

Kandidatnummer: 10008, 10001,10005

## Bare et skyvelære?

Mekanisk måleteknikk på TIF og Flyfag  
GkTB

Bacheloroppgave i Yrkesfaglærerutdanning - NTNU  
Juni 2022



Kandidatnummer: 10008, 10001, 10005

## **Bare et skyvelære?**

Mekanisk måleteknikk på TIF og Flyfag  
GKtB

Bacheloroppgave i Yrkesfaglærerutdanning - NTNU  
Juni 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet



Kunnskap for en bedre verden

## Sammendrag

«Bare et skyvelære» - En fordypningsoppgave i emnet måleteknikk

Denne oppgaven er bygd opp av to deler; En yrkesfaglig fordypningsdel og en profesjonsfaglig fordypningsdel.

I den yrkesfaglige delen har vi behandlet emner som *Det metriske system, ISO standarder, måleinstrumenter, toleranser og pasninger* med mer. Dette er emner vi mener er viktig for framtidens fagarbeider å ha gode kunnskaper rundt for å sikre nøyaktighet i målesituasjoner.

I den profesjonsfaglige delen har vi fordypet oss i teori om *relasjonsbygging, veiledning og instruksjon, planlegging av undervisning og læring med mer*; Emner som vi mener bidrar til god opplæring og læring og dermed økt kompetanse hos framtidens fagarbeider, i emnet måleteknikk.

Videre har vi skrevet om *metode for å kunne utvikle egen undervisningspraksis*, og i dette arbeidet har vi gjennomført en opplæringsøkt på en videregående skole som omhandlet temaet måleteknikk. Denne aksjoneringen har vi også belyst i den profesjonsfaglige delen av oppgaven.

I drøftingsdelen av oppgaven har vi drøftet teori opp imot hva som ble gjennomført på aksjoneringen, der vi etter beste evne prøver å belyse vårt FoU-arbeid. Avslutningsvis har vi belyst vårt arbeid i tråd med oppgavens problemstilling, og kommet med en konklusjon basert på denne drøftingen.

## Summary

"Just a caliper" - An in-depth assignment in the subject measurement technique.

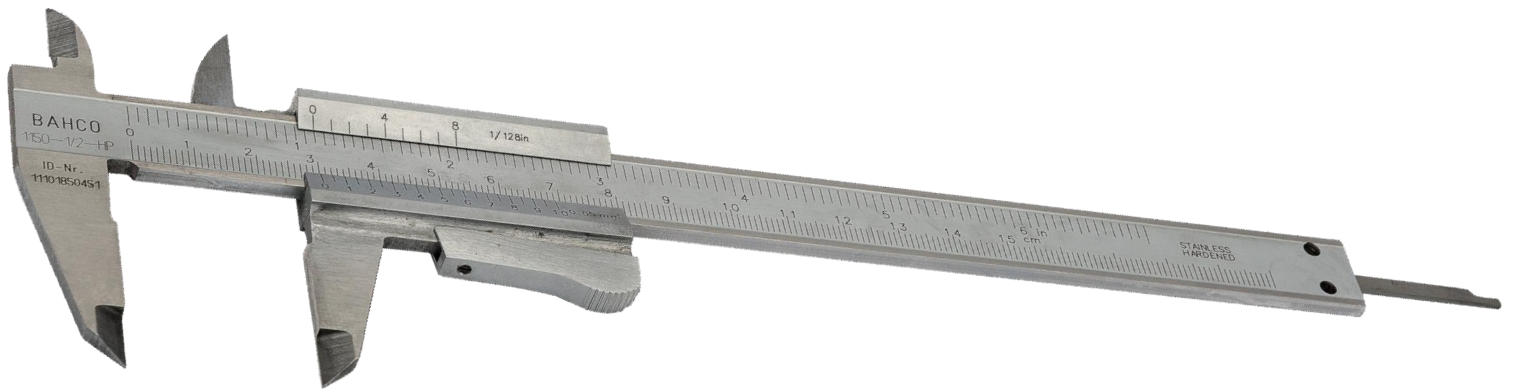
This assignment is made up of two parts: A vocational specialization part and a professional specialization part.

In the vocational part, we have dealt with topics such as the *metric system, ISO standards, measuring instruments, tolerances and fits and more*. These are topics we believe are important for future professionals to have good knowledge about to ensure accuracy in measurement situations.

In the professional part, we have delved into the theory of *relationship building, guidance and instruction, planning teaching and learning* and more; Courses that we believe contribute to good education and learning and thus increased competence of future skilled workers, in the course measurement technology.

Furthermore, we have written about "*method for how to develop teaching practice*", and in this work we have carried out a training session at an upper secondary school which dealt with the topic of measuring. This action has also been highlighted in the professional part of the thesis.

In the discussion part of the thesis, we have discussed the theory against what was done at the action, where to the best of our ability to shed light on our R&D work. In conclusion, we have elucidated our work in line with the thesis problem and come to a conclusion based on this discussion.



Skyvelære - hentet fra [bahco.com](http://bahco.com)

De mest brukte måleverktøyene  
innen mekanisk måleteknikk på  
Vg1 - TIF, Vg2 - Industriteknologi  
og Flyfag



Mikrometer – bilde hentet fra [elfadistelec.no](http://elfadistelec.no)

## Forord

Du tenker kanskje at oppgaven skal av overskriften handle om «bare et skyvelære», men tanken bak overskriften er at det er så mye mer enn bare et skyvelære. Vi må tenke på all den kunnskapen vi faktisk bør besitte for å kunne bruke et måleverktøy slik som f.eks. skyvelæret på en best mulig måte.

En del av innholdet som er produsert i den yrkesfaglige delen er hentet fra egen kompetanse og erfaring. Dette er kompetanse som vi har tilegnet oss gjennom mange år i arbeidslivet, men også gjennom jobben som yrkesfaglærere på henholdsvis Flyfag og TIF. Vi har alle 3 ulike bakgrunn og ulike kunnskapsbase, som strekker seg fra flyverden, via mekanisk industri inn i oljeverden. Dette har vi brukt aktivt i kompetanseheftet for å bygge faglig tyngde.

Denne bacheloren er skrevet som et forsknings og utviklingsarbeid (FoU). «Å være lærer er et håndverk, og enhver håndverker må evne å fornye seg og sine metoder for å holde tritt med tiden.» Dette er et sitat fritt skrevet etter egen hukommelse. Vi kom over sitatet det første året som studenter, men har ikke klart å finne tilbake til det for å kreditere rett person. Sitatet traff oss som ferske yrkesfaglærerstudenter, som kom rett fra bransjen som håndverkere. Læreren skal gjennom lærerplanen, og må bruke sine metoder og verktøykasse til å gjøre det.

Den ideelle leseren av dette kompendiet har grunnleggende mekanisk kunnskap, og kompendiet er ment som en ekstra ressurs innen emnet mekanisk måleteknikk for både elever, men også lærere ved Vg1 - TIF, Vg2 industriteknologi, samt Flyfag. Dette ekskluderer imidlertid ikke de som ønsker å lese kompendiet for å lære seg grunnleggende mekanisk måleteknikk, men denne leseren vil møte på fremmedord som hen vil kunne måtte undersøke betydningen av, google er en god venn i et slikt tilfelle.

Takk til alle som har hjulpet oss i arbeidet med denne bacheloroppgaven, spesielt ansatte ved NTNU, og også elevene, lærere ved Charlottenlund vgs som var disponible for oss ifm. aksjoneringen. Til sist ekstra takk til alle som har bidratt ekstra på hjemmebane for at vi har kunne sitte ut i de sene nattetimer for å jobbe med denne oppgaven. Uten dere ville ikke denne bacheloroppgaven kommet i mål.

Trondheim, Eid, Bodø

Våren 2022

## Kommentar til dokumentet:

Oppgaven er skrevet som to deler; Yrkesfaglig fordypning og profesjonsfaglig fordypning. I den yrkesfaglige delen har vi valgt å drøfte underveis i teksten, mens for den profesjonsfaglige delen har vi valgt å drøfte emnene vi har behandlet i et eget kapittel, i lys av FoU arbeidet vårt.

Vi har skrevet første del av oppgaven som et kompendium til bruk innen emnet måleteknikk, og er forsøkt skrevet med tanke på at en vg1 TIF eller vg2 flyfag-elev skal lese det. Vi vil med dette kompendiet gi elever, men også lærere en kunnskapsbase innen emnet. Denne basen håper vi kan bli starten på å gi grobunn for en dypere kompetanse innen emnet. Lærere kan bruke kompendiet som en refresher til temaet måleteknikk, og elevene kan bruke kompendiet for å starte sin *reise innen måleteknikkens vidunderlige verden!*

Andre del av oppgaven er skrevet som et FoU-arbeid, og undervisningsopplegget vi har utviklet i forbindelse med det henger sterkt sammen med den første delen av oppgaven. Disse må derfor sees i sammenheng med hverandre, men kan også leses hver for seg.

*Vi har forsøkt å dele inn kompendiet (Yrkesfaglige fordypning) i hvilken kunnskapsdybde vi mener vg1-elever bør ligge på og hvilken dybde vg2-elever bør ligge på. Det som er merket med **gul ramme** er det vi mener elever på Vg1 bør beherske, dette gjelder jo selvfølgelig også elevene på Vg2 og Vg3. Det vi har merket med **blå ramme** er det som vi mener elever på Vg2 bør beherske. Dette betyr imidlertid ikke at en vg1-elev trenger å slutte å lese når den har lest det som er merket med Vg1, men heller føler trangten til å fortsette å lese. Og likens må en vg2-elev få med seg vg1-stoffet for å få helheten. Tekst og informasjon som ikke er merket med noe spesifikt er tiltenkt lærere og andre som finner det interessant.*

*Rundt om i dokumentet bruker vi hyperlenker for å skape helhet og sammenheng for leseren. Hvis dokumentet leses elektronisk kan disse brukes for å flytte seg til emner som utdypes andre steder i dokumentet. Har man først brukt en slik lenke kan man bruke tastekombinasjonen: «Alt + pil-til-venstre» for å komme seg tilbake til der man var når man trykket på lenken.*

## 1 Innhold

Sammendrag .....	1
Summary .....	2
Forord .....	4
Kommentar til dokumentet:.....	5
1  Innledning.....	10
1.1  Problemstilling.....	10
1.1.1  Fremtidens fagarbeider i fokus .....	10
1.2  Læreplaner og kompetansemål.....	11
2  Yrkesfaglig fordypning.....	12
2.1  Ordliste over måletekniske grunnbegreper .....	12
2.2  Skyvelære.....	14
2.2.1  Historien om skyvelæret .....	14
2.2.2  Bruk av analogt skyvelære .....	15
2.2.3  Avlesning av millimeter-skalaen.....	17
2.2.4  Avlesning av tomme-skalaen.....	19
2.2.5  Ulike typer skyvelære .....	21
2.3  Mikrometer.....	22
2.3.1  Oppbygging av mikrometer.....	23
2.3.2  Avlesing av mikrometer.....	24
2.3.3  Avlesning av millimeter-mikrometer .....	25
2.4  Føleblad .....	27
2.5  Nøyaktighet .....	28
2.5.1  Nøyaktighet på måleverktøy .....	28
2.5.2  Presisjon .....	29
2.6  Måleteknikk og målemetoder .....	30



2.6.1	Ulike typer målinger .....	31
2.6.2	Subjektiv og objektiv måling .....	31
2.7	Måleverktøy og instrumenter .....	32
2.7.1	Det er viktig å behandle instrumentet riktig.....	33
2.8	Standarder .....	35
2.8.1	SI-systemet .....	36
2.8.2	Imperisk system.....	39
2.8.3	ISO-standard.....	43
2.9	Toleranser og pasninger .....	46
2.9.2	Hovedtyper pasninger .....	49
3	Profesjonsfaglig fordypning .....	52
3.1	Innledning .....	52
3.2	Veiledning og instruksjon .....	53
3.2.1	Instruksjon .....	53
3.2.2	Veiledning.....	53
3.3	Behaviorisme: Assosiasjonslæring.....	55
3.4	Induktiv og deduktiv metode .....	55
3.4.1	Induktiv metode innen forskning – og læring.....	55
3.4.2	Deduktiv metode innen forskning – og læring.....	56
3.5	Relasjonskompetanse for god læring .....	57
3.5.1	Persepsjon og sosiale antenner .....	57
3.5.2	Individuell påvirkning av persepsjon.....	58
3.5.3	Kommunikasjon.....	60
3.5.4	Positivt læringsmiljø .....	60
3.5.5	Bruners teori og det støttende stilas .....	61
3.6	Planlegging av læring og undervisning .....	62

4	Metode.....	63
4.1	Aksjonsforskning – aksjonslæring.....	63
4.2	Observasjon.....	64
4.3	Intervju.....	65
4.3.1	Hva ønsker jeg informasjon om?.....	65
4.3.2	Hvem skal jeg snakke med? .....	65
4.3.3	Hvilken form for samtale skal jeg velge? .....	65
4.3.4	Hvordan kan jeg legge opp samtalen? .....	65
4.3.5	Hvordan skal jeg kunne gjennomføre samtalen? .....	66
4.4	Spørreskjema.....	67
4.5	Variasjon .....	67
5	Aksjonering.....	68
5.1	Forutsetninger .....	68
5.2	Forberedelse før aksjonering.....	68
5.3	Selve aksjoneringen .....	69
5.3.1	Spørsmål i forkant og etterkant (Spørreundersøkelse) .....	69
6	Drøfting .....	70
6.1	Endrings og utviklingsarbeid.....	70
6.2	Intervju som grunnlag for undervisningsutvikling.....	70
6.3	Observasjon som grunnlag for undervisningsutvikling .....	70
6.4	Bruner, støttende stilas og gruppesammensetning .....	71
6.5	Drøfting av selve undervisningen på aksjoneringsdagen .....	72
6.5.1	Starten av økten .....	72
6.5.2	Teoriundervisningen .....	72
6.5.3	Arbeidsoppgaver og praktisk undervisning av måleteknikk .....	72
6.5.4	Hvorfor deduktiv læring, og hva har behaviorisme med det å gjøre? .....	73

6.5.5	Veiledning og instruksjon av elevene i praksisdelen.....	73
6.5.6	Klarte vi å etablere et positivt læringsmiljø? .....	73
7	Konklusjon og oppsummering.....	74
	Referanser .....	75
	Vedlegg.....	79
	Vedlegg 1. Kartleggingsintervju med elever og lærere Side 1-7 .....	79
	Vedlegg 2. Undervisningsplanlegging Side 8-11 .....	8
	Vedlegg 3. PowerPoint presentasjon fra aksjoneringen Side 12-26 .....	12
	Vedlegg 4. Arbeidsoppgaver måleteknikk Side 27-28 .....	27
	Vedlegg 5. Spørsmål til elever i forkant og etterkant av aksjoneringen Side 29-33 .....	29
	Vedlegg 6. Oppsummering av før- og etter spørsmål Side 34-35 .....	34
	Vedlegg 7. Observasjonslogg fra aksjoneringen 22/3-22 Side 36-37 .....	36

## 1 Innledning

Som lærere på vg1 teknologi- og industrifag, vg2 industrideknologi og vg2 flyfag har vi sett at mange elever tar lett på oppgaven når det skal utføres målinger på emner som er under produksjon, eller når det kommer til målinger på deler som er inne til vedlikehold og reparasjon. Vi føler at de ikke «yter» sitt beste når målinger blir gjort, og at nøyaktighet og presisjon mange ganger vil kunne være bedre med en større innsats fra elevene. Denne «slurven» føler vi ikke er elevens feil at blir gjort, og vi tror at elevene selv ikke er klar over at de slurver. Vi tror rett og slett at det er opplæringen som er blitt tatt «for lett på».

I vårt arbeid med denne oppgaven fant vi forskjeller mellom skolene og linjene i hvordan undervisning i emnet måleteknikk ble gitt. Vi fant også forskjeller mellom lærerne innad på en linje, og vi tror det vil gagne industrien om opplæringen er av bedre kvalitet og blir gitt høyere prioritet og større fokus enn det vi ser at den blir gitt i dag.

### 1.1 Problemstilling

Ut fra dette har vi formulert problemstillingen:

***«Hvordan bevisstgjøre elevene ved Industrideknologi og Flyfag om viktighet av presisjon og nøyaktighet i målesituasjoner, samt viktigheten med bruk av relevant underlag og rett måleinstrument, på en bedre måte.»***

#### 1.1.1 Fremtidens fagarbeider i fokus

Nøyaktighet og presisjon i alle ledd fra produksjon til vedlikehold skaper kvalitet. For at framtidens fagarbeidere som går ut fra de tekniske linjene på videregående, og inn i industrien skal ha grunnlag for å produsere med riktig kvalitet så er det viktig med rett og god undervisning på skolene. På denne måten er vi med på å sikre god kvalitet på lærlingene som går ut til industrien hvert år.

Vi mener at veien å gå for å få elevene til å være mer kvalitetsbevisst i arbeidet sitt er mer kunnskap. Med bredere kunnskap om hvorfor nøyaktighet er viktig, og dypere kunnskap rundt de forskjellige aspektene med måleteknikk, og måleinstrumenter er det lettere å holde fokus på kvalitet. Ikke bare når lærerne ser på, eller under praksistester, men også når eleven skal ut i arbeidslivet som fagarbeider.

## 1.2 Læreplaner og kompetansemål

I arbeidet med dette kompendiet har vi tatt utgangspunkt i de tre nevnte linjenes lærerplaner; *Læreplan i vg1 teknologi- og industrifag; Læreplan i vg2 industriteknologi og Læreplan i vg2 flyfag*, og hentet ut spesifikke kompetansemål som går på måleteknikk.

I kompetansemål og vurdering for Vg1 teknologi- og industrifag er et av målene for produksjon og tjenester at elevene skal kunne «forklare og anvende egnede håndverktøy, måleverktøy og maskiner for bearbeiding av materialer innenfor produksjon og tolke måleresultatet i henhold til arbeidstegninger.» (Utdanningsdirektoratet, 2020).

For vg2 industriteknologi er kompetansemålet som omhandler måleteknikk er målet at «eleven skal kunne bruke og velge målemetode og måleutstyr i samsvar med arbeidsoppgaver og vurdere måleresultatet i henhold til toleranser» (Utdanningsdirektoratet, 2021)

For Vg2 flyfag er kompetansemålet for måleteknikk noe rundere formulert. Det mest spesifikke kompetansemålet som omhandler måling, finner vi i kompetansemål etter material- og komponentlære. Der står det «... eleven skal kunne utføre vedlikehold og reparasjoner av luftfartøyer ved bruk av egnede verktøy og måleinstrumenter.» (Utdanningsdirektoratet, 2021)

## 2 Yrkesfaglig fordypning

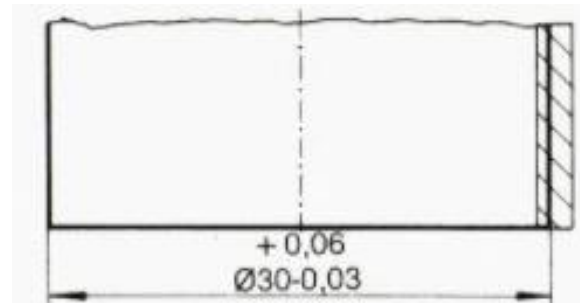
### 2.1 Ordliste over måletekniske grunnbegreper

Når en holder på med måleteknikk er det en forutsetning at du kjenner til de måletekniske grunnbegrepene, ofte kalt fagterminologien. Dette gjelder både for kunder og utførende, da begge ofte har ulike ønsker når det kommer til spesifikasjoner på bestillingen. Disse spesifikasjonene er vanlig å oppgi med ulike begreper (Zilling, 1982, s. 11).

Listen under er ikke på noen måte uttømmende, og er kun et basisgrunnlag i forhold til terminologier.

- Måleobjekt: Gjenstanden det utføres måling på, ofte omtalt som arbeidsstykket.
- Målestørrelse: Den målbare størrelsen hos objektet som måles. Dette kan f.eks. være ulike spesifikasjoner som en skrue oppgis i: *Stordiameter, midtdiameter, lillediameter og stigning*. Eller det kan være «indre diameter» eller «ytre diameter» på et lager.
- Måling: Måleobjektets mål. F.eks. diameter på en aksling. Mest vanlig å oppgi i millimeter (mm). Ved vinkler oppgis de gjerne i grader (°) eller som radius.
- Direkte måling: Når det er mulig å lese av hele målet når du utfører målingen. Du kan utføre direkte måling med f.eks. stållinjal, skyvelære eller mikrometer.
- Indirekte måling: Når man bare kan lese av avviket fra et mål som måleverkøyet du bruker er innstilt på. Ofte vanlig å omtale dette som sammenlignende måling. Eksempel på måleverktøy for indirekte måling er hullindikator, målefiksturer eller måleur som står i stativ. Når disse skal stilles inn er du avhengig av en normal. (*Obs: Måleverktøy for indirekte måling dekkes ikke i dette kompendiet*)
- Kontroll: Her avgjøres det om målet på arbeidsstykket er iht. spesifikasjon (toleranser). Kan utføres ved hjelp av kontrollmål eller med en mal. Resultatet på kontrollen skal avgis enten som godkjent eller underkjent. Viktig at begrunnelse for underkjenning oppgis (undermål/overmål).
- Nominelt mål: Utgangspunktet for størrelsen varen skal leveres i (dimensjon). Ifm. Toleranser er det vanlig å bruk order basismål.
- Avvik: Variasjonen fra basismålet.
- Måleverdi: Det du faktisk måler på det aktuelle måleobjektet, det tallet du leser av på måleverkøyet. Dette er bare et tall, men er vanlig å oppgi med en benevnelse for å gi mening.

- Spredning: Variasjon i måleverdien med gjentatte målinger av samme måleobjekt. Årsak til spredning kan være tilfeldig eller så enkelt som feil avlesning.
- Avlesning: Dette er den avleste verdien. Skal oppgis med riktig fortegn, avhengig av om målingen går over eller under null (+ / -)
- Målområde: Det området som det er mulig å måle mellom. Oppgis med minste og største mulige mål. På mikrometer er det vanlig at dette står oppgitt på bøylene med f.eks. et målområde på 0-25mm.
- Toleranse: Området som et godkjent mål skal ligge innenfor, slik som i bildet under. (Zilling, 1982, s. 12)



**Figur 1.7**

Toleransebilde for aksel

Ø30 = basismål

- 0,03 = nedre toleranseavvik

+ 0,06 = øvre toleranseavvik

0,09 = toleranseområdet

29,97 = nedre grensemål

30,06 = øvre grensemål

Bilde over er hentet fra mekanisk måleteknikk (Zilling, 1982, s. 12).

**All fagterminologi som nevnes over er ikke noe elevene lærer seg med en gang de begynner på TIF. Mye av det kommer underveis gjennom året når de jobber med ulike arbeidsoppgaver og tema. Det er mye nytt for dem og det tar tid å lære seg fagbegrepene, derfor tar det gjerne hele førsteåret på TIF for enkelte elever før de er godt kjent med måletekniske begreper.**

## 2.2 Skyvelære

### 2.2.1 Historien om skyvelæret

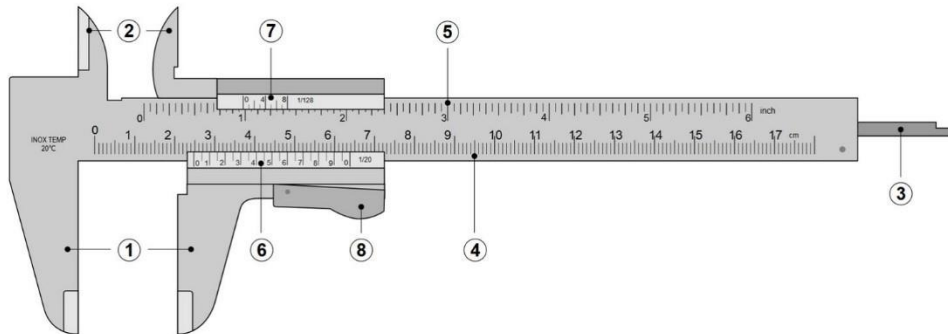
Visste du at det første skyvelæret ble oppdaget på det «greske Giglio vraket» som ble funnet utenfor den italienske kysten (Hamann, 2016). Skipet som ble funnet ble faktisk datert helt tilbake til 600-tallet. Men Romerne og grekerne var ikke de første som brukte skyvelære. De aller tidligste funnene av skyvelæret ble sett i Kina under HAN-dynastiet (202BC-220AD). Det kinesiske skyvelæret var laget av bronse og produksjonsdatoen var inngravert på hver enkelt. Bruken av skyvelæret ble ikke bare brukt til måling av nøyaktighet av objekter, men også til å beregne retninger. Europeerne var pionere for denne bruken av skyvelære, og det var vanlig for nesten alle fartøyer på havet og ble brukt til å diktere retning og til å lese kart.

Pierre Vernier, født i 1580 i Ornans, Franche-Comte i de spanske habsburgerne (nå Frankrike) oppfant det «graderte skyvelæret». Han skapte Vernier-skalaen som gjorde det mulig for brukeren å oppnå presise målinger av objekter med et høyere nøyaktighetsnivå enn tidligere og en forbedring av Nonius av Pedro Nunes som vi kjenner i dag. På 1800 tallet endret Jerome Lalande til Vernier skalaen og tok den i bruk og er fremdeles i bruk den dag i dag. Det moderne skyvelæret ble produsert og masseprodusert av en amerikaner ved navnet Joseph R. Brown i 1851. Joseph R. Browns kommersielle skyvelære gjorde dem tilgjengelig for folk flest (Hamann, 2016).



### 2.2.2 Bruk av analogt skyvelære

I denne delen av oppgaven skal vi ta for oss de ulike målemetodene som er mulig å bruke med ett skyvelære, men først skal vi se på hvordan skyvelæret er bygget opp. Det finnes flere ulike skyvelærer, både digital og analog. Senere i oppgaven kommer vi til å gå nærmere inn på blant annet [digitalt skyvelærer](#), men i dette avsnittet skal vi ta utgangspunkt i et analogt skyvelære som du ser i bildet under.



Analogt skyvelære, hentet fra [wikipedia](#) (Wikipedia, 2021)

Som du ser på bildet har skyvelæret to målekjefter, punkt 1 og punkt 2. Dette skyvelæret har også flere måleskalaer, blant annet to hovedmåleskalaer som måler i både centimeter og tommer (4 & 5).

Det er også 2stk nonieskalaer her, en som måler i millimeter og en som måler i tommer (6 & 7).

Skyvelæret er også utstyrt med en målestang (3) og en utløserknapp (8). Det er viktig å merke seg at skyvelæret kun skal brukes til måling og ikke som rissenål til for eksempel oppmerking.

Som nevnt innledningsvis så finnes det ulike målemetoder som du kan bruke med et skyvelære. Vi har vanligvis 2 målekjefter på et skyvelære, en for innvendige mål og en for utvendige mål.

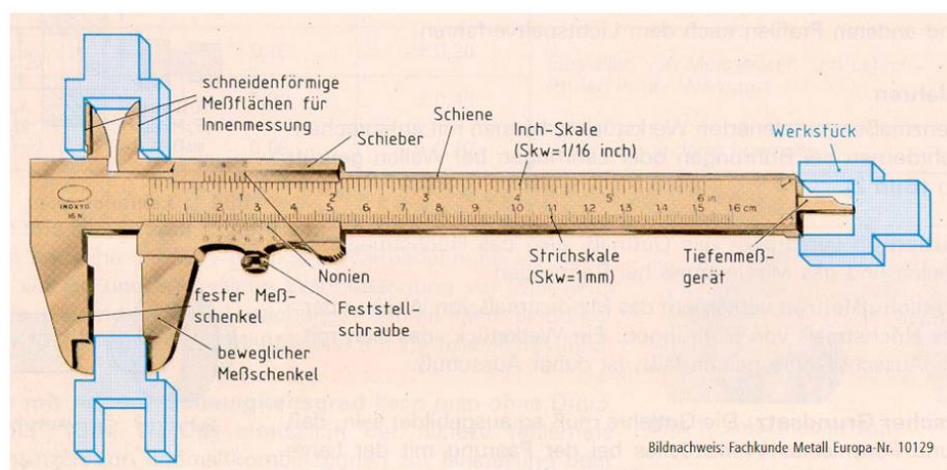
Målekjeften for innvendige mål kan brukes til å måle innvendig diameter av for eksempel en hulprofil. Målekjeften for utvendige mål kan brukes til å måle diameter på en aksling. Du har også en målestang som er vanlig å bruke til dybdemåling, denne kan f.eks. brukes til å måle dybden på et ringspor.

Det er viktig å merke seg at det skyvelæret vi ser på bildet lenger opp er begrenset til å måle maksimalt 170mm. Det er også viktig å merke seg hvilken benevnelse målene er oppgitt i på ditt skyvelære. I mekanisk industri er det mest vanlig å oppgi mål i millimeter, da er det viktig at en er bevisst på at skyvelæret som vi ser på bildet over er i centimeter på hovedmåleskalaen.

Begge hovedmåleskalaene har også en nonieskala. Disse skalaene gjør det mulig å måle med større nøyaktighet. Som vist på skyvelæret så kan vi måle med en nøyaktighet på 1/20mm, som tilsvarer en målenøyaktighet på inntil 0,05mm. For ordens skyld så tilsvarer 1 inch 2,54cm, eller 25,4mm. Se [tommer](#) for mer utfyllende informasjon hva tommer er.

Skyvelæret på bildet over kan måle i både centimeter og tommer. På måleskalaen for centimeter er det mulig å lese av millimeter mellom hver hele cm. Det samme kan man gjøre på måleskalaen for tommer, der kan man dele opp tommene for et mer nøyaktig mål. På [NDLA](#) (Hove, Skyvelære, 2018) sine sider om skyvelæret er det en video som på en ryddig måte viser og forklarer hvordan en leser av ulike mål med skyvelæret. Dette er en fin introduksjonsvideo før en tar i bruk måleverktøyet. Videoen kan også brukes for elever som har forkunnskap om skyvelæret.

Et måleinstrument eller måleverktøy skal alltid oppbevares på en forsvarlig måte. Det er vanlig å oppbevare skyvelæret i et etui eller i en egnet eske. Dette er for å beskytte verktøyet mot skade og eventuell slitasje/forurensning.



Bildet over demonstrer bruk av målekjefter for innvendig og utvendig mål, samt dybdemåling (Bösiger, 2009).

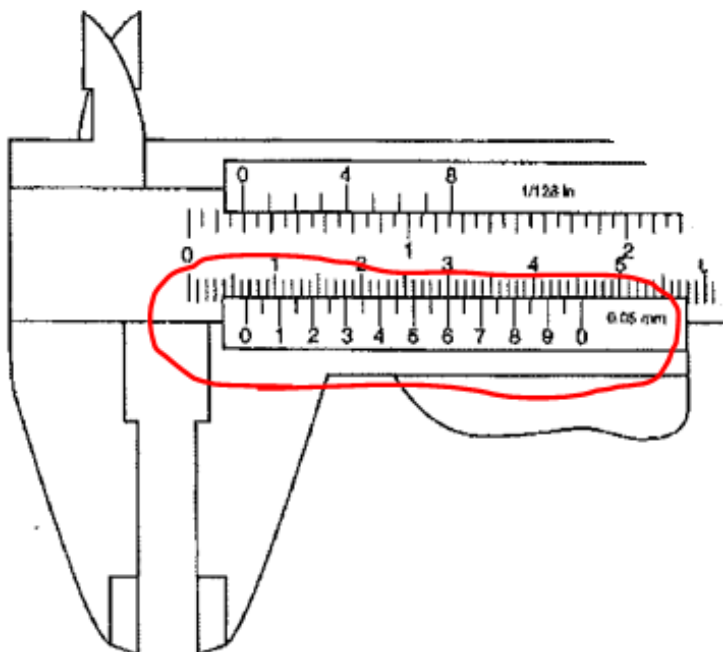
### 2.2.3 Avlesning av millimeter-skalaen

For de aller fleste så er det millimeterskalaen som er «hovedskalaen» på skyvelæret. Det er kun i spesifikke industrier vi har bruk for tommeskalaen. De aller fleste arbeidstegninger og skjemaer oppgir sine mål i millimeter.

#### 2.2.3.1 Oppbygning og inndeling

Millimeter er en del av det metriske systemet. Si-enheten er meter, og en meter er delt inn i 1000 millimeter (Derav navnet milli, som betyr 1/1000-dels av en meter).

I de aller fleste tilfellene holder det å lese av hovedskalaen for millimeter. Her kan vi lese av alle hele millimeter. Men om vi ønsker å lese av mer nøyaktig enn dette må vi lese av på «nonieskalaen». Denne er også mange steder kalt vernier-skalen. Som nevnt flere steder så kan vi, avhengig av nøyaktigheten på skyvelæret vårt, lese av ned til 0,05 mm, eller sagt på en annen måte: En tyvendels millimeter (1/20). Mange skyvelære har 0,1 mm nøyaktighet. Det tilsvarer en tiendels millimeter (1/10). Hvor nøyaktig skyvelæret vårt er ser vi på nonieskalaen på skyvelæret. Om den er delt inn i 10 delestreker så er nøyaktigheten 1/10. Hvis nonieskalaen er delt inn i 20 delestreker så er nøyaktigheten 1/20.



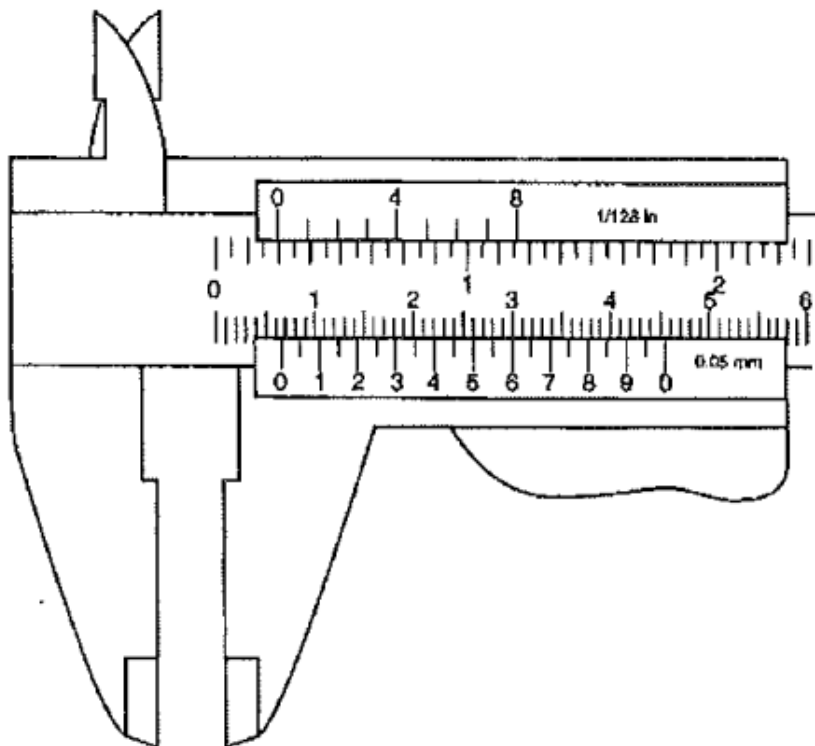
Vi ser her nonieskala som er delt inn i 1/20 mm. Nonieskalaen her har 20 delestreker. Bilde hentet fra *Vedlikeholds teknikk 1*. (Vanderloock & Christensen, 2001)

### 2.2.3.2 Avlesning

Vi bruker 0-merke på nonieskalaen som referansestrek. Vi teller først antall hele millimeter bortover hovedskalaen, helt til vi treffer 0-merke på nonieskalaen. Hvis målet vårt ikke treffer nøyaktig på en hel millimeter, så ser vi dette ved at 0-merke ikke står helt over ett med millimeter-streken. Vi må da opp på nonieskalaen vår og telle deler av millimeter. Her spiller nøyaktigheten til skyvelæret vårt inn. Bilde under har en nøyaktighet på 0,05mm (1/20-del mm). Hver millimeter er delt inn i 20 deler, og nonieskalaen har derfor 20 delestreker. Vi må nå finne den delestreken som står over ett med et av millimeterstrekene på hovedskalaen. Vi leser da av hvor mange 0,05mm som skal legges til målet.

I eksempelet under blir avlesningen som følger:

- Nullstreken på nonieskalaen ser vi er passert 6mm-streken. Den har ikke passert 7mm. Vi vet da at vi er mellom 6mm og 7mm.
- Vi må nå lese av antall delestreker på nonieskalaen. Vi ser at delestreken for 0,6mm stemmer overens med en millimeterstrek på hovedskalaen. Dette er delestrek nummer 12. Vi har da  $0,05\text{mm} \times 12 = 0,6\text{mm}$
- Målet vårt er da 6,60mm.



Bilde er hentet fra (Vanderloock & Christensen, 2001)

## 2.2.4 Avlesning av tomme-skalaen

Skyvelæret har i tillegg til millimeteravlesning også en skala som går i tomme. Siden en stor del av den internasjonale flyindustrien har hovedsete i USA er tommesystemet i stor grad fortsatt i bruk innen flyindustri. Det er derfor viktig at vi har kjennskap til det imperiske systemet, og kan lese av tommeskalaen på skyvelæret like godt som millimeter-skalaen.

### 2.2.4.1 Oppbygning og inndeling

Tommeskalaen er inndelt i 16-deler. Hver delstrek betyr en 16-del av en tomme, og skrives  $1/16''$ . Annenhver delstrek er litt større, for å lettere kunne orientere seg under måling. Hver forhøyet strek teller en åttendel ( $1/8''$ ). Videre er hver fjerde delstrek ofte markert med en enda høyere strek ( $4/16'' = 1/4''$ ,  $8/16'' = 1/2''$  og  $12/16'' = 3/4''$ )

Tommeskalaen er på denne måten delt opp ved at målet halveres hver gang (eller dobbles). Skalaen går i hele- ( $1/1''$ ), halve- ( $1/2''$ ), kvarte- ( $1/4''$ ), åttendels- ( $1/8''$ ), sekstendels- ( $1/16''$ ), trettitodtodels- ( $1/32''$ ), sekstifiredels- ( $1/64''$ ) og til sist hundreogtjueåttendels- ( $1/128''$ ) tomme.

På tommeskalaen kan vi lese av ned til en nøyaktighet på  $1/128$ -dels tomme ( $1/128''$ ) ved hjelp av nonieskalaen. Her ser vi etter hvilken delestrek på nonieskalaen som passer overens med en av delestrekene på hovedskalaen (se eksempel lengere ned).

#### 2.2.4.2 Avlesning

Når man leser av tommeskalaen kan det være greit å notere underveis, fordi du kanskje blir nødt til å regne om brøkene. Ved avlesning av tommer er det viktig å ha en god grunnleggende kunnskap om brøkkregning. Etter hvert som man får erfaring med tommeavlesning går det automatikk i brøkkregningen, og man trenger ikke skrive ned målene i like stor grad som når man gjør dette de første gangene.

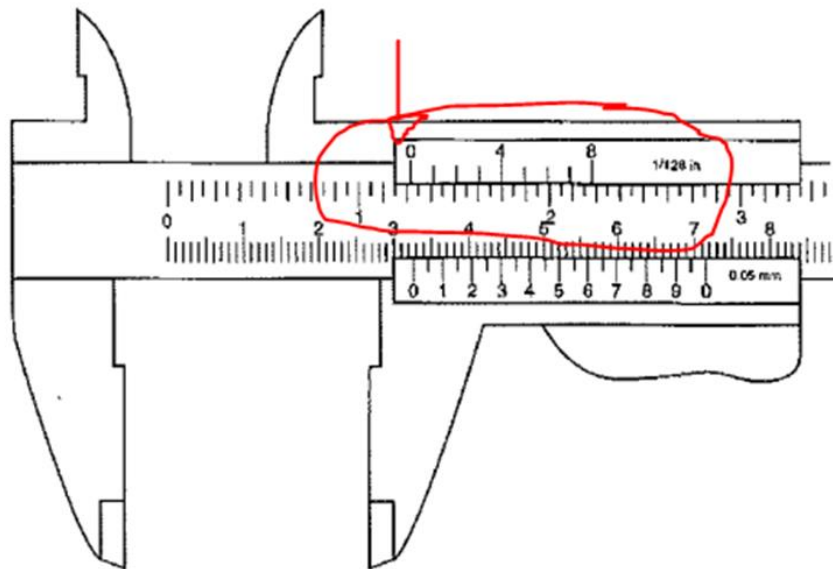
Etter å ha tatt målet, så leser man av skalaen med 0-merke på nonieskalaen, likt som når man leser av millimeter. Det første man gjør er å se etter om vi har hele tommer. Deretter ser vi etter hvor mange 16-deler vi har. Avhengig av nøyaktigheten vi skal ha på målet vårt så kan man til sist lese man av nonieskalaen, og antall 128-deler i avlesning.

Eksempelet under så blir avlesningen som følger:

- En hel tomme =  $16/16'' = 1''$
- Fire 16-deler =  $4/16''$ . Denne forkorter vi til  $1/4''$
- Nonieskalaen: Delstrek nummer 4 =  $4/128''$ . Denne kan vi forkorte til  $1/32''$ .

For å kunne skrive dette målet rett må vi nå legge sammen brøkene. Vi må da passe på at nevneren i brøkene våre er lik. Siden vi har forkortet  $4/128''$  til  $1/32''$  ( $4/128'' : 4 = 1/32''$ ) så kan vi ikke forkorte denne noe mer. Vi må derfor utvide  $1/4''$  til 32-deler. Vi ser da at vi kan doble tre ganger =  $\frac{1}{4} \times 2 = \frac{2}{8} \times 2 =$

$\frac{4}{16} \times 2 = \frac{8}{32}$ . Vi får da  $\frac{1}{32}'' + \frac{8}{32}'' = \frac{9}{32}''$ . Legger vi dette sammen med den hele tommen vi har fra før så får vi at målet vårt er = **1 og 9/32''**. Vi kan også benevne dette som **41/32''** om vi ønsker.

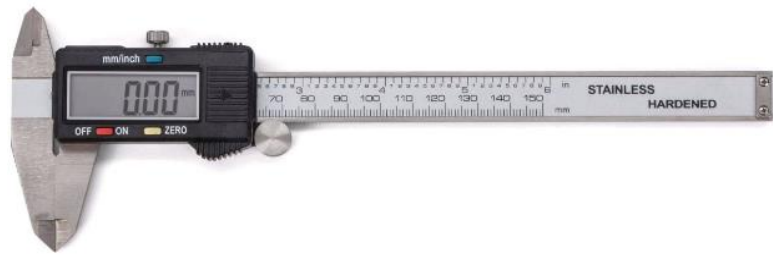


(Vanderloock & Christensen, 2001)

### 2.2.5 Ulike typer skyvelære

I dag skiller vi mellom analoge og digitale skyvelære. På et mekanisk verksted er skyvelære det mest vanlige å bruke, forskjellen på mekaniske og digitale skyvelære er hvor høy presisjon det er mulig å måle. Med et mekanisk skyvelære kan vi lese av mål med en nøyaktighet på 1/10 mm eller 1/20 mm. Med digital skyvelære kan vi lese av en nøyaktighet på inntil 1/1000 mm (Andersen & Herø, 2020, s. 96)

Digital skyvelære er avlesningen digital. For å unngå feilmåling med digitale skyvelærer må vi kontrollere at skyvelæret er skjøvet helt sammen før vi resetter det til 0 mm. Når den bevegelige målekjeften er stilt tilbake til 0, er det det som danner



*Digitalt skyvelære - hentet fra [thansen.no](http://thansen.no)*

utgangspunktet for målingen. Selv om digital gir høyere avlesningsnøyaktighet fører det ikke nødvendigvis til et mer nøyaktige mål. Til syvende og sist er det brukeren av måleverktøyet som avgjør hvor bra resultatet av målingen blir.

Mange av disse skyvelærene kan faktisk kobles til datamaskin. Måleresultatet blir lest inn i datamaskinen, og man kan da lage statistikker og ta utskrift av måleresultatet. Denne måten gjør det mulig å ha dokumentasjon i tilfelle det oppstår feil i produksjonen, eller dersom man skal dokumentere ovenfor en kunde hvilke mål arbeidsstykket eller produktet har.

I dag er digitale skyvelære i mye større grad bruk i både skole og industri, men som nevnt tidligere fører ikke høyre avlesningsnøyaktighet til mer nøyaktig måling. Det er brukeren sin kompetanse/kunnskap om bruk av skyvelære som avgjør hvor bra målingen blir. Bakdelen med det digitale skyvelære er at brukeren stoler blindt på måleresultater, selv om det er avvik i nøyaktigheten til det digitale skyvelære. Det blir lett for at man ikke sjekker at skyvelære er nullstilt. Når man bruker et digitalt skyvelære må brukeren forsikre seg om at skyvelære er nullstilt før målingen blir utført. De digitale skyvelærene kan du også lese av tommer digitalt, brukeren må forsikre seg om det som skal måles enten er i mm eller tommer. En feil som kan oppstå er at brukeren bruker har stilt inn feil målenhet i forhold til det som skal måles, da blir avlesningen feil siden de to bygger på to ulike system.

## 2.3 Mikrometer

Noen ganger er ikke skyvelære nøyaktig nok. Dette tar oss inn på et annet viktig måleverktøy som brukes hyppig i mekanisk industri, Mikrometer. Som skyvelæret kommer også mikrometeret i flere ulike fasonger og størrelser. Det finnes både digitale og analoge mikrometer. Du kan bruke måleverktøyet til å måle både bredde og lengde. Det er også mulig å bruke mikrometer til dybdemål. Mikrometer brukes når du skal måle med større nøyaktighet enn du klarer med et skyvelære.

Det er viktig å merke seg at når en skal måle med høy nøyaktighet og riktig presisjon, så er en avhengig av at arbeidsstykket du måler på og mikrometeret har riktig temperatur. Vanlig temperatur for nøyaktig måling er romtemperatur (20°C). Hvis temperaturen ikke er 20°C vil lengden på måleobjektet endres pga. lengdeutvidelseskoeffisienten for materialet som objektet er laget av. (Zilling, 1982, s. 10). Formelen for lengdeavvik er:

$$\Delta l = l \times \alpha \times \Delta t.$$

*$l$  = Måleobjektets lengde,  $\Delta l$  = Lengdeutvidelsen,*

*$\alpha$  = Lengdeutvidelseskoeffisienten,  $\Delta t$  = Temperaturavvikelsen fra 20°C*

Et enkelt analogt mikrometer har vanligvis en målenøyaktighet på 1/100mm, det vil si at det kan måle med en nøyaktighet på inntil 0,01mm

Ordet mikrometer kommer av at det kan måle med en nøyaktighet på inntil 1 mikrometer ( $\mu\text{m}$ ), altså det samme som 0,001mm. Det vanlige er derimot at vi leser av ned til 100-dels millimeter (0,01mm), fordi høyere nøyaktighet ikke er nødvendig. Til eksempel er et hårstrå mellom 17 – 180mikrometer (0,017mm – 0,180mm). Mikrometeret mangler da den siste avlesningsskalaen som viser millimeter i tusendeler.



Ulike mikrometer, hentet fra [snl](#)



Det er svært viktig at måleverktøyet oppbevares på en forsvarlig måte når det ikke er i bruk. Grunnen til dette er at når en skal måle med høy presisjon og inntil 0,001mm, så er det en forutsetning at mikrometeret måler riktig. Hvis måleverktøyet blir utsatt for forurensning eller skade kan det føre til unøyaktige målinger. Det er derfor viktig at en alltid kontrollerer måleverktøyet før bruk, spesielt når en skal måle med høy presisjon. For å sjekke om verktøyet måler riktig er det vanlig å bruke passbiter. Dette er gjenstander på forskjellige mål som vi vet helt nøyaktig hva målene skal være.



Bilde av mikrometer, hentet fra [gjoerdetselv](http://gjoerdetselv.com).

### 2.3.1 Oppbygging av mikrometer

Som vi ser i bildet over så består mikrometere av forskjellige deler. Mikrometeret vi ser på bildet her er et standard analogt mikrometer med en presisjon på 1/100mm.

- **Punkt 1** er måleskinne eller det vi ofte kaller for hovedskala.
- **Punkt 2** viser skalatrommelen, det er denne som roteres og beveger seg på langs av hovedskalaen. Denne skalaen gjør at vi kan måle med en presisjon på 0,01mm.
- **Punkt 3** ser vi selve referanseskalaen, denne bruker vi for å måle 100-delene.
- **Punkt 4** er det som kalles for en friksjonsskralle, denne benytter vi oss av når nærmer oss antall mål. Denne har en skrallefunksjon som gjør at målekjeften vil stoppe å bevege seg når du har kommet tilstrekkelig langt «inn».

Det siste punktet som vi ser på bildet, **punkt 5**, er kjevener og det vi gjerne kaller for målekjeft. Den kjeven som er til venstre i bildet står i ro, mens den til høyre beveger seg når du roterer på friksjonsskrallen.

I bildet kan du også se at bøylene som er ment til å holde i er isolert, dette er for at kroppsvarmen fra hånden din ikke skal påvirke temperaturen på måleverktøyet. På bøylene er det også oppgitt hvor stort målområdet du kan måle, samt også hvor stor presisjon du kan måle med måleverktøyet.

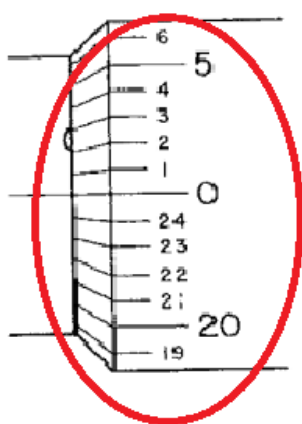
Inne på NDLA sine sider om mikrometer ligger det en [video](#) (Hove, Mikrometer, 2018) som gir en god forklaring på hvordan en forstår fremgangsmåten for å lese av riktig mål når en benytter seg av et mikrometer.

### 2.3.2 Avlesning av mikrometer

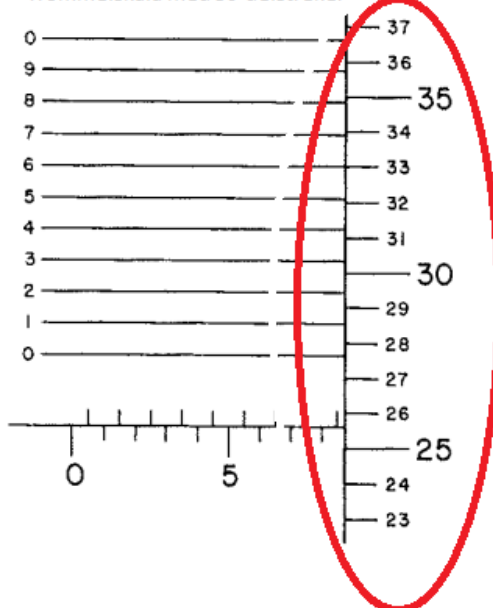
Mikrometer kommer som sagt i «millimeter-versjon» og «tomme-versjon». Det vil være klart flest som kommer borti avlesning av mikrometer i millimeter, og vi går derfor kun igjennom millimeteravlesning i dette kompendiet.

En liten forklaring av tomme-mikrometer er likevel på sin plass: Til forskjell fra tommeavlesning på skyvelære der brukeren leser av tomme-verdien i brøk, så leser vi av tomme-verdien i desimaler på et mikrometer. Avlesning av tomme-mikrometer skiller seg derfor ikke vesentlig fra avlesning av millimeter-mikrometer. Den største forskjellen som brukeren imidlertid må være obs på er at på et millimeter-mikrometer så har vi 50 delestreker på trommelskalaen, mens på et tomme-mikrometer har vi 25 delestreker på trommelskalaen.

Tomme-mikrometer  
Trommelskala med 25-delstreker



Millimeter-mikrometer  
Trommelskala med 50-delstreker



Bildet er hentet fra (Vanderloock & Christensen, 2001)

### 2.3.3 Avlesning av millimeter-mikrometer

Målesylinderen er delt inn i hele og halve millimeter. (På figuren over er halve millimeter over streken, og hele millimeter er under). Trommelskalaen er delt inn i 50 delestreker. En omdreining på trommelen tilsvarer en halv millimeter. Det betyr at hver millimeter er delt inn i hunder deler (1/100 millimeter, eller 0,01mm). Hvis vi i tillegg har en «vernier skala» kan vi lese av ned til en tusendels millimeter (1/1000 millimeter, eller 0,001mm). Vernier skalaen deler hver trommelskala-delestrek opp i ti. Disse tre skalaene leses av i rett rekkefølge, for så å legges sammen:

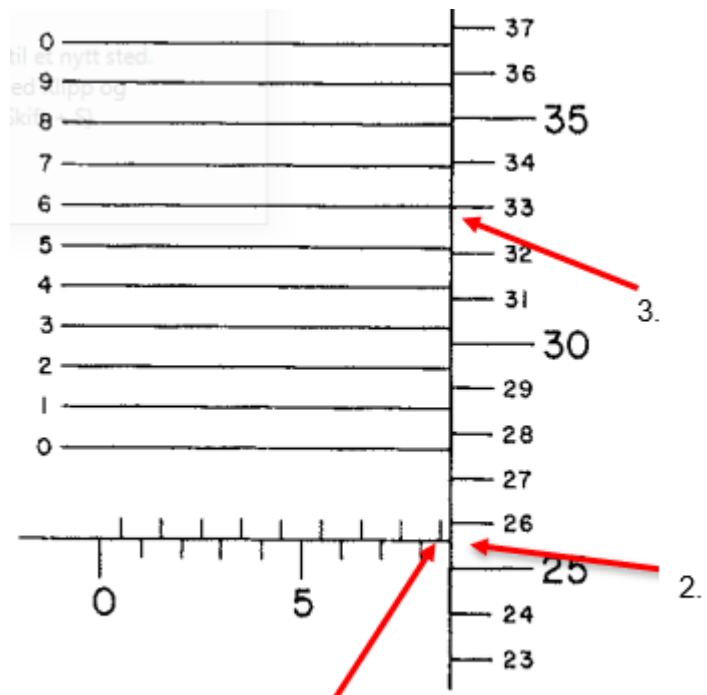
1. Horisontal skala: Hele og halve millimeter
2. Trommelskala: 1/100-dels millimeter
3. Vernierskala: 1/1000-del millimeter

Før måling er det viktig å rengjøre måleflatene, for så å kontrollere nullstillinga. Ved helt rene flater og korrekt funksjon skal mikrometeret være nøyaktig på null-streken på måleskalaen når måleflatene berører hverandre og vi har strammet med det momentet som friksjonsskruen/friksjonsskrallen tillater oss.

Nå kan vi sette mikrometeret over måleemnet vårt, og grovinnstiller det ved å skru på måletrommelen. Når måleflatene berører måleemnet, går vi over til å skru på friksjonsskruen i stedet. Dette hjelper oss til å stramme med rett moment, og sikrer oss at vi måler med det samme momenter hver gang, og dermed får like mål selv om vi tar flere mål etter hverandre, eller det er forskjellige personer som måler.

I eksempelet til høyre blir avlesning som følger:

1. Måletrommelen har passert 8 millimeterstreken, i tillegg til en delestrek for halve millimeter = 8,5mm
2. Så leses trommelskalaen av: Vi ser at den har passert 25 delestreker, og er mellom 25 og 26.
3. Hvis vi har en vernierskala så skal den leses av nå. Vi må da finne den delestreken på vernierskalaen som er overrett med en delestrek på trommelskalaen. Vi ser at delestrek 6 på vernierskalaen passer overens med en delestrek på trommelskalaen = 0,006mm
4. Vi har nå:  $8,5\text{mm} + 0,25\text{mm} + 0,006\text{mm} = 8,756\text{millimeter}$ .



(Vanderloock & Christensen, 2001)

## 2.4 Føleblad

Når små klaringer skal måles og kontrolleres er det mange ganger ikke hensiktsmessig å bruke hverken skyvelære eller mikrometer. Til slike måleoppdrag er følebladet i sitt ess. Følebladet er et av de enkleste, men mest anvendbare måleinstrumentene vi har. I flyindustrien brukes føleblad hyppig ved forskjellige monterings og tilpasningsarbeid, og er et fast måleverktøy i verktøykassa.

På [pasninger](#) er det ikke uvanlig at en benytter seg av føleblad under montering. Da disse har fastsatte mål som er enkle å forholde seg til. De gjør det også mye enklere å få målt den reelle klaringen sammenlignet med f.eks. ett skyvelære.



Føleblad i fri utfoldelse - hentet fra [ahlsell.no](http://ahlsell.no)

Det består av mange tynne blad av stål i forskjellige tykkelser. Ofte er tykkelsen på bladene oppgitt i både tommer og millimeter, tykkelsen er normalt stemplet på bladet i hundredels millimeter, eller tusendels tommer. (Wikipedia, 2021) Et «vanlig» føleblad består typisk av blader med tykkelse fra 0,05mm (0,002") og opp til 1mm (0,04"). Hvis man skal måle klaringer som ikke passer med tykkelsen på ett av bladene så kan man legge sammen flere blad for å få korrekt tykkelse (Vanderlock & Christensen, 2001).

Andre navn er søkeblad, shims, følelære, bladmåler, følekniv og så videre.

## 2.5 Nøyaktighet

I måleteknikk og under måling med ulike måleverktøy snakkes det ofte om nøyaktighet. Når det kommer til nøyaktighet, så snakker vi om i hvor stor grad en måling, eller en serie med målinger gir uttrykk for å være lik den sanne verdien av det man ønsker å måle. Hvis en måling har stor nøyaktighet vil det si at du har oppnådd eller er veldig nært den sanne verdien. Det er ikke uvanlig at folk bruker begrepene nøyaktighet og presisjon om hverandre, selv om begrepene betyr to helt forskjellige ting. (Braut, 2019)

Til tider kan det være utfordrende å få elevene til å forstå forskjellen på nøyaktighet og presisjon, spesielt på Vg1. Derfor må en som lærer hele tiden være tydelig i undervisningen. Det er også viktig at vi får elevene til å forstå at det er ikke alltid skyvelæret er nøyaktig nok, men at de kanskje må ta i bruk mikrometer for å gjøre en mer nøyaktig måling.

### 2.5.1 Nøyaktighet på måleverktøy

Hvor nøyaktig et måleverktøy kan måle er avhengig av skalainndelingen på hovedmåleskalaen og inndelingen av nonieskalaen. Det vil si at det ikke er måleverktøyet i seg selv som er begrensningen, men hvor godt «utstyrt» det er. Et eksempel på et skyvelære med forskjellig nøyaktighet er hvis det ene skyvelæret har en nonieskala som er delt opp i 10 deler ( $1/10$ ) og det andre en nonieskala som er delt opp i 20 deler ( $1/20$ ). Disse har da ulik nøyaktighet, hvor de henholdsvis kan måle med en nøyaktighet på 0,1mm og 0,05mm.

### 2.5.2 Presisjon

Presisjon er svært viktig når det kommer til måleteknikk. Med presisjon menes det hvor godt du klarer og oppnå gjentatte målingen som stemmer overens med hverandre, dette under de samme betingelsene og med nøyaktig samme metode. Det er viktig å påpeke at presisjon ikke sier noe om måleresultatet er korrekt eller ikke. Det forteller oss altså hvor likt måleresultatet man får er.

(Wibetoe, 2020)

Jeg ønsker å trekke frem et eksempel fra aksjoneringen vår hvor elevene utførte måling på ulike objekter ved hjelp av skyvelære og mikrometer. I etterkant av målingen gikk vi gjennom enkelte av målene i felleskap. Det viste seg da at ingen av gruppene hadde fått samme mål. Alle hadde målt på de samme gjenstandene, men det er ikke sikkert at de har målt på akkurat samme sted, eller med det samme måleverktøyet. Dette er et praktespempel på hvor vanskelig presisjon faktisk er, og hvor viktig det er at forholdene er de samme når du skal utføre en presis måling.

## 2.6 Måleteknikk og målemetoder

Vi skal nå se nærmere på temaet måleteknikk, samt også innom tema målemetoder. Når vi snakker om måleteknikk snakker vi som regel om ulike måter å måle ting på, men også hvordan det vi måler benevnes. Innen måleteknikk er benevnelser viktig, målenheter på blant annet tegninger må oppgis i en enhet slik at det er mulig for andre å forstå hva man ønsker å formidle. På arbeidstegninger er det vanlig at alle lengde-, bredde- og høyde-mål oppgis i millimeter (mm).

Når en skal arbeide med måleteknikk må en ha kunnskap om merking med ulike merkeverktøy, en må kunne gjøre rede for ulike måleteknikker samt også være i stand til å velge riktig måleutstyr til oppgaven som skal utføres. I produksjon av deler er det vanlig å bruke arbeidstegninger med oppgitte mål på for å konstruere gjenstanden til ønsket utforming. Underveis i denne prosessen kontrolleres målene for å sikre at en er iht. tegningen. Målene kontrolleres også når gjenstanden er ferdig produsert. Det er dette vi kaller måleteknikk (Andersen & Herø, 2020, s. 80). Gjennom vår jobb som yrkesfaglærere har vi erfart at det er stor spredning mellom elevene på hvor flink de faktisk er til å kontrollmåle underveis. Spesielt på Vg1 TIF har de en tendens til å kontrollmåle arbeidsstykket for sjeldent når de dreier. Dette fører ofte til at elevene maskinerer bort mer enn det de skal.

Fra gammelt av, når de ikke hadde tilgang til flotte og moderne måleutstyr som vi har i dag, var det vanlig å bruke kroppsdelene som målemetode og måleenhet. Da brukte de blant annet målet på en fot, som det vi i dag vet tilsvarer 30,5 cm, og de brukte tommer (bredden på tommelen), som tilsvarer 2,54 cm (Zilling, 1982, s. 9) Sammenlignet med dagens målesystem som er iht. en standard og hvor måleutstyret kalibreres jevnlig, så var det mye større avvik på målene som de utførte med tommelen og foten, da disse kroppsdelene var forskjellig fra person til person.



### 2.6.1 Ulike typer målinger

Det finnes svært mange ulike typer måling, dette kan være måling av avstand, mengdemåling, areal, trykk, energi, effekt, tid, nivå og temperatur. Dette er bare noen eksempler på ulike mål som er vanlig både i industrien og i det daglige liv, i tillegg finnes det et hav av ulike måleinstrumenter og måleverktøy som også har ulike målemetoder. I dette kompendiet er det fokusert på måling som er relevant for mekaniske fag, som primært sett går inn under måling av lengder; Avstand, bredde, klaring, diameter og radie.

Det mest brukte målesystemet i Norge er det metriske målesystemet, se avsnitt om det [metriske målesystemet](#).

### 2.6.2 Subjektiv og objektiv måling

I dag er det vanlig å skille mellom subjektiv måling og objektiv måling. Subjektiv måling er måling uten hjelpemidler, altså at du bruker øynene til å anse målet på en gjenstand (Andersen & Herø, 2020, s. 84). Sammenligner vi denne metoden med objektiv måling som er måling ved bruk av måleverktøy eller målelære, så er feilmarginen mye mindre ved bruk av måleverktøy. Det er ikke mulig å produsere varer til industrien som er laget ved bruk av øyemål, da dette vil føre til stor unøyaktighet. Dagens elever på TIF er opplært til å alltid ta objektive mål når de skal produsere noe på verkstedet som er iht. bestemte mål. Det er ikke uvanlig at elever og lærere bruker subjektiv måling for å gjøre en grov antagelse når de f.eks. skal hente ut materialer som skal bearbeides eller kappes, da spesielt med tanke på lengde.

Skyvelære og mikrometer går inn under gruppen *innstillbare måleverktøy*, det vil si at de har avlesningsmuligheter (skala). Innstillbare måleverktøy anvendes med fordel under tilvirkning (Zilling, 1982, s. 13). Måleverktøy som mikrometer og skyvelære gir brukeren en fordel med tanke på at han eller hun raskt kan lese av måleresultat på arbeidsstykket. Typisk for innstillbare måleverktøy er at de innstilles rettet mot ønsket mål eller måleobjektet, etter innstillingen kan måleverdien leses av (Rolstadås, 1992). I tillegg kan operatøren se hvordan målet ligger i forhold til det som er angitt på arbeidstegning ved hjelp av mikrometer og skyvelære. Innstillbare måleverktøy har den fordelen at de indikerer målet uavhengig av personlig følelser, men måling skjer bare punktvis med risiko for at visse formfeil på målestykket ikke oppdages.

## 2.7 Måleverktøy og instrumenter

I både flyteknisk vedlikeholdsarbeid og annen industri er det ofte behov for å gjøre ulike målinger. Konstruksjonen i luftfartøy er tilpasset svært nøyaktige mål både når det gjelder struktur og tekniske systemer, for å oppnå maksimal ytelse og sikker funksjon. I sammenføyningen av konstruksjoner, dimensjonsmålinger, inspeksjoner og målinger i forbindelse med justering med svært små toleranse må vi bruke presisjons måleinstrumenter. Dette kan være skyvelære, mikrometer, eller føleblad.

For å kunne bruke tekniske måleinstrumenter må en ha kunnskaper om instrumentet, ferdigheter i praktisk bruk, og kunne overføre måleresultatet til meningsfylt og logisk informasjon. Måleinstrumentene har skala-avlesning, direkteavlesning (føleblader) eller digital avlesning. (Vanderloock & Christensen, 2001, s. 52)

Manualene eller arbeidstegningene vi følger oppgir konkrete verdier som vi skal bruke når vi måler. Det er viktig å være klar over hva vi måler, hvorfor vi måler, og hvilke konsekvenser det har dersom målingene vi tar ikke stemmer overens med de fastsatte verdiene.

Et presisjonsmåleinstrument gir oss avlesningsverdier med svært stor nøyaktighet. Svært små forstyrrelser i måleprosessen gir feil måleresultat. Slike forstyrrelser kan være urenheter på overflaten til det vi måler, temperaturavvik, feil bruk av måleinstrumentet, eller rett og slett manglende forståelse av det du måler.

### 2.7.1 Det er viktig å behandle instrumentet riktig.

- Måleinstrumentet skal ha sin bestemte plass. I noen tilfeller skal instrumentet lagres i spesielle bokser med myk innredning.
- Instrumentet må ikke utsettes for fukt eller andre forhold som kan starte korrosjonsprosessen. Noen instrumenter skal settes inn med vaselin eller olje etter bruk. Det er viktig å rengjøre det før ny bruk.
- Hold instrumentet støvfritt! Støv inneholder partikler som både kan skade instrumentet og starte korrosjonsprosesser.
- Mål med «følsomhet». Ikke bruk stor kraft
- Ikke utsett instrumentet for sterk varme eller kulde. Arbeids og justeringstemperatur for instrumenter er normalt +20°C. Både solvarme, varme arbeidsdeler eller arbeidsområder, og varme fra hendene kan gi feilmålinger.
- Kontroller og juster måleinstrumentet etter faste intervaller. Ved mistanke om feil skal det tas ut av bruk. (Vanderloock & Christensen, 2001, s. 52)

For elever på TIF vil disse generelle reglene for bruk av måleverktøy være en påminnelse for hvordan man kan oppnå gode måleresultater og unngå avvik. Det mest vanlige tilfelle av avvik kommer nemlig feil gjort av operatøren selv. Å kunne ha en sjekklister både under og etter tilvirking, vil redusere sannsynligheten for avvik og feil. Å gjøre elevene bevisst på punktene over og i tabellen nedenfor gjør dem i større grad stand til å øke deres forståelse og omfanget av emnet måleteknikk.

## Generell regler for bruk av måleverktøy

1. Velg et måleverktøy som garanterer en målenøyaktighet som tilfredsstiller toleransekravene
2. Kontroller virker etter sitt formål. Nye måleverktøy bør også kontrolleres før bruk, sjekk at innstillingene er korrekte.
3. Kontroller at kontakten mellom måleverktøyet og arbeidsstykket ikke blir påvirket av smuss, spon eller grader under måling. Tørk av måleverktøyet og arbeidsstykket før måling.
4. Vær bevisst på alle feil som kan oppstå under og ved måling, alt frå temperatur, smuss, feilstilling og slitasje.
5. Ta hensyn til temperaturdifferanse for både måleverktøyet og måleobjektet.
6. Ha en objektiv fremgangsmetode ved avlesning. Gjerne mål flere ganger for å være sikker at målingen er korrekt (Rolstadås, 1992, s. 504).
7. Vær bevisst på pluss og minus tegn
8. Ta hensyn til usikkerheten i måleresultatet. Gjerne angi type måleverktøy som har blitt benyttet.
9. Ikke stol produsentens spesifikasjoner om nøyaktighet til måleverktøyet. Ta egne kontrollmål.
10. Ikke angi et mål med flere sifre enn det måleinstrumentet angir.
11. Tenk over måleresultatet. Er det sannsynlig?
12. Noter og lag et system med tydelige sifre. Feil oppstår lett, kopier i stedet (Rolstadås, 1992, s. 504).

## 2.8 Standarder

Som nevnt innledningsvis må vi forholde oss til ulike «standarder» for å kunne samhandle med andre. En standard er en enighet blant mange brukere om hvordan noe skal benevnes, eller defineres, på en entydig og lik måte blant de som trenger å bruke denne standarden. Det kan også være en beskrivelse på noe, for eksempel hvordan en arbeidsoppgave skal utføres.

### Visste du at

Ifølge forskriften om *måleenheter, måling og normaltid* (Lovdata , LOV-2007-01-26-4) er det faktisk krav til det reelle måleresultatet og måleresultat som er angitt skal samsvare i de tilfeller hvor det stilles krav til måling og måleresultat. Det er Justervesenet som fastsetter krav til hvordan tilfredsstillende angivelse av måleresultater skal sikres.

Et «målesystem» er en standard som beskriver hvordan vi skal oppgi det vi måler i. For eksempel det metriske målesystemer, eller det imperiske målesystemet.

## 2.8.1 SI-systemet

SI-systemet er et internasjonalt enhetssystem. SI-systemet brukes for å måle fysiske størrelser, og består av syv grunnenheter. Det er SI-systemet som er vedtatt brukt i Norge, og over store deler av resten av verden, med noen unntak (Se kapittel om «[Imperiske system](#)»). (Hofstad, SI-systemet i Store norske leksikon, 2022).



*Symbolet for grunnenhetene i SI-systemet. Hentet fra [snl.no](http://snl.no)*

SI-systemet bygger på syv grunnenheter, som alle er fastlagt ved hjelp av naturkonstanter. Ideen bak dette er at man skal være uavhengige av fremstilte målenormaler som kan bli ødelagte eller forandre seg med tiden (eksempel «meteren» som ble framstilt i 1875. De syv grunnenhetene er:

- Meter (m) for lengde
- Kilogram (kg) for masse
- Sekund (s) for tid
- Ampere (A) for elektrisk strøm
- Kelvin (K) for termodynamisk temperatur
- Mol (mol) for stoffmengde
- Candela (cd) for lysstyrke

### Visste du at

I henhold til forskriften for *måleenheter og måling* (Lovdata, FOR-2007-12-20-1723) er det faktisk ikke tillatt å bruke andre måleenheter som ikke er angitt i forskriften om måleenheter og måling. Måleenhetene som gjelder og som står som et krav er i samsvar med det internasjonale systemet for måleenheter (SI-systemet). Utenom SI-systemet finnes det enkelte måleenheter som er definert som uavhengig som også er gjeldende i forhold til forskriften.

SI-systemet er bygd opp på en slik måte at alle andre enheter skal kunne avledes ut fra disse syv grunnenhetene, et såkalt koherent enhetssystem. (Hofstad, SI-systemet i Store norske leksikon, 2022)

Andre enheter, som ikke hører til i SI-systemet, skal normalt ikke brukes sammen med de syv grunnenhetene i SI-systemet. På grunn av praktisk betydning, og ikke minst tradisjon, så er for eksempel tidsenhetene minutt (min), time (h) vinkelenheten grad ( $^{\circ}$ ), minutt ( $'$ ), volumenheten liter (l eller L), masseenheden tonn (t) og noen flere enheter godkjent for bruk sammen med SI-enhetene. (Hofstad, SI-systemet i Store norske leksikon, 2022)

I Norge er det Justervesenet som holder kontroll med at SI-systemet blir fulgt.

### 2.8.1.1 Det metriske målesystemet

Meter er SI-enheten for lengde. Symbolet for Meter er m. Når vi måler noe i det metriske system så er alle mål definert ut fra «en meter».

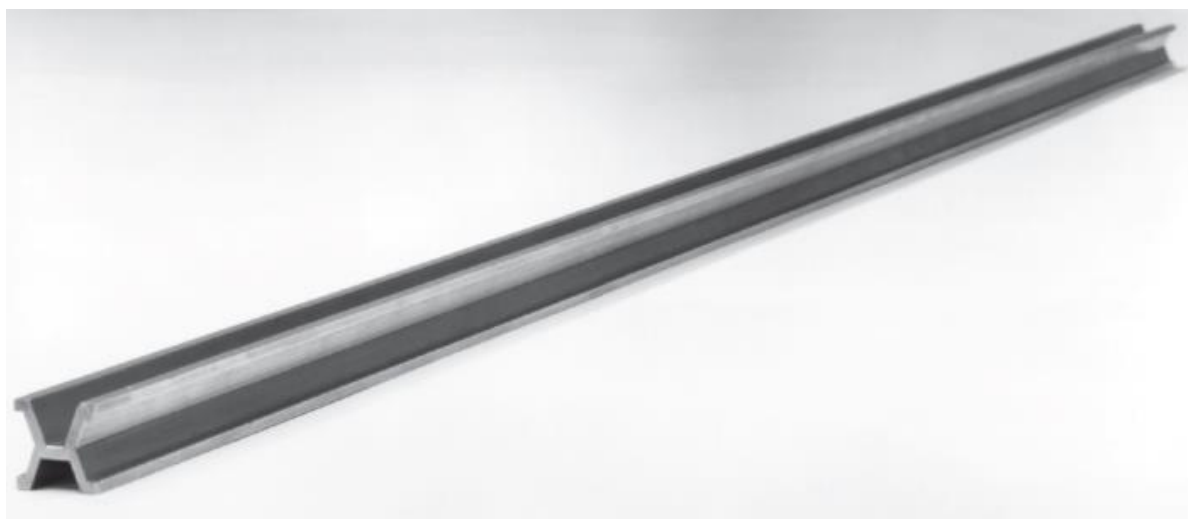
$$1 \text{ meter} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$

For å unngå feilmålinger og misforståelser gikk mange av verdens land sammen og dannet «Meterkonvensjonen» i 1875. Denne konvensjonen skulle utarbeide et felles system til bruk i målinger og angivelse av lengdemål. Det metriske målesystemet var født.

Det metriske målesystemet tok utgangspunkt i jordens omkrets, og avstanden fra Nordpolen til ekvator. Denne lengden ble delt opp i 10 000 000 like store deler, og det var en slik del som ble 1 meter.

40 emner som var nøyaktig en meter (en «arkivmeter»: en k-bjelke på nøyaktig en meter) ble tilvirket i legeringen platina-iridium. Hvert medlemsland i meterkonvensjonen fikk ett eksemplar. Norge fikk eksemplar nummer tre, dette ligger hos Justervesenet på Kjeller.

I dag brukes ikke disse «arkivmeterne». Nå defineres en meter ut fra hvor langt lys beveger seg i vakuum. En meter er definert som så langt lys beveger seg i vakuum i løpet av  $1/299\,792\,458$ -dels sekund.



En "arkivmeter" - nøyaktig 1m



### 2.8.2 Imperisk system

Det imperiske systemet er et enhetssystem som var et utbredt målesystem «før i tiden». Det er i dette systemet vi finner mål i tommer, fot og yard for avstander og lengder. Store deler av verden har gått over til å bruke det metriske systemet, og i dag er det kun tre land igjen i verden som har det imperiske systemet som hovedmålesystem. Dette er USA, Burma og Liberia. (Wikipedia, 2022)



(deVilla, 2015)

#### Funfacts – metrisk vs. imperisk

At noen få land fortsatt holder fast på det gamle imperiske målesystemet har ført til flere uheldige hendelser:

NASA mistet en romsonde til 125 millioner dollar fordi den amerikanske fly og romfartsprodusenten Lockheed Martin brukte tommer og fot i sin produksjon, mens NASA brukte millimeter. (Lloyd, 1999) og et Boeing 767 fra Air Canada måtte i 1983 nødlande halvveis til destinasjonen fordi det var brukt pund som måleenhet for fuelmengden i stedet for kilo, slik det den gang nye 767'en krevde. (CBC.ca, 2018)

Andre enheter som er i bruk: For temperatur brukes fahrenheit, og for masse brukes pund. Væske måles ofte i gallons, eller som Storbritannia har fått dispensasjon for fra EU: «Pint» for fatøl solgt på pub. (En pint = 0,6 liter) Tommepund og fotpund brukes for krefter (moment). (Hofstad, Britiske og amerikanske lengdeenheter i Store norske leksikon, 2019) Disse enhetene skal vi ikke gå nærmere inn på, da det ikke er relevant innhold for dette kompendiet.

1 fot = 12 tommer. 1 yard = 3 fot = 36 tommer (=0,9144 meter)

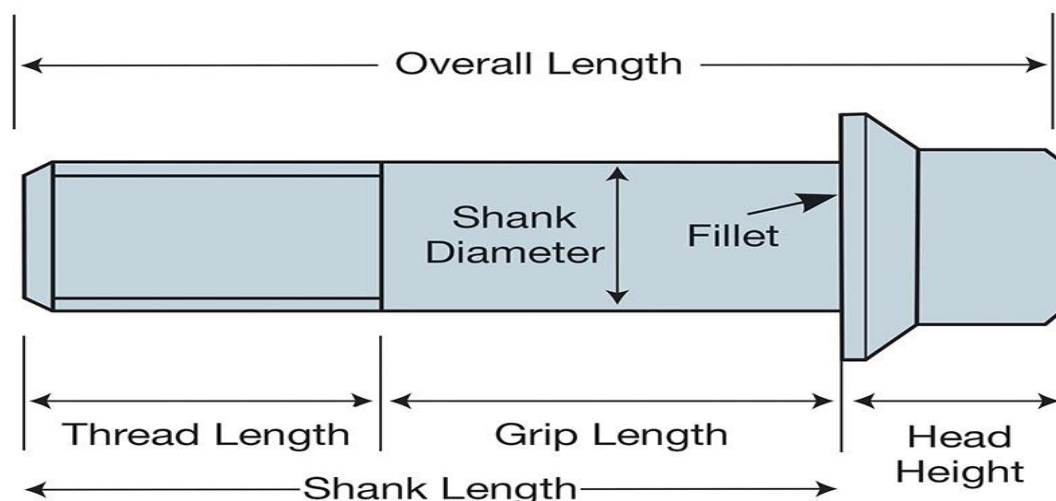
Det imperiske systemet er ikke bygd opp på samme logiske måte som metersystemet, og det er derfor mindre og mindre i bruk i verden. Det er fortsatt viktig å kjenne til, for som fagarbeider vil man komme borti det imperiske systemet fra tid til annen. I flyindustrien så er det imperiske systemet fortsatt i utstrakt bruk, mye fordi store flyprodusenter som Boeing og Lockheed-Martin holder til i Amerika som fortsatt bruker det imperiske system.

### 2.8.2.1 Tommer

Tommesystemet tilhører «Imperial system». Tommer brukes for å angi størrelser. Bolter, klaringer, størrelser på verktøy slik som fastnøkler og ringnøkler angis i tommer. En tomme er definert som 25,4 millimeter. (Hofstad, Inch i Store norske leksikon, 2021) *En tomme betegnes «in» eller med et «"» (Eks.: 12in/12" = 12 tommer).*

Boltstørrelser angis ofte i 16-deler av en tomme. En bolt med en kvart tomme (1/4") shank-diameter vil for eksempel ha benevnelsen 4 i sitt partnummer som da betyr at bolten har en diameter på 4/16", som vi da vet at forkortet betyr 1/4", eller 0,25".

Boltlengder angis også i 16-deler. En bolt med lengde 7/8" vil ha benevnelsen -14 («strek 14») noe som betyr 14/16" = 7/8" (0,875" angitt i desimaler). Men hvis vi beveger oss over til andre sammenføyingsmetoder, som for eksempel nagler så er lengder på nagler angitt i 32-deler. Diameter er fortsatt i 16-deler.



Måling av bolter. Hentet fra [probolt](#)

### 2.8.2.2 Fot

Fot brukes når vi skal angi større lengder der tommer blir uhensiktsmessig, i likhet med centimeter i stedet for millimeter, eller meter i stedet for centimeter. I industrien brukes allikevel tommer når man skal angi et mål, på lik linje som millimeter brukes i stedet for centimeter eller meter i det metriske systemet. En fot betegnes «ft» (eks.: 12ft = 12 fot) og en fot består av 12 tommer (Hofstad, Fot - lengdemål i Store norske leksikon, 2021).

### 2.8.2.3 Yard

Yard er til fot som meter til centimeter. En yard = 3 fot = 0,9144 meter. Yard brukes sjeldent i industrien, men det er greit å ha kjennskap til forholdet mellom yard – fot – tommer (Hofstad, Yard i Store norske leksikon, 2019).

### 2.8.3 ISO-standard

For elever ved TIF kommer de fleste bort i det vi kaller for ISO-standard, men hva er nå det? ISO er faktisk en verdensomfattende sammenslutning nasjonale standardiseringsorganer som utarbeider og publiserer internasjonale standarder (Holtebekk, 2021).

ISO har som formål å utarbeide standarder for produkter, prosesser og utstyr, og også standardiserte symboler og navn på størrelser og enheter.

ISO er forkortelse for *The International Organization for Standardization*. ISO er en uavhengig organisasjon og har 165 medlemsland. Standard Norge er det norske medlemmet av ISO. Standard Norge er faktisk de som godkjenner ISO standard til norsk standard og har enerett til å godkjenne (NS-ISO Standard) som er kjent for de fleste som har kjennskap til standarder i verkstedhåndboka.

For de fleste elever ved TIF kommer kjennskapen og kunnskapen av standarder fra verkstedhåndboka. Verkstedhåndboka er hovedkilder til ISO standarder, og som elev ved TIF er det viktig å gjøre seg kjent med de ulike standardene innfor måleteknikk, spesielt når man snakker om toleranser og pasninger. Dette bygger direkte på ISO standard, og en viktig del av opplæringen innenfor måleteknikk er å kunne finne informasjon og tolke standarder i henhold til gitte mål på arbeidstegning. På en tegning er standarder oppgitt i tittelfeltet som også er regulert etter norsk standard, en kjent standard for mange elever ved TIF er ikke toleransesatte mål NS-ISO 2768-middels. Formatet, utforming og størrelse av tegninger er også standardisert etter ISO 216.

	Namn	Dato	Haram Vidaregåande Skule - Stolt og skapande -		
Teikna	AriHad	28.04.2014	Tittel		
Sist revidert	AriHad	04.05.2018	Eksamen 1		
Godk jent			Str.	Teikn. nr.	Rev.
Godk jent			A3		
Ikkje toleransesette mål ihht NS-ISO 2768-1 Middels			Filnamn: Oppgave 1.dft		
			Målest.1:2	Vekt	Side 1 av 4

Tittelfelt for teknisk tegning. Tittelfelt inneholder standard NS-ISO 2768 (Haddal, u.d.)

Både elever ved vg1 og vg2 TIF skal gjøre seg godt kjent med standarden (NS-ISO 2768). Som tidligere elever og aktive yrkesfaglærere vet vi at denne standarden er mye brukt i opplæringsammenheng i henhold til måleteknikk og danner mye av grunnlaget for å kunne tolke andre toleranser og pasninger som krever mer nøyaktighetsgrad. For å kunne tolke denne standarden må man først ha ferdigheter og kunnskap om det metriske system og 10 talls systemet. Som man kan se fra tabellen er tillatte avvik 1/10 mm og nøyaktighetsgrad er fin, middels, grov og meget grov. Før å kunne tolke og forstå hvordan standarden brukes i praktisk sammenheng, må elevene ha en innføring og veiledning i hvordan man leser av tabellen og hva som danner grunnlaget for basismål og standarden. Grunnlaget for basismålet begynner med hva informasjon arbeidstegningen gir eleven, og hvilke standard og krav det tekniske tegningen inneholder. Tittelfeltet er den delen av tegning som gir eleven den nødvendige informasjon om standard (NS-ISO 2768), deretter må eleven bruke redskap som verktøyhåndbok for å finne det nødvendige tillatte avviket i henhold til mål gitt ut ifra arbeidstegning. I de aller fleste tilfeller er det enten krav til en spesifikk [toleranse](#) eller tillatt avvik som baserer seg på (NS- ISO 2768), elevene må derfor kunne bruke denne standarden i forhold hva som skal produseres på et mekanisk verksted. Med tanke på sponforskjellige bearbeiding og andre deler av produksjonen må elevene forholde seg til denne toleransen og det vil være viktig at elevene har bevissthet til NS- ISO 2768.

**Toleranser for ikke toleransesatte mål  
(NS-ISO 2768-1)  
Tillatte avvik**

PS&I 1 mm

Basismål		Tillatte avvik Nøyaktighetsgrad			
over	t. o. m.	Fin	Middels	Grov	Meget grov
0,5 -	3	± 0,05	± 0,1		± 0,5
3 -	6	± 0,05	± 0,1	± 0,2	± 1
6 -	30	± 0,1	± 0,2	± 0,5	
30 -	120	± 0,15	± 0,3	± 0,8	± 1,5
120 -	315	± 0,2	± 0,5	± 1,2	± 2
315 -	1 000	± 0,3	± 0,8	± 2	± 3
1 000 -	2 000	± 0,5	± 1,2	± 3	± 4
2 000 -	4 000	± 0,8	± 2	± 4	± 6
4 000 -	8 000		± 3	± 5	± 8
8 000 -	12 000		± 4	± 6	± 10
12 000 -	16 000		± 5	± 7	± 12
16 000 -	20 000		± 6	± 8	± 12
nærmeste IT-grad <sup>1)</sup> t.o.m. 500 mm		12	14	16	17

1) ISO grunntoleranser.

Bilde over viser et utdrag fra verkstadhåndboka som viser toleranser for ikke toleransesatte mål (NS-ISO 2768-1) (Hartvigsen, 1994, s. 19)

**Steg for steg guide for toleranse for ikke toleransesatte mål (NS – ISO 2768 -1)**

1. Identifiser basismål. Eksempelvis basismål 28mm. Finn området hvor basismål 28mm befinner seg i tabell for basismål (indikert med rute på Figur 12).
2. Deretter identifiser nøyaktighetsgrad, eksempel middels nøyaktighetsgrad (indikert med rute Figur 12).
3. Deretter identifiser tillat avvik. Eksempelvis basismål 28mm med middels nøyaktighetsgrad (+ - 0,2 mm indikert med rute på Figur 12)
4. Deretter trekke i fra og legge sammen tillat avvik (0,2 mm):  
Øvre grensemål: 28 mm + 0,2mm = 28,2 – 28mm – Nedre grensemål: 0,2 mm = 27,8 mm.

## 2.9 Toleranser og pasninger

I tema måleteknikk er det vanlig å forholde seg til og ha kjennskap til to viktige begreper; Toleranser og pasninger. Dette er relevant for både Vg1 og Vg2, men for elever på Vg1 TIF er det mest vanlig å bruke tabellen for «toleranser for ikke toleransesatte mål» som vi har skrevet om i kapittelet over. På Vg1 snakker vi om toleranser og pasninger på grunnleggende nivå, mens de på Vg2 industrideknologi dykker dypere inn i toleranser og pasninger. Elever på Vg2 industrideknologi bruker også tabellen for ikke toleransesatte mål når de er på verkstedet.

Som vi var innom tidligere i oppgaven så betyr toleranse ifm. måling hvor mye du kan avvike fra basismålet. Hvilken toleranse du skal forholde deg til står vanligvis oppgitt på arbeidstegningen. Innen måleteknikk må vi også ha kjennskap til pasninger. Pasninger blir brukt når to ting skal passe sammen. For eksempel en aksling og en boring.

Du må da ta hensyn til to toleranser. Både for akslingen og for boringen. Toleransene som er oppgitt avgjør hvordan delene passer sammen, da snakker vi som regel om klaringspasning, mellompasning eller presspasning.

### Pasning og toleranse

**Pasning:** Forholdet mellom et hull (boring) og aksel som skal passe inn i hverandre.

**Toleranse:** Den tillatte variasjonen (avviket) fra basismålet.



### 2.9.1.1 Viktige begreper

Når en arbeider med toleranser og pasninger er det en forutsetning at du kjenner til grunnbegrepene som brukes på arbeidstegninger og arbeidsbeskrivelser. Viktige begreper innenfor toleranser:

- Basismål (B) utgangsmålet, eller nullinja for en dimensjon som skal ha en toleranse.
- Nullinje (O) er linja som er basismålet i toleransebildet.
- Øvre grensemål (ØG) er det største tillatte målet på detaljen.
- Nedre grensemål (NG) er det minste tillatte målet på detaljen.
- Toleranseområdet (T) er området mellom det største og det minste målet.
- Øvre avvik (ØA) er avstanden fra nullinja til ØG.
- Nedre avvik (NA) er avstanden fra nullinja til NG.
- Er-målet, det virkelige målet som vi måler på arbeidsstykket når det er ferdig produsert (Andersen & Herø, 2020, s. 99).

Hvis det ikke er oppgitt en toleranse på tegningen er det vanlig å forholde seg til NS-ISO 2768; «Toleranser for ikke toleransesatte mål» (*h*). I denne tabellen finner vi tre ulike typer toleranser med henholdsvis fin, middels og grov toleranse, hvor fin er lite avvik fra basismål, mens grov er større avvik fra basismål.

Når vi snakker om pasninger, kommer vi ikke utenom toleranser. Det er vanlig å produsere gjenstander som skal passe sammen iht. Toleranser. Når det kommer til toleranser så er det vanlig å skille mellom boring og aksling. Toleranser ifm. aksler oppgis med liten bokstav mens boring oppgis med stor bokstav, for eksempel k6 og H7.

I dette tilfellet vil en k6 ISO-pasning ha en toleranse på en 5mm aksling på  $\varnothing A$ :  $+9\mu m$  og NA:  $+1\mu m$ . Dette ser vi av tabellen under (fig. 4). Mens en H7 ISO-pasning på 5mm vil ha en toleranse på  $\varnothing A$ :  $+12\mu m$  og NA:  $0\mu m$ . Jo større basismålet på arbeidsstykket ditt er jo større vil toleranseområdet være. Som vi ser i de to pasningene over så er avviket du kan ha ganske lite. Hvis vi ser på samme pasning på et arbeidsstykke med et basismål på 50mm vil en H7 ISO-pasning ha en toleranse på  $+25\mu m$  som øvre avvik.

Basismål i millimeter	Aksel											Boring											Aksel											Boring										
	h 5	N 6	M 6	K 6	J s6	H 6	G 6	h 6	S 7	P 7	N 7	M 7	K 7	J s7	H 7	G 7	F 7	E 8	D 9	h 8	H 8	F 8	E 9	D 10	h 11	H 11	D 11	C 11	A 11															
	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA	ØA NA															
t.o.m. 3	0 -4	-4 -10	-2 -8	0 -6	±3	+6 0	+8 +2	0 -6	-14 -24	-6 -16	-4 -14	-2 -12	0 -10	±5	+10 0	+12 +2	+16 +6	+28 +14	+45 +20	0 -14	+14 0	+20 +6	+39 +14	+60 +20	0 -60	+60 0	+80 +20	+120 +60	+330 +270															
over 3 t.o.m. 6	0 -5	-5 -13	-1 -9	+2 -6	±4	+8 0	+12 +4	0 -8	-15 -27	-8 -20	-4 -16	0 -12	+3 -9	±6	+12 0	+16 +4	+22 +10	+38 +20	+60 +30	0 -18	+18 0	+28 +10	+50 +20	+78 +30	0 -75	+75 0	+105 +30	+145 +70	+345 +270															
over 6 t.o.m. 10	0 -6	-7 -16	-3 -12	+2 -7	±4,5	+9 0	+14 +5	0 -9	-17 -32	-9 -24	-4 -19	0 -15	+5 -10	±7	+15 0	+20 +5	+28 +13	+47 +25	+76 +40	0 -22	+22 0	+35 +13	+61 +25	+98 +40	0 -90	+90 0	+130 +40	+170 +80	+370 +280															
over 10 t.o.m. 18	0 -8	-9 -20	-4 -15	+2 -9	±5,5	+11 0	+17 +6	0 -11	-21 -39	-11 -29	-5 -23	0 -18	+6 -12	±9	+18 0	+24 +6	+34 +16	+59 +32	+93 +50	0 -27	+27 0	+43 +16	+75 +32	+120 +50	0 -110	+110 0	+160 +50	+205 +95	+400 +290															
over 18 t.o.m. 30	0 -9	-11 -24	-4 -17	+2 -11	±6,5	+13 0	+20 +7	0 -13	-27 -48	-14 -35	-7 -28	0 -21	+6 -15	±10	+21 0	+28 +7	+41 +20	+73 +40	+117 +65	0 -33	+33 0	+53 +20	+92 +40	+149 +65	0 -130	+130 0	+195 +65	+240 +110	+430 +300															
over 30 t.o.m. 40	0 -11	-12 -28	-4 -20	+3 -13	±8	+16 0	+25 +9	0 -16	-34 -59	-17 -42	-8 -33	0 -25	+7 -18	±12	+25 0	+34 +9	+50 +25	+89 +50	+142 +80	0 -39	+39 0	+64 +25	+112 +50	+180 +80	0 -160	+160 0	+240 +80	+280 +130	+470 +320															
over 40 t.o.m. 50	0 -13	-14 -33	-5 -24	+4 -15	±9,5	+19 0	+29 +10	0 -19	-42 -88	-21 -51	-9 -39	0 -30	+9 -21	±15	+30 0	+40 +10	+60 +30	+106 +60	+174 +100	0 -46	+46 0	+76 +30	+134 +60	+220 +100	0 -190	+190 0	+290 +100	+330 +150	+530 +360															
over 50 t.o.m. 65	0 -15	-16 -38	-6 -28	+4 -18	±11	+22 0	+34 +12	0 -22	-58 -101	-24 -59	-10 -45	0 -35	+10 -25	±17	+35 0	+47 +12	+71 +36	+126 +72	+207 +120	0 -54	+54 0	+90 +36	+159 +72	+260 +120	0 -220	+220 0	+340 +120	+390 +180	+600 +410															
over 65 t.o.m. 80	0 -18	-20 -45	-8 -33	+4 -21	±12,5	+25 0	+39 +14	0 -25	-77 -133	-28 -68	-12 -52	0 -40	+12 -28	±20	+40 0	+54 +14	+83 +43	+148 +85	+245 +145	0 -63	+63 0	+106 +43	+185 +85	+305 +145	0 -250	+250 0	+395 +145	+460 +230	+710 +580															
over 80 t.o.m. 100	0 -20	-22 -51	-8 -37	+5 -24	±14,5	+29 0	+44 +15	0 -29	-105 -151	-33 -79	-14 -60	0 -46	+13 -33	±23	+46 0	+61 +15	+96 +50	+172 +100	+285 +170	0 -72	+72 0	+122 +50	+215 +100	+355 +170	0 -290	+290 0	+460 +170	+550 +280	+950 +820															
over 100 t.o.m. 120	0 -23	-25 -57	-9 -41	+5 -27	±16	+32 0	+49 +17	0 -32	-138 -190	-44 -90	-18 -66	0 -52	+16 -36	±26	+52 0	+69 +17	+108 +56	+191 +110	+320 +190	0 -81	+81 0	+137 +56	+240 +110	+400 +190	0 -320	+320 0	+510 +190	+620 +330	+1240 +1050															

ISO-pasninger. Aksel

TOLERANSER

17

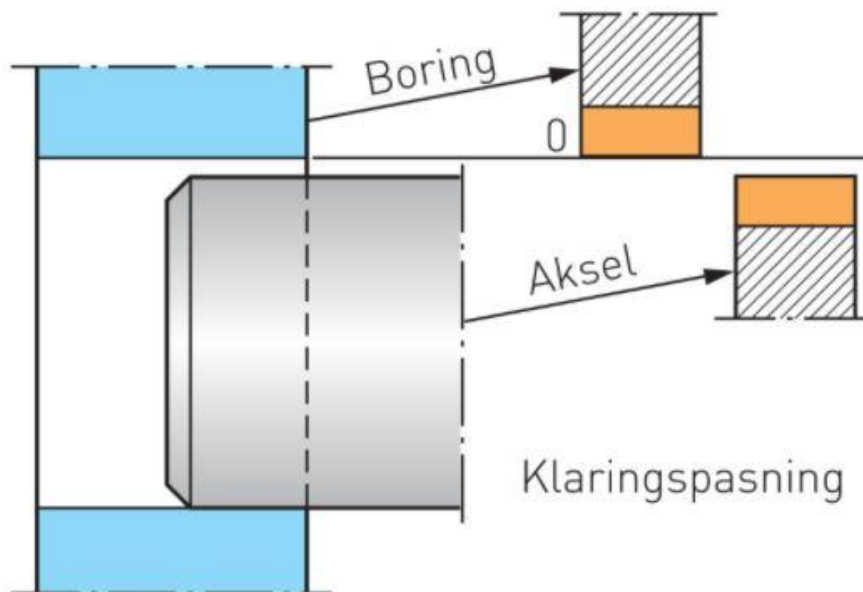
ØA = øvre avvik NA = nedre avvik

Utklipp fra verkstedhåndboka, hentet fra (Hartvigsen, 1994)

## 2.9.2 Hovedtyper pasninger

### 2.9.2.1 Klaringspasning

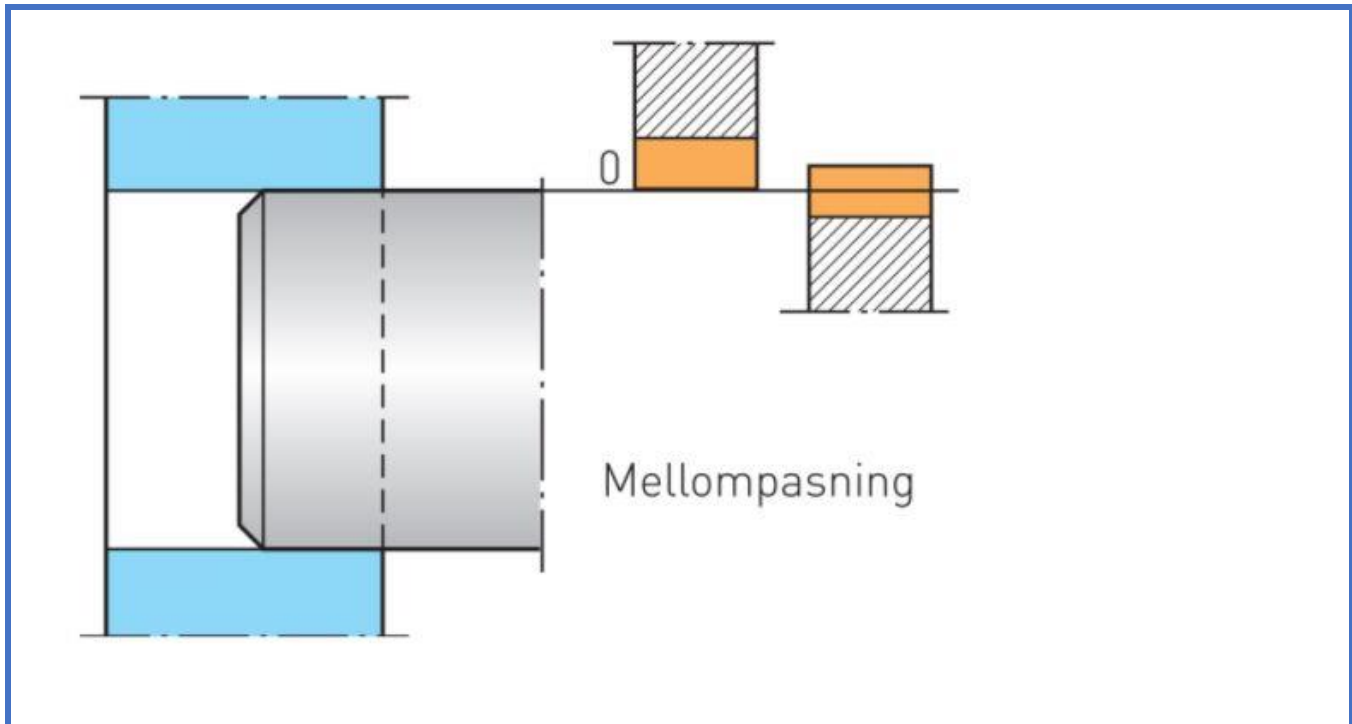
Vi skiller mellom tre hovedtyper pasninger. Hvilken av de du skal forholde deg til er avhengig av hva maskindelen som du produserer skal brukes til. Før en fastsetter toleransene er det vanlig å avgjøre målene på gjenstandene. De tre hovedtypene er klaringspasning, mellompasning og presspasning (Andersen & Herø, 2020, s. 102).



*Klaringspasing, bilde er hentet fra (Andersen & Herø, 2020, s. 102)*

I bildet over ser du en aksling som passer inn i en boring. Pasningen som du ser på bildet, er det vi kaller en **klaringspasning**. Akslingen har da plass til å bevege seg inne i hullet. En slik pasning med rom for bevegelse er blant annet vanlig å bruke mellom en veivaksel og veivstaken. Det som er unikt med en slik pasning er nettopp at akslingen skal kunne bevege seg forholdsvidt fritt i vertikal retning. På klaringspasninger er det ikke uvanlig at en benytter seg av [føleblad](#) under montering, da disse har fastsatte mål som er enkle å forholde seg til. De gjør det også mye enklere å få målt den reelle klaringen sammenlignet med f.eks. ett skyvelære.

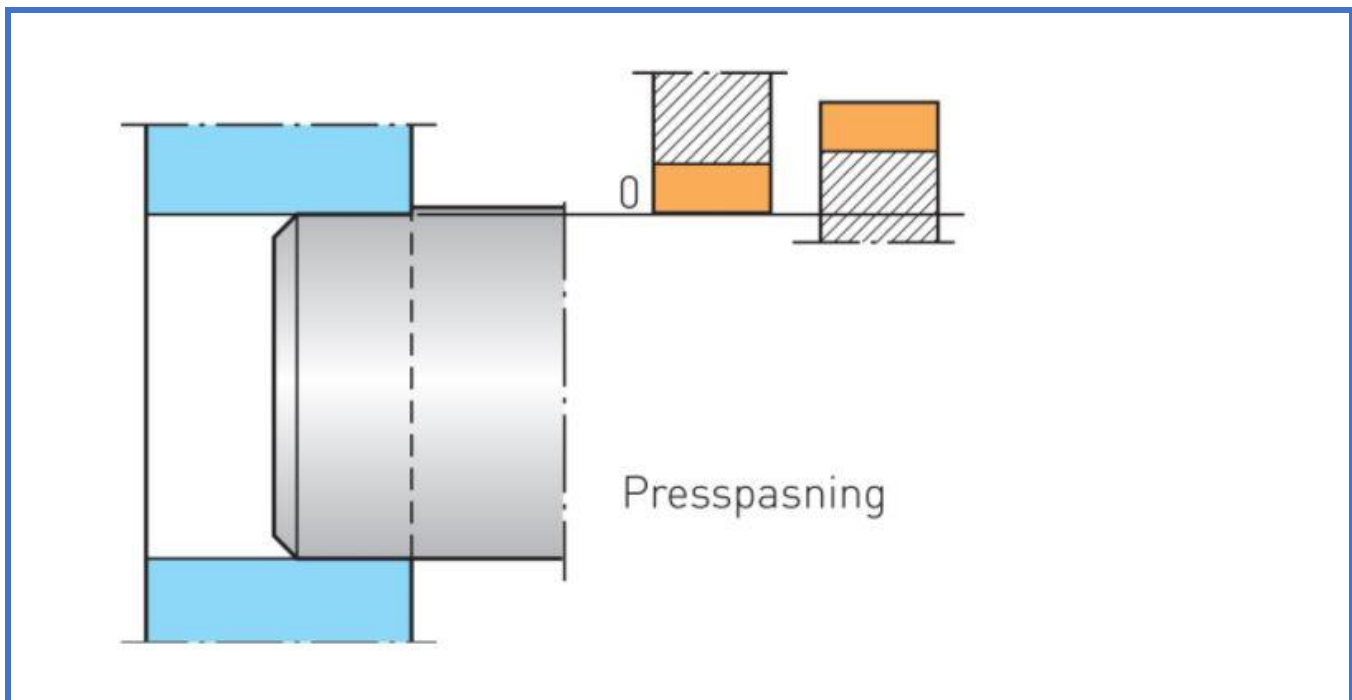
### 2.9.2.2 Mellompasning



*Mellompasning, bilde er hentet fra (Andersen & Herø, 2020, s. 102)*

Når det kommer til denne pasningen så ser vi at akslingen passer tilnærmet perfekt i hullet som er boret. Dette kaller vi for en **mellompasning**. Det er vanlig å bruke en slik pasning på deler som skal sitte godt sammen, men samtidig er mulig å demontere uten krymping. Et eksempel på en slik pasning er ved bruk av kulelager.

### 2.9.2.3 Presspasning



*Presspasning, bilde er hentet fra (Andersen & Herø, 2020, s. 102)*

Den siste pasningen som vi ser i bildet over, viser en aksling som egentlig ikke passer i hullet som er boret. Dette kalles for en **presspasning**. Akslingen må da presses inn i boringen. Når en skal montere en presspasning må en varme opp maskindelen som akslingen skal presses inn i, samtidig som akslingen holdes kjølig. Når du varmer opp maskindelen som akslingen skal monteres inn i vil den utvide seg og det vil da være plass til å montere på plass akslingen. Disse delene vil da sitte helt fast. Det er også mulig å montere presspasninger ved å kjøle ned akslingen, den vil da krympe og du vil klare å få den til å passe inne i boringen. En må også være påpasselig på at en ikke varmer eller kjøler ned gjenstandene for mye, da dette kan påvirke egenskapene til materialet.

### 3 Profesjonsfaglig fordypning

Det finnes ingen universalmetode for god undervisning. Det er derfor pedagogikk som fag er så spennende, nettopp fordi læreren hele tiden må ta i bruk sin pedagogiske kompetanse ved å analysere studentenes/elevenes og fagenes/yrkets/profesjonens behov for kompetanse for å kunne planlegge hvordan undervisningen skal gjennomføres og vurderes.» (Sylte A. L., 2021, s. 12)

#### 3.1 Innledning

Vi utførte aksjoneringen vår på Charlottenlund VGS, avd. Teknologifag hos VG2 Industriteknologi.

Tema for aksjoneringsdagen var selvfølgelig Måleteknikk, og vi gikk ut ifra problemstillingen vår **«Hvordan bevisstgjøre elevene på viktighet av måleteknikk og nøyaktighet, samt bruk av relevant underlag og måleinstrumenter i alle faser av produksjon.»**

Målet vårt var å bygge aksjoneringen rundt vår problemstilling, men også at undervisningen var relevant iht. læreplanen på industriteknologi.

*All teori vi har med videre i dokumentet har vi brukt i eller i forbindelse med aksjoneringen. Vi har drøftet teorien i lys av aksjoneringen, og sett på hvordan vi kan bruke det i et Forsknings og Utviklings-perspektiv.*

## 3.2 Veiledning og instruksjon

Instruksjon og veiledning forteller oss noe om hvordan vi som lærere skal forholde oss til elever i opplærings situasjoner.

### 3.2.1 Instruksjon

Begrepet instruksjon defineres ifølge (Persvold, 2019) som en veiledning i hvordan en arbeidsoppgave skal utføres. Et eksempel på en instruksjon kan være at en instruktør veileder en annen i hvordan man måler diameteren på en aksling ved hjelp av et skyvelære.

Instruksjon kan ses på som at en viser vei ved å gå foran, vise til ting, eller ved å gi beskjeder.

Vi deler instruksjon inn i tre ulike metoder (Halland & Hæge, 2010).

Fortellermetoden, visemetoden og demonstrasjonsmetoden.

Instruksjon er vanlig når elever introduseres for nye arbeidsoppgaver, da vil lærer/instruktør vise hvordan han utfører arbeidsoppgaven.

### 3.2.2 Veiledning

Det er vanlig å bruke veiledning i mange ulike sammenhenger. I dette tilfellet er profesjons-/yrkesrettet i praksis mest relevant. I slike tilfeller brukes veiledning til praktiske arbeidsoppgaver. Som vi var inne på tidligere så er instruksjon og veiledning den mest vanlige måten å lære bort på i praktiske oppgaver. (Sylte A. L., 2021, s. 115).

Veiledning kan defineres som en «prosess der en nybegynner eller inkompetent får faglig hjelp, råd og vink av en mer erfaren og kompetent person i en formell opplærings situasjon» (Andersen K., 2015, s. 105). Målet med dette er å utvikle eller videreutvikle kompetanse.

#### Metoder for instruksjon

- **Fortellermetoden:** Det er en dialog rundt jobben som skal utføres, gjerne i forkant av gjennomføringen.
- **Visemetoden:** Veileder demonstrer hvordan f.eks. et bestemt verktøy fungerer.
- **Demonstrasjonsmetoden:** En kombinasjon mellom fortellermetoden og visemetoden, hvor veileder demonstrer hvordan oppgaven skal gjennomføres mens fremgangsmåten forklares underveis.

Ved veiledning benytter man seg av ulike strategier, hvilken strategi en velger å bruke er avhengig av elevens behov. Det er ofte fornuftig å bruke flere strategier for å få mest mulig igjen av veiledningen (Sylte A. L., 2021, s. 119).

Den mest aktuelle veiledningsstrategien vil i vårt tilfelle være *kritisk orientert* veiledning.

Veileder/lærer vil her være lyttende og spørrende. Målet med det er at eleven skal se sammenhengen mellom de valgene som hen gjør, og deretter konsekvensen handlingen har for eleven og andre involverte. I en slik type veiledning er det vesentlig at eleven begrunner valgene sine. Da tvinges eleven til å reflektere over oppgaven som er gjennomført, som igjen er med på å fremme læring (Sylte A. L., 2021, s. 122).



### 3.3 Behaviorisme: Assosiasjonslæring

Hva er det som skjer når vi lærer, og hvordan lærer vi? Aristoteles (384-322 f.Kr.) mente at læring bygger på fire assosiasjonsprinsipper.

For å forklare assosiasjoner enkelt og konkret kan det sies å være sammenhegning av minner. Når nye minner hekter seg på gamle, er sannsynligheten større for at et av minnene bringer fram andre. Dette såkalte sammenhegtingen danner grunnlaget for mye av læringen og hukommelsen vår. (Hybertsen, 2015, s. 163)

#### De fire assosiasjonsprinsipper.

1. **Nærhet:** Når vi tenker på noe, har vi en tendens til å tenke på noe annet som bli erfart samtidig.
2. **Likhet:** Når vi tenker på noe, har vi en tendens til å samtidig tenke på noe annet som ligner.
3. **Gjentakelse:** Oftere to erfaringer opptrer sammen, jo sterkere vil assosiasjonen bli.
4. **Kontrast:** Når vi tenker på noe, har vi en tendens å tenke på noe annet som stor i kontrast som skjer samtidig. (Hybertsen, 2015, s. 163).

### 3.4 Induktiv og deduktiv metode

Elever er forskjellige. Noen lærer best gjennom induktiv læring; ved å praktisere først, for så å få teorien bak. Mens andre lærer best gjennom deduktiv læring; ved å lære teorien før praksis. (Sylte A. L., 2021) Som Sylte sier det: «I profesjons-/yrkesopplæring er det viktigste at teorien er relevant for praksisen og dermed henger sammen. Derfor vil det variere ut fra *hva* som skal læres, hvilken metode som egner seg best, induktiv eller deduktiv.» (Sylte A. L., 2021, s. 29)

Andersen et al. forklarer induktiv og deduktiv undervisningsmetode ut ifra forskningen:

#### 3.4.1 Induktiv metode innen forskning – og læring

Her forklarer de at induktiv forskning tar utgangspunkt i empirien, som styrer hva fokusområde for videre forskning skal bli. I induktiv forskning vil det være uklart hva som blir konklusjonen til slutt, siden forståelse eller erkjennelse tar utgangspunkt i empirien. (Andersen et al., 2018)

Induktiv læringsmetode betyr at eleven får lov å gjøre seg erfaringer selv, og blir beskrevet som en motiverende arbeidsform i skolen. (Andersen et al., 2018)

### 3.4.2 Deduktiv metode innen forskning – og læring

Enkelt forklart er deduktiv metode det motsatte av induktiv metode. Her starter man med en teori eller en utledet hypotese, som man så forsker på med en metode som har tydelig struktur og oppsett og som er strengt styrt av den teorien man legger til grunn. (Andersen et al., 2018)

Deduktiv læring er en veldig strukturert læringsmetode. Deduktiv læring betyr at eleven først får undervisning i teorien rundt et emne før eleven får lov å prøve selv i praksis. På denne måten styrer læreren hvilken teori elevene skal lære, og hvordan de skal lære denne teorien. Hvordan eleven måles for hvor mye teori eleven har lært er også bestemt på forhånd. (Andersen et al., 2018)

Sylte sier i boken «Profesjonspedagogikk – Relevant læring i praksis» at det er mange som har tatt til orde for at yrkesopplæringen i den videregående skole har blitt for mye preget av teori. (2021) Men som hun sier videre: «... elevene trenger teori for å kunne utføre en arbeidsoppgave. De må forstå hva som er årsaken til at resultatet blir som det blir, og å kunne vurdere konsekvensene av ulike valg av arbeidsutførelse.» (Sylte A. L., 2021, s. 28)

Videre mener hun at det ikke er mye teori i seg selv som er problemet, men hvordan denne teorien blir presentert, selve læringsprosessen. Om teorien er satt inn i en praktisk kontekst, altså yrkesrettet teori, eller om teorien er løsrevet fra praksis. (2021)

En induktiv læring er ofte å foretrekke for mange elever. Mange liker å utforske og gjøre seg egne erfaringer, og lærer godt på den måten. En induktiv tilnærming betyr at eleven får lov å prøve og feile litt, til en viss grad, før en lærer kommer inn. I mange tilfeller vil ikke dette være forenelig med god sikkerhet i hangaren eller i verkstedet. For å ivareta HMS er det mange ganger påkrevd med en deduktiv tilnærming av stoffet; eleven må lære om teorien først for å forstå sammenhengen og dermed også hvilke farer man kan utsette seg for ved å gjøre noe feil.

### 3.5 Relasjonskompetanse for god læring

#### 3.5.1 Persepsjon og sosiale antenner

For å forstå elevene, eller de du skal undervise eller samhandle med, enten det er kollegaer, lærlinger, foresatte eller andre samarbeidspartnere, er det en forutsetning å ha relasjonskompetanse. For å kunne møte elevene ut ifra deres egne forutsetninger for læring, og også ha en forståelse for hva som påvirker adferd, læring, gruppeprosesser og kommunikasjon hos og mellom elevene er det viktig med en god relasjonskompetanse.

Relasjonskompetanse er en kompetanse som må læres og erfares. I dagligtalen kan vi bruke «sosiale antenner» som et annet ord for relasjonskompetanse. Hvordan vi leser de rundt oss, og endrer vår adferd ut fra det. Akkurat som andre ting i livet, så har mennesker ulike forutsetninger for å utvikle sin relasjonskompetanse. Noen er naturlig godt anlagt for å lære seg en god relasjonskompetanse, mens andre igjen må erfare og «jobbe» mer med sin relasjonskompetanse.

#### Sentrale punkter for å etablere godt forhold til skole og læring

- Å kunne etablere ekte kontakt med eleven så raskt som mulig.
- Skill mellom eleven og hans atferd
- Finn noen reelt å rose eleven for
- Overse en del av uønsket atferd hos eleven

Relasjonskompetanse er en del av samhandlingsprosessen din med andre. Denne prosessen er påvirket av din persepsjon. Persepsjon er hvordan du opplever og tolker ulike situasjoner, og mennesker. Ditt selvbilde og din personlighet spiller inn i din persepsjon av en gitt situasjon. Dette forklarer hvorfor to personer kan få den samme informasjonen presentert, men opplever og tolker den ulikt, og sitter igjen med ulik oppfatning av innholdet.

### 3.5.2 Individuell påvirkning av persepsjon

Jo bedre vi kjenner hvordan vi påvirkes av egen persepsjon, og hva som påvirker vår persepsjon av en situasjon, jo lettere kan man forstå andres reaksjoner, og dermed unngå konflikter og særlig misforståelser. Egne ubevisste (eller bevisste) holdninger, verdier, myter og tradisjoner påvirker vår adferd og måten vi oppfatter ting på. Ved å ha en bevisst holdning til dette vil det også bli lettere for oss å forandre på det vi synes virker uhensiktsmessig eller uheldig.

«Vi tar imot informasjon, sorterer den, organiserer den, tolker den, og gir den mening – «bruker vårt personlige filter». Dette er en ubevist prosess.» (Sylte A. L., 2021, s. 186)

Alt som er med på å påvirke hvordan vi oppfatter noe (en situasjon, en person, informasjon, en diskusjon, et bilde, en film osv.), enten vi ser, hører, berører og sanser er persepsjon.

Konflikter kan mange ganger skyldes at mennesker opplever og tolker forskjellige; de har ulik persepsjon. For å bli mer bevist på hvordan persepsjon påvirker måten studenten/eleven og du som lærer tolker omverdenen på er det viktig å være bevist hvordan vår persepsjon påvirker oss, og være klar over ulike prinsipper med persepsjon. Sylte har laget en liste over hvordan og hvorfor persepsjon påvirker hvert enkelt menneske i så stor grad. Den kan hjelpe til med å forstå og forklare hvordan to personer i samme situasjon kan oppleve og tolke situasjonen helt forskjellig. (Listen er forkortet av oss)

## Hvordan og hvorfor persepsjon påvirker oss individuelt

1. *To studenter/elever ser ikke ting på samme måte.* Derfor er det viktig å differensiere opplæringen ut fra læreforutsetninger.
2. *Studentens/elevens bilde av seg selv påvirker vedkommende måte å se verden på.* Dette påvirker både mestringsfølelsen, tryggheten og motivasjonen for å tørre å lykkes med en læringsoppgave.
3. *Studenten/eleven ser ulike ting på ulike tidspunkter.* Dette viser også hvor viktig det er å ta hensyn til læreforutsetninger. *Studenten/eleven lærer seg å se ting som han/hun gjør.* Både erfaringslæring og «learning by doing» bidrar til mestringsfølelse
4. *Studenten/eleven ser det han/hun vil se.* Dette viser hvor ulikt han/hun ubevisst tolker omverdenen på ut fra sin persepsjon, som igjen påvirker både adferd, samhandling til læreren eller medelever, motivasjonen og læringsprosessen. Studentens/elevens profesjons-/yrkesinteresse er viktig for det han/hun vil se.
5. *Studenten/eleven har en tilbøyelighet til å komplettere det som virker ufullstendig.* Dette kan påvirke eksempelvis kommunikasjonsprosessen, der studenten/eleven kompletterer den delen av budskapet som ikke er tydelig nok. Men det kan også ses på som tilbøyelighet til å oppsøke kunnskapen, i henhold til Piagets teori om at ubalanse i likevekten driver studenten /eleven til akkomodasjon (læring)
6. *Studenten/eleven oppfatter en begivenhet eller en gjenstand først som en samlet enhet, for deretter å rette oppmerksomheten mot en avgrenset del.* Dette kan vise at opplæringen er preget av helhet og sammenheng, at det fokuseres på en hel arbeidsoppgave og ikke på enkeltdisipliner som er løsrevet fra en praktisk kontekst.
7. *Studenten/eleven lærer seg nye persepsjoner utelukkende gjennom nye erfaringer.* Dette er i tråd med læreforutsetningene, som er i kontinuerlig endring i takt med studentens/elevens utvikling og læring, som igjen viser viktigheten av tilpasset opplæring (Sylte A. L., 2021, s. 185).

### 3.5.3 Kommunikasjon

Fra all objektiv informasjon som mottas velges ubevist ut en del av informasjonen som går videre til prosessering og tolkning, og gis en subjektiv mening. Derfor vil to forskjellige personer sitte igjen med forskjellige meninger og tolkninger av den samme informasjonen, og mange ganger sitter de igjen med en annen mening enn avsender har forsøkt å formidle med informasjonen.

Kommunikasjon er en sammensatt prosess som er kontinuerlig læring hos den enkelte, både som avsender, men også som mottaker. Det er dette som er så spennende med kommunikasjon, men som også gjør kommunikasjon så vanskelig.

### 3.5.4 Positivt læringsmiljø

En forutsetning for at elevene skal kunne mestre en oppgave er at kandidaten tror det er mulig. Positiv tilbakemelding og støtte fra andre er noen av forutsetningene som er med på å skape tro på egne ferdigheter og muligheten det gir. Et læringsmiljø som kjennetegnes av positiv utvikling, motivasjon og god selvoppfatning.

#### Punkter som kjennetegner et positivt læringsmiljø

- Velge oppgaver og lærestoff som gir gunstige utfordringer til den enkelte elev.
- Konsentrere seg om mening og forståelse
- Legge opp til individuell forbedring og mestring
- Hjelp elevene til å sette kortsiktige, personlige og realistiske mål
- Hjelp elevene til å utvikle effektive læringsstrategier
- Gjøre egne vurderinger
- Stimulere elevene til å akseptere feil som en naturlig del av læringsprosessen
- Gi elevene muligheten til å oppdage forbedringer (Haaland & Nilsen, 2020).

Det første punktet som beskriver valg av oppgaver og lærestoff må ikke være for lette eller for vanskelige. Videre må utfordringene økes i takt med elevenes kompetanse økning. Mange opplever at skolearbeidet ikke har sammenheng med deres verden, erfaringer eller interesser. Det å kunne skape mening og interesser for opplæringen må yrkesfaglæreren være opptatt av elevens livssituasjon og kunne tilrettelegge deretter. Framgang og mestring er motiverende, derfor vil det være gunstig at eleven har et verktøy for å registrere forbedringen, et eksempel for dette er å hjelpe eleven til å sette kortsiktige mål og personlige mål som er realistiske.

### 3.5.5 Bruners teori og det støttende stillas

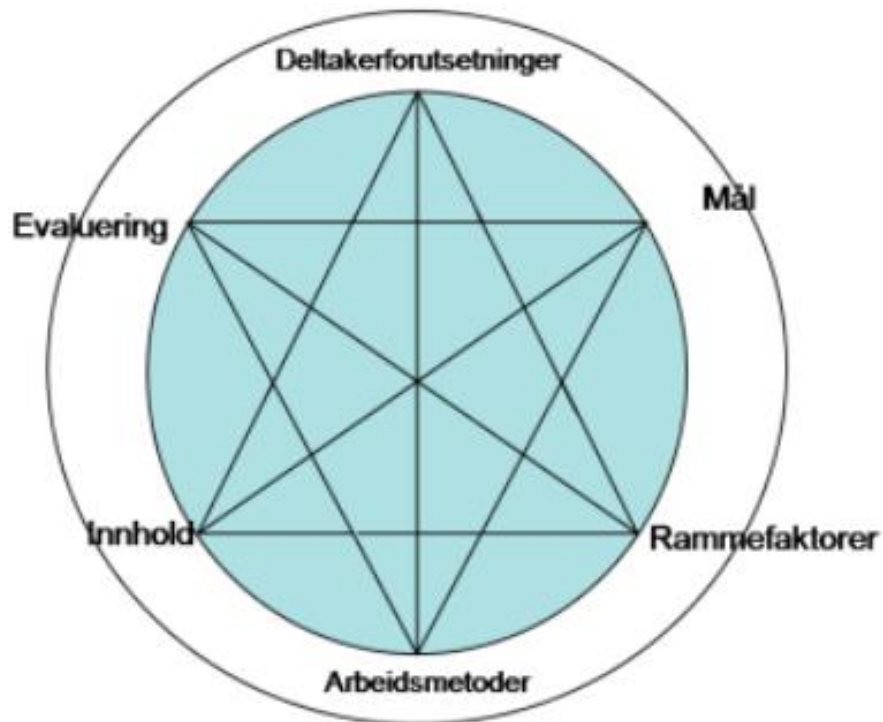
Den amerikanske psykologen Jerome S. Bruner (1915-2016) introduserte begrepet «støttende stillas» (Imsen, 2008 ). Bruner videreutviklet Vygostkys teori med hvor viktig det er at læreren er støttende i læringsprosessen. Jo større problem elevene har, jo mer hjelp, støtte og veiledning må vedkommende få. Elevene kan også være stillasbyggere for hverandre. De har ulike forutstenginger og ulike kunnskapsnivåer. Det kan for eksempel være områder hvor én er usikker, og en annen er trygg.

#### *3.5.5.1 Gruppearbeid i henhold til Bruners teori og støttende stillas*

Ved hjelp av gruppearbeid og samhandling vil elevene lære av hverandre. De inntar en rolle som sosialt støttende overfor andre elever som er mindre trygg og har behov for hjelp. Elevene vil da fungere som stillasbyggere for hverandre ved at de veileder og gir hverandre råd (Sylte A. L., 2013 , ss. 156-157)

### 3.6 Planlegging av læring og undervisning

Planlegging av læring og undervisning er viktig, både for den enkelte og lærerens systematisering av undervisningen. Slike planer danner også et godt grunnlag for drøfting og videreutvikling av det pedagogiske i klasserommet (Haaland & Nilsen, 2020, ss. 88-99). Den didaktiske relasjonsmodellen er godt verktøy for å systematisere yrkesfaglærerens vurdering og videreutvikling av egen praksis av undervisningen.



*Den didaktiske relasjonsmodellen (Hiim H, 2009)*



## 4 Metode

### 4.1 Aksjonsforskning – aksjonslæring

Aksjonsforskning, og aksjonslæring er et godt verktøy for å kunne fornye seg.

Postholm og Jacobsen refererer til Revans (1982; 1984) når de skriver at «aksjonslæring skjer med utgangspunkt i faktiske oppgaver som praktikere har i sitt arbeid.» (Revans, 1982; 1984 sitert i Postholm & Jacobsen, 2016, s.19)

Læreren må ikke bli sittende fast i egne erfaringer, men ha blikket framover. (Postholm & Jacobsen, 2016) Før et nytt undervisningsopplegg utvikles så bør historiske og nåtidige empiriske analyser gjennomføres. Deretter bør det nye opplegget sees på fra forskjellige synsvinkler, og analysere det med «nye øyne», før det prøves ut i praksis. (Engeström, 1999; 2001, sitert i Postholm & Jacobsen, 2016) Etter gjennomføring må læreren analysere og reflektere over gjennomføringen og «om læringsaktiviteten beveger seg i ønsket retning» (Postholm & Jacobsen, 2016, s. 21).

Om opplegget utvikles videre, forkastes eller faktisk opptas i sin helhet i videre undervisnings avhenger av denne analyseringen og refleksjonen i etterkant. Gjeldende lærerplan med dertil uttrykte målsetninger bør være utgangspunktet for endrings – og utviklingsarbeidet. (Postholm & Jacobsen, 2016)

## 4.2 Observasjon

Postholm og Jacobsen siterer Adler og Adler (1998, 2016, s. 49) i boka «Læreren med forskerblikk» når de skriver at «...hanler observasjon om å ta i bruk alle sansene.». I de tilfellene vi er bevisst på egen observasjon av det som skjer rundt oss så er observasjon som metode et godt verktøy for å samle informasjon. Skal vi få noe ut av observasjonene våre må vi være målrettede, systematiske og oppmerksomme. Det er dette som kjennetegner observasjoner i klasserommet når en lærer er på jakt etter å endre eller forbedre egen praksis. (Postholm & Jacobsen, 2016)

Når vi skal bruke observasjon som informasjonsinnhentingsmetode er det tre valg vi må gjøre. I følge Postholm og Jacobsen er disse valgene:

**Valg nummer én** som må tas betyr at vi må avgrense vår spesifikke observasjon i både tid og rom. Hvor observasjonene skal foregå, og hvem som skal observeres. (Postholm & Jacobsen, 2016)

**Valg nummer to** vil ofte gi seg selv ut ifra konteksten for observasjonen. Postholm og Jacobsen (2016) refererer til Gold (1958) når de skriver at det finnes fire ulike observatørroller. Ytterpunktene er «fullstendig deltagende observatør» til «fullstendig observatør». Imellom disse to finnes det «deltager som observatør» og «observatør som deltager».

**Det tredje valget** er «Åpen versus strukturert observasjon». Observasjon vil aldri kunne bli helt åpen og fri for forforståelse (Postholm & Jacobsen, 2016).

*Hvem, hva og hvorfor vi skal hente inn informasjon om via observasjon vil ha innvirkning for våre svar på de tre valgene vi må ta for observasjon.*

For å sortere tanker og observasjoner underveis i en observasjonsstasjon er det lurt å sette seg ned i etterkant å skrive ned en logg over det som skjedde. Dette burde gjøre så snart som mulig etter endt observasjonssesjon for å ha økten klart i minne. (Postholm & Jacobsen, 2016)

«Observasjon er ypperlig for å finne ut av hva som faktisk finner sted. Derimot er metoden relativt svak når det gjelder å få fram *hvorfor* ting skjer eller ikke skjer.» (Postholm & Jacobsen, 2016, s. 61)



### 4.3 Intervju

For å finne ut hvorfor noe skjer er det viktig å kunne snakke med personer, og få fram deres meninger og tanker om det som skjedde. Fokuset flyttes fra handling til språk, hvordan folk sier noe og hvordan de sier det. Andre ord for intervju er samtale eller dialog. (Postholm & Jacobsen, 2016)

Vi må også her foreta noen valg slik at vi sikrer at dialogen gir den ønskede informasjonen vi vil ha:

Problemstillingen er viktig når vi skal utforme intervjuet, og alle valg vi gjør i utformingen av intervjuet må være forankret i en problemstilling. Når vi forbereder oss til et intervju, skriver Postholm og Jacobsen (2016) at vi kan spørre oss følgende spørsmål:

#### Forberedelsesspørsmål for intervju

- Hvem skal intervjues?
- Skal det intervjues individuelt eller i grupper?
- Hva slags type dialog skal vi ha, hva skal vi legge opp til?
- Målrettet og strukturert, eller mer åpen dialog?
- Vi må ha en plan for selve gjennomføringen. (Postholm & Jacobsen, 2016)

#### 4.3.1 Hva ønsker jeg informasjon om?

Svaret på dette styrer mange av valgene du skal ta senere. Får jeg informasjonene jeg trenger gjennom individuelle intervju, eller er det bedre å intervjuer en gruppe sammen? Skal alle ha like spørsmål, eller må jeg tilpasse spørsmålene til den jeg har dialogen med?

#### 4.3.2 Hvem skal jeg snakke med?

Vi må snakke med den det gjelder! For å få den informasjonen vi ønsker så må vi snakke med de vi mener kan gi oss den beste informasjonen. Dette kalles et hensiktsmessig utvalg. Ønsker vi oss spennvidde i svarene så velger vi intervjuobjekter som representerer hele spekteret av f.eks. elever.

#### 4.3.3 Hvilken form for samtale skal jeg velge?

Vi tenker ofte på en ansikt-til-ansikt-situasjon, der to personer sitter i samme rom når vi tenker på intervju. Dette er vanlig, men intervju kan også gjennomføres som videointervju, telefonintervju, via e-post eller annen digital chattetjeneste eller sosialt medier.

#### 4.3.4 Hvordan kan jeg legge opp samtalen?

Et intervju kan kategoriseres etter graden av strukturering. Hvordan spørsmålene stiller, og hvordan intervjuet planlegges angir strukturingsgraden. Vi kan identifisere tre typer intervju ut fra dette:

**Det strukturerte intervjuet;** Her stiller intervjueren de samme spørsmålene i samme rekkefølge til

alle intervjuobjektene. **Det halvstrukturerte intervjuet** gjennomføres med relevante spørsmål, men intervjueren er forberedt på å følge temaer som dukker opp, men som ikke var planlagt. Et halvstrukturert intervju egner seg godt til planlegging av nye prosjektarbeider. **Det ustrukturerte intervjuet** kalles også for et åpent intervju. Det er vage grenser mellom ustrukturert intervju og deltagende observasjon. Bruk av ustrukturert intervju har som mål å forsøke å forstå kompleksiteten, men innenfor et bestemt fokus, i en spesiell situasjon.

#### 4.3.5 Hvordan skal jeg kunne gjennomføre samtalen?

Det kreves en aktiv innsats for å holde en samtale i gang, og for å få fram og registrere den interessante informasjonen. Det kan være lurt å ha en liste over tema intervjuet burde komme inn på. Dette er spesielt viktig i et halvstrukturert intervju. Det kan også være lurt å innta en aktiv rolle, der du som intervjuer stiller oppklarende spørsmål, eller å holde samtalen i gang med et nikk med hode underveis i intervjuobjektets forklaring, eller et «mm». En pause som viser at intervjuobjektet bare skal fortsette å fortelle kan også være fruktbart.

Valg av tid og sted er også viktig, og et sted kan få fram svar som ikke ville kommet fram et annet sted. Eksempel på det er en samtale mens man går fra a til b ute i finværet, kontra der man sitter overfor hverandre på lærerens kontor. Intervjuobjektet vil ha en annen adferd avhengig av intervjusted.

Husk: Det finnes ikke gode eller dårlige dialoger. Om vi får informasjonen vi trenger ut fra dialogen, så har dialogen vært gode! (Postholm & Jacobsen, 2016)

#### 4.4 Spørreskjema

Strukturert datainnsamling er tett forbundet med kvantitative data. Slike data gjør det mulig å beskrive det generelle omfanget av noe, hvor ofte/sjeldent noe skjer, eller om en læringsaktivitet har fungert etter intensjonen. (Postholm & Jacobsen, 2016)

#### 4.5 Variasjon

Å variere datainnsamlingsmetoden man bruker vil kunne være fruktbart. Å bruke en kombinasjon av åpne og induktive metoder som observasjon og intervju, sammen med strukturerte deduktive metoder som spørreskjema vil kunne gi flere og gode svar på det man lurer på. (Postholm & Jacobsen, 2016)

#### Noen enkle huskereglar for spørreundersøkelse

1. Streb etter enkelthet i spørsmålene
  2. Folk husker ikke særlig langt bak i tid
  3. Bruk gjerne åpne spørsmål i tillegg til de lukkede spørsmålene
  4. Begynn et spørreskjema «ufarlig» og avslutt med mer følsomme spørsmål
  5. Varier retningen på spørsmålene
- Test skjema! (Postholm & Jacobsen, 2016)

## 5 Aksjonering

### 5.1 Forutsetninger

Vi utførte aksjoneringen vår på Charlottenlund VGS, avd. Teknologifag hos VG2 Industriteknologi, klasse 2IN2. Klassen består av 13 elever, men på aksjoneringsdagen var det 11 elever til stede. Vi var tre lærere til stede. Elevene har god relasjon til den ene læreren, mens de to andre var ukjent for dem.

Vi hadde 6 timer til rådighet og tema for aksjoneringsdagen var selvfølgelig Måleteknikk, og vi gikk ut ifra problemstillingen vår «Hvordan bevisstgjøre elevene ved Industriteknologi og Flyfag om viktighet av presisjon og nøyaktighet i målesituasjoner, samt viktigheten med bruk av relevant underlag og rett måleinstrument på en bedre måte». Målet vårt var å bygge aksjoneringen rundt vår problemstilling, men også at undervisningen var relevant iht. læreplanen på industriteknologi.

### 5.2 Forberedelse før aksjonering

I forkant av aksjoneringen gjennomførte vi intervjuer av elever på vg2 Flyfag ved Bodø VGS, vg2 Industriteknologi ved Charlottenlund VGS og vg2 Industri og teknologifag ved Eid VGS. Vi intervjuet også lærere ved de samme skolene. (Se [vedlegg 1](#)). Disse intervjuene ble gjennomført for å ha et godt grunnlag for planlegginga av aksjoneringen, og for å klare å treffe så godt som mulig med undervisningen vi skulle gjennomføre på aksjoneringen. Spørsmålene vi planla å stille underveis:

#### Lærer-spørsmål

- Hvordan gir du opplæring innenfor måleteknikk, og spesifikt på skyvelære?
  - Grunnopplæring, elevens første møte
- Erfaringer med dette opplegget? Fungerer det, eller gjennomfører du det slik fordi du "alltid har gjort det sånn"?

#### Elev-spørsmål

- Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?
- Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?
- Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?
- Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?
  - Hvorfor?
- Hvordan foretrekker du opplæringen?
  - Video
  - Tekst/kompendium
  - Praktisk, learning by doing
  - Gruppearbeid

Forberedelsen ble laget med den didaktiske relasjonsmodellen som planleggingsverktøy. Det planleggingsdokumentet for undervisningsopplegget er vedlagt som [vedlegg nummer 2](#).

### 5.3 Selve aksjoneringen

Vi hadde 1. til 5. time denne tirsdagen. Undervisningsøkta startet roligere enn forventet siden flere av elevene var sene. Dette var første skoledag med teoriundervisning på 4 uker (elevene hadde hatt 3 uker med opplæring i bedrift, pluss en uke vinterferie), og klasserommet vi brukte var ikke deres vanlige klasserom. Det tok derfor noe tid før alle elevene var på plass.

Vi hadde tatt med oss et utvalg med skyvelære og mikrometer som lå utover på en pult på klasserommet. Vi hadde også tatt med oss forskjellige deler fra blant annet fly – og båtindustrien som elevene skulle få måle på. Dette var fordi vi i intervjuene hadde fått kunnskap om at elevene savnet relevans til reelle målesituasjoner. Vi hadde med:

- En turbinstatator-halvdel
- En manuell hydraulikk-pumpe
- To tennplugg til en jetmotor
- En bunnventil til en båt.

Som planlagt så startet vi med teoriundervisning. Dette var i hovedsak en Power Point vi hadde utarbeidet som omhandlet temaet måleteknikk. Se [vedlegg 3](#).

Når elevene hadde hatt teoriundervisning hadde vi en liten pause, før de fikk lov å gå i gang med det praktiske. Elevene ble delt inn i grupper på to og to som skulle jobbe sammen. Vi hadde i forkant lagd oppgaver som elevene skulle jobbe med (Se [vedlegg 4](#)).

Den praktiske delen av undervisningen ble gjennomført på 4 skoletimer.

#### 5.3.1 Spørsmål i forkant og etterkant (Spørreundersøkelse)

Noen av spørsmålene som ble stilt var rundt hvilke forventninger elevene hadde for dagen, og hvilke tanker de hadde rundt begrepet måleteknikk. De fikk også noenlunde like spørsmål i etterkant av undervisningen. Dette gjorde vi for å kunne vurdere i etterkant hvor godt vi hadde truffet med undervisningen vår. Noe som er interessant med spørsmålene i etterkant av undervisningsøkten er at elevene stort sett var samstemte når det kom til ja/nei spørsmål.

## 6 Drøfting

### 6.1 Endrings og utviklingsarbeid

«Gjeldende lærerplaner med dertil uttrykte målsetninger bør være utgangspunktet for endrings – og utviklingsarbeidet» er veldig relevant nå i 2022. Utdanningsdirektoratet har nettopp fornyet Kunnskapsløftet med nye læreplaner – Fagfornyelsen. Fagfornyelsen løfter fram tverrfaglig jobbing, og det skal legges til rette for elevenes dybdelæring og forståelse. Dette er et veldig godt utgangspunkt for alle lærere for å forske på egen praksis med mål om å fornye og revitalisere egen undervisning, for på den måten å ha blikket på rettet framover, som Postholm og Jacobsen skriver. (2016)

Både for elevenes skyld, men ikke minst for lærerens egen skyld er det viktig å kunne fornye undervisningen. Elevene er «barn av sin tid», og vi som lærere må også evne å holde følge.

### 6.2 Intervju som grunnlag for undervisningsutvikling

Det å bruke intervjuer i forkant fungerte godt i vårt tilfelle. Vi tre på gruppa gjennomførte hvert vårt intervju på hver vår skole. (Se [vedlegg 1](#)) Vi brukte halvstrukturert intervju, som ga oss spillerom til å forfølge temaer som elevene som ble intervjuet tok opp, eller å stille oppfølgings spørsmål som vi ikke hadde tenkt på i forkant. Dette er helt i henhold til det Postholm og Jacobsen skriver om [halvstrukturert intervju](#) i «Læreren med forskerblikk» (2016). Vi opplevde at å intervjuer elever og lærere på denne måten ga et godt innblikk i hvordan undervisnings av måleteknikk ble gjennomført.

### 6.3 Observasjon som grunnlag for undervisningsutvikling

Observasjonsrollen gjorde oss som lærere mer bevisst på undervisningsopplegget vårt. Vi valgte en «åpen observasjon», med forskjellige observasjonsroller underveis. Vi observerte både oss selv og elevene.

Underveis i undervisningsopplegget observerte vi at elevene begynte å ramle noe av. Vi valgte da å ta pause tidligere enn planlagt, samt strakk pausen noe mer enn det som står på timeplanen. Dette gjorde «godt» for elevene (Se observasjonslogg [vedlegg 7](#)).

Dette viser at vi kan bruke observasjon som metode for undervisningsutvikling ikke bare i et større perspektiv, men også underveis i utførelsen av undervisning, på et makronivå; i dette tilfelle samspillet mellom behovet for pauser og teoriundervisning. At dette var rett avgjørelse å gjøre underbygges av svarene vi fikk i fra spørreundersøkelsen vi gjennomførte på slutten av økten: «Var



det tilstrekkelig med pauser og variasjon i arbeidet? Her svarer 100% «ja».» (Se [vedlegg 6](#); Oppsummering av før og etterspørsmål)

Bakdelen med å være såpass deltagende observatører som vi var er at det tok fokus vekk fra rollen som lærer. Vi ser i etterkant at vi kunne dratt nytte av en fast observatør, som hadde hatt mulighet til å notere underveis; «[Hvem og når](#)». Vi kunne også med fordel hatt en noe mer [strukturert observasjon](#), der vi hadde styrt mer hva vi skulle observere.

#### 6.4 Bruner, støttende stilas og gruppesammensetning

I henhold til [Bruners teori om støttende stilas](#) så vil en gruppesammensetning på to elever (dyade), der en elev er faglig sterk og en elev med svakere utgangspunkt, kunne hjelpe begge elevene til bedre læring. I forkant av aksjoneringen hadde vi kartlagt elevene via kontaktlærer (Se [vedlegg 2](#), Undervisningsplanlegging, avsnitt om elevforutsetninger). Når vi kom til praksisdelen av undervisningen, og elevene skulle gå i grupper for videre arbeid, styrte vi uttaket av gruppene slik at gruppesammensetningen ble optimal ut ifra de elevforutsetningene vi hadde i klassen. Vi observerte at disse gruppesammensetningene fungerte godt i lag, og helt i henhold til Bruners teori om støttende stilas. Den faglige sterke eleven hjalp den mindre sterke, samtidig som den faglig sterke eleven da fikk andre «inputs» rundt egen forståelse.

## 6.5 Drøfting av selve undervisningen på aksjoneringsdagen

### 6.5.1 Starten av økten

Som nevnt i hoveddelen så kom mange av elevene seint til timen. Dette var grunnet flere faktorer. Men det var ikke udelte negativt at vi manglet mange elever på starten av dagen. Vi fikk da en uformell start på dagen der vi kunne bygge relasjon til de elevene som var kommet og prate med de om deres erfaringer om måleteknikk, og om de hadde fått noen nye erfaringer rundt emnet i løpet av utplasseringsperioden. Dette skapte en god [relasjonsbase](#) som vi dro stor nytte av igjennom dagen. Dette viser hvor viktig gode relasjoner til elever er, og å være bevisst på egen relasjonskompetanse er en nøkkelferdighet i mange sammenhenger i møte med elever og andre.

### 6.5.2 Teoriundervisningen

Som nevnt i hoveddel så startet vi undervisningen med teoriundervisning. Dette var for å gi elevene en teori-base før de skulle ta fatt på det praktiske med måling. Såkalt [deduktiv](#) undervisning passer etter vårt syn godt til et emne som måleteknikk, fordi det er et håndverk som krever nøyaktighet. Nøyaktighet kan komme naturlig fra elevens egen motivasjon, men det er større sannsynlighet for at flere utfører målinger nøyaktig hvis de har kunnskapsbasen om hvorfor og hvordan dette skal gjøres, i forkant. Vi opplevde her god deltagelse fra elevene (Se observasjonslogg; [vedlegg 7](#)). Relasjonsgrunnlaget vi bygde på starten av dagen mener vi spilte en viktig rolle i dette.

### 6.5.3 Arbeidsoppgaver og praktisk undervisning av måleteknikk

Arbeidsoppgavene var utarbeidet med utgangspunkt i de maskindelene elevene skulle måle på. Tanken med arbeidsoppgaver var at elevene ikke skulle måle «på måfå», og slik at vi i etterkant kunne sammenligne måleresultater i plenum. Oppgavene var også utformet slik at de skulle bruke mikrometer på noe, og skyvelære på noe, men de måtte selv velge ut det måleverktøyet som de mente var best egnet til å måle på det [måleobjektet](#) de hadde. Elevene skulle på den måten lage seg noen tanker rundt hvilket måleinstrument som var hensiktsmessig å bruke hvor, og hvorfor.

*Vi hadde med som måleobjekter: En turbinstatør-halvdel fra en jetmotor, en manuell hydraulikkpumpe, to tennplugger til en jetmotor og en bunnventil til en båt.*

Disse måleobjektene var valgt ut med tanke på å gjøre den praktiske delen av undervisningsopplegget så yrkesrettet som mulig. Ved at elevene får måle på deler som de kan møte på i yrkessammenheng vil de kunne dra nytte av [assosiasjonslæring](#), der de vil oppleve sammenhegning av erfaringer og minner. Dette er med på å styrke elevenes læringsforutsetning.

#### 6.5.4 Hvorfor deduktiv læring, og hva har behaviorisme med det å gjøre?

Nøyaktighet skapes av kunnskap, og som vi ser fra assosiasjonslæring som vi har skrevet om så er det å gjenta noe for å skape læring, viktig. Når teori kommer først, og vi så repeterer dette med praksis senere så skaper det gjentakelse som igjen er med på å skape varig endring, og dermed læring. Nye minner vil hekte seg på gamle, og da er sannsynligheten for at denne sammenhengen av minner vil være med på å bringe fram kunnskap.

#### 6.5.5 Veiledning og instruksjon av elevene i praksisdelen

[Instruksjon](#) kan utføres på tre forskjellige måter: **«Fortellermetoden», «visemetoden»** eller **«demonstrasjonsmetoden»**. Vi byttet på å bruke disse tre, men med hovedvekt på fortelle- og demonstrasjonsmetoden. I teoridelen bruke vi mest fortellermetoden, for så å gå over til noe «visemetode», og videre i praksis ble det brukt demonstrasjonsmetode. Dette fungerte godt, og skapte variasjon i læringsprosessen for elevene, siden de da ikke bare ble sittende å jobbe med oppgavene, men fikk innspill fra oss underveis.

På slutten av undervisningsøkta, når vi hadde fellessamling for å gå igjennom svarene de enkelte gruppene hadde fått fra målingene anvende vi med hell [kritisk orientert veiledning](#). Vi stilte spørrende spørsmål til elevene, slik at de skulle få forståelse av de handlinger de gjorde under målingen og som igjen skulle få de til å begrunne de valgene de hadde tatt under målepraksisen. (*«Hvorfor brukte de skyvelære på det spesifikke måleobjektet, men mikrometer på et annet» osv.*) Vi observerte at dette var med på å gi elevene en bedre forståelse rundt viktigheten av [presisjon og nøyaktighet](#) når vi jobber med måleteknikk.

#### 6.5.6 Klarte vi å etablere et positivt læringsmiljø?

Underveis i aksjoneringen opplevde vi at en elev trakk seg unna, og meldte seg mer og mer ut fra både gruppa og undervisningen. En forutsetning for et [positivt læringsmiljø](#) er at elevene har troen på seg selv, og får positive tilbakemeldinger. Vi opplevde at denne eleven ikke hadde tro på seg selv, og var derfor ikke mottagelig for positive tilbakemeldinger heller. Slike tilfeller kreves det mer enn noen timer inne i en klasse for å løse. På den andre siden opplevde vi god takhøyde og aksept fra klassen når det kom til å «være i læreprosessen», det vil si at medelever fikk lov å svare feil. De aksepterte «feil som en del av læreprosessen».

## 7 Konklusjon og oppsummering

Kunnskap skaper nøyaktighet, og nøyaktighet skapes av kunnskap. Om elevene faktisk ender opp med tilstrekkelig kunnskap til å måle nøyaktig gjenstår å se. Dette er ikke noe vi får målt i løpet av en seks timers aksjonering, men noe som må erfares over tid når elevene er i praksissalen og kommer ut i bransjen. Emnet måleteknikk er i stor grad et emne som må modnes. Å beherske det til fingerspissene krever en god del erfaring.

Flere elever uttalte til oss underveis og i etterkant av aksjoneringen at de hadde ønsket å ha denne typen undervisning tidligere på året. Dette tolker vi som at de satte pris på undervisningen, og syntes den var relevant.

Emnet måleteknikk inneholder mye teori, og vi har i denne oppgaven forsøkt å sile ut det vi mener er et minimum som elevene bør ha kjennskap til. Å lære bort denne teorien krever også en del kunnskap, både rundt det måletekniske, men også det rent didaktiske og pedagogiske, fra den som lærer bort.

I denne FoU-oppgaven har vi sett på måleteknikk og viktigheten av måletekniske kunnskaper for å forstå viktigheten av nøyaktighet og presisjon i målesituasjoner. Vårt utgangspunkt var at elever ved TIF og Flyfag ikke har en god nok forståelse for emnet «Måleteknikk», og at dette er en forutsetning for å kunne utføre målinger på en nøyaktig nok måte, i alle faser av produksjon.

Ved hjelp av undervisningsopplegget vi gjennomførte på aksjoneringen føler vi at vi klarte å få frem viktigheten ved å bruke rett måleinstrument i forhold til målesituasjonen, samt skapt større bevissthet hos elevene rundt temaet presisjon og nøyaktighet. På den måten har vi svart ut problemstillingen:

**«Hvordan bevisstgjøre elevene ved Industriteknologi og Flyfag om viktighet av presisjon og nøyaktighet i målesituasjoner, samt viktigheten med bruk av relevant underlag og rett måleinstrument, på en bedre måte?»**

Gode holdninger og dyktige fagarbeidere skapes ikke av en enkel undervisnings økt, eller et undervisningsopplegg. Det må dyrkes over tid, og elevene må bevisstgjøres gang på gang både i klasserommet, i verkstedet og ikke minst når de kommer videre ut i bransjen om viktigheten av nøyaktighet, presisjon og kompetanse rundt måleteknikk.

## Referanser

- Andersen, H. P., Gulaker, D., & Fiskum, T. A. (2018). *Den engasjerte eleven: Undrende, utforskende, og aktiviserende undervisning i skolen*. Cappelen Damm akademisk.
- Andersen, J. K., & Herø, E. (2020). *Produktivitet og kvalitetsstyring. Vg1 Teknologi. og industrifag*. Oslo: Gyldendal.
- Andersen, K. (2015). Om veiledning. I *Innføring i mesterlære, yrkesdidaktikk og veiledning* (s. 105). Kristiansand: Høgskoleforlaget.
- Braut, G. S. (2019, Mai 14.). *nøyaktighet i Store medisinske leksikon*. Henta Mai 2022 frå snl.no: <https://sml.snl.no/n%C3%B8yaktighet>
- Bösiger, K. (2009). *Allgemeine grundlagen und Messtechnik - Messtechnik Anreissen und Körnen, Feilen, Sägen, Hartlöten*. Universität Zürich - Werkstatt Physik Institut. Henta frå <http://www.physik.unizh.ch/groups/werkstatt>
- CBC.ca. (2018, Juli 23.). *CBC Archives*. Henta frå When a metric mix-up led to the 'Gimli Glider' emergency: <https://www.cbc.ca/archives/when-a-metric-mix-up-led-to-the-gimli-glider-emergency-1.4754039>
- deVilla, J. (2015, 2. 26.). *More on America and the metric system*. Henta frå joeydevilla.com: <https://www.joeydevilla.com/2015/02/26/more-on-america-and-the-metric-system/>
- Digitalt skyvelær*. (u.d.). Henta mai 25, 2022 frå thansen.no: <https://www.thansen.no/verktoy/maaleinstrumenter/digitalt-skyvelaer-150mm/n12282/pn26159>
- Haddal, A. (u.d.). *NDLA*. Henta Mai 2022 frå NDLA: (<https://ndla.no/article/10555>).
- Halland, G., & Hæge, N. (2010, januar). *Trondelagfylke.no*. Henta frå Instruksjon og veiledning: [https://www.trondelagfylke.no/contentassets/1a391e573dea46d385e23aa7f3869ce8/udir\\_temahefte5\\_print.pdf](https://www.trondelagfylke.no/contentassets/1a391e573dea46d385e23aa7f3869ce8/udir_temahefte5_print.pdf)
- Hamann, J. L. (2016, 12. 16.). *En kort historie og bruk av Vernier-skyvære*. Henta frå owlcation.com: <https://owlcation.com/stem/A-Brief-History-of-Calipers>

- Hartvigsen, H. (1994). *Verkstedhåndboka*. Oslo: Yrkesopplæring i samarbeid med Norges standardiseringsforbund. Henta frå [https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2008020104021](https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2008020104021) | side = }}
- Hiim H, H. E. (2009). *Undervisningsplanlegging for yrkesfaglærere*. Gyldendal. Henta Mai 31 , 2022 frå <https://mestring.no/helsepedagogikk/pedagogisk-tilnaerming/didaktisk-relasjonsmodell/>
- Hofstad, K. (2019, April 29.). *Britiske og amerikanske lengdeenheter i Store norske leksikon*. Henta Mai 2022 frå SNL.no: [https://snl.no/Britiske\\_og\\_amerikanske\\_lengdeenheter](https://snl.no/Britiske_og_amerikanske_lengdeenheter)
- Hofstad, K. (2019, 8. 30.). *Yard i Store norske leksikon*. Henta 5. 2022 frå snl.no: <https://snl.no/yard>
- Hofstad, K. (2021, 9. 2.). *Fot - lengdemål i Store norske leksikon*. Henta 5. 2022 frå snl.no: [https://snl.no/fot\\_-\\_lengdem%C3%A5l](https://snl.no/fot_-_lengdem%C3%A5l)
- Hofstad, K. (2021, September 2.). *Inch i Store norske leksikon*. Henta Mai 2022 frå snl.no: <https://snl.no/inch>
- Hofstad, K. (2022, januar 20.). *SI-systemet i Store norske leksikon*. Henta Mai 2022 frå snl.no: <https://snl.no/SI-systemet>
- Holtebekk, T. (2021, Juli 27). ISO i store norske leksikon .
- Hove, H. (2018, 19. 12.). *Mikrometer*. Henta frå ndla.no: <https://ndla.no/subject:1:6012d8a9-994a-4b21-b4a1-8c54443fc0d1/topic:5:c94055f1-8db6-4798-87ec-09277c769328/topic:5:e96de819-4f77-415a-9dde-6777256bfdca/resource:1:50924>
- Hove, H. (2018, 9. 4.). *Skyvelære*. Henta frå ndla.no: <https://ndla.no/nb/subject:1:84d4651b-fc52-4876-a066-f8567ecf79a6/topic:2:50920/resource:1:50921>
- Hybertsen, R. K. (2015). Behaviorisme med perspektiv på pedagogisk praksis . I *Læring, utvikling, læringsmiljø* (ss. 163-164). Bergen : Fagbokforlaget .
- Haaland, G., & Nilsen, S. E. (2020). Planlegging av læring og undervisning. I *Læring gjennom praksis* (ss. 88-99). Oslo: Pedlex.
- Imsen, G. (2008 ). *Elevens verden* . Oslo: Universitetsforlaget .
- Lloyd, R. (1999, September 30.). *CNN*. Henta frå Metric mishap caused loss of NASA orbiter: <http://edition.cnn.com/TECH/space/9909/30/mars.metric.02/>

Lovdata . (LOV-2007-01-26-4). *Lov om målenheter, måling og normaltids. § 15. Krav ved angivelse av måleresultater.* Nærings- og fiskeridepartementet.

Lovdata. (FOR-2007-12-20-1723). *Forskrift om måleenheter og måling. § 2-1. Bruk av måleenheter.*

Nærings- og fiskeridepartementet. Henta frå

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-12-20-1723>

Njåstad, B. (2021, Juni 29.). *Store norske leksikon.* Henta Mai 23., 2022 frå snl.no:

<https://snl.no/Antarktis>

Numelin, A. (2021, 10. 25.). *Slik måler du helt nøyaktig - fra 0,01 millimeter til 50 meter.* Henta frå

[gjoerdetselv.com: https://gjoerdetselv.com/verktoey/maleverktoy/slik-maler-du-helt-noyaktig-fra-001-millimeter-til-50-meter](https://gjoerdetselv.com/verktoey/maleverktoy/slik-maler-du-helt-noyaktig-fra-001-millimeter-til-50-meter)

Persvold, A. Z. (2019, 8 20). *snl.no.* Henta frå Instruksjon: <https://snl.no/instruksjon>

Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2016). *Læreren med forskerblick.* Cappelen Damm.

Rolstadås, A. (1992). Måleverktøy . I *Verkstedsteknikk* (s. 504). Trondheim: Tapir.

Rosvold, K. A. (2017, 5. 4.). *Mikrometer.* Henta frå snl.no: [https://snl.no/mikrometer\\_-\\_m%C3%A5leverkt%C3%B8y](https://snl.no/mikrometer_-_m%C3%A5leverkt%C3%B8y)

Sylte, A. L. (2013 ). *Læringsteorier i et profesjonspedagogisk perspektiv.* I A. L. Sylte, *Profesjonspedagogikk* (3 . utg., ss. 156-157). Oslo : Gyldendal Norsk forlag AS .

Sylte, A. L. (2021). *Profesjonspedagogikk - Relevant læring i praksis* (3. utgave. utg.). Gyldendal Norsk Forlag AS.

Utdanningsdirektoratet. (2020, 08 01). *udir.no.* Henta Mai 2022 frå Vg1 teknologi- og industrifag (TIP01-03) - Kompetansemål og vurdering: <https://www.udir.no/lk20/tip01-03/kompetansemaal-og-vurdering/kv251?curriculum-resources=true>

Utdanningsdirektoratet. (2021, 08 01). *udir.no.* Henta Mai 2022 frå Vg2 industriteknologi (PIN02-03) - Kompetansemål og vurdering: <https://www.udir.no/lk20/pin02-03/kompetansemaal-og-vurdering/kv343>

Utdanningsdirektoratet. (2021, 08 01). *udir.no*. Henta Mai 2022 frå Vg2 flyfag (FLY02-03) - Kompetansemål og vurdering: <https://www.udir.no/lk20/fly02-03/kompetansemaal-og-vurdering/kv457>

Vanderloock, R., & Christensen, J. (2001). *Vedlikeholdsteknikk 1*. Oslo: Gyldendal Yrkesopplæring.

Wibetoe, G. (2020, Oktober 23.). *presisjon - kjemi i Store norske leksikon*. Henta mai 2022 frå snl.no: [https://snl.no/presisjon\\_-\\_kjemi](https://snl.no/presisjon_-_kjemi)

Wikipedia. (2021, mars 12.). *Føler*. Henta Mai 2022 frå Wikipedia.org: <https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%B8ler&oldid=21328847>

Wikipedia. (2021, 10 29). *Skyvelære*. Henta frå Wikipedia.org: <https://no.wikipedia.org/wiki/Skyvel%C3%A6re>

Wikipedia. (2022, April 08.). *SI-systemet*. Henta Mai 2022 frå wikipedia.org: <https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=SI-systemet&oldid=22449317>

Zilling, F. (1982). *Mekanisk måleteknikk*. NKI-forlaget.



### **Kartleggingsintervju med elever og lærere på Vg2 og vg3 – grunnlag for videre arbeid med undervisningsopplegget**

#### Hensikt:

Intervju for å kartlegge hvilken kompetanse som elevene sitter med i forhold til bruk av skyvelære, etter at de skal ha hatt grunnopplæring i bruk av skyvelære. Hva sitter elevene igjen med etter den undervisningen de (forhåpentligvis) har hatt på Vg1, eller tidligere på Vg2. Hvor god er grunnopplæringen elevene har fått i måleteknikk og skyvelære?

Svarene vi får her skal være med i grunnlaget når vi utvikler et undervisningsopplegg rundt bruk av skyvelære, tenkt til å gjennomføres på Vg1 TIF.

#### *Relevant kompetansemål for teknologi og industrifag, Vg1:*

*«Forklare og anvende egnede håndverktøy, måleverktøy og maskiner for bearbeiding av materialer innenfor produksjon og tolke måleresultater i henhold til arbeidstegninger.» (Vår understreking)*

#### Setting:

Intervjue vg2 og vg3 elever ved Industriteknologi og Flyfag.

- 3 elever plukkes ut fra 2IN2 ved Charlottenlund VGS. Hvem disse er velger Johan-Arild når han ser hvem som er på skolen.
- 3 elever plukkes ut fra Flyfag ved Bodø VGS.
  - 2 elever plukkes ut fra Vg3 (FL3C). Disse har gått elektro vg1 (kom inn på flyfag før det var mulig med kryssløp fra TIF).
  - 1 elev ved Vg2 (FL2C) som kommer fra TIF via kryssløp inn til Flyfag.
    - Dette gjøres for å få et innblikk i forskjellen mellom elever som kommer fra elektro og fra TIF.
- 3 elever plukkes ut fra Vg2 Industriteknologi (2PINA) ved Eid VGS. Hvem disse er velger Ole Martin når han ser hvem som er på skolen.

*Om vi ser det hensiktsmessig så kan vi ha en samtale med klassen i plenum etter gjennomført intervju med enkeltelevne.*

- *Intervjue en lærer ved hver skole som har undervisning med Vg1, eller Vg2 i måleteknikk og måleinstrumenter. Dette for å få et innblikk i hvordan opplæring som blir gitt i dag.*
  - *Ved flyfag skal Simen intervjue Svern-Johnny Schem. Lærer på Vg2 flyfag, og har både faget Vedlikeholdsteknikk og praksis med elevene.*
  - *Hvem som blir intervjuet på Eid Vgs er ikke klart*
  - *Hvem som blir intervjuet på Charlottenlund er ikke klart.*

#### Sideskift

#### Hypotese:

*Hypotesen er basert på våre egne erfaringer som lærere ved TIF og Flyfag, med elever på Vg1, vg2 og Vg3 på både TIF og Flyfag.*

Mange elever vil svare at de ikke husker noe særlig fra undervisningen. På vg2 og vg3 flyfag er det mange elever som kommer fra Vg1 elektro, der har ingen eller svært få hatt opplæring i bruk av skyvelære. Elevene som kommer via kryssløp fra Vg1 TIF vil kanskje ha noe erfaring. Felles oppfatning er at det ikke blir brukt nok tid på skyvelæreopplæring. Det blir ikke brukt nok tid på oppgaver hvor det er hensiktsmessig å bruke og forstå viktigheten med skyvelærebruk. De aller fleste elevene klarer å lese av hele mm, men når de skal lese av 1/10-dels og 1/20-dels mm så viser de fleste manglende grunnkunnskaper. Kunnskapene rundt inngående forståelse av skyvelære mangler, som eksempel avlesning av vernier-skalaen (nonius-skalaen). Tommeavlesning på skyvelære er det få på vg2 som behersker, men dette er ikke så relevant for andre enn flyfag. Vg3 elevene behersker dette i større grad. Undervisningen rundt skyvelære er i mange tilfeller i henhold til læreplanen. Det står ikke spesifikt om skyvelære i læreplanen, så det er opp til hver enkelt lærer hvor mye vekt den legger på opplæring av spesifikt skyvelære.

**Gjennomføring: Spørsmål til elever og lærere**

Lærer-spørsmål:

- Hvordan gir du opplæring innenfor måleteknikk, og spesifikt på skyvelære?
  - Grunnopplæring, elevens første møte
- Erfaringer med dette opplegget? Fungerer det, eller gjennomfører du det slik fordi du "alltid har gjort det sånn"?

Elever:

- Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?
- Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?
- Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?
- Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?
  - Hvorfor?
- Hvordan foretrekker du opplæringen?
  - Video
  - Tekst/kompendium
  - Praktisk, learning by doing
  - Gruppearbeid

## Resultat av kartleggingsintervju for elever og lærer ved Eid vidaregåande skole

Intervjuet ble gjennomført på Eid vidaregåande skole .Totalt var det 3 elever ved vg2 industrideknologi som ble intervjuet og 2 lærer som underviser for vg1 TP

**Elev nr 1:**

**Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?**

**Svar:** «Undervisningen forgikk med utgangspunkt at man først produserer/ lage for å så bruke sjølve skyvelæret/måleverktøyet til å måle det man har laga/produsert. Læreren viser i praksis hvordan man skal bruke skyvelæret/måleverktøyet riktig måte og på forskjellige gjenstander»

**Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?**

**Svar:** Elev fikk grunnopplæring i sammenheng med praktisk arbeid i form av sponforskilende bearbeiding (dreining). Eleven beskriver videre at han fikk opplæring i å bruke skyvelæret både for lengdemål, utvendig og innvendig diameter, altså lære seg å bruke hele spektret av et skyvelære. Han beskriver at «Han lærte å bruke skyvelæret på forskjellige måter ved dreining»

**Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?**

**Svar:** Eleven svarer at han kunne litt med skyvelæret, eleven hadde erfaring med bruk av meterstokk for han startet med grunnopplæringen, han presiser at det ikkje kan sammenlignes med bruk av skyvelæret.

**Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?**

**Svar:** Eleven synes opplæringen var «kjekk»

- **Hvorfor? Svar:** «Lære korleis man bruker skyvelæret på riktig måte og korleis det egentlig fungerer. Visst man får forskjellige oppgaver med å måle gjenger, utvending og innvendig diameter so er det veldig kjekt»

**Hvordan foretrekker du opplæringen?**

**Svar:** Eleven svarer praktisk og eventuelt teori i form av video. Lettere å lære seg bruken av skyvelæret og det er det som er mest likt praktisk tilnærming. Tekst kan være tungt å lese til tider.

**Elev nr 2:**

**Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?**

**Svar:** Eleven svarer at han fikk først vite litt om kva skyvelæret var og litt om mikrometer, eleven presiser og at det opplæringen på dette på ungdomskolen. Ved grunn opplæringen på TIP beskriver eleven at han ikke lærte nok om teamet og bruken av skyvelæret. Han lærte det grunnleggende som måling av utvendig diameter, men lærte ikkje so veldig mye om teamet skyvelære.

**Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?**

**Svar:** Eleven svarer at han fikk opplæring i å måle utvending og innvendig diameter i tillegg til å måle dybde, men ikke noe som var veldig nøyaktig

**Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?**

**Svar:** Eleven hadde forkunnskaper i bruk av skyvelæret, eleven har dreiebenken privat. Har lært en del via faren.

**Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?**

**Svar:** Eleven svarer at han ikkje har lært so mye, derfor hadde han ikke noe å tilføye på dette spørsmålet.

**Hvordan foretrekker du opplæringen?**

**Svar:** Eleven liker best praktisk opplæringen i kombinasjon med veiledning og instruksjon i klasserom. Dette synst han var en veldig «grei måte å gjere det på»

**Elev nr 3**

**Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?**

**Svar:** Eleven svarer at han fikk opplæring i hvordan et skyvelære fungerte og andre måleteknikker og metoder man kan bruke, kryssmål og andre nyttige metoder.

**Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?**

**Svar:** Eleven beskriver at han fikk opplæring av hans tidligere matematikk lærer fra vg1, der han demonstrerte utvendig måling, innvendig måling, breddemål, dybdemål.

**Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?**

**Svar:** Eleven svarer at han hadde forkunnskap om skyvelæret. Kunne å måle innvendig og utvendig mål, men ikke dybdemål

**Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?**

**Svar:** «Nyttig å kunne å bruke det. Kan nesten måle hva som helst»

○ **Hvorfor?**

**Hvordan foretrekker du opplæringen?**

**Svar:** Liker praktisk arbeid.

**Lærer nr 1:**

**Hvordan gir du opplæring innenfor måleteknikk, og spesifikt på skyvelære?**

**Svar:** Læreren svarer at man begynner med teori undervisning om temaet, der man gjerne har med måleutstyret der man blant annet lærer avlesning, gjennomgang av bruken, kva nonius-skalaen betyr, hvordan strekene på skalaen betyr og indikerer osv. Gjennomgang av måleteknikk, hvordan man skal holde måleutstyr, betydningen av temperatur, nullstilling av skyvelæret og viktigheten bak det. Til slutt er det å ta i bruk skyvelæret i praktisk undervisning på verkstedet. Lærer presiser også veiledning i forhold til avvik som blir observert i praktisk sammenheng. Har eleven tilstrekkelig forståelse og kompetanse av bruk av skyvelæret? Visst ikke bistår læreren eleven med veiledning

**Erfaringer med dette opplegget? Fungerer det, eller gjennomfører du det slik fordi du "alltid har gjort det sånn"?**

**Svar:** Læreren svarte at opplegget fungerer godt. Opplegget er laga er utarbeidet av læreren og drar erfaring fra hennes opplæring som ikke var optimal. Opplegget fungerer bra, men det er avhengig av egen innsats fra elevene. Læreren presiser også at nonius-skalaen er vanskeleg for mange av elevene, men det fleste får meistring i det etter kvart.

**Lærer nr 2:**

**Hvordan gir du opplæring innenfor måleteknikk, og spesifikt på skyvelære?**

**Grunnopplæring, elevens første møte**

**Svar:** Gjennomgang av teori på tavle, øvingsoppgaver om temaet, gjerne i forhold til dreining og kutting av plater i praktisk sammenheng.

**Erfaringer med dette opplegget? Fungerer det, eller gjennomfører du det slik fordi du "alltid har gjort det sånn"?**

**Svar:** Gjennomføring basert på erfaring av elever som knyttet opp i mot måling og opp i mot fysisk gjenstand og noko som er relevant, ikke bare gjennomføring teoretisk. Praksis før og deretter teori om temaet.

**Svar fra Charlottenlund vgs.**

**Elev 1**

- Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?  
Spørsmål om hva er et skyvelæret? Learning by doing, praktiske oppgaver.

- Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?  
Ja, men husker ikke så mye av det. Oppgave om innvendige mål, dybde og utvendige.
- Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?  
Nei, ingen forkunnskap.
- Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?  
Likte at vi gjorde noe praktisk og ikke bare lesing. Bra med learning by doing.
  - Hvorfor?
- Hvordan foretrekker du opplæringen?
  - Video x
  - Tekst/kompendium
  - Praktisk, learning by doing x
  - Gruppearbeid, litt gruppearbeid.

## Elev 2

- Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?  
Presentasjon på storskjerm av skyvelære. Toleranser gjennomgang. Husker det var mye fokus på mm
- Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?  
Lærer demonstrerte ulike målemetoder på skyvelæret
- Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?  
Hørt om det, men aldri brukt det.
- Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?  
Hvordan opplæringen ble gjort og tidsbruk
  - Hvorfor?
- Hvordan foretrekker du opplæringen?
  - Video, kan gå.
  - Tekst/kompendium. nei
  - Praktisk, learning by doing x 1
  - Gruppearbeid x 2

## Elev 3

- Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?  
fikk innføring i ulike begreper innen måleteknikk.
- Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?  
Fikk prøve å måle selv. Learning by doing. Måle en penn eks.
- Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?  
viste hva det var, men ikke brukt det.
- Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?  
Enkelt forklart av bruken. Læreren var god til å forklare.
  - Hvorfor?
- Hvordan foretrekker du opplæringen?
  - Video x2
  - Tekst/kompendium. nei
  - Praktisk, learning by doing x , prøve selv.1
  - Gruppearbeid x3

#### Lærer-spørsmål:

- Hvordan gir du opplæring innenfor måleteknikk, og spesifikt på skyvelære?  
Gir elevene en innføring i ulike målebegreper. Snakker litt rundt SI enheter. Går igjennom hva de ulike delene på skyvelæret heter og hva de brukes til, eventuelt ikke skal brukes til. Bruker ulike bilder av mål som elevene skal lese av.  
Gir elevene mulighet til å lære seg å kjenne skyvelæret. Lar dem bruke det i praksis.
  - Grunnopplæring, elevens første møte
- Erfaringer med dette opplegget? Fungerer det, eller gjennomfører du det slik fordi du "alltid har gjort det sånn"?  
Det fungerer ganske greit. Føler det er bra å gi elevene en grunnleggende innføring i bruk og forståelse av skyvelæret, så får de heller mer kjennskap til måleredskapet etter hvert som de bruker det i praksis. Learning by doing.

#### Oppsummering

Det er en gjenganger blant elevene jeg har intervjuet at de foretrekker en praktisk tilnærming når det kommer til opplæring i bruk av skyvelæret og om tema måleteknikk. De foretrekker «learning by doing» som første prioritet, men video og gruppearbeid også er greit. Kompendium eller tekst virker å gi liten motivasjon for læring.

Elevene hadde tilnærmet ingen erfaring med bruk og skyvelære fra før av. Enkelte av elevene var fornøyd med grunnopplæringen de fikk av læreren, mens andre ikke husket noe særlig fra grunnopplæringen. De var samstemt i at en kjapp innføring i skyvelæret var bra, så kunne de heller forsøke å måle på ulike gjenstander selv.

#### Lærer-spørsmål:

- Hvordan gir du opplæring innenfor måleteknikk, og spesifikt på skyvelære?
  - Grunnopplæring, elevens første møte

# Vg2 Flytag

- Hvert sitt styrelse, klassesett
- Tavle → grunnforinnRP
- To og to gruppe
- Oppgaver i felleslag
- En stiller inn, andre leser av  
→ Så ser de om de er riktig
- Nett simulator → tjenestearb.
- Variabel kunnskap fra elektro
  - Noen har kunnskap, andre ikke
- Bryter med bide mm og taster

- Erfaringer med dette opplegget? Fungerer det, eller gjennomfører du det slik fordi du "alltid har gjort det sånn"?

- De aller fleste løser seg  
femner systemet
- Funker bra! Treffer godt  
mange
- Hadde ikke klasse sett før
- Vi har to klasser sett nå
- Mikrometer også
- Simulator på nett  
↳ ITSU.
- Ikke NDLA

Elever:

- Hvordan foregikk undervisningen og grunnopplæring i måleteknikk?

Hvordan fikk du grunnopplæring i spesifikt bruk av skyvelære?

Hadde dere noen forkunnskaper før dere fikk opplæring i skyvelære?



# ~~Teori~~ Ele 3

Hva likte dere med den opplæringen dere fikk?

- Teori først -> like det
  - Børdele stykker mange
  - Turpet og fikle mengdebeing  
i kule
- Hvorfor?

- Hvordan foretrekker du opplæringen?
  - Video
  - Tekst/kompendium
  - Gruppearbeid

- Inklus

- Praktiske oppgaver

---

- Passerosses, skrive med  
mel

- Gjennomgang med lærer

- Felles gjennomgang

- Praktisk, learning by doing

- Spørsmål: Hva liker du med  
God måte å lære på
- får prøve ut samtidig som man får det forklart!
  - lærer mye mer da.

## opplærings Elev 1, vg1 elektro.

- Multimeter, strøm osv.
  - Ikke oscilloskop
  - Ikke skyvelære på Vg1
- Skyvelære på Vg2: 1. semester
- kunne ikke noe før det (vise)
- Skyvelære utdelt mens lærer ga teoriundervisning på det
  - Induktivt
  - Målkammer.
- Øringsoppgaver og test
- Oppfølging senere
  - Kan bruke det nå

- Video og gruppearbeid  
+ praktisk
  - kompendium, men ikke  
like effektivt
    - fordi ikke alle er like  
glad i å sitte å lese
- 

\* Hadde gått alle et støyelære  
↳ gjort samme som S.F.

## Spør 1

- Multimeter

Elew 2, TIP Bygges Vg1

---

- Mikrometer
- Støyelære

## Coronaprogramm steuert

- Viste hvordan man  
milke, monieskala  
- To prøver
- praksis hver fredag  
der steuert ble zukt.

# Forlemlingskapet

- Elektrisk lemlingskapet
- Vg2 : Bilde gjennom  
tomme systemet  
og ut?

Hvordan læres best?

opraktisk

o Video

Video på NDLA

→ Tommesystem på tavle

og fintt elev til å komme

opp å prøve

lær best med praktisk  
først, så teori

Howdan foregik undervisningen  
i grunnleggende måleteknikk  
på VGT?

---

- Brakte mye det <sup>lunge</sup> på VGT
- Bør man - oppløring

~~ikke~~ ble noe felles "måletekn."

på eks. temp., røket

- Individuelt tilpassa oppløring
- Mikrometer

→  
Ble bare fortalt i praksis



• Spesifikt skjelvare oppløring?

Vg2: Tomme undervisning

Vg1: Fikk skjelvare utdelt  
også gjennomsigle teori  
→ Grupperarbeid

Litt lik av dette

Starkt med 100-spørsmål prøve

Forkunnskaper?

## Aktivetsplanlegger

### Aktivetsplan

**Tittel:****Problemstilling:**

Hvordan bevisstgjøre elevene på viktighet av måleteknikk og nøyaktighet samt bruk av relevant underlag og måleinstrumenter i alle faser av produksjon?

**Aktivitet:**

Aksjonering, gi elever ved Vg2 Industriteknologi en dypere kunnskap rundt emnet måleteknikk

**Navn:**

YFL Bachelorgruppe 6; Johan-Arild, Ole Martin og Simen

**Fag/Time/Klasse:**

1. - 5. time, 2IN2

**Sted/Rom:**

Charlottenlund VGS. Kanskje på "Fremtidens klasserom"

**Dato og tidspunkt:**

Uke 12

### Mål

**Målene for denne aktiviteten:****Hovedmål:**

Gi elevene en dypere forståelse innen måleteknikk, og de aspekter som de fanger. Bevisstgjøre elevene på viktigheten av måleteknikk og nøyaktighet, samt bruken av relevant underlag slik som verkstedhåndboka og måleinstrumenter, i alle faser av produksjon.

**Kunnskapsmål:**

Gi elevene en økt forståelse og kjennskap til toleranser, og pasninger. Hva de skal bruke skyvelære og mikrometer til, og når det er hensiktsmessig å bruke disse. God kunnskapsbase rundt forskjellige aspekter og forutsetninger for god måleteknikk.

**Ferdighetsmål:**

Ta gode mål, og beherske bruk av både skyvelære og mikrometer. Forstå hvor og når du skal bruke de forskjellige måleverktøyene. (Hvor skal/kan du bruke skyvelære? Linjal? Øyemål? Mikrometer?)

**Holdningsmål:**

Få en positiv innstilling til det å jobbe nøyaktig  
Ha respekt for arbeidstegninger, og toleranser oppgitt på disse.  
Bygge opp en god yrkesstolthet.

## Rammefaktorer

### Rammefaktorer for denne aktiviteten:

13 elever i klassen.

3 lærere (Johan-Arild, Ole Martin og Simen)

Materiell vi trenger:

Skyvelære. Dette tar elevene med seg selv til undervisningen.

Verkstedhåndboka. Dette har også elevene selv.

Mikrometer. Dette har skolen som klassesett.

Passbiter (målebiter), og andre "ekte"komponenter som elevene kan måle på.

Undervisningssted:

"Fremtidens klasserom". Her er det sofa, gruppebord, auditoret, grupperom.

Vi følger ordinær timeplan så langt det lar seg gjøre. Pauser kan justeres ut fra hvordan elevene responderer på undervisningen.

Start 0815

Time 1:0815-0900 : 5 min pause

Time 2: 0905-0950: 10 min pause

Time 3: 1000-1045: 5min pause

Time 4: 1050-1135

Lunsj 1135 – 1220

Time 5: 1220-1305

## Forutsetninger

### Forutsetninger:

3 fremmedspråkelige i klassen, disse er ikke så god i norsk.

2 stykker har elektrobakgrunn. Ut i fra informasjon fra intervjuer med elektroelever er disse på lavere nivå måleteknikk-kunnskapsmessig.

Flere av elevene i klassen har lese og skrivevansker, og enkelte av disse igjen har konsentrasjonsvansker.

En elev har "arbeidsvegning". Denne eleven er faglig flink, men klarer ofte ikke gjennomføre.

Eller i klassen er nivået sprikende. Noen elever er veldig flink, mens andre er på et veldig lavt nivå kunnskapsmessig og læremessig.

Lærerforutsetninger:

Johan-Arild er faglærer for denne klassen til vanlig. Han er utdannet Prosessoperatør. Johan-Arild har de i fagene Vedlikehold og Teknologi. 10 timer i uka, så han er godt kjent med klassen.

Ole Martin er utdannet industrimekaniker, og jobber i dag på Eid VGS ved TIF

Simen er utdannet flyteknikker og jobber i dag som lærer ved Bodø VGS, avd. flyfag.

Elevene har ikke vært på skolen siden februar. De har hatt vinterferie, også 3 uker utplassering. Dette er viktig å ta med i planleggingen av økta. Tirsdag 22. mars (aksjoneringsdagen) er første dag med teori etter denne «skolepausen». (Vinterferie uke 8, utplassering i uke 9-11).

### Hva skal gjennomføres?

#### I denne aktiviteten skal vi:

Vi begynner med teoriundervisning. Her tar vi med teori rundt metriske systemer, tommesystemet, hvordan skyvelære og mikrometer er bygd opp, samt andre måleinstrumenter som er vanlige og mindre vanlige i industrien.

#### 1. Plan for dagen

##### 1.2.: Før-spørsmål til elevene

--> Google desk med QR-kode.

Ca. samme spørsmål blir stilt etter endt undervisning.

#### 2. Presentasjon av lærerne

#### 3. teori om måleteknikk

- Forskjellige måleinstrumenter
- Benevnelser på målinger
  - Cm,mm,tommer
- Tegningslesing

#### 4. Praksis: Måle på div.

#### 5. Verkstdhåndboka

Forslag til oppgaver å ha med i undervisningsopplegget:

Flytting av komma. "hvordan kan du skrive dette i mm, m, hundredeler osv."

Kontrollmåling under dreining: Hvordan måler du det med skyvelære?

Feilmåling, hvordan minske dette?

Temperatur, materialer

Sammenligne målinger man får ved å bruke forskjellige teknikker. Måle av direkte på måleemnet kontra å ta målet for så å ta bort/dra av skyvelære og lese av "utenfor" måleemnet.

Johan-Arild tar med noen ventiler vi kan måle på

Ole Martin tar med rullelager vi kan måle på

Simen tar med flydeler.

### Begrunnelse

#### Hvorfor denne aktiviteten skal gjennomføres:

Presentasjon av teori først, og deretter bruke dette i praksis er deduktiv læring. Det er ikke alle elevene, spesielt på yrkesfag, som synes at dette er den beste undervisningsmetoden. Vi føler allikevel at for å klare å gi elevene den kunnskapsbasen de trenger for å komme dypere i måleteknikk så må vi gjøre det på denne måten. Det er derfor viktig at vi klarer å gjøre teorien interessant slik at elevene ikke "dletter av lasset", og blir med oss videre i undervisningen.

### Ansvar

#### **Oversikt over ansvar:**

Simen tar med flydeler

Simen er ansvarlig for tomme-opplæringa

### Hvordan?

#### **Slik skal vi gjennomføre dette:**

Elevene skal måle på "ekte" deler og komponenter, for å få realisme i opplæringa, og at de skal se relevansen til industrien og "den ekte verden".

### Evaluerings

#### **Evaluerings av aktiviteten:**

Vurdering av oss og undervisningsopplegget, og vurdering av elevene.

Elevvurdering:

Vurdering for læring

Vurdering av oss:

Google desk (QR-kode) --> Skjema som eleven fyller ut om erfaringen av dette. Elevene får siste 15 minutter av siste timen til dette?

# Introduksjon



Plan for dagen

Hvem er vi?

Hvorfor er vi her?

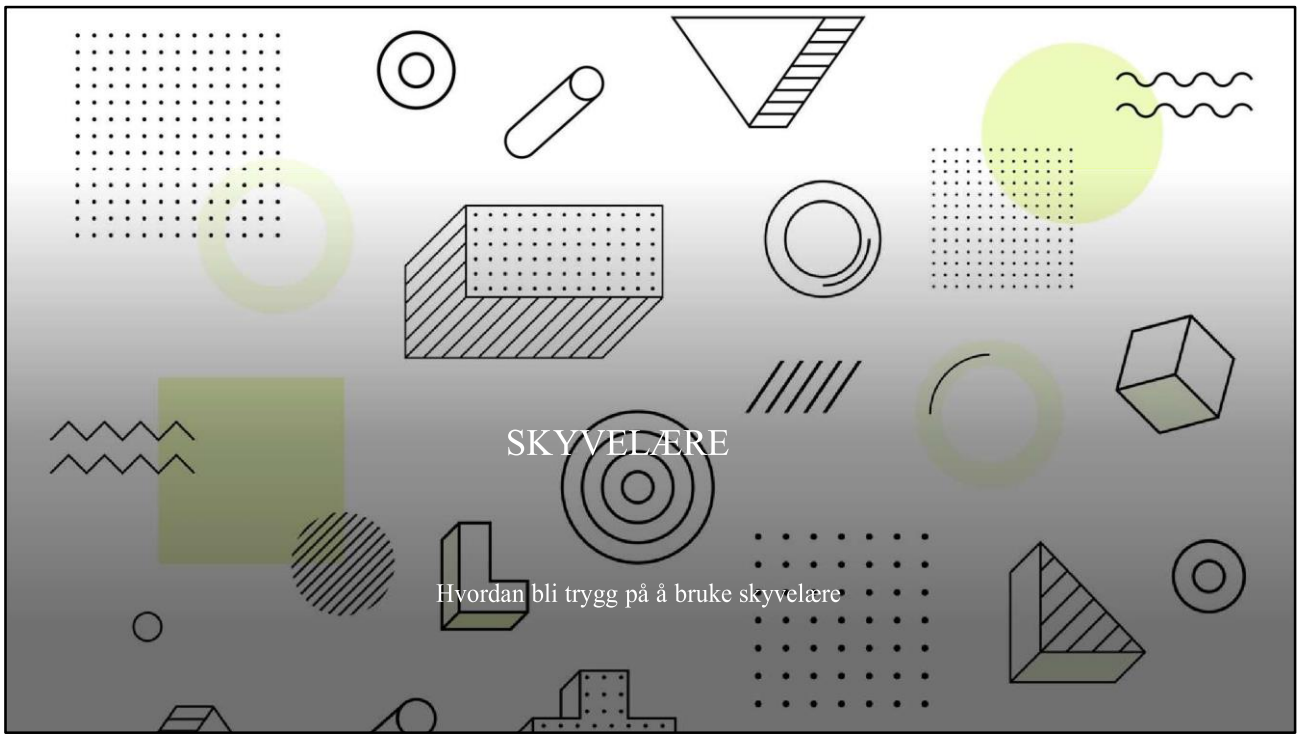
[Måleteknikk](#)

<b>Time 1</b>	Hva: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentasjon av oss</li> <li>2. Presentasjon av Rolf</li> <li>3. Plan for dagen</li> <li>4. Introduksjonsvideo om måleteknikk</li> <li>5. Før-spørsmål</li> </ol>	Merknad: Video: 7min21sek
<b>Time 2</b>	Hva: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begynnelse teori om måleteknikk</li> <li>• Forskjellige måleinstrumenter                     <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Skyvelære</li> <li>◦ Mikrometer                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Video om rukkøp.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Fortsette med teori                     <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ BENEVNELSER: metrisk, tommer</li> <li>◦ Tegningslesing</li> </ul> </li> </ul>	Merknad: Repetisjon av skyvelære Introduksjon i mikrometer → Elevene har ikke hatt rukkøp.
<b>Time 3</b>	Hva: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praksis: Måle på diverse</li> <li>• Verkstedhåndboka                     <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vi går rundt å viser</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Time 4</b>	Hva: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teori toleranser og pasninger</li> <li>• Oppgaver og praksis                     <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Arbeidsoppgaver om toleranser</li> <li>◦ Bruker verkstedhåndboka</li> </ul> </li> </ul>	Merknad:
<b>Lunsj</b>		
<b>Time 5</b>	Hva: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluering</li> <li>• Etter-spørsmål</li> </ul>	



Spørsmål i  
forkant av  
undervisningen







## Mål for denne undervisningsaktiviteten



Gi dere en dypere forståelse for måleteknikk



Viktigheten av måleteknikk og nøyaktighet



Bruk av verkstedhåndbok og måleinstrument på verksted og i praktisk sammenheng.

## Skyvelære og målenheter på verkstedet

Hva blir skyvelæret brukt til på

verkstedet? med 1/10 mm nonienskala er 0,1  
Målenhet på verksted?

«Det er viktig at man lærer å bruke

skyvelæret rett, slik at man får utført korrekt måling av aktuelle detaljer.»

- Et nødvendig verktøy for å ta nøyaktige mål

- Målenøyaktighet for et skyvelære

millimeter

- Målenøyaktighet for et skyvelære

med 1/20 mm nonienskala er 0,05  
mm

(Tommer: 1/128" = ca.  
0,2mm)



Hva er vanlig å bruk til å måle med for en tømmerer?

Hvorfor ikke bare bruke en linjal?

Hvor har vi bruk for å ha nøyaktighet som er mindre enn 1/10mm? Hva skal vi da bruke for å måle med?

1/28-dels tomme = ca. 0,2mm = 2 tideler (2/10(dobbelt så stort som 1/10))

## Viktig huskereglar for bruk av skyvelære



Skyvelæret skal kun brukes til måling

Ikke utføre måling på roterende deler

Kontroller skyvelæret med jevne mellomrom

Kontroller at skyvelæren måler riktig (på passbiter).

Oppbevar skyvelæret i etuiet.

Hvorfor skal skyvelæret oppbevares i etui?

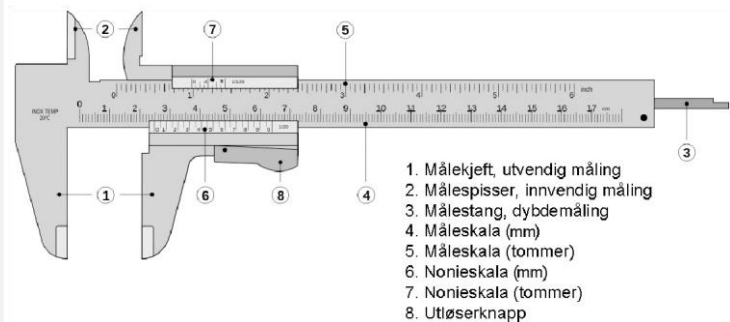
Hvordan kontrollere skyvelære?

Hva annet enn måling kan det brukes til?

## Praktisk bruk og avlesning



Skyvelæren består av knivformede målespisser til innvendig måling og en bevegelig skyver med en strekskala som kalles nonieskala. Det er en strekskala til å lese av tideler på. Du finner også en målestang som benyttes til dybdemåling. Det er viktig at du lærer å bruke skyvelæren rett, slik at du får utført korrekt måling av aktuelle detaljer.



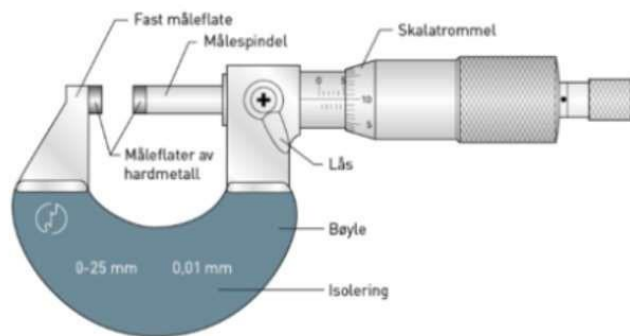
Avlesning av nonieskala

Nonieskalaen er den lille skalaen på den bevegelige delen av skyvelæren. Også kalt vernier-skalaen. Avlesningen foregår slik at du først leser av antall hele millimeter over 0 på nonieskalaen, så teller du antall delstreker på nonien til du finner streken som står rett under en millimeterstrek på den faste delen.



## Mikrometer

- For at nøyaktigheten på en måling skal bli så god som mulig, bruker vi et mikrometer. Vi har både mekaniske og digitale mikrometre.
- Målenøyaktighet på  $1/1000\text{mm}$ .  $0,001\text{mm}$  = en mikrometer
- Mange mekaniske mikrometre har en målenøyaktighet på  $1/100\text{ mm} = 0,01\text{ mm}$ .
  - Dette er ofte "nok" nøyaktig
- Med et digitalt mikrometer kan vi lese av med en nøyaktighet på  $1/1000\text{ mm} = 0,001\text{ mm}$ .



Mikrometer.

Hvorfor er det mange mikrometer som «bare» er  $1/100$ -dels?  $1/1000\text{ mm}$  ( $0,001\text{mm}$ ) er jo det mikrometer er «oppkalt» etter. ( $=,001\text{mm}$  = en mikrometer = en milliondels meter)

## Prinsippet for mikrometer



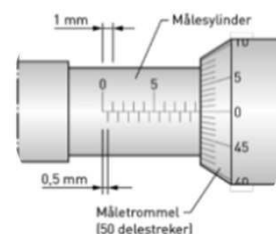
Det finnes mikrometre for utvendig måling, innvendig måling og dybde- måling. I tillegg finnes det mange typer spesialmikrometre, bl.a. gjenge- mikrometre.

Et utvendig mekanisk mikrometer er bygd opp med en bøyle, en måletrommel med skrue og en friksjonsskrue. Friksjonsskruen skal tilpasse «trykket» i målingen, slik at det ikke blir for stort.

På det mekaniske mikrometeret har skruen en gjenge med stigning på  $0,5\text{ mm}$ , og måletrommelen er inndelt i femti deler. Det vil si at én omdreining på friksjonsskruen forflytter skruen en strekning som er lik stigningen på gjengen. Da øker eller minker målet med  $0,5\text{ mm}$ .



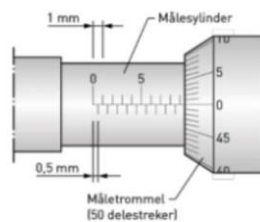
Mikrometer i bruk



Skalaen

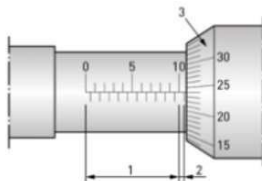
•Måletrommelen er oppdelt i femti like deler, fra 1 til 50. Hver del svarer til  $1/100 \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}$ . En omdreining på friksjonsskruen flytter måle- trommelen  $0,5 \text{ mm}$ . For å flytte måletrommelen  $1 \text{ mm}$  må vi derfor skru rundt to ganger. Det svarer til  $100 \text{ streker} = 100/100 = 1 \text{ mm}$ .

Hvis målenøyaktigheten på mikrometeret er  $1/1000 \text{ mm}$  så har vi i tillegg en «nonieskala» på sylinderen som skal leses av.



Mikrometerskala.

Mikrometeret er innstilt på  $10,74 \text{ mm}$ . Slik kommer vi fram til målet:



- 1 Det er 10 hele mm =  $10,00 \text{ mm}$
  - 2 Det er én halv mm =  $0,50 \text{ mm}$
  - 3 Det er 24 delestreker =  $0,24 \text{ mm}$
- $= 10,74 \text{ mm}$

## Avlesning

En vanlig lesefeil på mikrometre er å forveksle mål som  $15,25$  og  $15,75$ . Det skjer hvis vi ikke følger godt nok med på inndelingen i hele og halve millimeter. Mikrometre finnes med måleområde i sprang på  $25 \text{ mm}$  ( $0-25 \text{ mm}$ ,  $25-50 \text{ mm}$  og  $50-75 \text{ mm}$ ).

De digitale mikrometrene er hovedsakelig bygd opp på samme måte som de mekaniske. Forskjellen er at de i stedet for måletrommelen har en magnetisk spole som registrerer forflytningen.

## Viktige huskereglar ved praktisk bruk av

mikrometer



---

Mikrometer bruker vi når vi må ha en nøyaktighet over  $1/20\text{mm}$  ( $0,05\text{mm}$ ). Mikrometer =  $1/100\text{mm}$  eller  $1/1000\text{mm}$

---

Vi må ikke bruke mer kraft enn den vi får med skruen bak

---

nåmikrometret

---

Mikrometeret må beskyttes mot varme, fukt og støv.

---

Ikke mål på arbeidsstykker som roterer.

---

Legg mikrometeret i etuiet (esken) etter bruk.

---

Lever inn mikrometeret for kontroll når arbeidet er ferdig.

---

Hvordan kontrollere mikrometer?

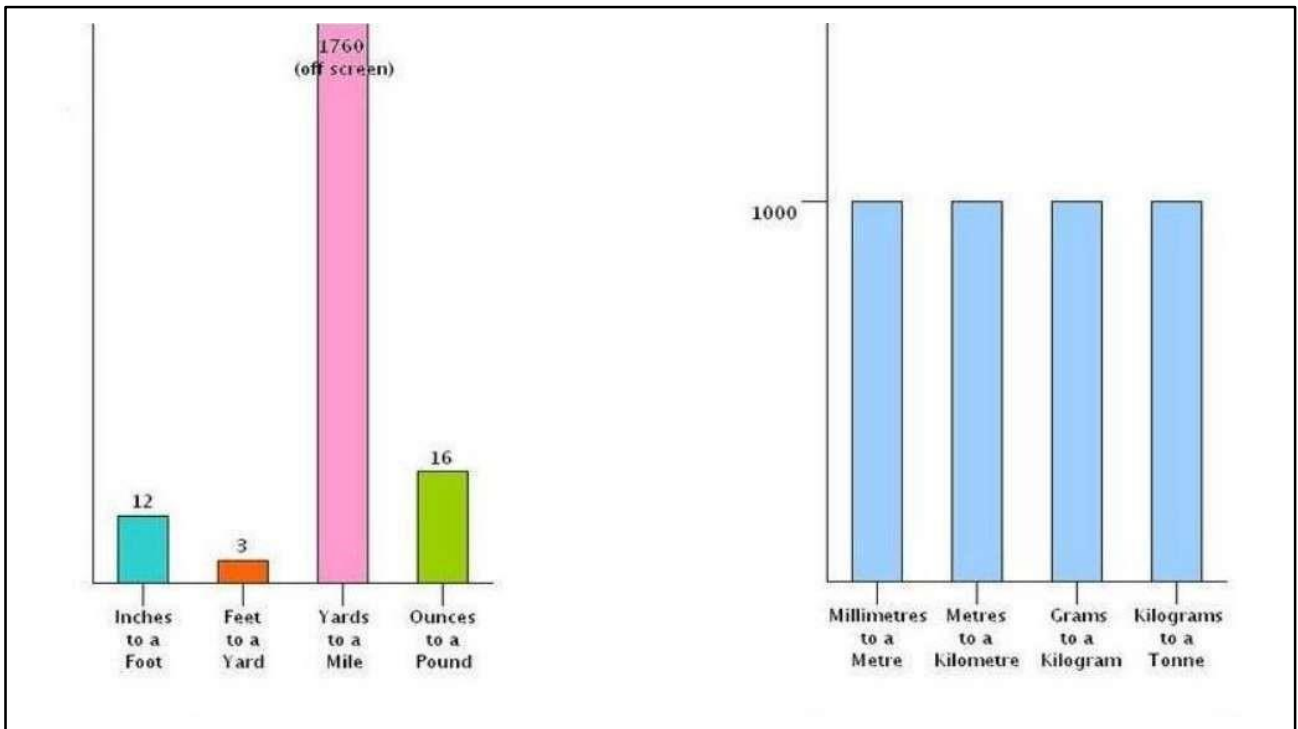
Hvorfor skal vi ikke bruke mye kraft når vi drar til mikrometeret?

Hvorfor må mikrometer beskyttes mot varme? Hva brukes bøyla til?

MM VS. TOMMER







Imperial system vs. Metrisk system.

3 land i verden bruker Imperial! + flyindustrien □ Vi skal ikke bruke mye tid på det...

Tommer

—◇—

Amerika (Myanmar og Liberia også)

Brukes en del i flyindustrien og offshore.

Rør og koblinger

Hva er tommer på engelsk?  
Hva er nøyaktigs å måle i, mm eller inches?

Husk å være kritisk til det dere måler, og målene dere får! Hva ser dere på bildet? Riktig måling? Og ikke bruk digitalt til det!

Nøyaktighet med tomme-  
måleinstrumenter:

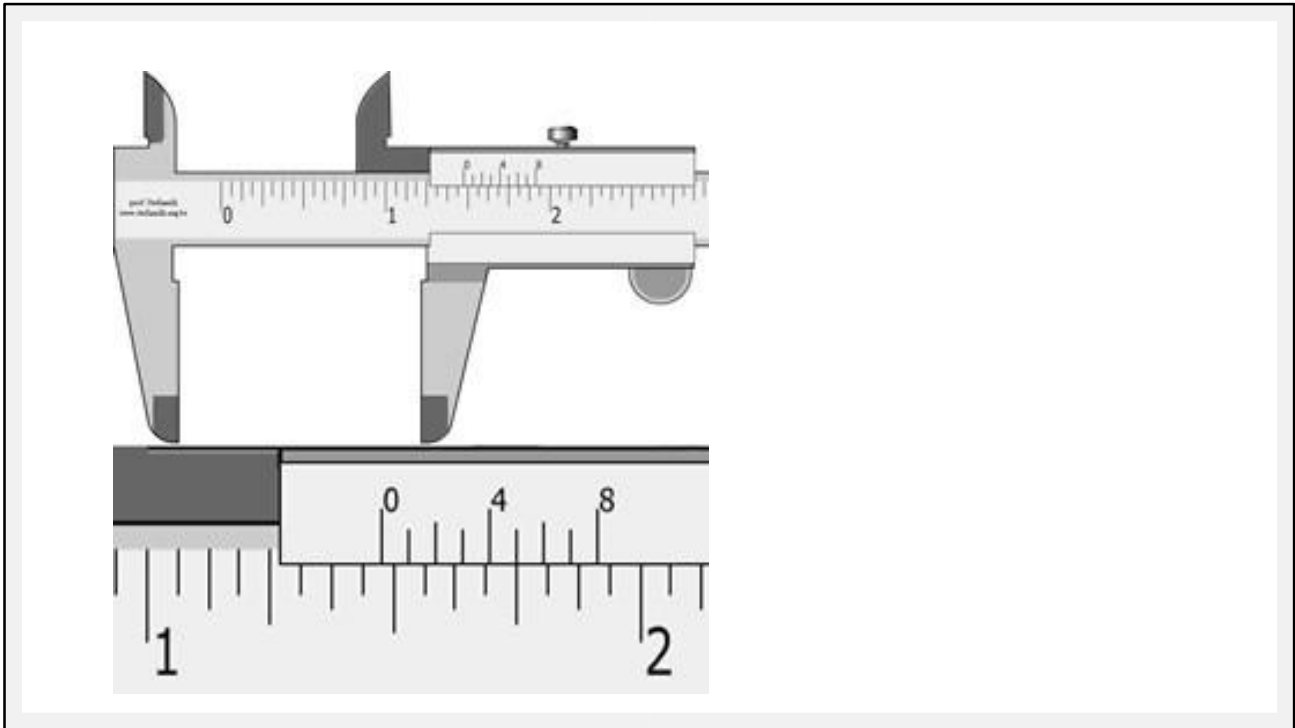


På skyvelære: 1/128"

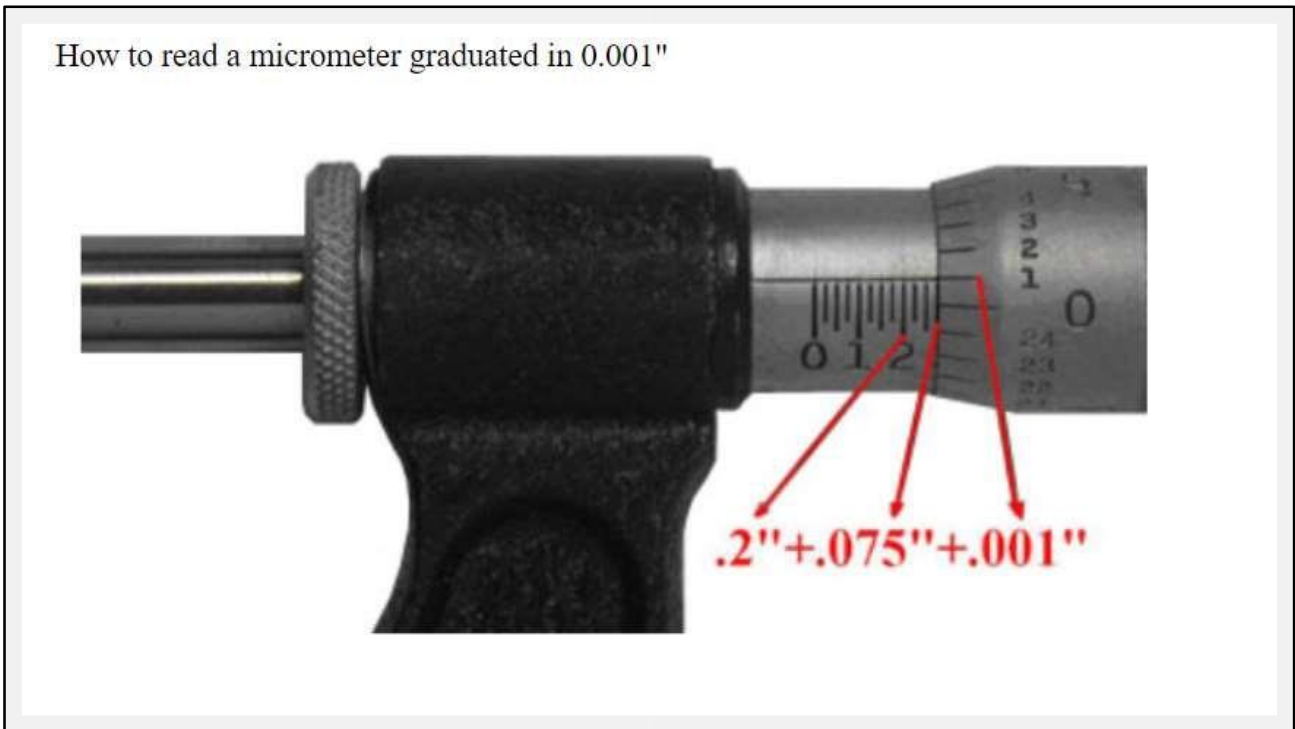
På mikrometer: 1/10000

0,0001" = 0,00254mm





1

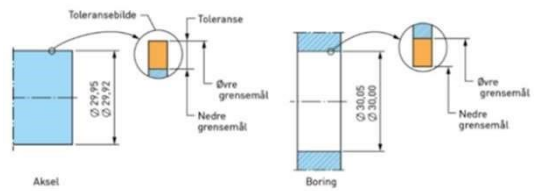


0,276 "

## Toleranser og pasninger



- Det er viktig at den delen vi lager, passer til de delene den skal brukes sammen med. Målene på en del kan variere innenfor gitte grenser. Disse grensene kaller vi toleransene til arbeidsstykket. Vi angir oftest grenseverdier med et størstemål og et minstemål som ikke må overskrides.
- For alle toleranser gjelder følgende regel: Toleransen skal være så grov som mulig og så fin som nødvendig. Det er viktig at toleranser ikke er for fine eller for grove. Hvis delen har for fine toleranser, blir den unødvendig dyr å produsere.



Eksempel på toleransen for en boring og en aksel.



Spørsmål i  
etterkant av  
undervisning



**Forslag til oppgaver måleteknikk****Toleransar og pasningar**

Hva er toleransen i mm på et basismål på en maskindel når basismålet er 11,3 mm og det tillatte avviket har graden "Fin"?

Fasit: Basismålet her er mellom 6 og 30 mm, og når det tillatte avviket er "Fin", er toleransen  $\pm 0,1$  mm.

b) Hva er toleransen i mm på et basismål på en maskindel når basismålet er 125 mm og det tillatte avviket har graden "Grov"?

c) Hvilken toleransegrad har et basismål på 4,5 mm når det tillatte avviket er  $\pm 0,2$  mm?

d) Hvilken toleransegrad har et basismål på 45 cm når det tillatte avviket er  $\pm 0,8$  mm?

e) Hvilket intervall kan et basismål på en maskindel ligge innenfor dersom det tillatte avviket er  $\pm 0,2$  mm og toleransegraden er "Fin"?

f) Hvilket intervall kan et basismål på en maskindel ligge innenfor dersom det tillatte avviket er  $\pm 0,15$  cm og toleransegraden er "Meget grov"?

Beregning av pasninger					
Diameter		Ø50	Ø100	Ø10	Ø25
Toleranseklasse	Boring	H7	+0,05	F7	K6
	Aksel	g6	-0,05	m6	h5
Toleranse boring					
Toleranse aksel					
ØG boring					
NG boring					
ØG aksel					
NG aksel					
Pasningstype					

## Måleoppgaver

Lag en tabell for alle gjenstandene dere skal måle på, der dere fører inn de ulike målene dere får.

***Mål så nøyaktig det går an med det måleinstrumentet dere velger å bruke! Oppgi målene i både mm og tommer. Hvis dere ikke har mulighet til å måle tommer, så må dere regne om.***

*Valgfritt om dere bruker skyvelære eller mikrometer for å få svarene. Men dere skal gjøre en vurdering på hva som er mest hensiktsmessig å bruke, og hvorfor.*

### Målepunktene er:

- **Reguleringsventil:**
  - Diameter på flens o Størrelse på pakningen som skal brukes.
  - Diameter på festebolter o Bredde på lillefingernegl o Diameter på spindel-aksling
  - Innvendig diameter på røret
  
- **Tennplugg** o Diameter på tennplugg
  - Diameter på gjenger som går inn i motor o Bredde på telefonen din o Høyde på senterleder o Bredde på slitasje (se eget ark)
  
- **Hydraulisk pumpe** o Innvendig diameter på inn og ut-port o Diameter på aksling o Bredde på et hårstrå
  - Gripelengden til håndtaket (Dybde på feste til pumpearmen) o Diameter på håndtaket til pumpe
  
- **Turbin-stator** o Tykkelse på blader o Bredde på blader o Hva slags motor er turbin-statoren fra? o Hva slags materiale er den laget av?

## Vedlegg 5. Spørsmål til elever i forkant og etterkant av aksjoneringen Side 29-33

Hvor godt kjent er du med verkstedhåndboka? Hvor mye blir denne brukt i det praktiske?

10 responses

Ofte

Bruker den hver dag jeg jobber på verksted

Bruker den ikke så ofte

Ikke så mye

Den blir godt brukt i verkstedet

Er ikke godt nok kjent med den som jeg burde. Jeg vet den blir brukt mye i praksis men er usikker på hvordan jeg bruker den.

Vet ikke

Den blir brukt masse i praksis, men likevel er jeg ikke godt kjent med boken

Jeg vet hvordan du finner frem til info. og jeg vet at boka blir brukt en mve. spesielt under prøver

Hva mener du med begrepet måleteknikk?

10 responses

Å tenke til framtid

Bruk av verktøy og rett teknikk for å foreta relevante målinger

Vi skal få til og måle nøyaktig

Måling

Forskjellig teknikker på å måle forskjellig oppgaver basert på hva og hvor det gjøres

Hvordan man måler noe så nøyaktig som mulig.

Vet ikke

Å finne en god teknikk for å få nøyte målinger

Nøyte måling

"Er det noe du skulle ønske å ha lært mer om innen måleteknikk?"

10 responses

Nei

Det er mange ting som jeg ønske å lære

Nei, føler jeg har god kontroll på det nå

Vet ikke

Hvilke måleteknikker som er best for alt og hvilke som ikke er bra

Ja

Mikrometer og mål på arbeidstegninger, hvordan regne seg fram ig tolke

Vet ikke

Hva er dine forventninger til dagen?

10 responses

Å lære ny ting
Lære om måleteknikk
At det ikke skal være skjedelig
høy
Forventer en helt vanlig tirsdag
ultra lærerik
Vet ikke
Æ lære masse nytt
Bli noe anet en normalt

Vet du hva verkstedhåndboka er?

10 responses

Ja
Ja, den inneholder toleranser
Ja, det er en bok hvor det står veldig mye info om generelt industri og maskinering
Ja. Den inneholder toleranser
Ka

Har du kjennskap til hvor du finner informasjon om toleranser og pasninger?

10 responses

Ja
Nei
Ja, har dreid opp pasninger selv
Det er i verkstedhåndboka og er ganske tidlig i boka
Verkstedhåndboka
Om jeg sjekker innholdsfortegnelsen ja men ikke lagret sidetallet i hode nei
Ikke sikker



Er din forståelse for tema måleteknikk fremdeles den samme som før undervisningen?

13 responses

Ja
Jeg har bedre forståelse for det nå.
Litt bedre
Nei
Har litt mer kontroll
Nei ikke helt
Nei den je bedre no
Ja, jeg viste det meste vi lærte
Nei føler jeg får det til bedre no

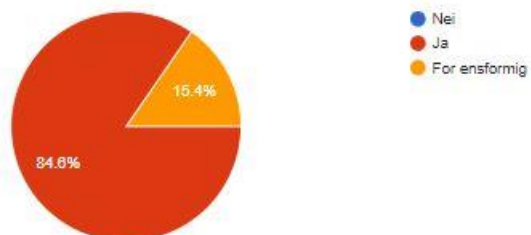
Vurderer du innholdet i dagens økt som relevant for fagretningen du har valgt?

13 responses

Ja
ja
Det er veldig relevant for fagretningen jeg har valgt.
Veldig relevant
Ja, lærte jo hvor mye det hjelper å få en til å se på målene dine før man skriver det ned

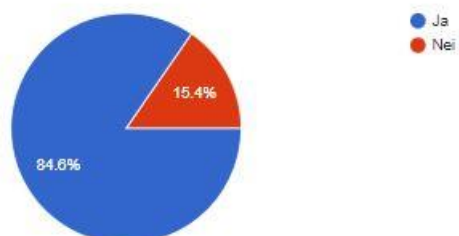
Har vi presentert innholdet på en god måte?

13 responses



Var det tilstrekkelig med pauser og variasjon i arbeidet?

13 responses



Hva kunne vi gjort annerledes?

13 responses

- Vet ikke
- For meg var helt Ok
- Ikke så mye snakking på starten av dagen
- Ingen
- Litt mye snakking i første time
- Ja
- Kan egentlig dette fra før, så det er variasjon i hvor mye erfaring elevene har i dette temaet
- Ingang
- Ingenting

Har dagen i dag levd opp til de forventningene du hadde?

13 responses

Ja

ja

Det var bedre enn forventet.

Vet ikke

Nei

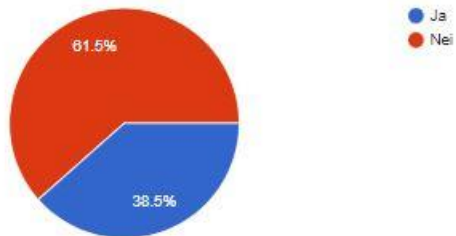
Ja, trodde jeg hadde god kontroll på maling, men fikk lære litt ekstra

Ja det var som en vanlig onsdag

Har du blitt bedre kjent med verkstedhåndboka?

 Copy

13 responses



**Spørsmål som ble stilt før undervisningen, med svarene oppsummert:**

1.

a. Hva er dine forventninger til dagen:

Svar: Mange av elevene hadde høye forventninger til dagen. De fleste ønsket å lære noe nytt, og enkelte spesifiserte at de ønsket å lære om måleteknikk. Det er tydelig ut fra svarene at de fleste så fram til en annerledes skoleøkt.

2.

a. Hva mener du med begrepet måleteknikk?

Svar: De aller fleste svarte at de forbandt begrepet måleteknikk med ord som «nøyd», «nøyaktig» og korrekt teknikk for å måle. En eleven har svart at han ikke visste hva måleteknikk var for noe. En elev svarer at han forbinder det med «å tenke til framtiden». Dette er vi usikker på hva betyr, men det kan jo tolkes dit at han ikke har rett oppfattelse av spørsmålet, eller begrepet.

3.

a. Er det noe du skulle ønske å ha lært mer om innen måleteknikk?

Svar: To svarer her at de ikke vet. Dette kan bety at de ikke skjønner begrepet måleteknikk, ref. det forrige spørsmålet. To andre igjen svarer at de ikke ønsker å lære noe mer innen måleteknikk. Om dette er fordi de har hatt god undervisning innen måleteknikk før eller om det er en annen grunn vites ikke. Fire av elevene er positive, og tre av disse er konkrete på hva de ønsker å lære mer om, eks.: «Mikrometer og mål på arbeidstegninger, hvordan regne seg fram og tolke.»

4.

a. Vet du hva verkstedhåndboka er?

Svar: Alle sammen er klar over hva verkstedhåndboka er, og flere svarer spesifikt om hva man kan finne i den. Eks: «Ja, det er en bok hvo det står veldig mye info om generelt industri og maskinering.»

5.

a. Har du kjennskap til hvor du finner informasjon om toleranser og pasninger?

Svar: Her svarer alle, bortsett fra en, bekreftende på at de vet hvor de finner dette.

6.

a. Hvor godt kjent er du med verkstedhåndboka, og hvor mye blir denne brukt i det praktiske?

Svar: Her spriker svare fra «Ikke så mye» til «Den blir brukt mye i praksis...». Felles for mange er at de ikke er godt nok kjent med den, og med bruken av den. En svarer at den blir brukt mye i praksis «...men likevel er jeg ikke godt kjent med boken.». En skriver at han ikke vet om han bruker den, og en annen skriver at han har memorert store deler av boken og derfor ikke bruker den like mye nå lengere.

## Etterspørsmål:

1. Har dagen i dag levd opp til forventningene du hadde?  
Svar: Flertallet gir tilbakemelding om at dagen levde opp til forventningene. En mener at dagen ble bedre enn forventet, og en annen svarer at han trodde han kunne nok om måling men at i dag fikk han lært noe nytt.
  
2. Har du blitt bedre kjent med verkstedhåndboka?
  - a. Nei: 6 (54%) Ja: 5 (46%)
  
3. Er din forståelse for temaet måleteknikk fremdeles den samme som før undervisningen?  
Svar: Flertallet av svarene går på at de har forstått begrepet bedre, og at de har lært noe nytt om det i løpet av dagen.
  
4. Vurderer du innholdet i dagens økt som relevant for fagretningen du har valgt?
  - a. Her er svarene enstydig ja. Og mange svarer «Ja, veldig relevant».
  
5. Har vi presentert innholdet på en god måte?
  - a. Her var svaralternativene «Nei», «Ja», og «For ensformig». 10 svarer ja (91%), og 1 svarer «For ensformig» (9%).
  
6. var det tilstrekkelig med pauser og variasjon i arbeidet?
  - a. Her svarer 100% «ja».
  
7. Hva kunne vi gjort annerledes?
  - a. Her er tilbakemeldingene at flere synes vi brukte mye tid på teorien i første time. Eksempel: «Litt mye snakking i første time». En elev skriver at han kunne dette fra før, og at det var variasjon i elevkunnskapene. Vi tolker dette til at eleven ønsket høyere nivå på undervisningen, og dermed også bedre tilpasset undervisning.

Vi måtte droppe undervisningen om verkstedhåndbok, toleranser og pasninger i plenum. Dette gjorde vi fordi vi så at elevene mistet fokus og ønsket å jobbe mer med det praktiske. De var så godt i gang med målingene, og vi vurderte det dit at det ga bedre utbytte for elevene å fortsette med målinger, enn å hoppe til et «nytt» tema. 3 grupper med to elever i hver fikk individuell veiledning og instruksjon om disse temaene. 5 svarer i Etterspørsmålene at de fikk bedre kunnskap om verkstedhåndboka.

- **Antall elever:** 13
- **Forkunnskap:** Mange av elevene har vært borti temaet maleteknikk før, og kan svare godt for hva de tenker om temaet.
- **Teori-delen i auditoriet:**
  - To elever som er aktive uten å bli spurt spesifikt
  - Flere og flere ble aktive etter hvert.
  - Vi ser at når tiden med teoriundervisning strakk ut over 35-40min så ble elevene urolige, og det ble tendenser til at elevene fant frem telefonen
  - Flere som svarte på spørsmål når vi ventet litt med å svare på våre egne spørsmål. «Tenketid» er viktig
- **Pauser:**
  - Vi burde tatt pauser før vi gjorde det. Sett elevene mer an når de var klar for pause.
- **Læremiljø:**
  - Godt læringsmiljø. Ro i klassen.
  - Elevene var mottakelige for læring, og arbeidet godt i gruppene de ble satt sammen i.
  - Elevene er ikke vant til å jobbe i grupper/dyader på to og to, men dette funket veldig bra! Dette tyder på godt klassemiljø! De ble satt sammen i «ukjente» grupper
- **Språk:**
  - Noen utfordringer med en elev som ikke behersket norsk så godt. Vi så at det var sprik i den faglige kunnskapen hos denne eleven.
  - Det ble sagt at eleven forsto, men vi så at dette ikke var tilfelle
- **Var innholdet relevant - Har vi truffet elevene?**
  - Det ser ut som om dette traff elevene godt
  - Muntlig tilbakemelding fra elevene på slutten av økta om at dette skulle de hatt tidligere på året.
  - De fleste elevene fulgte godt med i teorien
  - Stort sett alle var engasjerte og medvirket til god læring i den praktiske delen av undervisningen.
  - De aller fleste likte arbeidsoppgavene

**Generelle observasjoner:**

- Elevene har vært fire uker borte fra skolen (vinterferie og utplassering). Dette tror vi hadde god virkning på elevene. Vi er positivt overrasket over at elevene var såpass «på» etter så lang tid borte.
- Det var god kultur i klassen for å tørre å stille spørsmål, spesielt var dette bra for de minoritetsspråklige som ofte turte å spørre om ord og uttrykk de ikke skjønnte. Eksempel: «Hva er et etui..?» ble det spurt om fra en av de med minoritetsspråk.
- Vi skulle hatt med oss egne skyvelære (vi lærere) som vi kunne ha vist på.
- De fleste var interessert i mikrometer. Både teori og praksis. Få som kunne bruke mikrometer
  - Det var helt klart mest behov for mikrometeropplæring
- 45min. er nok teori! Elevene ble urolige etter ca. 20 minutter.

- Dette førte til at vi tok en avgjørelse på å droppe teoriundervisningen i plenum som gikk på toleranser, pasninger og bruk av verkstedhåndboka.
  - Noen grupper fikk denne veiledning rundt disse temaene, og instruksjon i bruk av verkstedhåndboka «individuell». (tre grupper). Dette ser vi også i «etter-spørsmålene».
  - Vi droppet også teoriundervisning om tommesystemet. Dette ble også i stede gitt til gruppene underveis i praksisen.
- Samarbeidet oss studenter/lærere i mellom var godt, og vi hadde en god dynamikk
- Vi hadde litt sein oppstart. Alle elevene var ikke på plass 0815, men vi var i gang ca. 0840.
  - Dette ble en fin inngang til «bli kjent»-runde med de elevene som kom tidsnok.
- Klasserommet fungerte veldig bra! Rammefaktorene var gode for den type undervisning vi hadde lagt opp til.
- Vi kom ikke gjennom hele opplegget vi hadde planlagt. Vi måtte droppe teoridelen rundt toleranser og pasninger. Verkstedhåndboka fikk vi ikke tatt i teorien, men brukte den litt i praksisen.
- Mange elever var veldig interessert i tomme-undervisningen, og syntes dette var interessant men vanskelig!
  - Mange uttrykte også at de nå skjønte brøkkregning.
- Vi «fikk» en time ekstra. Dette gjorde at vi fikk avslutta de delene av opplegget vi hadde påbegynt på en god måte. Vi hadde en fin gjennomgang med elevene rundt måleresultater og viktigheten av nøyaktighet på slutten.

