

Drikkevand til Fremtidige generationer



Indhold

Kapitel 1: Vand og forbrug	2
Kapitel 2: Vandets Kredsløb	8
Kapitel 3: Grundvand til drikkevand	13
Kapitel 4: Fra saltvand til drikkevand	18
Kapitel 5: Rensning af spildevand	24
Kapitel 6: Drikkevand - udfordringer og løsninger	27

Lavet i samarbejde med ChatGPT4o

Kapitel 1: Vand og forbrug

Afsnit 1: Vand, Vand Overalt – Men Hvorfor Mangel?

Jorden er i høj grad en vandplanet. Omkring 70 % af jordens overflade er dækket af vand, hvilket kan få det til at virke som om, at der aldrig kunne være mangel på det. Alligevel hører vi ofte om vandmangel i nyhederne. Byer som Mexico City, Cape Town i Sydafrika, og områder i Indien kæmper med vand mangel, og nogle dage kan folk i Mexico City åbne vandhanen uden at få en dråbe ud. *Men hvordan kan det være, at der er vandmangel, når der er så meget vand i verden?* Svaret ligger i, at størstedelen af vandet er saltvand fra havene, og det kan vi ikke drikke. Faktisk kan man dø af at drikke saltvand, da det udtørre kroppen. Kun 2,5 % af jordens vand er ferskvand, og når vi taler om drikkevand, er det dette ferskvand, vi refererer til. Men af denne lille andel er næsten 2/3 fanget i iskapperne på polerne, hvilket efterlader os med en endnu mindre mængde til direkte brug.

Afsnit 2: Vores Eget Vandforbrug

Vi mennesker har brug for vand for at overleve lige som alle andre levende væsner – ca. 2-3 liter om dagen afhængigt af vejret. Men denne mængde er kun en brøkdel af, hvad vi faktisk bruger dagligt. En gennemsnitlig dansker bruger omkring 105 liter vand hver dag. Det meste af dette vand bruges i hjemmet – især til at skylle ud i toiletet og til at tage brusebad. Et ældre toilet kan bruge 8 liter pr. skyl, mens nyere modeller bruger omkring 2 liter. En gammel bruser kan levere mellem 15 og 20 liter vand i minuttet, så et 10-minutters bad kan hurtigt løbe op i 200 liter vand. Udover dette bruger vi også vand til tøjvask, opvask og madlavning. Sammenligner man dette forbrug med en gennemsnitlig afrikaner, som bruger mellem 20-50 liter om dagen, virker det voldsomt. Men det er intet i forhold til en gennemsnitlig amerikaner, som bruger over 300 liter vand om dagen.

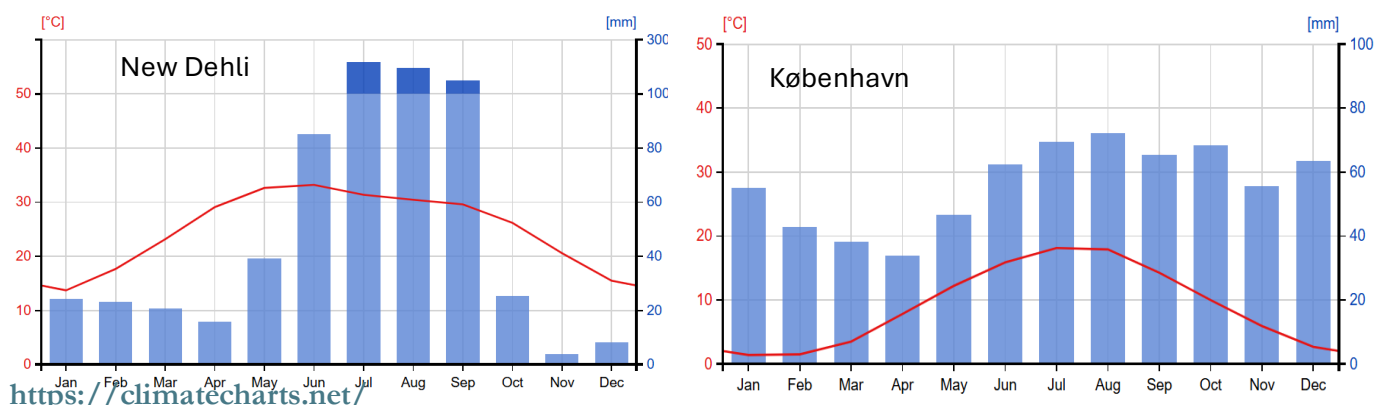
Afsnit 3: Det Skjulte Vandforbrug

Udover det vand, vi bruger direkte, er der også det skjulte vandforbrug, som ikke tælles med i de 105 liter. De produkter, vi bruger dagligt, kræver nemlig også vand i deres produktion. Landbrugsvarer, som planter og kød, har brug for meget vand, da alle levende væsner behøver vand for at leve. Der er dog stor forskel på, hvor meget vand de forskellige produkter kræver. Oksekød er en af de største vandforbrugere – det tager omkring 15.000 liter vand at producere ét kilo oksekød. Kyllingekød ligger

lidt lavere med cirka 4.000 liter, mens grøntsager som tomater og gulerødder kun kræver omkring 400 liter per kilo. Industrien kræver også sin del af vandet. At producere en bil, hvilket mange ikke tænker over, kræver mellem 30.000 og 40.000 liter vand. Meget af dette vand bruges i fremstillingen af metaller. Mange af de produkter, vi bruger, er ikke fremstillet i Danmark, og vandet bruges derfor ikke her, men der, hvor de bliver produceret. Det er værd at tænke over, når man køber produkter fra hele verden.

Afsnit 4: Betydningen af Nedbør for Drikkevandsforsyningen

De fleste steder i verden får mennesker deres drikkevand fra søer og floder. I nogle områder kan man også hente vand fra undergrunden – det kaldes grundvand. Men det er ikke alle steder i verden at der er grundvand. Floder og søer er afhængige af, at der kommer ny nedbør, så de ikke tørrer ud. Mennesker i mange dele af verden er derfor dybt afhængige af regn – ikke bare en gang imellem, men gerne jævnt fordelt over året. Dette er også vigtigt for andre levende væsener, som planter og dyr, der også har brug for vand for at overleve. I geografi bruger man ofte hydrotermfigurer til at få overblik over nedbørsmængder og temperaturer i et område. Hydro betyder vand, og term betyder varme, så en hydrotermfigur viser, hvor meget det regner, og hvor varmt det er hen over året. Disse figurer viser ofte månederne på x-aksen og nedbørsmængden og temperaturen på y-aksen. Nedbørsmængden vises ofte som blå søjler, mens temperaturen vises som en rød graf.



Afsnit 5: To Byer og Deres Nedbørsmængde

Lad os se på to byer og deres nedbørsmængde – København i Danmark og New Delhi i Indien. I Danmark regner det i gennemsnit omkring 750 mm om året, hvilket svarer til 0,75 meter regn. Denne nedbør er nogenlunde jævnt fordelt over året, men der falder mest regn i sommerhalvåret og efteråret. I New Delhi falder der også cirka 750 mm regn om året, men her er regnen koncentreret i nogle få måneder – nemlig juli, august og september. Resten af året regner det meget lidt. Denne koncentration

af regn i bestemte måneder kaldes regntid eller monsun. For os i Danmark er vand ikke et problem, fordi vi får regn året rundt, men i Indien kan der opstå lange perioder med tørke, hvor drikkevandsforsyningen bliver udfordret – ikke kun for mennesker, men også for dyr og planter. Samtidig vokser Indiens befolkning voldsomt. New Delhi har over 33 millioner indbyggere, hvilket lægger et stort pres på drikkevandet i området.

Afsnit 6: Global Opvarmning og Drikkevandsforsyning

Global opvarmning og de deraf følgende klimaforandringer kan have store konsekvenser for drikkevandsforsyningen. En af de mest mærkbare konsekvenser af global opvarmning er mere ekstremt vejr. Det betyder, at vi kan opleve længere perioder med tørke og ekstremt varmt vejr, samt perioder med meget kraftig regn. Denne udvikling lægger pres på både planter og dyr, da nogle er bedre tilpasset til tørke, mens andre ikke er. Mangel på vand i tørkeperioder kan føre til hungersnød og få ørkener til at sprede sig. Samtidig kan ekstrem regn medføre oversvømmelser, som kan ødelægge afgrøder og infrastrukturer, hvilket igen påvirker drikkevandsforsyningen.

Afsnit 7: Befolkningsvækst og Vandforurening

Den stigende befolkning i verden og vores øgede forbrug af vand får også store konsekvenser for drikkevandets kvalitet. De sidste 100 år er verdens befolkning vokset betydeligt, og det betyder, at vi bruger mere vand. Desværre forurener vi ofte vandet, efter vi har brugt det. Når vi vasker hænder, fyldes vandet med sæberester og bakterier, og vi forurener også vandet med kemikalier fra industri og landbrug. Gødning og pesticider fra landbruget siver ud i floder og søer, og i de voksende byer bliver kloakvand fyldt med affaldsstoffer. Vandmangel er derfor ikke kun et spørgsmål om mængden af vand, men også om kvaliteten af det vand, vi har til rådighed.

Afslutning

I næste kapitel skal vi se nærmere på, hvordan nedbør dannes, og hvordan vi kan sikre os, at denne nedbør bliver til rent drikkevand, som vi kan bruge.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Hvorfor er der vandmangel, selvom Jorden har så meget vand?

Hvor meget vand bruger en gennemsnitlig dansker dagligt, og hvad bruges det primært til?

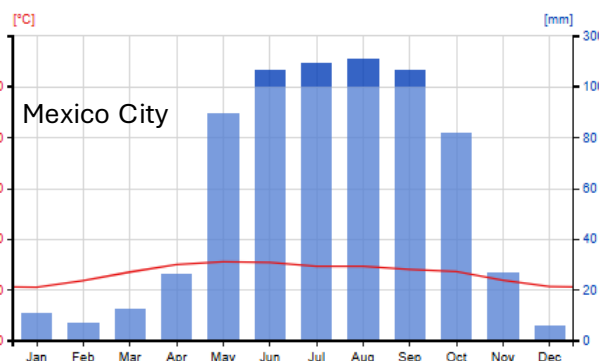
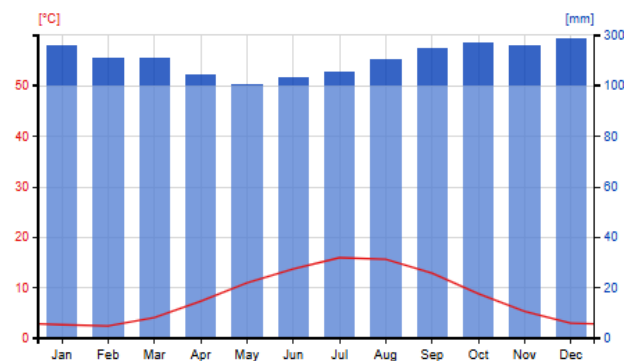
Hvis du skulle prøve at nedsætte dit daglige vandforbrug - hvad kunne du så forestille dig at gøre?

Hvad er skjult vandforbrug, og hvordan adskiller det sig fra direkte vandforbrug?

Kan du give nogle eksempler på produkter med højt skjult vandforbrug som ikke nævnes i teksten?

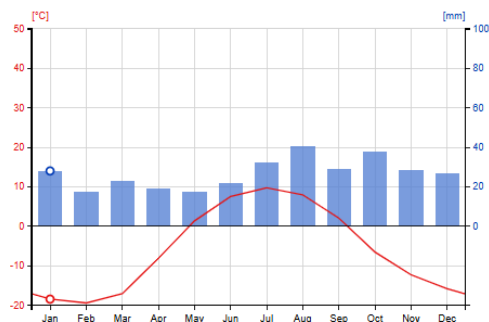
Hvordan påvirker nedbørmængden drikkevandsforsyningen?

Se på de 2 hydrotermfigurer nedenfor - hvad kan de fortælle om udfordringer med nedbør og drikkevand?



Forklar forskellen i nedbørsmønstre mellem København og New Delhi, og hvordan det påvirker deres drikkevandsforsyning.

Hvor i verden tror du denne hydrotermfigur er fra?



Hvordan kan global opvarmning påvirke drikkevandsforsyningen i fremtiden?

Hvordan påvirker befolkningsvækst og vandforurening kvaliteten af drikkevandet?

Undringsspørgsmål:

Overvej, hvilke ændringer vi kan lave i vores daglige liv for at mindske vandforbruget gennem de produkter, vi bruger.

Kig på hydrotermfigurer for to byer, som du vælger fra forskellige kontinenter. Analyser, hvordan deres nedbørsmønstre kan påvirke deres vandforsyning.

Undersøg en specifik case, hvor global opvarmning har påvirket drikkevandsforsyningen.

Undersøgelse: *Hvor meget vand bruger din familie derhjemme?*

Start med at finde din families vandmåler. Den vil være placeret der hvor vandet løber ind i lejligheden eller huset og kan se således ud:



På måleren ovenfor står 70,812 m³. Vandforbrug måles i kubikmeter m³ og 1 m³ svarer til 1000 liter. Dvs. at måleren har målt 70.812 liter.

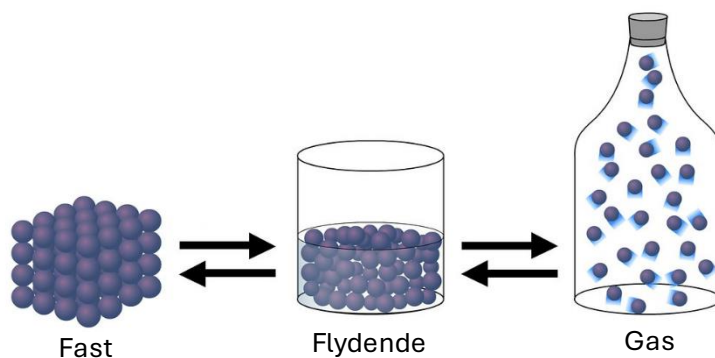
Tag et billede af måleren f.eks. kl 20 om aftenen. Vend tilbage dagen efter kl 20 og tag et nyt billede.

	Eksempel	Din familie
Dag 1	70.812 liter	
Dag 2	71.212 liter	
Forbrug	400 liter	
Personer i familien	4	
Forbrug pr dag pr person	100 liter	

Kapitel 2: Vandets Kredsløb

Afsnit 1: Introduktion til Vandets Kredsløb

Når vi tænker på jorden, ser vi en planet, der er domineret af vand – hele 70 % af jordens overflade er dækket af det. Men selvom der er så meget vand, er rent drikkevand en knap ressource mange steder i verden. Havene indeholder saltvand, som vi ikke kan drikke, og kun 2,5 % af jordens vand er ferskvand, som kan bruges som drikkevand. For at forstå, hvorfor der er mangel på rent drikkevand, er det vigtigt at forstå, hvordan vandet bevæger sig gennem naturen, og hvilke tilstandsformer det kan have.



Afsnit 2: Vandets Tilstandsformer

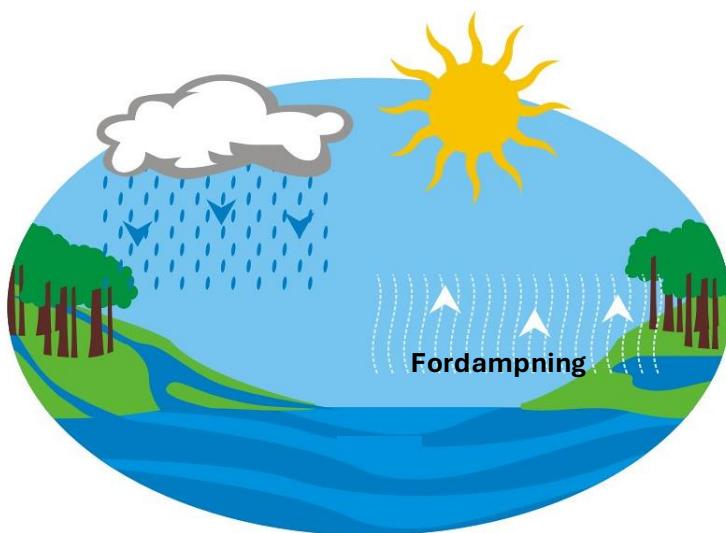
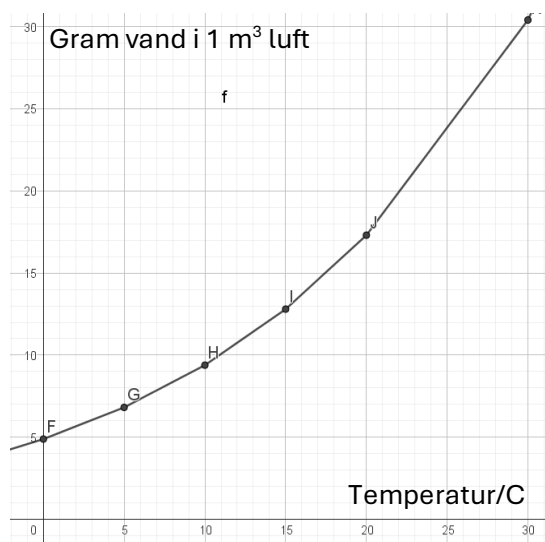
Vand er et af de stoffer, vi møder dagligt i forskellige former – som is, væske (vand) og damp. Disse tre tilstandsformer kaldes i fysikken for fast form (is), flydende form (vand), og gasform (vanddamp). Når is bliver varmet op, smelter det og bliver til flydende vand. Hvis vandet opvarmes yderligere, fordampes det og bliver til vanddamp. Denne proces kræver energi i form af varme. Når vanddamp derimod afkøles, kondenserer det og bliver til vand igen, og ved yderligere nedkøling fryser det tilbage til is. Denne vekslen mellem tilstandsformerne er en central del af vandets kredsløb.

Afsnit 3: Fordampning og Luftfugtighed

Langt størstedelen af jordens vand findes i havene, som indeholder saltvand. Når solen opvarmer havet, fordampes vandet og går fra flydende form til gasform, altså vanddamp. Saltet forbliver i havet, fordi det kræver meget højere temperaturer at fordampe. Derfor er den vanddamp, der stiger op i atmosfæren, uden salt og kan derfor drikkes af os mennesker. Vanddampen kan spredes vidt omkring med vinden og afhænger af luftfugtigheden, som beskriver, hvor meget vand luften kan indeholde. Ved høj luftfugtighed er luften tæt på at være mættet med vanddamp, mens ved lav luftfugtighed føles luften tør.

Afsnit 4: Lufttemperatur og Nedbør

Hvor meget vand luften kan indeholde, afhænger af temperaturen – jo varmere luften er, desto mere vand kan den indeholde. Når varm luft, som kan indeholde meget vanddamp, bliver afkølet, er der pludselig ikke plads til al vandet i luften længere, og det begynder at kondensere til små dråber – dette danner skyer og kan føre til regn. For eksempel kan en kubikmeter luft ved 30 grader indeholde omkring 30 gram vand, mens den samme mængde luft ved 10 grader kun kan indeholde 10 gram. Når luften afkøles, presses vandet ud som regndråber.



Afsnit 5: Vandets Bevægelse fra Hav til Land

Når vand fordamper fra havene, kan det føres med vinden ind over landjorden. Når denne fugtige luft møder bjerge, tvinges den op i højderne, hvor temperaturen er lavere. Denne afkøling får vanddampen til at kondensere til skyer og regn, som derefter falder over landjorden. På denne måde bringer naturen ferskvand fra havet til land, hvor det kan bruges af mennesker, planter og dyr.

Afsnit 6: Vandets Rejse Tilbage til Havet

Når regn eller sne falder over landjorden, samler vandet sig i søer, floder, og grundvandet. Floderne fører vandet tilbage mod havet, hvor det hele startede. Dette skaber et kredsløb, hvor vandet kontinuerligt bevæger sig fra hav til land og tilbage igen. Noget af vandet forbliver som is på bjergtoppe eller polerne, mens andet siver ned i jorden og danner grundvand, som også til sidst vil finde vej tilbage til havet.

Afslutning

Vi har nu set, hvordan det vand, vi drikker, har været på en lang rejse gennem naturen. I næste kapitel skal vi undersøge, hvordan vi i Danmark har noget af det reneste drikkevand i verden – en ressource, der kan blive endnu mere værdifuld i fremtiden.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Skriv navnene på de 3 tilstandsformer som stof kan være i?



Hvad er det som skal til for at stoffet kan gå fra tilstanden yderst til venstre og mod højre?

Hvad er det som skal til for at stoffet kan gå fra tilstanden yderst til højre og mod venstre?

Vand har deres egne navne til tilstandene skriv dem i kasserne på den rigtige plads:



Beskriv hvilken tilstand vand går fra og til når vand fordamper?

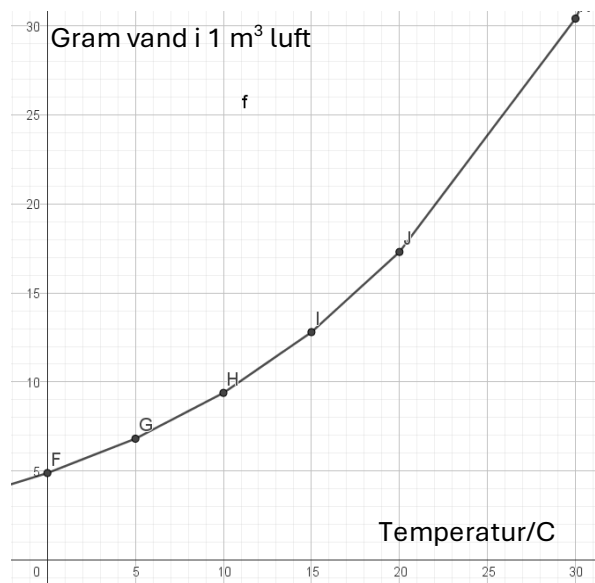
Beskriv hvilken tilstand vand går fra og til når vand kondenserer/fortætter?

Prøv at forklar hvordan det kan være at saltet ikke fordamper med vandet fra havvandet?

Hvad fortæller luftfugtigheden?

Grafen her er vigtig:

Hvis du forestiller dig at du har 1 m³ luft som har 15 grader og denne luft har en luftfugtighed på 100 %. Denne luft køler du nu ned til 5 grader. Hvor meget vand presses da ud af luften?



Hvordan kan den nedbør der havner over landjorden komme tilbage til havet igen?

Lav en tegning over din forståelse af vandets kredsløb:

Undringsspørgsmål:

Hvordan kan menneskeskabte ændringer i landskabet, såsom skovrydning og urbanisering, påvirke vandets kredsløb?

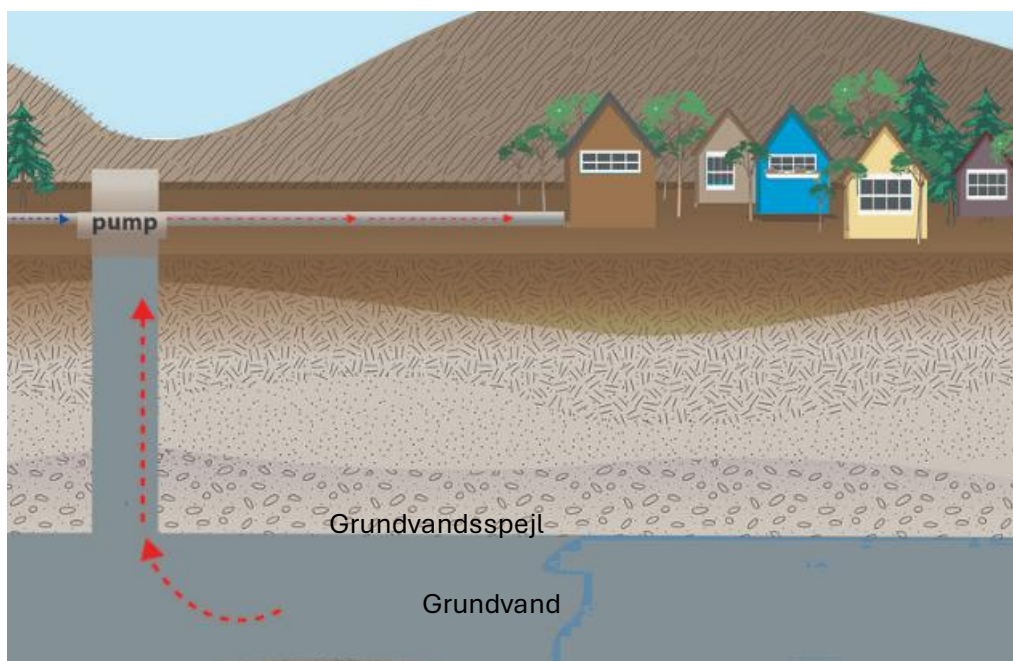
Undersøg, hvordan global opvarmning kan ændre fordampning og nedbørsmønstre.

Forestil dig en verden hvor stof kun kan skifte tilstands til højre i tilstandsformerne men ikke tilbage.
Hvilke konsekvenser kan det have?

Kapitel 3: Fra grundvand til drikkevand

Afsnit 1: Introduktion til Grundvand

Mange steder i verden står mennesker over for en alvorlig mangel på rent drikkevand. I Danmark er vi heldige at have rigeligt med rent drikkevand, og det er faktisk noget af det reneste i verden. I mange andre lande får man drikkevand fra overfladevandskilder som søer og floder. Dette vand er ofte fyldt med urenheder og bakterier, og derfor tilsættes kemikalier som klor for at gøre det sikkert at drikke. I Danmark er vores rene drikkevand derimod en gave fra grundvandet. Grundvandet er nøglen til vores rene vandforsyning, og i dette kapitel vil vi se på, hvordan grundvandet dannes og bliver til det vand, vi drikker.



Afsnit 2: Hvordan Grundvand Dannes

Når det regner i Danmark, lander regnvandet på jorden, hvor en del af det bliver suget ned i jorden – ligesom når en svamp suger vand. En del af dette vand fordamper igen på grund af solens varme, og noget af det optages af planternes rødder. Den del af vandet, som ikke fordamper eller optages af planter, vil fortsætte sin vej ned gennem jordlagene. Denne nedsivning er mulig, fordi jorden faktisk er fyldt med små hulrum kaldet porer. Antallet af porer i jorden og størrelsen af dem kaldes for jordens porøsitet. Disse små porer tillader vandet at bevæge sig nedad i jorden. Når vandet når en dybde, hvor alle porer er fyldt med vand, har det nået grundvandet.

Afsnit 3: Grundvandsspejlet

Når vandet siver ned gennem jordlagene og når til et lag, hvor alle porer er udfyldt med vand, siger man, at vandet har nået grundvandsspejlet. Grundvandsspejlet kan nemt bestemmes ved at grave et dybt hul. Når man når en tilstrækkelig dybde, vil man se vand fylde bunden af hullet. Den dybde, hvor vandet begynder at samle sig, er grundvandsspejlet. Afhængigt af hvor man befinder sig i Danmark, kan grundvandsspejlet ligge tæt på jordoverfladen, som i en mose, eller flere meter nede. Enkelte steder står grundvandet så højt, at det danner små søer.

Afsnit 4: Vandets Siven Ned Gennem Jorden

Vand siver ikke lige hurtigt gennem forskellige typer jord. I jord med store porer, som sandjord, siver vandet hurtigt ned. Denne jordart siges at have en høj porøsitet og god permeabilitet. Jordarter med små porer, som lerjord eller morænejord, holder længere på vandet, hvilket er godt for planterne, men gør også, at det tager længere tid for vandet at sive ned. I gennemsnit tager det mellem 30 og 50 år for vandet at sive ned til grundvandsspejlet. Jo længere tid det tager, jo flere urenheder filtreres fra, hvilket beskytter grundvandet. I Vestjylland har man dog problemer med forurenede grundvand, fordi jorden der er meget sandholdig, hvilket tillader forurening at sive hurtigt ned.

Afsnit 5: Fra Grundvand til Drikkevand

Når vi skal hente grundvand op og lave det til drikkevand, sker det på et vandværk. Herfra suges grundvandet op gennem en grundvandsboring, som typisk er et rør, der når 20 til 100 meter ned i jorden. Vandet pumpes op og ledes til vandværket, hvor det først iltes for at fjerne uønskede metaller som jern og mangan. Derefter filtreres vandet gennem sandfiltre, der fjerner små partikler. Det rene vand kan nu drikkes, men ofte tilsættes en smule klor for at dræbe eventuelle bakterier. Vandet lagres i tanke, før det sendes ud til husene. Det er fascinerende at tænke på, at det vand, vi drikker i dag, måske stammer fra regnvand, der faldt for 30-50 år siden, og at det vand, der falder i dag, kan blive drukket af vores børn og børnebørn.

Afsnit 6: Trusler mod Grundvandet

Selvom vi i Danmark har rent grundvand, er det ikke uden risiko for forurening. Tanken om, at regnvandet vi ser i dag, bliver til drikkevand for fremtidige generationer, er smuk, men det skaber også udfordringer. Vi bruger mange kemikalier i industrien og landbruget, som kan ende i jorden. Når det regner, kan vandet transportere disse kemikalier ned i jorden, hvor de kan nå grundvandet. Når først giftstoffer når grundvandet, kan vi risikere at pumpe dem op igen og få dem i vores drikkevand.

Afsnit 7: Giftstoffer i Drikkevandet

I de seneste år har vi i Danmark set problemer med pesticider i drikkevandet. Disse stoffer blev brugt i landbruget for 30-50 år siden og er nu forbudt, da de viste sig at være skadelige for mennesker. Men først nu begynder de at dukke op i vores drikkevand, hvilket viser, hvordan fortidens forurening bliver fremtidens problem. Selvom vi i dag har strenge miljølove, ved vi ikke med sikkerhed, om de stoffer, vi bruger nu, vil vise sig at være skadelige i fremtiden. Et eksempel er PFAS, som bruges i mange produkter men nu mistænkes for at være farligt for mennesker og miljø. PFAS kan blive en af fremtidens store forureningstrusler.

Afslutning

I Danmark tager vi rent drikkevand for givet, men vi er heldige at have grundvand, som jorden renser for os. Dette er en luksus, som mange lande ikke har. I næste kapitel vil vi se på, hvordan andre lande skaffer drikkevand, når de ikke har adgang til rent grundvand.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Hvad er grundvand oprindeligt lavet af?

Kan du komme med nogle eksempler på overfladevand?

Grundvand er ofte renere end overfladevand - men hvorfor?

Hvad er det der er i jorden som gør at vandet kan trænge ned?

Hvordan kan man finde grundvandsspejlet?

Hvor lang tid tager det vandet at sive ned til grundvandet?

Kan du forklare hvorfor vandet siver hurtigere igennem sandet jord end almindelig lerjord?

Når man pumper grundvand op i vandværket iltes vandet. Men hvorfor?

Kan du forklare hvordan det kan være at der dukker pesticider fra landet i vores drikkevand som har været forbudt i mange år?

Undringsspørgsmål:

Overvej, hvilke tiltag der kan gøres for at forhindre kemikalier i at nå grundvandet, og hvilke nye teknologier der kan hjælpe.

Hvordan kan ændringer i nedbørsmængder og temperaturer påvirke mængden og kvaliteten af grundvandet?

I Danmark stiger grundvandsspejlet flere steder. Overvej hvilke konsekvenser det kan have for os?

Kapitel 4: Fra saltvand til drikkevand

Afsnit 1: Rent Drikkevand fra Overfladevand

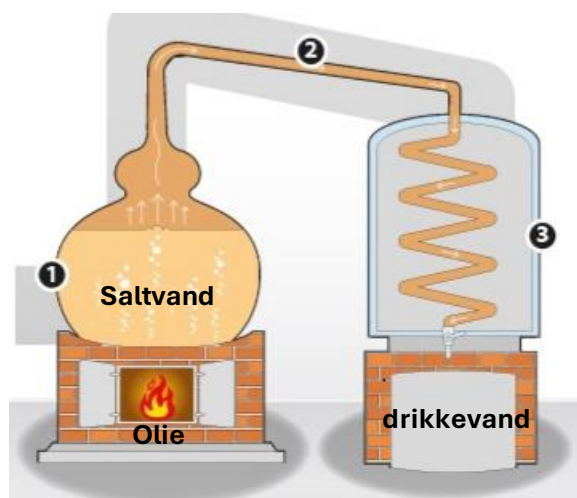
I Danmark er vi heldige at have adgang til noget af det reneste drikkevand i verden, fordi vi kan hente vores vand fra grundvandet, som ligger beskyttet dybt nede i jorden. Regnvandet siver gennem jordlagene, som fungerer som et naturligt filter og renser vandet, før det ender som grundvand. Men sådan er det ikke alle steder i verden.

I mange lande, især dem med klipper og bjerge, er det svært for vandet at trænge ned i undergrunden. I disse områder er man afhængig af overfladevand fra floder og søer. Et godt eksempel er Norge, hvor hele 90 % af drikkevandet kommer fra overfladevand. Selvom det lyder enkelt, så er vandet fra floder og søer ikke så rent som grundvand. Det kan indeholde bakterier, kemikalier og virus, og derfor skal det renses grundigt, inden det kan drikkes.

Afsnit 2: Hvad Gør Man, Når Der Ikke Er Nok Overfladevand?

Ikke alle steder har rigeligt med grundvand eller overfladevand. I store ørkenområder som Mellemosten, hvor lande som Saudi-Arabien ligger, er vand en knap ressource. Saudi-Arabien er stort set en ørken, men de har fundet en smart løsning: *de bruger havvand*. Problemet med havvand er dog, at det er salt, og derfor ikke kan drikkes direkte.

Løsningen er en proces, der efterligner vandets kredsløb, men som foregår på en fabrik. Saudi-Arabien har masser af olie, og de bruger denne olie som en "kunstig sol" til at opvarme havvandet til 100 C, så det fordamper. Når vandet fordamper, efterlades saltet tilbage, og vanddampen kan så køles ned så det kondenserer. Herved bliver dampen til ferskvand, som kan drikkes. Denne proces kaldes *destillation*. Selvom det er en smart metode, kræver det meget energi at opvarme vandet, og den energi kommer fra olie, hvilket kan være skadeligt for miljøet, især i forhold til global opvarmning.



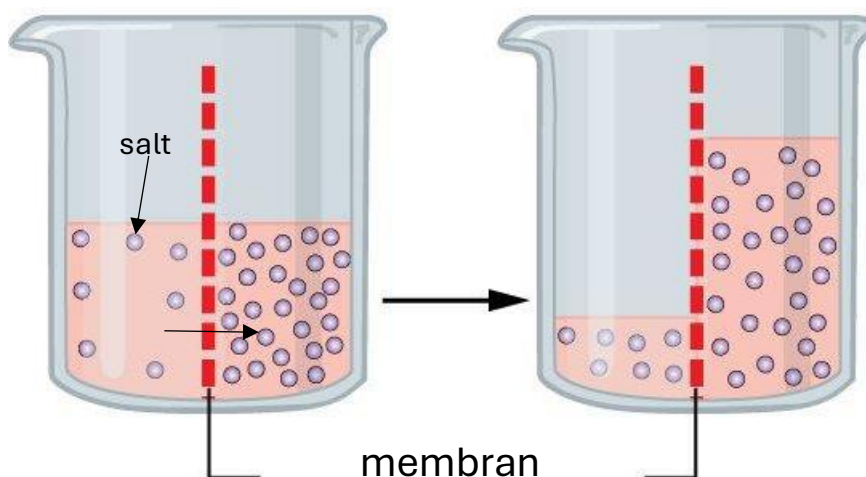
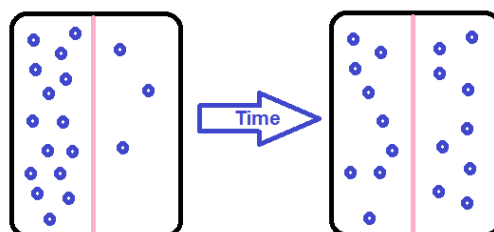
Afsnit 3: Hvad Er Diffusion? (En Prut som Eksempel)

Der findes en mere miljøvenlig og billigere måde at lave saltvand om til ferskvand på end destillation. Denne metode kaldes *omvendt osmose*. For at forstå omvendt osmose, skal vi først forstå osmose og for at forstå det skal vi vide noget om begrebet *diffusion*.

Forestil dig, at du slår en prut i et rum. I starten er lugten koncentreret lige omkring dig, men du ved også at efter lidt tid vil lugten langsomt forsvinde. *Hvor bliver prutten af?*

Svaret her er at det er diffusion, der får prutten til at forsvinde. Diffusion betyder, at naturen stræber efter at

udligne koncentrationer af stoffer, så der ikke er nogen steder, hvor der er meget af noget og andre steder, hvor der er lidt. Prutten forsvinder ikke, men den bliver altså jævnt fordelt i rummet, så luften overalt indeholder lidt af din prut.

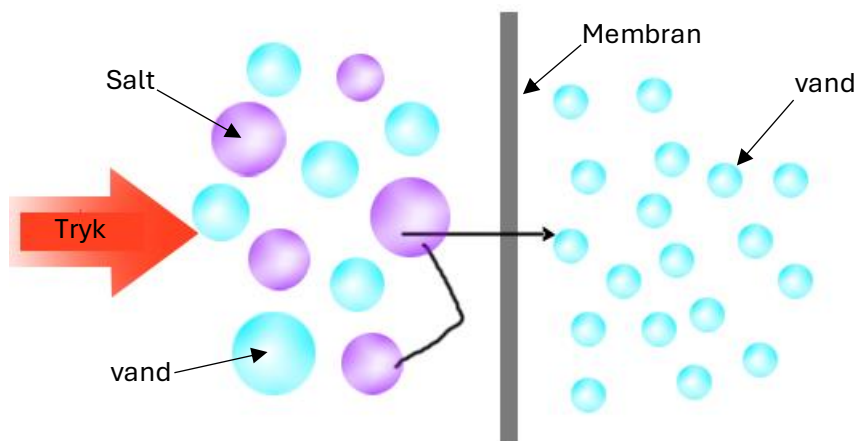
**Afsnit 4:** Hvad Er Osmose? (En Kartoffel og Salt som Eksempel)

Diffusion handler altså om, at stoffer fordeler sig jævnt, hvis de altså kan bevæge sig frit. *Men hvad nu, hvis de ikke kan det?* Det er tilfældet for stoffer i levende væsner, hvor begrebet *osmose* gør sig gældende.

Forestil dig en kartoffel, som vi lægger i vand uden salt. Inde i kartofflen er der en lille smule salt, men i vandet udenfor er der ingen salt. Normalt ville saltet prøve at bevæge sig ud af kartofflen (diffundere) for at udligne koncentrationen, men kartoffelskallen forhindrer saltet i at slippe ud. *Naturen ønsker stadig ligevægt, så hvad sker der?* Vandet begynder at bevæge sig ind i kartofflen for at fortynde saltet derinde. Vandet kan nemlig godt bevæge sig ind og ud af kartofflen men ikke saltet. Dette kaldes *osmose*. Vandet løber ind i kartofflen fra det sted med lavere saltkoncentration (udenfor kartofflen) til det sted med

højere koncentration (inden i kartofflen). Hvis man glemmer at tilsætte salt til vandet, når man koger kartofler, vil de blive smattede, fordi for meget vand er løbet ind i dem.

Osmose handler altså om at vand flytter sig for at udligne koncentrationsforskelle. I virkeligheden er det ikke så meget kartoffelskrællen der forhindrer saltet i at flytte sig men cellemembranen i kartoffelcellerne.



Afsnit 5: Hvad Er Omvendt Osmose?

Forskere har fundet en måde at lave en membran, som kun tillader vand at passere, mens alt andet, som salt, holdes tilbage. Denne membran er nøglen til at kunne omdanne saltvand til drikkevand. Ved at presse saltvand gennem denne membran, bliver saltet tilbageholdt, og kun ferskvand kommer igennem. Denne proces kaldes *omvendt osmose*, fordi vi presser vandet fra et sted med høj saltkoncentration til et sted med lav saltkoncentration, hvilket er det modsatte af naturlig osmose.

Omvendt osmose kræver stadig energi, men ikke nær så meget som destillation. Derfor er det en mere bæredygtig løsning på problemet med at skaffe drikkevand i områder, hvor der ikke er nok ferskvand.

Afsnit 6: Er Helt Rent Vand Sundt?

Det vand, der kommer ud af vores vandhaner, er ikke bare vand; det indeholder også vigtige mineraler som kalk, magnesium, jern og zink. Disse mineraler er ikke kun med til at give vandet smag, men de er også essentielle for vores sundhed. Magnesium styrker musklerne, jern er vigtigt for vores blod, kalk styrker vores knogler og zink hjælper vores immunforsvar.

Vand, der er blevet rensat ved destillation eller omvendt osmose, er dog helt rent – det vil sige, at det ikke indeholder nogen af disse mineraler. Derfor er dette vand ikke lige så sundt som naturligt vand fra

kilder, der indeholder de nødvendige mineraler. For at gøre vandet sundt, tilsættes mineraler ofte til det, efter det er blevet afsaltet.

Afslutning

I dette kapitel har vi set på, hvordan man kan skaffe drikkevand fra overfladevand og omdanne saltvand til drikkevand. Men der er en vigtig vandressource, vi endnu ikke har berørt – nemlig det vand, vi bruger i vores hverdag og sender ud i kloakken. Dette spildevand skal også renses, så vi kan undgå at forurene naturen.

Nøglebegreb	Forklaring

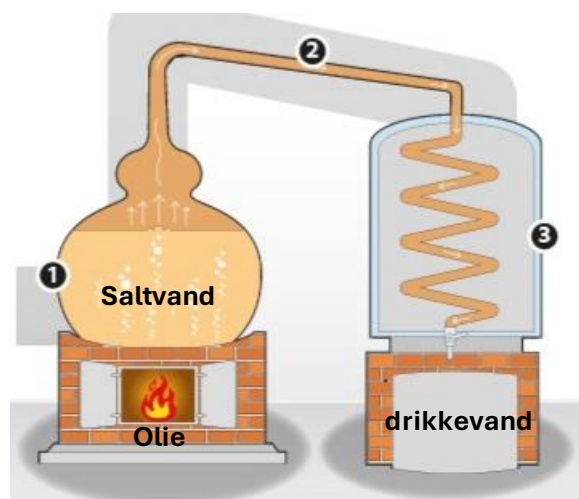
Arbejdsspørgsmål:

Prøv at forklar hvad problemet er i at benytte havvand som drikkevand?

Se på destillationen nedenfor. Hvad sker der ved nr 1 og nr 3?

1 =

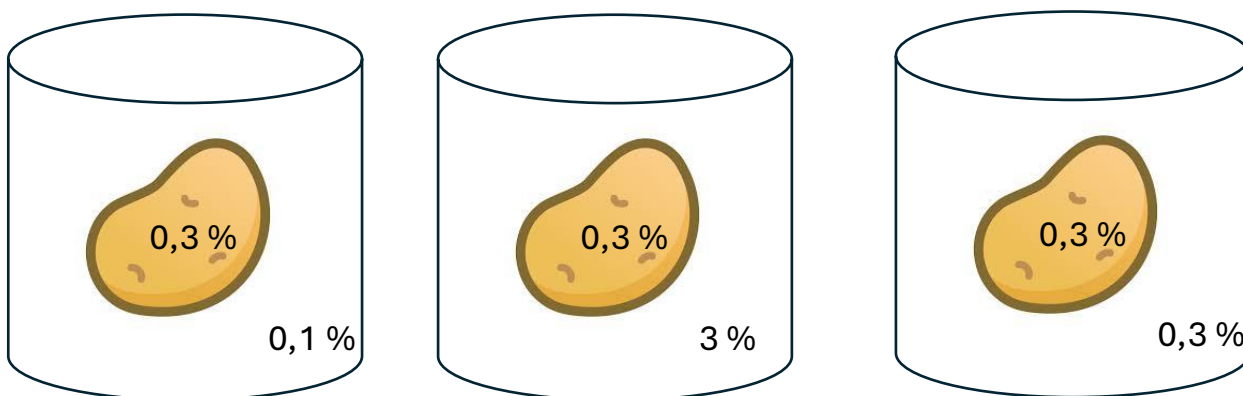
2 =



Forestil dig at du har et glas vand. I vandet hælder du lidt mælk. Til at starte med er mælken samlet i et lille område i glasset men efter noget tid er vandet farvet hvidt af mælken. Hvad er der sket?

Prøv at forklare hvad osmose går ud på?

Herunder er tegnet en kartoffel i forskellige situationer. Prøv at forudsige hvilken vej vandet vil løbe?



Prøv at forklare hvad omvendt osmose går ud på?

Hvad kan problemet være i at drikke helt rent vand?

Undringsspørgsmål:

Hvordan kan vi sikre, at vand rensat ved omvendt osmose eller destillation stadig indeholder de nødvendige mineraler?

Overvej med din viden om osmose hvad der vil ske med kroppens celler hvis man indtager en masse salt?

Undersøgelse: hvordan osmose fungerer i en kartoffel.

Hvordan vil vi undersøge det?

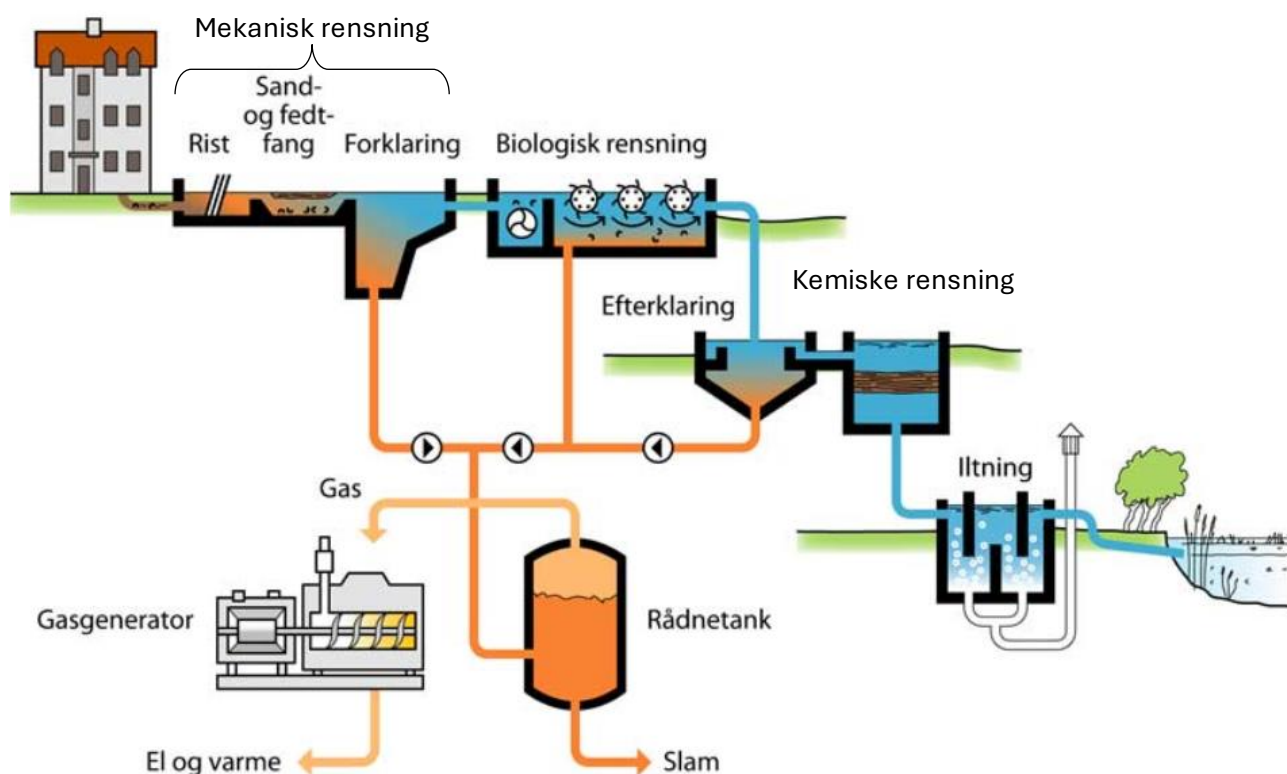
Hvad tror vi vores undersøgelse vil vise:

Resultater:

Kapitel 5: Rensning af spildevand

Afsnit 1: Vores Vandforbrug og Spildevand

Vi danskere bruger i gennemsnit 105 liter rent drikkevand hver dag. Det kan lyde som meget, men sandheden er, at vi kun drikker en lille del af det. Resten går til opvask, vask, bad, madlavning og ikke mindst skylning af toilettet. Når vi har brugt vandet, bliver det til spildevand. Dette vand er ikke længere rent, fordi det er blevet forurenet med forskellige stoffer som afføring, tis, wc-papir, shampoo, sæbe og andre kemikalier. Alt dette vand ryger ned i kloakkerne - *men hvor havner dette spildevand egentlig henne?* Hvis disse forurenende stoffer endte i naturen, kunne de skade dyre- og plantelivet. Derfor renser vi vandet på et såkaldt spildevandsrensningsanlæg.



Afsnit 2: Hvordan Spildevandsrensningsanlægget Fungerer

Når vores spildevand ledes ned i kloakken, begynder det sin rejse gennem et stort kloaknet, som ligger dybt under jorden, cirka en meter nede. Kloakkerne fører spildevandet hen til et rensningsanlæg, hvor vandet gennemgår tre rensningsprocesser. Først en mekanisk rensning, som fjerner store partikler fra vandet. Derefter en biologisk rensning, som fjerner biologiske stoffer fra bl.a. afføring. Til sidst en kemisk rensning, som fjerner farlige kemikalier. Efter disse processer ledes vandet ofte ud i havet via et

stort rør, eller i en flod eller sø, hvis anlægget ikke ligger ved havet. Det rensede spildevand er rent nok til at blive ledt tilbage i naturen, men det er stadig ikke drikkebart for mennesker.

Afsnit 3: Den Mekaniske Rensning

Den mekaniske rensning går ud på at fjerne alt, der ikke er opløst i vandet. Spildevandet passerer først gennem en stor rist/si, som fanger større genstande som vatpinde, døde dyr eller ting, der ved en fejl er havnet i kloakken, som for eksempel mobiltelefoner. Derefter ledes vandet ind i et sand- og fedtfang, som er et stort bassin, hvor vandet står stille. I det stille vand synker sand til bunds, mens fedt flyder ovenpå og skrubes af. Herefter ledes vandet til en klaringstank, hvor slam, der blandt andet stammer fra afføring, bundfælder sig. Nu er vandet lidt renere, men det indeholder stadig mange opløste stoffer.

Afsnit 4: Den Biologiske Rensning

Den biologiske rensning sker ved, at man tilsætter en masse bakterier til spildevandet. Disse bakterier spiser de organiske stoffer, der er opløst i vandet, som for eksempel afføring og madrester. Bakterierne omdanner disse stoffer til CO₂ og vand. Nogle bakterier kan også omdanne kvælstofholdige forbindelser til frit kvælstof, som bobler op til overfladen og forsvinder ud i atmosfæren. Det er godt, fordi kvælstof i havet kan forårsage algevækst, som er skadeligt for miljøet.

Afsnit 5: Den Kemiske Rensning

Efter den biologiske rensning er de fleste organiske stoffer fjernet, men der er stadig kemikalier tilbage i vandet, såsom tungmetaller og fosfat. Disse stoffer er ikke ønskelige i naturen, da tungmetaller kan skade levende organismer, og fosfat kan forårsage algevækst. Under den kemiske rensning tilsættes kemikalier, der reagerer med metallerne og fosfattet, så de danner stoffer, der ikke kan opløses i vand og derfor synker til bunds. Jernklorid er et af de kemikalier, der bruges til at fjerne fosfat fra vandet. Efter denne proces er spildevandet næsten rent, men det er stadig ikke sikkert at drikke.

Afsnit 6: Produkter Fra Rensningsanlægget

Under rensningen af spildevandet fjernes store mængder slam, der indeholder organisk materiale fra blandt andet afføring. Dette slam er en værdifuld ressource. Nogle rensningsanlæg bruger det til at producere biogas, som i virkeligheden er gasarten Metan der også er kendt som naturgas. Metan kan bruges til opvarmning og som brændstof, for eksempel i gaskomfurer eller busser som 5C i København. Slammet kan også bruges som gødning på markerne, hvilket er populært blandt landmænd, fordi de dermed sparer penge på kunstgødning. Fosfatet, som fjernes under den kemiske rensning, er også en vigtig ressource, som vi måske kan udnytte bedre i fremtiden.

Afsnit 7: Regn og Rensningsanlæggets Kapacitet

Vejret er blevet mere ekstremt på grund af global opvarmning, hvilket betyder flere skybrud om sommeren. Regnvandet ledes mange steder fra tage og veje ned i kloakkerne og ender derfor sammen med spildevandet også på rensningsanlægget. Anlægget har dog en begrænset kapacitet og kan kun håndtere en vis mængde vand i timen. Når det regner meget, kan anlægget ikke følge med, og man vælger derfor at lede spildevandet direkte ud i havet eller floder, uden at det bliver rensset først. Dette kan forurene miljøet. Derfor vil man mange steder begynde at lede regnvand ned i separate kloaksystemer, da regnvand generelt er meget renere end spildevand og kan ledes direkte ud i naturen.

Afslutning

Spildevandsrensingsanlæg er, som vi har set, en vigtig del af en større bys infrastruktur. I det næste kapitel skal vi se på nogle af de udfordringer, verden står overfor i forhold til at skaffe rent drikkevand.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Kan du give nogle eksempler på hvad spildevand kan indeholde?

Hvad er det som transportere spildevandet ud til rensningsanlægget?

Et renselanlæg består af 3. Forbind kasserne med de rigtige beskrivelser:

Mekanisk rensning

Fjerner større dele af spildevandet samt fedt

Biologisk rensning

Fjerner tungmetaller og Fosfat

Kemisk rensning

Fjerner organiske stoffer fra spildevandet

Overvej hvordan det kan være at man kan skrabe fedt af i overfladen i den mekaniske rensning?

Hvad er det for nogle levende væsner som står for den biologiske rensning?

Hvad omdanner disse levende væsner stofferne i spildevandet til?

Hvis disse organiske stoffer ikke blev fjernet fra vandet - hvilke konsekvenser kunne det få for naturen?

Prøv at forklare hvordan man kan fjerne tungmetaller fra spildevandet?

Meget af det rensningsanlægget producerer bliver til slam. Giv nogle bud på hvad man kan anvende dette slam til?

Er det korrekt at sige at bus 5C i København kører på lort?

Når det regner meget overbelastes rensningsanlægget. Men hvad kan blive konsekvensen af det?

Prøv og beskriv en mulig løsning på dette problem?

Undringsspørgsmål:

Hvordan kan vi genbruge spildevand, så det kan blive drikkebart igen?

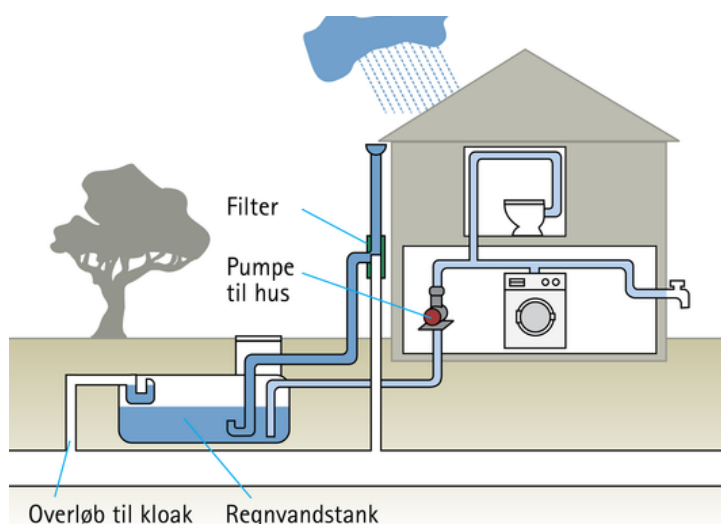
Hvordan påvirker spildevand, der ledes urensset ud i naturen under skybrud, de lokale økosystemer?

Undersøg hvordan man håndterer spildevand på en rumstation som f.eks. ISS?

Kapitel 6: Drikkevand - udfordringer og løsninger

Verden i dag: Udfordringer med Rent Drikkevand

Verden står overfor store udfordringer med at skaffe rent drikkevand til den voksende befolkning. Grundvandsreserverne i mange områder tømmes hurtigt, hvilket får prisen på vand til at stige drastisk for almindelige mennesker. Tidligere har olie været en kilde til konflikter mellem nationer, men i fremtiden kan vi måske se krige baseret på vandressourcer. I dette kapitel vil vi se nærmere på de udfordringer, der er forbundet med drikkevand i dag, og hvad vi kan gøre for at sikre rent drikkevand til fremtidige generationer.

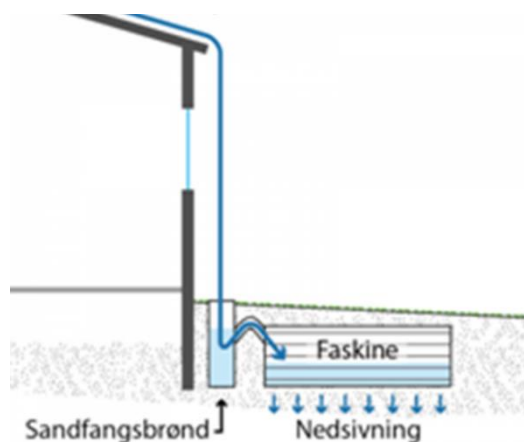


Afsnit 1: Regnvand som Alternativ i Hjemmet

Regnvand er en rimelig ren vandkilde, selvom det kan indeholde bakterier og skadelige stoffer, hvilket gør det uegnet til drikkevand. Men regnvand kan sagtens bruges i hjemmet til opgaver, hvor vandet ikke skal drikkes, såsom toiletskyl og tøjvask. Her har regnvand den fordel, at det ikke indeholder kalk, hvilket kan forhindre tilkalkning af vaskemaskiner og toiletter. Ideen om at bruge regnvand er god, men den er ikke udbredt, hvilket skyldes udfordringer med at sikre nok regnvand gennem hele året. Der kan være tørkeperioder, hvor man løber tør for opsamlet regnvand, hvilket kræver ekstra planlægning.

Afsnit 2: Skabelse af Grundvand med Faskiner

I perioder med meget regn bliver kloaksystemerne ofte overbelastede, fordi regnvand ledes ned i kloakkerne sammen med spildevandet. Dette kan føre til, at spildevandsrensingsanlægget ikke kan følge med, hvilket kan resultere i, at urensset spildevand ledes direkte ud i naturen. En løsning på dette problem er at installere faskiner. En faskine er i princippet et stort hul i jorden, hvor regnvand fra hustage ledes ned og langsomt siver gennem jordlagene for at blive til grundvand. Ved at bruge faskiner undgår man at overbelaste kloakkerne og bidrager samtidig til dannelsen af nyt grundvand.



Afsnit 3: Håndtering af Forurenset Grundvand

Flere steder i Danmark står vi allerede overfor udfordringer med farlige stoffer, som havner i grundvandet. Det kan være PFAS fra industrien eller pesticider fra landbruget. I Danmark er der grænser for, hvor meget af disse stoffer der må være i drikkevandet, men selv små mængder kan være problematiske. En almindelig metode til at håndtere forurenset grundvand er at blande det med vand fra en ren grundvandsboring, så forureningen bliver fortyndet. Selvom stofferne stadig er der, bliver de i så små mængder, at de ikke udgør en umiddelbar sundhedsrisiko. For at fjerne stofferne helt kunne man lede vandet gennem et aktivt kulfilter, der effektivt fanger og holder på skadelige stoffer.

Afsnit 4: Lifestraw – En Dansk Opfindelse

I krigshærgede områder eller flygtningelejre har folk ofte

kun beskidt vand at drikke, hvilket kan føre til alvorlige sygdomme som kolera. Kolera er en alvorlig diarré sygdom, der kan være dødelig. For at hjælpe i sådanne situationer er Lifestraw opfundet.

Lifestraw er et stort sugerør med indbyggede filtre, der renser vandet, mens man drikker vand gennem røret. Filtrene inkluderer blandt andet et aktivt kulfilter, der fjerner giftstoffer, og et klorfilter, der dræber bakterier. Lifestraw kan redde liv ved at gøre beskidt vand sikkert at drikke i nødsituationer.

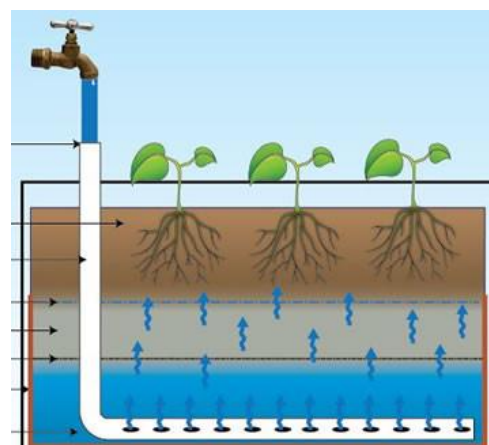


Afsnit 5: Vandforbrug i Kødproduktion

Det er let at glemme, at fødevarer kræver store mængder vand at producere. Kødproduktion er især vandkrævende. For eksempel kræver produktionen af 1 kg oksekød omkring 15.000 liter vand. Dette store vandforbrug skyldes, at dyrene både skal drikke vand og spise planter, som også har brug for vand for at vokse. Der findes dog alternativer med lavere vandforbrug, såsom melorme, der kræver langt mindre vand at producere – omkring 200 liter per kilo. Kunstig kødproduktion, hvor man dyrker kød i laboratorier fra celler, er en anden mulighed, der kunne mindske vandforbruget i fremtiden.

Afsnit 6: Vandforbrug i Planteproduktion

Selvom plantebaserede fødevarer generelt kræver mindre vand end kødprodukter, kan nogle planter stadig være meget vandkrævende. For eksempel kræver produktionen af 1 kg mandler omkring 10.000 liter vand. Vandforbruget i planteproduktion kan være svært at reducere, især for planter, der vokser i varme eller tørre områder, hvor der er behov for kunstvanding. En løsning kan være at vande planterne nedefra,



ved at lægge vandslanger i jorden med små huller, så vandet leveres direkte til planternes rødder og ikke går tabt ved fordampning. I ørkenområder eksperimenterer man også med at dyrke planter i drivhuse, hvor man bruger solens varme til at destillere saltvand og producere rent drikkevand.

Afsnit 7: Vandforbrug i Tøjproduktion

En almindelig t-shirt kræver omkring 1.400 liter vand at producere, mens et par cowboybukser kan kræve op til 10.000 liter. Det er meget vand, især når man tænker på, at vi i Danmark i gennemsnit køber 10 kg tøj per person hvert år. Dette vandforbrug sker dog ikke i Danmark, men i de lande, hvor tøjet produceres. Bomuld, som bruges i meget tøj, er en tørstig plante, der kræver kunstvanding, hvilket medfører et stort vandtab til fordampning fra jordens overflade. Vand bruges også i farvningsprocessen, hvor store mængder vand anvendes til at farve tøjet og skylle restfarve ud. Desværre renses spildevandet fra disse processer ofte ikke ordentligt, hvilket forurener floder, som også fungerer som drikkevandskilde for lokale beboere. En mulig løsning kunne være at genbruge tøj mere effektivt, så vi bruger mindre nyt vand på at producere nyt tøj.

Afslutning

I dette kapitel har vi set på nogle af de udfordringer, der er forbundet med at sikre rent drikkevand til fremtidige generationer. Tiden vil vise, om vi kan reducere vores vandforbrug tilstrækkeligt, så der også er drikkevand til kommende generationer. Måske bliver vi nødt til at rense alt spildevand, så det kan bruges som drikkevand i de større byer med mange millioner af indbyggere. Det er vi ikke helt klar til endnu, men måske i fremtiden.

Nøglebegreb	Forklaring