



Kapitel 2 - Elevvejledning

# En megastor by bruger megameget vand

## Øvelse 2.1 Densitet og temperatur

### Beskrivelse

I skal undersøge vands densitet ved forskellige temperaturer.

### I skal bruge

- To ens syltetøjsglas
- Blå og rød frugtfarve
- 2 målebægre
- 1 termometer
- Vægt
- Et par isterninger
- Plastikkort der dækker glassenes åbning

### Oplæg

Massefylde, eller **densitet** som det også kaldes, er defineret som forholdet mellem et stofs vægt og rumfang. Symbolet for densitet er  $\rho$  og formlen er givet:  $\rho = \frac{\text{vægt}}{\text{rumfang}}$

I denne øvelse skal I undersøge om densiteten for vand ændrer sig, når temperaturen ændrer sig.

Densiteten af et stof afhænger af stoffets molekylvægt og, hvor mange molekyler der er inden for et afgrænset rumfang. Når temperaturen stiger, stiger hastigheden, hvormed molekylerne bevæger sig. Dette medfører, at der som hovedregel er færre molekyler inden for det afgrænsede areal. Derfor falder densiteten, når temperaturen stiger.

### Sådan gør I

I denne undersøgelse er der to dele. Start med at se videoen Vands Densitet, der viser opstillingen.

#### Første del

Opvej 500g koldt vand fra hanen i et målebæger, dryp et par dråber blå frugtfarve i, mål temperaturen og aflæs rumfanget på målebægret og notér det i skemaet. Derefter opvejes et andet målebæger med 500g varmt vand fra hanen (så varmt det kan blive) og der dryppes nogle dråber rød frugtfarve i bægret. Herefter måles temperaturen og rumfanget aflæses og noteres. Stil bægrene til side. Efter I har afsluttet anden del kan I måle temperaturen af de to glas og aflæse rumfanget, notér dette i skemaet nedenfor.

	Temperatur [°C]	Vand rumfang [mL]	Vandets massefylde [g/L]
Rumtemperatur 1			
Rumtemperatur 2			
Varmt vand 1			
Varmt vand 2			
Koldt vand 1			
Koldt vand 2			

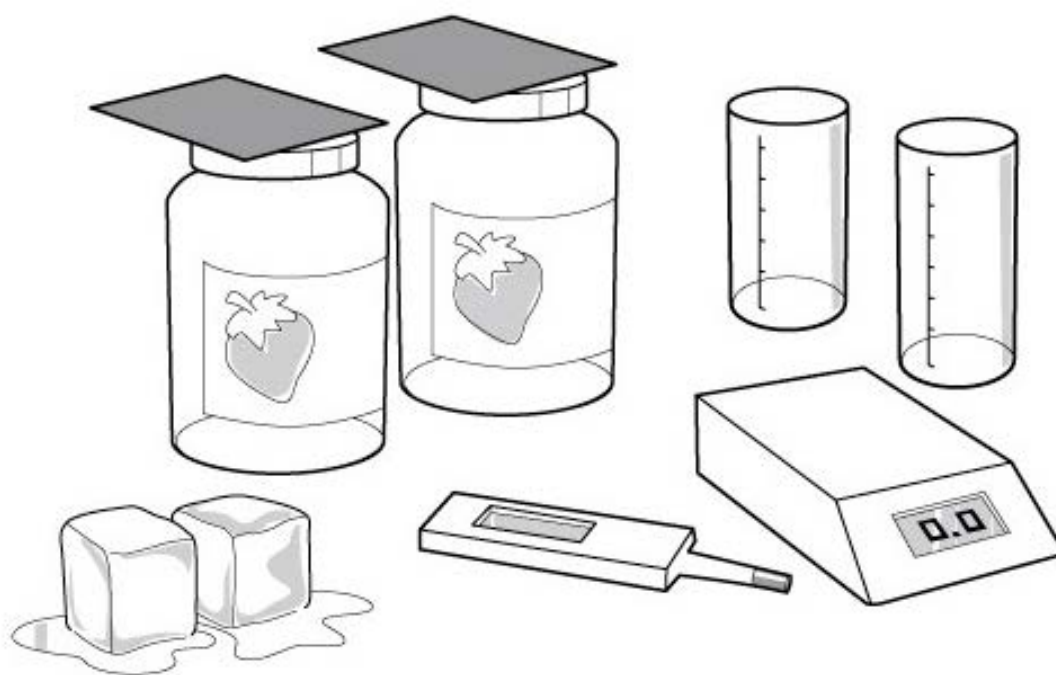
Anden del:

- Koldt vand fyldes i det ene syltetøjsglas og et par dråber blå frugt farve dryppes i.
- Derefter fyldes det andet syltetøjsglas med varmt vand fra hanen og et par dråber rød frugtfarve dryppes i.
- Plastikkortet lægges ovenpå glasset med det blå vand. Sørg for at holde kortet helt tæt på glasset og vend det forsigtigt.
- Sæt det ovenpå glasset med det røde vand og sørg for at glassene står helt ovenpå hinanden og få din makker til forsigtigt at trække kortet ud.
- Observér hvad der sker.

Fremgangsmåden gentages, men nu sættes glasset med det varme røde vand ovenpå glasset med det blå og kolde vand. Fjern forsigtigt kortet og observér, hvad der sker. Kan jeres resultater fra første del forklare, hvad I har observeret?

**Efterbehandling**

- Beregn massefylden for vand for de fire temperaturer. (Husk  $1000\text{mL} = 1\text{L}$ )
- Tegn et koordinatsystem med temperatur på x-aksen og densitet på y-aksen, husk enheder. Indsæt de fire målinger fra skemaet og forbind punkterne. Er der en tendens?
- Når I skal stege bøffer til hele familien derhjemme skal I bruge cirka 15 g olie. Hvis I regner med, at densiteten for madolie er cirka  $919\text{ g/L}$  (solsikkeolie ved 20 grader), hvor mange mL olie skal I så bruge?
- Et svømmebassin har følgende mål: 5m bred, 15m lang og 1,2 m dyb. Hvad er rumfanget for bassinet? Hvis I skulle fylde bassinet med koldt vand hvor mange kg ville I skulle bruge? Og hvor mange kg hvis vandet var rumtemperatur? Og med varmt vand?
- Hvad sker når man fylder en plastikflaske helt med vand og lægger den i fryseren? Kan I forklare hvorfor?



## Øvelse 2.2 Næsten alt kan blandes med vand

### Beskrivelse

I denne øvelse kan du undersøge, hvor godt et opløsningsmiddel vand er.

### I skal bruge

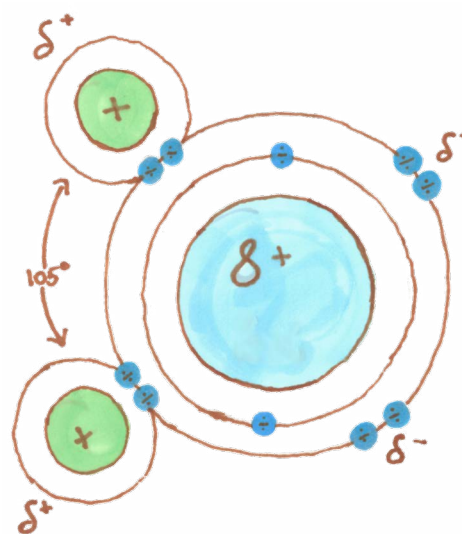
- 1 L madoile
- 1 L vand
- Engangshandsker
- Små bægerglas

### Stoffer I kan blande I

- Køkkensalt
- Bagepulver
- Frugtfarver
- Find selv på flere

### Oplæg

Vand er den væske på Jorden, der kan opløse flest stoffer. Det er altså et særligt godt opløsningsmiddel. Årsagen til det ligger i vandmolekylets polaritet.



Polaritet: Vandmolekylet består af to hydrogenatomer og et oxygenatom. Oxygen er mere **elektronegativt** end hydrogen, hvilket betyder at oxygen "trækker" mere i elektronerne end hydrogen gør. Det betyder at oxygendelen af molekylet bliver mere negativt ladet end hydrogendelen. Derfor kalder man vandmolekylet **polært**. Når et stof som for eksempel køkkensalt, som har en positiv og negativ ion, kommer i vand, bevirker vands positive og negative pol at salt trækkes fra hinanden og opløses. Salte og andre forbindelser, der kan opløses i vand kaldes hydrofile, hvorimod forbindelser, der ikke kan opløses i vand kaldes hydrofobe.

### Sådan gør I

- Hæl vand op i små bægerglas. Hæl olie op i nogle andre bægerglas.
- Prøv så at blande forskellige ting i vandet og madolien. Se hvilke stoffer, der opløses i vand og hvilke der opløses i olie.
- Ovenfor er skrevet nogle forslag til hvad I kan blande i, men I kan selv finde på flere.

### Efterbehandling

Efter at I har stået og blandet og observeret, kan I tale sammen i plenum.

Kom gerne ind på:

- Hvad sker der, når man prøver at opløse et upolært stof i vand?
- Hvad sker der, når man prøver at opløse et polært stof i en polær væske?
- Hvad sker der, når man prøver at opløse et upolært stof i en upolær væske?



## Øvelse 2.3 Vand og olies varmekapacitet

### Beskrivelse

I denne øvelse får du muligheden for at mærke forskellen på vand og olies varmekapacitet.

### I skal bruge

- Et kogeblus
- To termometre
- To gryder
- To stativer til at holde termometre
- 1 Stopur
- ½ Liter madolie
- ½ Liter vand
- To engangspipetter
- 1 forsøgsperson



### Oplæg

Varmekapaciteten er udtrykt ved formlen:  $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$  hvor  $\Delta Q$  er mængden af energi tilført og  $\Delta T$  er ændring i temperatur.

Varmekapacitet er et mål for den mængde varme (energi) et materiale kan lagre. Hvis et materiale har en høj varmekapacitet vil det betyde, at det kræver mere energi at opvarme det til samme temperatur som et materiale med lavere varmekapacitet.

### Sådan gør I

- Vand og olie skal have samme temperatur. Det kan I sikre ved at de begge har stået i samme lokale eller køleskab natten over.
- En 1/2 liter vand hældes i en gryde.
- En 1/2 liter madolie hældes i en gryde.
- Kom et termometer i hver gryde.
- I skal notere væskernes temperatur inden I starter opvarmning.
- Tænd for opvarmning af de to væsker samtidigt og skriv ned hvad tid I starter opvarmningen af væskerne.
- I kan nu følge, hvordan temperaturen stiger for hver væske.
- Skriv ned hvornår olien og vandet er opvarmet til 55 °C.
- VIGTIGT! Tag gryden af blusset, så temperaturen ikke når over 55 °C.

Det er nu tid til at testpersonen skal mærke om 55 °C vand og 55 °C olie føles forskelligt. Tag lidt af den varme olie op med engangspipetten og kom det på testpersonens venstre underarm. Med den anden pipette tages lidt af det 55°C varme vand op fra gryden og dryppes på personens højre underarm.

### Efterbehandling

- Tog det lige lang tid at opvarme de to væsker?
- Hvad kan I sige om vand og olies varmekapacitet ud fra, hvad forsøgspersonen mærkede? Hvilken af væskerne har højest varmekapacitet?
- Beregn den mængde varme (kJ) I har tilført vandet, når vands varmekapacitet er 4.2 kJ/(kg×°C).
- Beregn den mængde varme (kJ) I har tilført olien, når olies varmekapacitet er 2.0 kJ/(kg×°C).

## Øvelse 2.4 Vandets kredsløb

*Eksperiment om hvordan regn opstår*

### Beskrivelse

I skal undersøge vandets kredsløb og se hvordan havvand bliver til regn. I kan også undersøge hvad temperaturen betyder for mængden af regn og hvorfor.

### I skal bruge

- Et akvarium eller gennemsigtig kasse
- 1-2 tsk. salt
- 1 L vand
- Ca. 5-10 isterninger
- Husholdnings film
- 1 lille skål
- Vat
- Karsefrø
- Frugt farve (farve til at illustrere at salt ikke fordamper med)
- 2 plastikbeholdere
- 1 arkitektlampe med glødepære
- Termometer
- Luftfugtighedsmåler



### Oplæg

Regn skabes, når vand på land eller i havet fordampes på grund af opvarmning fra solen. Fordampet vand er på tilstandsformen gas. Når vandet på jorden fordampes stiger det til vejrs og rammer koldere luftlag i atmosfæren og fortættes (kondenseres) til bitte små regndråber, der former skyer. Vandet er nu tilbage på væskeform. Som tiden går, fordampes mere og mere vand og derfor bliver skyerne større og større og de små vanddråber vokser som mere vand kommer til. Til sidst bliver vanddråberne så store, at de falder nedad som regn. På vej ned mod overfladen støder regndråberne sammen og former endnu større regndråber.

### Sådan gør I

- Bland 1 liter vand med 2 teske salt. Sørg for, at alt saltet bliver opløst.
- Kom vat i en lille skål
- Læg karsefrøene ovenpå
- Hæld saltvandet i en isbakke eller et lille fad. Det vil være jeres hav i opstillingen.
- Sæt skålen med vat og karse i den anden ende af akvariet.
- Dæk toppen af akvariet med køkkenfilm. Det er vigtigt at køkkenfilmen sidder tæt over hele toppen af akvariet.
- Ovenpå filmen sætter I en skål med isterninger. Den skal stå henover karsen.
- Nu skal arkitektlampen med glødepære eller LEDpære stilles op så den lyser direkte på "havet".
- Når alt er sat op, måler I luftfugtighed og temperatur og skriver værdierne ned.
- Det gentages I hvert femte minut.
- Skriv ned hvor lang tid der går før det begynder at regne.

Tid [minutter]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
<b>Glødepære</b>										
<b>Luftfugtighed</b> Enhed:										
<b>Temperatur</b> Enhed:										
<b>LED pære</b>										
<b>Luftfugtighed</b> Enhed:										
<b>Temperatur</b> Enhed:										

### Efterbehandling

- Hvorfor regner det under beholderen med isternerne (skyen)? Hvilken proces er det der sker?
- Hvad sker der med havet (det salte vand)?
- Kan I ud fra jeres målinger og observationer forklare, hvorfor det regner mere i troperne end i Danmark?
- Ved at kigge på kort som viser saltindholdet i verdenshavene og kort over verdens klimabælter, kan I forklare, hvor på jorden havet er mest og mindst salt?
  - Prøv at forklare hvorfor.

### Kort

I kan finde kort over verden klimabælter ved at søge på:  
"climate zones map" eller "climate zones of the world"

I kan finde kort over forskelle i verdenshavenes saltindhold ved at søge på:  
"salinity ocean map" i google og vælge billeder.

## Øvelse 2.5 Vanddistribution

### Beskrivelse

I øvelsen skal I forestille jer, at I er et vandforsyningsselskab, der gerne vil levere billigt vand til forbrugerne. I skal bygge en model af et vanddistributionssystem, hvor vandet skal fra vandtårnet og ud til vandhanerne.

I øvelsen vil der være priser på de materialer I bruger til at bygge jeres vandforsyningsselskab. I skal selv vurdere, hvor mange penge I vil bruge på materialer. Det vil blive en balance mellem på den ene side at købe materialer til at holde systemet tæt, så der undgås spild af vand og på den anden side at holde udgifterne til materialer nede.

Når I er færdige med at bygge jeres vanddistributionssystem, kan I beregne vandets literpris. Derefter kan I sammenligne jeres literpris med de andre grupper og finde ud af hvem, der kan levere det billigste vand og mindste vandtab.

### Baggrund

I den kommende tekst skal I læse om vanddistribution, og specielt om vandtab. I vil læse om.

### Tænk over følgende spørgsmål, når du læser oplægget nedenfor

- Hvilke udfordringer kan der være ved vandmangel?
- Hvad er Non-Revenue Water?
- Hvad ville der ske med trykket
  - hvis vandtårnet var bredere?
    - Hvorfor?
  - Hvis vandtårnet var højere?
    - Hvorfor?
  - Hvis der kom flere vandhaner ude ved forbrugeren?
    - Hvorfor?
- Hvilke grunde kan der være til at flere lande er tilbageholdende med at forbedre deres vanddistribution:
  - Politisk
  - Økonomisk

### Oplæg

Når vi bor i et land som Danmark kan man godt tage for givet, at der bare kommer vand ud af vandhanen. Mange steder i verdenen specielt i landområder i Afrika, Asien og Sydamerika skal indbyggerne gå flere kilometer for at skaffe drikkevand. Det er ofte kvinder og børn, der bliver sendt afsted efter vand. Derfor vil kvinderne have mindre mulighed for andet arbejde, og børn kan risikere at blive taget ud af skolen, for at hente vand.

### Non-Revenue Water

Det er dog ikke så ligetil at lave et velfungerende ledningsnetværk. Netværket kræver konstant vedligeholdelse og opsyn. Om vandtab bruges ofte udtrykket "Ikke indtægtsgivende vand" eller det internationale udtryk "Non-Revenue Water (NRW)". Det er vand, der er behandlet på et vandværk, men som ikke giver indtægt, fordi det aldrig når ud til forbrugerne. Det skyldes hovedsageligt tab af vand, fra rørledninger, men det kan også være upræcise målinger og tyveri. Et eksempel på tyveri er fra byen Cape Town, hvor der er ekstrem vandmangel. Her er prisen på vand steget helt voldsomt. Den store efterspørgsel har derfor gjort det lukrativt for tyve at stjæle vand.



### Stor forskel i landes NRW

Ifølge Verdensbanken (the World Bank) og the International Water Association (IWA) har udviklingslande sammenlagt et NRW, der svarer til 45 millioner m<sup>3</sup> vand om dagen, hvilket svarer til at de mister alt vandet fra Danmarks dybeste sø, Furesøen, ca. 130 gange på et år Furesøs Miljøtilstand - effekten af ilttilførsel 2007-2011, Rambøll, Februar 2012)

Hvis man kan halvere vandtabet i udviklingslandene vil landene tilsammen kunne tjene 2,9 milliarder dollars om året genere. Derudover vil det skaffe vand nok til ekstra 90 millioner mennesker uden at skulle pumpe yderligere vand ind fra grundvand og floder.

Her er givet nogle NRW tal fra rundt om i verden:

Land	NRW (%)	kilde
<b>Singapore</b>	3,7 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>
<b>Danmark</b>	7,8 (2017)	miljø og fødevarestyrelsen: find frem til vandtabet, <a href="http://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/vandtab/">http://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/vandtab/</a>
<b>UK</b>	15 (2007)	Greg J. Browder, Stepping up - IMPROVING THE PERFORMANCE OF china's URBAN WATER UTILITIES, the world bank, 2007, p. 12, <a href="http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf">http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf</a>
<b>China</b>	18 (2007)	Greg J. Browder, Stepping up - IMPROVING THE PERFORMANCE OF china's URBAN WATER UTILITIES, the world bank, 2007, p. 12, <a href="http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf">http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf</a>
<b>Rio de Janeiro, Brasilien</b>	33,4 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>
<b>Oslo, Norge</b>	38,7 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>
<b>Østlige Jakarta, Indonesien</b>	59,4 (1998) 41,6 (2016)	<a href="http://palyja.co.id/id/pencapaian-palyja/">http://palyja.co.id/id/pencapaian-palyja/</a>
<b>Tirana, Albanien</b>	80 (2005) 66,8 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>

Som det ses fra tallene ligger Danmark utroligt lavt, og har et af de laveste vandtab i verden. Dette vel-fungerende vanddistributionssystem er opnået ved at have fokus på vedligeholdelse af ledningsnetværket, og hvor nye teknologier har gjort det muligt at finde selv de mindste lækager. Samtidig er der fra dansk side sat en restriktion på maksimum 10% vandtab, hvor vandværkerne skal betale en strafgift, hvis denne overskrides.

## Reparation, økonomi og fysik

At man hurtigt kan finde og reparerer huller i ledningsnetværket gør også, at trykket i systemet og vores vandhaner forbliver stabilt. Det er nemlig nemmere for vandværket at kontrollere et system med konstant flow.

Det er ofte fra et vandtårn, at vandet bliver presset ud til forbrugerne. Jo højere vandtårnet er, jo mere potentiel energi vil vandet have og jo større vil trykket dermed blive, når det strømmer ud mod husene. Normalt vil det være nok med trykket fra vandtårnet, men i visse situationer vil en pumpe være nødvendig, for eksempel for at få vand op i et højhus. I kender måske, hvor irriterende det er, hvis man er i bad, men der næsten ikke kommer noget vand ud af bruseren. Dette kan skyldes et lavt vandtryk fra vandtårnet, eller at alle i opgangen har åbnet for vandet samtidig. Der kan også være gået hul på en rørledning, så vandet løber ud i undergrunden i stedet for frem til din bruser. Fra vandværkets side prøver man at undgå lavt vandtryk ved at dimensionere vandtårnets størrelse efter antal brugere. Således vil der altid være vand nok i tårnet til at give et ordentligt tryk, også selvom mange bruger vand samtidigt.

Fra et miljømæssigt synspunkt vil det være mest optimalt, hvis intet vand gik til spilde. Fra et økonomisk synspunkt kan det dog ikke betale sig at sikre mod lækager ned til sidste dråbe, da dette ville kræve en nærmest umulig mængde opsyn og vedligeholdelse. Det optimale niveau af vandtab, set fra et økonomisk synspunkt, svinger fra land til land, da både vandsituation og økonomi er forskelligt.

## Øvelsen

### I skal bruge

- Sugerør med knæk
- Tape
- Plastikfilm
- Elastikker
- 1,5 liters vandflaske
- 1 liter vand
- Saks
- Adgang til vand
- Målebæger
- Nål



### Sådan gør I

Alt materiale i øvelsen koster penge undtagen vandtårn (vandflasken) og vandhanerne hos forbrugeren. Inden I går i gang er det en god ide at se filmen Vanddistribution, der viser øvelsen.

Element	Pris
2 cm tape	1000 kr.
1 stk. sugerør	500 kr.
0-10% vandtab	0 kr.
10-15% vandtab	4000 kr.
15-20% vandtab	5000 kr.
20-30% vandtab	6500 kr.
30-45% vandtab	10000 kr.
> 45% vandtab	15000 kr.

Vandtårnet:

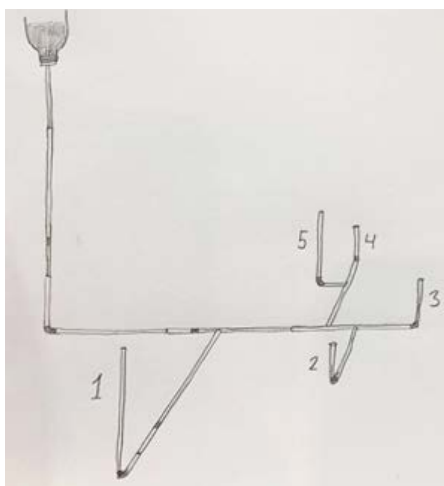
- Skær bunden af en 1,5 liters flaske.
- Skru låget af flasken og læg 8-10 lag film stramt henover drikkeåbningen, påfør 4 elastikker stramt om filmen og flaskehalsen, så filmen sidder helt stram og tæt.
- Lav et lille hul i filmen med en nål, og før et sugerør igennem filmen så den lige stikker ind på den anden side. Undersøg om filmen holder tæt, ved at hælde vand i flasken.
- Vandtårnet må være op til tre sugerør højt.

Rørsystemet:

Sammensæt mindst 8 sugerør, der transporterer vand fra bunden af vandtårnet til 5 forbrugere, der består af:

- En lejlighedsopgang (nummer et på tegningen) højden er den lange ende af et sugerør
- 3 parcelhuse (nummer 2, 3 og 4 på tegningen) højden er den korte ende af sugerøret
- En stor villa (nummer 5 på tegningen) højden er midt mellem lejlighedsopgangen og parcelhuse.

Det kunne eventuelt se ud som på tegningen:



Inden I laver de endelige målinger, skal I afprøve jeres model. Derved kan I vurdere, hvor mange materialer I skal købe til reparationer og hvor de skal bruges. På den måde undgår I at bruge for mange unødvendige materialer.

Derefter skal I samle alt det vand, der kommer ud af sugerørene hos forbrugerne og måle, hvor meget der er.

**Efterbehandling**

Nu kan det sammenlignes, hvem der har det mest effektive system.

- Hvad var systemets vandtab?

	Samlet vandmængde i vandtårn (Liter)	Samlet vandmængde hos brugere (Liter)	Vandtab (%)
<b>Eksempel</b>	<b>1</b>	<b>0,8 Liter</b>	$\left(1 - \left(\frac{0,8 \text{ liter}}{1 \text{ liter}}\right)\right) * 100\% = 20\%$
Før forbedringer	1		
Efter forbedringer	1		

- Hvad var systemets pris?

Materiale	Antal	Pris i DKK	Pris samlet
Tape (2 cm)		1000	
Sugerør		500	
Vandtab (%)			
TOTAL			

- Hvad er prisen for at levere en liter vand (kr./liter)?:

*Eksempel:*

*Hvis der er brugt 17000 kr og man har fået 0,8 liter vand igennem vil vandprisen for vandværket være:*

$$17000 \text{ kr} / 0,8 \text{ liter} = 21.250 \text{ kr} / \text{liter}$$

## Øvelse 2.6 Omvendt osmose

### Beskrivelse

I skal bygge en lille udgave af et omvendt osmose anlæg ved hjælp af skal-membranen fra et æg.

### Baggrund

Kapitel 2.

Afsnit: Anvendelse af havvand som drikkevand.

I denne øvelse kan I se, hvordan en semipermeabel membran kan bruges til at filtrere en væske. Her skal I bruge frugtfarve i vand, hvor frugtfarven filtreres fra. Det kunne også have været saltvand, hvor saltet blev filtreret fra. Men det er lettere at se med frugtfarve. Den højteknologiske semipermeable membran får I fra et æg.

### I skal bruge

- 1 æg
- Lager eddike
- Køkkenfilm
- Frugtfarve
- Postevand
- 2 glas
- ½ liters plastflaske

### Sådan gør I

#### Forberedelse:

Læg æg i eddike 1-2 dage. Ægget skal være dækket af eddike.



#### Klargør membran:

- 1) Tag ægget op af skålen og skyl det forsigtigt under vandhanen til alle resterne fra skallen er væk.
- 2) Prik forsigtigt hul på membranen så ægget kan flyde ud.
- 3) Skyld forsigtigt membranen på ydersiden.
- 4) Vend forsigtigt membranen på vrangen og skyl til den er ren for æggehvite og -blomme

#### Klargør farvet vand:

- 1) Fyld ½ liters plastflaske med postevand.
- 2) Tilsæt ca. 10 dråber farve per halve liter vand.
- 3) Ryst flasken og hæld lidt af vandet over i et referenceglas til senere sammenligning.





Øvelsen:

- 1) Læg forsigtigt membranen henover flaskeåbningen
- 2) Påfør et ydre beskyttende lag køkkenfilm stramt rundt om membranen for at beskytte den mod elastikken. Køkkenfilmen skal ikke gå over hullet i toppen af flasken.
- 3) Påsæt forsigtigt elastikken stramt om køkkenfilm og membran.
- 4) Vend flasken om og pres let, se hvordan vandet trænger stille gennem membranen. Hold et konstant tryk og lad vandet dryppe ned i et glas. Her er det meget vigtigt, at I ikke presser for hårdt, da membranen dermed vil udvide sig og lade farve løbe gennem. Der må ca. komme 1-2 dryp per 30 sekund.
- 5) Sørg for at der er samme mængde vand som i referenceglasset, se hvordan farven er nu i forhold til før omvendt osmose.

### Efterbehandling

- Skriv eller tegn, hvad der skete med farven i vandet, og hvorfor?
- Hvordan ser membranen ud efter omvendt osmose?
- Hvorfor skal man hælde vand fra til reference? Og hvorfor kan man ikke bruge det vand, der er tilbage i flasken efter omvendt osmose som reference?
- Omvendt osmose er ikke særlig anvendt i Danmark, hvordan kan det være?
- Til gengæld er der efterhånden flere og flere lande, der anvender omvendt osmose til at skaffe sig drikkevand.
- Hvilke lande bruger omvendt osmose? Har disse lande noget til fælles?
- Hvilke fordele og ulemper er der ved at bruge omvendt osmose til at få drikkevand?

## Øvelse 2.7 Jakarta synker

### Beskrivelse

Indonesiens hovedstad Jakarta har et stort problem. Byen synker og havniveauet stiger. I skal nu være de ingeniører, der redder Jakarta.

### Baggrund

Casestudy: Jakarta

Overalt i verden flytter flere og flere mennesker til storbyerne. Dette er også tilfældet for megabyen Jakarta. Jakarta er hovedstaden i det syd-asiatiske land Indonesien. Som følge af at byen vokser, er der et øget behov for drikkevand. Det har betydet at mere grundvand hentes op fra undergrunden under Jakarta. Faktisk har de pumpet så meget vand op at byen er begyndt at synke. Samtidig forventes havniveauet at stige på grund af klimaændringer. Derfor oplever byen flere oversvømmelser og flere af byens kvarterer risikerer at blive permanent oversvømmet.

- Kan vi sikre, at byens befolkning ikke mister deres hjem på grund af oversvømmelser?
- Kan vi sikre, at byens befolkning vil have rent drikkevand hver dag? Også i fremtiden?

### Øvelsen

I deler jer op i fire grupper:

#### Gruppe 1: Klimaet i Jakarta nu og i fremtiden

#### Gruppe 2: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og vandforbrug

#### Gruppe 3: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og oversvømmelser

#### Gruppe 4: Jakartas geografi og ressourcer

### I plenum

Efter at I har arbejdet sammen i grupperne er I blevet eksperter på hver jeres faglige område. I skal derfor mødes hele klassen og bruge jeres fælles viden til at besvare følgende spørgsmål:

- Hvad kan man i Jakarta gøre for at undgå at blive oversvømmet?
- Hvordan kan man beskytte Jakartas befolkning mod oversvømmelser?
- Hvordan vil I beskytte byen mod havstigningen?
- Hvordan kan befolkning sikres nok drikkevand?
- Kender I til andre problematikker i Indonesien?
  - Naturkatastrofer
  - Samfundsmæssige udfordringer
  - Økonomiske forhold

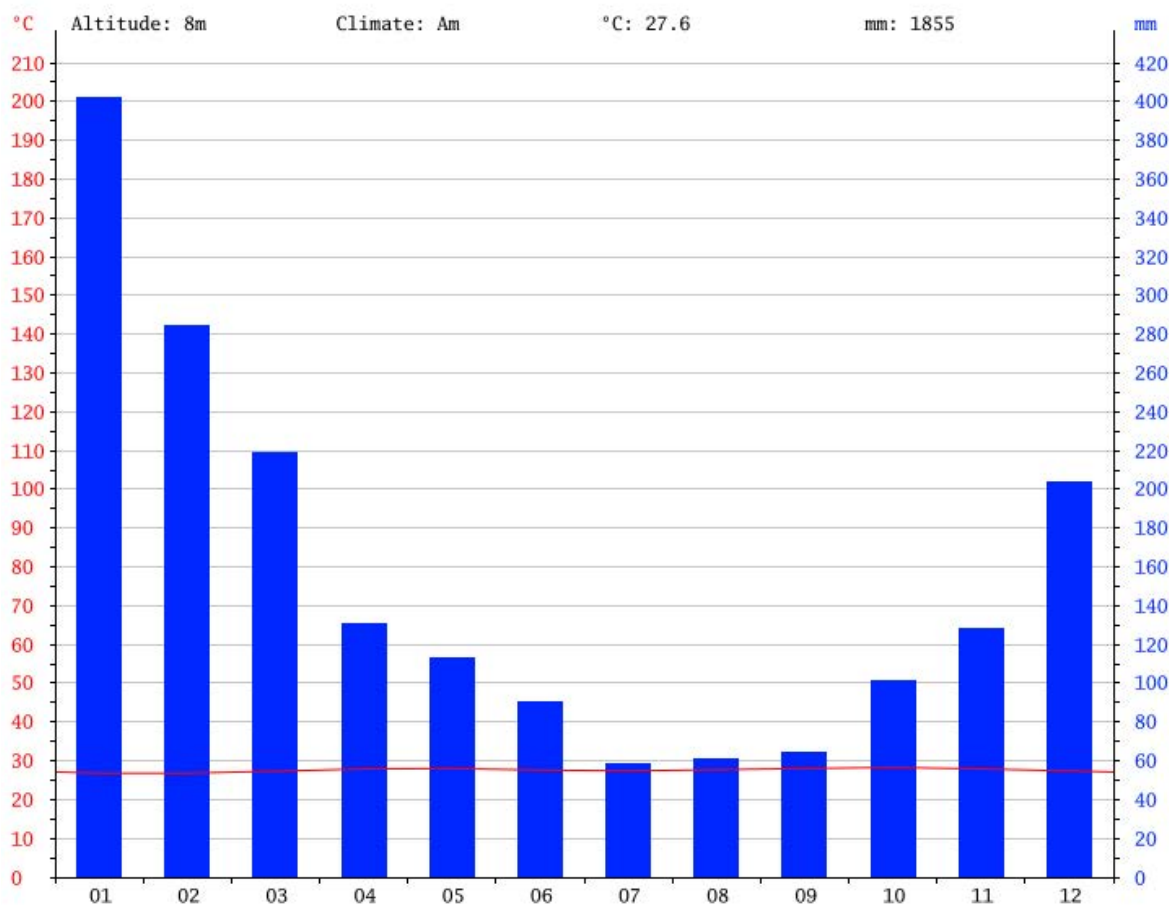
## Øvelse 2.7 Materiale gruppe 1 – Jakarta Øvelse

### Gruppe 1: Klimaet i Jakarta nu og i fremtiden

I denne gruppe skal I blive eksperter i Jakartas klima. Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Hvor meget regner det om året, hvad er gennemsnitstemperaturen? Ud fra de kort I har kigget på, hvordan er klimaet i Jakarta i forhold til det vi kender i Danmark?
- Hvad betyder klimaet for indbyggerne i Jakarta?
- Hvordan forventes klimaet at ændre sig i fremtiden ifølge de to scenarier fra FNs klimapanel?
- Hvilken indflydelse vil klimaforandringer have på Jakarta?
- Hvad vil der ske når vandstanden stiger X meter som følge af det mest dramatiske klimaforandrings-scenarie I har undersøgt?

### Klimaoversigt for Jakarta

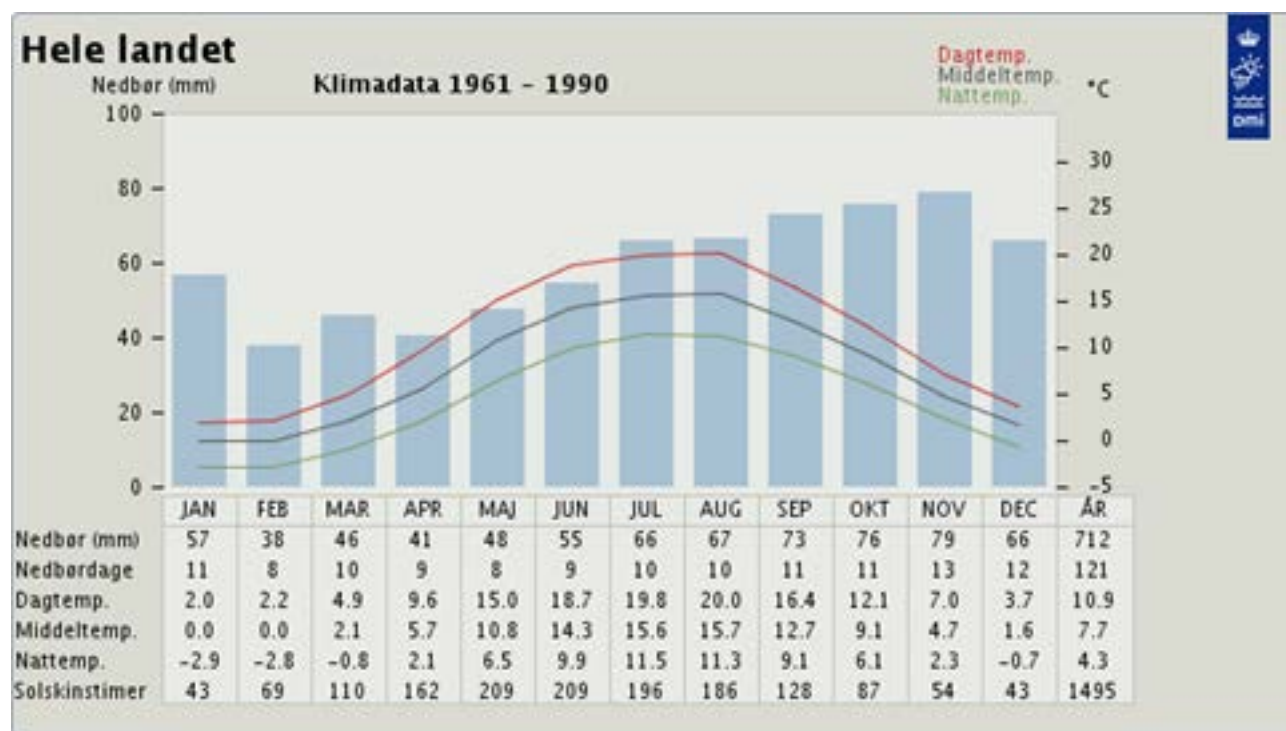


Figur 1. Diagram hentet fra: <https://en.climate-data.org/location/714756/>

### Vejledende spørgsmål til figuren

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser den røde streg? Hvad viser det om Jakarta?
- Hvad viser de blå søjler? Hvad siger de om Jakarta?

## Klimaoversigt over Danmark



Figur 2. Diagram hentet fra: <https://www.dmi.dk/klima>

### Vejledende spørgsmål til figuren

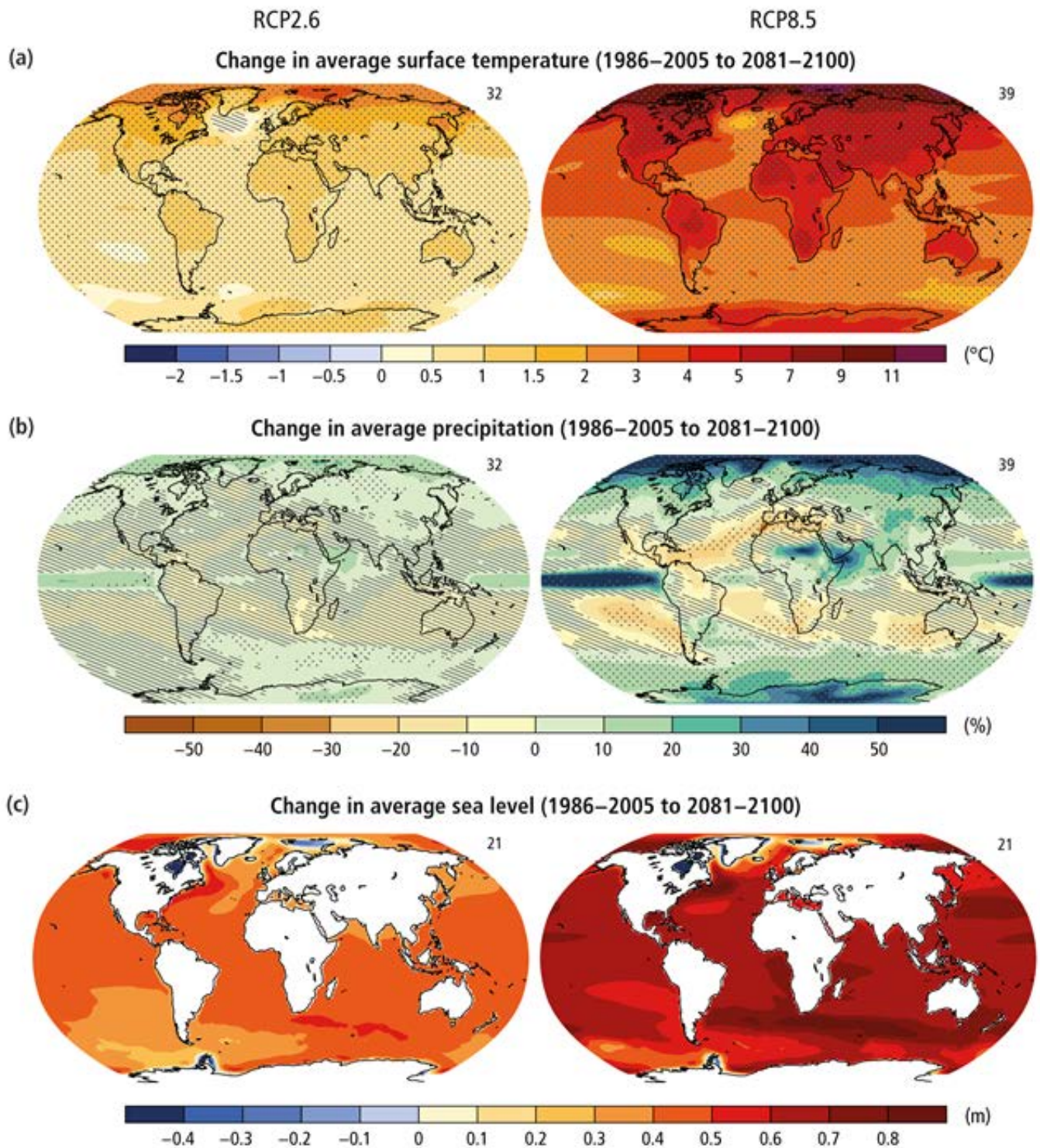
- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser den blå streg? Hvad viser det om Danmark?
- Hvad viser de blå søjler? Hvad siger de om Danmark?
- Hvad er den gennemsnitlige årlige nedbør for Danmark og Jakarta?
- Hvordan vil I sige klimaet er i Jakarta sammenlignet med Danmark

### Klimaforandringer

Figur 3 viser ændringen i jordens (a) gennemsnitstemperatur, (b) gennemsnitsnedbør og (c) gennemsnitshavniveau. Ændringerne er forudsagt af FNs klimapanel (IPCC). På figuren sammenlignes perioden år 1986 til 2005 med, hvad FNs klimapanel forventer der sker i perioden år 2081-2100.

De tre verdenskort i venstre side, hvor der står RCP 2,6 W/m<sup>2</sup> øverst er det mildeste scenarie. Her får verden stoppet udledningen af blandt andet CO<sub>2</sub> og klimaforandringerne vil blive mindre. Verdenskortene i højre side viser en stigning i RCP på 8,6 W/m<sup>2</sup>. Det er scenariet, hvis verden fortsætter sin udledning af CO<sub>2</sub>. Man kan se på kortene i højre side, at klimaforandringen i denne situation vil være langt kraftigere.





Figur 3. Hentet fra: [http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/sites/default/files/AR5\\_SYR\\_Figure\\_2.2.png](http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/sites/default/files/AR5_SYR_Figure_2.2.png)

### Vejledende spørgsmål til figuren

Kig på området hvor Jakarta ligger.

- Hvor meget forventes gennemsnitstemperaturen at stige ifølge RCP2.6? og hvor meget for RCP8.5?
- Hvor meget forventes gennemsnitnedbøren at stige ifølge RCP2.6? og hvor meget for RCP8.5?
- Hvor meget forventes gennemsnits havniveauet at stige ifølge RCP2.6? og hvor meget for RCP8.5?
- Skriv de estimerede tal ned og brug dem i næste afsnit.



**Oversvømmelse**

Denne hjemmeside viser hvor meget havstigning betyder for alle verdens lande. Først skal I finde Jakarta på kortet og zoome ind. Derefter kan I vælge (oppe i venstre hjørne), hvor mange meters havstigning I vil se. Er der stor forskel for hver meter havet stiger med? Kan man forudsige fremtiden med det her værktøj? Begrund jeres svar.

Brug hjemmesiden: <http://flood.firetree.net/?ll=16.3412,97.3388&z=12&m=7>

## Øvelse 2.7 Materiale til gruppe 2

### Gruppe 2: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og vandforbrug

I denne gruppe er skal I blive eksperter i hvordan indbyggertallet i Jakarta har ændret sig og hvad det betyder for vandforbruget, for byens indbyggere.

Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Hvordan har befolkningstilvæksten udviklet sig i Jakarta siden 1976 og hvad er befolkningstallet i dag?
  - Sammenlign urbaniseringskortene med området i Google Earth.
  - Søg på Internettet efter Jakartas befolkningstal og sammenlign resultaterne.
- Hvilke fordele og ulemper er der ved den stigende urbanisering af Jakarta?
- Hvilken betydning har en øget befolkningstilvækst for byens vandforbrug?
- Hvordan har vandforsyningsnettet ændret sig fra år 2000 til 2015? Hvad kan I generelt sige om hele landet sammenlignet med de urbane områder i Indonesien?
- Hvilke konsekvenser kan der være ved ikke at have en rørlagt vandforsyning?
- Hvad er målet for den urbane vandforsyning i Indonesien og hvem skal finansiere det?
- Hvordan vil I vurdere Indonesiens indsats? Er den tilstrækkelig? Hvorfor/hvorfor ikke?

#### Kort over urbanisering / befolkningstilvækst

Nedenstående satellitfotografier af Jakarta området er taget af synligt og infrarødt lys reflekteret fra jordens overflade. Fotografierne viser hvordan Jakarta er vokset mellem 1976 og 2004. Vegetation reflekterer infrarødt kraftigt og fremstår rødt og urbane områder reflekterer infrarødt lys i mindre grad og fremstår derfor grønt.



1976 (population 6 million)



1989 (population 9 million)



2004 (population 13 million)

Figur 1. Billede hentet fra: <https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=5693>

### Information om vandforsyningsnettet

UNICEF og Verdenssundhedsorganisationen (WHO) har samlet en masse data om vand og sanitet i hele verden.

<https://washdata.org/data#!/idn>

Denne hjemmeside kan I bruge til at blive klogere på vandforsyningen i Indonesien.

Da vi kun er interesserede i at undersøge drikkevandet, skal I vælge:

- *drinking water*.
- Tryk på edit.
- Vælg population.
- Vælg Drinking water. De andre skal være slået fra.
- Under Inequality (ulighed) vælger I *rural* og *urban* hvilket betyder landområder og byområder. Igen de andre valgmuligheder skal være slået fra.
- Under *ladder type* vælger I *Analyse by facility type*.
- Vælg også non-piped og piped.
- Vælg den nyeste tidsperiode.

Nu har I to søjlediagrammer. Hvis I fører pilen hen over søjlerne kan I læse, hvor meget vand, der kommer ud til forbrugerne gennem rør (piped) og på andre måder (non-piped). Tallene gælder landområder og byområder i hele Indonesien. I kan lege rundt med de forskellige kategorier og årstal for at blive klogere på drikkevand i Indonesien.

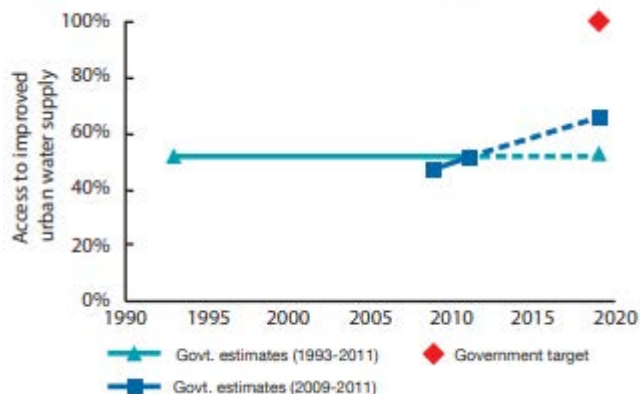
### Læsemateriale

En kort tekst om fra UNICEF om børn og vand i verden.

<https://www.unicef.dk/fakta-om-vand>

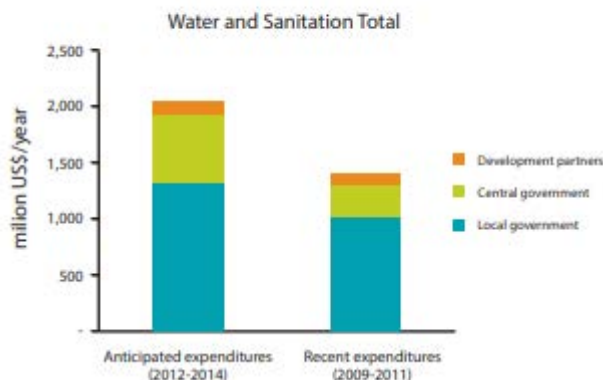
## Indonesiens regerings tiltag og investeringer i vandsektoren

Figure 8.1 Access to urban water supply



Sources: SDA costing, Bappenas. JIMP (2013)<sup>14</sup>

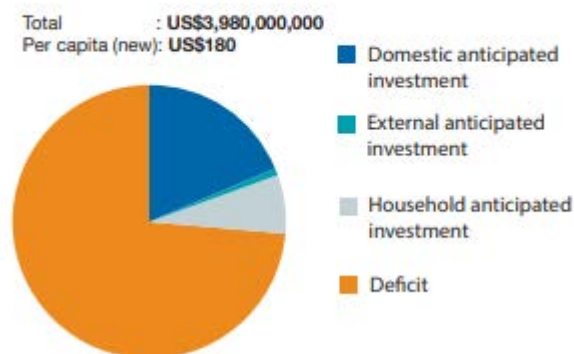
Figure 2.4 Estimated investments for water and sanitation by source of funding



Figur 2. Figurerne hentet fra: <https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/WSP-Indonesia-WSS-Turning-Finance-into-Service-for-the-Future.pdf>

Den sidste figur, viser det totale beløb, som er nødvendigt, for at opnå adgang til en forbedret vandforsyning til alle byer i Indonesien.

Figure 8.3 Urban water supply financing (anticipated and gap)



### Vejledende spørgsmål til figurerne

- Hvad er regeringens mål for vandforsyning i urbane områder i 2020?
- Hvor mange procent forventer de at opnå i 2020?
- Hvem har investeret flest penge i vand og sanitet?
- Hvem forventes at investere flest penge i vand og sanitet?
- Hvem forventes at investere mest i den urbane vandforsyning? Hvor mange procent af investeringerne er cirka dækket?



## Øvelse 2.7 Materiale til gruppe 3

### Gruppe 3: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og oversvømmelser

I denne gruppe skal I blive eksperter i Jakartas risiko for oversvømmelser. Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Undersøg hvor mange oversvømmelser der er sket i Jakarta siden 1990.
  - Brug følgende søgeord: floods + Jakarta
  - Hvor i Jakarta sker der oversvømmelserne?
- Hvorfor er oversvømmelser værre i byer end i andre landområder?
- Hvilken indflydelse har en øget befolkningstilvækst på oversvømmelser af byen?
  - Er der stor forskel på den månedlige og årlige nedbør i Jakarta sammenlignet med Danmark?
  - Hvor forventer I, at der hyppigst forekommer oversvømmelser, Jakarta eller Danmark? Begrund jeres svar.
- Hvilke andre naturkatastrofer kan Jakarta blive udsat for?
- Ud fra jeres viden om oversvømmelser og andre relevante naturkatastrofer, hvilke fordele og ulemper er der ved den stigende urbanisering af Jakarta?
- Hvordan tror I man kan beskytte Jakarta bedst muligt mod de naturkatastrofer de er sårbare overfor?

#### Oversvømmelse

Tegningen viser forskellige områder, hvor nedsivning af regnvand er forskellig.

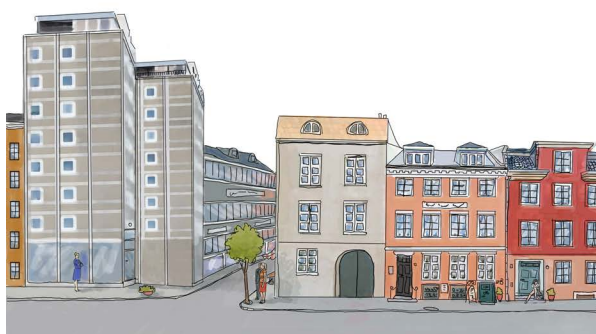
A) Et landligt område med god mulighed for nedsivning i jord, grus og sand.



B) Her vises en landsby. Her er der kommet fliser og asfalt, men der er stadig god mulighed for nedsivning af regn på græsarealer og til søen.



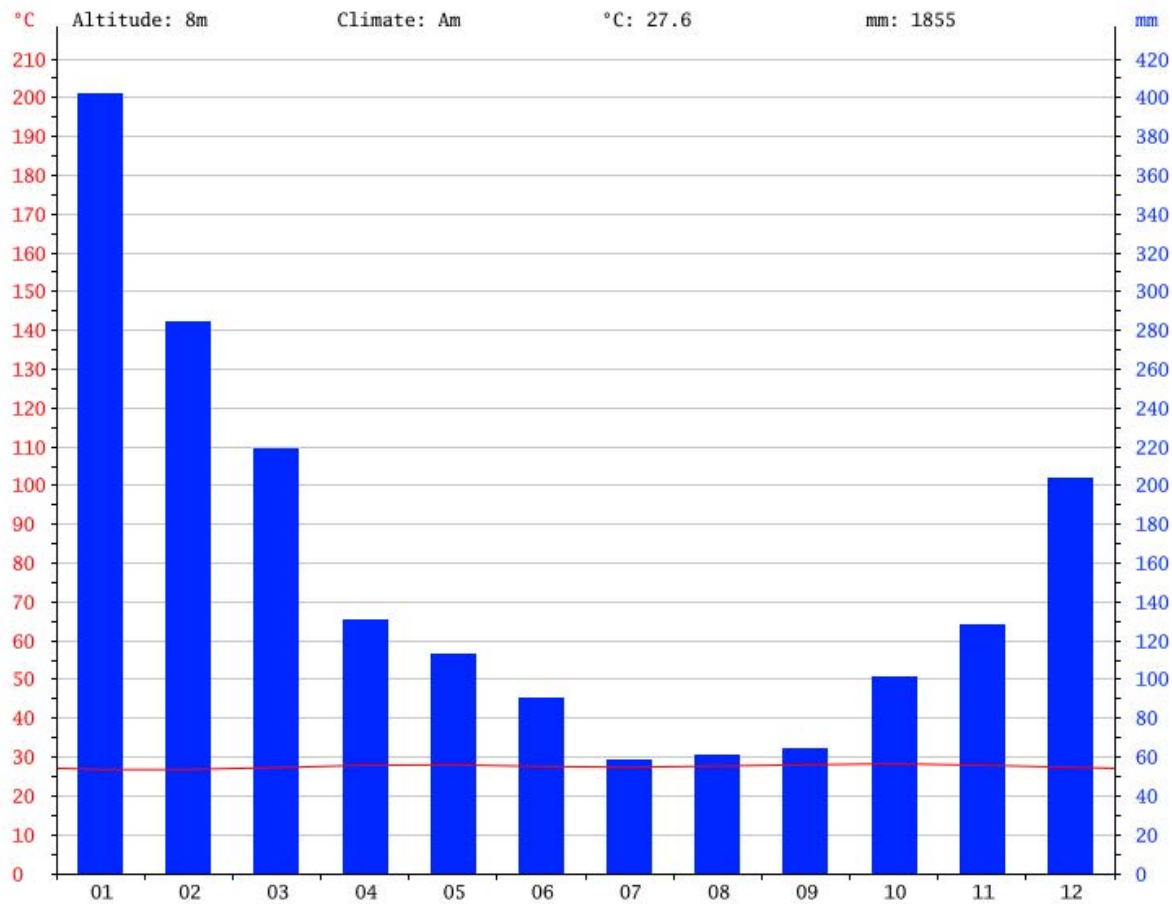
C) Her vises et byområde med meget asfalt og fliser. Her er området afhængig af kloakering til at lede regnvandet væk.



*Illustration af Lykke Bianca Petersen.*

**Vejledende spørgsmål til figuren**

- Hvorfor tror I byer har et højere maksimum end forstæder og landområder?
- Hvilke af de tre overfladetyper er kraftig regn mest alvorlig for? Hvorfor?
- Hvorfor tror I vandet er der længst for landområder?

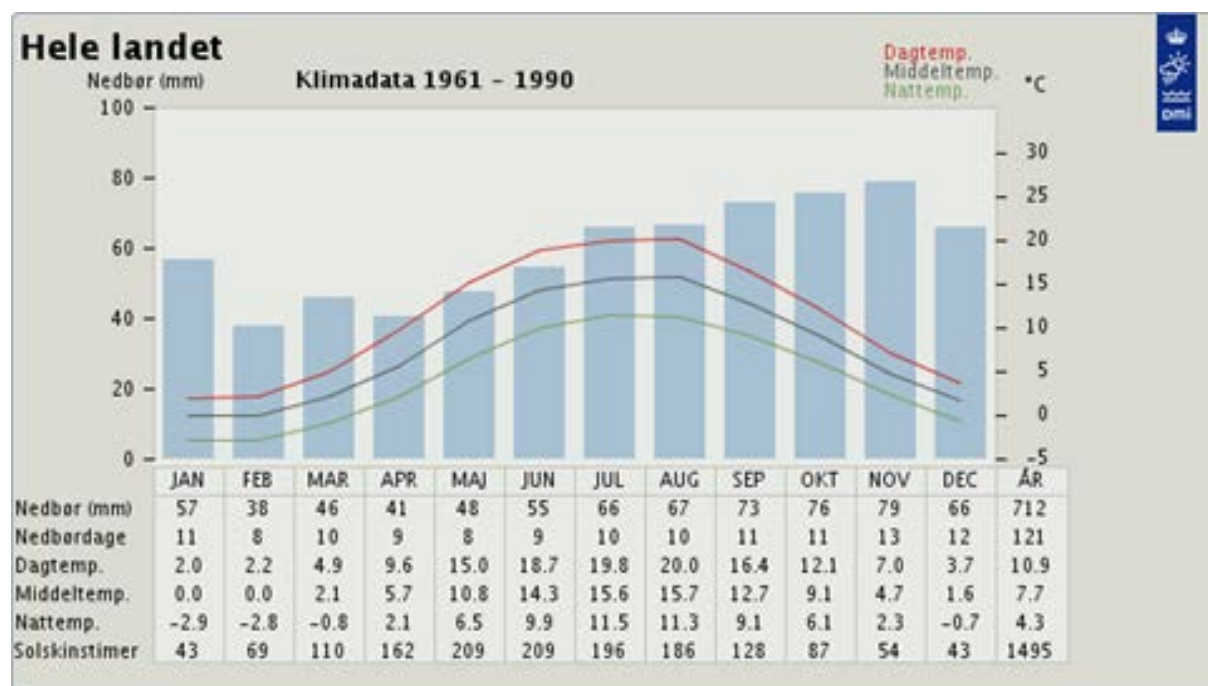
**Klimaoversigt for Jakarta**

Figur 2. Diagram hentet fra: <https://en.climate-data.org/location/714756/>

**Vejledende spørgsmål til figuren**

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser de blå søjler?
- Hvad siger de om Jakarta?

## Klimaoversigt over Danmark



Figur 3. Diagram hentet fra: <https://www.dmi.dk>

### Vejledende spørgsmål til figuren

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser de blå søjler? Hvad siger de om Danmark?
- Hvad er den gennemsnitlige årlige nedbør for Danmark og Jakarta?

### Sensitivitet for naturkatastrofer

Nedenstående tabel viser byer med flere end 5 millioner indbyggere. Tabellen er lavet over de byer der i juli 2014 var særligt sensitive for mindst tre ud af seks typer naturkatastrofer, der kan forårsage dødsfald. Tabellen er opgjort af Fns afdeling for økonomiske og sociale anliggender (DESA). Tallene angiver fra 1 til 10 (hvor 10 er det højeste), hvor sensitiv en by er i forhold til naturkatastrofe-relaterede dødsfald.

TABLE D2. LIST OF CITIES WITH 5 MILLION INHABITANTS OR MORE ON 1 JULY 2014 THAT WERE VULNERABLE TO AT LEAST THREE OF THE SIX TYPES OF NATURAL HAZARD IN TERMS OF DISASTER-RELATED MORTALITY

City Names	Countries	Population (millions) *	Vulnerability to disaster-related mortality (in decile)					
			Cyclones	Droughts	Earthquakes	Floods	Landslides	Volcano eruptions
Tokyo	Japan	37.8	8-10	0	8-10	8-10	8-10	0
Mexico City	Mexico	20.8	8-10	5-7	0	8-10	8-10	8-10
Osaka	Japan	20.1	8-10	0	8-10	8-10	8-10	0
Karachi	Pakistan	16.1	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Kolkata	India	14.8	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Manila	Philippines	12.8	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10
Tianjin	China	10.9	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Jakarta	Indonesia	10.2	0	8-10	8-10	8-10	0	0
Madras	India	9.6	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Bogotá	Colombia	9.6	0	0	8-10	8-10	8-10	0
Nagoya	Japan	9.4	8-10	0	8-10	8-10	0	0
Tehran	Iran	8.4	0	0	8-10	8-10	8-10	0

NOTE: \*, referring to 1 July 2014. The risk of vulnerability is measured by decile based on the distribution over the global grid cells. A decile value equalling to zero indicates no risk of mortality vulnerability to a natural disaster. See Data and Method for details.

Tabel 1. Hentet fra: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/wUP2014-TechnicalPaper-NaturalDisaster.pdf>

**Vejledende spørgsmål til figuren**

- Hvilke katastrofe-typer forårsager højst sandsynligt flest katastrofe-relaterede dødfald ifølge tabellen? Hvilken type forårsager færrest?
- Hvilke katastrofer er en risiko for Jakarta?
- Kan I komme med forklaringer på, hvorfor disse katastrofe-typer er en risiko for Jakarta?
- Er der nogle af disse katastrofe-typer, der kan forventes at blive værre i Jakarta?
- Hvis disse slags katastrofer kunne ske/skete i København eller Århus, ville der så være risiko for dødsfald? Begrund jeres svar.

## Øvelse 2.7 Materiale til gruppe 4

### Gruppe 4: Jakartas geografi og ressourcer

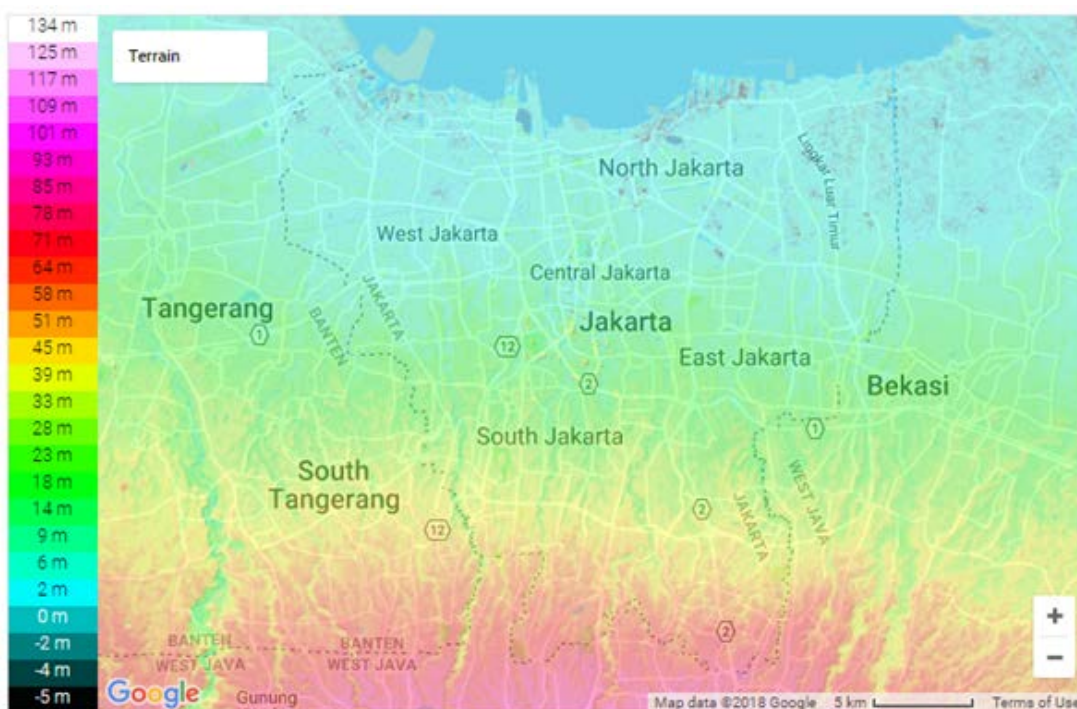
I den her gruppe bliver I eksperter på geografien i og omkring Jakarta og hvor byen kan hente vand fra. Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Hvordan er topografien i Jakarta?
- Hvor og hvor meget synker byen hvert år?
- Hvilke konsekvenser tror I landsenkning vil have for Jakarta?
- Hvilke vandkilder benytter Indonesien sig primært af?
- Hvordan er kvaliteten af floderne på Java? Hvilken betydning tror I dette har for Jakartas befolkning, i dag? Og i fremtiden?
- Kender I nogle alternative vandressourcer I kunne forestille jer man kunne bruge i Jakarta?

**Ordforklaring:** Topografi er kort fortalt en beskrivelse af et landskabs form og udseende. Beskrivelsen vil typisk være både med ord, kort og billeder.

### Undersøgelse af Jakartas topografi

Nedenstående kort viser, hvor højt og lavt de forskellige områder af Jakarta ligger i forhold til havets overflade. Højdeforskellene er vist i meter over og under niveau med havets overflade.



Figur 1. Kort hentet fra: <http://en-ca.topographic-map.com/places/jakarta-6633802/>

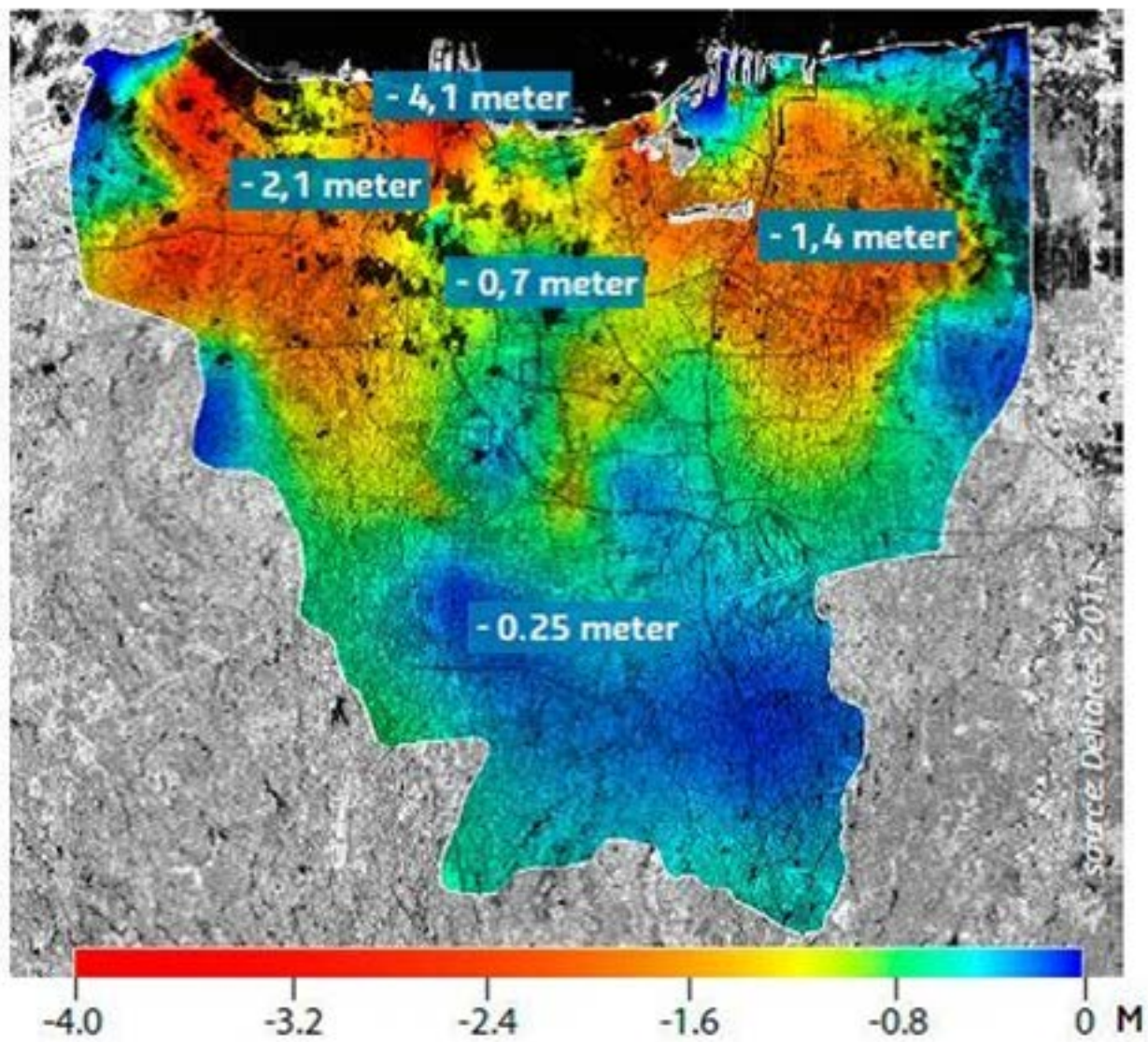
### Vejledende spørgsmål til figur

- Hvor højt er det højeste punkt i Jakarta og hvor er det lokaliseret?
- Hvor lavt er det laveste område?
- Hvordan er topografien inden for de første 5 til 10 km af "Central Jakarta"?



## Landsænkning

Nedenstående kort viser hvor meget Jakarta er sunket (landsænkningen) fra år 1974 til år 2010.



*Land subsidence in Jakarta in period 1974-2010*

Figur 2. Billede hentet fra: <https://i0.wp.com/www.circleofblue.org/wp-content/uploads/2014/12/landsubsidence-jakarta.jpg?resize=452%2C449>

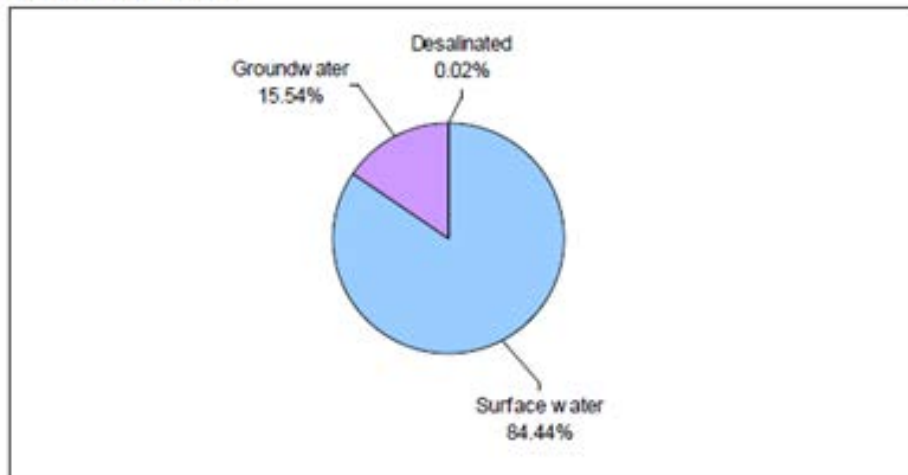
### Vejledende spørgsmål til figuren

- Hvad betyder skalaen i bunden af figuren?
- Hvor i Jakarta har landsænkning været mindst?
- Hvor i Jakarta har landsænkning været størst?
- Hvis denne udvikling forsætter, hvad betyder det for topografien i Jakarta? Sammenlign med topografikortet.

## Fordelingen af Indonesiens benyttede vandkilder

*Groundwater* betyder grundvand, *surface water* betyder overfladevand (søer, floder og reservoirs) og *desalinated water* betyder afsaltet havvand.

FIGURE 2  
Water withdrawal by source  
Total 113.29 km<sup>3</sup> in 2000



Figur 3. Diagram hentet fra: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/IDN/](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/IDN/)

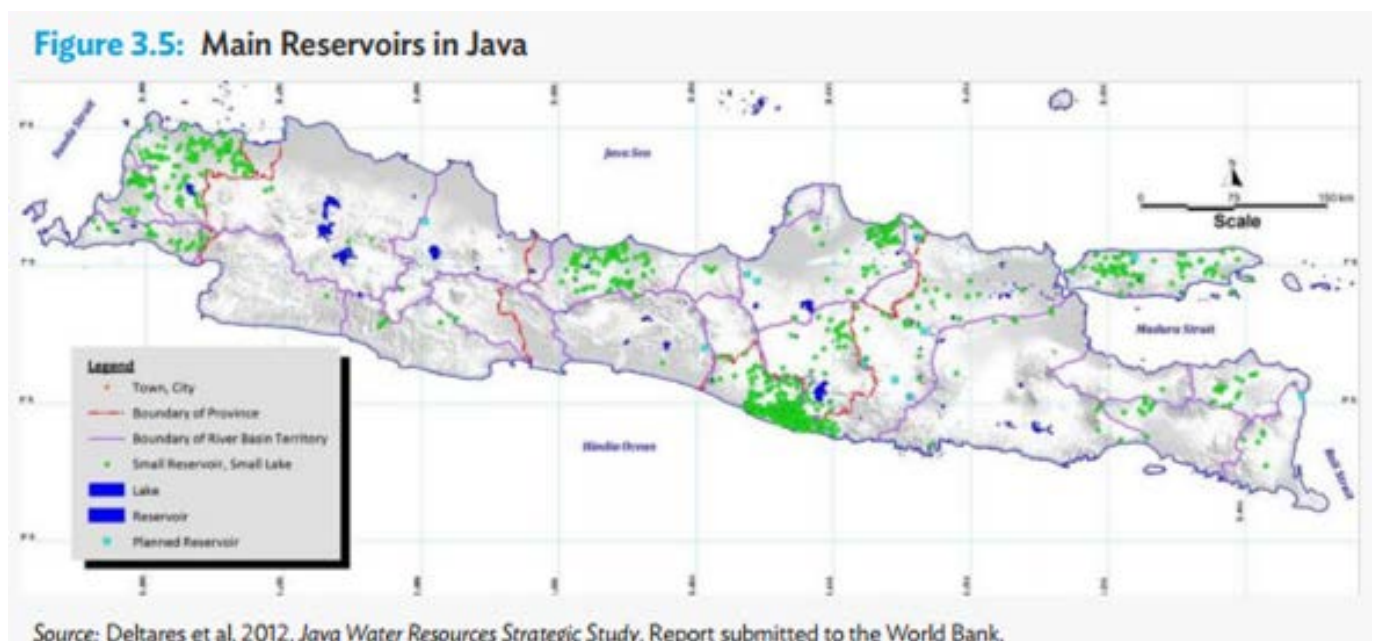
### Vejledende spørgsmål til figur

- Hvilke vandkilder benytter Indonesien primært?
- Hvilken kilde bliver der brugt mest af i Danmark?

### Vandressourcer på Java

Nedenstående tre figurer giver et overblik over lokaliteten, kvantiteten og kvaliteten af vandressourcerne på Java.

### Primære vandreservoirs på Java

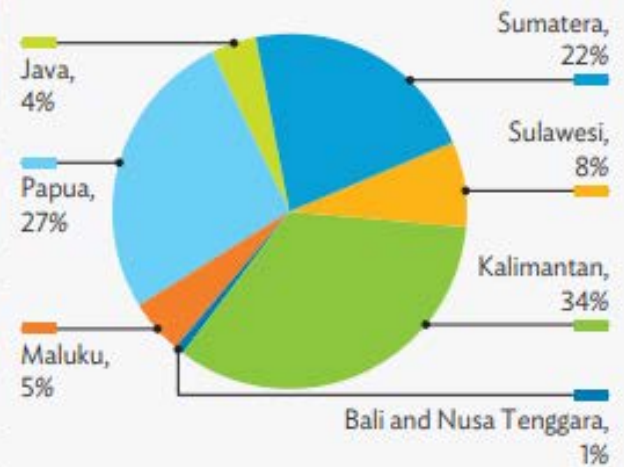




**Overfladevands tilgængelighed i Indonesien**

**Figure 3.3: Surface Water Availability in Indonesia**

Islands	Water Availability (million m <sup>3</sup> /year)		
	Qaverage	Q80%	Q90%
Java	164	88.909	69.791
Sumatera	840.737	571.703	485.732
Sulawesi	299.218	184.478	154.561
Kalimantan	1,314,021	900.381	727.301
Bali and Nusa Tenggara	49.62	35.632	32.165
Maluku	176.726	132.103	117.296
Papua	1,062,154	794.496	716.443
<b>Total Indonesia</b>	<b>3,906,476</b>	<b>2,707,702</b>	<b>2,303,289</b>

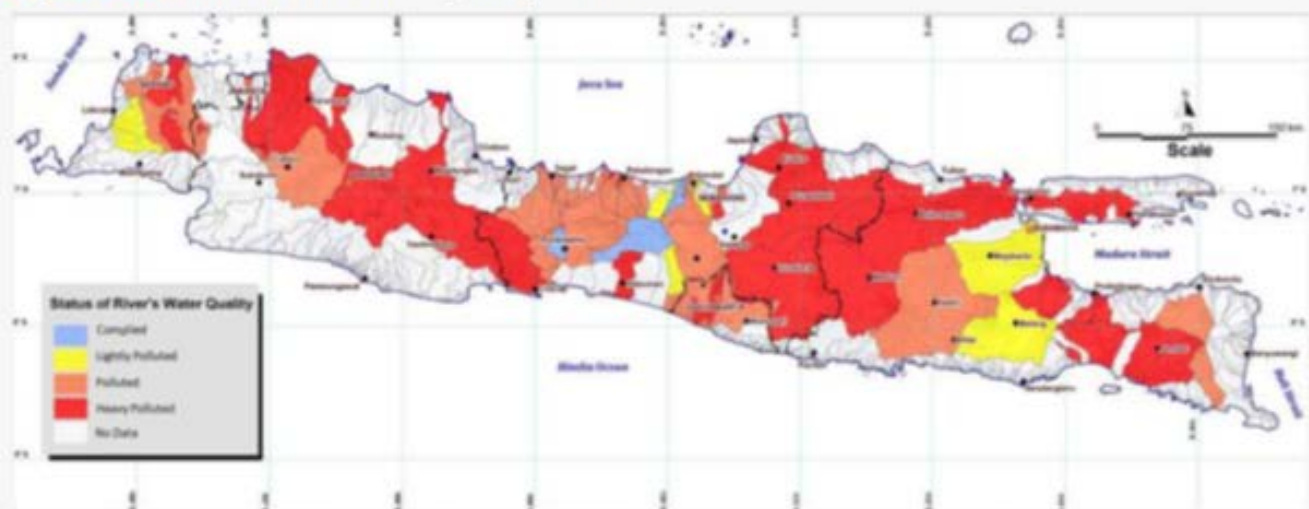


m<sup>3</sup> = cubic meter, Q = quarter.

Source: W. Hatmoko et al. 2012. *Water Balance of Water Availability and Water Demand in Indonesia River Basins*, Water Resources Research Agency, Bandung (Neraca Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada Wilayah Sungai di Indonesia Puslitbang SDA Bandung).

**Vandkvaliteten af Javas floder**

**Figure 3.13: Java River Water Quality Status**



Source: Ministry of Environment. *Status Lingkungan Hidup (State of the Environment) Indonesia 2012*.

**Vejledende spørgsmål til figurene**

- Hvordan er vandressourcerne fordelt på Java?
- Overfladevand er den største kilde til vand i Indonesien. Hvor stor en del udgør Javas overfladevand af hele landets?
- Hvordan er vandkvaliteten i floderne på Java?

## Øvelse 2.8: Lav din egen vandkampagne

### Formål

I skal lave en kampagne for vand.

### I skal bruge

Ét af de medier, der er tilgængelige.

### Oplæg

I skal lave en kampagne for vand. I kan selv vælge, hvilken af de tre vinkler I vil tage udgangspunkt i. Eller måske har selv en rigtig god ide til et omdrejningspunkt for kampagnen.

- Vand er essentielt for alt liv på jorden. I skal nu sælge vand som var det et nyt produkt. Hvilke særlige egenskaber har vand? Hvorfor er det et vigtigt råstof for os? Er der forholdsregler, der skal gøres opmærksom på?
- Store mængder vand kan forvolde store skader. For eksempel i byer, når der sker oversvømmelser eller når drikkevandet bliver forurenede med kloakvand. I skal nu lave en kampagne, der informerer om nogle af de risici man skal være opmærksom på ved oversvømmelser. Er der nogle måder man kan minimere eller forebygge disse på?
- Øget befolkningstilvækst og klimaforandringer, medfører, at vi i fremtiden kommer til at mangle rent vand. Det er nu jeres job at lave en kampagne, der informerer om hvorfor og hvordan vi kan løse eller minimere problemet.

### Sådan gør I

Når jeres gruppe har valgt hvilken af de ovenstående vinkler jeres kampagne skal have, skal I beslutte hvordan I vil sætte kampagnen op. På hvilken måde vil I formidle jeres budskab? Det er en god idé at tænke over:

- Produktet (hvilket budskab er det I vil sælge?)
- Målgruppen (hvem er kampagnen henvendt til?)
- Hvilke virkemidler vil I bruge for at overbevise målgruppen?

Husk at inkludere så mange nye fagord og begreber I har lært som muligt.



## Øvelse 2.9: På opdagelse i lokalmiljøet

### Beskrivelse

Du og din klasse skal nu ud og se på jeres lokalområde og undersøge om det er i risiko for at blive oversvømmet. Det kan være ved store mængder regn eller efter en storm, hvor vandstanden i fjorde og hav kan være steget. Er der steder i lokalområdet, der er særligt udsat? Er der gjort nogle tiltag, som sikrer området eller kan I se steder, hvor der burde gøres noget og har I en idé til hvad der kan gøres?

### Baggrund

I den kommende tekst skal I læse om årsager til oversvømmelse i byer og andre lokalområder. Teksten kommer omkring, hvad et skybrud er og hvorfor en storm kan give vand i gaderne. Du vil også kunne læse hvorfor en belægning af fliser og asfalt øger risikoen for oversvømmelse.

Tænk over følgende spørgsmål, når du læser oplægget nedenfor:

- Hvad er et skybrud? Hvorfor
- Hvor forventes der mest vandafstrømning i byer end landområder?
  - Hvorfor?
- Hvad betyder befæstningsgrad?
- Hvad forårsager oversvømmelser i Danmark?

### Oplæg

#### Skybrud

Der falder mere regn i Danmark end der gjorde for bare 30 år siden. Det skyldes klimaforandringer. Det er specielt skybrud, der skaber store problemer. Et skybrud er når der falder mere end 15mm regn på 30 minutter. Et skybrud kan være en dyr affære. Det dyreste skybrud i Danmark er skybruddet den 2. juli 2011. Det kostede forsikringsselskaberne 4,88 milliarder i erstatninger (Kilde: forsikring og pension). Erstatninger for oversvømmede huse - det er både vand i kældre, men også stueetagen.

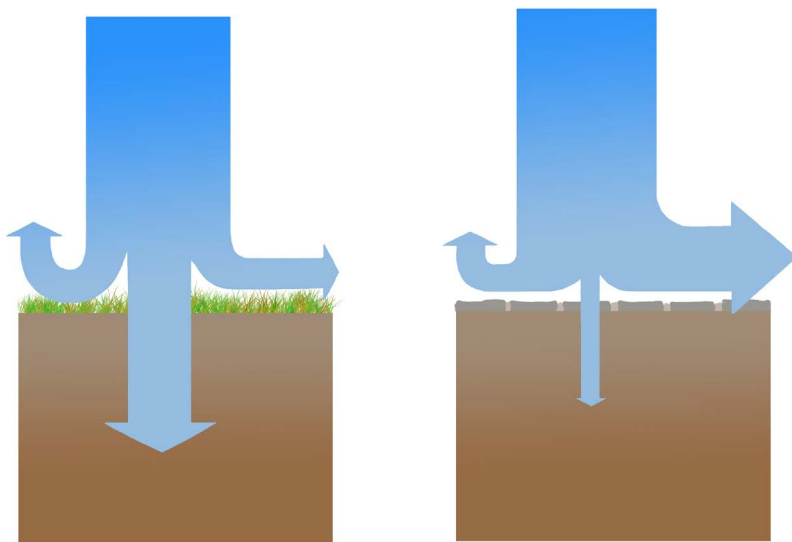


Illustration: Lykke Bianca Petersen.

#### Overflader

På ovenstående figur ses det, hvordan bydannelse ændrer på vandets færden. Til venstre ses, hvordan vandet i landområder siver bedre ned i jorden. Samtidig vil træer og andre planter absorbere en masse vand, som derefter kan fordampe væk. Modsat er der i byer mindre nedsivning grundet asfalt og andet bebyggelse. Der er også færre grønne områder, hvilket samlet set giver en markant større vandafstrømning.



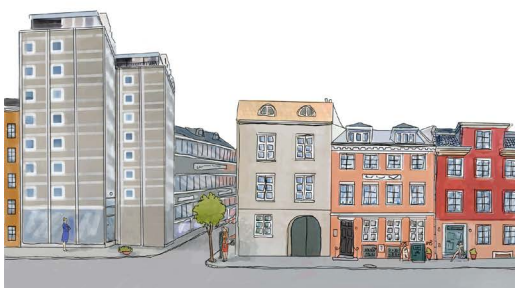


Illustration: Lykke Bianca Petersen.

### Befæstningsgrad

Befæstningsgrad er en betegnelse for hvor stor en grad af et område er dækket af uigennemtrængelige eller delvist uigennemtrængelige materialer. Disse kan for eksempel stamme fra bebyggelse. Som det kan ses på figur 2 er befæstningsgraden tæt relateret til vandafstrømningen. Det vil sige, at jo mere bebyggelse der er, jo mindre vand vil sive ned gennem jorden. Vandafstrømningen vil derfor generelt være markant højere i byerne end på landet, hvor flere grønne områder kan absorbere og lagre vandet. De store mængder vand fra skybrud stiller store krav til byernes kloakker, der kan have svært ved at rumme de store mængder. Når kloakkerne ikke kan kapere mere vand, vil vandet derfor akkumulere på lavtliggende overflader som viadukter, kældre med mere.

### Hvor kommer vandet fra?

For at en oversvømmelse kan ske, er det nødvendigt at der kommer en masse vand indenfor et kortere tidsrum. I Danmark er der to slags begivenheder der kan forårsage en oversvømmelse. Den ene er som følge af en kraftig regnbyge såsom et skybrud, den anden kan være i forbindelse med en storm. En oversvømmelse forårsaget af stormvejr som "presser" havet ind i en fjord eller imod kysten. Denne stormflod, betyder at vandstanden stiger og der kommer en masse ekstra vand ind over land og forårsager en oversvømmelse.

### Øvelsen

I denne øvelse skal du ved hjælp af informationskort fra miljøstyrelsen skaffe baggrundsviden om dit lokalmiljø. Herefter skal I på feltarbejde. I skal anvende jeres indsamlede information sammen med jeres personlige viden om jeres område til at vurdere, hvor udsat jeres lokalområde er for ødelæggelser ved skybrud og kraftig regn, og hvordan dette eventuelt kan forebygges. Opgaven skal udføres i grupper af to til tre personer.

## I skal bruge

- Kamera
- De angivne hjemmesider:
  - <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>
  - <https://www.b.dk/nationalt/se-de-flotte-billeder-saadan-skal-koebenhavn-sikres-mod-skybrud>
  - <http://www.laridanmark.dk/billedarkiv/31278>

## Sådan gør I

**Step 1:** Tænk over jeres lokalområde, hvilke slags oversvømmelser kan der ske? Kan I huske sidst der var en oversvømmelse? Hvor samlede vandet sig dengang?

### Step 2: undersøg kortene

I skal nu undersøge, hvordan jeres område er stillet ved oversvømmelse. Dette gør I ved først at studere kort på internettet, for at få en fornemmelse af jeres område.

Gå ind på hjemmesiden: <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>

#### Bluespot:

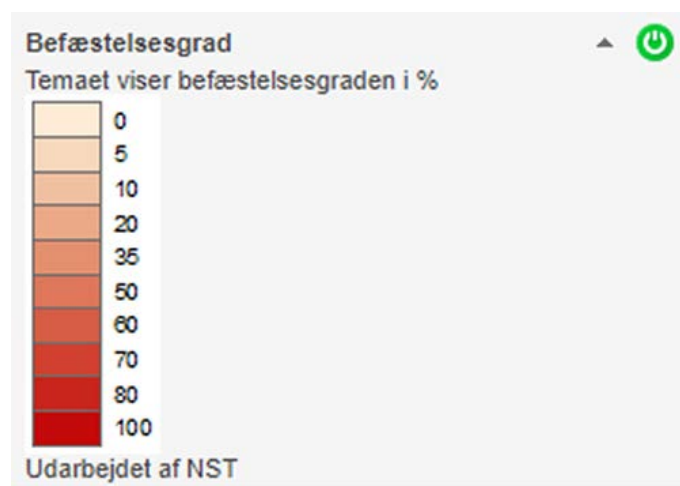
Øverst til venstre finder du et interaktivt kortlag, der hedder "Bluespot 2016". Dette kort viser, hvor vandet vil samle sig ved ekstremregn. I kan vælge forskellige størrelser af regn i mm, husk definitionen for et skybrud. Dette er dog hovedsageligt for visualisering, da kortet ikke tager højde for kloakering eller nedsivning til undergrunden.

#### Havsstigning:

Under "Bluespot 2016" er der et kortlag der hedder "Havstigning 2016", dette fungerer ligesom Bluespot, hvor I kan vælge, hvor stor en havstigning I vil kigge på. Dette kortlag er mest relevant hvis jeres område ligger tæt på en fjord eller bugt. Ved seneste stormflod i 2017, steg vandstanden omkring 1.5 meter i nogle områder.

#### Befæstelsesgrad:

Ved at sammenholde kortlaget "Bluespot 2016" med "Befæstelsesgrad" kan det give en fornemmelse af, hvor vandet samler sig, og ikke kan sive ned i jorden grundet befæstelsen. I finder "Befæstelsesgrad" i menuen under "Nedbør". Skriv en liste med steder der ud fra kortene kan være udsatte. Klassen kan eventuelt dele lokalområdet op, så hver gruppe kigger på forskellige områder.



**Step 2: Gå ud i jeres lokalområde og undersøg**

I skal nu ud og undersøge, hvordan jeres område i virkeligheden er stillet overfor en oversvømmelse. Gode overvejelser I kan gøre når I er ude og se på jeres område:

- Er området lavtliggende? Hvis ja, tror I at vand fra området omkring vil strømme hertil når det regner?
- Hvordan er belægningen?
- Er der et afløb i nærheden?
- Er området udsat som forventet?
- Hvis området oversvømmer, hvad ville blive påvirket? Huse, veje eller andet?

Tag billeder af de områder som I vil diskutere, når I kommer hjem.

**Step 3: Brainstorm og diskussion af ideer**

Når I er hjemme i klassen igen kan I arbejde med det I har set. Hvor i lokalområdet er der risiko for oversvømmelse? Er der gjort tiltag som kan afhjælpe problemet? Hvis ikke har I så forslag på hvad der kan gøres?

I kan eventuelt søge inspiration på disse sider, hvor der er planlagte projekter og projekter der allerede er udført: <http://www.laridanmark.dk/billedarkiv/31278>

Hvis I vurderer, at der ikke er nogle problemer i jeres område, skal I diskutere hvorfor der ingen problemer er.

**Step 4: Snak om idéer plenum**

Hver gruppe fremlægger deres billeder og ideer for resten af klassen. Her kan de andre grupper komme med spørgsmål og eventuelt bygge videre på jeres idéer.