

## Forskerspiren og systematisk laboratoriearbeid på Vg1

Einstein: *"Hvis du vil vite noe om forskere og de metodene de bruker, så hold deg til ett prinsipp: Ikke hør på hva de sier, se heller på hva de gjør."*  
(Naturfag i skolen, Odd E. Johansen)

Aristoteles: *"Kjennskap til årsaker er nøkkelen til viten og vitenskap."*

Praktisk arbeid i naturfagene er å bli kjent med naturfagenes særtrekk. Det er en god innfallsvinkel til å la elevene bruke de grunnleggende ferdighetene ut fra et observert fenomen. Praktisk arbeid bidrar dessuten til økt forståelse og læring av naturfagenes teori.

I naturfag bør elevene jobbe med både tradisjonelle forsøk, der problemstilling og metode er kjent for elevene, og forsøk som er mer åpne. For å løse åpne oppgaver på en god måte må både lærer og elev tenke og arbeide strukturert. Dette gir mulighet for veiledning og vurdering ut over det som er vanlig i andre fag.

For enkelhets skyld har vi i denne teksten brukt det klassiske pendelforsøket som et gjennomgående eksempel. Utstyret som kreves til dette forsøket, er enkelt, og det er lett å fokusere på de ulike sidene i et forsøk. Sett i lys av kompetansemålene i naturfag på Vg1 er pendelforsøket et "rent forskerspireforsøk". Vi tar utgangspunkt i pendelforsøket og viser hvordan elevene kan få systematisk trening i alle forsøksfaser, fra planlegging til rapportskrivning. I tillegg viser vi eksempler på hvordan vurdering kan knyttes til det praktiske arbeidet, slik at det på en enkel måte kan inngå som en del av underveisvurderingen av elevene.

## Forskerspiren

Naturvitenskapelig kunnskap er kunnskap i utvikling. Noe er det enighet om, andre resultater diskuteres heftig. Å måtte forhold seg til en slik måte å se naturvitenskapen på er nødvendig i dagens samfunn. Naturfag bør ikke framstå som noe endelig gitt, hvor ”naturvitenskapens fasit” blir referert. Gamle og nye beskrivelser av naturen må vurderes mot nye ideer og observasjoner og mot etablerte teorier. Hovedområdet Forskerspiren legger vekt på at alle elever gjennom hele grunnopplæringen skal møte naturfag på en undrende og utforskende måte. På en mer systematisk måte enn tidligere skal alle få innsikt i naturvitenskapelige tenke- og arbeidsmåter gjennom å stille opp hypoteser, ved å eksperimentere og observere, diskutere, vurdere og argumentere. Slik blir også de grunnleggende ferdighetene mer synlige i naturfaget. Forskerspiren har kompetansemål som må sees i sammenheng med de øvrige hovedområdene i læreplanen. Samtidig er Forskerspiren et selvstendig hovedområde som fokuserer på naturvitenskapelige tenke- og arbeidsmåter og sentrale sider ved hvordan forskere innen naturvitenskap arbeider.

### Progresjonen i Forskerspirens kompetansemål

Læreplanen legger opp til en progresjon i Forskerspiren. Det er viktig å huske at det ikke er slik at elevene gjør seg ferdig med kompetansemål når de er ferdige med et skoletrinn. De delkompetanser som elevene utvikler på lavere trinn, er naturlige og nødvendige i den mer avanserte utforskningen som eldre elever skal gjennomføre.

Forskerspirekompetansene handler om å gjøre undersøkelser, bruke utstyr og kommunisere fag, kunne forklare hva en gjør og hvorfor en gjør det. Det er en progresjon i kompetansemålene fra det enkle til mer avansert konstruksjon og modellering av virkeligheten. Etter 10. trinn er det forventet at elevene kan

- planlegge og gjennomføre undersøkelser for å teste holdbarheten til egne hypoteser og velge publiseringsmåte
- skrive logg ved forsøk og feltarbeid og presentere rapporter ved bruk av digitale hjelpemidler
- forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen
- demonstrere verne- og sikkerhetsutstyr og følge grunnleggende sikkerhetsrutiner i naturfagundervisningen

Målene under hovedområdet Forskerspiren på Vg1 er at eleven skal kunne

- planlegge og gjennomføre undersøkelser i samarbeid med andre der en identifiserer og varierer parametere
- gjennomføre enkle datasimuleringer for å illustrere naturfaglige fenomener og teste hypoteser
- forklare og vurdere hva som kan gjøres for å redusere usikkerhet og feilkilder i målinger og resultater
- vurdere og argumentere for gyldighet og kvalitet av egne og andres observasjonsdata

Kompetansemålene i Forskerspiren skal ses i sammenheng med alle kompetansemålene i læreplanen.

Under de andre hovedområdene i læreplanen for Vg 1 er det dessuten mål som er direkte knyttet til det å gjøre undersøkelser eller forsøk:

- undersøke et økosystem og vurdere hvor det er i suksesjonsprosessen
- gjennomføre enkle kjemiske påvisninger av næringsstoffer i matvarer
- gjøre rede for noen hovedbestanddeler i kosmetiske produkter og lage et slikt produkt med egen varedeklarasjon
- gjennomføre forsøk med radioaktivitet, halveringstid og bakgrunnsstråling og forklare fenomenene
- gjøre forsøk med solceller og solfangere og forklare virkemåten
- forklare hva redoksreaksjoner er, gjøre forsøk med forbrenning, galvanisk element og elektrolyse og gjøre greie for resultatene

### **Praktisk arbeid til mer enn å belyse teori**

Elevøvelser kan være av forskjellig art. Det betyr at hvordan vi arbeider med forsøkene, vil variere. Det er viktig at både elever og lærere er bevisste på forventningene til arbeidet med en elevøvelse. For eksempel kan påvisning av næringsstoffer i mat eller å bruke en oppskrift for å lage et kosmetisk produkt være av typen ”gjøre og se”, mens det å finne ut hvordan ytre faktorer påvirker fotosyntesen hos en plante, krever både planlegging, utholdenhet og nøyaktighet.

### Kvalitative og kvantitative forsøk

Elevøvelser kan være kvalitative eller kvantitative. Kvalitative forsøk får fram hvordan noe ser ut eller endres (farge, stor/liten, tykk/tynn, lukt, smak, gassutvikling osv.). I kvantitative forsøk gjøres det målinger av for eksempel tid, volum, temperatur, lengde, vekt eller konsentrasjon.

### Styrte forsøk og åpne forsøk

I styrte forsøk er framgangsmåten gitt som en oppskrift. Oppskriften leder fram til observasjonsresultater som kan tolkes i lys av aktuell teori.

Åpne forsøk tar ofte utgangspunkt i et tema eller en problemstilling formulert av læreren eller elevene selv. Det er vanligvis ikke noen gitt framgangsmåte, slik at elevene må være delaktige i planleggingen av forsøket.

Forsøkene kan ha ulik grad av åpenhet. Det kan bety at elevene noen ganger både skal utforme problemstilling, velge metode og gjennomføre forsøket. Andre ganger er problemstillingen klar, og de må velge metode. Ved planleggingen av åpne forsøk kan det være nyttig for elevene å hente inspirasjon fra forsøk de har gjort tidligere.

Graden av åpenhet i forsøk blir ofte beskrevet som frihetsgrad. Et helt åpent forsøk har tre frihetsgrader: Elevene må selv velge problemstilling og framgangsmåte, og resultatet fra undersøkelsen er ikke gitt.

Frihetsgrader	Problem	Gjennomføring	Resultat
0	Gitt	Gitt	Gitt
1	Gitt	Gitt	Åpent
2	Gitt	Åpen	Åpent
3	Åpent	Åpen	Åpent

## Problemstilling og hypoteser

I naturvitenskapen er det krav til hvordan fenomener og spørsmål skal undersøkes. Naturvitenskapelige spørsmål må være tydelige og veldefinerte, de må omhandle naturen og de må være testbare. Det betyr at det vi undersøker, må det være mulig både å måle og kontrollere.

### Eksempel 1

*"Hva påvirker svingetiden til en pendel?"* Dette er et spørsmål vi kan undersøke vitenskapelig. Vi kan endre pendelen på ulike måter, og vi kan teste hvordan disse endringene påvirker svingetiden.

### Eksempel 2

*"Gjør høye temperaturer at folk oppfører seg umoralsk?"* Spørsmålet er tydelig, og temperatur er både målbar og kontrollerbar. Men vi vil neppe kunne enes om en definisjon om hva som er moralsk riktig. Umoral er ikke vitenskapelig målbar, så dette er et eksempel på et spørsmål som vi ikke kan gi et vitenskapelig svar på.

Vitenskap er å spørre og å søke reell viten. Dette kan en gjøre på flere måter.

Noen ganger samler forskerne inn data uten å ha en bestemt teori de vil teste. Målet kan for eksempel være å bruke disse dataene til å lage en beskrivelse av mønstre i observasjonene. Det kan de bruke til å stille opp hypoteser om at disse mønstrene gjenspeiler mønstre i naturen. Selv om en forsker bare skal samle data, må hun/han ha et forskningsspørsmål som forteller hvilke undersøkelser og observasjoner som er aktuelle å gjøre, og hvilke data som er relevante å ta med i undersøkelsen.

Andre ganger vil forskerne undersøke holdbarheten til en idé, til en beskrivelse eller forklaring. Ideen de har, blir da kalt en hypotese. Hypotesen er gjerne inspirert av observasjoner og data forskeren kjenner til. Forskeren bruker hypotesen til å forutsi noe om nye, ukjente observasjoner. Mønsteret er ofte av denne typen: "Dersom hypotesen er holdbar, så vil vi observere at ..." Forskeren må så utvikle en metode som gjør det mulig å teste hypotesen. Resultater fra andres undersøkelser er et eksempel på hva vi må ta hensyn til, når vi lager og undersøker hypoteser og tolker resultater. Uansett hvordan forskerne har samlet

inn data og observert, må de i konklusjonen sin diskutere hvor godt observasjonene stemmer med hypotesen. Det er viktig at de formulerer seg nyansert på bakgrunn av de få situasjonene de har undersøkt.

### *Framgangsmåte*

Det tar ofte tid å lage en god plan for framgangsmåten. Planleggingsfasen starter med ideer. Ideene bør vurderes kritisk. Det kan ofte være nyttig at elevene diskuterer med hverandre og prøver ut deler av forsøket for å komme videre. I løpet av planleggingen vil de ofte oppleve at mange ideer må forkastes. Men når de kommer inn på riktig spor, kreves det bare små justeringer for å komme fram til en endelig plan for forsøket.

I mange forsøk er det nødvendig med en kontroll (blindprøve). En kontroll er et referanseforsøk. Det blir brukt for å se om det kan være noe i selve metoden som påvirker resultatene i forsøket. I utgangspunktet skal en kontroll være upåvirket.

Ved planlegging av forsøk er det nyttig å være strukturert og bevisst på hva det jobbes med. I faglitteratur brukes begrepene uavhengig variabel, avhengig variabel og kontrollerte variabler. Disse begrepene kan det være vanskelig for elevene å forholde seg til. Vi foreslår at vi i stedet bruker begrepene **variert faktor**, **målt faktor** og **kontrollerte faktorer**.

Variert faktor er den (vanligvis eneste) faktoren som blir bevisst endret (manipulert) i et forsøk. Målt faktor er det vi måler som en effekt av endringen i variert faktor. I et forsøk er det sammenhengen mellom disse to faktorene vi er ute etter. Alt annet som potensielt kan påvirke denne sammenhengen, må vi holde så konstant som mulig. Dette kaller vi kontrollerte faktorer. De kontrollerte faktorene bør listes opp, og elevene bør forklare hvordan de vil gå fram for å holde dem konstante. Til ett og samme forsøk kan det være flere faktorer som egner seg som målt faktor. Da må vi velge å måle den faktoren som gir de beste målingene på den greieste måten med de ressursene (for eksempel utstyr og tid) som er tilgjengelig. Elevene bør lære å føre logg underveis slik at ideer til hypoteser, testmetoden, målinger og kommentarer til gode og dårlige målinger blir notert. Da har elevene et godt grunnlag til å skrive rapport siden.

### Eksempel – faktorer i pendelforsøket

I pendelforsøket vårt har vi en hypotese om at pendellengden påvirker svingetiden. Vi vil undersøke effekten av en endring av pendellengden. Vi kan sette opp disse faktorene:

Variert faktor: Pendellengde i centimeter

Målt faktor: Svingetid i sekunder

Kontrollerte faktorer:

Pendelens masse	Bruk samme pendel i alle repetisjoner. Bruk en lett snor slik at den gir minimalt bidrag til pendelens masse.
Slippvinkel	Fest et ark med påtegnet slippvinkel til stativet som pendelen er festet til.
Pendelens volum	Bruk en blypendel, for den har høy massetetthet og dermed reduseres luftmotstandens betydning.

Elevenes beskrivelse av et åpent forsøk må omfatte en utstyrsliste og en framgangsmåte som er så detaljert at andre kan forstå testmetoden som ble brukt. Det åpne forsøket skal altså bli et styrt forsøk for den som skal reprodusere det. Beskrivelsen kan gjerne suppleres med en figur, en tegning eller et bilde av forsøksoppsettet. Dette bør gjennomføres i gruppa slik at eleven kan få oppleve hvordan det er å skrive en entydig beskrivelse/framgangsmåte for et forsøk.

### Rapportskriving

Når det er samlet inn resultater gjennom et forsøk, må disse bearbeides, presenteres og tolkes.

Laboratoriearbeid og rapportskriving bør oppleves som nyttig, læringsrikt og gjerne artig. Grundig laboratoriearbeid etterfulgt av rapportskriving er både arbeids- og tidkrevende. Vi foreslår at det fokuseres på ulike deler av arbeidet med relevante elevøvelser i faget. Elevene behøver ikke å skrive fullstедige rapport fra alle øvelsene de gjør. Elevøvelsene kan for eksempel ha fokus på planlegging eller datainnsamling eller bearbeiding eller presentasjon av innsamlede data og/eller konklusjon eller evaluering. Elevene kan få deler av rapporten utdelt og de kan slippe å skrive de delene av rapporten det ikke er fokus på, slik at de legger arbeid i å få fokusområdet godt behandlet. Elevene kan også ha en muntlig framføring i stedet for en skriftlig rapport.

## Rådata

Måleverdiene vi innhenter gjennom eksperimentet, er det samme som målt faktor. Det er vanlig å kalle disse innhentede verdiene for rådata. For å holde orden og oversikt over rådata og annen informasjon fra forsøkene elevene gjør gjennom skoleåret, kan det være en idé å ha en egen notatbok hvor elevene fører logg. Da vet elevene alltid hvor de har resultatene når de skal skrive rapport, og de kan dokumentere at det er deres egne måleresultater. De kan presenteres som tabeller i forsøksrapporten, men det er mer vanlig å ta dem med i et vedlegg.

## Bearbeidede data

Rådataene må som regel bearbeides og sorteres før de blir presentert i en rapport.

Eleven bør i løpende tekst beskrive hvordan dataene er behandlet, eventuelle utregninger skal vises med eksempler. Målet med bearbeidingen er at mønstre i dataene skal framkomme så tydelig som mulig. Det er også viktig at dataene blir framstilt i en form som gjør det lettest mulig å diskutere i forhold til en eventuell hypotese.

Avsnittet som handler om resultatene fra undersøkelsen, bør inneholde tekst hvor hovedtrender blir beskrevet tydelig. Der det er naturlig, skal det være henvisning til tabell eller graf.

### **Eksempel 1 - data fra pendelforsøket**

I pendelforsøket brukte vi en datalogger med lysport for å måle svingetiden. Etterpå behandlet vi resultatene ved hjelp av Excel regneark. Tabellen med rådata legges ved forsøksrapporten. (For eksempel: Tabell 1. Rådata som viser 50 målinger av svingetiden til en pendel med lengde 20,0 cm, 28,0 cm og 42,5 cm. Slippvinkel 15°. Målingene er gjort i serier på ti svingninger).

Videre kan teksten i rapporten da være: *”Rådataene ble lagt inn i Excel regneark. Jeg har brukt regnearkets funksjoner for å regne ut gjennomsnitt og standardavvik og finne minimums- og maksimumsverdi.”*

### Eksempel 2 – et liknende pendelforsøk

Et alternativ til å måle svingetid med datalogger kan være å bruke stoppeklokke og gjøre målingene manuelt. En bra måte å gjøre dette på er å måle tiden på ti svingninger og finne svingetiden ut fra dette.

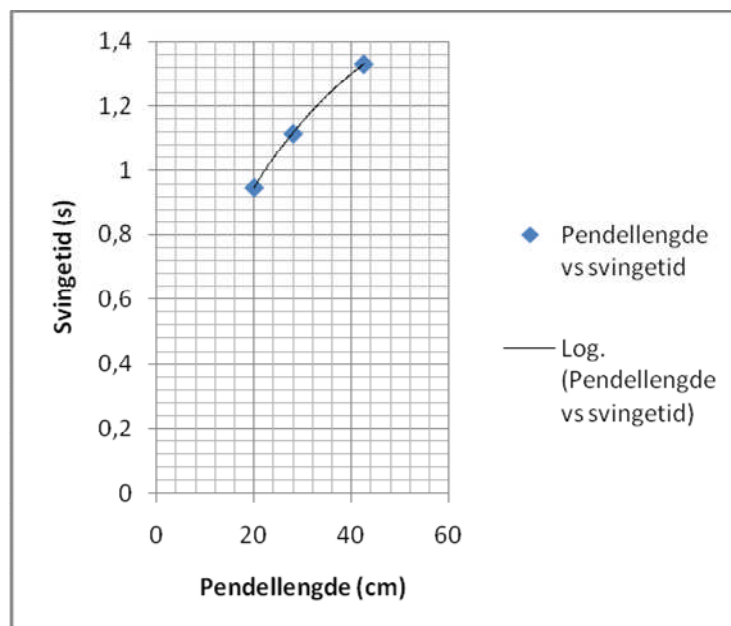
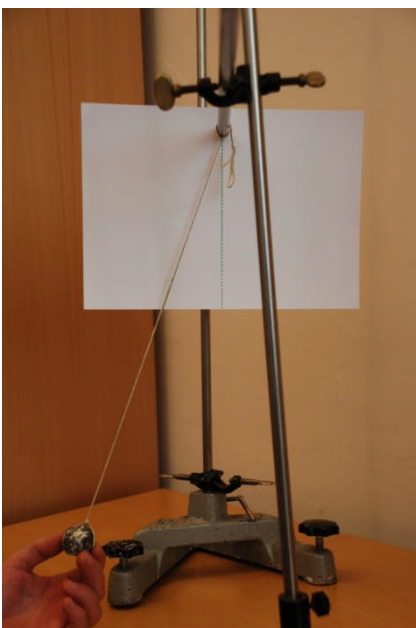
Da kan teksten for eksempel være:

*”I forsøket målte vi hvor lang tid pendelen brukte på å svinge ti ganger. Vi fant svingetiden til pendelen i hvert forsøk ved å dele tiden den brukte på å svinge ti ganger, på 10. Den første gangen vi målte, fant vi at ti svingninger tok 13,25 sekunder. Dette gir en svingetid på  $13,25 \text{ s}/10 = 1,325 \text{ s}$ .”*

### Eksempel 3

Tabell 1. Effekt av pendellengde på svingetid.

Pendellengde (cm)	Svingetid (s)		
	Gjennomsnitt	Min-maks	Standardavvik
20,0	0,9480	0,9452-0,9502	0,001044
28,0	1,116	1,109-1,121	0,002082
42,5	1,331	1,329-1,332	0,000791



Kurven over viser hvordan svingetiden endrer seg når lengden på pendelen øker.

## **Diskutere, tolke og kommunisere**

Når dataene er ferdig bearbeidet, kan resultatene tolkes og vurderes opp mot problemstillingen og hypotesen. Elevene må også vurdere resultatene opp mot andre personers forsøk og teori (litteratur, lærebok), og de må passe på at de svarer på problemstillingen de startet med. Hvis resultatene stemmer overens med hypotesen, sier vi at hypotesen er styrket. Dersom resultatene ikke stemmer, må hypotesen modifieres eller forkastes. Det er viktig å huske at en naturvitenskapelig teori er en hypotese eller et sett med hypoteser som hittil ikke er motbevist (falsifisert).

Resultatene må også sees i sammenheng med litteratur som finnes om emnet. Når vi har gjort det, kan vi avgjøre om hypotesen skal beholdes eller forkastes. En forkastet hypotese bør følges opp med et forslag til en ny hypotese. Beholder vi hypotesen, bør vi komme med forslag til nye forsøk som vi (eller noen andre) kan gjøre for å teste hypotesen ytterligere.

Det er naturlig at elevene tar med og diskuterer resultatene de har fått. Det er dessuten viktig å få med en diskusjon om framgangsmåten som ble valgt, samt styrker og svakheter ved denne. I eksempel 3 er det bare brukt tre målepunkter. Figuren indikerer at dette er for få målepunkter til å ekstrapolere kurven. Forsøket burde vært utvidet slik at både kortere og lengre pendler ble undersøkt.

Tradisjonelt vil elevene ofte ramse opp kontrollerte faktorer under feilkilder i en rapport. Men dersom disse faktorene får virke inn på resultatet, er det ikke feilkilder, men rett og slett et dårlig planlagt forsøk!

## **Konklusjon**

Konklusjonen skal inneholde et kortfattet svar på problemstillingen. Det er viktig at elevene formulerer et svar som følger logisk av observasjonene. Generalisering til andre situasjoner må gjøres med forsiktighet. Det må tas høyde for antakelser og motstridende data. Verken elever eller forskere bør konkludere bombastisk. I praksis betyr dette at elevene bør læres opp til å formulere seg nyansert. Dette må utvikles over tid, med små krav på barnetrinnet og større krav på 11. trinn.

Gjennom krav til nyansert tolkning og konkludering kan elevene lære noe om hvor vanskelig det er å utvikle ny kunnskap, hvor strenge forskere er på logisk holdbarhet, og at enkeltrapper ikke er nok til å hevde at ny kunnskap er utviklet. Dette er innsikter en bør diskutere med elevene, og som kan gjøre elevene bedre rustet til å forstå viktigheten av diskusjon og argumentasjon ved bruk av forskningsresultater i ulike sammenhenger i samfunnet.

## Vurdering

Formålet med vurdering er å fremme læring og uttrykke elevens kompetanse. Det som skal vurderes, er kvaliteten på den enkelte elevs resultater/prestasjoner i forhold til kompetansemålene i læreplanen på det tidspunktet vurderingen blir gitt.

Forskerspiren inneholder flere typer kompetansemål. I tillegg til å gjennomføre ulike deler av et åpent forsøk, skal eleven ha kunnskaper om metodene eller prosedyrene (for eksempel de tre begrepene knyttet til variablene diskutert ovenfor). I tillegg skal de ha kunnskap om noen viktige kjennetegn ved naturvitenskapelig forskning. Elevene på 10. trinn skal kunne forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig. Dette er kunnskap av mer vitenskapsteoretisk art som skal kunne forklares, og som derfor ikke er ferdigheter.

Som en fjerde kompetansetype skal elevene kunne kommunisere prosesser og resultater muntlig og skriftlig. I forbindelse med andre mål hvor praktisk arbeid er inkludert, er det særlig to kompetanser som vektlegges: ferdigheter i det å kunne gjennomføre forsøk, og det å kunne forklare resultater i lys av teorier som skal læres.

I Veiledning til læreplanen for naturfag kan du lese mer om vurdering: [Vurdering i naturfag](#).

I den generelle veiledningen om lokalt læreplanarbeid, kan du også lese mer om [vurdering](#).