

Jonas Persson, Tora Dahl

Å skrive laboratoriejournal

Trondheim, januar 2020

Å skrive laboratoriejournal

Jonas Persson
Institutt for Fysikk
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Trondheim, Januar 2020
Oversatt og bearbeidet av Tora Dahl
ISBN 978-82-8054-203-8

Innhold

1	Hvorfor føre journal	7
1.1	Journaler i industrien	8
1.2	Journaler i akademie	8
2	Journalens generelle utforming	9
2.1	Overordnede prinsipper	9
2.2	Organisering av journalen	9
2.2.1	Utforming av journalens første sider (Front matter) . . .	10
2.3	Arkivbestandighet	13
2.3.1	Elektroniske lagringsmidler	14
3	Journalføring av laboratorieeksperiment	15
3.1	Journalens fem hoveddeler	15
3.1.1	Introduksjon	16
3.1.2	Plan for eksperimentet	17
3.1.3	Risikoanalyse	17
3.1.4	Observasjoner og data	19
3.1.5	Diskusjon og resultat	23
3.1.6	Konklusjon	24
4	Journalen som verktøy	27
4.1	Dokumentere ideer	27
4.2	Litteraturstudie	27
4.3	Øvelse	27
5	Generelle råd for journalføring (i kort form)	29

Förord

A laboratory notebook (colloq. lab notebook or lab book) is a primary record of research. Researchers use a lab notebook to document their hypotheses, experiments and initial analysis or interpretation of these experiments. The notebook serves as an organizational tool, a memory aid, and can also have a role in protecting any intellectual property that comes from the research.[1]

När det gäller det arbete som man gör i forskning och utveckling (men även andra områden) är det viktigt att arbeta systematiskt. Men för att det skall vara möjligt att göra detta på ett effektivt sätt måste man se till att alltid komma ihåg exakt vad man gjorde tidigare. Om man bara förlitar sig på sitt minne finns det en risk att man kan glömma av några detaljer. Eller mer tydligt, kommer du ihåg vad det var du gjorde för 37 dagar sedan? Vad åt du till frukost, tog du cykeln eller bussen, vilken buss..

Det är viktigt att inte glömma att alla glömmar eller förlorar detaljer. Det finns olika spel där det går ut på att minnas saker och är det lätt? Samma sak när man läser till en examen, man glömmar alltid någonting. Exakt det samma gäller när man exempelvis skall göra ett experiment. Man glömmar!

Samtidigt är det viktigt att man har all information som behövs för att exempelvis skriva en rapport, eller vetenskaplig artikel. Skall man återupprepa ett experiment är det viktigt att man vet exakt vad man gjorde. Här borde det vara uppenbart att det mänskliga minnet inte är tillräckligt utan vi behöver ta i bruk hjälpmedel.

Det hjälpmedel som avses är en laboratoriejournal eller lab-journal (eng: Lab notebook). Som alla verktyg så handlar det inte bara om att ha den utan att använda den och använda den på rätt sätt. Detta är dock något som kräver träning, och desto mer man övar desto bättre blir man. Här är det viktigt att börja tidigt och inte tröttna utan hitta sin egen journalföringsteknik. Dock är det viktigt att anpassa sig till målgruppen för lab-journalen, något som beror på kontexten. En lab-journal du för under studierna har en äldre version av dig själv som målgrupp, möjligen dina lab-kamrater. Dock inte lab-assistenten!!!! Denne är där i rollen som vägledare för att hjälpa dig att hitta rätt och guida dig. I en framtida yrkesroll så kommer en journal ha en annan målgrupp, dina kollegor. Detta gör att man måste anpassa sig till den praxis som finns där, men har man en god grund att stå på blir det lättare.

Detta häfte är till för att ge motivation för att lära sig föra journal och visa på viktiga saker som bör vara med. Det är viktigt att du är medveten om att jag inte ger ett facit (som inte existerar) utan guidar dig att hitta en form som underlättar för dig. Journaler under utbildningen är ganska personliga och skall brukas till att skapa en vana att föra journaler. I arbetslivet kommer då den grund som lagts här att vara till nytta.

Jonas Persson
Trondheim, Januari 2015

Det sker hela tiden ändringar i vad som är viktigt att ta med i journalen och vad som gäller för lagring. I tillägg upptäcker man som författare små fel och misstag i det man skrivit. Detta är en uppdatering av häftet som nu varit i bruk 5 år. Det kommer dock alltid finnas misstag och möjligheter att bättre beskriva saker så det är inte sista versionen som skrivs.

Jonas Persson
Trondheim Oktober 2019

I denne oppdateringen er heftet blitt oversatt fra svensk til norsk for å gjøre det mer tilgjengelig for norske studenter. Teksten er også blitt bearbeidet for å gjøre den enklere å lese, og ikke minst bruke. Målet er at du skal kunne bruke heftet som et aktivt hjelpemiddel og en guide når du skriver journal, og som du drar opp hvis det er noe du lurer på eller ikke helt husker hvordan du skal gjøre. Dette heftet og bearbeidelsen av det gjør forhåpentligvis prosessen med å lære seg journalføring, enklere og mer motiverende.

Tora Dahl
Trondheim Januar 2020

Kapittel 1

Hvorfor føre journal

Et av de mest fundamentale aspektene ved arbeid som gjøres i henhold til den vitenskapelige metoden, er at resultatene man får noteres ned og lagres. Dette gjelder på alle nivåer; fra grunnskolen, til universitetet, til profesjonell forskning. Alle som driver med noen form for eksperimentelle undersøkelser eller forskning bør kunne forstå og anvende de gjeldende prinsippene for å dokumentere handlingene, tankene og resultatene sine.

Det finnes flere ulike årsaker til at man fører journal. For forskere er det viktig med notater som dokumenterer eksperimentelle oppsett, metoder, observasjoner og resultater, samt mer analytiske notater som diskuterer, vurderer og tolker observasjonene og resultatene. Dersom journalen er notert detaljert nok kan den brukes i fremtiden til å gjenta og verifisere eksperimentet. I tillegg kan journaler brukes til å gjøre arbeidet med å skrive rapporter, patent eller vitenskapelige artikler betydelig lettere.

For at dette skal være mulig, er det viktig at alt som gjøres dokumenteres på en tydelig og konsis måte. Dette innebærer at eksperimenter må beskrives i detalj, og at eksperimenter som mislykkes må beskrives i like stor detalj som de som lykkes. Det er viktig å huske at et eksperiment som mislykkes eller ikke gir et resultat er like viktig som et som lykkes eller gir et resultat. Dette står i kontrast til vitenskapelig publisering der bare vellykkede eksperimenter beskrives.

Et grunnleggende prinsipp for journalføring er at notatene skal være så detaljerte at en person i fremtiden skal kunne bruke journalen til å repetere eksperimentet. En annen forsker skal f.eks. kunne gjenta forsøket kun basert på nedskrevne beskrivelser i journalen, og ut fra dette gjøre *samme* observasjoner som i originalen.

Man må huske at et eksperimentelt resultat må bekreftes av noen andre før det aksepteres, helst med en annen metode eller utstyr for å utelukke at resultatet kom av systematiske feil som feil ved målemetoden, utstyret etc. Da er det viktig at fremgangsmåten er nøye dokumentert. Dette gjelder også en selv; forfatteren skal selv forstå egne notater og kunne gjenta forsøket, selv om det har gått flere år siden eksperimentet ble gjennomført.

Journalen kan fungere som et verktøy der observert data analyseres, diskuteres og evalueres. Selv om data idag som oftest ligger som datafiler, er det bra å notere dem i journalen i tillegg, alternativt skrive ut og lime inn. Dette er fordi

en journal er en logisk plass å samle og sammenfatte alle resultater. Journalen fungerer som et levende verktøy som kan brukes aktivt ved at ny informasjon og nye tanker kan legges til fortløpende, slik at journalen hele tiden inneholder all informasjon man har, og alle diskusjoner man har hatt.

I tillegg til å beskrive selve eksperimentet, bør journalen også brukes til å beskrive og vurdere arbeidsmetoden. Dette utgjør enda en dimensjon av journalføring som er viktig for personlig utvikling.

1.1 Journaler i industrien

For mange foretak er journalføring en integrert del av virksomheten, for å sikre god dokumentasjon. Her kan en veldokumentert journal til og med fungere som et grunnlag for oppfinnelser og patenter. En korrekt ført journal er en essensiell del av patentprosedyren, fordi den er det eneste beviset på et en spesifikk person faktisk står for ideen. En journal kan regnes som et juridisk dokument som kan brukes i retten for å avgjøre patent-tvister.

Enda viktigere er det at journaler kan fungere som en uformell måte å spre informasjon, i motsetning til vitenskapelige rapporter. Denne måten å jobbe på har blitt vanligere, fordi man nå har mulighet til å bruke elektroniske journaler, som kan deles mellom flere personer. Det er heller ikke uvanlig at journaler brukes som en fortløpende måte å se hvordan ulike prosjekter utvikler seg. Dette sikrer spredning av kunnskap og at et prosjekt ikke er avhengig av én person.

1.2 Journaler i akademia

Som student fører man journaler fordi det kreves i en del fag (spesielt fag med lab). Det er viktig å innse at journalføring er en ferdighet som også kan være til stor nytte i fremtidige arbeidssituasjoner. Om man utvikler denne ferdigheten ved universitetet, blir journalføring en rutine og en naturlig del av eksperimentelt arbeid, noe som vil være en fordel ved mange arbeidsplasser. Å skrive en god journal krever disiplin og øvelse, og utdanningen er en fin mulighet til å øve på nettopp dette.

For studenter som skal drive med ny eller nyskapende forskning, kommer journalen til å være hovedkilden til informasjon når man skal skrive en avhandling (master), eller en teknisk rapport. En god journal forenkler denne jobben betydelig. Her, som i industrien, kan også oppfinnelser og patent være en motivasjon til å føre en god journal.

Kapittel 2

Journalens generelle utforming

Journalen skal inneholde nødvendig informasjon, og dette betyr at ingen informasjon kan ligge løst eller slik at den kan forsvinne. Man må derfor benytte seg av innbundne notatbøker som er solide og tåler røff behandling. Dersom informasjon finnes i form av løse lapper, må de limes inn. Dette setter også krav til hvilken penn og hvilket papir man bruker. Notatene må skrives med en penn som ikke kan viskes ut. Dersom man vil viske ut noe, må man heller skrive en kommentar om hvorfor det som er notert skal sees bort fra.

2.1 Overordnede prinsipper

I kommende avsnitt gjennomgås grundig hva man må tenke på når man fører en journal.

Her kommer først en liste med overordnede prinsipper for journalføring:

- Notater skal gjøres fortløpende under arbeidet, og man skal ikke vente til senere.
- Alle notater skal dateres og eventuelt signeres.
- Journalen skal deles opp i oversiktelige og beskrivende avsnitt.
- Skriften skal være tydelig, og teksten grammatisk korrekt.
- Bruk en aktiv fortellerstil (1. person) for å få en flyt i beskrivelsen og vise hvem som har gjort hva.
- Eventuelt skal hvert notat/side bevitnes av en annen person (dato og signatur).

2.2 Organisering av journalen

Nøkkelen til en god journal ligger i tydelighet; tydelig oppsett, tydelige beskrivelser og tydelig håndskrift. En rotete journal vil kreve mer tid og energi for

å få ut informasjonen man trenger, og kan i verste fall gi feil informasjon. Jo enklere det er å finne frem i journalen, jo mer bruker man den.

Det finnes ikke én fasit på hvordan en journal skal se ut. Hver person, jobb og prosjekt trenger et system som passer for akkurat dem/det. Dette innebærer at man må være fleksibel på hvilket system man bruker. Dette betyr ikke at man kan gjøre akkurat som man vil; det betyr at man må kunne de grunnleggende prinsippene for hvordan en journal bør organiseres, og bruke dem etter hva situasjonen krever. Her kommer disse grunnleggende prinsippene til å bli gjennomgått.

Det første man må tenke på er at journalen må være skrevet slik at hvem som helst skal kunne forstå hva man har skrevet, og kunne bruke journalen i fremtiden. Dette gjør at samtidig som man skal ha et personlig perspektiv, må man kunne formidle det perspektivet til fremtidige lesere (som også kan være deg selv.) Om man for eksempel skal samle analytiske data så er en velstrukturert tabell det beste. Handler det om å teste ut nytt utstyr, kan en fortellende beskrivelse være bedre.

2.2.1 Utforming av journalens første sider (Front matter)

Det er noen ting journalen burde inneholde som ikke utgjør selve notatene, men som setter journalen i en kontekst og organiserer den godt. Disse er; omslag med tittel, tittelside med kontaktinformasjon, innholdsfortegnelse, forord og liste over brukte forkortelser. Har foretaget eller universitet noen spesifikke instruksjoner om journalføring bør også disse finnes i journalen, før innholdsfortegnelsen.

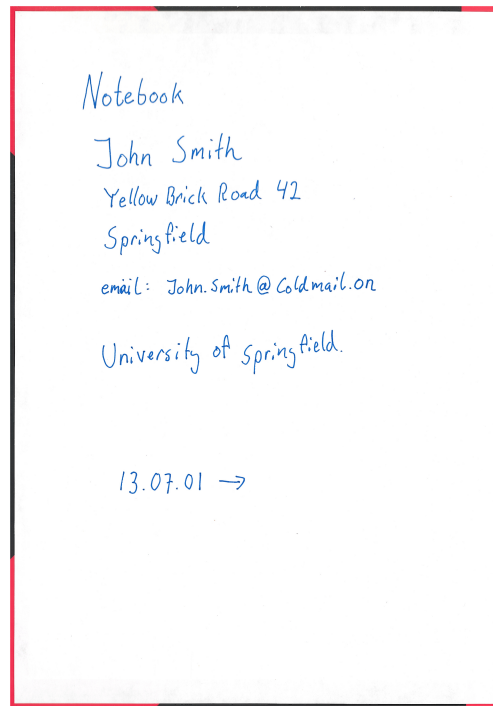
Alle sider burde nummereres, så det blir lettere å slå opp i journalen. Fordi journalen er et levende verktøy, er det viktig å la det være rom til utfyllende kommentarer som skrives underveis eller etterpå. Derfor burde man kun bruke høyre side av oppslaget til journalføring, slik at venstre står åpen.

Omslag med tittel

Journalen bør ha en tittel som gjør det lett å identifisere den. Denne burde være så enkel som mulig, men samtidig så spesifikk at journalen kan identifiseres. Her kan det være praktisk å, foruten tittel og navn, skrive datoen den begynte å bli brukt. For å gjøre lettere å identifisere den også når den står med andre bøker, bør man skrive tittel eller annen identifikasjon på ryggen av journalen.

Tittelside med kontaktinformasjon

Den første siden i journalen skal inneholde kontaktinformasjonen til den som har ført journalen, og datoen den begynte å bli brukt. (Figur 2.1) Dersom journalen tilhører deg personlig, er kontaktinformasjonen din egen kontaktinformasjon. Skriver du den ved et universitet eller en bedrift, burde det navnene til disse inkluderes i kontaktinformasjonen.



Figur 2.1: Eksempel på tittelside på innsiden av omslaget.

Innholdsfortegnelse

En innholdsfortegnelse gjør det lett å finne informasjon i journalen. Her må man tenke på at innholdsfortegnelsen skal kunne fylles på i etterkant, så det må holdes av plass til det.

Den generelle innholdsfortegnelsen består av en tabell med én kolonne for dato, én kolonne med beskrivende tittel på avsnittet og én kolonne med side-nummer (Figur 2.2) Akkurat hvordan innholdsfortegnelsen skal se ut varierer etter behov, så også her er det viktig å være fleksibel. Inneholder f.eks. journalen flere prosjekter, må innholdsfortegnelsen struktureres etter dette.

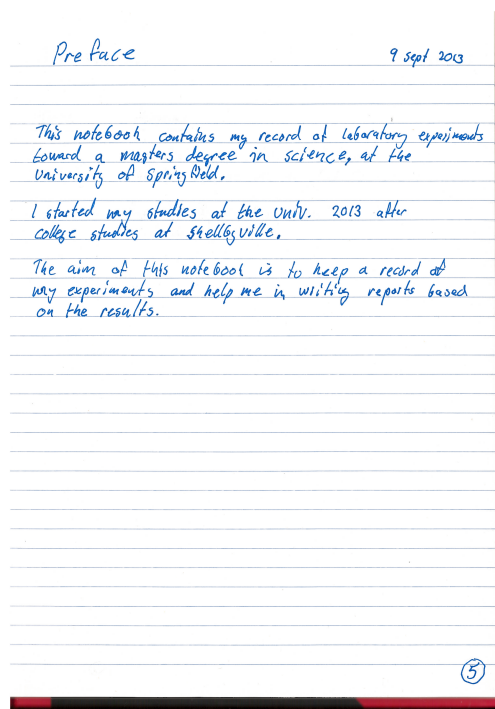
Date	Subject	Page
9. sept 2013	Preface	5
begin 10. sept-13	Table of abbreviations	7
15. sept 2013	Physics 101: Determination of g	11
29. sept 2013	Chemistry 102: Boiling point of pentanol	23

Figur 2.2: Eksempel på innholdsfortegnelse.

Forord

Forordet er en del av journalen som mange velger å ikke ha med, fordi man ser på journalen som upersonlig eller fordi man antar at ingen andre skal lese den. Dette kan være sant, men for fremtidige lesere må journalen settes inn i en kontekst hvis den skal tolkes rett. Dette vil også være nyttig for deg om du leser din egen journal en stund etterpå. Forordet trenger ikke være langt, men bør inneholde følgende informasjon (Figur 2.3):

1. Hvem har skrevet journalen. Skriv også tittel på journalen, institusjon og eventuelle medarbeidere og veiledere.
2. Hva er målet med journalen. Beskriv journalens rolle. Dersom journalen er en fortsettelse på en tidligere journal i et prosjekt kan en oppsummering av prosjektet være bra å ha med.
3. Hvor har journalen blitt brukt? Dette trengs dersom man vil konsultere annen data som finnes. For studenter og universiteter handler dette blant annet om informasjon om emneplaner og ansatte.
4. Finansiering? For studenter er ikke dette viktig, men dersom det gjelder et forskningsprosjekt, er dette informasjon som burde inkluderes. Lånekassen er ikke en finansiør man trenger å oppgi.



Figur 2.3: Eksempel på forord i en students labjournal.

Forkortelser

Når man skriver en journal hender det at man bruker forkortelser for å betegne ulike ting. Det kan handle om kurskoder, rom- og plass-nummer osv (Figur 2.4). Disse forkortelsene fungerer for deg der og da, men er ikke nødvendigvis lette å forstå i fremtiden. For å unngå å måtte skrive fulle beskrivelser flere ganger, kan man ha en eller flere sider med forkortelser som brukes ofte. Dette kan også gjelde instrumenter og metoder, eller verdien til konstanter som brukes ofte.

2.3 Arkivbestandighet

Noe man vanligvis ikke tenker over er hvor holdbart materialet man bruker, er. Med holdbarhet menes her arkivbestandighet, det vil si hvor lenge man kan lagre materialet før det ikke er lesbart lengre.

Arkivbestandighet må tas hensyn til når man velger både papir og penn til journalen. Generelt skal papiret ha så høy kvalitet som mulig (helst syrefritt papir), og må lagres mørkt, tørt og ved jevn temperatur. Bøker bør i tillegg oppbevares stående.

Blekk og fargepennar bør velges slik at de varer i lang tid uten å blekes, og det beste er om man kan få tak i arkivbestandig blekk. Blyant kan brukes, men da den være myk så teksten blir tydelig (B eller HB.) Tusj i farge burde unngås helt, spesielt lyse farger.

10 sept 2013

Abbreviations	
<u>Abbrev.</u>	<u>Meaning</u>
101	Physics course Mech. Fall 2013
102	Chemistry course General. Fall 2013
EXP	Exploring Physics; Data collecting software used in physics labs.

Figur 2.4: Eksempel på hvordan en side med forkortelser kan se ut.

2.3.1 Elektroniske lagringsmidler

Idag ser vi det som en selvfølge at alt kan lagres elektronisk og at all informasjon finnes der for alltid. Ser vi på de elektroniske lagringsmediene vi har idag, så vet vi dog ikke hvor lenge vi kan være sikre på informasjonen holder seg. En magnetisk harddisk mister sakte informasjonen om man ikke leser og kopierer data med jevne mellomrom. Ulike former for disketter har kommet og gått og majoriteten av disse er ikke lesbare idag, fordi det ikke finnes lesere og fordi dataen har blitt korrupt. Det samme gjelder optiske lagringsmedium som CD, LaserDisk og DVD.

Dette gjør at lagring på elektroniske medium krever konstant kopiering som koster energi og stor lagringskapasitet. Dette er idag mulig gjennom servere, men det finnes ingen garanti for at de varer for evig. Så selv om det finnes fordeler ved å lagre elektronisk, er en fysisk labjournal noe man vet at varer i hundretalls av år.

Kapittel 3

Journalføring av laboratorieeksperiment

Som tidligere nevnt, er det viktig å være fleksibel når man skriver journal. Dette betyr at hva og hvordan man fører inn i journalen avhenger av formålet med journalen. Det man alltid skal spørre seg er hvordan man kan føre journalen slik at innholdet blir så klart og lettforståelig som mulig.

Hvert prosjekt eller oppgave kan deles opp i fire faser: Bakgrunn, planlegging, utførelse og analyse av resultatet. Disse fasene kan brukes som en generell mal for journalen, men også flere faser kan inkluderes. De ulike fasene tar også opp ulik mengde med plass, som vil variere etter hva slag type journal som skrives.

3.1 Journalens fem hoveddeler

Eksperimenter kan ta alt fra noen timer til flere uker til år. Da er det viktig at man i tillegg til å journalføre rådata, også setter dem inn i rett kontekst. Her er det praktisk å ha med iallefall fem hoveddeler:

- Introduksjon
- Plan for eksperimentet (Fremgangsmåte og eventuell teori)
- Observasjoner og data
- Diskusjon av resultater
- Konklusjon

Her er det verdt å notere seg at analysen av resultatet har blitt delt opp i to deler; diskusjon og konklusjon. Å dele opp på denne måten gjør det mulig å først argumentere og deretter samle tankene. Dette gjør det enklere å se hvordan man tenkte, noe som gjør det mulig å finne eventuelle tankefeil eller feil. På denne måten kan konklusjonen følge naturlig etter diskusjonen og holdes fri for omfattende diskusjon.

Man kan også notere seg at denne oppdelingen følger den deduktive vitenskapelige prosessen der man utformer en hypotese, og fra den konstruerer et eksperiment for å teste hypotesen, gjennomfører testen og drar konklusjoner.

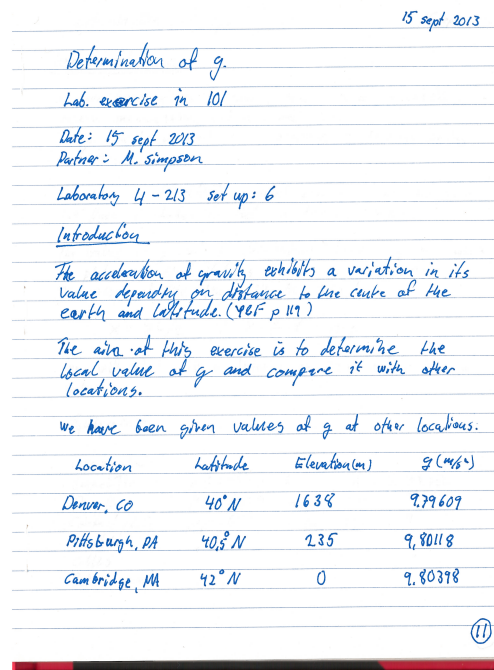
Oppdelingen fungerer også med en induktiv prosess, der store datamengder samles inn og en konklusjon dras.

For hver del skal man passe på å ha en så beskrivende overskrift som mulig. Det er mulig å ha en overskrift som "Introduksjon", men ofte er det nyttig med en mer konkret overskrift, for eksempel Eksperiment-planlegging for å teste lederegenskapene til BN_2 . Om avsnittene blir lange (over flere sider) er det bra med deloverskrifter og at man på toppen av hver side skriver hvilken del det er.

3.1.1 Introduksjon

For hvert nytt eksperiment skal man starte på en ny side der dato, beskrivende tittel, evt prosjektnummer og annen viktig informasjon skal skrives. Her er det også lurt å skrive opp sted og hvem man samarbeider med. Etter dette skal man skrive en introduksjon til eksperimentet og en beskrivelse av den vitenskapelige problemstillingen. Her skal man også skrive motivasjonen bak eksperimentet (Figur 3.1).

Det er introduksjonen som gir motivasjonen og setter eksperimentet i sin rette sammenheng, og det er derfor viktig at den er så komplett som mulig. Dette kan virke unødvendig for laboratorieøvelser på grunnnivå, men er desto mer viktig når man etterhvert skal designe egne eksperimenter. Dersom introduksjonen blir lang må man dele den opp i hensiktsmessige deler.



Figur 3.1: Eksempel på introduksjon til et eksperiment i en labjournal. Noter deg bruken av referanse når det gjelder teorien.

3.1.2 Plan for eksperimentet

Etter introduksjonen skal en beskrivelse av og en plan for eksperimentet følge. Om man har en tydelig beskrivelse av hva man skal gjøre og hvordan man har tenkt å gjennomføre dette, blir det lettere for fremtidige lesere å se hva som har blitt gjort, og lettere for en selv å fokusere på problemet og ikke minst løsningen. Samarbeider man med andre fungerer dette også som en innføring i hvordan man har tenkt. Ved å skrive en detaljert plan, gjør man også at dersom eksperimentet må modifiseres underveis, finnes de opprinnelige planene. Disse kan man gå tilbake til senere for å se hvordan eksperimentet har utviklet seg, og dette er veldig lærerikt og nyttig.

Det er viktig at presentasjonen av planen er så tydelig og oversiktlig som mulig, og da er bruk av figurer og lister med planlagte steg i eksperimentet en fordel. Her kan også referanser til andres arbeid inkluderes, men det er viktig at man erstatter egen plan med noen andres. Det er egne ord som trigger tankeprosessene og gir nye ideer. (Figur 3.2)

Det er viktig å se forskjellen mellom introduksjonen og planen for eksperimentet. Introduksjonen skal sette eksperimentet inn i en kontekst, mens planen er et fremblikk på det som skal skje.

Om man velger å presentere planen som en liste med mål som skal oppfylles, burde man føre inn sidenummer når disse er oppnådd.

I denne seksjonen kan man til og med legge til tabeller med fysiske data som man kommer til å behøve å bruke. Når det gjelder eksperimentoppsett eller utstyr er det mulig å ha med dem i denne seksjonen, men disse kan like gjerne være med i neste seksjon.

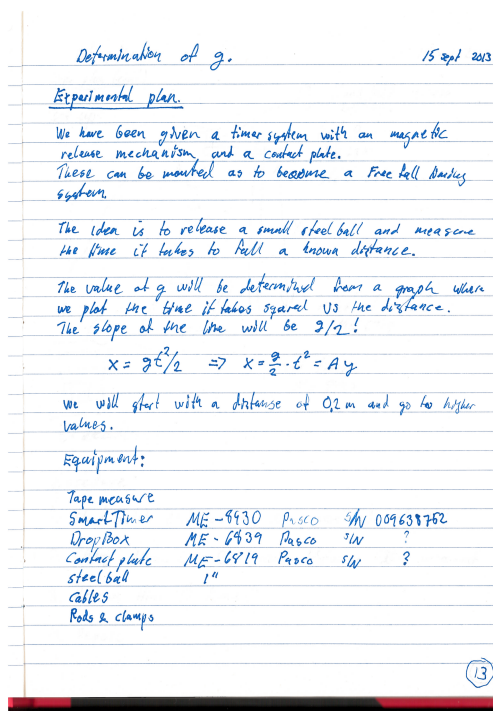
Eksperimentoppsettet bør ha en egen del der man inkluderer en tydelig figur. Tar man bilde av oppsettet, må man huske at det er lett å gå seg vill i detaljer og identifisere alle/de viktigste delene. Derfor er en håndtegnet skisse ofte er bedre eller et like bra alternativ. (Figur 3.3) En liste med hjelpemiddel og instrumenter er også viktig å ha med. Her må man tenke på at et instrument skal kunne identifiseres, og derfor bør man ta med serienummer, i tillegg til type og produsent. Her kan også usikkerheter for instrumentet tabuleres så man slipper å lete etter dette i ettertid.

Om man skal følge en bestemt prosedyre bør denne beskrives her. Det kan handle om en gitt prosedyre eller en prosedyre som du utvikler selv.

3.1.3 Risikoanalyse

Sikkerhet har fått et økt fokus, og risikoanalyse skal dermed være med i planleggingen av eksperimentet. Dette kan være utfordrende og krever mye trening. Fremfor alt ligger utfordringen i å identifisere risikoene som finnes. Her er det viktig å gå igjennom de forskjellige stegene i eksperimentet og vurdere hva som kan gå feil. Her bør det påpekes at det ikke er mulig å identifisere alle risikofaktorene, men det handler om å identifisere de man kan og minimere risikoene for at disse hendelsene inntreffer.

Det er viktig å bruke journalen som et verktøy for å lære seg å identifisere risikoene ved å hele tiden gå tilbake til den risikoanalysen som ble gjort i starten for å se om det var noe som ble glemt og isåfall skrive det opp på venstresiden.



Figur 3.2: Eksempel på eksperimentell plan. Observer at utstyret er beskrevet i detalj. Her gis også det teoretiske grunnlaget for eksperimentet og hvordan man har planlagt å gå til verks.

Når man skal identifisere risikoer, burde man sett opp en tabell for alle mulige risikoer for skade som man kan finne, og for hver risiko vurder disse punktene:

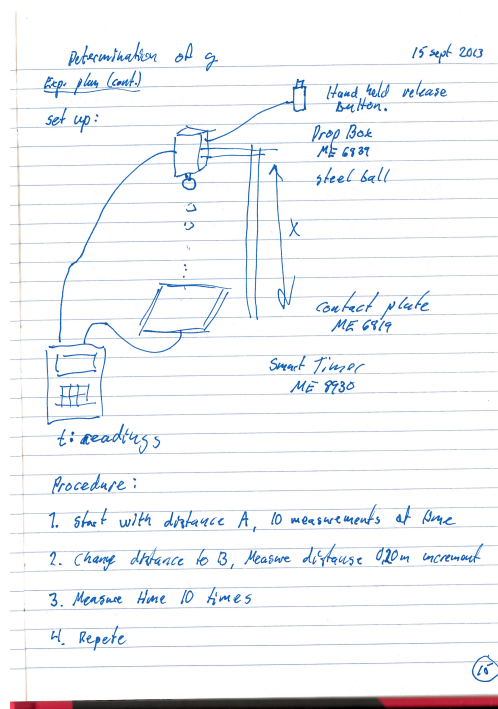
Hvor stor er risikoen? For eksempel finn hvor mange dager du kan gjøre dette før skade oppstår.

Om en skade oppstår, hvor alvorlig er den? Er konsekvensen dødelig? Eller dreier det seg om mindre skader som ikke krever medisinsk behandling?

Hva kan man gjøre for å minimere risikoen? Hvordan kan man handle for at skade ikke oppstår?

For å få en indikasjon på om en risiko for skade er akseptabel, kan man bruke forskjellige klassifiseringer der risiko og alvorlighet multipliseres. Det viktigste med risikoanalyse er dog å forebygge risiko så godt som mulig. Dette innebærer for eksempel at man alltid har på beskyttende drakt, hansker og briller når man arbeider med farlige kjemikalier, eller at man aldri spiser og drikker i et laboratorium.

Risikoanalyse omfatter ikke bare skade på personer, men også alle mulige miljøeffekter (kjemikalier etc.)



Figur 3.3: Fortsettelse av eksperimentell plan. Her skisseres eksperimentoppsettet med navn på de ulike delene. Studenten angir i tillegg hvordan hen skal gå til verks gjennom en bestemt prosedyre.

3.1.4 Observasjoner og data

Dette er den sentrale delen av journalen, der alle observasjonene som gjøres underveis i eksperimentet skrives ned. Disse observasjonene og dataene danner grunnlaget for om du kan verifisere eller forkaste hypotesen, og hjelper deg med å planlegge nye eksperimenter. Det er viktig at du er objektiv når du skriver ned observasjoner, og at du ikke utelater noe.

Det du observerer er rådataene dine, og det du bør konsentrere deg om er å observere og skrive ned disse dataene. Dersom du ikke forsøker å tolke resultatene eller gjøre beregninger underveis, så er det større sjanse for at du ikke gjør noen feil. Dette handler i prinsippet om at du følger eksperimentplanen til fulle, og ved å arbeide på denne måten unngår du lettere en eventuell bias til et forventet resultat.

En annen grunn til å jobbe på denne måten er at du har all informasjon om du skulle oppdage noe uventet. Louis Pasteur sa:

Chance favors only the prepared mind

Mange av de store vitenskapelige oppdagelsene har blitt gjort ved en tilfældighet, som Røntgen's oppdagelse av røntgenstråling, Fleming's oppdagelse av penicillin osv. Om man har alle eksperimentelle observasjoner og data så er det lettere å oppdage og reprodusere eventuelle uventede resultater.

Observasjonene kan noteres i en fortellende stil, der første person kan brukes for å vise hvem som har gjort observasjonen. Er det en annen som har registrert dataene skal dette fremkomme tydelig i teksten. Det skal være lett å forstå hva som er blitt gjort, så det er viktig at man er tydelig og ikke bruker forvanskende ord eller setninger.

For å oppsummere så er det viktig å notere dataene med en gang, og så tydelig som mulig. Hold fokuset på å gjøre observasjoner når dette skal gjøres.

Format

Når det gjelder data og observasjoner i journalen, så er den allmenne anbefalingen at man fører inn disse på høyre side av et oppslag og lar venstre side være fri for beregninger, grafer og kommentarer. Dersom man imidlertid planlegger å ta ut patent eller vil ha prioritet for en oppdagelse, må man fylle ut alle sider uten tomrom, så man ikke kan bli tatt for å ha fylt de ut i ettertid. For å være helt sikker, skal sidene egentlig bevitnes av en Notarius Publicus, noe som er vanlig praksis i USA.

Det er også viktig at man har med dato så man ser når arbeidet ble gjort. Små notater om ukedag eller en spesiell hendelse den dagen kan fungere som hjelp for minnet.

For at datene man noterer skal være så oversiktlige som mulig, burde man bruke tabellformat. Dette kan gjøres på mange ulike måter. (Figur 3.4,3.5). Her kan man selv velge format etter situasjonen.

Determination of g

15 Sept 2023

Experimental Data

$x = 0,20 \text{ m}$

Error?

$t:$ 0,2020

0,2199

0,2010

0,2015

0,2031

0,2022

0,2005

0,2031

0,2014

0,2005

$\bar{t} = 0,2035 \text{ s}$

$\bar{t} = 0,2017 \text{ s without Error value}$

$x = 0,40 \text{ m}$

$t:$ 0,2962

0,2955

0,2965

0,2848

0,2942

0,2961

0,2947

0,2853

0,2955

0,2952

$\bar{t} = 0,2954 \text{ s}$

19

Figur 3.4: Eksempel på hvordan data kan presenteres. Her er data lagret i et format som ikke er optimalt. I tillegg står det ingen informasjon om hvordan/hvorfra dataen er hentet ut; for å finne ut det må man gå tilbake til den eksperimentelle planen. Er dette en god måte å arbeide på? Observer spesielt at studenten fikk en verdi som avviker. Dette har han markert og når middelverdien regnes ut så regnes to verdier ut; én med og én uten målingen som avviker. Observer at ingen enheter er gitt i tabellen, noe som er feil. Man må alltid oppgi hvilken enhet som er brukt.

Figurer

Et bilde sier mer enn 1000 ord, og dette gjelder også beskrivelsen av eksperimentoppsettet. Har man ikke med dette i planen for eksperimentet, burde det tas med her. Her er det viktig å notere det essensielle med oppsettet. Figuren behøver ikke å være skalert, men det bør noteres om den ikke er det. Er det detaljer som er viktige burde man inkludere detaljtegninger av disse. Forekommer det bevegelse hos f.eks mekaniske deler bør denne bevegelsen markeres i tegningen. I figur 3.3 vises det hvordan en figur kan se ut.

Beregninger

Måledataene som samles inn må ofte bearbejdes, for eksempel ved beregninger. Selve prosedyren med beregninger skal inkluderes i journalen, og her bør man skrive opp formlene som brukes. Dersom flere verdier skal regnes på samme måte, kan man notere hele prosessen for beregningen av én måleverdi, og de øvrige angir man bare sluttverdien til. Ved å jobbe på denne måten blir det

Determinasjon av g 15 sept 2013

Exp. data (cont.)

	$x = 0,6$	$x = 0,8$	$x = 1,0$
t :	0,3481	0,4039	0,4528
	0,3501	0,4025	0,4516
	0,3505	0,4032	0,4510
	0,3495	0,4041	0,4531
	0,3491	0,4029	0,4536
	0,3510	0,4036	0,4505
	0,3489	0,4033	0,4516
	0,3482	0,4037	0,4521
	0,3505	0,4039	0,4510
	0,3499	0,4046	0,4519
$\bar{t}$:	0,3496	0,4036	0,4519

Figur 3.5: Alternativ måte å notere data på. På en måte er dette mer strukturert, men er det allikevel en bra måte? Observer at også her mangler enheter, noe som er en alvorlig feil i journalen.

lettere å se hele beregningproseessen i ettetid, og da blir det lettere å finne følge/tankefeil. På samme måte som med direkte måledata, er det viktig at man har et system for hvordan man noterer sluttverdiene i en beregning.

Grafer

Idag bruker man som oftest datamaskiner til å lage grafer, og disse må føres inn i journalen på en hensiktsmessig måte. Det beste er å lime grafen inn på venstre side der rådataene er tabulert. Man kan i tillegg skissere en enkel graf i lab-journalen mens man registrerer data. For at grafene skal være så brukbare som mulig bør de følge disse punktene:

1. Beskrivende tittel og dato skal være med som overskrift eller som bilde-tekst (under grafen.)
2. Aksene skal være tydelig markerte med størrelser og enheter.
3. Det skal fremkomme tydelig hvilken kurve som hører til hvilke data, og denne informasjonen burde finnes i figuren. (Legends.)
4. Om feilen i dataene er kjent skal disse markeres i grafen.
5. Maksimalt 4 kurver i en graf, flere gjør at det blir vanskelig å lese.

6. Bruk ulike typer linjer i stedet for ulike typer farger.

7. Marker hvilke data som er brukt i grafen.

Korreksjoner

Korreksjoner av data og annet i journalen bør gjøres ved at man drar en strek over det som er gjort feil. Det er også viktig å gi en forklaring til hva som var feil. Dette gjør at feilaktig data fortsatt kan brukes dersom man tok feil i at de var feil. I tillegg husker man da hvorfor de ble tatt bort i utgangspunktet, slik at hele tankeprosessen er med i journalen.

Hvor detaljert skal man være?

Dette er et spørsmål som er vanskelig å besvare. Dersom en kompetent person kan ta journalen din og reprodusere forsøket ditt utelukkende fra din beskrivelse, har du lyktes. Dermed er for mange detaljer bedre enn for få. Det som ofte er åpenbart for deg som forfatter er kanskje ikke åpenbart for leseren. Samtidig kan det være farlig med for mange detaljer, fordi det kan overskygge det vesentlige. En tommelregel er at dersom noe kan påvirke forsøket, så skal det være med. Dersom temperaturen i rommet kan påvirke eksperimentet, skal det noteres. For å sjekke om du har lyktes, kan du la en venn (som ikke har gjort samme forsøk) lese gjennom journalen din og se om hen forstår akkurat hva du har gjort.

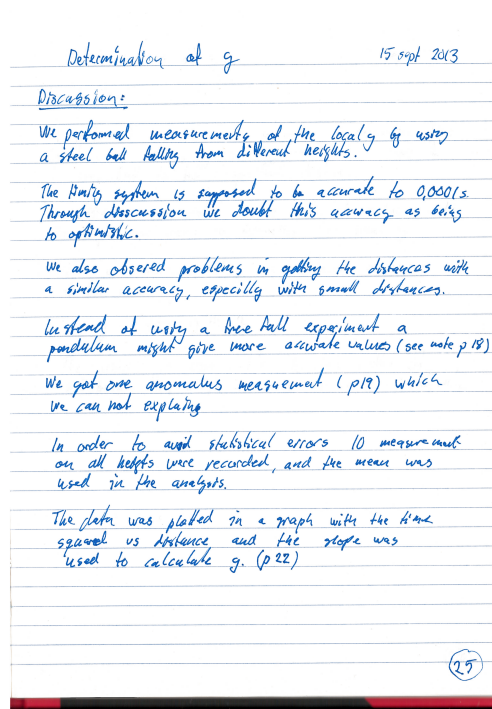
Hvor detaljert det skal være avhenger også av konteksten. I en labjournal du har mens du studerer, er det viktig at du tar med så mye du kan i starten, for å så lære deg hva som kan og bør ekskluderes. Her er både veiledere og medstudenter verdifulle diskusjonspartnere.

3.1.5 Diskusjon og resultat

I denne delen skal man reflektere over observasjonene sine og hvordan man har arbeidet, og den skal skrives etter at man er ferdig med datainnsamlingen. Dette innebærer at dersom man skal gjennomføre en serie av eksperimenter, skal en diskusjon følge etter hvert enkelt eksperiment. Om man får en ny idé under datainnsamlingen skal denne noteres umiddelbart så man ikke glemmer den (på venstre side), og så tas opp i diskusjonen etterpå.

I diskusjonen kan beregninger, grafer og sorterte tabeller inkluderes. Her kan og bør man skrive ned egne tanker og tolkninger. (Figur 3.6)

Noter deg at konklusjoner IKKE hører hjemme her; denne delen er til for å sortere data og forsøke å forstå dem. Selve prosessen for dette er viktig å dokumentere. Resultatene man kommer frem til bør inkluderes i denne seksjonen, selv om de også presenteres i konklusjonen. Her må man være bevisst på at målet for de ulike seksjonene er noe ulike. Her redegjør man for prosessen med å organisere data, mens i konklusjonen presenterer man resultatene og ikke prosessen. Fokuset i denne seksjonen er på det man har gjort og ikke hva man kom frem til.



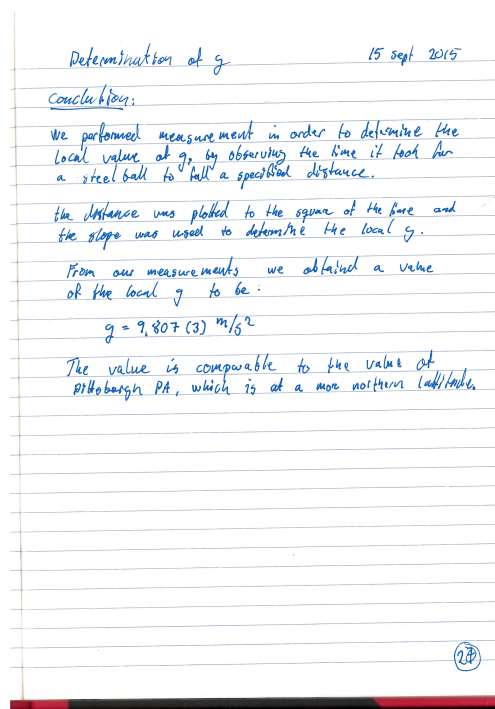
Figur 3.6: Eksempel på diskusjon. Observer at studenten skriver om svakhetene som ble funnet ved denne metoden. Hen bruker også henvisninger til sider i journalen, noe som gjør det enklere å finne frem. Vi ser også at ideer under arbeidet tas opp igjen.

3.1.6 Konklusjon

I den siste delen av journalen skal man oppsummere målet med eksperimentet, hva som ble gjort og hva man har funnet ut. (Figur 3.7) Formen kan være slik:

- Hva var målet med forsøket?
- Har hypotesen blitt bekreftet eller motbevist?
- Hvordan fungerte eksperimentdesignet?
- Hva kunne vært gjort annerledes?
- Hva gjør vi videre? Hva kan vi bruke resultatet til?

Man kan se konklusjonen som et sammendrag for en eventuell artikkel eller rapport. Det vil si at den skal være så informativ at man forstår eksperimentets resultat kun gjennom å lese den. Selv om du skriver en rapport i tillegg så er dette avsnittet viktig for deg å ha i journalen, fordi det forteller deg hva resultatet ble.



Figur 3.7: Konklusjonen fra et eksperiment der målet var å få en spesifikk verdi. I strukturen er konklusjonen lik et sammendrag til en rapport. Observer at konklusjonen sammenfatter hele eksperimentet, og kan derfor brukes for å få et overblikk over hele eksperimentet. Med andre ord; når man leser konklusjonen forstår man umiddelbart hva som skulle gjøres og hvilket resultat man fikk.

Kapittel 4

Journalen som verktøy

Selv om journalen har et direkte formål ved å fungere som en måte å dokumentere eksperimentelle resultater på, så har den et større bruksområde. Her gis det eksempler på hva man kan bruke en journal til.

4.1 Dokumentere ideer

Når man får ideer så trenger man en måte å dokumentere og sortere dem på. Å bruke en journal til dette er god praksis. På denne måten har man muligheten til å dokumentere fremdriften av ideene, som også vil være viktig rent juridisk for en eventuell patent. Her bør man følge prosedyren som for et eksperiment, og ideen bør beskrives kort og konsist og med så enkle ord som mulig.

Ved å skrive ned ideen får man muligheten til å forfine og teste argumentasjonen sin på seg selv. Tegninger er veldig viktige, men det er viktig å også holde dem så enkle og tydelige som mulig. En oversiktstegning og flere detaljtegninger er å foretrekke over å få med for mye informasjon i ett bilde.

4.2 Litteraturstudie

En journal kan brukes som et hjelpemiddel for å gjennomføre en litteraturstudie. Man organiserer journalen etter logiske seksjoner med tomme sider. I hver seksjon fører man inn relevant informasjon for å holde orden på hva som leses og innholdet i det. Fordelen med dette er at alt materialet blir samlet på ett fysisk sted, med minimal risiko for å miste informasjon. Men det finnes også ulemper, den største er at man låser seg i ett format, og man kan ikke omorganisere materialet om man finner en bedre måte å organisere det på. Om man bruker en elektronisk journal unngår man dog dette problemet.

4.3 Øvelse

Selv om dette avsnittet kanskje avviker mer enn de andre fra det man forventer seg av hvordan man kan bruke en journal, så er det kanskje det avsnittet som

er av størst nytte for deg selv. Her er målgruppen deg selv, og det handler om at du skal holde orden på din egen kunnskap og hvordan den utvikles. Ta en situasjon der du skal lære deg å bruke et nytt instrument eller en maskin, og all informasjonen du trenger finnes i manualen. Men til tross for det så finnes det alltid små triks som du får fra en mer erfaren kollega eller som du kommer på selv. Dette er kunnskap som burde skrives ned. Bare det at det skrives ned gjør at du husker det bedre, og du får også notater som kan brukes for å gjenta det du har lært deg.

Denne måten å jobbe på begrenser seg ikke bare til eksperimenter, men kan også brukes i andre sammenhenger, for eksempel med forelesningsnotater. Men da må man tenke på at formen blir annerledes. Her blir hver forelesning et nytt prosjekt”. Introduksjonen skrives før forelesningen, og forelesningsnotatene fungerer som data og observasjoner. Etterarbeidet blir i form av diskusjon av resultatene (forelesningen), og en konklusjon der man sammenfatter det viktigste fra forelesningen. Denne metoden medfører ganske mye ekstraarbeid i starten, men når man har fått rutinen på plass så går det mye lettere og man lærer seg stoffet mye bedre.

Kapittel 5

Generelle råd for journalføring (i kort form)

1. Journalen bør være innbundet og sidene burde nummereres.
2. Det er lurt å ha dato og tittelen på eksperimentet på toppen av hver side.
3. En eventuell labpartner skal noteres med navn.
4. Alle kommentarer og data skal føres inn med en penn som ikke kan viskes ut. Feil skal krysses over med strek og helst kommenteres.
5. Alle beregninger som gjøres skal føres inn i journalen.
6. Alle notater skal skrives inn i journalen. Finnes notater i form av løse papirer, må de limes inn i journalen.
7. Alle utskrifter, bilder etc. skal limes inn i journalen.
8. Eksperimentelle prosedyrer skal føres inn i journalen. Unngå å kopiere labinstruksjoner, skriv heller med egne ord. Beskrivelsen skal være så komplett som mulig.
9. Inkluder en figur av oppsettet, samt en liste med detaljer (modell, serie-nummer) om apparatene som brukes.
10. Angi feilen ved hvert eksperiment. Bruk feilen fra instrumentet, og vis det dersom du estimerer feilen selv.
11. All rådata og utregninger som behandler rådata, skal med i journalen. (Ofte holder det med én detaljert beregning, så kan resten skrives på kort form.)
12. Skriv kun ned dine egne observasjoner i journalen. Andres observasjoner kan legges til som kommentar, men det må skrives tydelig at det er en annens observasjon.
13. Vær nøye med å notere ned innstillingene som ble brukt på instrumentene. Angi enheten til alle størrelser som noteres.

14. Alle konklusjoner skal noteres ned. Vær tydelig med å skille mellom forventet og oppnådd resultat.
15. Oppdater innholdsfortegnelsen etter hvert prosjekt/eksperiment/avsnitt.

Det er viktig å være så objektiv og tydelig som mulig når du fører journal. Det er tillatt (og man bør) skrive i første person. Men viktigst av alt, journalen skal være komplett.

Bibliografi

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Lab_notebook [03.12.2014]

ISBN 978-82-8054-203-8