

# Hydrologi og hydraulik omkring vandløb - ikke mindst Haslevgaarde Å

Hydrologi: Læren om vandets kredsløb i naturen  
Hydraulik: Læren om vandets strømning



Uggerby Å 1974

Foredrag for Haslevgaarde Ås Vandløbslaug  
24. marts 2010

Torben Larsen

Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet

torben.larsen@civil.aau.dk

# Indhold

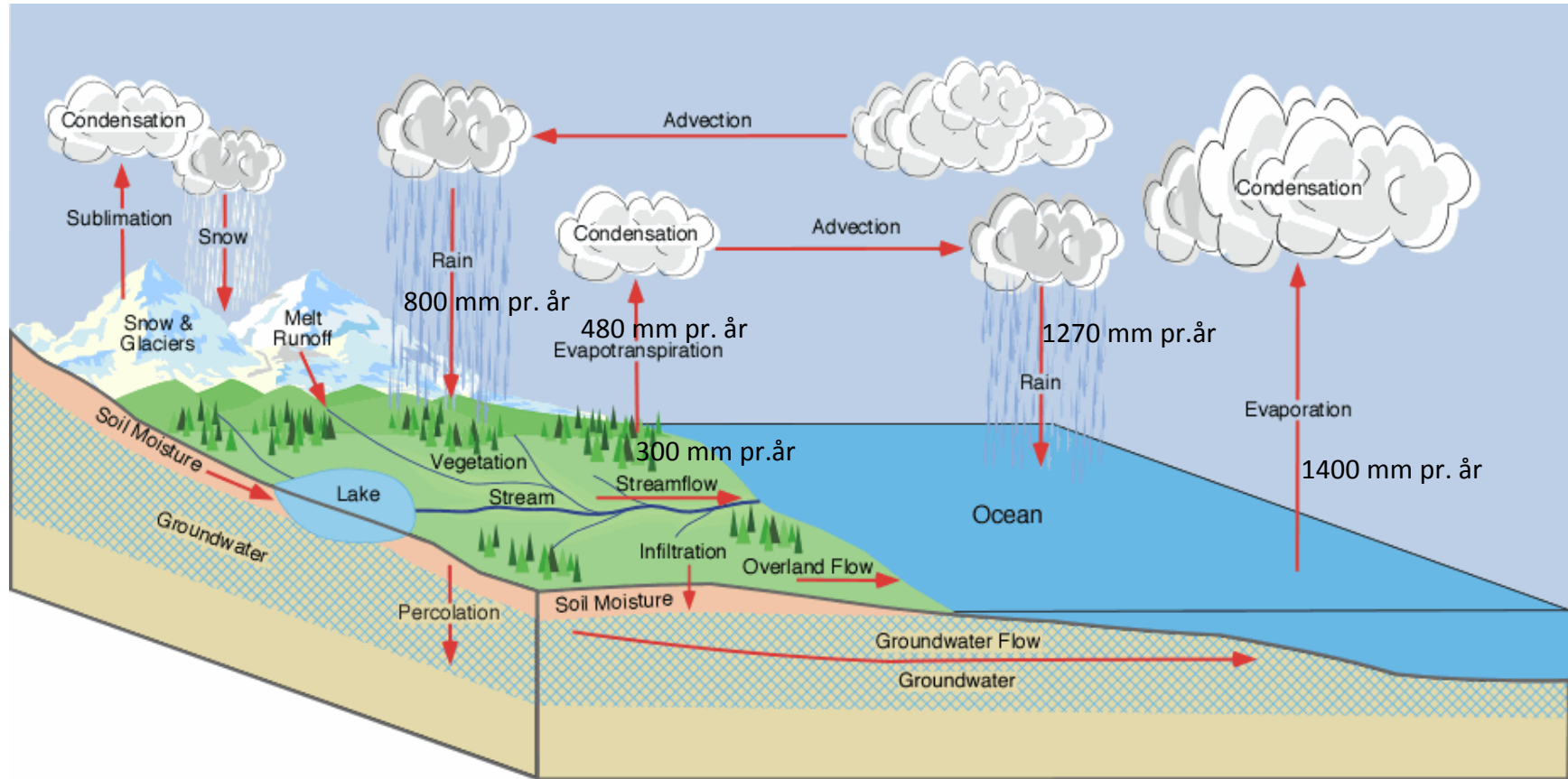


1. Hydrologi - vandets kredsløb
2. Måling af vandføring - Q/H-kurver
3. Opland - specifik afstrømning
4. Strømning i vandløb
5. Grøde
6. Klimaændringer
7. Oversvømmelsesdirektiv

# Det hydrologiske kredsløb

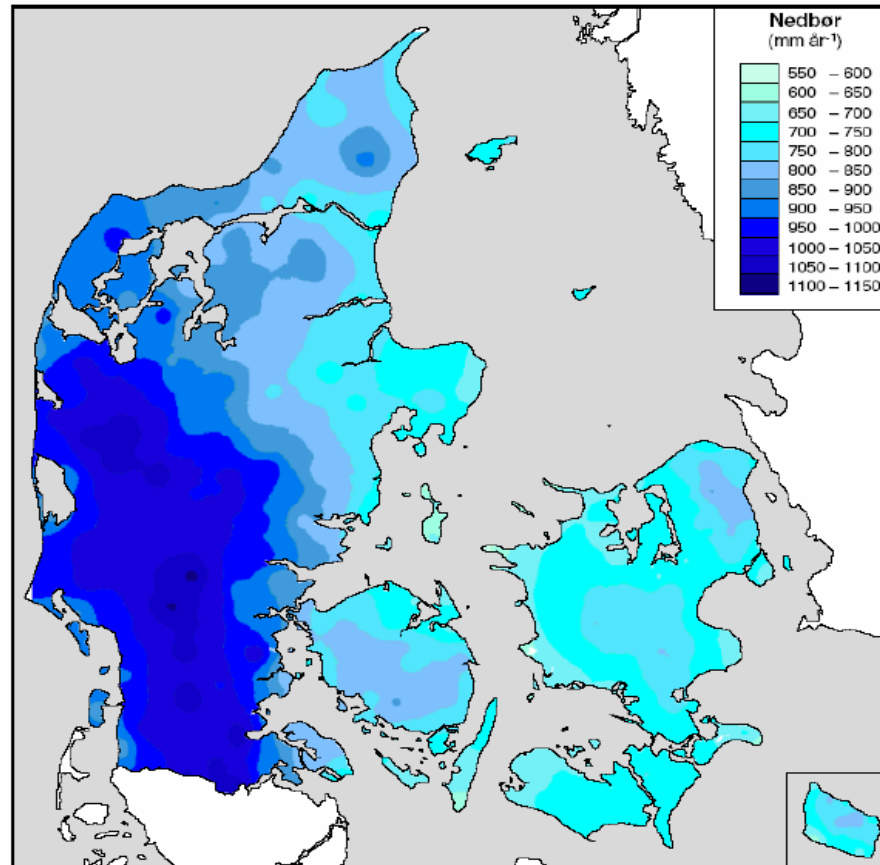
## Globale tal på figur

Danmark har næsten den samme vandbalance som det globale gennem snit:  
nedbør 7 – 800 mm, fordampning 350 – 400 mm, afstrømning 350 – 450 mm pr. år



# Middelnedbør i Danmark

Ca. 25 % mere nedbør i Vestdanmark som i Østdanmark

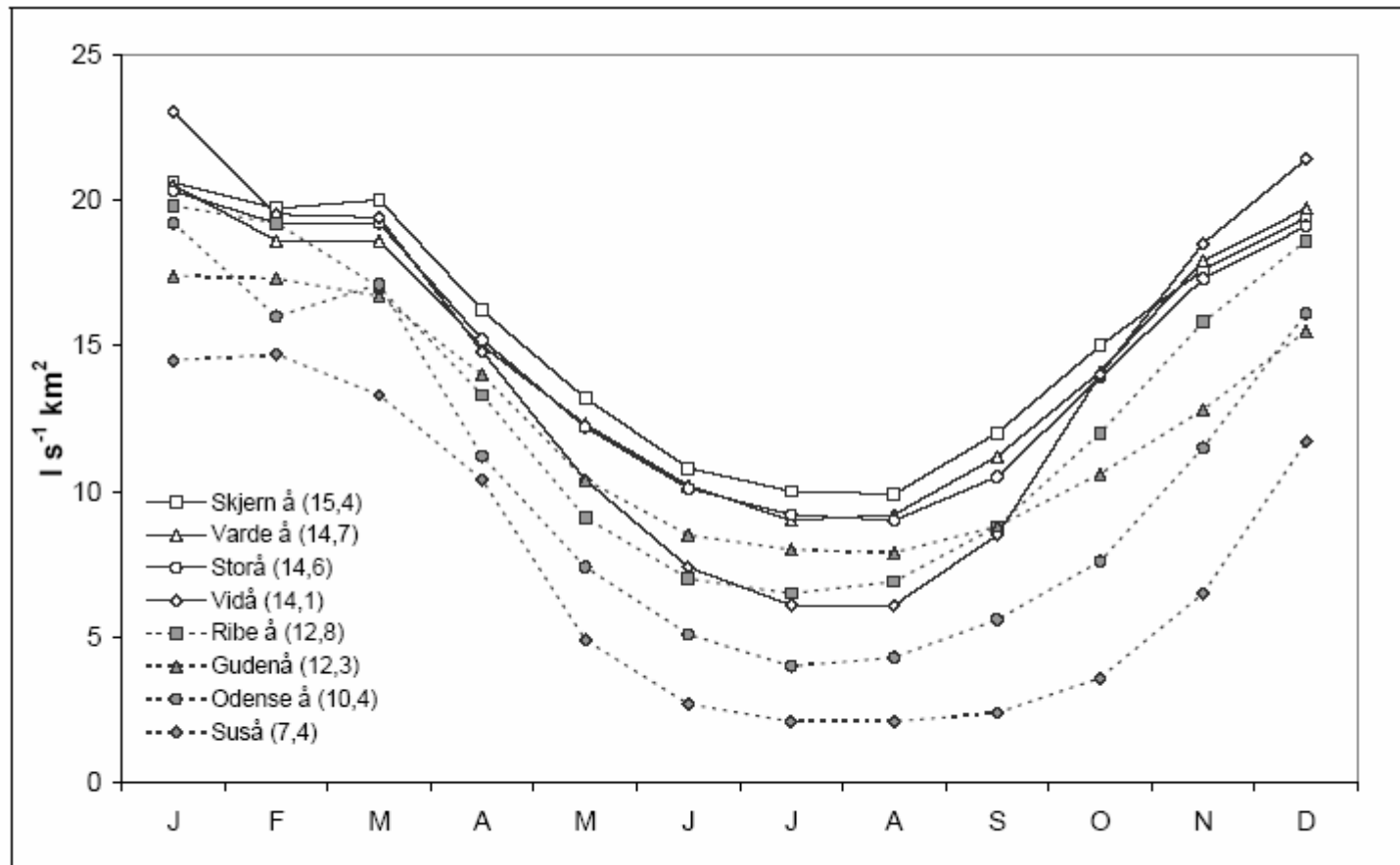


Figur 3.6 Arealfordelingen af nedbør (korrigeret) i mm på årsbasis for perioden 1971-98 (DMU, 1998)

# Middelfafstrømning i danske vandløb

areal specifik afstrømning er afstrømning pr. kvadratkilometer

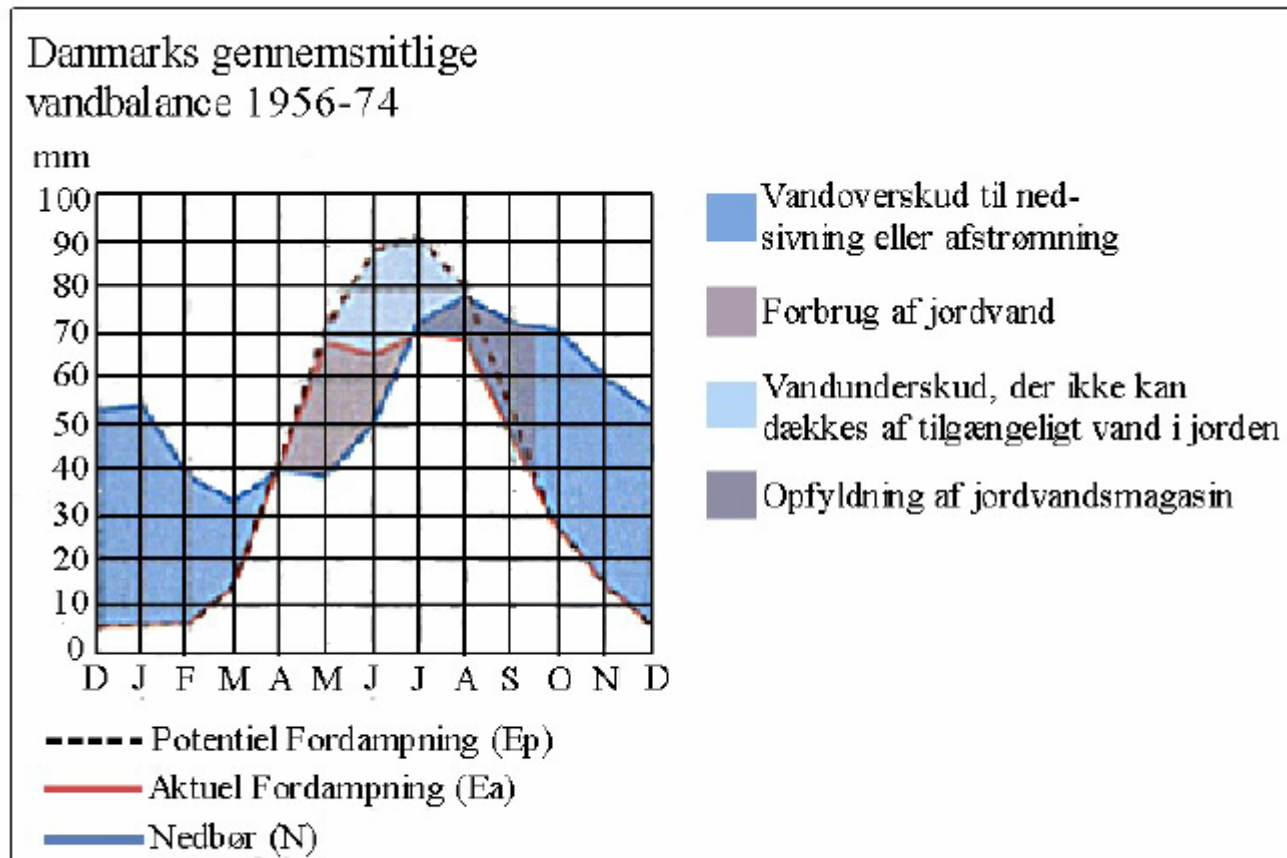
Dobbelt så stor afstrømning i Vestdanmark som i Østdanmark



Figur 8.6 Månedlig middelfafstrømning fra udvalgte danske åer (DMU, 2000).

# Danmarks vandbalance over året

april til august underskud; september til marts overskud



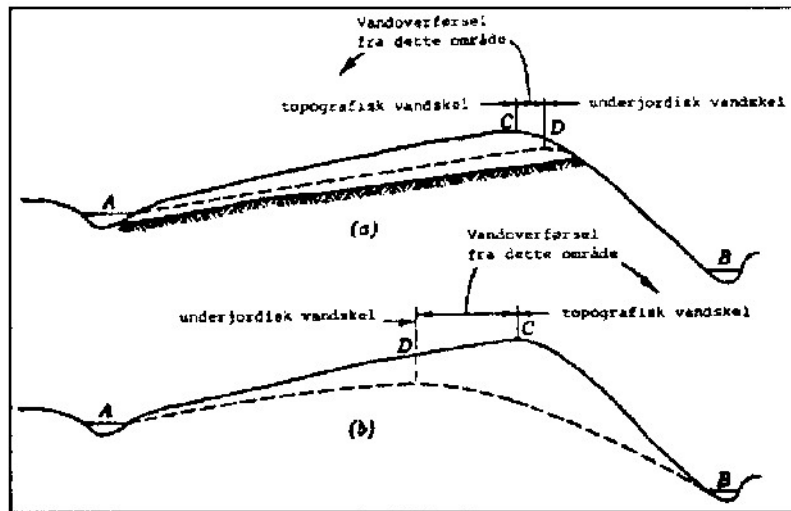
Figur 5.5 Danmarks gennemsnitlige vandbalance 1965-74 (Internetkilde 4).



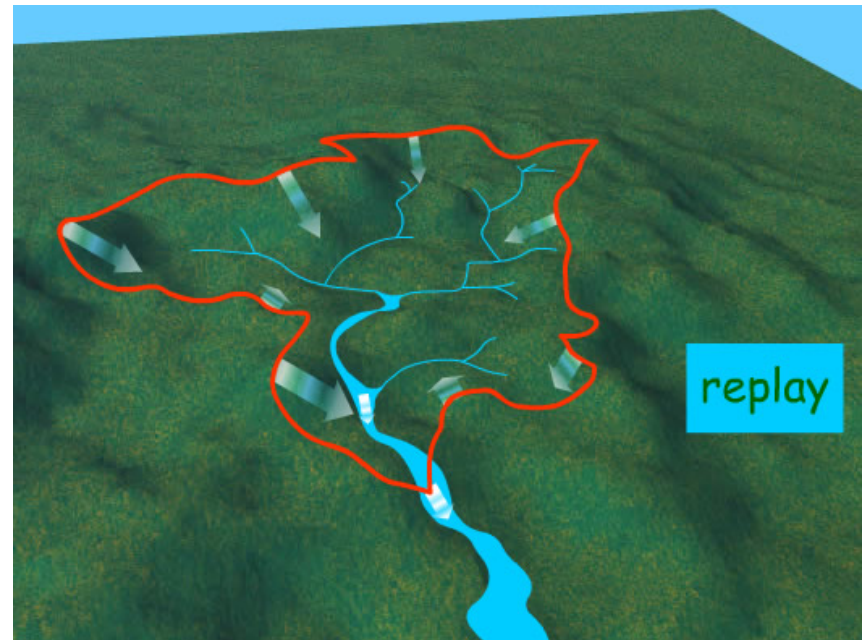
# Afstrømningen gøres op for vandløbsoplande

Et opland er det areal hvorfra nedbøren gennem grundvandet søger frem til vandløbet  
Oplande afgrænses af vandskel

## Vandskel



## Vandløbsopland

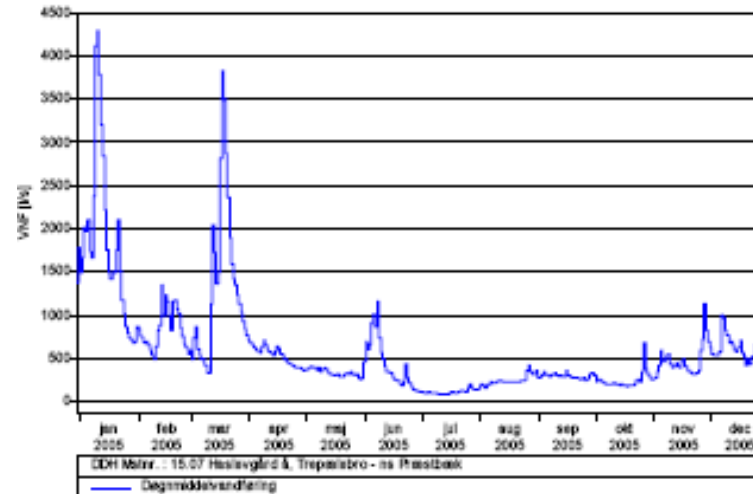
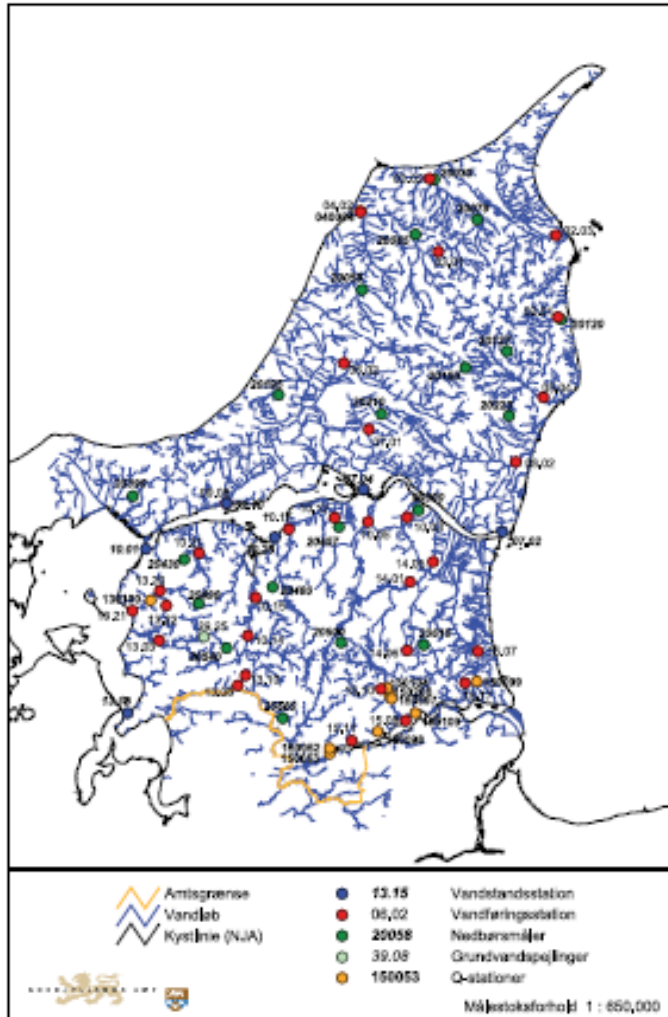


Figur 2.2 Topografisk og underjordisk vandskel.

Normalt taler man om den arealspecifikke afstrømning dvs. enheden er  $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$

# Afstrømning i Haslevgaard Å 2005

målt ved Trepæle bro (0plandsareal 80 km<sup>2</sup>)



Vandføring Q



Vandstand h





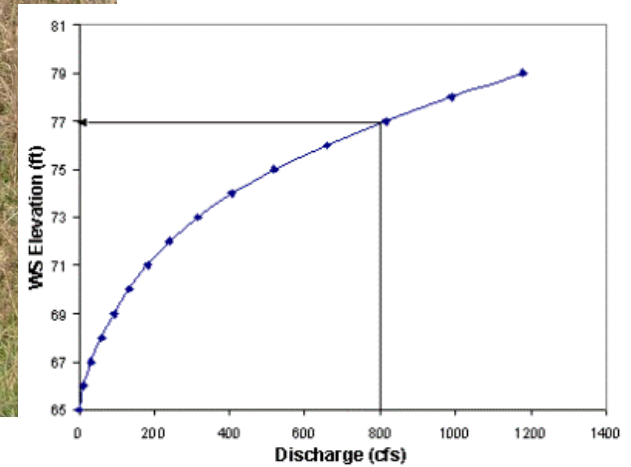
Hvordan måles vandføringen i et vandløb ?

1. Vandføringen måles ikke direkte.
2. Vandstanden måles kontinuert (hvert 10. minut) og omsættes til vandføring via en kurve (Q-h-kurve) der angiver sammenhæng med vandstand og vandføring.
3. Q-h-kurven bestemmes ved at man over et par år en gang om måneden måler både Q og h. Herefter kan Q-h-kurven optegnes

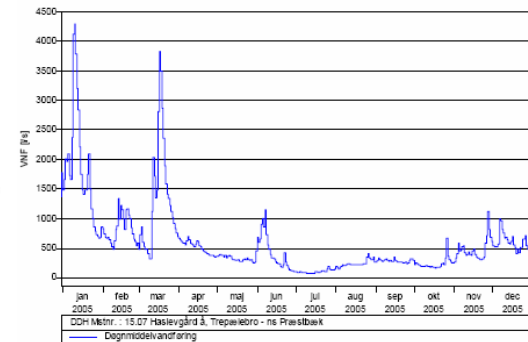
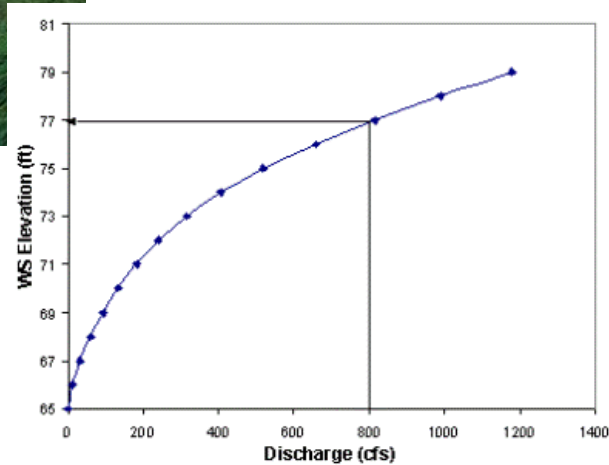
# Vandføringsmåling ved i Haslevgaard Å ved Trepælebro 24.4.2009



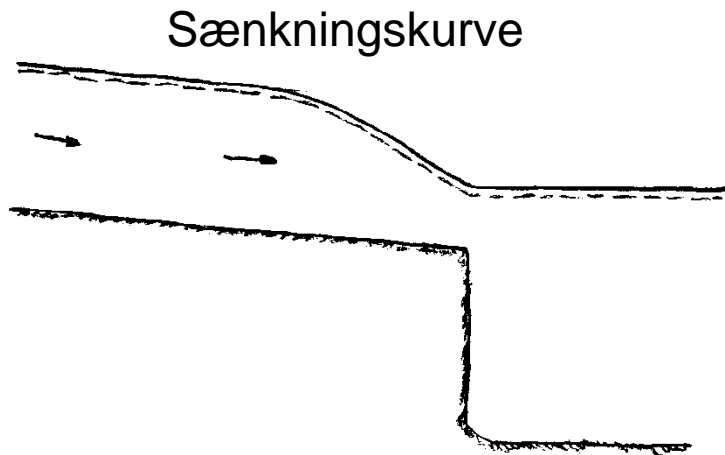
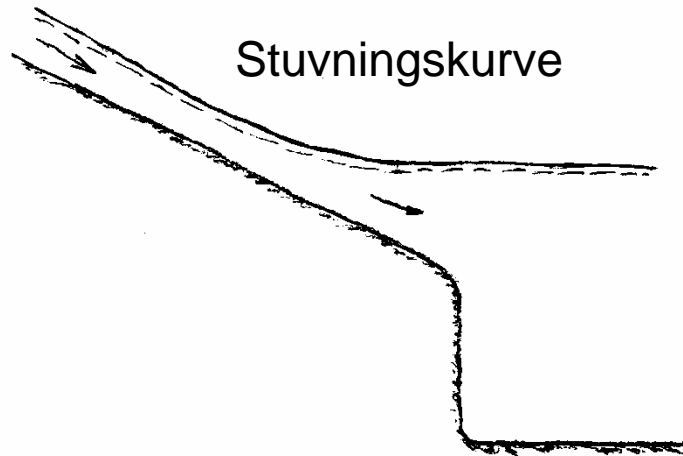
Dette gentages 20 gange



# Vandstandsmåler/ Q-h-kurve/Vandføringskurve



# Strømninger i vandløb og kanaler



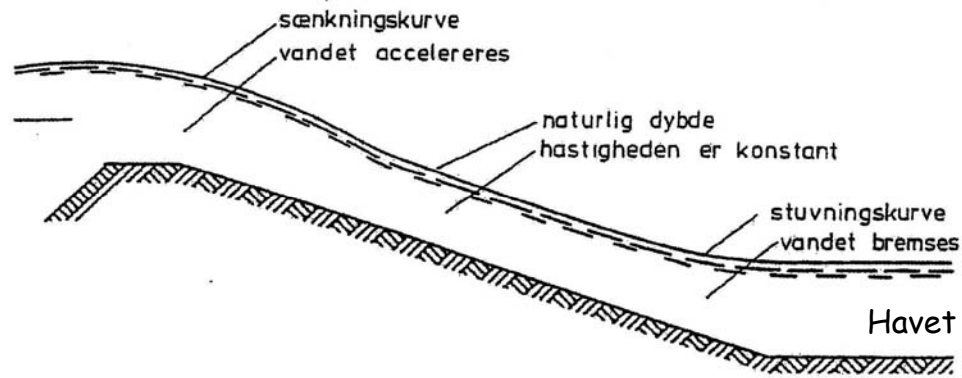
Opstuvning opstrøms ikke nedstrøms



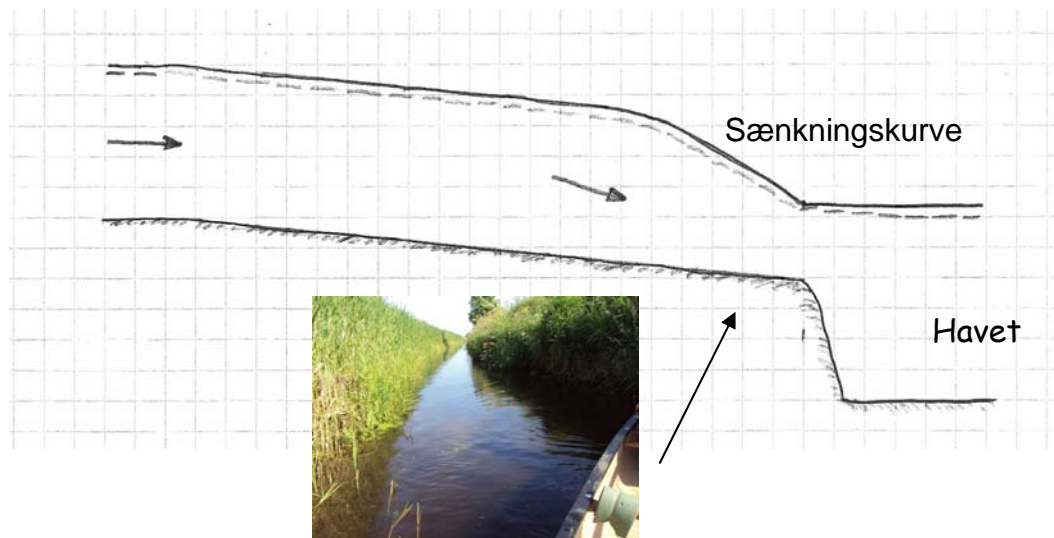
To huskeregler:

1. Vandet løber nedad (efter overfladen)
2. Opstuvningen kommer altid opstrøms

# Et vigtigt begreb: Naturlig dybde



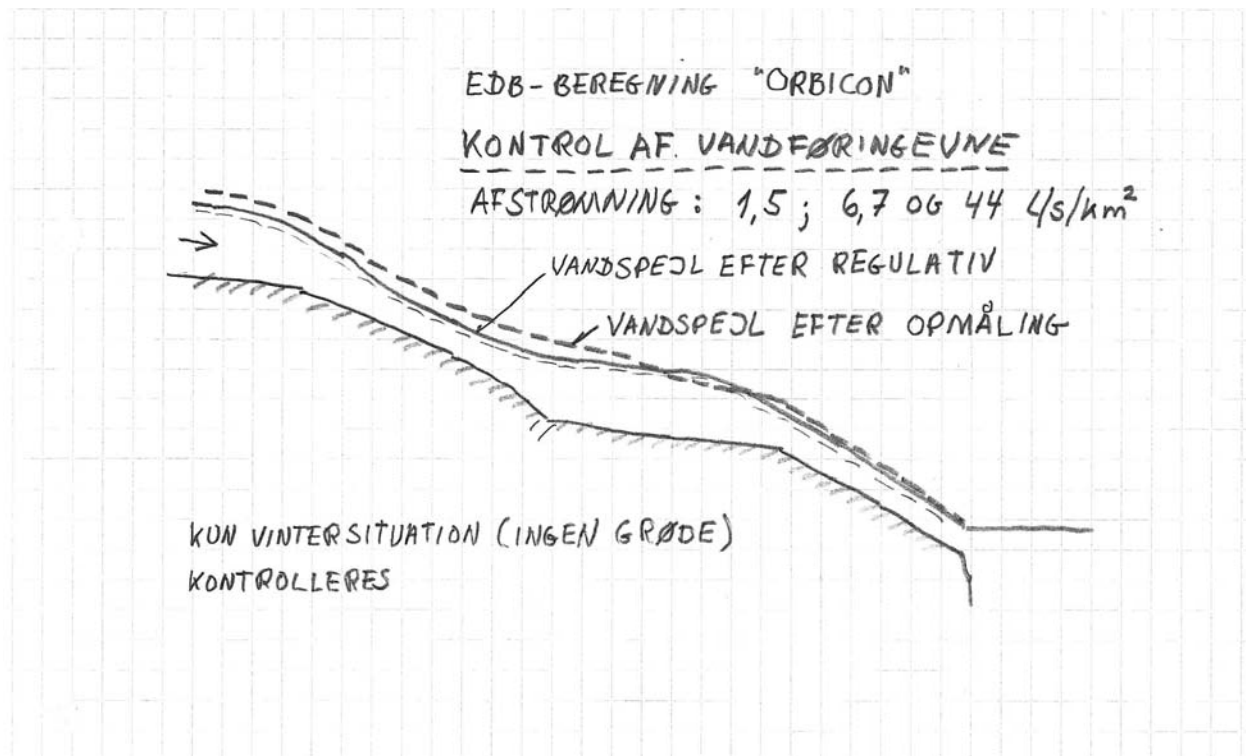
De fleste vandløb



Haslevgaard Å



# Edb-beregning til kontrol af vandføringsevne udføres af fa. Orbion (tidligere Hedeselskabet) for kommunen



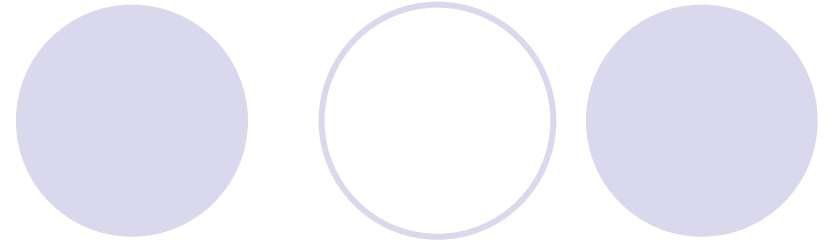


# Grøde - det store diskussionspunkt

Strømrende



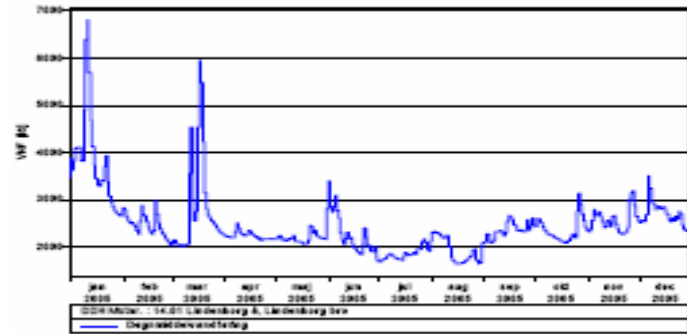
# Grødeskæring



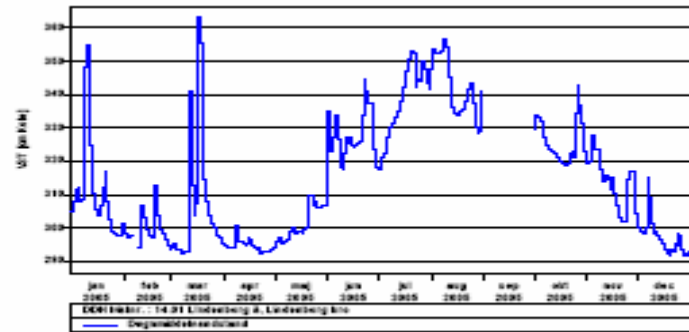
Mejekurv



# Grøde forhøjer vandstanden om sommeren



Q



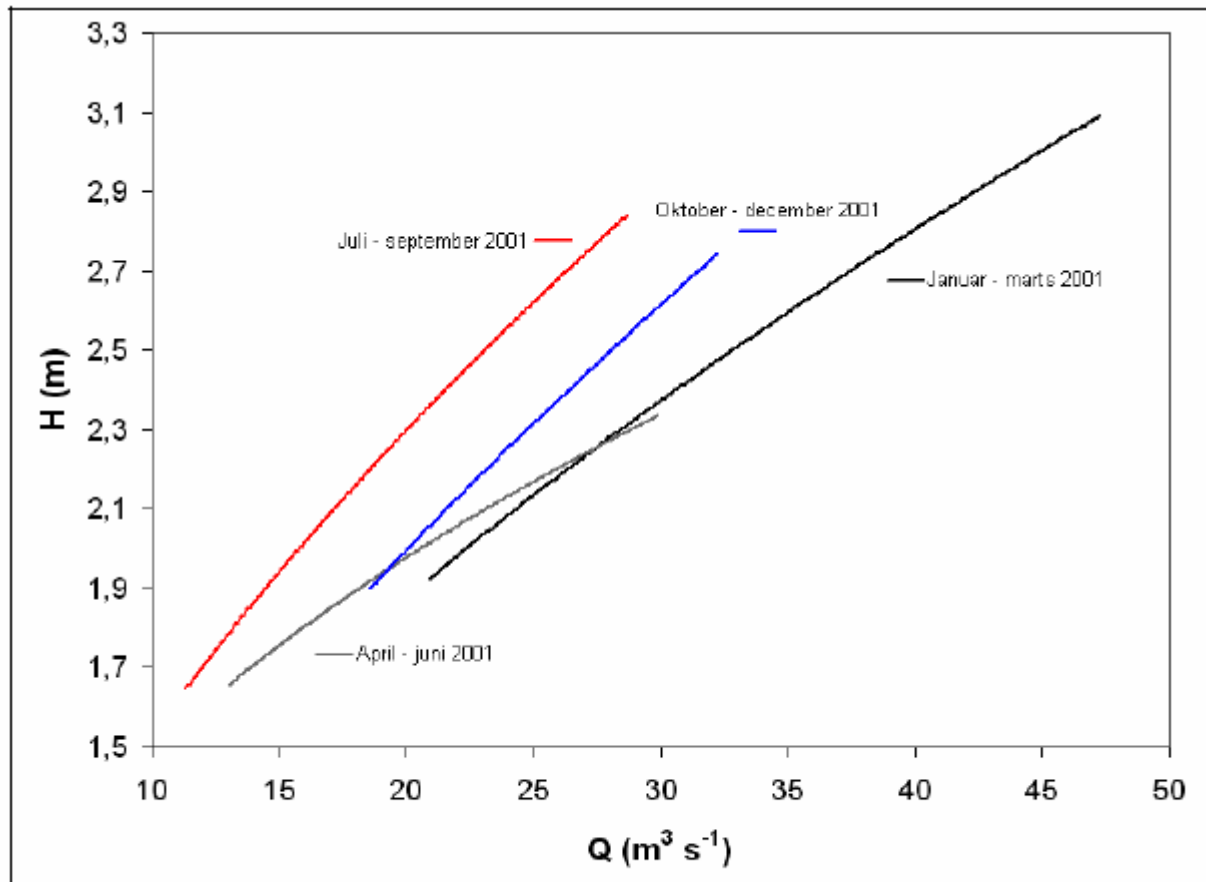
h

Lindenberg Å ved Lindenberg Bro 2005



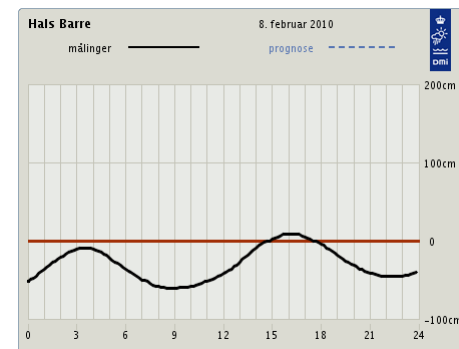
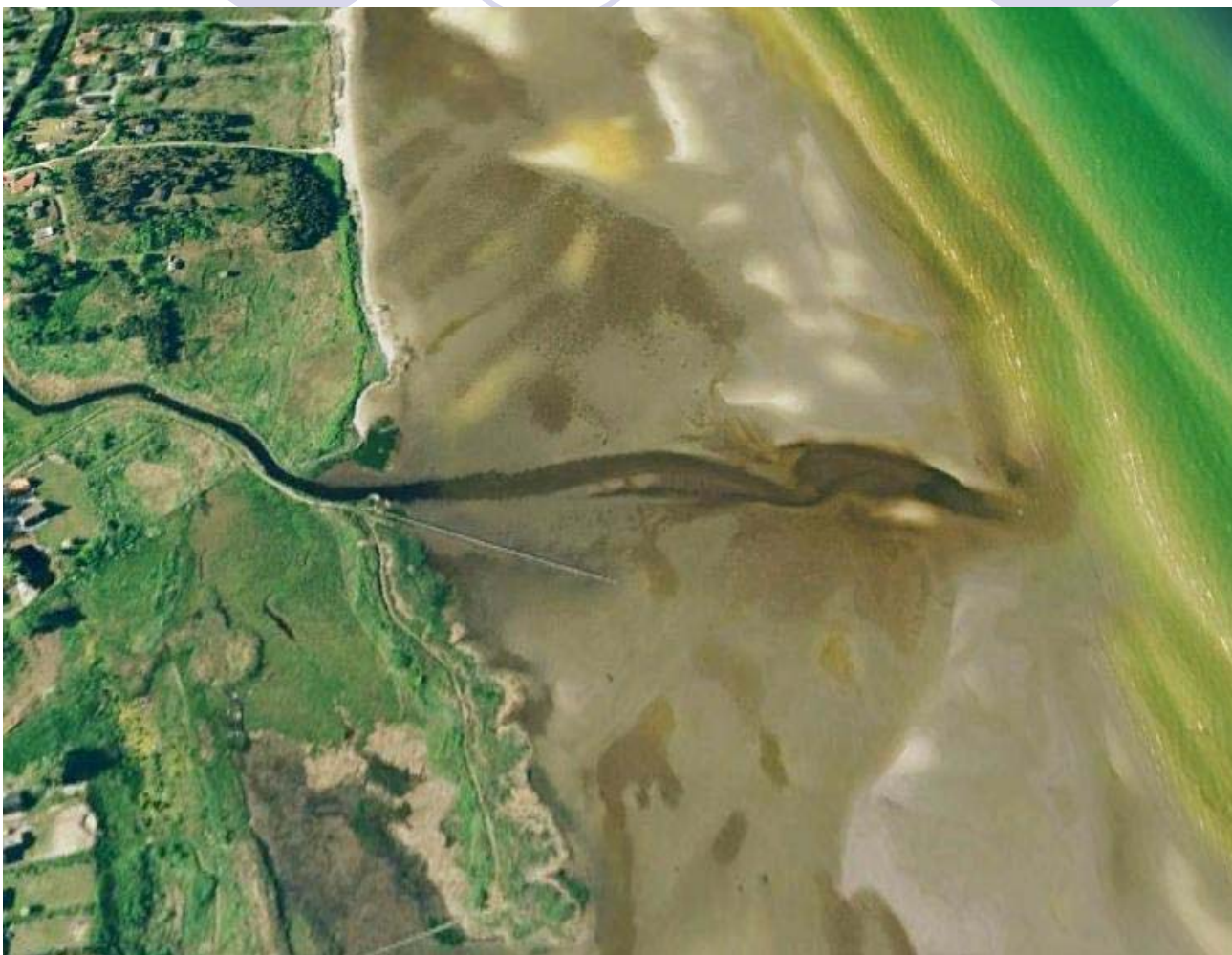
# Q-h-kurver

Stor forskel på sommer og vinter på grund af grøde

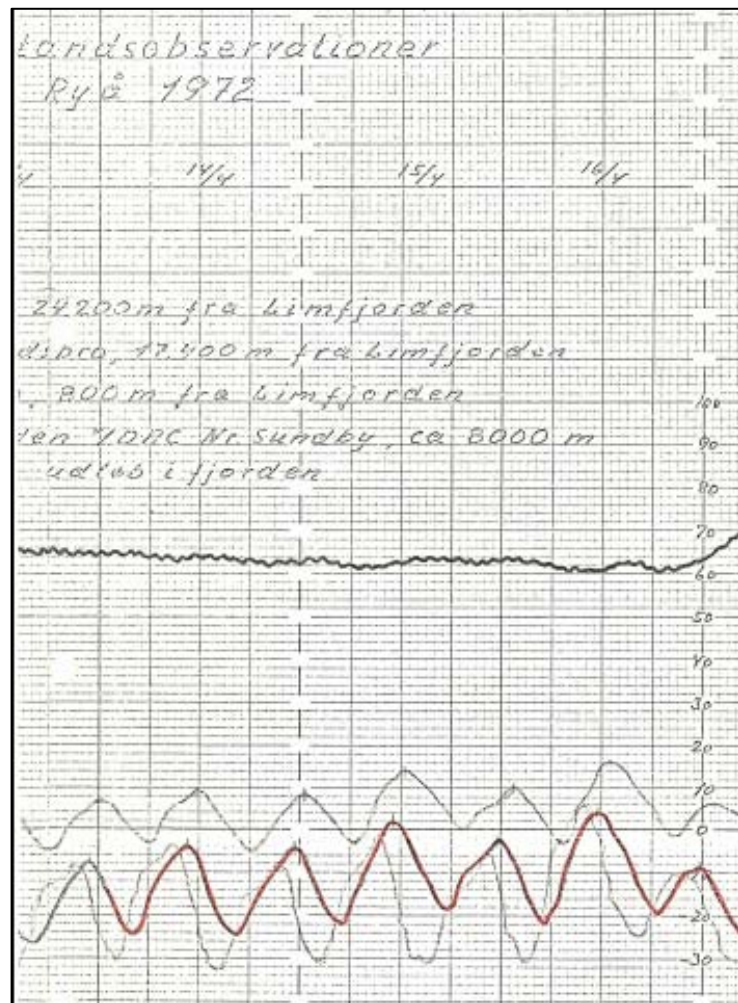


Figur 8.14 QH-kurver for Gudenåen ved Ulstrup Bro, hvor året er opdelt i fire lige store perioder (Internethkilde 8).

# Haslevgaard Ås udmundningen til Kattegat

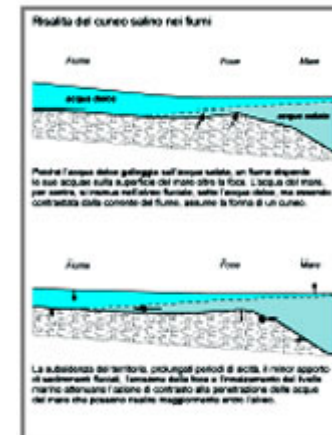
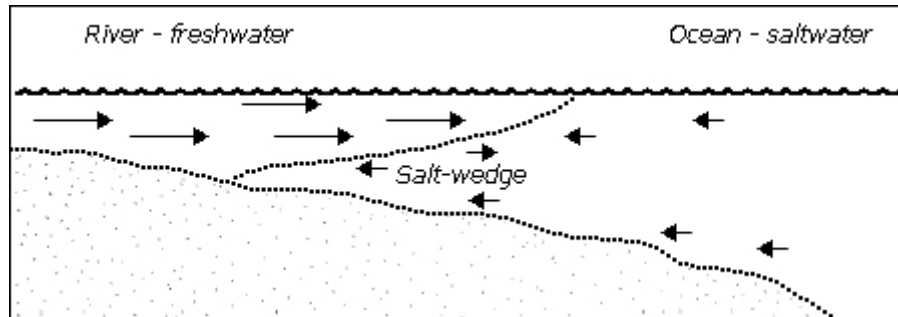


# Tidevand ved Aabybro - 17,4 km fra munding

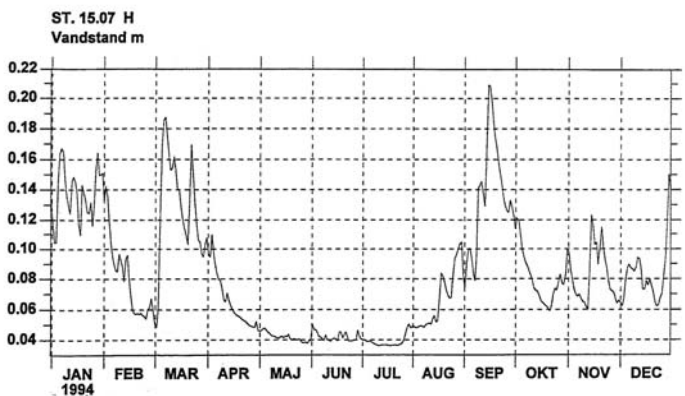
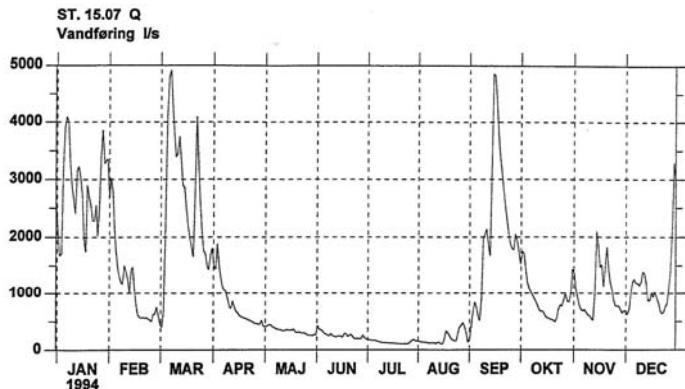




# Saltvandindtrængning - saltvandskile



# Hvordan karakteriserer vi de store hændelser af vandføring



Q Definition af **gentagelsesperiode** for en hændelse

Den gennemsnitlige tidsafstand mellem at en hændelse indtræffer

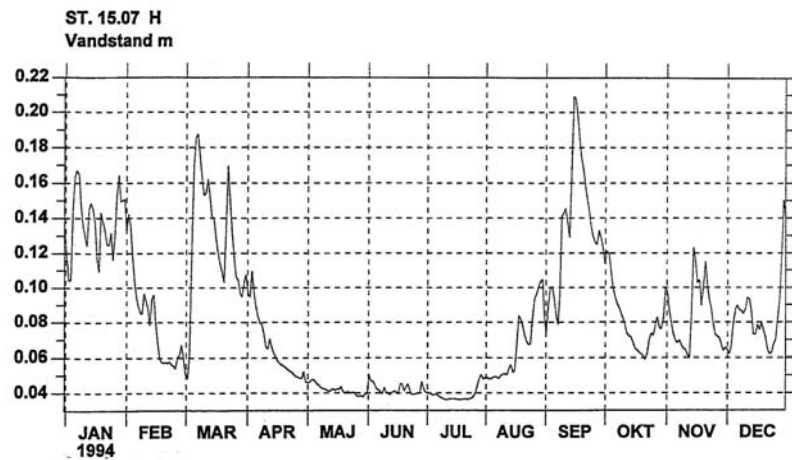
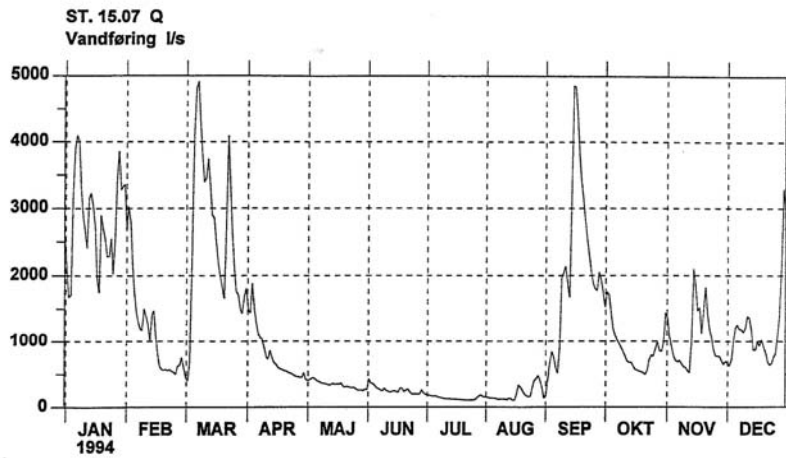
For eksempel

at en given vandføring overskrides

eller

at en lokalitet oversvømmes

h (læg mærke til hvor lidt vandstanden varierer her)





# Hvordan beregnes gentagelsesperioden?

For eksempel er vandføringen i et vandløb er målt over 24 år

Der opstilles en liste med den maksimale vandføring for hvert år

Listen rangordnes dvs. tallene stilles op efter størrelse

For nummer et på listen er gentagelsesperioden 24 år

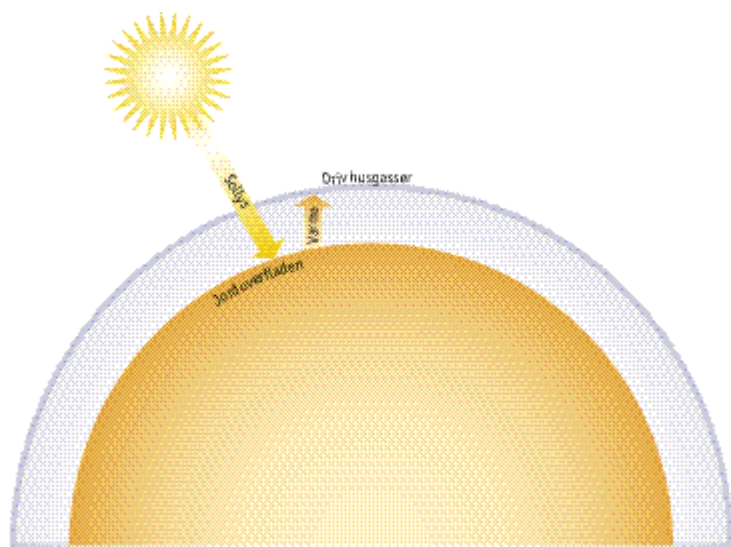
For nummer 2 er gentagelsesperioden  $24/2 = 12$  år

For nummer 3 er gentagelsesperioden  $24/3 = 8$  år

osv

og nu lidt om klimacændringer

## Den globale opvarmning - drivhuseffekten



Indstråling af synligt lys fra solen passerer uhindret ind til Jorden  
Udstråling af langbølget varmestråling hindres delvis af  
vanddamp,  $CO_2$ , metan, mv.

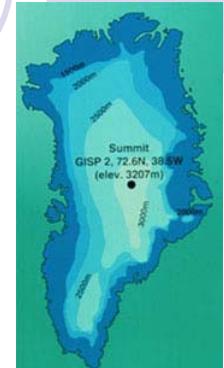
Uden drivhuseffekten ville Jordens temperatur være 25 - 35 grader  
lavere. Dvs. vi ville have permanent istid.

Vi står i en hårfin balance:

Indstråling  $380 \text{ Watt/m}^2$  udstråling ca.  $+ 1,5 \text{ Watt/m}^2$  mindre pt.

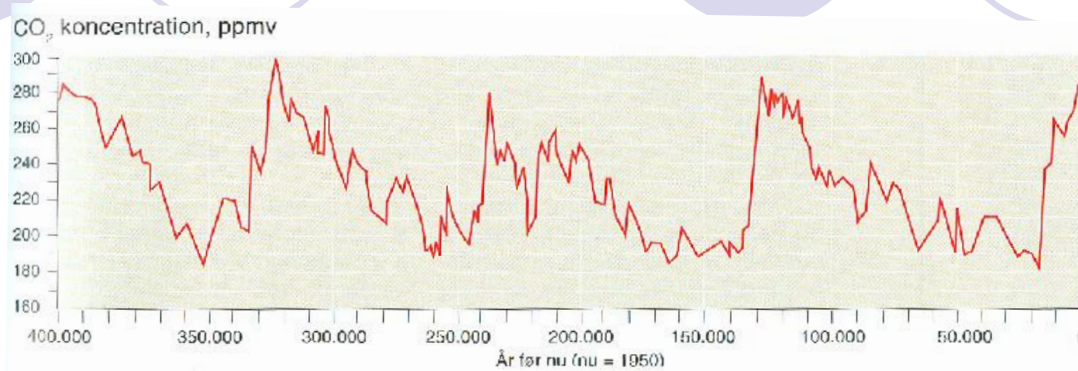
# Istider kommer og går

Hvis al is på Antarktis og i Grønland smelter stiger vandstanden 70 m

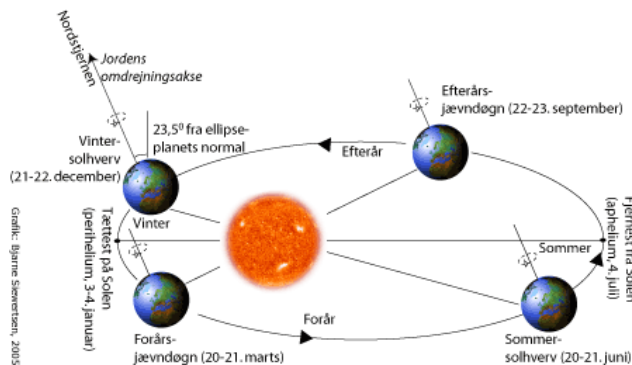
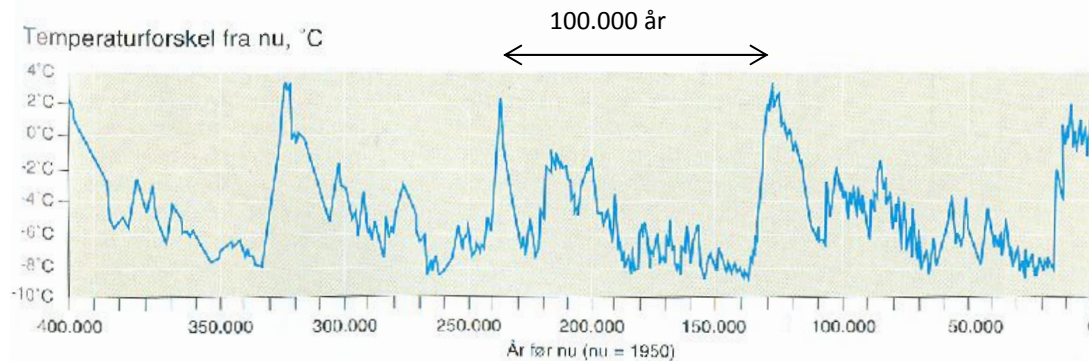


Målt i borekerner  
På Grønland

CO<sub>2</sub>



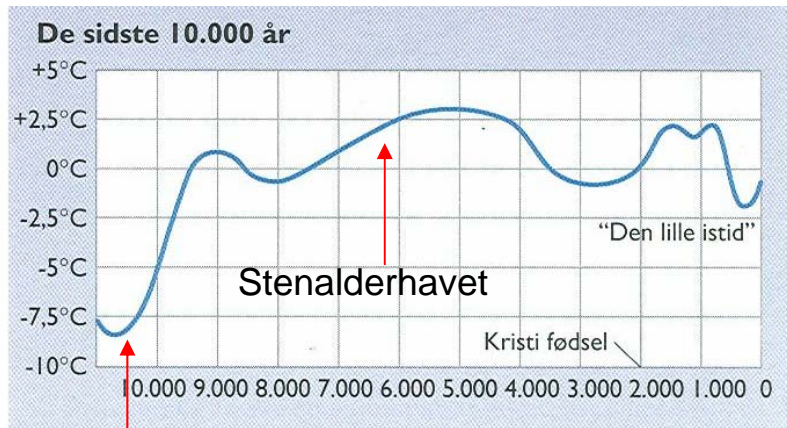
Temperatur



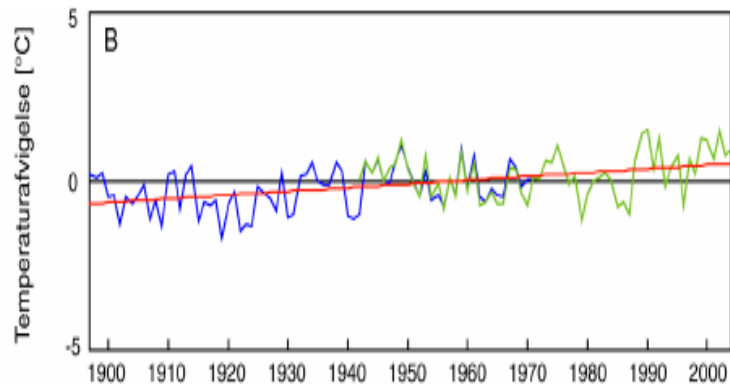
Forklaringen på istiderne findes i variationer i Jordens bane omkring Solen



# 4 interessante temperaturkurver



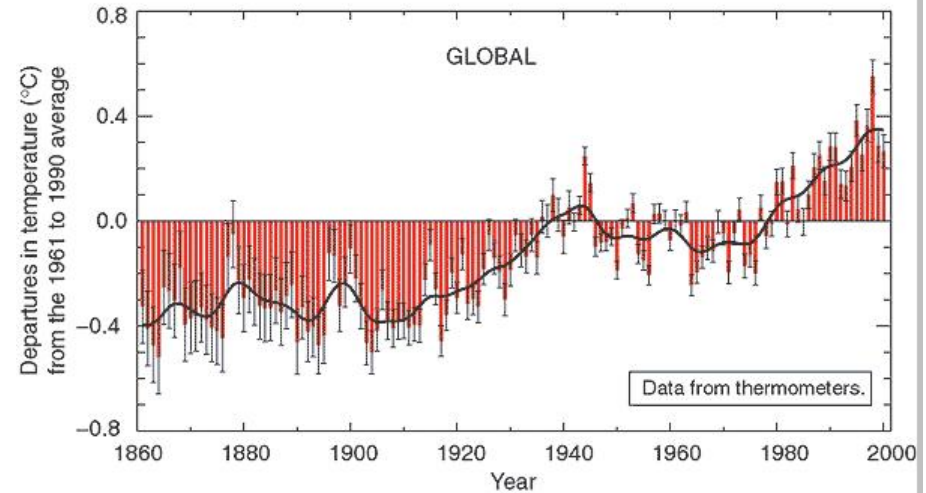
Istiden sluttede



Limfjordens temperatur er steget 1,1 grad på 100 år

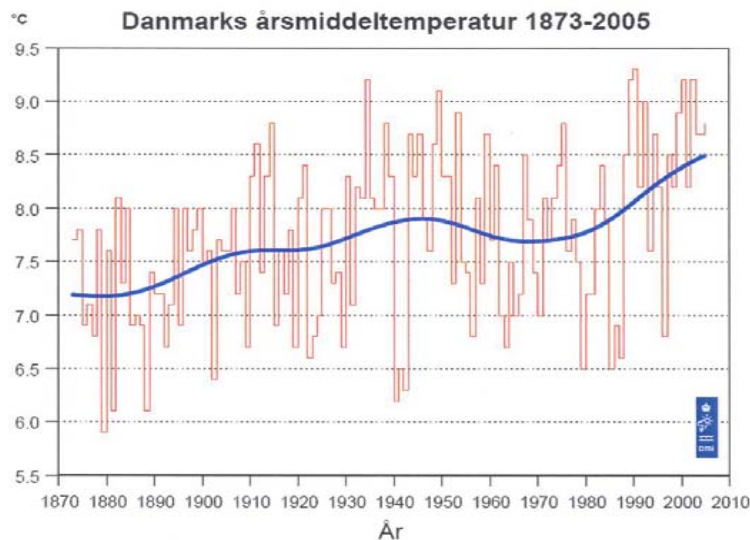
Temperaturen på Jorden er steget knap 1 grad på 100 år

(a) the past 140 years

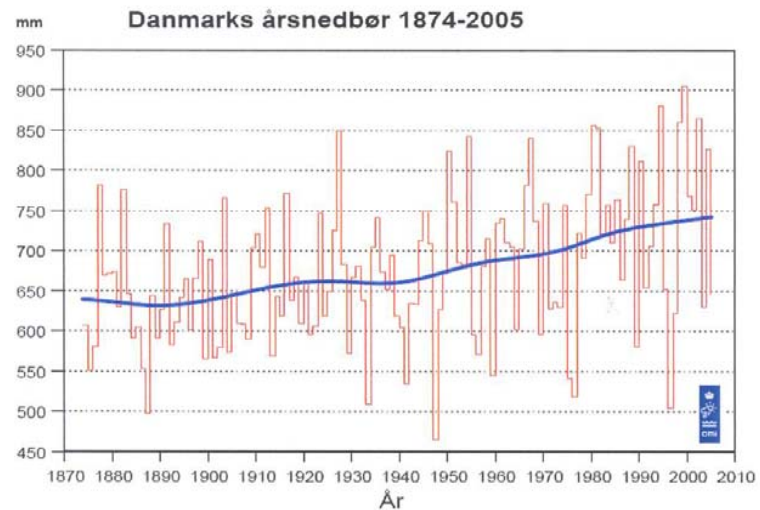


Det endelige bevis på klimaændringerne

# Signifikante ændringer i Danmark de seneste 130 år



Temperaturen er steget med 1,0 -1,5 grader C.



Nedbøren er vokset med ca. 15 %

Sammenfatning af

# klimacændringerne

Følgende forhold steget de seneste 100 år og vil stige yderligere:

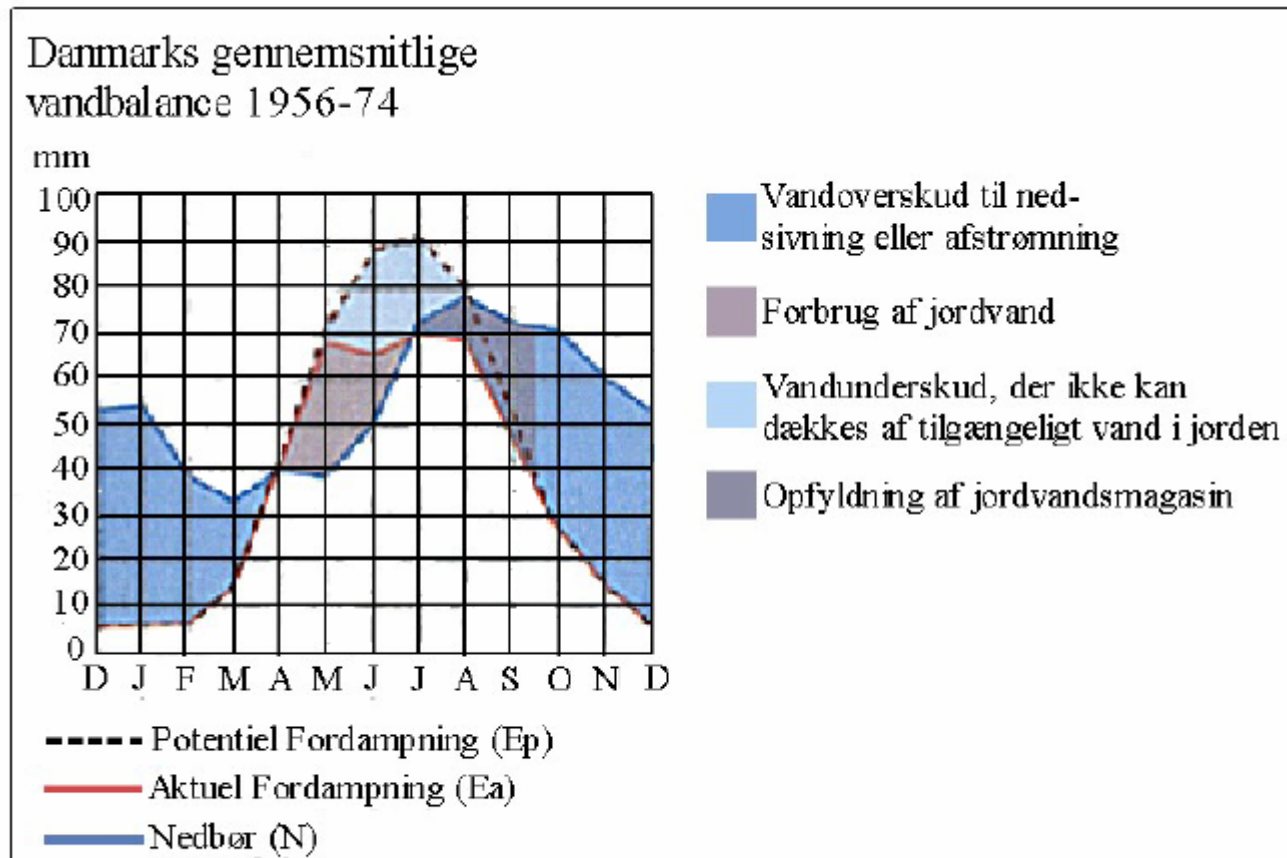
- Gennemsnitstemperaturen
- Nedbøren (især vinter)
- Grundvandstand (især vinter)
- Afstrømning i vandløb (især vinter)
- Vandspejlet i havet
- Hyppigheden af storme og stormfloder
- Plus en række detaljer

Det er allerede vedtaget at kloaksystemerne skal dimensioneres for 20 - 30 % kraftigere regn



# Danmarks vandbalance over året

april til august underskud; september til marts overskud



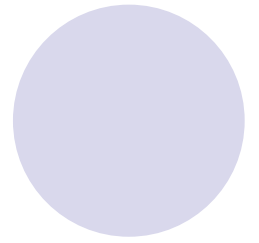
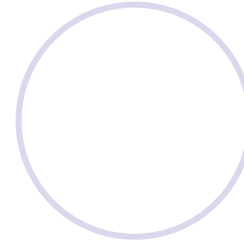
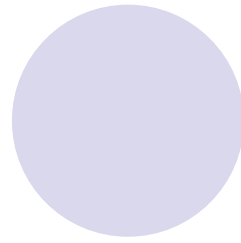
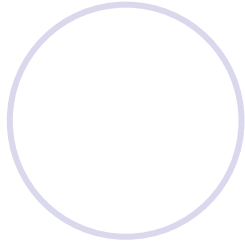
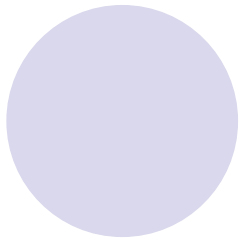
Figur 5.5 Danmarks gennemsnitlige vandbalance 1965-74 (Internetkilde 4).

# EUs oversvømmelsesdirektiv

2007



1. Lov om oversvømmelser er nylig vedtaget
2. Loven administreres af Miljøministeriet via de regionale
3. Miljøcentre
4. Der skal udarbejdes oversvømmelsesrisikoplaner
5. Der bliver udarbejdet kort over gentagelsesperioder for oversvømmelse



- det var så sidste slide