

Vandforsyning og grundvandsindvinding



I Danmark laver vi vores drikkevand af grundvand.

Grundvandet dannes, når regn siver ned gennem jorden. Dybt nede samles vandet i sand og gruslag, som kaldes grundvands-magasiner. Det er her, vi i Danmark henter 99 % af vores drikkevand.

Vandet pumpes op af jorden, behandles på et vandværk og sendes derefter gennem vandrørene ud til forbrugerne. Læs bl.a. mere på følgende links:

- <https://www.vandetsvej.dk/introduktion-1>
- <https://www.vandetsvej.dk/vandbehandling>
- <https://www.vandetsvej.dk/fra-vandvaerk-til-vandhane>

I det nedenstående materiale ses yderligere links til oplysninger omkring vandforsyning og indvinding af drikkevand. Ligeledes er der stillet 5 arbejdsopgave om emnet.

I opgaverne starter vi med at se på forbrugerne, og på hvad er deres vandbehov er. Herefter arbejder vi os baglæns i systemet – gennem vandledningerne - til vandværket - til boringen - ned i grundvandsmagasinet og op på jordoverfladen hvor regnvandet nedsiver.

Baggrundshistorien til opgaverne:

I den lille by Vandkøbing skal der etableres et nyt vandværk med en ny indvindingsboring, hvorfra grundvandet skal pumpes op og bruges til drikkevand.

På det vedlagte kort ses Vandkøbings udbredelse og forbrugerne i byen, altså hvem der bruger vand. Ligeledes ses, hvor der ønskes at den nye indvindingsboring skal placeres. Kortet viser også hvad arealer rundt om byen bliver benyttet til.

På kortet ses stiplede sorte linjer, disse kaldes potentialelinjer for grundvandsstrømningen, disse beskrives nærmere i opgave 3.

Til opgaven er også vedhæftet et geologisk tværsnitsprofil, som viser et snit igennem jord i området ved Vandkøbing. På det geologiske tværsnitsprofil ses dermed hvilke jordlag som befinder sig under området i mere end 50 meter under jordoverfladen. Hvor snittet er igennem jorden ses med rød stiplede streg på kortet.

Opgaver 1 - Hvad er Vandkøbings vandforbrug?

Vand er uundværligt i hjemmet. Vi bruger hver dag vand til drikkevand, madlavning, toiletskyl og til vaskemaskinen – og vi bruger mere end du måske tror. Danskere bruger i gennemsnit 106 liter vand pr. person døgnet.

Få mere viden om hvad man bruger vand på i hjemmet på følgende link:

<https://www.vandetsvej.dk/vandforbrug-i-hjemmet>

På dette link kan du også læse om hvordan man kan få gode vandvaner, så man ikke bruger så meget vand:

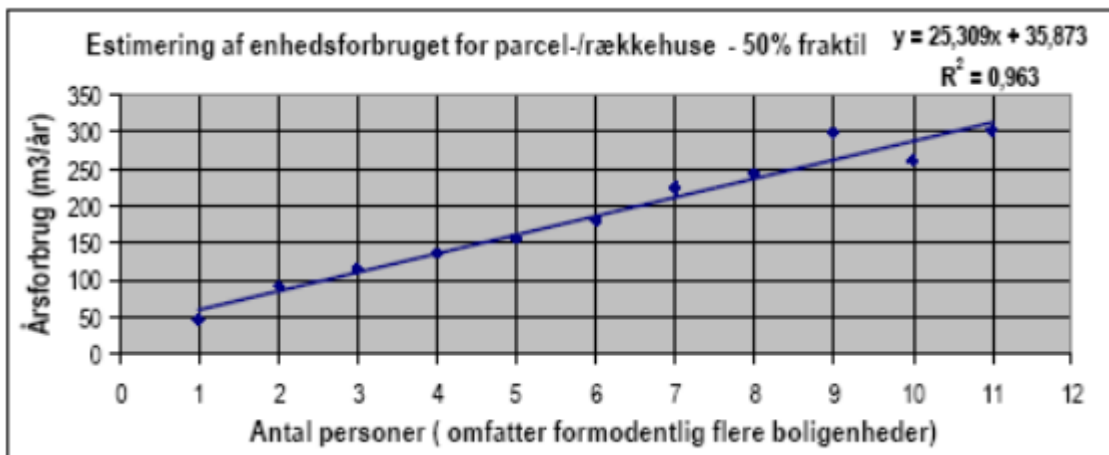
<https://www.vandetsvej.dk/gode-vandvaner>

Vandkøbing skal i gang med at lave et nyt vandværk og en ny indvindingsboring. For at vide, hvor stort vandværk man skal bygge, og hvor meget vand man skal pumpe op fra boringen, skal man finde ud af hvor meget vandforbruget er hos Vandkøbings forbrugere. På baggrund af oplysninger om hvilke forbrugere der er i byen og graferne/formlerne på nedenstående Figur 1, Figur 2 og Figur 3 skal Vandkøbings vandforbrug pr. år beregnes.

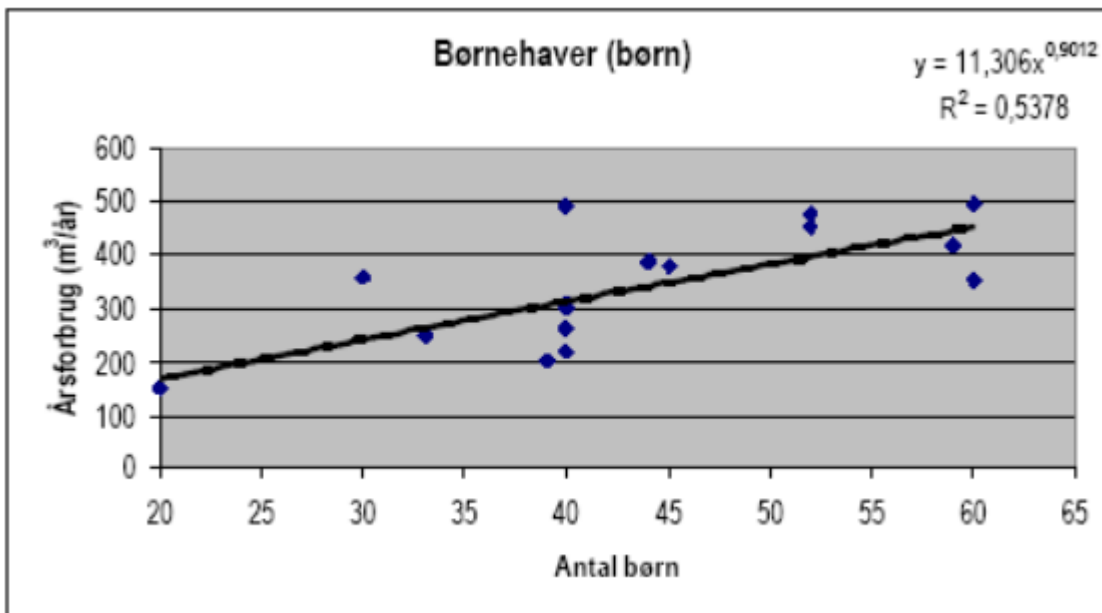
I Vandkøbing er følgende forbrugere:

- 200 stk. parcelhuse, hvor der i gennemsnit bor 4 personer pr. hus.
- En børnehave med 40 børn.
- Etageejendom med 10 lejlighed. Samlet bor der 20 beboere.

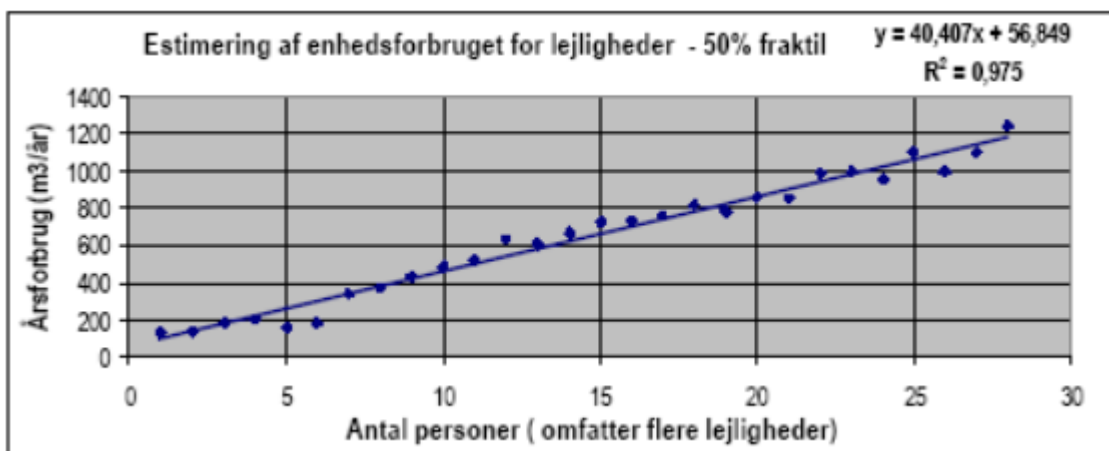
Hvad er Vandkøbings vandforbrug (Q) pr. år i m^3 ? rund op til nærmeste tusind.



Figur 1 Estimering af enhedsforbruget for parcel-/rækkehuse. / Miljøprojekt nr. 998, 2005 Vandforbrug og forbrugsvariationer/



Figur 2 Estimering af forbrug i børnehaver. / Miljøprojekt nr. 998, 2005 Vandforbrug og forbrugsvariationer/



Figur 3 Estimering af enhedsforbruget for lejligheder. / Miljøprojekt nr. 998, 2005 Vandforbrug og forbrugsvariationer/

Nu ved vi hvor meget vand vi skal indvinde fra vores vandværksboring. Men før vi laver boringen, skal vi kende til geologien.

Opgave 2 Gå på opdagelse i Danmarks geologi

Hvad ligger der under vores fødder og hvordan blev Danmark egentlig dannet?

På det link kan du lære mere om dette:

<https://www.vandetsvej.dk/danmarks-undergrund>

Ta et kig og se hvad Danmarks undergrund består af:

http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=jupiter#zoom=5.725177859135297&lat=6225000&lon=557500&visiblelayers=Topografisk&filter=&layers=&mapname=jupiter&filter=&epsg=25832&mode=map&map_image_type=png&wkt=

Her kan du se næsten alle boringer (mere end 280.000) og indvindingsanlæg i Danmark, og se hvilken geologi som er fundet i boringerne.

Zoom ind på et område, klik boringerne til og lav dine egne tværsnit gennem jorden. Husk og tegn profilet gennem boringer.

Opgave 3 - Hvad er grundvand - hvor hurtigt og hvilken vej strømmer det?

På de følgende links kan I læse om hvordan bliver grundvandet dannes, hvad er et grundvandsmagasin egentlig er, og hvordan grundvandet strømmer i jorden, ikke mindst når man begynder at pumpe det op af jorden?

<https://www.vandetsvej.dk/grundvandsdannelse>

<https://www.vandetsvej.dk/grundvandsmagasiner>

<https://www.vandetsvej.dk/grundvandets-hastighed>

På det vedlagte kort ses med sorte stiplede linjer, hvilket kaldes grundvandets potentialelinjer. Grundvandspotentialet er et udtryk for grundvandets potentielle energi/tryk, og angives i meter over havniveau. Grundvandspotentialet vises gennem et potentialekort med optegnede potentialelinjer. På kortet over Vandkøbing er potentialelinjerne optegnet med 2 meters intervaller. Grundvandet vil forsøge at strømme fra højere mod lavere potentialeforhold. Vandet vælger den korteste vej, med den størst mulige hydrauliske ledningsevne (k) eller høj transmissivitet (T). Potentialelinjerne illustrerer at grundvandet strømmer vinkelret på linjerne mod lavere potentiale. Grundvandspotentialer kortlægges primært ud fra pejlinger af vandstanden i boringer.

Hvad vej strømmer grundvandet under Vandkøbing?

Man taler om, at der er gradient eller en hældning på grundvandsstrømning, ligesom der er på højdekurverne på en bakke. Jo tættere potentialelinjerne ligger, jo højere er gradienter, og jo hurtigere vil grundvandet strømme. Ligesom når højdekurverne ligger tæt i et landskab, jo stejlere er bakker og jo hurtigere kan man trille ned af bakke.

Beregn gradienten (I) på grundvandsspejlet ved Vandkøbing ud fra følgende ligning:

$$I = (\text{forskellen mellem potentialet A og B}) / (\text{afstanden mellem potialelinjerne A og B})$$

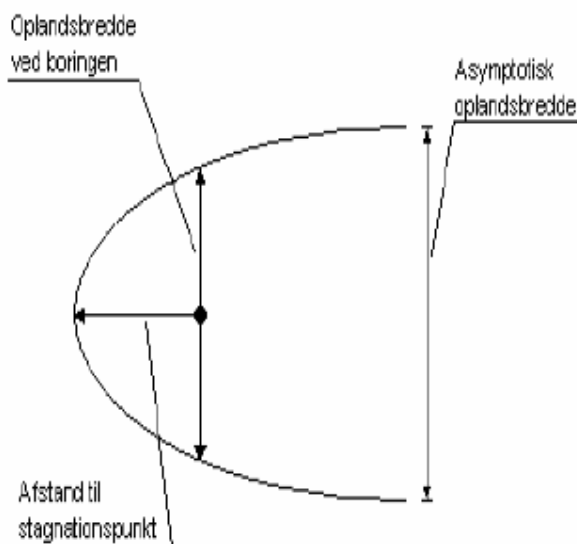
Brug målestokken på korten til bestemmelsen af afstanden mellem potentialelinjerne.

Opgaver 4 - Hvad er indvindingsoplandet til Vandkøbings nye indvindingsboringen?

Når vandkøbing begynder at pumpe vand op fra grundvandsmagasinet, vil der blive dannet et grundvandsdannende område på jordoverfladen, hvor regnen strømmer ned til det grundvandsmagasin, som man pumper grundvand op fra. Grundvandet strømmer nede i grundvandsmagasinet og hen mod boringen, hvorfra der oppumpes vand.

Ved en simpel ligning, kan man lave en grov bestemmelse af hvor, Vandkøbings indvindingsborings grundvandsdannende område er, og faktisk også få det tegnet ind på kortet. En sådan beregning kaldes en analytisk beregning af indvindingsopland til en indvindingsboring. Beregninger er hentet fra http://gk.geus.info/xpdf/udpegning-af-indvindingsoplande_hjemmeside.pdf

Boringens indvindingsopland kan tegnes som viste på Figur 4.



Figur 4 Optegning af et analytisk indvindingsopland til en indvindingsboring

På baggrund af formlerne 4.4, 4.5 og 4.6 og værdierne for Q og I, som er beregnet i de ovenstående opgaver samt T (det vandførende lags evne til at lede vandet) som kan ses på det geologiske tværsnit, skal parameterne for optegning af et opland beregnes.

- Stagnationspunkt $= \frac{Q}{2 \times \pi \times I \times T}$ Formel 4.4

- Oplandsbredde ved boring $= \frac{Q}{2 \times I \times T}$ Formel 4.5

- Asymptotisk oplandsbrønde $= \frac{Q}{I \times T}$ Formel 4.6

hvor,

Q = oppumpningen (m³/s)

I = grundvandspejlets gradient

T = transmissivitet (m²/s)

Beregn optegningsparameterne og optegn oplandet på kortet over Vandkøbing.

Det parabelformede opland skal tegnes således at Stagnationspunktet er placeret nedstrøms boringen og parabellen optegnes vinkelret på potentialelinjerne. Den asymptotiske oplandsbredde skal optegnes parallel med potentialelinjerne, samt skal optegnes i en afstand fra boringen, som er samme længde som den beregnede længde for "oplandsbredde ved boring".

Opgave 5. Er der aktiviteter indenfor indvindingsoplandet, som er en potentiel forurening til drikkevandet i Vandkøbing?

Se på oversigtskortet om der ligger forureningskilder indenfor det optegnede indvindingsopland?

Få inspiration til hvad der kan påvirke og forurene grundvandet på følgende links:

- <https://www.vandetsvej.dk/forurening-af-grundvand>
- <https://www.vandetsvej.dk/forureningstyper>
- <https://www.youtube.com/watch?v=OaUXlvrgFOU>