

Grønlandspumpen

Dato: _____ Gruppe / navne: _____

| Om øvelsen

I skal bygge en model af **Grønlandspumpen** — den cirkulation, hvor koldt og salt havvand synker til bunds ud for Grønlands kyst, mens Golfstrømmen fører nyt, varmt vand nordpå til erstatning. I et gennemsigtigt kar undersøger I først, hvordan temperaturforskelle og saltindhold hver for sig får vand til at bevæge sig, og samler det til sidst i én cirkulation med is og varme på hver sin side af karret.

| Hypotese

Skriv jeres bud, **inden** I går i gang — og begrund med begrebet densitet (massefylde):

Hvad tror I sker, når koldt vand møder varmt vand?

Hvad tror I sker, når ferskvand møder saltvand?

Hvordan tror I, der kan dannes en hel cirkulation i karret, når is og varme bruges samtidig?

| Fremgangsmåde

Del 1: Koldt og varmt vand mødes

1. Sæt skillepladen midt i karret.
2. Fyld varmt vand i den ene side og koldt vand i den anden.
3. Tilsæt blå frugtfarve til den kolde side, så I kan følge den.
4. Fjern skillepladen forsigtigt, og observér, hvad der sker i grænsezonen.

Del 2: Saltvand og ferskvand mødes

1. Skyl karret, og fyld det igen — nu med lunkent vand i begge sider.
2. Opløs salt i den ene side ("havsiden"), så saltholdigheden svarer nogenlunde til havvand (se materialer), og tilsæt rød frugtfarve.
3. Den anden side ("kystsiden") er almindeligt fersk, lunkent vand — uden salt.
4. Fjern skillepladen forsigtigt, og observér, hvad der sker.

Del 3: Selve Grønlandspumpen — cirkulationen

1. Fjern skillepladen helt, og fyld karret med lunkent vand til lige over isholderpladen.
2. Placer isholderpladen i den ene ende af karret — den lille udskæring skal vende **nedad**.
3. Læg knust is på pladen, og dryp blå frugtfarve på isen.
4. Stil en lukket flaske med varmt vand i den modsatte ende af karret som varmekilde.
5. Vent et par minutter, og observér: det kolde, blå vand synker ned ved isen, strømmer langs bunden mod den varme ende og stiger op dér — det danner en cirkulation.
6. Fotografer både opstillingen og resultatet.

Del 4: Hvor meget tungere er saltvand?

1. Vej et tomt, tørt måleglas (100 mL), og notér massen.
2. Afmål præcis 100 mL postevand i måleglasset, og vej det igen.
3. Tøm og tør måleglasset (eller brug et andet af samme slags).
4. Opløs 3,5 g salt i 100 mL vand — det svarer til havvands gennemsnitlige saltholdighed — og vej på samme måde.

💡 Tip

Hold en mørk baggrund (fx et stykke sort karton) bag karret, så frugtfarven er lettere at se. Vandet skal have samme temperatur i de to sider i Del 2, ellers blander I temperatur- og saltforskellen sammen. Brug ikke kogende vand i flasken i Del 3 — lunkent til håndvarmt er nok, og det er mere behageligt at røre ved bagefter.

i Materialer (pr. gruppe)

- Gennemsigtigt plexiglas-kar med skilleplade
- Isholderplade (med lille udskæring, der skal vende nedad)
- Knust is
- Flaske med skruelåg til varmt vand
- Frugtfarve (blå og rød)
- Salt
- Lunkent vand
- Vægt (0,1 g eller finere)
- Måleglas, 100 mL (2 stk., eller ét der kan tørres mellem målingerne)
- Digitalkamera/mobil til billeder

I Registrering af målinger

Tabel 1: Iagttagelser fra de tre delforsøg.

Delforsøg	Beskriv, hvad I så (kvalitativt)	Tid til vandet var helt blandet/faldet til ro (sekunder)
Del 1 — koldt og varmt vand		
Del 2 — salt og fersk vand		
Del 3 — cirkulationen		

Tabel 2: Vejninger til bestemmelse af densitet, Del 4.

	Postevand	Saltvand ($\approx$ havvand)
Masse af tomt måleglas (g)		
Masse af måleglas + 100 mL væske (g)		
Væskens masse (g)		

I Databehandling

1. Beregn væskens masse for hver prøve i Tabel 2 (masse af glas med væske minus det tomme glas).
2. Beregn densiteten af hver væske. Rumfanget er de 100 mL, altså 100 cm³:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Tabel 3: Beregnet densitet af de to væsker.

	Postevand	Saltvand ($\approx$ havvand)
Densitet (g/cm ³)		

3. Sammenlign jeres beregnede densiteter med de kendte værdier for fersk- og havvand — ca. 1,00 g/cm³ for postevand og ca. 1,025 g/cm³ for havvand. Hvor tæt kom I på?
4. Sammenhold Tabel 1 og Tabel 3: hvordan hænger densitetsforskellen, I lige har regnet ud, sammen med det, I så ske i Del 2 og Del 3?

I Journalspørgsmål

1. Forklar med fagbegreber (densitet, temperatur, salinitet), hvorfor det kolde vand synker ved isen, og hvorfor det varme vand stiger ved flasken i Del 3.
2. Hvordan minder cirkulationen i karret om den rigtige dybvandsdannelse ved Grønland? Nævn også mindst to måder, modellen er en forsimpning af det virkelige hav (fx størrelse, tidsskala, vind og jordrotation).
3. I virkeligheden smelter Grønlands indlandsis og tilfører Nordatlanten ferskvand. Hvad ville der ske med jeres model, hvis I gentog Del 3 med smeltende ferskvandsis i stedet for almindelig is — og hvorfor?
4. Hvad kan en svækket eller helt stoppet Grønlandspumpe betyde for klimaet i Danmark og Nordeuropa? Inddrag begrebet global energitransport via havstrømme, og forklar sammenhængen til Golfstrømmen (Den Nordatlantiske Strøm).
5. Diskutér metoden: hvilke variable holdt I konstant, og hvilke ændrede I mellem de fire delforsøg? Stemte jeres hypoteser med det, der rent faktisk skete? Kunne en anden gruppe gentage forsøget og få samme resultat?