

# Fejltyper i eksperimenter

Dette er en tilføjelse til det, der står om *fejlkilder* og *måleusikkerheder* i NV-håndbogen.

Når vi i et naturvidenskabeligt fag laver en *måling*, er det fordi vi ønsker at finde ud af, hvilken værdi en bestemt størrelse har (fx temperaturen i et glas vand eller lysintensiteten fra en pære). Forskellen mellem den *målte værdi* og den målte størrelses *faktiske værdi* kaldes en *fejl*.

Der findes forskellige *typer* af fejl. Vi kan overordnet dele alle fejl op i disse fire kategorier:

## Grove fejl

❶ Fejl der kunne være undgået.

☞ Forsøget gentages.

### Eksempler:

- "Vi glemte at komme pH-indikator i opløsningen."
- "Vi spildte halvdelen af vandet under forsøget."

## Ubetydelige fejl

❶ Fejl der er så små, at de ikke har praktisk betydning for målingen.

☞ Fejlene ignoreres og nævnes ikke.

### Eksempler:

- "Temperaturen i rummet ændrede sig med 1 °C under forsøget."
- "Vi spildte et par dråber under forsøget."

## Tilfældige fejl (også kaldet *måleusikkerheder*)

❶ Påvirker de målte værdier *både op og ned* (nogle værdier bliver målt for høje i forhold til den "rigtige værdi" og andre bliver målt for lave). Alt måleudstyr har måleusikkerheder, men måleusikkerhederne kan også skyldes forsøgets udførelse.

☞ Vurder størrelsen af usikkerheden (og hvis det kan lade sig gøre, hvad det betyder for usikkerheden på det endelige resultat). Hvis muligt: Lav mange målinger og tag et gennemsnit eller lav regression.

### Eksempler:

- "Afstanden blev målt med en lineal. Vi vurderer måleusikkerheden til at være  $\pm 2$  mm."
- "Lysintensiteten blev målt med et pyranometer. Måleusikkerheden på denne måling er mindre end  $\pm 1$  W/m<sup>2</sup>."
- "Da vi varierede afstanden mellem lampen og pyranometeret blev det gjort med en nøjagtighed på  $\pm 0,5$  cm."

## Systematiske fejl (også kaldet *fejlkilder*)

❶ Fejl der påvirker alle målte værdier i *samme retning* (altså at alle værdier bliver målt *enten* for høje *eller* for lave). En fejlkilde kan skyldes måleudstyret, måden forsøget udføres på eller hvis man fx forenkler virkeligheden for at lave en beregning.

☞ Design forsøget, så fejlkilderne er så få og små som muligt. For de fejlkilder, som du ikke kan slippe af med: Vurdér størrelsen af fejlkilderne én af gangen og diskuter deres betydning for det endelige resultat. Nogle gange kan man bestemme en fejlkildes størrelse ret præcist og efterfølgende tage højde for den i sin databehandling.

### Eksempler:

- "Den anvendte trælineal var slidt i den ene ende, så alle afstande er ca. 2 mm større end målt."
- "Under forsøget afgives energi til omgivelserne. Dermed bliver den beregnede tilførte energi større end forventet."

## Hvorfor er det vigtigt at vurdere fejlene i et forsøg?

Formålet med at analysere og vurdere måleusikkerheder og fejlkilder er at finde ud af, *hvor sikre vi kan være på den viden, vi har frembragt med vores forsøg*. Det er vigtigt at vide for de folk, der skal bruge resultaterne senere hen.

Forestil dig, at du køber et skab, der skal passe præcist mellem to vægge. På din vej ud af forretningen siger ekspedienten, at de ikke er helt sikre på målene. Det bekymrer dig naturligvis, for er skabet for stort, passer det jo ikke mellem væggene (og er dermed værdiløst for dig). Du vil derfor gerne vide, *hvor usikre de er på målene*. Er det for eksempel  $\pm 0,1$  mm eller  $\pm 5$  cm? Det gør en kæmpe forskel for, om du kan anvende skabet eller ej. Det kan også være, at de ved, at alle målene er blevet lidt for små, fordi der var en fejl ved en af deres maskiner. Det er ikke optimalt, men du kan trods alt stadig få skabet ind mellem væggene og vælger måske at købe det alligevel. Var de omvendt sikre på at alle mål var blevet for store, ville du nok takke nej til at modtage skabet. I dette eksempel har størrelsen (og retningen) af fejlene meget stor betydning for værdien af skabet.

Er man en læge, der skal behandle en kræftpatient med røntgenstråling, er det vigtigt at vide, hvor stor usikkerheden er på styrken af røntgenkilden, så han ikke kommer til at skade patienten.

Det er også vigtigt, hvis vi skal sammenligne resultaterne fra to forskellige forsøg, der undersøger det samme, men giver lidt forskellige resultater.

### Så husk derfor:

*Der er altid usikkerheder eller fejl forbundet med de målte værdier i et forsøg. Nogen gange er de små, andre gange er de store. Men de er altid til stede, og det er din opgave at vurdere størrelsen (ellers er resultaterne i princippet værdiløse)!*

NV-håndbogen om fejlkilder: <https://workflowy.com/s/FMcV.fEVK8aV7D3#/1dc4d01bfd26>

NV-håndbogen om måleusikkerheder: <https://workflowy.com/s/FMcV.fEVK8aV7D3#/89b9983a9feb>