

# Sund Luft

– ET UNDERVISNINGSFORLØB OM INDEKLIMA

## Hvorfor skal du undervise om luft?

Over 90% af alle danske skoleelever, påvirkes hver dag af for meget CO<sub>2</sub> i klasseværelset.

CO<sub>2</sub>, fugt, temperatur mm. påvirker ikke bare eleverne på kort sigt i form af dårlig koncentration, men kan også på længere sigt føre til astma, allergier, luftvejsinfektioner og i tilfælde af forhøjet radon sågar også lungekræft.

Man kan hurtigt placere skylden på dårlig ventilation, gamle bygninger, for mange elever i lokalet mm. Faktum er at alene et øget fokus på elevernes adfærd i løbet af skoledagen, vil kunne forbedre indeklimaet betragteligt.

Resultaterne af et dårligt indeklima kan aflæses i sygefraværstatistikker og synliggøres af blandt andet skimmelsvampeangreb, men ellers er det ikke let at forholde sig til, da dårlig luft ikke ses og i mange tilfælde heller ikke mærkes.

Dette undervisningsforløb har til formål at:

- synliggøre data for den luft eleverne bevæger sig i
- gøre eleverne opmærksomme på konsekvenser af et dårligt indeklima
- sætte fokus på elevernes muligheder for at påvirke indeklimaet gennem adfærdsændringer
- lære eleverne om den naturvidenskabelige metode

## Hvad skal du bruge?

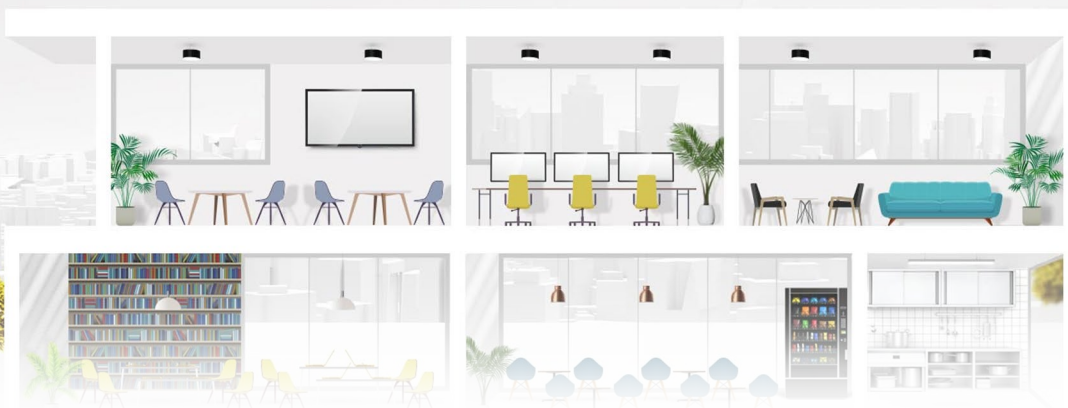


Alt materiale til at gennemføre forløbet kommer i en pakke fra sundluft.dk, der indeholder:

- 2 sensorer der måler CO<sub>2</sub>, temperatur, fugtighed, flygtige organiske forbindelser (TVOC) og radon.
- 1 sensor der måler temperatur, fugtighed og flygtige organiske forbindelser (TVOC).
- 1 hub, der sender data fra sensorerne til skyen – så alle elever kan aflæse data i en browser på telefon, computer eller tablet.

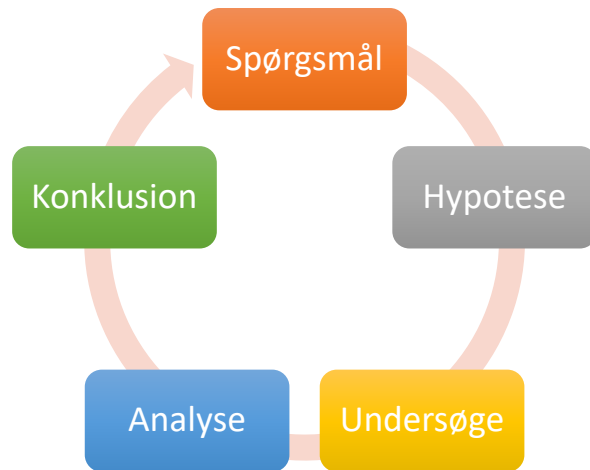
Hele sættet sælges samlet på sundluft.dk. Hvis der ønskes flere sensorer, kan systemet let opgraderes og alle data kan ses på den samme webside. Sættet inkluderer 1 års abonnement (adgang til kontrolpanel på nettet og upload af data gennem indbygget simkort i hub'en). Efterfølgende år betales abonnementet årligt. På mange skoler og virksomheder bruger de bygningsansvarlige sensorerne til at overvåge indeklimaet.

For at kunne gennemføre opgaverne, er det nødvendigt at eleverne har adgang til en computer med internetadgang, regneark (Microsoft Excel, Google Sheets eller lign.) og ovenstående sensorer.



# Forløbet

Forløbet er delt op i dele efter den naturvidenskabelige metode. Her er metoden opsat som en cyklus, men man kunne også illustrere metoden med en pil tilbage fra konklusion til hypotese. Hvis hypotesen må forkastes i konklusionen, må en ny jo formuleres.



Da redskaberne er givet på forhånd, er forløbet naturligvis ikke så åbent, som hvis eleverne selv skulle starte med at observere og undres, men der er stadig plads til individuelle løsningsmodeller.

1. Først stilles et **spørgsmål** – gerne ud fra en observation. Det overordnede emne (indeklima) er jo givet og klassens observation/spørgsmål, kunne fx være:

*Vi føler os ofte trætte og uoplagte i slutningen af timen. Vi ved at CO2 generelt er en medvirkende faktor til træthed. Men ændres luftens indhold af CO2 i løbet af skoledagen og kan vi ændre på luften i klasseværelset, gennem vores adfærd i klassen? Er der andet i luften der påvirker os?*

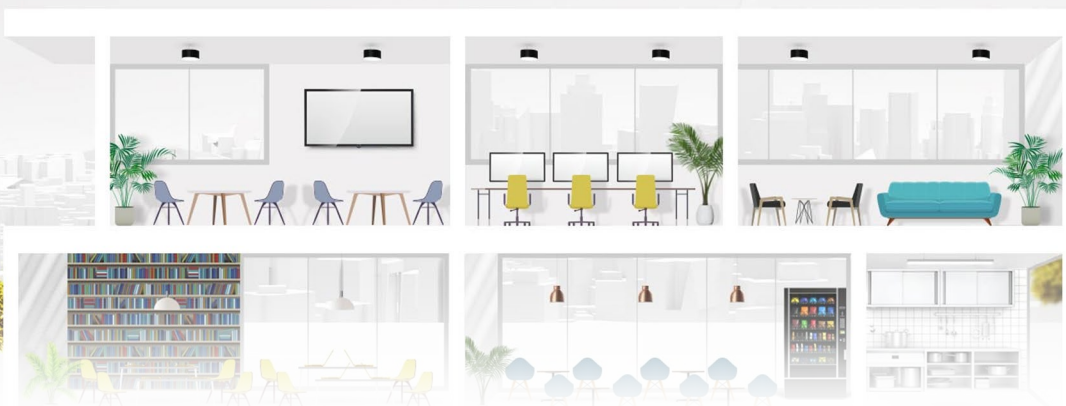
2. Nu skal eleverne opstille en **hypotese**. Hypotesen er en antagelse af det resultat, man regner med at komme frem til i undersøgelsen eller eksperimentet. Den kunne indeholde sætninger som:

*Vi tror at der kommer mere CO2 i klassen, når vi er flere derinde... CO2 ophobes over tid, så vi tror CO2-niveauet også stiger i løbet af dagen... – men vi har en idé om at det kan måske hjælpe lidt, hvis vi går ud i frikvarteret...*

3. Så er det blevet tid til selve **undersøgelsen**. Fra kontrolpanelet på sensorernes hjemmeside, udskrives en QR-kode, som eleverne kan scanne og se realtidsdata for indeklimaet. Siden opdateres ca. hvert 5. minut, så eleverne kan både lave observationer over den tid lektionen varer – men også over en dag/uge. De kan fx måle i en lektion, hvor alle elever er i klassen og sætte data ind i et regneark, hvor de skriver tid og måling i hver deres kolonne. Derefter kan de nemt lave et diagram og se forskellen.



← Læreren kan til enhver tid logge ind på kontrolpanelet og se både realtids- og historiske data for lokalets indeklima. Eleverne ser, gennem QR-koden, kun realtidsdata og er dermed tvunget til at lave mange observationer, for at kunne konkludere noget om udviklingen.



Sættet fra sundluft.dk indeholder 3 sensorer. De to store (på størrelse med en normal røgalarm) måler på 7 forskellige parametre. Det kan anbefales at sætte den ene op i klasseværelset og den anden i faglokalet (fysik/biologi/geografi/natur og teknologi). På den måde kan eleverne foretage målinger over en hel uge i klasseværelset – og over en time i faglokalet. Det er vigtigt, at det ikke er den samme sensor der flyttes rundt, da det tager tid for sensoren at selvkalibrere, når den er blevet flyttet. Derudover medfølger der også en lille sensor, der med fordel kan placeres på et kontor/gangareal eller lign. Den lille sensor måler ikke CO2.

De videnskabelige data fra sensorerne er kun en del af undersøgelsen. Sideløbende kan eleverne lave **spørgeskemaundersøgelser** i forhold til hvordan respondenterne påvirkes af indeklimaet. Her kan de bruge online værktøjer som <https://da.surveymonkey.com/> <https://www.enalyzer.com/da/> eller <https://docs.google.com/forms>

De kan fx bede klassekammerater eller andre klasse vurdere træthed på en skala fra 1 – 10 i en kvantitativ undersøgelse, men det er også vigtigt at lade deltagerne beskrive deres eget velbefindende i forhold til tidspunkter i løbet af dagen. Der kunne fx spørges om hvordan de føler de påvirkes af indeklimaet

De kan også lade eleverne løse en soduko-opgave i starten og i slutningen af en time og se hvor lang tid det tager. Det er klart at flere parametre kan spille ind på trætheden, men så længe fejlkilderne er beskrevet i konklusionen, er der en god læring at hente også her.

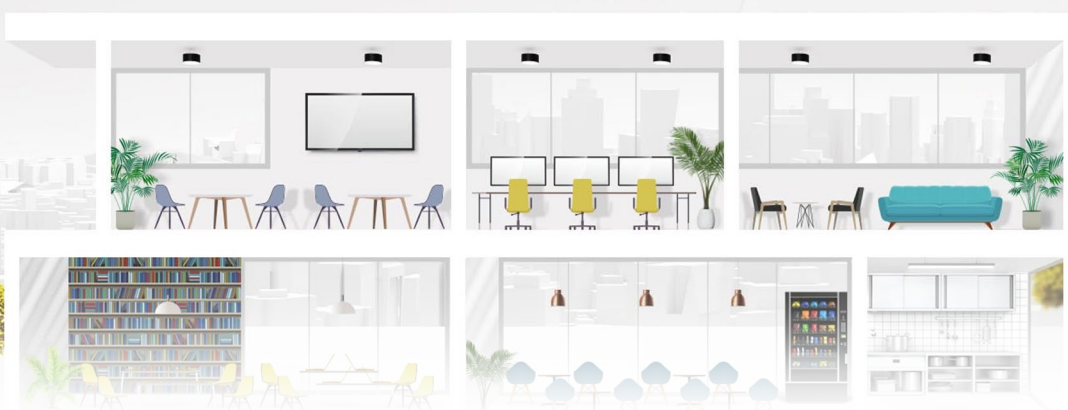
En del af undersøgelsesfasen går med at **finde oplysninger om indeklima generelt**. Her kan de enkelte grupper sættes til at undersøge en eller flere af de parametre der indvirker på indeklimaet. Man kan lade dem selv formulere spørgsmål eller give dem opgaven på forhånd. I forbindelse med fugtighedsparameteret kunne spørgsmålene lyde: *Hvad betyder luftens fugtighed for dit helbred? Hvad er skimmelsvampe? Er der forskel på overførsel af luftvejssygdomme i tør og fugtig luft? Hvorfor klør øjnene i tør luft?*

4. **Analysedelen** kan udvides og tilpasses alt efter elevernes niveau og den tid de har til rådighed. Da sensorerne måler CO2, fugtighed, temperatur, radon, lufttryk og flygtige organiske forbindelser er der mange data der kan bearbejdes.

Nu skal data fra elevernes regneark sammenlignes med data fra deres spørgeskemaer. Findes der en sammenhæng - korrelation - mellem elevernes følelse af velvære (hentet fra spørgeskemaerne) og de tal der kan aflæses på regnearket. Det kan være svært at udlede noget med den relativt begrænsede mængde data, eleverne får til rådighed, men en stor del af læringen går på arbejdsformen, der er repræsentativ for den form de vil møde i andre større analyser, så selv små sammenhænge må anerkendes. Lad eleverne vide at i en videnskabelig undersøgelse, vil mængden af data sandsynligvis være proportional med værdien af resultaterne.

5. Nu skal eleverne **konkludere** på deres undersøgelser og analyser. Det anbefales at lade eleverne fremlægge deres konklusion for klassen, sammen med en beskrivelse af hele processen. Der er mange tilgange til et forløb af denne art, og eftersom den naturvidenskabelige metode er anvendelig i mange fag og uddannelser, vil en gennemgang af metoden være en gevinst på længere sigt.

God fornøjelse med forløbet!

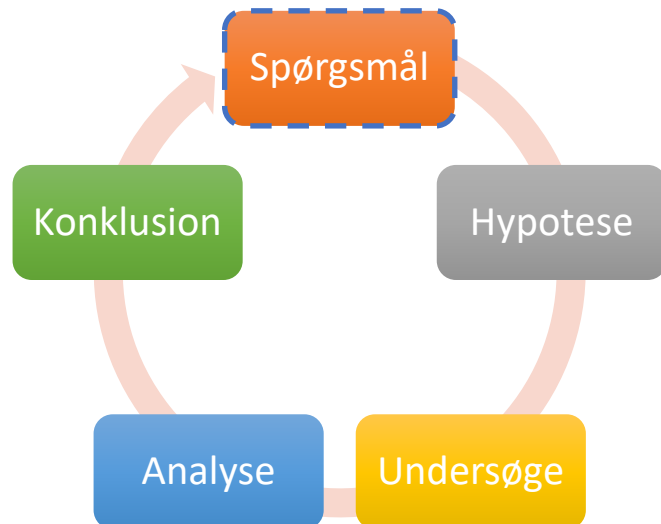


## Opgave 1 – Indledning og spørgsmål

Jeres gruppe skal nu undersøge indeklimaet på skolen. Undersøgelser viser at indeklimaet betyder rigtig meget for vores velbefindende, men hvordan ser det ud på skolen?

I naturfagene bruger vi en metode vi kalder "den naturvidenskabelige metode". Du kan læse meget mere om metoden på nettet, og den vil også blive beskrevet i dette forløb, men til at starte med går det ud på, at du skal undres over et fænomen og derefter stille et spørgsmål, som du ønsker at besvare med opgaven.

I forbindelse med arbejdet, er det en god ide at gemme gruppens dokumenter i en fælles mappe i skyen. Så kan gruppen også få adgang til dokumenterne, hvis et medlem skulle være fraværende en dag.



**Emnet er indeklima og nu skal I finde på et spørgsmål I gerne vil besvare.**

Prøv først at tænke lidt over hvad indeklima er for noget. Lav eventuelt en hurtig googlesøgning og læs lidt om hvad indeklimaet defineres af.

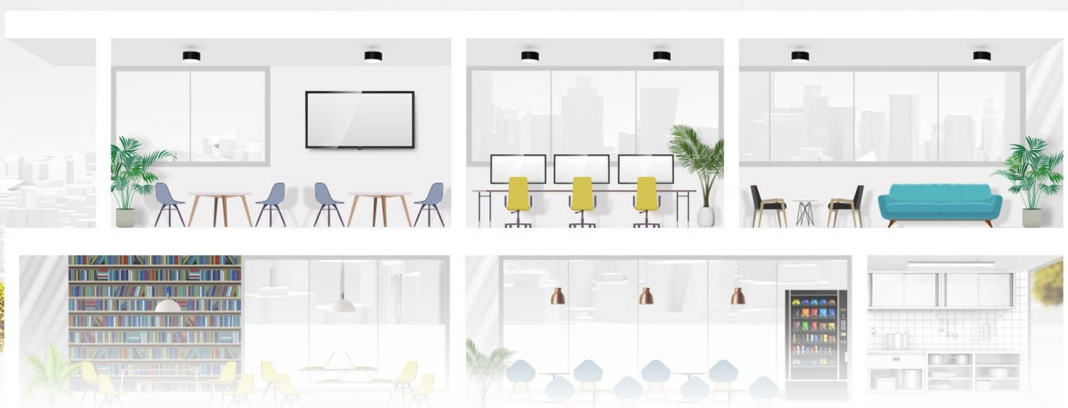
Hvordan hænger det sammen med det I oplever på skolen – tror I der er et godt eller et dårligt indeklima? Prøv at tænke over, om I er påvirket af indeklimaet og om jeres tilstand ændrer sig i løbet af dagen.

Indled eventuelt denne del med en observation. Havde emnet været fotosyntese kunne det lyde således:

*Vi kan se at planter i naturen gror bedst i sollys, og vi ved at lyset spiller en rolle i forbindelse med væksten. Men er lyset livsnødvendigt for planten og er der andre ting den ikke kan leve uden?*

Nu er det jeres tur. Giv jeres rapport en titel fx *indeklima* og inddel den i 5 overskrifter (punkterne i ovenstående illustration). Skriv så jeres eget spørgsmål under punkt 1 – SPØRGSMÅL.

Gå nu videre til Opgave 2 – HYPOTESE.



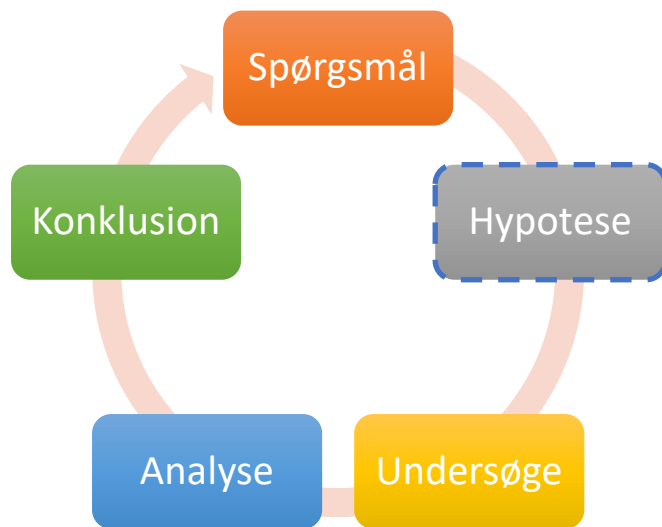
## Opgave 2 - Hypotese

Hypotesen er det afsnit af rapporten, hvor I skriver, hvad I tror jeres undersøgelse vil kunne konkludere.

En hypotese kan indledes med:  
*Vi forventer at...*

Det er altså ikke et spørgsmål, men en forventning om et givent resultat af jeres undersøgelse.

Havde det været opgaven om fotosyntese kunne den måske lyde således:



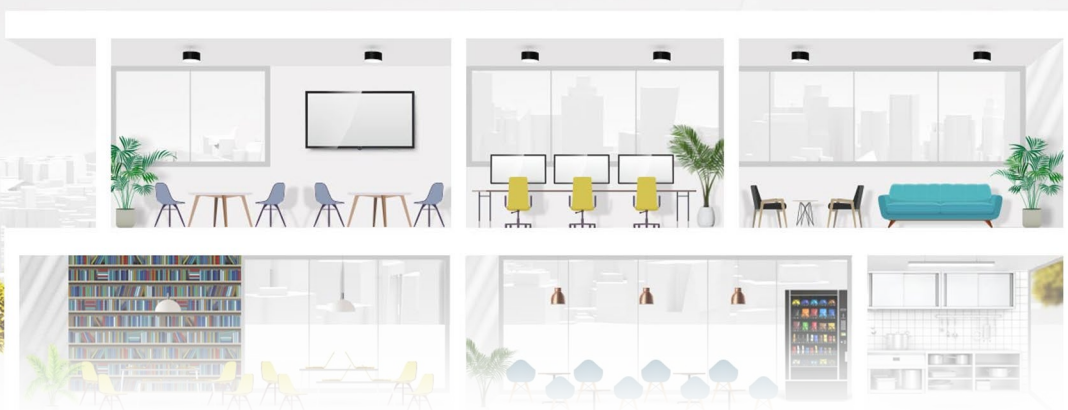
*Vi forventer vores undersøgelse vil vise at planten er helt afhængig af lyset fra solen, fordi energien fra solen, er det der får planten til at gro. Derudover forventer vi også at se at planten ikke kan udføre fotosyntese uden vand.*

Husk at jeres hypotese skal hænge sammen med det spørgsmål I formulerede i opgave 1, og at I med jeres undersøgelse (Næste opgave) skal kunne få et bevis på hypotesen. En hypotese er nemlig kun videnskabelig, hvis den kan bevises – eller modbevises.

På skolen er der monteret indeklima-sensorer, der måler på forskellige elementer i luften, der kan påvirke jeres helbred. Ved sensorerne sidder der en QR-kode I kan skanne og se nogle data om luftens aktuelle indhold.



I skal bruge data fra disse sensorer I jeres besvarelse. Derfor skal der i hypotesen indgå en formodning, som I skal bruge data om CO<sub>2</sub>, luftfugtighed, temperatur, radon eller flygtige organiske forbindelser for at kunne bevise.



## Opgave 3 – Undersøgelse

Undersøgelsesdelen er den mest tidskrævende del, og I skal nok forberede jer på at bruge mere end en lektion på denne.

Afhængig af jeres hypotese, kan det også være nødvendigt at foretage målinger i frikvarterer og timer der ikke nødvendigvis har med opgaven at gøre.

Hvis I fx vil måle om der ophobes CO<sub>2</sub> i luften i løbet af timen, bliver I nødt til at foretage flere målinger. Men når først I har skannet QR-koden en gang, kan I gemme linket og bruge det igen. Så I kan altså foretage målingen fra jeres plads i klassen og på den måde forstyrre mindst muligt.

Hvis I skal måle om CO<sub>2</sub> niveauet falder i løbet af frikvarteret, når der ikke er så mange elever i klassen, må I foretage en måling når frikvarteret starter og når det slutter. Husk at **notere alle målinger i et regneark**, hvor I har tidspunktet i en kolonne og målingen i en anden – og husk at der skal mange målinger til, før I kan udlede noget.

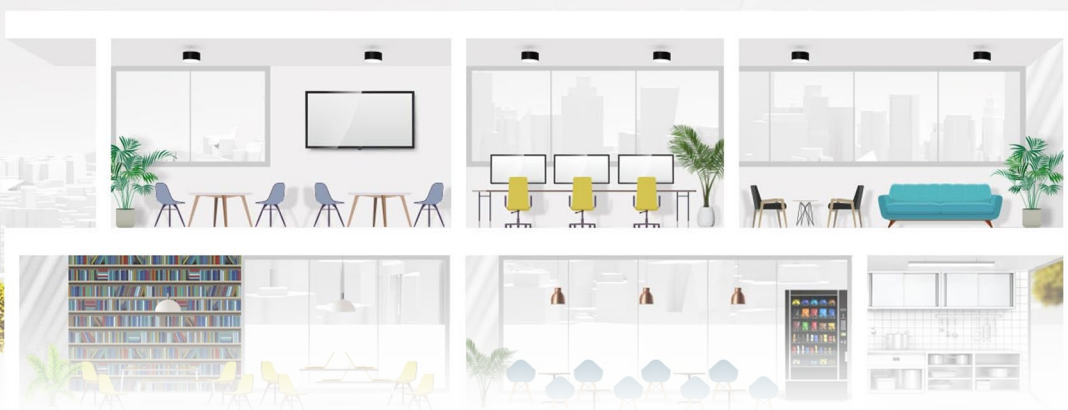
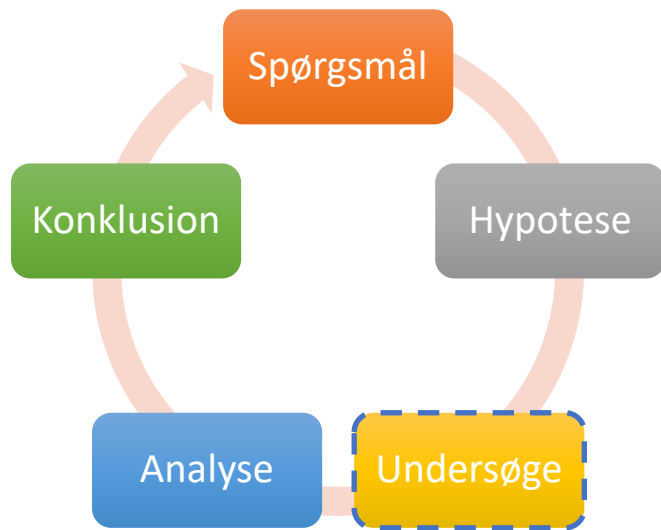
For at finde ud af om jeres klassekammerater bliver påvirket af indeklimaet, må I **lave en spørgeskemaundersøgelse**. Der findes mange gode hjemmesider, hvor I kan oprette disse, og flere af dem er gratis at benytte. Her er et par eksempler: [surveymonkey.com](https://www.surveymonkey.com), [www.enalyzer.com](https://www.enalyzer.com) eller [docs.google.com/forms](https://docs.google.com/forms) Hvis I fx spørger dem, om de vil svare på hvordan de har det på bestemte tidspunkter, kan det være en fordel at spørgeskemaet er på papir, så de hurtigt kan tage det frem, på de disse tidspunkter (fx i starten og slutningen af en time).

I undersøgelsesdelen skal I også **finde flere oplysninger, om de faktorer der påvirker indeklimaet**.

Vælg en eller flere af nedenstående parametre og undersøg hvordan de påvirker vores helbred:

CO<sub>2</sub>, temperatur, luftfugtighed, flygtige organiske forbindelser (TVOC) og radon.

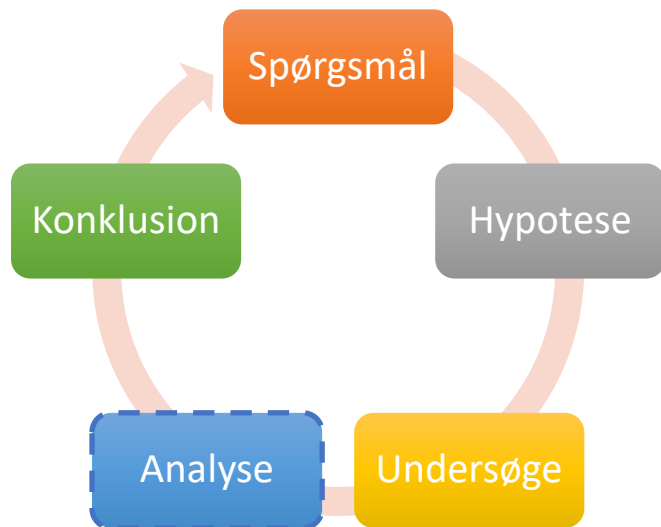
Aftal med jeres lærer om denne del skal fremlægges i en PowerPoint-præsentation, eller om det skal være en del af jeres rapport.



## Opgave 4 – Analyse

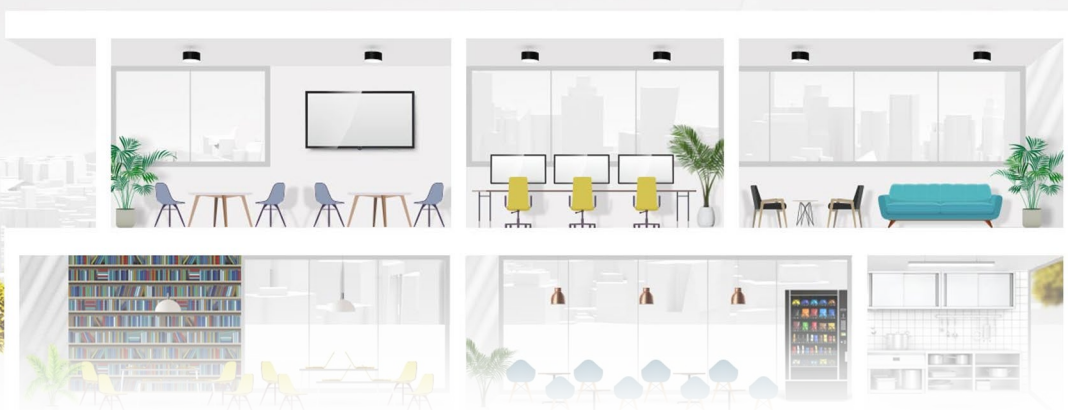
Så er det tid til at finde ud af om der er en sammenhæng mellem jeres målinger og de svar I har fået på spørgeskemaerne.

Hvis spørgeskemaerne viser at eleverne i klassen er mere trætte i slutningen af en time – og målingerne viser at der er mere CO<sub>2</sub> i luften i slutningen af timen, er der en sammenhæng. Vi kan dog ikke konkludere at det er på grund af CO<sub>2</sub> eleverne er blevet trætte. I har nemlig kun fundet en statistisk sammenhæng.



En sammenhæng kaldes i denne forbindelse for en **korrelation**. Mange andre faktorer kunne også påvirke elevernes træthed (manglende morgenmad, søvn mm.), men når der er korrelation, er der måske også basis for at udvide undersøgelsen, så man også kan finde ud af om der er **kausalitet**. Kausalitet er årsagssammenhæng. For at fastslå dette kunne man sænke CO<sub>2</sub>-indholdet vha. ventilation/udluftning og lave undersøgelsen igen. På den måde kan man udelukke de andre faktorer.

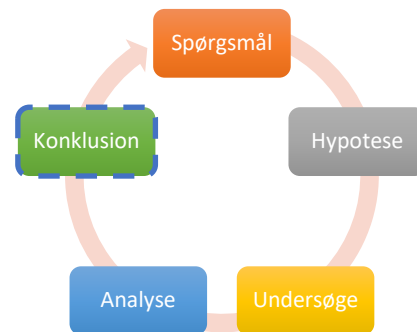
Skriv et afsnit til jeres rapport, hvor I sætter tallene og svarene op over for hinanden, så man kan se om der er sammenhæng. Indsæt også graferne fra jeres regneark.



## Opgave 5 – Konklusion

Selvom der ikke er fuldstændig klarhed over, om jeres tal viser en meget tydelig sammenhæng mellem fx træthed og mængden af CO<sub>2</sub> i lokalet, må I gerne konkludere, at der er en sammenhæng, hvis det ser sådan ud.

I skal blot huske at nævne usikkerheden i jeres konklusion. Hvis der er en usikkerhed og I ikke nævner den, kaldes det videnskabelig uredelighed – og det er noget skidt når man er forsker :-)



Konklusionen kan også indeholde et afsnit, der beskriver hvad I har fået ud af at skrive opgaven.

Endelig kan I også konkludere, om der er tiltag I vil benytte jer af, i forhold til at forbedre indeklimaet på skolen eller derhjemme.

## Afslutning

Nu har I arbejdet med den naturvidenskabelige metode. I har forhåbentlig også lært noget om indeklima. Indeklimaet ændrer sig hele tiden, så det er vigtigt, at I fortsat holder øje med udviklingen. Det kan I gøre ved at skanne QR-koden ved sensoren.

På [www.sundluft.dk](http://www.sundluft.dk) kan I se grænseværdierne for de enkelte målinger. En grænseværdi er et kvalitetskriterie der afgør, hvornår det ikke længere er sundt at opholde sig i luften. Der findes også grænseværdier for kemiske stoffer i vandet du drikker og maden du spiser. Når det drejer sig om fugtighed og temperatur – er der både en øvre og en nedre grænseværdi, der angiver intervallet med den fugtighed og temperatur det er rarest at opholde sig i.

Man kan også opleve flere forskellige grænseværdier for den samme indeklimafaktor. Når vi skal beskrive intervallet, det er rarest at opholde sig i, i forhold til fugtighed, plejer vi at sige 30% - 60%. Men det sundeste interval er 40% - 60%, da der mellem 30% og 40% stadig relativt let overføres virus gennem luften.

I kan selv gøre meget for at forbedre indeklimaet og dermed jeres skoledag. Prøv at gå ud i pauserne, udnyt gangarealerne når I skal lave opgaver, lad være med at tage vådt tøj med ind, brug indesko, åbn vinduerne når der er mulighed for det, lad døren stå åben.

God fornøjelse!

