:

$$SA = \frac{\text{Tørstofvægt af slam i luftningskar}}{\left(\frac{\text{Tørstofvægt af fjernet overskudsslam}}{d\text{øgn}} \right)} [d\text{øgn}]$$

den høje slamalder er nødvendig for at få de forskellige biologiske processer til at forløbe.

Biologisk rensning:

Ved en ren biologisk rensning behøver man kun et kar. Dette kar skal omrøres enten med luft eller mekanisk, så den genanvendte bakterieflokk bliver blandet med det nye spildevand. Det kan nogle gange være nødvendigt at tilsætte organisk materiale til spildevandet, hvis der ikke kommer nok organisk stof med spildevandet. I Helsingør fik renselanlægget spildevand fra bryggeriet Wiibroe i form af rester fra ølproduktionen, og senere hen, da Wiibroe lukkede, fik de tilført alkohol, som konfiskeres af toldvæsnet i Helsingør. Der kan også ske det omvendte, nemlig at der kommer en forøgelse af organisk stof i fødevandet, og dette vil medvirke til en høj slambelastning (SB). Man må da lade alt slam recirkulere, så slamalderen stiger og dermed får man flere bakterier til at nedbryde det organiske stof (se billede 6 bilag 2).

Slambelastningen (SB) defineres som:

$$SB = \frac{\text{Fødemængde}}{\text{bakteriemængde}} = \frac{\text{Kg} \cdot BI_5 / d\text{øgn}}{\text{tørstofvægt af slam i luftningskarret}} \left[\frac{\text{Kg} \cdot BI_5}{\text{Kg} \cdot TS \cdot d\text{øgn}} \right]$$

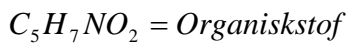
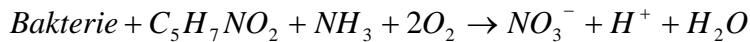
Kvælstoffjernelse:

For at en biologisk rensning af kvælstof kan finde sted, er det vigtigt, at slammet i anlægget har en slamalder på ca. 10 døgn, samt at ilttilførslen skal være væsentligt højere end ved den almindelige biologiske rensning.

Rensningen af kvælstof forløber i to trin: Et nitrifikationstrin og et denitrifikationstrin. Disse to processer kræver kun et bassin, da man er i stand

til at skifte i mellem iltet vand (aerobe forhold), og iltfattige vand (anoxe forhold) i samme bassin.

Det første kar spildevandet løber ind til er den fase hvor nitrifikationen finder sted. Ved en nitrifikation forstås at ammoniakken (NH_3) i vandet ved hjælp af bakterierne bliver omdannet til nitrat (NO_3^-). Efterfølgende har jeg udregnet hvor mange gram ilt, der går til omdannelsen af et gram ammoniak (NH_3).



$$m_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3} \cdot M_{\text{NH}_3} \Rightarrow m_{\text{NH}_3} = 1 \cdot (14,01 + 1,008 \cdot 3) \left[\frac{\text{mol} \cdot \text{gram}}{\text{mol}} \right] = 17,034 \text{ gram NH}_3$$

$$m_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2} \Rightarrow m_{\text{O}_2} = 2 \cdot (2 \cdot 16) \left[\frac{\text{mol} \cdot \text{gram}}{\text{mol}} \right] = 64 \text{ gram O}_2$$

$$\frac{\text{gram}_{\text{O}_2}}{\text{gram}_{\text{NH}_3}} \Rightarrow \frac{64}{17,034} = \underline{\underline{3,757}} \text{ gram}_{\text{O}_2} / \text{gram}_{\text{NH}_3}$$

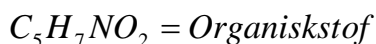
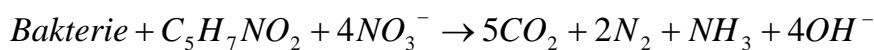
På årsbasis vil Helsingør renselanlæg bruge:

$$\left(m_{\text{NH}_3, \text{indløb}} - m_{\text{NH}_3, \text{udløb}} \right) \cdot m_{\text{O}_2/\text{NH}_3} = (164 - 8) \cdot 3,757 = 586,092 \text{ ton}_{\text{O}_2} / \text{år}$$

$$m_{\text{NH}_3, \text{indløb}} - \text{og} - m_{\text{NH}_3, \text{udløb}} - \text{findes på bilag 1}$$

Nitrat er imidlertid giftigt for fisk og andre dyr i recipienten, og man er derfor nødt til at omdanne nitraten til fri nitrogen (N_2).

Dette kan foregår ved at man underkaster bakterierne anoxe forhold, det vil sige at man stopper med at gennemlufte spildevandet og på et tidspunkt er alt ilten opbrugt. Når der ikke er mere ilt tilbage, tvinger man bakterierne til at udnytte ilten fra nitraten. Denne fase vi nu er gået over i kaldes for denitrifikation og forløber således.



Som det kan ses bliver der dannet fri nitrogen (N_2) og CO_2 som vil stige til vejrs. Der bliver også dannet en smule ammoniak (NH_3) ved processen, men som det kan ses, bliver der kun dannet et molekyle ammoniak (NH_3) for hver gang man bruger 4 molekyler nitrat (NO_3^-). Så ved at påtvinge bakterierne denne proces

nogle gange, alt efter hvor stor belastningen er, vil man få reduceret ammoniakken (NH_3) ned til en acceptabel koncentration.



Da NH_3 reagerer 1:1 med NO_3^- i nitrifikationsfasen og NO_3^- reagerer 4:1 med NH_3 i denitrifikationsfasen vil der blive produceret

$$\frac{1}{4} \cdot (m_{NH_3} = m_{NO_3^-}) = \frac{1}{4} \cdot 164 = 41 \text{ ton } NH_3 / \text{år}$$

så hvis kvælstofmængden, de har sluppet ud, kun er 8 ton/år må de gentage denne proces x antal gange

$$\frac{1}{4} \cdot (m_{NH_3} = m_{NO_3^-}) = \frac{1}{4} \cdot 164 = 41 \text{ ton } NH_3 / \text{år}$$

$$\frac{1}{4} \cdot (m_{NH_3} = m_{NO_3^-}) = \frac{1}{4} \cdot 41 = 10,25 \text{ ton } NH_3 / \text{år}$$

$$\frac{1}{4} \cdot (m_{NH_3} = m_{NO_3^-}) = \frac{1}{4} \cdot 10,25 = 2,6 \text{ ton } NH_3 / \text{år}$$

$$\frac{1}{4} \cdot (m_{NH_3} = m_{NO_3^-}) = \frac{1}{4} \cdot 2,6 = 0,65 \text{ ton } NH_3 / \text{år}$$

Denne omtrentlige udregning er meget tvivlsom, da der er så mange faktorer, der spiller ind, men ifølge mine beregninger er bakterierne blevet påtvunget aerobe og anoxe forhold 3 til 4 gange.

Her efter kunne man jo også beregne hvor meget CO_2 de udleder på anlægget, og så kan man jo tænke lidt over, om de ikke også skulle betale CO_2 -afgift.

For hver gang der bliver dannet 1 NH_3 bliver der dannet 5 gange så meget CO_2 i denitrifikation fasen, og hvis de så kører denne proces 4 gange vil det blive til x antal ton CO_2 pr. år.

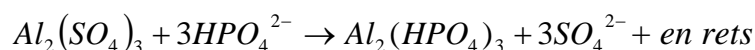
$$41 \cdot 5 + 10,25 \cdot 5 + 2,6 \cdot 5 + 0,65 \cdot 5 = \underline{\underline{272,5 \text{ ton } CO_2 / \text{år}}}$$

Kemisk fosforfjernelse:

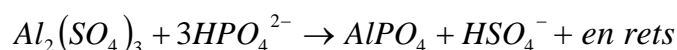
Førhen har man brugt kemisk fosforfjernelse, men da dette er en dyr proces, er man gået over til biologisk fjernelse da dette blev teknisk muligt.

Kemisk fjernelse er dyrt, fordi man både skal købe kemikalier ind, og da prisen for bortskaffelse af restproduktet er en del højere end for almindelig slam.

Den kemiske fosforfjernelse kan foretages med forskellige stoffer. De mest anvendte er aluminiumsulfat ($Al_2(SO_4)_3$), ferrichlorid ($FeCl_3$), ferrosulfat ($FeSO_4$) og calciumhydroxid $Ca(OH)_2$. Det er vigtigt at finde det stof, der passer til den bakterieflora, der eksisterer i renselanlægget, da det ikke er alle bakterier, der trives lige godt med de forskellige stoffer. I Helsingør brugte man aluminiumsulfat ($Al_2(SO_4)_3$):



eller



Når denne reaktion har fundet sted, bliver stofferne udfældet i et klaringsbassin, før det løber videre til biologisk kvælstofrensning.

Efterpolering:

Hvis man tilsætter et metalsalt før forklaringsstankene, så kan man, hvis det er nødvendigt for afløbskvaliteten, tilsætte lidt metalsalt lige før efterklaringsbassinet, og så opnår man en bedre bundfældning af slammet.

Hvis der er meget svæv/let slam i vandet kan man også etablere et sandfilter til efterpolering.

Biologisk fosforfjernelse:

For at der kan finde en biologisk fosforfjernelse sted, skal slammet, der er i anlægget, indeholde ca. 1,5-2% fosfor, da slammet skal kunne afgive fosfor for senere hen at kunne optage det igen. Samtidig skal denne proces ske i et bassin for sig selv, da de fosfor akkumulerende bakterier vil hæmme omdannelsen af ammoniak til nitrogen.

Fosforen findes i mange forskellige forbindelser i bakteriecellerne i slammet. De mest dominerende forbindelser er uorganisk fosfat, nukleinsyrer (DNA og RNA) og bakteriernes eget energilager ATP(AdenosinTriphosphat).

Det er især bakterier af gruppen Acinetobactor der er meget villig til at optage og lagre polyfosfat i cellerne. Optagelsen af fosfat i bakteriecellerne sker ved, at man først påtvinger spildevandet og bakterierne anaerobe forhold. Dette bevirker så, at bakterierne frigiver fosfat for så at begynde at optage let nedbrydeligt organisk stof. Disse stoffer skal være fedtsyrer med korte kæder (VFA) i form af f.eks. eddikesyrer eller propionsyre, for at kunne opbygges til bakteriernes lager af organisk stof under de anaerobe forhold. Disse fedtsyrer bliver så omdannet til lagre af PHB (PolyHydroxyButyrat) eller PHV (PolyHydroxyValerat), som så erstatter fosfaten i bakteriecellen. Det bevirker at fosforkoncentrationen er meget høj i denne fase. Der kan optages ca. 1,2 mol carbon for hvert mol fosfor der frigøres under anaerobe betingelser.

Så grunden til, at der ikke vil finde en denitrifikation til stede i denne anaerobe fase er, at de fosfatakkumulerende bakterier hurtigt får opbygget et lager af let-nedbrydeligt organisk stof til den aerobe fase, hvor de så kan nedbryde dem.

Når bakterierne så har optaget så meget organisk materiale som muligt, skifter man så forhold i bassinet til et aerob forhold. Dette bevirker at bakterierne begynder at nedbryde det organiske materiale de har lagret, og når der er masser af næringsstof, vil de begynde at formere sig. Når bakterierne formerer sig, optager de igen den fosfor, som de førhen frigjorde til vandet. På denne måde får man den fosfor, der kom ind i anlægget, bundet i slammet. Fosforkoncentrationen i slammet ligger normalt på ca. 3-6% fosfor.

For at opnå et højt indhold af fosfor i slammet skal der imidlertid også være meget organisk materiale tilstede, så hvis der ikke er nok organisk stof tilstede bliver man nødt til enten at supplere med spiritus, som de gør i Helsingør, eller man må bruge kemisk fosforfjernelse, enten før forklaringsbassinet eller som efterpolering lige før efterklaringsbassinet.

Naturlig kemisk fosforfjernelse:

Ved en høj fosfor-koncentration i spildevandet kan fosforen reagerer kemisk med spildevandets naturlige indhold af jern ($\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$), calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) og aluminium (Al^{3+}). Dette medfører en bundfældning, som vil vise sig i forklaringsbassinet.

Hvornår er vandet rent?

Over halvdelen af Helsingør kommune er omgivet af vand og store dele består af moser, enge, heder og vandløb, så det er vigtigt for kommunen, at udledningstvandet overholder kravene fra EU samt de lokale krav, som kommunen selv sætter. De tre renseanlæg har valgt at rense spildevandet helt, så de slipper for at betale bøder for højt nitrat- eller fosfor-indhold i udledningstvandet. Dette har selvfølgelig medført en stor udgift i opstartfasen, men denne udgift regnes med at være indtjent om 5 år.

Hvis man sammenligner udledningstvandet (bilag 1) med de krav, der bliver stillet i den lokale vandmiljø plan, vil man kunne se, at alle krav bliver overholdt fuldt ud.

Anlæggets rest produkter

På Helsingør renseanlæg producerer de:

- Sand til at lægge omkring kloakrør. Sandet stammer fra sandfanget
- Ristegods som bliver kørt til deponering på en losseplads.
- Slam som bliver kørt til Hørsholm forbrændingsanlæg. Slammet der stammer fra forrådningsstanken bliver først presset da det kun er ca. 2% af slammet der er tørstof (TS). Efter presningen bliver slammet hakket til fint smulder og kørt til forbrænding.

Konklusion

Helsingør centralrenseanlæg, samt de to andre renseanlæg i kommunen, har i gennem de sidste år været i gang med et EU-projekt, hvor de med den nyeste teknologi indenfor måling og styring har prøvet at optimere rensningen bedst muligt, samtidig med at produktionen af restprodukter (kemisk affald, biologisk affald, slam, sand) formindskes. Jeg må konkludere, at dette har lykkedes med stor succes, og man kan da håbe, at andre kommuner herefter vil optimere deres renseanlæg på lignende måde. Det skal dog lige tilføjes, at spildevandet, der bliver rensset på et renseanlæg, langt fra er alt spildevand som vi mennesker producerer. Der kommer også en stor del spildevandet fra landbruget. Dette spildevand trænger ned i grundvandet eller ud i åer og vandløb og kommer aldrig i nærheden af et renseanlæg.

En anden ting som også er vigtig at tage med i sine overvejelser er, om det er nødvendigt at bruge flere penge herhjemme på rensning af spildevand.

Spildevand er, om ikke et globalt problem, så i hvert fald et problem, der strækker sig udover et stort geografisk område. Det vil sige, at vi skal overveje, om vores penge vil være bedre givet ud, hvis vi brugte dem i andre dele af et stort geografisk område f.eks. udenfor vore egne landegrænser.

Her kan det være en stor fordel at vi har fået en stor del af de østeuropæiske lande med i EU, da deres vandmiljøpolitik har store konsekvenser for vandkvaliteten i Østersøen.

Så min konklusion til dette projekt må være, at Helsingør kommune har gjort en stor indsats for at mindske skadeligt stof til recipienten, og det skal de have ros for. Men tilstanden i Østersøen vil først blive forbedret når alle lande omkring Østersøen har samme indstilling til problemet.

Litteraturliste

Forfatter:	Litteratur navn:
Jørgen Nielsen	Miljø teknik
Mogens Henze Gert Petersen Gert Holm Kristensen Jens Jørgen Kjeldsen	Drift af renselanlæg
Rapport af: Jardin N. Pöpel H.J.	Rapporten omhandler: Phosphate fixation in sludge from enchanced biological P-removal during stabilisation. Chemical water and wastewater treatment.

Betegnelser

BI₅ (BOD₅): Biologisk Iltforbrug over 5 døgn

COD: Organisk stof

PE: Person ækvivalenter

KIF: Kemisk Ilt Forbrug

TS: Tørstof i Slammet

SS: Suspenderet Stof

SB: Slam Belastning

SA: Slam Alder

VFA: Volatile Fatty Acids

Bilag

Bilag 1

Forureningen i det udledte vand, må ikke overstige:

Udledningsvand	Krav
COD	1,5 mg/liter
Kvælstof	8 mg/liter
Fosfor	15 mg/liter

Kilde: <http://www.helsingor.dk/renseanlaeg/hg-rens.htm>

Det skal lige bemærkes at siden sidst er opdateret den 23. juli 2003. Så " Fakta om Helsingør Renseanlæg" har ændret sig efter afslutningen af EU projektet i februar 2004.

Udledning for Helsingør renselanlæg:

Udledningsvand	Krav pr. år	Udledning pr. år
COD	1,5 mg/liter	0,0221 mg/liter
Kvælstof	8 mg/liter	0,0035 mg/liter
Fosfor	15 mg/liter	0,0009 mg/liter

(Tal stammer fra Helsingør central renselanlægs grønne regnskab 2003)

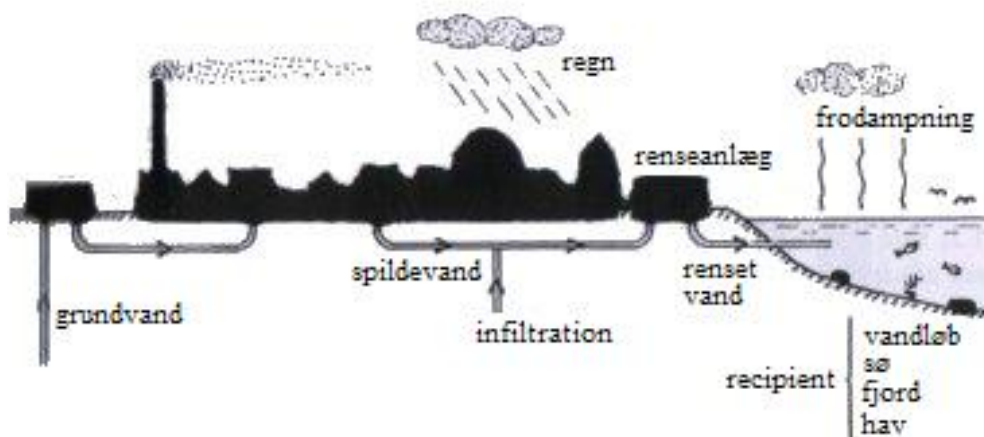
Udledning for alle tre renselanlæg i kommunen:

Udledningsvand	Krav pr. år	Udledning pr. år
Fosfor	1,5 mg/liter	0,0011 mg/liter
Kvælstof	8 mg/liter	0,0055 mg/liter
COD	15 mg/liter	0,0355 mg/liter

(Tal stammer fra Helsingør central renselanlægs grønne regnskab 2003)

Bilag 2

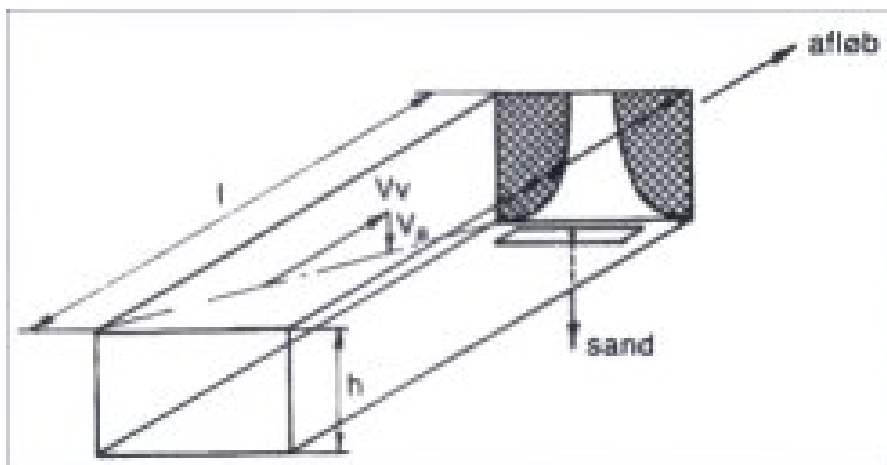
Billede 2



Vandet starter med at blive pumpet op fra grundvandet, for at opfylde de krav vi forbruger skal have stillet. Vandet bliver der efter ledt ned i kloakken og ført til renselanlægget før det bliver ledt til recipienten.

Bilag2

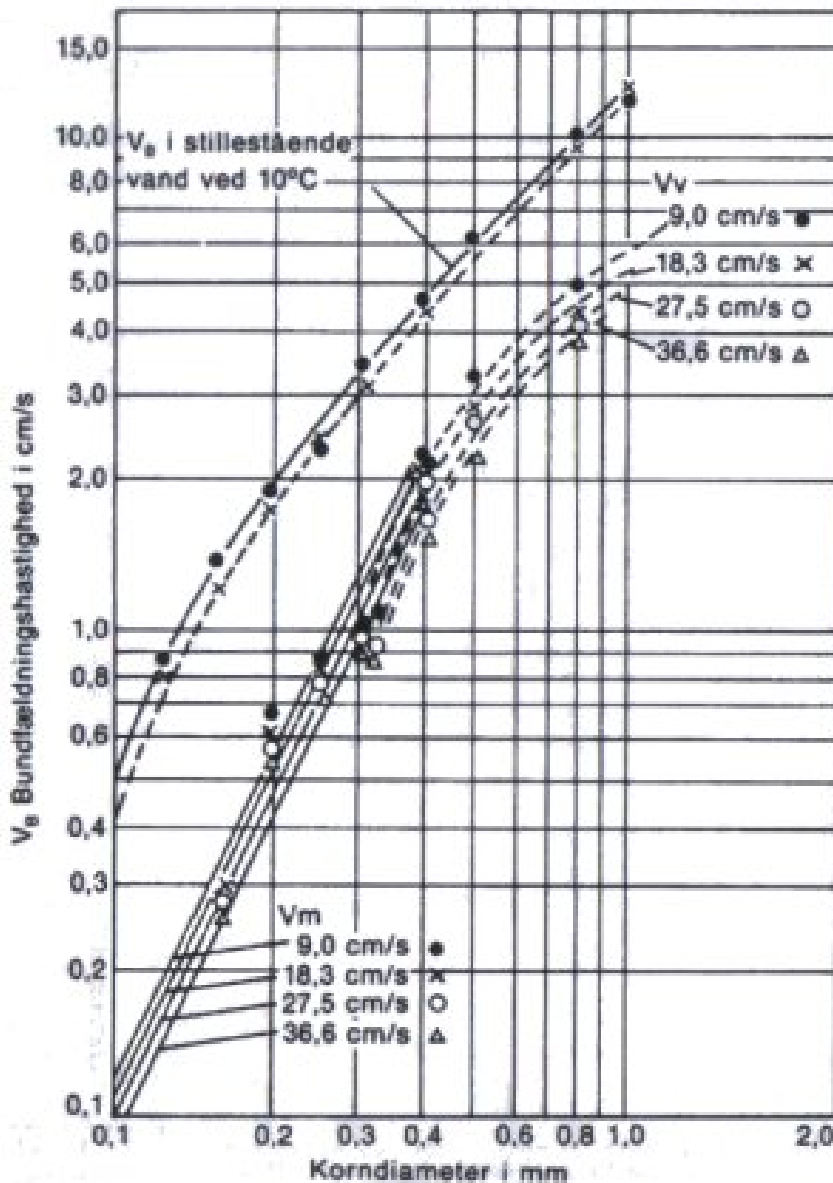
Billede 3



Her er et skitseret bassin hvor V_B er skitseret som bundfældningshastigheden og V_v er vandets hastighed gennem bassinet.

Bilag 2

Billede 4

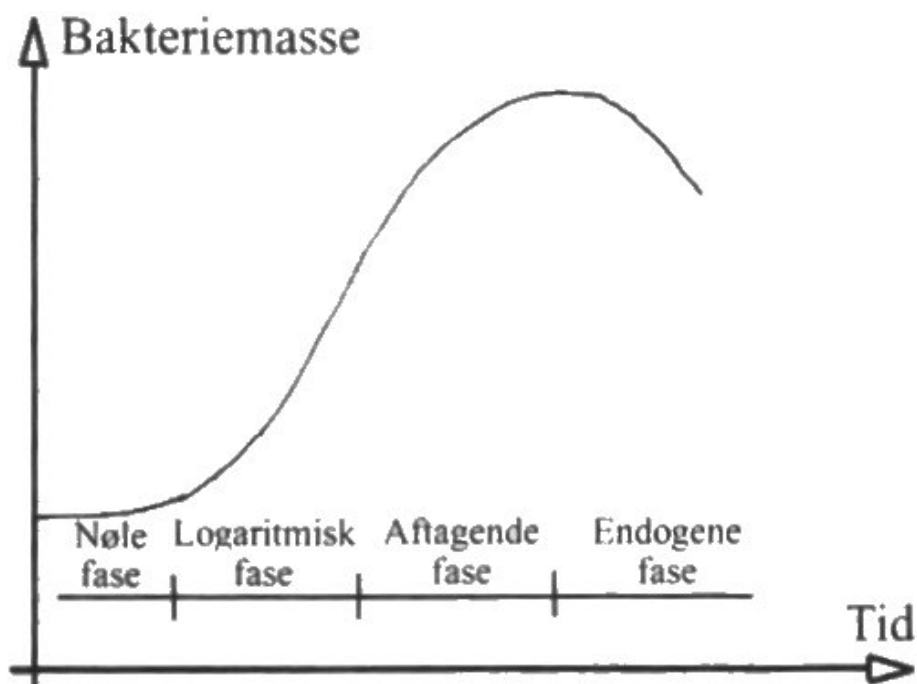


Her kan ses bundfældningshastigheden op ad y-aksen og bundfældningshastigheden ud af x-aksen.

Den øverste kurve viser V_B i 10°C stillestående vand. De næste kurver er V_B for forskellige vandhastigheder og kornstørrelser.

Bilag 2

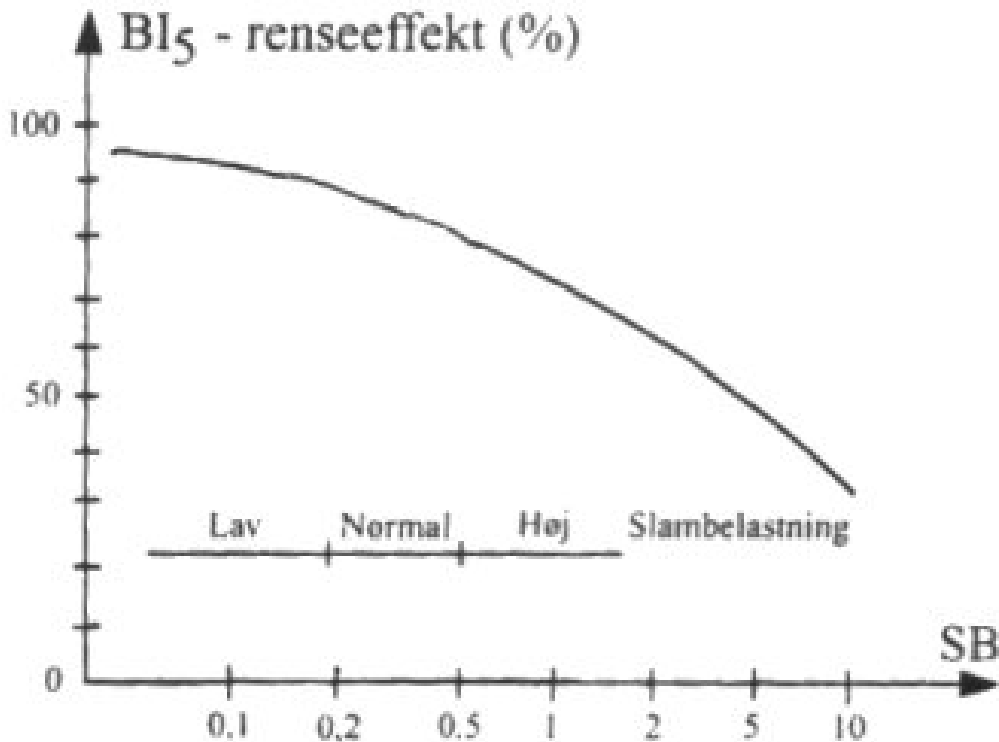
billede 5



Et skitse af bakteriers udviklings forløb. Det ses at lige så snart der bliver tilført næring til bakterierne vil de formerer sig eksponentielt ind til der ikke er mere næring. Bakterier kan dele sig med optil 1 gang for hvert 20min. for at give en fornemmelse af hvor lang tids akse skal være.

Bilag 2

Billede 6

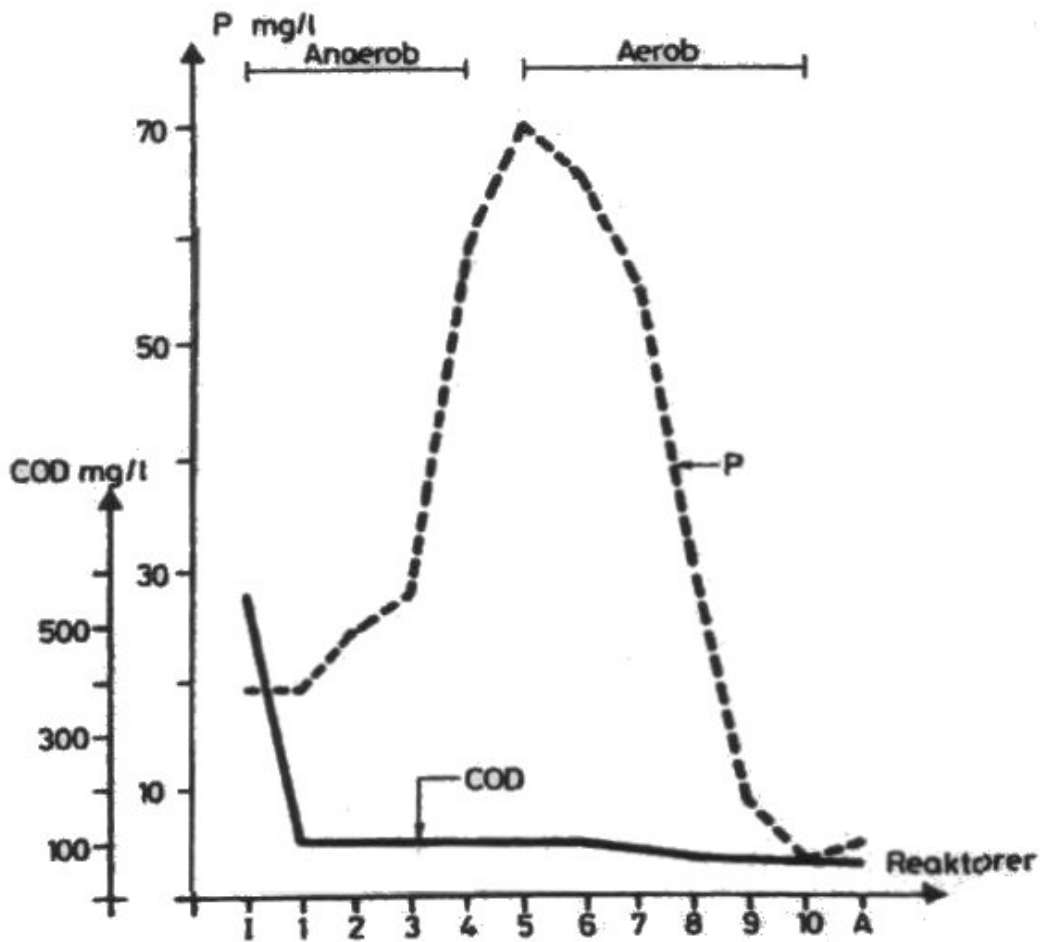


På denne skala kan man se hvornår et renselanlæg er indekseret som et lavt belastet og op til et højt belastet anlæg.

Det ses at effekten falder jo mere belastet anlægget er dette gælder dog kun for anlæg hvor de ikke anvender en biologiske fosfor rensning proces. Da den biologiske fosfor rensning proces forløber bedst under en høj slambelastning.

Bilag 2

Billede 7



Det kan ses i den anaerobe fase at bakterierne oplager COD og afgiver en masse fosfor. I den aerobe fase vender det så, bakterierne begynder at nedbryde COD og optage fosfor igen.