



Velkommen på Herning Renseanlæg

Vi er glade for, at du og din klasse har lyst til at besøge Herning Vand som et led i undervisningen. Vi arbejder for at sikre sundt vand. Både at du altid har sundt og rent drikkevand i hanen, og at du kan komme af med dit spildevand på en sikker og sund måde, og det arbejde vil vi meget gerne fortælle om.

Her får I historien om, hvordan Herning Renseanlæg styrer vandets vej fra kloak til å med miljøet for øje, så vi ikke efterlader en regning til vores børn og børnebørn. Du skal se besøget på Herning Renseanlæg som et supplerende tilbud til undervisningen i naturfagene i 7.-9. klasse og på gymnasier.

Vi forestiller os, at det passer godt med et forløb om vandets kredsløb, men som underviser kan du planlægge besøget, så det giver mening for lige netop din klasse. Du står nemlig selv for rundvisningen, men vi har udarbejdet en række materialer, som du kan finde inspiration i eller bruge som guide. Det eneste, vi beder dig følge nøje, er vores regler og retningslinjer. Du finder dem på side x.

Materialerne består af:

- et kort med indtegnet rute, som du og dine elever skal følge.
- lærermateriale, der beskriver vandets vej fra kloak til å. Det kan du bruge til at forberede dig på at forklare eleverne, hvad der sker på hver post på reneanlægget.
- en plakat ved hver post, der understøtter din fortælling.

Med materialet og rundvisningen ønsker vi at give eleverne indsigt i, hvordan et moderne reneanlæg bearbejder det spildevand, som private hjem og virksomheder dagligt afleder.

I kan gennemføre besøget og rundvisningen på en til to timer. Turen på Herning Renseanlæg består af 12 poster. På de sidste to poster, får I indblik i, hvordan Herning Vand arbejder med cirkulær økonomi ved at udvikle bæredygtig gødning og reducere vores energiforbrug ved at producere el med vores gasmotor.

Før besøget er det vigtigt, at du læser vores retningslinjer og vejledning grundigt.

Herning Vand
Ålykkevej 5
7400 Herning

Tlf.: 9999 2299
info@herningvand.dk
www.herningvand.dk

Materiale til rundvisning

Indhold

Intro til rundvisning
Post 1: Indløbspumper
Post 2: Riste
Post 3: Sand og fedtfang
Post 4: Forklaringstanke
Post 5: Biologiske tanke
Post 6: Efterklaringstanke
Post 7: Blæser
Post 8: Sandfilter
Post 9: Ilttrappe
Post 10: Udløb
Post 11: Hvad sker der med slammet?
Post 12: Hvad er struvit?
Ordbog

Intro til rundvisning: Om rensning af vand i Herning

Kloaknettet leder spildevandet til vores i alt 14 renseanlæg. Herfra behandler og renser vores renseanlæg spildevandet. I alt renser anlæggene spildevand fra ca. 32.000 ejendomme i hele kommunen.

Det største af de 14 renseanlæg er Herning Renseanlæg, som I får en rundvisning på om lidt. Her renser vi spildevand fra hele Herning by og omegnsbyerne (Lind, Snejbjerg, Tjørring, Hammerum, Gjellerup, Gullestrup, Simmelkjær, Ilskov, Ørre, Sinding, Haunstrup, Tanderupkær, Studsgård, Kollund, Skærbæk, Høgild, Arnborg, Hauge, Kølkær og Fasterholt).

Rensemethode

Renseanlægget har både mekanisk, biologisk og kemisk rensning. Den mekaniske rensning skiller større ting som for eksempel klude, bind og kondomer fra. Under den biologiske rensning æder bakterier urin, opløste madrester, afføring og rester af vaskepulver og reducerer på den måde organisk stof og kvælstof. Under den kemiske rensning reducerer tilsatte kemikalier mængden af fosfor i spildevandet. Vandet løber undervejs i renseprocessen også igennem et sandfilter. I får det hele at se undervejs.

I gennemsnit tager det et til to døgn fra spildevandet løber ind i anlægget, til vi udleder det i naturen.

Det var introen – nu starter rundvisningen. I samlet flok skal vi (I) besøge 12 poster. På de sidste to poster, skal I snakke om slam og gødning, og hvordan Herning Renseanlæg arbejder med cirkulær økonomi. I finder posterne ved at følge ruten på kortet fra nummer 1 til nummer 12.

Post 1: Indløbspumper

I 2016 kom ti millioner m³ spildevand og regnvand ind på vores renseanlæg. Det svarer til 27.400 m³ i døgnet. Ikke alle kloakker i Herning Kommune er blevet fuldt separeret endnu, og derfor modtager vi også regnvand på vores renseanlæg både i Herning og i de omkringliggende byer. Når kloakken ikke er separeret løber regnvand fra vejene og spildevandet fra vores hjem i samme kloakledning til renseanlægget. Som det er nu, udgør regnvandet cirka to tredjedele af de samlede **indløbsflow**, og derfor er vandet meget fortyndet i perioder. Det betyder også, at vi bruger mange ressourcer på at rense en masse rent vand. Med **fuld separering** kommer regnvandet ikke forbi renseanlægget, fordi vi separerer spildevand og regnvand. I stedet for kun at have én kloakledning i vejen, graver vi to ned – én til spildevand, der løber til renseanlægget og bliver rensset og én til regnvand, der leder vandet udenom renseanlægget videre til regnvandssøer eller åer, fx regnvandssøer.

På renseanlægget skal spildevandet kunne løbe ud i bassinerne på renseanlægget. Det kan kun lade sig gøre via indløbspumperne, som pumper spildevandet op i det rigtige niveau.

I 2015 fik Herning Renseanlæg tre nye snækkepumper. Til sammen kan pumperne klare 2.100 l/s. Det er dog sjældent, de er så pressede, for i tørvejr klarer de i gennemsnit 200-400 l/s, og i regnvejr er tallet cirka 1.500 l/s. Typisk kører to pumper ad gangen, mens den sidste fungerer som reserve.

Oplev posten: Det er oplagt, at opfordre eleverne til at kigge ud over kanten, så de kan se, hvordan pumperne arbejder.

Post 2: Riste

Renseanlægget pumper det rå spildevand igennem tre finriste. Ristene har en kapacitet på 2.400 l/s. De ting, som ristene filtrerer fra, er for eksempel klude, toiletpapir og vatpinde, og det kalder vi ristegods. Ristegodset bliver automatisk drænet for vand og transporteret til containere. Derefter kører vi det til en **kontrolleret losseplads** (Østdeponi ved FASTERHOLDT).

I 2016 kørte vi i gennemsnit 2.500 kg ristegods væk pr. uge.

Post 3: Sand- og fedtfang

Når alt ristegods er fjernet fra spildevandet, er næste step at fjerne sand, fedt og olie. Det er nødvendigt, så vi kan undgå, at de næste processer bliver forstyrret. Renseanlægget fjerner sand, fedt og olie i en kombinationstank med en **volumen** på 900 m³.

Via **diffusion** i bunden af tanken bliver fedt og olie bragt til overfladen, hvor det løber hen i en rende i enden af tanken. Herfra bliver det suget op og kørt til Østdeponi.

Fedt er forurenede med rester af vatpinde og andet ristegods, og derfor kan vi ikke bruge det i vores biogasanlæg og rådnetanke. Hvis vi gjorde det, ville forureningen blive lagret i vores rådnetanke.

Renseanlæggets system er designet på en måde, der gør, at sandet falder til bunds, når vandet passerer ristene. Sandet ryger automatisk fra bunden og ind i en sandvasker. Herefter transporterer en snegl sandet over i en container. Sandet bliver ligesom ristegodset kørt videre til en **kontrolleret losseplads**.

I 2016 fjernede renseanlægget i gennemsnit 4.400 kg sand pr. uge.

Post 4: Forklaringstanke

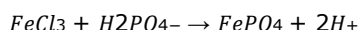
Når det filtrerede spildevand har været igennem indløb, riste og sand- og fedtfang, løber det ved hjælp af tyngdekraften til seks lige store forklaringstankene. De har en samlet en **volumen** på 8.400 m³. De seks tanke har hver en **kapacitet** på ca. 300 l/s. De bliver anvendt til forskellige formål:

- En tanke anvendes til rejktvand
- To tanke anvendes til forfældning/forklaring
- Tre tanke anvendes til sparebassiner ved højt flow.

Når vandet befinder sig i røret på vej mod de tanke, vi anvender til forfældning og forklaring, tilsætter vi en **flokkulant** (FeCl₃ – jernklorid), også kaldet **fældningskemikalier**.

Vi tilsætter hovedsagligt fældningskemikalier for at fjerne fosfor. Fældningskemikallet bliver blandet med spildevandet ved hjælp af en hurtig mekanisk omrører.

En bestemt mængde af det organiske materiale vil binde sig sammen – flokkulere - og derfor vil det falde til bunds med fosforforbindelserne.



Vi kalder det, der falder til bunds, for primærslam. Primærslammet indeholder store mængder fosfor og jern og bliver pumpet videre til rådnetanken (se post 11).

Spildevandet opholder sig i forklaringstankene mellem halvanden og fire timer. Det er forskelligt, hvor mange tanke vi bruger, fordi flowet varierer. På den måde udnytter vi ressourcerne bedst muligt.

A. Selektor

Når forfældningen i forklaringstankene er færdig, løber spildevandet ned i selektoren, som har en **volumen** på 600 m³. Her bliver det blandet med returslam fra efterklaringstankene (se post 6) via tyngdekraften. Returslammet kommer herefter til de biologiske tanke (se post 5).

B. Overløbskanten

Nogle gange er **flowet** højere end den maksimale **hydrauliske kapacitet** i de biologiske tanke (se post 5). **Flowet** kan være højere i perioder med meget regn eller når sneen smelter. Når det sker, leder anlægget en mængde af det forrensede spildevand i overløb og ud i åen.

Vandet kommer først i overløb, når det har passeret forklaringstankene. Fordi det sker i perioder med meget regn, er spildevandet allerede

fortyndet væsentligt. Dermed undgår vi for høje koncentrationer af uønskede stoffer i vandet.

Oplev posten: I kan se overløbskanten, hvis I går ca. 2 meter hen af gangbroen.

Post 5: Biologiske tanke

Gå hen til trappen og op på broen. Til venstre finder I post 5, og til højre finder I post 6. Start med post 5 og de biologiske tanke.

I de biologiske tanke foregår den biologiske rensning af spildevandet. I alt er der seks tanke med en samlet **volumen** på 18.500 m³. Her arbejder milliarder af bakterier i døgndrift på at nedbryde organisk stof og kvælstof. Processen hedder **biodenitro** og gør, at **nitrifikation** og **denitrifikation** bliver nedbrudt biologisk.

Hver af de seks tanke har 500 **diffusorer** i bunden. Iltmålere styrer tilførelsen af ilt, og diffusorerne blæser luft i vandet, så det får et højt iltindhold. Trykluft kommer fra tre blæsere fra Sulzer, som samlet kan levere 30.000 m³ luft pr. time ved 0,6 bars tryk.

Hver tank har derudover to omrørere, der sikrer, at spildevandet og det aktive slam hele tiden er godt blandet.

Denitrifikation og Nitrifikation er to processer der hele tiden afløser hinanden. De køres konstant for at holde ammonium og nitrat under de grænseværdier, vi har angivet som set-punkter for at kunne overholde lovgivningen for udledning.

Den brune "masse" i vandet er slammasse og bakterier.

Primært til gymnasium (A-D)

A: Online styring

Spildevand ledes ind i en anoxisk tank (nitrat + ingen ilt). Her denitrificeres nitrat til frit kvælstof. Herfra ledes vandet ind i en oxisk tank (ammonium + ilt). Her nitrificeres ammonium til nitrat. Der skiftes fase hver time.

B: Regn-styring

Spildevand ledes ind i en oxisk tank (ammonium + ilt), hvor ammonium nitrificeres til nitrat. Herfra ledes vandet ind i en anoxisk tank (nitrat + ingen ilt), hvor nitrat denitrificeres. Tanken fungerer desuden som ekstra bundfældningstank.

C: Nitrifikation – bakteriers omdannelse.

Nitrifikation er en samlebetegnelse for de to processer hvor:

1. Ammonium ((NH_4^+)) omdannes til nitrit (NO_2^-)
2. Nitrit omdannes derefter til nitrat (NO_3^-)

Ammonium stammer fra ammoniak (NH_3) der igen stammer fra nedbrydningen af proteiner fra døde organismer.

Nitrifikation er en proces, hvor bakterier nedbryder ammoniak og nitrit ved, at de ved iltning omdannes til ammonium og nitrat. Processen efterfølges af denitrifikation for at omdanne ammonium og nitrat.

D: Denitrifikation – fjernelse af nitrat

Det er en proces der udføres af bakterier i vandet, hvor nitrat (NO_3^-) omdannes til frit kvælstof (N_2) eller lattergas (N_2O) som afgives til atmosfæren. Bakterier fra en række forskellige familier og slægter, fx *Pseudomonas* og *Bacillus*, kan anvende nitrat som iltningmiddel ved omsætningen af organisk stof, når der ikke er fri ilt til stede (anaerobe forhold). Ved denne anaerobe respiration reduceres nitrat enzymatisk i trin over nitrit NO_2^- via luftarterne NO og N_2O (lattergas) til frit kvælstof, N_2 . Det sidste enzym i omsætningen hæmmes bl.a. ved lave pH-værdier, og herved ophobes og afgives N_2O til atmosfæren.

Post 6: Efterklaringstanke

I efterklaringstankene tilsætter vi igen fældningskemi. Her er formålet først og fremmest at skabe større slamflokke, som kan falde til bunds. Der er otte tanke med hydrauliske skrabere i bunden, som samlet har en volumen på 10.000 m^3 .

Alt det biologiske slam, der falder til bunds i efterklaringstankene, bliver pumpet tilbage mod selektoren (4A). Cirka 90 % af slammet ender som aktivt returslam. Returslammet indeholder de bakterier, der arbejder i de biologiske tanke. De sidste cirka 10 % af slammet bliver pumpet over til forafvandringsbygningen til videre behandling.

Post 7: Blæser

I blæserrummet står vores tre HV-turbo kapselblæsere, der forsyner de biologiske tanke med luft. De er programmeret til selv, per automatik, at afgive den mængde luft, der er behov for.

Post 8: Iltrappe

Nu er spildevandet rensat, og det løber fra sandfilteret gennem iltrappen til udløbet. Fra iltrappen løber vandet ned ad trappetrinene og ender til sidst i åen. Det rensede spildevand skal indeholde mindst 60 % ilt, inden det kommer fra renseanlægget og ud i åen. Derfor iltes vandet, mens det plasker ned over trappetrinene. Det er vigtigt for ikke at slå livet i åen ihjel på grund af iltmangel. På en almindelig tørvejrsmåling ligger iltniveauet nemlig på mellem 80 og 84 %.

Ved iltrappen er der **online styring** på ilt, temperatur, **turbiditet**, ammonium, nitrat, kalium og PH.

Post 9: Udløb

Når spildevandet er rensat, leder vi det ud i Herningsholm Å, Storå og videre ud i Nissum Fjord og ud i Vesterhavet. Det sker via udløbet, som I kan se på denne post.

Oplev posten: På denne post må I gerne tage prøver af vandet i åen.

Post 10: Sandfilter

Sidste trin i renseprocessen er sandfilteret. Sandfilteret fjerner de sidste og meget små partikler i vandet. Filteret fjerner også et større indhold af fosfor og organisk materiale, som tilbageholdes i filtermaterialet. Her er det nu også muligt at tilsætte fældningskemi for at reducere indholdet af fosfor.

Spildevandet bliver pumpet op i en rende, der fordeler det ud i 24 tanke. De 24 tanke hver har en **volumen** på 26,4 m³. Det aktuelle flow af spildevand bestemmer automatisk, hvor mange tanke, der skal i brug.

Spildevandet løber igennem flere lag af filtermateriale i forskellige størrelse, før det løber ud af tanken gennem bunden.

Når filtermaterialet er helt fyldt op med partikler, sker der en automatisk returskyllning, og så er tanken klar til brug igen. Filtermaterialet bliver skyllet og genanvendt i tanken – i mange år.

Post 11: Slam

Slambehandling:

Slammet stammer enten fra bundfældning i forklaringstankene, som I så ved post 4 (primærslam) eller fra overskudsslam i efterklaringstankene, som I så ved post 6 (bioslam).

Vi pumper primærslam fra forklaring til to buffer-tanke, som pumper det til en finrist. Efter blandetanken pumper vi primærslammet på den **termofile** rådnetank (ca. 54 grader celsius)

Vi trækker vandet ud af bioslammet i forafvanderen og pumper det derefter direkte på den **mesofile** rådnetank (ca. 35 grader)

Vi behandler slammet i fire forskellige trin: Forafvanding, rådnetank, gastank og slutafvanding.

Forafvanding

Primærslam

Hver dag bliver ca. 160 m³ primærslam transporteret gennem en kontrolleret overpumpning fra forklaringstankene til forafvanderbygningen. Primærslammet har et indhold på 3-4 % **tørstof**. Gennem en slam/varmeveksler bliver det pumpet direkte til en lagertank og ender på den termofile rådnetank (54 grader celsius).

Bioslam

400-600 m³ bioslam bliver pumpet fra efterklaringstankene til afvanding i forafvanderbygningen. I den proces stiger tørstofindholdet fra 0,5-1,5 % til 4-6 %, og den gennemsnitlige slamvolumen er nu reduceret til 60 m³ pr. dag. Når bioslammet har været gennem processen, siger vi, at det er afvandet, og vi kan pumpe det direkte ind på den termofile rådnetank.

Rådnetanke

I rådnetankene bliver det organiske materiale nedbrudt til vand og methangas.

På Herning Renseanlæg er to af rådnetankene serieforbundet. Den ene kører termofil drift og behandler primærslam. Den anden kører mesofil drift og behandler bioslam.

Rådnetankene har en volumen på henholdsvis 2.500 og 2.700 m³. Når slammet kommet ind, er tørstofindholdet 3-4 %, og når det kommer ud af rådnetanken er det cirka 2 %.

Hver dag bliver 220 m³ afvandet slam pumpet ind på rådnetanken, og her bliver det i 13-15 dage.

Gasmotor

Næste step i processen er, at methangassen fra rådnetanken ledes ind på en gastank. Gassen bliver brændt af i en gasmotor og en kedel, som er forbundet med en generator, der producerer strøm. Vi anvender overskudsvarmen fra motoren til at varme rådnetanken og bygninger på renseanlægget op.

Den el, motoren producerer, sender vi ud på elnettet efter samme princip som elproduktion fra vindmøller. På den måde tjener Herning Vand penge på el, og i 2016 havde vi en elomsætning på 1,8 mio. kr.

Gastanken har en **kapacitet på** 400 m³.

Slutafvanding

Vi blander det udrådne slam fra rådnetankene med en flokkulant/fældningskemi (også kaldet polymer). Derefter afvander en centrifuge slammet, så indholdet af tørstof stiger fra cirka 2 % op til 32 %.

I slutafvanderen bliver slammet påvirket med en meget høj rotationskraft, og slammet bliver slynget mod ydersiden af den ydre roterende skål. Den roterende indre del skraber det afvandede slam ud. På den måde afvander vi cirka 220 m³ slam om dagen.

Det afvandede slam bliver kørt til spredning på landbrugsjord. Hver dag transporterer vi cirka 15 tons slam.

Det vand, anlægget presser ud af slammet, kaldes rejktvand. Det blev tidligere ledt tilbage til tilløbet af renseanlægget og udgjorde en stor intern belastning ved at tilstoppe rør og pumper. Efter vi har implementeret struvitanlægget (post 12) leder vi nu rejktvandet til fosforafvanderbygningen, hvor struvitanlægget er placeret.

Post 12: Struvit

Der er store mængder fosfor og ammonium i rejktvandet fra for- og slutafvandingen af slammet. Fosfor binder sig nemlig til de slampartikler, der falder til bunds i forklarings- og efterklaringsstankene. For at udnytte det høje indhold af fosfor i rejktvandet bruger vi et anlæg, der udleder fosforen som **struvit**.

Formålet med at implementere anlægget var i første omgang at slippe for de interne problemer, som fosfor gav på renseanlægget ved at stoppe vores rør til. Samtidig er fosfor en knap ressource i hele verden, som vi er afhængige af for at kunne producere fødevarer. Derfor er det oplagt at udnytte de store mængder i vores slam. Med struvitanlægget løser vi ikke alene vores driftsproblemer, men laver fosforen om til miljørigtig gødning.

I anlægget binder vi fosforen med kvælstof fra rejktvandet. Ved at tilsætte magnesium bliver det til mineralet struvit, der indeholder 12 % fosfor, 10 % magnesium og 5,5 % kvælstof.

Processen sker i de to reaktorer med en samlet **volumen** på 27 m³. Recirkulering, opholdstid og tilsætning af magnesium og lud får **struvitten** til at udfælde små gråhvide granulater, som kan bruges som gødning.

Anlægget tørrer struvitgranulaterne med varm luft, inden de bliver transporteret i en silo, der kan indeholde cirka en uges produktion.

Vi forventer, at struvitanlægget sparer driften for ca. 200.000 kr. netto hvert år, som vi ellers ville have brugt på reparationer af struvitstoppede rør. Indtægten for salg af struvit som gødning er på ca. 500.000 kr. om året. Vi forventer, at anlægget har en tilbagebetalingstid på 7 år.

Struvitanlægget er et eksempel på et af de projekter, vi udvikler i samarbejde med eksterne partnere. Anlægget er udviklet i samarbejde med Aarhus Vand, Horsens Vand, Seges, Norconsult, SEGES, Stjernholm og Grundfos.