

Byens vand kan ses i kanaler, søer og åer samt langs havnefronter og kyster. Men meget af byens vand findes i cisterner og lukkede rørsystemer under jorden og er dermed ikke synligt. Vandets kvalitet afhænger af hvilket sted vandet opholder sig, og vandkvaliteten ændres, mens vandet strømmer fra et sted til et andet. Byens vandsystemer og deres vedligeholdelse er derfor af stor betydning for vandets kvalitet.

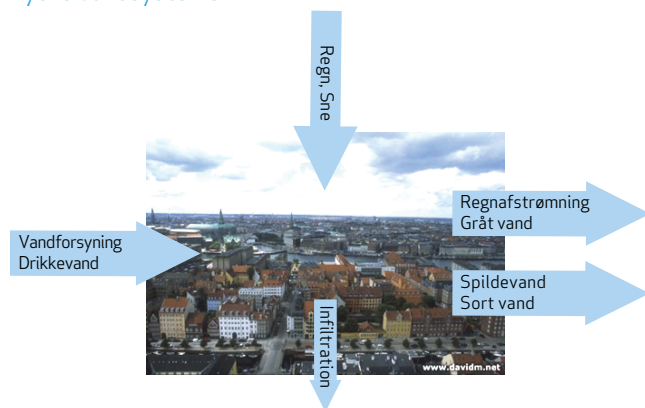
## HVAD ER VANDKVALITET?

Vandkvaliteten i danske byer spænder fra rent drikkevand til såkaldt gråt regnvand og sort spildevand. Danske byers vandsystemer kan bedst beskrives som lineære systemer, hvor det rene vand hentes ind til byen fra omkringliggende grundvandsmagasiner, og det brugte vand efter rensning i kommunale rensesanlæg sendes ud i vandløb eller havet.

Det rene **drikkevand** pumpes typisk ind i byen fra **grundvandsboringer** placeret uden for byen. Som regel er en filtrering og en simpel iltning og dermed udfældning af eventuelle jernoxider eneste nødvendige forbehandling, før vandværkerne kan lede grundvandet ud til forbrugerne. Grundvandet hentes i undergrundens kalk- eller gruslag og har normalt høj kvalitet. Pesticidforurening fra landbrugsdrift har dog lukket mange vandboringer og byens gamle industrigrunde kan give anledning til alvorlige punktforureninger af grundvandet.

**Spildevandet** ledes væk fra byen i det kloaknet, der er blevet opbygget og udbygget siden urbaniseringen begyndte i sidste halvdel af 1800-tallet. Spildevandet opsamles sammen med regnvandet enten i et fælles rørsystem, en såkaldt fælleskloak, eller i separate systemer for kloakvand og regnvand. Siden 1970'erne er stadig mere af byernes spildevand blevet rensat – mekanisk og biologisk – på store rensesanlæg, hvilket

## Byens vandsystemer



især har begrænset byens spildevandsforurening med colibakterier og fosfater.

Spildevandet kan give anledning til punktforureninger de steder hvor det ledes ud, og derfor er spildevandsledningerne mange steder blevet ført længere ud i havet, så der opnås en fortynding af det beskidte vand.

Ud over spildevand fra husholdninger og industri er byerne årsag til endnu en type spildevand, nemlig **afstrømmende regnvand**. Når regnen falder på byens tage, gader og pladser, er det i udgangspunktet rent, men når det rammer byens mange overflader, ikke mindst vejene og andre trafikerede overflader, forurenes afstrømningsvandet. Forureningsprofilen er anderledes end sort spildevand fra husholdningerne, idet indholdet af finpartikulært materiale, tungmetaller og miljøfremmede stoffer er stort.

I fælleskloakerede områder blandes spildevand fra husholdninger og regnafstrømning. Der kan kraftig regn skabe problemer med såkaldte kloakoverløb, hvor blandingen enten skyder ukontrolleret op gennem kloakdæksler i husenes kældre, eller sendes kontrolleret, men urensat, via overløbsanlæg direkte ud i vandløb, søer og have. Det betyder, at havnebade og strande undertiden må lukkes ned.

Med de varslede klimaændringer skal byerne kunne tåle mere og kraftigere regn. Derfor skal der bedre styr på håndteringen og kvaliteten af det afstrømmende regnvand i byen. Regnvandet kan enten bruges til rekreative eller forsyningsmæssige formål i byen eller sendes ud af byen uden at skade mennesker og natur.

I byen er de **teknologiske anlæg**, der organiserer byens regulering af vandets strømme, af stor betydning for vandtypernes kvalitet. Det drejer sig om de rørsystemer, cisterner, åbne bassiner samt anlæg til vandbehandling og -regulering, der er bygget op i byen. Dertil kommer, at byens overflader og undergrund kan optage mere eller mindre vand. I situationer med stor vandtilførsel, samt i perioder med tørke og frost kan det have betydning for, om der sker oversvømmelser. Hvis grundvandet

Videnskabeligt set er en lang række naturvidenskabelige målinger på udvalgte vandprøver den vigtigste vej til viden om vandets kvalitet i forskellige dele af byens vandsystemer. De anvendes i modeller.

Når det drejer sig om de teknologiske anlæg er det bygningsingeniører og kloakmestere, der kan undersøge, teste og vurdere anlæggenes kvalitet og kapacitet. Og når det kommer til undersøgelse af den lokale afstrømning og nedsvivning trækker det på geotekniske undersøgelser og vurderinger.

f.eks. i forvejen står meget højt, overfladen er tæt og/eller undergrunden består af en lerjord med lille opmagasineringskapacitet, vil meget vand hurtigt strømme videre uden nogen filtrering og resultere i et hurtigt stigende grundvandsspejl.

## PROFESSIONELLE MÅLINGER

**Drikkevandets kvalitet** skal overholde bestemte krav, som myndighederne stiller, og derfor kontrolleres vandet systematisk på vandværkerne for bl.a. kemiske bestanddele (f.eks. jern og nitrat), mikrobiologiske parametre (f.eks. colibakterier), organiske forureninger samt pesticider.

**Byens kloakvand** ledes ud til rensningsanlæggene, som i løbet af 1980'erne og 1990'erne er blevet kraftigt udbygget og nu via overvejende biologisk rensning renses spildevandet effektivt for organisk stof, kvælstof og fosfor, inden det ledes ud i naturen. Byernes belastning af det modtagende vandmiljø er derfor kraftigt reduceret, med der er dog fortsat problemer med udledning af urensat spildevand i forbindelse med kraftig nedbør.

Beskrivelse af det **afstrømmende regnvands kvalitet**, handler først og fremmest om kemi. Nogle af forureningsstofferne kan iagttages med det blotte øje, f.eks. forekomst af olie-film på overfladen, og indhold af suspenderet stof, der skaber uklart vand. Andre parametre er usynlige, f.eks. tungmetaller, pesticider og organiske mikroforureninger som PAH'er.

Regnvandets kvalitet beskrives ud fra indhold af suspenderet stof (mg/L), indhold af næringsstoffer (primært P, mg/L), indhold af patogener (E.coli, clostridium, Helminth egg, cell forming units (cfu)/L, eggs/L) og indhold af organiske mikroforureninger (PAH'er, blødgørere og pesticider, µg/L og indhold af tungmetaller (Zn, Cu, Cr, Pb, µg/L). Tungmetaller måles i dag oftest på en ICP-MS. Måling af de organiske mikroforureninger sker ved hjælp af HPLC (High Pressure Liquid Chromatogra-



phy).

**Badevandskvaliteten** langs byens strande og i byens havnebade måles af de enkelte kommuner. I København måles og modeleres bortskylning og fortynding af kloakvandet f.eks. af Center for Park og Natur, som desuden varetager et online varslings-system – badevandsudsigten – på baggrund af en computersimulering. Modellen tager højde for eventuelle udledninger af spildevand til badevandet og kobler med de lokale vejr- og strømforhold, der påvirker bakteriernes vækst, spredning og fortynding m.m. E. coli og enterokokker bruges som indikatorer på spildevandudledninger af bakterier, der kan gøre mennesker syge. “Blå Flag”-kampagnen registrerer ligeledes badevandskvaliteten ved kysterne.

## VANDKVALITET PÅ FELTFOD

Som udgangspunkt er det nødvendigt at gøre sig klart, hvilken del af **byens vandkredsløb**, man står over for. I denne forbindelse er det vigtigt at beskrive de fysiske rammer omkring vandet. Man kan tegne en skitse (diagram) over den del af vandsystemet, der undersøges, samt beskrive vandets strømning, opholdsteder og de typer anlæg, det strømmer gennem. Dernæst kan man vurdere og undersøge **terrænforhold**, dvs. landskabets udformning og hældning, som fortæller noget om, hvordan vandet strømmer på overfladen. Ved stor overfladehældning vil regnvandet strømme af langs overfladen ned til kloakkerne, og det samme er tilfældet, hvis en stor andel af overfladearealet består af befæstede arealer. Derfor er det en god idé at kortlægge overfladens karakter (befæstede arealer, grønne områder, bygninger m.v.). En anden betydende faktor ved terrænet er, hvorvidt det er lavtliggende med kort afstand til søer og moser og dermed høj grundvandstanden - eller højtliggende og mere tørt. **Jordbundsforholdene** kan undersøges – f.eks. vil en registrering af, at der er få regnorme, kun små træer og problemer med vand på terræn, være et tegn på, at jordbunden er i en dårlig dræntilstand. Man kan desuden tage jordbundsprøver samt undersøge, hvor hurtigt tilført vand synker ned i jorden og jordens porøsitet.

Endelig kan man bestemme kvaliteten af de tre typer af vand: **Regnafstrømningens kvalitet** kan man få en hurtig og ofte ret præcis vurdering af ved at måle vandets klarhed. Hvis vandet er klart har det sandsynligvis et lille indhold af usynlige forureninger, mens uklart vand har et højt indhold af usynlige forureninger (udover de synlige, der består af små opslemmede partikler, typisk 1-100 mikrometer store). Indholdet af de positivt ladede tungmetaller (zink, kobber, bly) følger i høj grad indholdet af partikulært materiale. Indholdet af sygdomskim eller smitstoffer, såkaldte patogener, følger det i nogen grad.

**Badevandets kvalitet** i søer og ved kyster kan også observeres for vandets udseende generelt, fordi misfarvet, uklart vand, film eller skum på overfladen kan være tegn på alger. Ved hjælp af en sigtbarhedsskive (Secchiskive), som sænkes ned i vandet kan sigtedybden aflæses. Hvis sigtedybden er for lav (under 1 m), kan det være tegn på for store mængder alger i vandet. Desuden kan colibakterier og alger undersøges nærmere.

**Drikkevandets kvalitet** kan måles med vandprøvesæt som tester vandet (f.eks. for nitrit, fosfat, pH-værdi og hårdhed). Et alternativ er at hente data fra hjemmesiden over drikkevandskvaliteten på de enkelte vandværker i Danmark via adressen [www.jupiter.geus.dk](http://www.jupiter.geus.dk).

## DATA OG LITTERATUR

Drikkevandskvaliteten på de enkelte vandværker i Danmark er tilgængelig via adressen <http://jupiter.geus.dk>

Grundvand og geologi - 3D-visualiseringer: [www.mapserver.dk/GSMapWeb/GSWebMCAarhus.aspx](http://www.mapserver.dk/GSMapWeb/GSWebMCAarhus.aspx)

Regnvandshåndtering: Der findes ingen samlede databanker for regnvandshåndtering, men de enkelte byer har på deres hjemmesider beskrivelser over deres kloaksystemer, badevand m.v.

Miljøstyrelsen: Sådan kontrolleres det danske badevand: [www2.mst.dk/data-baser/mstmiljoedata/badevand/det\\_danske\\_badevand.htm](http://www2.mst.dk/data-baser/mstmiljoedata/badevand/det_danske_badevand.htm)

Københavns Kommune opgiver badevandsdata online hele sommerperioden på [www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/GroenneOmraader/BadeVand/Badevandskvalitet.aspx](http://www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/GroenneOmraader/BadeVand/Badevandskvalitet.aspx)

Materiale om ABC-systemet i Singapore: <http://www.siww.com.sg/tour-5>  
<http://www.youtube.com/watch?v=Ud7EERIDoIw>

Elementer til håndtering af regnvand i byens landskab (lokal afledning af regnvand)

[www.asla.org/ContentDetail.aspx?id=24482](http://www.asla.org/ContentDetail.aspx?id=24482) se artikel s. 30

Byplan Nyt nr. 5 2009. Dansk Byplanlaboratorium.

Jakob Magid: Byernes affaldshåndtering og næringsstofkredsløb. Kapitel 10 i Erik Steen Jensen m.fl.: Visioner for fremtidens jordbrug. Gads Forlag 2002.

[www.blaaflag.dk](http://www.blaaflag.dk)



Faglig bidragsyder: Marina Bergen Jensen,  
Seniorforsker, MSc, PhD. Skov & Landskab,  
Københavns Universitet

Redaktører: Pernille Ehlers, Rødovre Gymnasium, Lis Petersen, Ørestad Gymnasium og Jannie Rosenberg Bendsen, DAC  
Layout: Troels Thor Axelsen, DAC

Realdania

dansk byplan  
laboratorium

DAC | DANSK ARKITEKTUR CENTER

VANDKVALITET  
BYENS VAND