



## Teknikk og industriell produksjon

### Fagstoff til eksamen

Innhold på ndla.no er nå tilgjengelig i PDF- eller ePub-format som hjelpeMidler til eksamen. Disse filene kan lagres på egen datamaskin og leses i digitalt format, eller de kan skrives ut og tas med til eksamen. Dette er automatisk genererte filer som ikke er manuelt bearbeidet.

Dette dokumentet er en tekstuutgave av det digitale læreverket for faget slik det forelå på ndla.no april 2015. For å se det komplette læreverket, slik det er sammensatt av ulike medietyper og interaktive elementer, gå til <http://ndla.no>.

Ved eksamen vil man ikke ha adgang til Internett, og dermed vil i hovedsak kun tekst og bilder være tilgjengelig. Animasjoner, simuleringer, lydfiler og video er interaktive ressurser som krever tilkobling til nett.

*Sentralt gitt skriftlig eksamen i Kunnskapsløftet følger to hovedmodeller for hjelpeMidler. I modell 1 er alle hjelpeMidler tillatt. Unntak er Internett og andre verktøy som tillater kommunikasjon. For norsk og fremmedspråkene er heller ikke oversettelsesprogrammer tillatt.*

*Modell 2 er en todelt eksamen. Der er det i del 1 tillatt med skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler. I del 2 er alle hjelpeMidler tillatt med unntak av Internett eller andre verktøy som tillater kommunikasjon.*

*Disse fagene følger modell 2 for hjelpeMiddelbruk uten forberedelsesdel; matematikk i grunnskolen, matematikk i grunnskoleopplæringen for voksne, matematikk, fysikk, kjemi og biologi i videregående opplæring.*



# Innholdsfortegnelse

<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>2</b>
<b>Produksjon</b>	<b>8</b>
Om programfaget	8
Produksjonsgangen	9
Verdikjeden	11
Hva er en prosess?	13
Hva er en prosess? / fagstoff	13
Hva er en prosess? / fagstoff	14
Pådrag og utganger	15
Produksjonsprosesser	19
Produksjonskalkyler	21
Kjemi	24
Å lære seg kjemi	26
Atomer	27
Grunnstoffer	28
Periodesystemet	31
Periodesystemet / fagstoff	31
Kjemiske bindinger	34
Kjemiske bindinger / fagstoff	34
Kjemiske formler og molekylstrukturer	39
Organisk kjemi	41
Reaksjonsligninger	45
Mekanisk blanding og kjemisk reaksjon	47
Måling av stoffer – molar masse	50
Syrer og baser	51
Syrer og baser / fagstoff	51
Nøytralisering og pH	54
Materiallære	56
Metaller	57
Jern	59
Legeringer	60
Stål	62
Aluminium	65
Framstilling av aluminium	68
Oppgaver	70
Tremateriale	71

Hva brukes tre til?	73
Plastmateriale	75
Fordeler med plastmaterialer	77
Framstilling av plast	79
Oppgaver	80
Elastomerene – gummi	81
Komposite materialer	82
Oppgaver	84
Glass	85
Materialprøving	87
Overflatebehandling og korrosjon	90
Sponfraskillende bearbeiding	93
Filing og saging	94
Boring	95
Sliping	97
Merking, saging, sliping og boring av et arbeidsstykke	100
Fresing	101
Filmer om fresing	103
Oppgaver	104
Dreiing	105
Oppgaver	111
Bearbeiding av plast	112
Styrte maskiner	117
Skjærevæskens oppgave	119
Sammenføyning	121
Mekanisk sammenføyning	122
Liming	123
Lodding	125
Sveising	127
Elektroder	130
Filmer om sveising	132
Sammenføyning av plast	134
Platebearbeiding	141
Platebearbeiding / fagstoff	141
Brenngasskjæring og brenngass	145
Repetisjonsoppgaver	147
Kjemiteknikk	149
Trykk og temperatur	150

Aggregattilstander	152
Aggregattilstander / fagstoff	152
Aggregattilstander / fagstoff	153
Aggregattilstander / fagstoff	154
Aggregattilstander / fagstoff	155
Aggregattilstander / fagstoff	155
Aggregattilstander / fagstoff	156
Faseoverganger	158
Faseoverganger / fagstoff	158
Fasediagrammer	160
Fasediagrammer / fagstoff	160
Fasegrenser og trippelpunkt	161
Fasegrenser og trippelpunkt / fagstoff	161
Fasegrenser og trippelpunkt / fagstoff	162
Kritisk punkt i fasediagrammet	163
Kritisk punkt i fasediagrammet / fagstoff	163
Den ideelle gassloven	165
Den ideelle gassloven / fagstoff	165
Pumping og kompresjon	169
Pumping og kompresjon / fagstoff	169
Fortrengningspumpe	170
Sentrifugalpumpe	172
Sentrifugalpumpe / fagstoff	172
Sentrifugalpumpe / fagstoff	172
Strømning i rør	174
Varmetransport	176
Varmevekslere	178
Reguleringsteknikk	179
Grunnprinsipper for regulering	181
Reguleringssløyfer	183
Belastning og prosessforstyrrelser	185
Treghet	187
Ulike typer reguleringer	190
PID-regulator	192
PID regulatorparametarer	194
Direktevirkning og reversvirkning	196
Reguleringsventilen	198
Andre typer pådragsorgan	200

<b>Helse, miljø og sikkerhet</b>	<b>202</b>
Vern mot skader	204
Sikkerhet	206
Sikkerhet i prosessanlegg	207
Risikovurdering	209
HMS ved sveising	211
Ergonomi	214
Oppgaver	220
<b>Tekniske tjenester</b>	<b>221</b>
Om programfaget	221
Maskinelementer	222
Skruer	223
Toleranser og pasninger	224
Gjenger	225
Reparasjon av gjenger	228
Andre sammenstillingsforbindelser	230
Lager	232
Transmisjoner	234
Tetninger	237
Montering og demontering	239
Vedlikehold av maskiner og utstyr	241
Oppgaver	245
Håndverktøy	247
Måleteknikk	249
Måling på verkstedet	250
Skyvelære	251
Mikrometer og måleur	252
Diverse måleverktøy	254
Måling i prosessanlegg	256
Det generelle måleinstrumentet	257
Instrumentsignaler og justering	259
Trykkmålinger	261
Temperaturmålinger	263
Gjennomstrømningsmåling	265
Nivåmålinger	267
Kontrollrom	269
Elektrisitetslære	270

Energi, energikilder og energibruk	272
Elektrisk strøm	274
Oppgaver	277
Oppgaver Ohms lov	278
Effekt	279
Resistoren	280
Oppgaver	281
Måling av strøm, spenning og resistans	282
Oppgaver	284
Batterier	285
Oppladbare batterier	289
Ikke oppladbare batterier	293
Oppgaver	296
Serie- og parallellokobling	297
Oppgaver	299
Ulykker ved elektriske anlegg	300
Pneumatikk	304
Ventiler	307
Symboler	310
Eksempler på pneumatiske kretser	311
Hydraulikk	314
Hydraulikanleggets oppbygning	318
Motorer	321
Pumper	322
Sylinder	324
Filter	325
Tank	326
Symboler	327
Oppkobling av hydrauliske kretser	329
Helse, miljø og sikkerhet	332
Arbeidsvettregler	334
Risikoanalyse	335
<b>Dokumentasjon og kvalitet</b>	<b>338</b>
Om programfaget	338
Dokumentasjon	339
Dokumentasjon i prosjekt til fordyppning	341
Maskintegning	343

Tegningslesing	344
Tegningselementer	346
Solid Edge Revolve videokurs	350
Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff	350
Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff	350
Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff	350
Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff	351
Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff	351
Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff	351
Flytskjema	352
Fordøyelsesprosessen	355
Oppgaver: Flytskjema	357
P&ID	359
Symboler og koder i et P&ID	361
Oppgaver: P&ID	365
Kvalitetsarbeid	367
Hva er kvalitet?	371
Kvalitetssikringsprosessen	373
Avviksbehandling	375
Standardisering	377
Sertifisering	378
Helse, miljø og sikkerhet	379
HMS og lover	381
Avviksrapportering	383
Avviksrapportering / fagstoff	383
Kjemisk helsefare	385
HMS-datablad	387
Oppgave: Sikkerhet og datablad	388
Sikkerhet og datablad / oppgave	388
Sikkerhet og datablad / oppgave	389
Oppgave: Arbeidsmiljø og kjemikaliebruk	391
Arbeidsmiljø og kjemikaliebruk / oppgave	391
<b>Andre ressurser</b>	<b>393</b>
Yrkesfilmer	393

# Produksjon

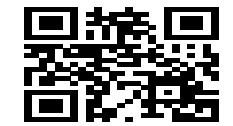
## Om programfaget

Forfatter: Utdanningsdirektoratet  
[Produksjon \(103928\)](#)



Programfaget produksjon omfatter oppgaver og arbeidsmåter som er felles og grunnleggende for all type produksjon innenfor utdanningsprogrammet.

Videre inneholder programfaget planlegging, produksjon og kvalitetssikring av en arbeidsoppgave og arbeid med maskiner, materialer og produksjonsutstyr. Tekniske ferdigheter, nøyaktighet, selvstendighet, samarbeidsevne og kommunikasjon inngår i produksjonsarbeid.



Vurderingskriterier  
for læreplanmål i  
produksjon VG1  
TIP / veiledning  
<http://ndla.no/nb/node/61995>



Maskiner / video  
<http://ndla.no/nb/node/141394>

# Produksjonsgangen

Forfatter: Industriskolen

[Produksjonsgangen \(82512\)](#)



Det er viktig å vite hva som skjer i en produksjon – fra råstoff til ferdig produkt. Ordet produksjon bruker vi om framstilling av varer og tjenester i en bedrift som tar sikte på å tilfredsstille forskjellige behov som kundene har.

For å produsere en vare eller tjeneste trenger vi også noen grunnleggende faktorer. Disse kaller vi produksjonsfaktorer, og de kan deles opp i tre hoveddeler:

- **Arbeidskraft:** Det er arbeidsinnsatsen til de ansatte og eierne av bedriften.
- **Realkapital:** produksjonsutstyr (maskiner, verktøy) og materialer som benyttes i produksjonen
- **Kompetanse:** fagkompetanse og kunnskaper og produktene man produserer, som gjør bedriften i stand til å organisere arbeidskrafen og realkapitalen på en best mulig måte

Produksjonsfaktorene settes inn i produksjonsprosessen. For å lykkes må en bedrift satse på tre faktorer: kvalitet, kunnskap og service.

**Produksjonsprosessen** er den organiserte, bearbeidende virksomheten som skjer inne i bedriften, og som til slutt blir et produkt i form av en vare eller tjeneste som kundene vil kjøpe.

## Produksjonsplanlegging

Før produksjon av produkter og deler skal gjøres, er det viktig at det er laget en plan for produksjonen. Dette gjelder enten produksjonen skjer i en liten bedrift eller i en større industribedrift. Planleggingen danner grunnlaget for både innkjøp av materialer og deler samt for bruk av verktøy og maskiner. Dette danner igjen grunnlag for blant annet prising av produktet (kalkyle).

## Produksjonsgangen – fra råstoff til ferdig produkt

Med verdikretslopet i en bedrift mener vi den måten bedriften omdanner innsatsfaktorene, kapital, arbeid og varer til produkter, som igjen gir økonomisk utbytte.

Det vil være normalt å ta utgangspunkt i hva som skal produseres, når produksjonen skal fastlegges. Operasjonsrekkefølgen avhenger selvsagt av det produktet som skal produseres, og den rekkefølgen som den produksjonsansvarlige velger å benytte. Dersom en bedrift framstiller bare ett produkt og planlegger å gjøre det i en lang periode, vil det som oftest lønne seg å legge stor omtanke i operasjonsrekkefølgen og også montere produksjonsutstyret slik at det i størst mulig grad tillater at delene flyter naturlig fra operasjon til operasjon.

Ved særlig stor produksjon av ensartede produkter vil det sannsynligvis lønne seg å investere i faste transportanlegg (rullebaner, transportbånd e.l.), som mer eller mindre automatisk overfører delene fra en operasjon til den neste. Ved hver maskin- eller operasjonsenhet er det gjerne en fast bemanning som er spesialisert på den operasjonen det dreier seg om.

**Filmer som viser framstilling av diverse produkter:**



Produksjon av cellulose / video  
<http://ndla.no/nb/node/53973>



Produksjon og lakking av snøskuffer / video  
<http://ndla.no/nb/node/53975>



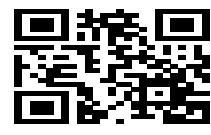
Produksjon av rattstammer / video  
<http://ndla.no/nb/node/53978>

## Produksjon etter bestilling

Noen bedrifter er basert på å produsere ett og ett produkt. Som regel vil enkeltstykkeproduksjon være bestillingsarbeid. Planleggingen starter ofte som en eller flere skisser av hva som skal produseres. Dersom kjøperen finner at en av skissene svarer til hva som forventes, vil den utførende som regel utforme et skriftlig pristilbud, som baseres på en kalkyle av hva arbeidet medfører av kostnader for materialer, underleveranser, lønn for utført arbeid, fortjeneste samt merverdiavgift (moms). Det tilbudet som utformes, skal inneholde innen hvilken tidsramme arbeidet skal utføres, samt hva kjøperen til slutt skal betale. Når enighet om dette er oppnådd, vil arbeidet kunne ta til. På basis av den avtalte utformingen av arbeidet vil den utførende kunne utarbeide eventuelle tegninger og beskrivelser av utførelse og detaljer.

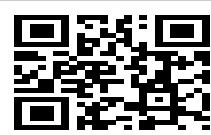
Ofte vil produktet være utformet av en designer med relativt fast oppfatning av hvordan form, farge og materialvalg skal være. I noen tilfeller leverer bestilleren, kunden, svært detaljerte beskrivelser av produktet. Skal et produkt produseres i større antall og delene skal framstilles uavhengig av hverandre, er det nødvendig å beskrive hver enkelt del entydig samt hvordan de enkelte delene forholder seg til hverandre i det ferdige produktet.

Det er ytterst viktig at den/de som utarbeider tegningssettene, og som dermed indirekte fastlegger produksjonsforløpet, kjenner produksjonsutstyret og dets muligheter og begrensninger. Av særlig betydning er at det velges de mest kurante materialdimensjonene, samt at det velges sammensettingsmetoder og bearbeidingsmetoder som stemmer overens med de verktøy og maskiner og muligheter som bedriften har for øvrig.



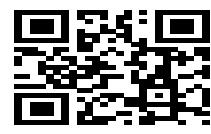
Produksjon av propell til skip / video

<http://ndla.no/nb/node/53979>



Produksjon av A4-papir / video

<http://ndla.no/nb/node/53976>



Stoping av hekkaggregat / video

<http://ndla.no/nb/node/53959>

# Verdikjeden

Forfatter: Industriskolen  
[Verdikjeden \(115308\)](#)



Verdikjeden beskriver hvordan et produkt eller en tjeneste blir til fra råvare og fram til et produkt som leveres til kunden.

En verdikjede gir et bilde av bedriftens samlede kundeoppfattede verdiskapning med vekt på det arbeidet som må gjennomføres for å produsere, markedsføre og levere de produktene og tjenestene som tilbys. Disse aktivitetene er gruppert i en "kjede" fra leverandør til kundesiden og gir slik et bilde av det samlede arbeidet som utføres for å tilfredsstille kundens kjøpskriterier. Et av de viktigste poengene med verdikjeden er at den er uavhengig av bedriftens formelle organisasjonsstruktur.

I prinsippet består all næringsvirksomhet i at innsatsvirksomhet, kalt produksjonsfaktorer, gjennom verdiskapning omformes til produkter og tjenester. Denne omformingsprosessen, her kalt verdiskapning, er realitetene bak næringsvirksomheten.

Verdikjeden beskriver hvordan et produkt eller en tjeneste blir til fra råvare og fram til et produkt som leveres til kunden. Bildet er en "kjede" av innsatsfaktorer som omskaper råvarer og komponenter til et produkt som blir levert (og kanskje montert) hos en kunde. I kjeden finner vi også dem som driver med service og vedlikehold av produktet. Målet er å gjøre denne verdikjeden så effektiv som mulig.

Når vi betrakter verdikjeden, må vi derfor se bort fra en tradisjonell båstenkning hvor alle kun arbeider med sin del av prosessen. Verdikjeden må ses som en helhetlig prosess som skal gjøre bedriften konkurransedyktig. Det vil si at vi skal levere et konkurransedyktig produkt og samtidig være lønnsomme. En effektiv verdikjede kan både redusere kostnadene for bedriften samt øke konkurranseevnen overfor kundene.

Når vi skal bedre effektiviteten i verdikjeden, må vi arbeide på forskjellige plan:

- Organisatorisk struktur.  
Vi må se på hvordan bedriften er organisert. Er det skapt hindringer som gjør samarbeid vanskelig? Er det en logistikksjef med et overordnet ansvar for effektiviteten i verdikjeden?
- Styrings- og planleggingssystemer.  
Er de systemene og prinsippene vi bruker for å planlegge og styre materialstrømmen, hensiktmessige? Er de egnet til å fremme samarbeid i hele kjeden?



For å lykkes må en bedrift satse på både kvalitet, kunnskap og service.

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



En bedrift som produserer medisiner.



Det er viktig å vite hva som skjer i en produksjon – fra råstoff til ferdigprodukt.

Fotograf: [Science Photo Library](#)

Les mer om  
[Verdikjeden](#).

Materialadministrasjon – logistikk – er læren om vareflyt. Denne vareflyten starter der råvarer produseres, og slutter når forbrukeren har fått varen sin. Noen vil til og med forlenge denne kjeden helt fram til produktet er blitt søppel og enten destrueres, deponeres eller gjenbrukes.

Vi tenker oss denne vareflyten bestående av en kjede aktører som enten produserer, distribuerer eller forhandler varen. Kjeden kan bestå av mange ledd. Hvert ledd bidrar, hvert ledd tilfører varen eller produktet verdi. Denne kjeden av aktører kaller vi derfor verdikjeden. Målet er å gjøre denne verdikjeden – vareflyten – så effektiv som mulig. Vi må betrakte kjeden som en helhet og optimalisere den som en helhet.

Det er viktig å se både transportsystemet, lagersystemet, produksjonssystemet, salgs-, markedsførings- og økonomisystemet i bedriften i sammenheng. Vi må se den totale materialflyten i sin helhet, fordi dette gir et bedre totalresultat for bedriften.



Lastebil i farta  
Fotograf: [David Trood](#)



Logistikk er læren om  
vareflyt  
Fotograf: [Dag W.](#)  
[Grundseth](#)

## Hva er en prosess?

Forfatter: Rune Mathisen

[Hva er en prosess? \(117183\)](#)



Før vi ser nærmere på hvordan mekaniske og kjemiske prosesser utføres industrielt, må vi ha svar på ett viktig spørsmål: Hva menes egentlig med en «prosess»?

Tenk deg at du skal lage en fuglekasse. Du starter med noen plankebiter og en eske med spiker. Dette er råvarene dine. Deretter må du sage opp plankene i passende lengder, spikre dem sammen og bore et hull så fuglen kan komme inn og ut. Dette er prosessen. Sag, hammer og bor er hjelpemiddlene du bruker, og til slutt ender du opp med produktet: en fuglekasse.



Hammer og spiker

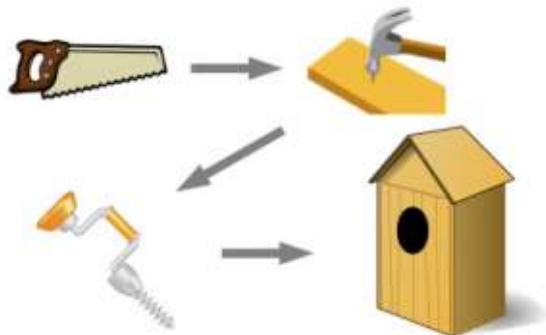
Opphavsmann: [mrdisaster](#)



Bakksag



Borvinde



**Hva er en  
prosess? /  
fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/117183>

Produksjon av en  
Mercedes E-kasse fra  
start til slutt (video)



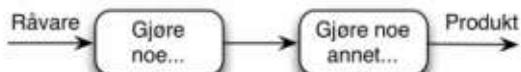
## Hva er en prosess? / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/117183>

Hvordan Tesla Model S lages (video)

En prosess er en systematisk rekke av handlinger som påføres en råvare slik at den til slutt ender opp som et produkt.

Vi kan lage et enkelt skjema som er gyldig for alle typer produksjonsprosesser hvor vi starter med en eller flere råvarer og ender opp med en eller flere produkter:



I boksene hvor det står «gjøre noe», utfører vi en operasjon på råvarene. Da vi laget en fuglekasse, var dette for eksempel å sage eller å spikre. Disse operasjonene kalles «enhetsoperasjoner».

En enhetsoperasjon er et enkeltstående steg i en prosess. For å kunne lage det ønskede sluttproduktet er prosessen fram til det som regel satt sammen av mange enhetsoperasjoner.

Produksjonen av fuglekasse er et eksempel på en mekanisk prosess – i alle enhetsoperasjonene foregår det en mekanisk bearbeiding av råvarene. Men i industrien foregår det ofte kjemiske prosesser også. Det betyr at molekylene som råvarene består av, blir endret på.

En kjemisk prosess involverer en eller flere kjemiske reaksjoner på veien fra råvare til produkt.

# Pådrag og utganger

Forfatter: Rune Mathisen

[Pådrag og utganger \(127101\)](#)



Her skal vi bruke en simulator for å forklare noen viktige begreper i produksjonsprosesser. Simulatoren viser ikke en ekte industriell prosess, men den viser problemstillinger som er vanlige i mange kjemiske prosesser.

## Prosessbeskrivelse

Simulatoren vi skal bruke, viser hvordan vi kan styre konsentrasjonen av et stoff som løses i en væske. Konsentrasjonen blir målt med et instrument som dypes ned i blandingen.

I denne prosessen har operatøren mulighet til å justere væskemengden inn i og ut av en beholder. Fra boksen som er merket med "Saft" kan operatøren drysse ut det stoffet som skal løses i væsken. I tillegg til dette kan operatøren varme opp beholderen slik at væsken fordamper. Prøv selv!



## Konsentrasjon / h5p\_content

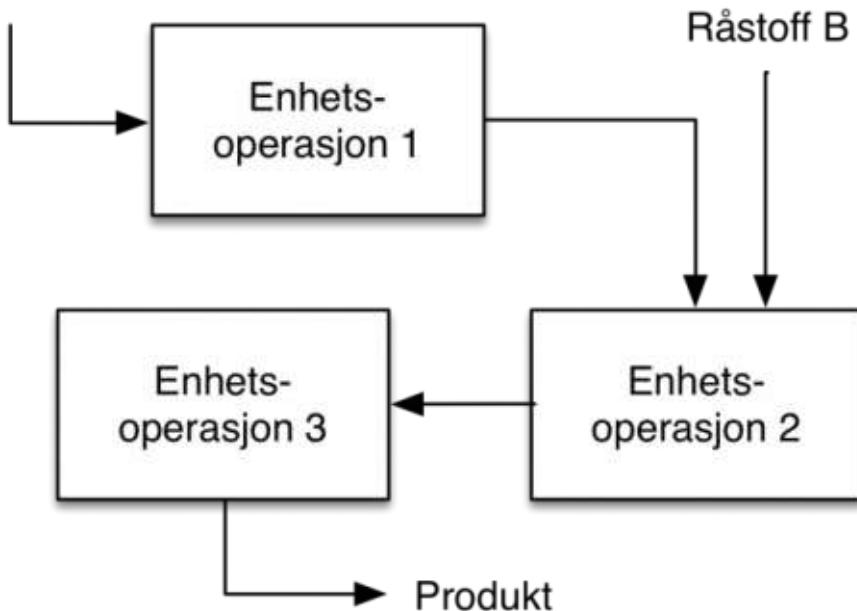
<http://ndla.no/nb/node/132127>

## Pådrag og utganger i prosessen

Simulatoren vi bruker som eksempel her, kunne ha vært en del av en større industriprosess hvor den ferdige blandingen ble ført videre til en annen del av fabrikken. Slike små enkeltdeler av en større prosess kalles enhetsoperasjoner. Det er vanlig å tegne flytskjemaer for store industriprosesser som en rekke av slike enhetsoperasjoner.

En enhetsoperasjon er et enkeltstående steg i en prosess. For å kunne lage det ønskede produktet må en prosess som regel være satt sammen av mange enhetsoperasjoner.

## Råstoff A



Eksempel på et generelt flytskjema

Flytskjemaer inneholder ikke detaljer om hvordan hver enkelt enhetsoperasjon fungerer, så vi skal her tegne en annen type skjema som viser oss sammenhengen i denne operasjonen. De tingene operatøren kan justere på i en prosess, kallas pådrag. I vår lille prosess har vi disse pådragene:

- væske inn i beholderen
- væske ut av beholderen
- mengde faststoff som tilsettes væsken ("Oppløst stoff")
- tilført energi i form av varme som gjør at væsken fordamper

Når operatøren endrer et av disse pådragene, kaller vi det en pådragsendring. Slike pådrag som operatøren kan endre på, kallas "regulerte". I noen tilfeller kan vi også ha pådrag som operatøren ikke har kontroll over.

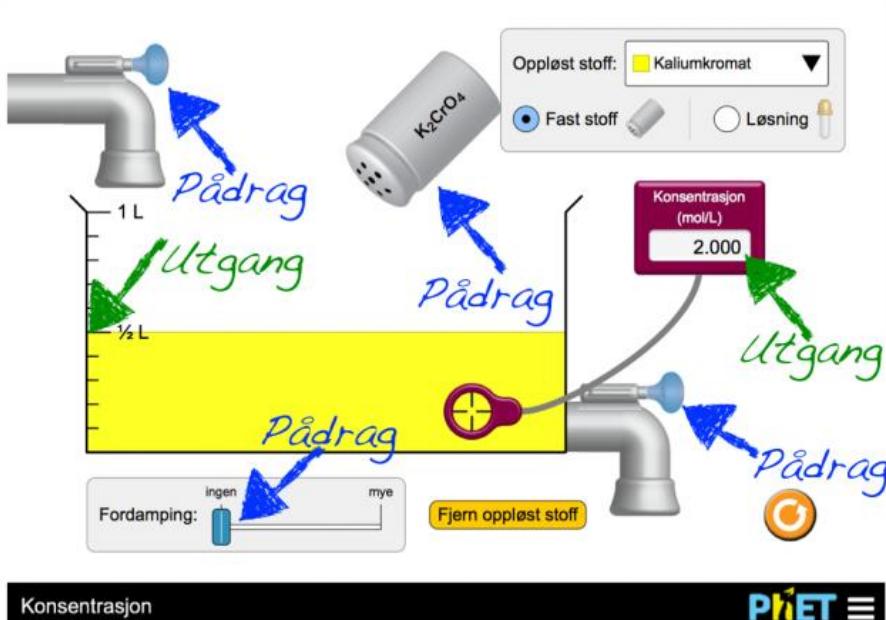
Resultatet av endringene i pådragene er at kvaliteten på produktet endrer seg. I vårt tilfelle er produktet et stoff som er løst opp i en væske, og vi kan se endringer i kvaliteten ved å måle konsentrasjonen av det faste stoffet.

I tillegg til at kvaliteten varierer, vil også mengden væske i beholderen variere. Det er viktig å unngå at beholderen går helt tom eller renner over.

De tingene som endrer seg når vi gjør en pådragsendring, kallas utganger. I denne prosessen er det to utganger:

- konsentrasjonen av det faste stoffet
- nivået i beholderen

I figuren nedenfor er pådragene markert med blå piler og utgangene er markert med grønne piler.



Pådrag og utganger i simulatoren "Konsentrasjon"

Nå har vi skaffet oss en oversikt over pådrag og utganger for prosessen, og vi kan sette opp et enkelt skjema som viser denne sammenhengen. Vi kaller slike skjemaer blokdiagram.



Blokdiagram for simulatoren "Konsentrasjon"

Pådrag i en prosess er de tingene som vi kan endre på. Utganger er de tingene som forandrer seg når vi gjør pådragsendringer.

I noen prosesser er sammenhengen mellom pådrag og utgang ganske enkel. Om du slipper inn mer bensin og luft i en bensinmotor får du mer kraft ut. Da er det blandingen av bensin og luft som er pådraget, og kraften er utgangen. I de fleste prosesser er sammenhengen mye mer komplisert.

Hva skjer når du fyller på med væske i beholderen? Det vil påvirke begge utgangene: én vil stige, og én vil synke. Prøv selv, og se hvilken utgang som stiger, og hvilken som synker.

Men effekten av at du fyller på med væske, er også avhengig av hva som skjer med de andre pådragene. Om du fyller på samtidig som noe av væsken fordamper, vil det få en annen effekt enn om du fyller på uten at det fordamper noe. Dette kalles samvirking.

Med samvirking mener vi at en utgang er avhengig av kombinasjonen av to eller flere pådrag.

---

Dette høres kanskje litt komplisert ut, men det blir enklere å forstå når du jobber med simulatoren på egen hånd.

# Produksjonsprosesser

Forfatter: Industriskolen

[Produksjonsprosesser \(53951\)](#)



Dersom du er prosessoperatør eller reparatør, må du hele tiden forstå produksjonsprosesser og ha kunnskaper og ferdigheter for å betjene og vedlikeholde anlegget. Her vil du få en innføring i en del produksjonsprosesser som viser hvordan ulike produkter framstilles.

Her vil du få noen filmeksempler fra industribedrifter i Norge. Disse vil gi deg innføring i en del produksjonsprosesser som viser hvordan ulike produkter framstilles.

## Produksjon av papir

Filmen viser hvordan en bruker aktuelle styre- og reguleringsprinsipper i forbindelse med produksjon og pakking av papir.

Vi ser at hele produksjonsprosessen utføres automatisk fra papiret kommer inn i maskinen, til det er ferdig pakket i kartonger.



produksjon av A4-papir / video  
<http://ndla.no/nb/node/53976>

## Produksjon av cellulose

I norske treforedlingsbedrifter finner vi en mer avansert teknologi. Her ser vi at råstoffet kommer som tømmer eller som flis fra andre sagbruk. Det hele barkes, males og kokes.

I selve produksjonen ser vi at avansert dатateknologi overtar. En person styrer og regulerer hele prosessen fra et kontrollrom. Fra dette kontrollrommet har operatøren full kontroll med aktuelle produksjonsavsnitt. Vedkommende kan også gå inn i de ulike produksjonsavsnittene og foreta korrekSJoner.



Produksjon av cellulose / video  
<http://ndla.no/nb/node/53973>

## Produksjon og lakking av en snøskuffe

Filmen viser hvordan en benytter automatiserte produksjonsprosesser for å lage en snøskuffe. Vi ser en stansemaskin, som består av et kraftig hydraulisk anlegg, som stanser og former snøskuffen ut fra en plate.

Vi ser også at en robot løfter snøskuffen fra en maskin til en annen maskin hvor den skal viderebehandles. Aktivering av de ulike funksjonene skjer via brytere, sensorer, fotoceller, ventiler mv. Roboter programmeres på forskjellige måter. Dette ser du på videoen.



Produksjon og lakking av snøskuffer / video  
<http://ndla.no/nb/node/53>

## Produksjon av rattstamme

På filmen ser du hvordan prosessen rundt produksjon av en rattaksel av aluminium til en personbil foregår. En slik produksjonsprosess består av en rekke produksjonsavsnitt som dels er automatiserte, men som også består av en rekke manuelle operasjoner. På grunn av store krav til det ferdige produktet ser vi at alle produksjonsavsnitt er en "vitenskap" som det ligger mye teknikk bak.

Vi ser også at toleransekravene til det ferdige produktet er store. All kontrollmåling foregår i automatiserte målemaskiner. Resultatet av alle bearbeidingsdata og målinger dokumenteres nøyde. Dette er fordi at ved eventuelle feil på produktet skal en kunne "spore" årsaken.

## Støping av hekkaggregat

Her ser du hvordan prosessen rundt støping av nedre vekselhus til et hekkaggregat foregår. Vekselhuset lages av sjøvannbestandig aluminium. Utgangsmaterialet er forlegerete aluminiumsbarrer som smeltes i en induksjonsovn.

Å betjene en smelteovn er et fag i seg selv. For å få rett kvalitet på metallet er det meget nøyne metallurgiske prosedyrer som må følges. For å få de rette hulrommene på vekselhuset må en legge inn kjerner i bestemte posisjoner. Filmen viser litt om hvordan kjernene lages. Selve støpingen foregår i støpeformer med kokiller av stål.



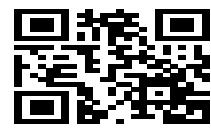
Produksjon av  
rattstammer / video  
<http://ndla.no/nb/node/53978>



Stoping av  
hekkaggregat / video  
<http://ndla.no/nb/node/53959>

## Produksjon av propeller til skip

Filmen viser produksjonen av propeller til skip i Brunvoll AS. Brunvoll har utviklet seg til en topp moderne produksjonsbedrift som har spesialisert seg innen området manøvreringsteknologi for skip. Bedriften er solid forankret i lange tradisjoner i skipsutstyrsteknologi og har en kompetanse som bygger på erfaring over generasjoner.



Produksjon av  
propell til skip /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/53979>

# Produksjonskalkyler

Forfatter: Industriskolen

[Produksjonskalkyler \(82520\)](#)



For å kunne overleve må alle bedrifter over tid gi et positivt økonomisk resultat. For å få til dette må inntektene være høyere enn kostnadene, det vil si at de verdiene som skapes i bedriftene, må være større enn dem som forbrukes. For å skape forståelse og motivasjon hos medarbeiderne må regnskapstall og rapporter gjøres så relevant for den enkelte medarbeider så langt som mulig. Gjennom å lage avdelingsregnskap eller produksjonslinjerapporter vil vi få fram hva den enkeltes eller den enkelte gruppens innsats betyr for inntjening.

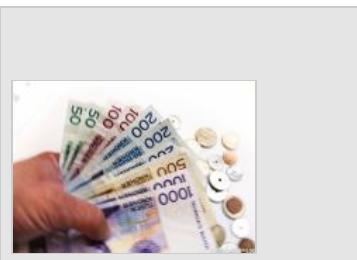
## Kostnad

I produksjonsøkonomien støter vi ofte på uttrykkene *utgift* og *kostnad*. Det er viktig å holde disse to begrepene fra hverandre. Utgiftene henger sammen med selve innkjøpet (anskaffelsen) av de produksjonsmidlene som skal brukes i virksomheten. En utgift oppstår for eksempel ved et innkjøp av råmaterialer, energi og lignende til produksjonen. Kostnadene avhenger imidlertid av forbruket. Så lenge de innkjøpte materialene ikke brukes i produksjonen, påløper det heller ingen materialekostnader. For at kostnader skal kunne oppstå, må det vanligvis produseres. En *utgift* (forpliktelse) oppstår i det øyeblikk et eller annet anskaffes, *kostnaden* i det øyeblikk det *brukes* i produksjonsprosessen.

## Faste og variable kostnader

Alle kostnader er enten faste eller variable. De faste kostnadene holder seg uendrede innenfor visse grenser uansett hvor mye eller lite det blir produsert. Eksempler på faste kostnader er lønnskostnader, utstyr, leie av lokaler, administrasjon og lignende. De variable kostnadene varierer avhengig av produsert eller solgt mengde. Eksempler på dette er kostnader til råvarer, emballasje, frakt av vare til kunden osv. Totalkostnaden er summen av faste og variable kostnader.

For en bedrift som selger sine produkter til en bestemt pris per tonn, er det naturligvis tonnkostnadene som teller. Totalkostnadene er summen av de faste og de variable kostnadene i produksjonen.



En *utgift* (forpliktelse)  
oppstår i det øyeblikk et  
eller annet anskaffes,  
kostnaden i det øyeblikk  
det brukes i  
produksjonsprosessen

Fotograf: [Gorm Kallestad](#)

Variable kostnader:	
Innkjøpspris per maskin	4 890,00 kr
Frakt per maskin	
4200,00 kr : 30 =	140,00 kr
Pris inkl. frakt	5 030,00 kr

De variable kostnadene  
varierer avhengig av  
produsert eller solgt  
mengde.

Andre direkte kostnader:	
Fraktpris per arhet:	
1640,00 kr : 750 = 2,18 kr	

De direkte kostnadene er  
variable og vedrører kun  
produksjonen av det  
produktet vi skal kalkulere.

## Direkte og indirekte kostnader

Det er nødvendig å kjenne til skillet mellom direkte og indirekte kostnader, spesielt når vi skal kalkulere pris på et produkt, eller i forbindelse med nyinvesteringer.

De direkte kostnadene er variable og vedrører kun produksjonen av det produktet vi skal kalkulere. Vi kan derfor uten videre belaste produktet for disse kostnadene. De vanligste direkte kostnadene er materialer og lønn. Forbruket av materialer er den store kostnadsposten i den kraftintensive industrien. Indirekte kostnader kan ikke tilskrives et bestemt produkt eller en bestemt ordre. Indirekte kostnader er felleskostnader for bedriften og kan ikke føres tilbake til et bestemt produkt eller en bestemt produktgruppe. Eksempler på indirekte kostnader er renter, avskrivninger, hjelpe materiell og lønn til funksjonærer og ansatte i vedlikehold og stab.

## Kalkyler

Vi må altså kunne regne ut hvilke kostnader og inntekter produksjonen av et produkt sannsynligvis vil medføre. En kalkyle er således en måte å regne kostnader og finne priser på, enten per kilo, per time eller per oppdrag eller jobb.

Det finnes ingen fasit på hvordan vi skal sette opp en kalkyle, men vi skal her presentere en vanlig måte, selvkostkalkyle.

## Selvkostkalkyle

Hovedmålet for alle bedrifter er å gå med størst mulig overskudd. Det finnes mange andre gode mål også, men dette er tross alt viktigst. Salgsprisen bør derfor dekke alle kostnader og deretter gi fortjeneste. Når vi selv kan bestemme prisen, regner vi vanligvis ut prisen slik:

Salgspris = sum av kostnader per enhet + fortjeneste

Dette kaller vi en ren *selvkostkalkyle*. Den er bygget opp av faktiske kostnader – altså selvkost – pluss fortjenesten. Selvkostkalkyle blir oftest brukt av bedrifter som bare produserer ett produkt. Se eksempelet på en selvkostkalkyle per tonn.

## Brutto salgspris

Dersom vi nå, ut fra selvkostanalysen, vil beregne brutto salgspris, må vi fastslå en rimelig fortjeneste i prosent av selvkost og legge denne til det vi har beregnet som selvkost.



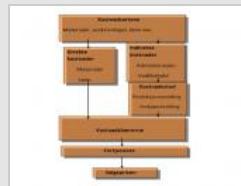
For å kunne overleve må alle bedrifter over tid gi et positivt økonomisk resultat.

Fotograf: [Corbis](#)

1. Direkte råstoffkostnader	kr 1 000,-
2. Direkte lønn	kr 1 200,-
3. Direkte utstyrskostnader	kr 120,-
A. Direkte salgsvært oppgjørelse	kr 1 320,-
B. Direkte råstoffkostnader	kr 1 000,-
C. Direkte lønn	kr 1 200,-
D. Direkte utstyrskostnader	kr 120,-
E. Indirekte råstoffkostnader	kr 300,-
F. Indirekte lønn	kr 300,-
G. Indirekte utstyrskostnader	kr 30,-
H. Indirekte salgsvært oppgjørelse	kr 1 320,-
I. Direkte salgsvært oppgjørelse	kr 1 320,-
J. Indirekte salgsvært oppgjørelse	kr 30,-
K. Totalsum	kr 1 650,-

Selvkostkalkyle

Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Salgspriskalkyle

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Salgspris	kr 1 650,-
Direkte råstoffkostnader	kr 1 000,-
Direkte lønn	kr 1 200,-
Kost	kr 120,-
Den direkte fortjenesten	kr 320,-
Nærindirekte kostnader	kr 300,-
Indirekte råstoffkostnader	kr 300,-
Indirekte lønn	kr 300,-
Indirekte fortjenesten	kr 30,-
Bruk for fortjenesten	kr 350,-
Bruttotilskudd	kr 30,-
Bruttosalgspris	kr 1 650,-

Bidragsskalkyle.

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

**Her finner du noen interaktive øvelser:**



Selvkostkalkyle /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/58758>

## Bidragskalkyle

Virkeligheten er slik at vi sjeldent helt kan bestemme prisen selv. De fleste selger produktene og tjenestene sine på et marked der det er stor konkurrans. Prisen kan da være gitt i markedet. Det vil si at vi ikke kan oppnå høyere pris enn det konkurrentene tar. I slike sammenhenger må vi sette et ekstra økonomisk tilskudd på kostnadene våre og hvordan vi kan forsøke å redusere dem.

Gitt salgspris = direkte kostnader + dekningsbidraget

Dekningsbidraget er den delen av prisen som skal dekke de faste kostnadene og fortjenesten.

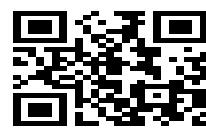
Dette kaller vi en *bidragskalkyle* og er den andre hovedformen for kalkyle vi opererer med i kalkulasjonen.

Vi kan enkelt si at *selvkostkalkylen* er grunnlaget for å regne ut en ideell pris, mens

*bidragskalkylen* er den analysen vi gjør der prisen er gitt, og vi vil sjekke om det er noen vits i å gå i gang med en gitt produksjon/jobb.

Når vi bruker bidragsmetoden, belaster vi ikke de enkelte produktene med noen del av de faste kostnadene. I stedet finner vi differansen mellom produktets salgspris og de variable kostnadene og undersøker på den måten om vi får et "bidrag" til dekning av de faste kostnadene og til fortjeneste.

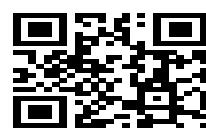
Se eksempelet på en sterkt forenklet bidragskalkyle for å finne ut om et produkt eller en ordre vil lønne seg å produsere.



Bidragskalkyle /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/58762>



Priskalkyle 03 /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/58045>



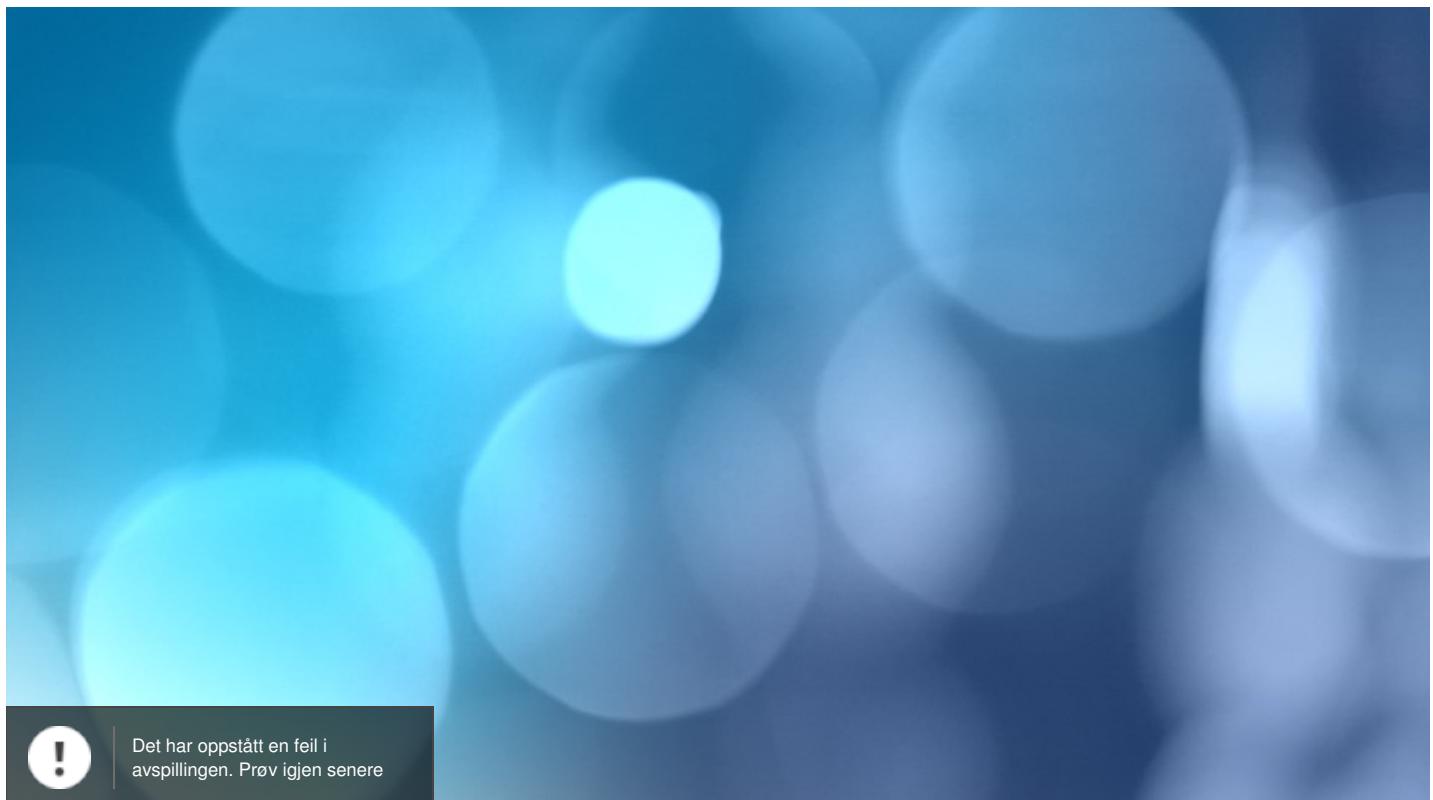
Priskalkyle 01 /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/58042>

# Kjemi

Forfatter: Per Erik Rangberg, Rune Mathisen, Industriskolen

[Kjemi \(24780\)](#)

Hvorfor er det slik at man kan blande to stoffer, og så få dannet et helt nytt stoff? Det er hva man gjør i kjemisk prosessindustri: man tar ett eller flere mindre verdifulle stoffer, og omdanner det til et stoff som er mer verdifullt. Kjemi er læren om stoffenes oppbygning, egenskaper og reaksjoner.



Det har oppstått en feil i  
avspillingen. Prøv igjen senere

Kjemi er et område vi har kontakt med til daglig. Her kan du lære noen grunnbegreper, fundamentet for alt som har med kjemiske forbindelser og reaksjoner å gjøre. Hvis du lærer deg å forstå grunnstoffenes periodiske system, «periodesystemet» som vi vanligvis kaller det, er du godt på vei til å forstå mye av kjemifaget.

Gruppe	Perioder	Elementer
1	1	H
2	1	He
3	1	Li
4	1	Be
5	1	B
6	1	C
7	1	N
8	1	O
9	1	F
10	1	Ne
11	2	Na
12	2	Mg
13	2	Al
14	2	Si
15	2	P
16	2	S
17	2	Cl
18	2	Ar
19	3	K
20	3	Ca
21	3	Sc
22	3	Ti
23	3	V
24	3	Cr
25	3	Mn
26	3	Fe
27	3	Co
28	3	Ni
29	3	Cu
30	3	Zn
31	3	Ga
32	3	In
33	3	Tl
34	3	Pb
35	3	Bi
36	3	Po
37	3	Au
38	3	Hg
39	3	Tl
40	3	Po
41	4	Rb
42	4	Ge
43	4	Os
44	4	Fr
45	4	Lu
46	4	Fr
47	4	Fr
48	4	Fr
49	4	Fr
50	4	Fr
51	4	Fr
52	4	Fr
53	4	Fr
54	4	Fr
55	4	Fr
56	4	Fr
57	4	Fr
58	4	Fr
59	4	Fr
60	4	Fr
61	4	Fr
62	4	Fr
63	4	Fr
64	4	Fr
65	4	Fr
66	4	Fr
67	4	Fr
68	4	Fr
69	4	Fr
70	4	Fr
71	4	Fr
72	4	Fr
73	4	Fr
74	4	Fr
75	4	Fr
76	4	Fr
77	4	Fr
78	4	Fr
79	4	Fr
80	4	Fr
81	4	Fr
82	4	Fr
83	4	Fr
84	4	Fr
85	4	Fr
86	4	Fr
87	4	Fr
88	4	Fr
89	4	Fr
90	4	Fr
91	4	Fr
92	4	Fr
93	4	Fr
94	4	Fr
95	4	Fr
96	4	Fr
97	4	Fr
98	4	Fr
99	4	Fr
100	4	Fr
101	4	Fr
102	4	Fr
103	4	Fr
104	4	Fr
105	4	Fr
106	4	Fr
107	4	Fr
108	4	Fr
109	4	Fr
110	4	Fr
111	4	Fr
112	4	Fr
113	4	Fr
114	4	Fr
115	4	Fr
116	4	Fr
117	4	Fr
118	4	Fr
119	4	Fr
120	4	Fr
121	4	Fr
122	4	Fr
123	4	Fr
124	4	Fr
125	4	Fr
126	4	Fr
127	4	Fr
128	4	Fr
129	4	Fr
130	4	Fr
131	4	Fr
132	4	Fr
133	4	Fr
134	4	Fr
135	4	Fr
136	4	Fr
137	4	Fr
138	4	Fr
139	4	Fr
140	4	Fr
141	4	Fr
142	4	Fr
143	4	Fr
144	4	Fr
145	4	Fr
146	4	Fr
147	4	Fr
148	4	Fr
149	4	Fr
150	4	Fr
151	4	Fr
152	4	Fr
153	4	Fr
154	4	Fr
155	4	Fr
156	4	Fr
157	4	Fr
158	4	Fr
159	4	Fr
160	4	Fr
161	4	Fr
162	4	Fr
163	4	Fr
164	4	Fr
165	4	Fr
166	4	Fr
167	4	Fr
168	4	Fr
169	4	Fr
170	4	Fr
171	4	Fr
172	4	Fr
173	4	Fr
174	4	Fr
175	4	Fr
176	4	Fr
177	4	Fr
178	4	Fr
179	4	Fr
180	4	Fr
181	4	Fr
182	4	Fr
183	4	Fr
184	4	Fr
185	4	Fr
186	4	Fr
187	4	Fr
188	4	Fr
189	4	Fr
190	4	Fr
191	4	Fr
192	4	Fr
193	4	Fr
194	4	Fr
195	4	Fr
196	4	Fr
197	4	Fr
198	4	Fr
199	4	Fr
200	4	Fr
201	4	Fr
202	4	Fr
203	4	Fr
204	4	Fr
205	4	Fr
206	4	Fr
207	4	Fr
208	4	Fr
209	4	Fr
210	4	Fr
211	4	Fr
212	4	Fr
213	4	Fr
214	4	Fr
215	4	Fr
216	4	Fr
217	4	Fr
218	4	Fr
219	4	Fr
220	4	Fr
221	4	Fr
222	4	Fr
223	4	Fr
224	4	Fr
225	4	Fr
226	4	Fr
227	4	Fr
228	4	Fr
229	4	Fr
230	4	Fr
231	4	Fr
232	4	Fr
233	4	Fr
234	4	Fr
235	4	Fr
236	4	Fr
237	4	Fr
238	4	Fr
239	4	Fr
240	4	Fr
241	4	Fr
242	4	Fr
243	4	Fr
244	4	Fr
245	4	Fr
246	4	Fr
247	4	Fr
248	4	Fr
249	4	Fr
250	4	Fr
251	4	Fr
252	4	Fr
253	4	Fr
254	4	Fr
255	4	Fr
256	4	Fr
257	4	Fr
258	4	Fr
259	4	Fr
260	4	Fr
261	4	Fr
262	4	Fr
263	4	Fr
264	4	Fr
265	4	Fr
266	4	Fr
267	4	Fr
268	4	Fr
269	4	Fr
270	4	Fr
271	4	Fr
272	4	Fr
273	4	Fr
274	4	Fr
275	4	Fr
276	4	Fr
277	4	Fr
278	4	Fr
279	4	Fr
280	4	Fr
281	4	Fr
282	4	Fr
283	4	Fr
284	4	Fr
285	4	Fr
286	4	Fr
287	4	Fr
288	4	Fr
289	4	Fr
290	4	Fr
291	4	Fr
292	4	Fr
293	4	Fr
294	4	Fr
295	4	Fr
296	4	Fr
297	4	Fr
298	4	Fr
299	4	Fr
300	4	Fr
301	4	Fr
302	4	Fr
303	4	Fr
304	4	Fr
305	4	Fr
306	4	Fr
307	4	Fr
308	4	Fr
309	4	Fr
310	4	Fr
311	4	Fr
312	4	Fr
313	4	Fr
314	4	Fr
315	4	Fr
316	4	Fr
317	4	Fr
318	4	Fr
319	4	Fr
320	4	Fr
321	4	Fr
322	4	Fr
323	4	Fr
324	4	Fr
325	4	Fr
326	4	Fr
327	4	Fr
328	4	Fr
329	4	Fr
330	4	Fr
331	4	Fr
332	4	Fr
333	4	Fr
334	4	Fr
335	4	Fr
336	4	Fr
337	4	Fr
338	4	Fr
339	4	Fr
340	4	Fr
341	4	Fr
342	4	Fr
343	4	Fr
344	4	Fr
345	4	Fr
346	4	Fr
347	4	Fr
348	4	Fr
349	4	Fr
350	4	Fr
351	4	Fr
352	4	Fr
353	4	Fr
354	4	Fr
355	4	Fr
356	4	Fr
357	4	Fr
358	4	Fr
359	4	Fr
360	4	Fr
361	4	Fr
362	4	Fr
363	4	Fr
364	4	Fr
365	4	Fr
366	4	Fr
367	4	Fr
368	4	Fr
369	4	Fr
370	4	Fr
371	4	Fr
372	4	Fr
373	4	Fr
374	4	Fr
375	4	Fr
376	4	Fr
377	4	Fr
378	4	Fr
379	4	Fr
380	4	Fr
381	4	Fr
382	4	Fr
383	4	Fr
384	4	Fr
385	4	Fr
386	4	Fr
387	4	Fr
388	4	Fr
389	4	Fr
390	4	Fr
391	4	Fr
392	4	Fr
393	4	Fr
394	4	Fr
395	4	Fr
396	4	Fr
397	4	Fr
398	4	Fr
399	4	Fr
400	4	Fr
401	4	Fr
402	4	Fr
403	4	Fr
404	4	Fr
405	4	Fr
406	4	Fr
407	4	Fr
408	4	Fr
409	4	Fr
410	4	Fr
411	4	Fr
412	4	Fr
413	4	Fr
414	4	Fr
415	4	Fr
416	4	Fr
417	4	Fr
418	4	Fr
419	4	Fr
420	4	Fr
421	4	Fr
422	4	Fr
423	4	Fr
424	4	Fr
425	4	Fr
426	4	Fr
427	4	Fr
428	4	Fr
429	4	Fr
430	4	Fr
431	4	Fr
432	4	Fr
433	4	Fr
434	4	Fr
435	4	Fr
436	4	Fr
437	4	Fr
438		

En del av de stoffene vi ser hver dag, finner vi i naturen, og vi bruker dem nesten slik vi finner dem, for eksempel tre, vann, grus og stein. Noen stoffer lager vi på en enkel måte av råstoffer fra naturen, for eksempel metaller fra malmer, teglstein fra leire eller tretjære fra tre. Andre stoffer er laget på en innviklet måte av naturlige råstoffer, for eksempel medisiner og kunststoffer fra jordgass og olje.

Noen av stoffene kjenner du godt, fordi du har sett dem ofte og vet hva vi kaller dem. Du vet også at det finnes stoffer du ikke kan se, for eksempel luft, men slike stoffer kan vi ofte sanse på annen måte.

Selv om du kjenner navnene på mange stoffer, forstår du lett at det ikke er tilstrekkelig til å kunne si nøyaktig hva de er bygget opp av. Samler du noen steiner fra bakken, ser du at de er forskjellige. Du forstår at ordet Stein ikke alltid betyr det samme.

### **Hva består stoffer av?**

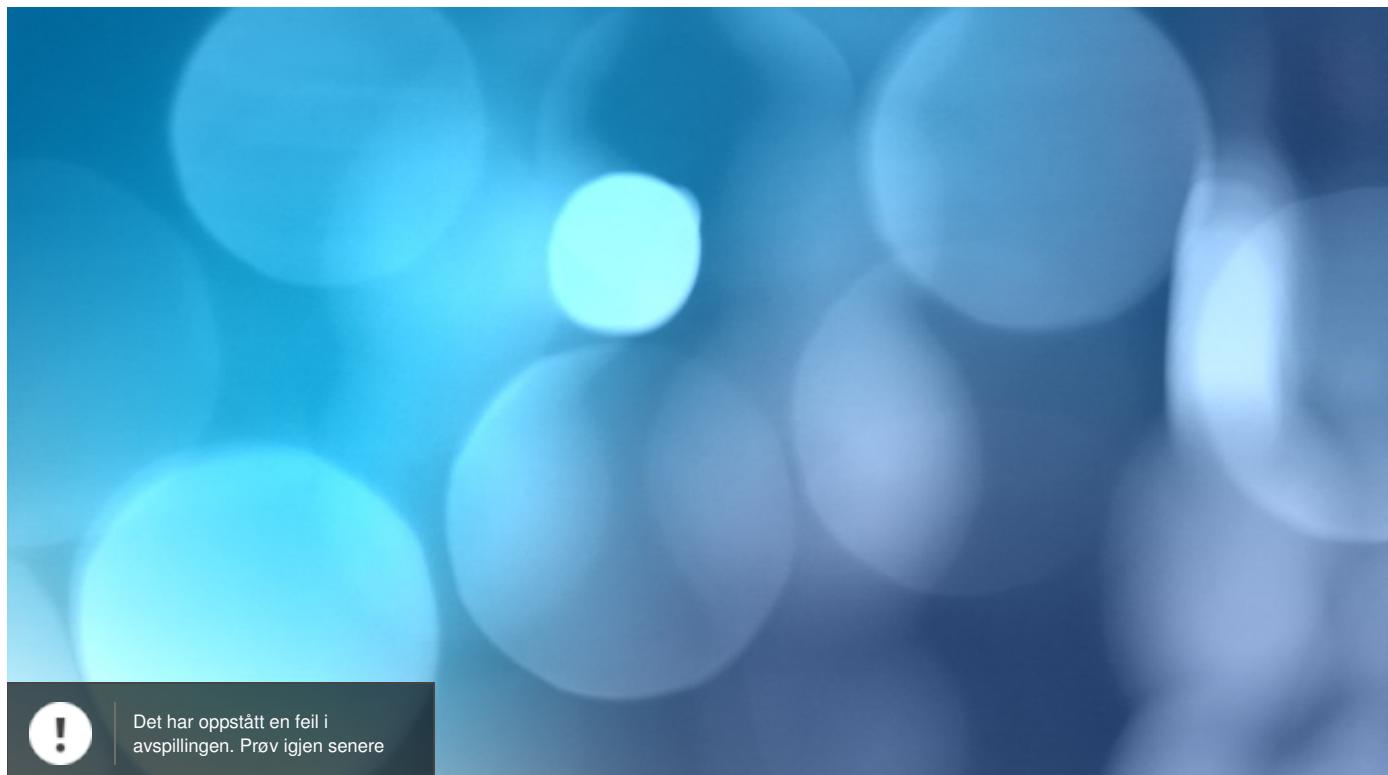
Så lenge menneskene har levd, har de sikkert stilt seg dette spørsmålet og forsøkt å finne svar på det. Oldtidens hellenere er kjent som store tenkere. De filosoferte ofte over hva materien består av, og kom så langt at de forstod at det måtte være et mindre antall stoffer som gjennom foreninger bygget seg opp til mer sammensatte stoffer. Det ble etter hvert vanlig å kalle disse byggesteinene elementer, eller grunnstoffer som vi kaller dem i dag.

# Å lære seg kjemi

Forfatter: Rune Mathisen

[Å lære seg kjemi \(111462\)](#)

Mange viktige oppgaver i livet ditt krever at du lærer deg nye språk og nye regler. Når du skal ta lappen, er det nettopp slik. Du må lære deg mange nye ord og en hel drøss med symboler (skilter). I tillegg må du lære deg en rekke regler. I kjemien er det på samme måten.



I kjemien er det mange nye ord og et eget «kjemispråk» som du kanskje ikke kjenner så godt til fra før. I tillegg er det en god del regler som forklarer hva som skjer når stoffer blandes sammen, og det blir ofte brukt symboler.

Men hva er egentlig vitsen med å lære seg kjemi? Jo, når du kan litt kjemi, vil du forstå mer om både hvordan din egen kropp fungerer, og hvordan verden rundt deg fungerer. Alle ting kan forklares fra en «kjemisk» synsvinkel.

Alt du spiser og drikker hver dag, er et resultat av kjemiske prosesser. I kroppen din blir maten utsatt for flere kjemiske prosesser. Alle klærne du tar på deg, er produsert i kjemiske prosesser. Og om du kjører moped eller motorsykkel til skolen, kommer du deg fram ved hjelp av de kjemiske prosessene som skjer i motoren.

# Atomer

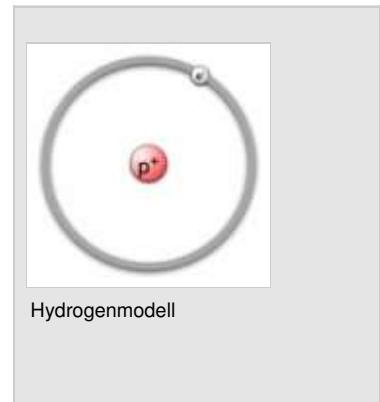
Forfatter: Rune Mathisen  
[Atomer \(112969\)](#)



For å forstå hvordan stoffer reagerer med hverandre, og hvorfor de ulike stoffene har forskjellige egenskaper, må vi først lære om de minste byggesteinene i naturen, nemlig atomer.

## Atomets oppbygging

Når vi skal lære hvordan et atom er bygget opp, er det ikke så viktig å forsøke å forstå hvordan det egentlig ser ut. Når vi skal beskrive oppbygningen, er vi mer interessert i å forstå hvordan atomene virker på hverandre.



Hydrogenmodell

Atomer er satt sammen av byggesteinene protoner, nøytroner og elektroner.

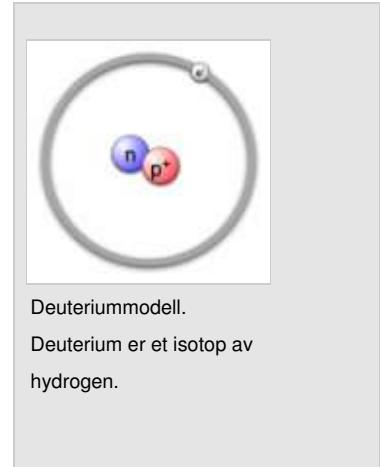
De to første typene, protoner og nøytroner, kaller vi kjernepartikler. Det er fordi disse alltid er plassert i kjernen til atomet. Vi tenker oss at den siste byggestenen, elektronet, beveger seg i ulike skall rundt kjernen.

## Hydrogen

La oss først ta for oss det enkleste atomet vi kan tenke oss: et atom med bare ett proton og ett elektron. Atomer som er satt sammen slik, kaller vi hydrogen.

Hydrogen består altså av en kjerne med ett proton og ett elektron som befinner seg i skallet rundt kjernen. Disse partiklene har også en ladning, omtrent som pluss og minus på et batteri. Protoner har en positiv ladning, og elektroner har en like stor negativ ladning. Til sammen utligner de hverandre slik at summen av ladninger i atomet er null.

Men hva med den siste byggestenen, nøytronet? Som navnet antyder, har ikke denne partikkelen noen ladning (den er nøytral). Det er som regel omtrent like mange nøytroner som protoner i et atom. Hydrogenatomet finnes i tre varianter: én variant som ikke har noe nøytron, én som har ett nøytron, og én som har to nøytroner. Slike varianter av samme atom kaller vi isotoper.

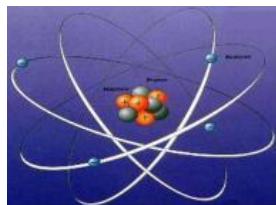


Deuteriummodell.

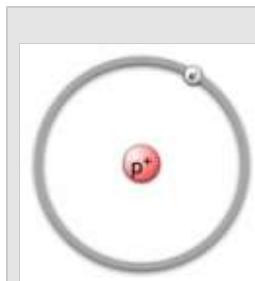
Deuterium er et isotop av hydrogen.

# Grunnstoffer

Forfatter: Rune Mathisen  
[Grunnstoffer \(112970\)](#)



Du har helt sikkert hørt om grunnstoffer før, men hvordan definerer vi egentlig hva et grunnstoff er?



Hydrogenmodell



Gullklump

Fotograf: [Bgabel](#)

Et grunnstoff består kun av atomer med samme antall protoner i kjernen.

Det betyr at grunnstoffet hydrogen bare kan ha ett proton i kjernen. Hvis det er to eller flere protoner i kjernen, er det ikke lenger hydrogen. Da er det et annet grunnstoff!

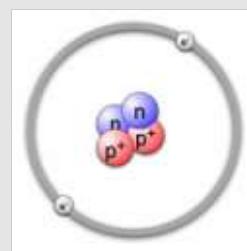
I gamle dager fantes det mennesker som ble kalt alkymister. De forsøkte å gjøre grunnstoffet bly om til grunnstoffet gull. Det klarte de aldri.

Et grunnstoff kan ikke endres til å bli et annet grunnstoff gjennom kjemiske prosesser.

Selv om vi ikke kan forandre et grunnstoff til å bli et annet grunnstoff gjennom kjemiske prosesser, kan vi få det til ved hjelp av noe som kalles kjernreaksjoner. Men her skal vi koncentrere oss om kjemiske reaksjoner, og da er det altså ikke mulig å gjøre bly om til gull.

La oss ta for oss grunnstoffet hydrogen igjen, men nå legger vi til ett proton. Da vet du at det ikke er grunnstoffet hydrogen lenger, fordi hydrogen bare kan ha ett proton i kjernen. Hvis vi har to protoner i kjernen, har vi med grunnstoffet helium å gjøre.

For at summen av ladninger i atomet nå skal bli null, må vi i tillegg til å ha et ekstra proton også ha et ekstra elektron. Da har vi to plussladninger og to minusladninger. Det er også nøytroner i kjernen til helium. På samme måten som for hydrogen finnes det også ulike isotoper av helium. De vanligste isotopene av helium har enten ett eller to nøytroner.



Heliummodell



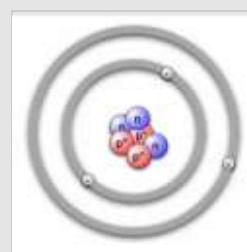
Ballonger fylt med helium.

Fotograf: [Espen Bratlie](#)

Isotoper er varianter av samme grunnstoff, men der antallet nøytroner i kjernen er forskjellig.

Legger vi til enda ett proton, får vi grunnstoffet litium. Siden litium har tre protoner, trenger vi tre elektroner. Men nå oppstår det et lite problem: Det er nemlig bare plass til to elektroner i det skallet som er nærmest atomkjernen!

For å løse dette problemet lager vi et nytt skall som ligger litt lenger unna atomkjernen. I dette nye skallet er det plass til opptil åtte elektroner. Litium bruker bare én av disse plassene, men det er viktig å vite at det er plass til totalt åtte elektroner i dette skallet.



Lithiummodell



Lithiumionebatteri

Opphavsmann: [May Hanne Mikalsen](#)

I det innerste elektronskallet er det plass til to elektroner, og i det neste elektronskallet er det plass til åtte elektroner.

Alle grunnstoffer har et atomnummer, og dette nummeret er det samme som antallet protoner i kjernen. Dermed får hydrogen atomnummer 1, mens helium har atomnummer 2. Og da har du sikkert allerede gjettet at litium har atomnummer 3.

Atomnummeret til et grunnstoff er identisk med antall protoner i atomkjernen.

Grunnstoffet som har 92 protoner i kjernen, kalles uran. Dette er det tyngste grunnstoffet som finnes i naturen. I tillegg finnes det grunnstoffer med flere enn 92 protoner, men disse er kunstig laget.

# Periodesystemet

Forfatter: Rune Mathisen

[Periodesystemet \(112971\)](#)



Det som skiller de ulike grunnstoffene fra hverandre, er antall protoner i kjernen. Dermed kan vi henvise til et hvilket som helst grunnstoff med et enkelt tall, nemlig atomnummeret.

For eksempel har hydrogen atomnummer 1, helium har atomnummer 2, og så videre. I tillegg har alle grunnstoffer et navn og et kjemisk symbol. Symbolet består av én eller to bokstaver og er det samme på alle verdens språk. Slik er det ikke med navnene til grunnstoffene. For eksempel heter det "bly" på norsk, mens det heter "lead" på engelsk. Det kjemiske symbolet derimot er det samme på begge språk: Pb. Vi kan si at vi har et eget "kjemispråk".



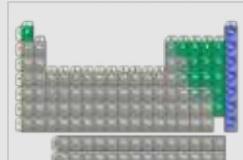
Periodesystemet fra UiO  
med mye informasjon om  
grunnstoffene.

Video om  
periodesystemet  
(engelsk):



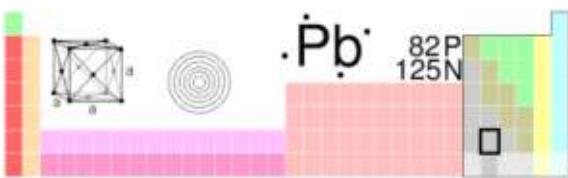
## Periodesystem et / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/112971>



Dynamisk og interaktivt  
periodesystem

Alle grunnstoffer har et kjemisk symbol som består av én eller to bokstaver. I motsetning til stoffets navn er symbolet felles på alle språk.



Peridesystemet - Pb - bly

Alle grunnstoffene kan ordnes på en oversiktlig måte i en tabell som vi kaller periodesystemet. Vi begynner øverst til venstre og stiller grunnstoffene opp etter økende atomnummer.

I periodesystemet er grunnstoffene ordnet etter stigende atomnummer.

Radene i periodesystemet kalles perioder. I den første perioden finner vi hydrogen (H) og helium (He). Disse grunnstoffene har bare ett elektronskall.

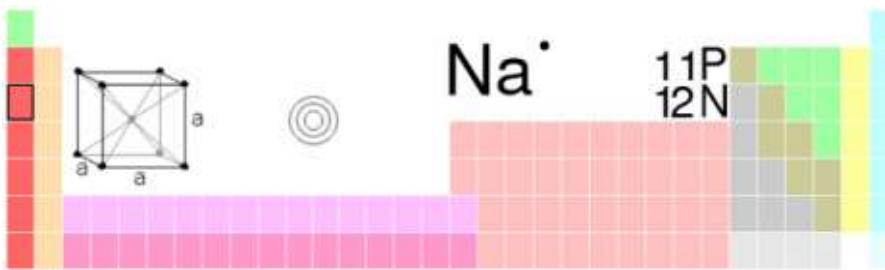
I den andre perioden finner vi alle grunnstoffene med to elektronskall. Disse grunnstoffene har plass til 10 elektroner – 2 i det innerste skallet og 8 i det ytterste skallet. Grunnstoffet neon (Ne) har ti protoner og ti elektroner. To av elektronene er i det innerste skallet, og da må det være åtte elektroner i det neste skallet.



Peridesystemet - Ne - neon

Grunnstoffet natrium (Na) har elleve protoner og elleve elektroner. Det har to elektroner i det innerste skallet og åtte elektroner i det neste skallet. Siden det ikke er plass til flere i det andre skallet, får det siste elektronet plass i et tredje skall. I den tredje perioden finner vi alle grunnstoffer med tre elektronskall. Slik fortsetter det nedover i periodene.

I periodesystemet deles grunnstoffene inn i perioder etter antall elektronskall.



Peridesystemet - Na - natrium

I 1869 laget den russiske kjemiprofessoren Dmitrij Ivanovitsj Mendelejev det første utkastet til periodesystemet. Han organiserte grunnstoffene etter atomvekt og kjemiske egenskaper.

Grunnstoffene ble opprinnelig ordnet i kolonner avhengig av stoffenes kjemiske egenskaper. Det vil si at de grunnstoffene som er i samme kolonne, ligner litt på hverandre i måten de reagerer med andre stoffer på. Dette henger nøyne sammen med hvor mange elektroner et grunnstoff har i det ytterste skallet.

Grunnstoffene hydrogen (H), litium (Li) og natrium (Na) har ett elektron i det ytterste elektroneskallet. Derfor plasserer vi disse i den første kolonnen. Denne kolonnen kaller vi gruppe 1.

Den neste kolonnen inneholder grunnstoffer med to elektroner i det ytterste skallet, og denne kaller vi gruppe 2. Grunnstoffene i gruppe 3–12 har ett eller to elektroner i det ytterste skallet. I gruppe 13 har alle grunnstoffene tre elektroner i det ytterste skallet, og i gruppe 14 har alle grunnstoffene fire elektroner i det ytterste skallet.

Slik fortsetter det bortover i gruppene. I gruppe 18 (den siste kolonnen) har alle grunnstoffene åtte elektroner i det ytterste skallet.

Grunnstoffer som tilhører samme gruppe i periodesystemet, har ofte ganske like egenskaper.

1	H	Periode																		2	He																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
3	Li	4	Be																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	Na	12	Mg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
19	K	20	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Ru	Rh	48	Cd	49	Zn	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Tl	47	Pb	48	Bi	49	Po	50	At	51	Rn																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
65	Cs	66	Ba	67	Hf	68	Ta	69	W	70	Re	71	Os	72	Ir	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	Rn																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
67	Fr	68	Rb	69	104	70	Rf	71	105	72	Sg	73	Hs	74	N	75	106	76	107	77	108	78	109	79	110	80	111	81	112	82	113	83	114	84	115	85	116	86	117	87	118	88	119	89	120	90	121	91	122	92	123	93	124	94	125	95	126	96	127	97	128	98	129	99	130	100	131	101	132	102	133	103	134	104	135	105	136	106	137	107	138	108	139	109	140	110	141	111	142	112	143	113	144	114	145	115	146	116	147	117	148	118	149	119	150	120	151	121	152	122	153	123	154	124	155	125	156	126	157	127	158	128	159	129	160	130	161	131	162	132	163	133	164	134	165	135	166	136	167	137	168	138	169	139	170	140	171	141	172	142	173	143	174	144	175	145	176	146	177	147	178	148	179	149	180	150	181	151	182	152	183	153	184	154	185	155	186	156	187	157	188	158	189	159	190	160	191	161	192	162	193	163	194	164	195	165	196	166	197	167	198	168	199	169	200	170	201	171	202	172	203	173	204	174	205	175	206	176	207	177	208	178	209	179	210	180	211	181	212	182	213	183	214	184	215	185	216	186	217	187	218	188	219	189	220	190	221	191	222	192	223	193	224	194	225	195	226	196	227	197	228	198	229	199	230	200	231	201	232	202	233	203	234	204	235	205	236	206	237	207	238	208	239	209	240	210	241	211	242	212	243	213	244	214	245	215	246	216	247	217	248	218	249	219	250	220	251	221	252	222	253	223	254	224	255	225	256	226	257	227	258	228	259	229	260	230	261	231	262	232	263	233	264	234	265	235	266	236	267	237	268	238	269	239	270	240	271	241	272	242	273	243	274	244	275	245	276	246	277	247	278	248	279	249	280	250	281	251	282	252	283	253	284	254	285	255	286	256	287	257	288	258	289	259	290	260	291	261	292	262	293	263	294	264	295	265	296	266	297	267	298	268	299	269	300	270	301	271	302	272	303	273	304	274	305	275	306	276	307	277	308	278	309	279	310	280	311	281	312	282	313	283	314	284	315	285	316	286	317	287	318	288	319	289	320	290	321	291	322	292	323	293	324	294	325	295	326	296	327	297	328	298	329	299	330	300	331	291	332	292	333	293	334	294	335	295	336	296	337	297	338	298	339	299	340	300	341	291	342	292	343	293	344	294	345	295	346	296	347	297	348	298	349	299	350	300	351	291	352	292	353	293	354	294	355	295	356	296	357	297	358	298	359	299	360	300	361	291	362	292	363	293	364	294	365	295	366	296	367	297	368	298	369	299	370	300	371	291	372	292	373	293	374	294	375	295	376	296	377	297	378	298	379	299	380	300	381	291	382	292	383	293	384	294	385	295	386	296	387	297	388	298	389	299	390	300	391	291	392	292	393	293	394	294	395	295	396	296	397	297	398	298	399	299	400	300	401	291	402	292	403	293	404	294	405	295	406	296	407	297	408	298	409	299	410	300	411	291	412	292	413	293	414	294	415	295	416	296	417	297	418	298	419	299	420	300	421	291	422	292	423	293	424	294	425	295	426	296	427	297	428	298	429	299	430	300	431	291	432	292	433	293	434	294	435	295	436	296	437	297	438	298	439	299	440	300	441	291	442	292	443	293	444	294	445	295	446	296	447	297	448	298	449	299	450	300	451	291	452	292	453	293	454	294	455	295	456	296	457	297	458	298	459	299	460	300	461	291	462	292	463	293	464	294	465	295	466	296	467	297	468	298	469	299	470	300	471	291	472	292	473	293	474	294	475	295	476	296	477	297	478	298	479	299	480	300	481	291	482	292	483	293	484	294	485	295	486	296	487	297	488	298	489	299	490	300	491	291	492	292	493	293	494	294	495	295	496	296	497	297	498	298	499	299	500	300	501	291	502	292	503	293	504	294	505	295	506	296	507	297	508	298	509	299	510	300	511	291	512	292	513	293	514	294	515	295	516	296	517	297	518	298	519	299	520	300	521	291	522	292	523	293	524	294	525	295	526	296	527	297	528	298	529	299	530	300	531	291	532	292	533	293	534	294	535	295	536	296	537	297	538	298	539	299	540	300	541	291	542	292	543	293	544	294	545	295	546	296	547	297	548	298	549	299	550	300	551	291	552	292	553	293	554	294	555	295	556	296	557	297	558	298	559	299	560	300	561	291	562	292	563	293	564	294	565	295	566	296	567	297	568	298	569	299	570	300	571	291	572	292	573	293	574	294	575	295	576	296	577	297	578	298	579	299	580	300	581	291	582	292	583	293	584	294	585	295	586	296	587	297	588	298	589	299	590	300	591	291	592	292	593	293	594	294	595	295	596	296	597	297	598	298	599	299	600	300	601	291	602	292	603	293	604	294	605	295	606	296	607	297	608	298	609	299	610	300	611	291	612	292	613	293	614	294	615	295	616	296	617	297	618	298	619	299	620	300	621	291	622	292	623	293	624	294	625	295	626	296	627	297	628	298	629	299	630	300	631	291	632	292	633	293	634	294	635	295	636	296	637	297	638	298	639	299	640	300	641	291	642	292	643	293	644	294	645	295	646	296	647	297	648	298	649	299	650	300	651	291	652	292	653	293	654	294	655	295	656	296	657	297	658	298	65

# Kjemiske bindinger

Forfatter: Rune Mathisen

[Kjemiske bindinger \(113145\)](#)

Hvordan kan atomer slå seg sammen for å danne molekyler? Et molekyl består av minst to atomer, som holdes sammen med en kjemisk binding.



Atomer og bindinger / amendor\_electurette

<http://ndla.no/nb/node/54864>

En kjemisk binding kan inntreffe på mange måter. Én mulighet er at ett eller flere elektroner i det ytterste elektronskallet trekkes ut i området mellom to atomer, slik at elektronene blir «delt» mellom de to atomene. Dette kalles en kovalent binding.

Atomer kan også holdes sammen på andre måter, for eksempel gjennom ionebindinger eller metallbindinger. Vi skal her se nærmere på alle disse tre bindingstypene.



**Kjemiske  
bindinger /  
fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/113145>

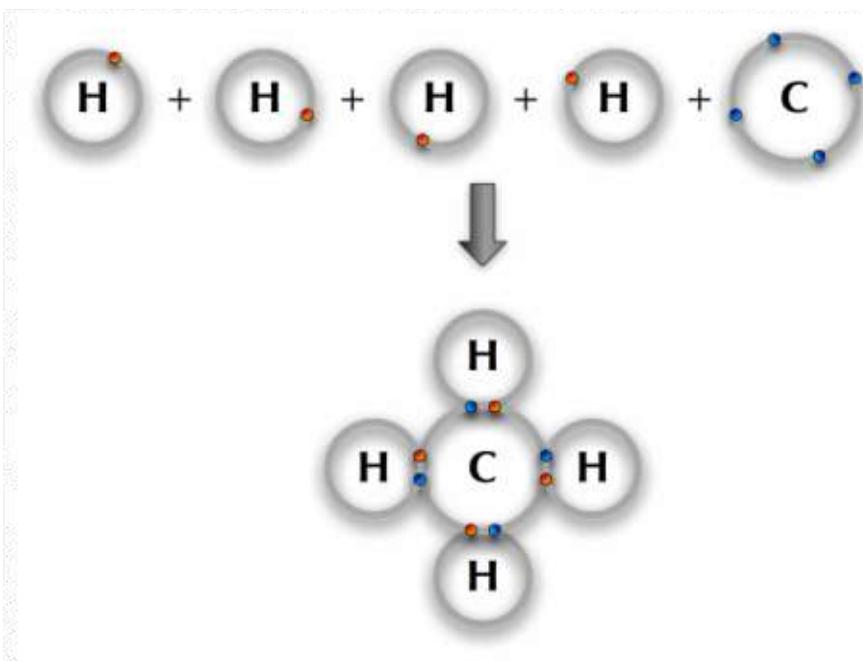
Video om kjemiske  
bindinger (engelsk).

## Kovalente bindinger

Gassen metan består av grunnstoffene hydrogen (H) og karbon (C). Vi vet at hydrogen har ett elektron, og fra periodesystemet kan vi se at karbon har fire elektroner i det ytterste elektronskallet (karbon tilhører gruppe 14).

Hydrogen vil alltid forsøke å skaffe seg ett ekstra elektron slik at det får to elektroner i elektronskallet sitt. Da er dette skallet fullt. Alle andre atomer vil forsøke å oppnå åtte elektroner i det ytterste skallet. Siden karbon har fire elektroner fra før, vil det altså gjerne ha fire ekstra.

Dersom fire hydrogenatomer deler sine elektroner med ett karbonatom, vil hele regnestykket gå opp! Hvert av hydrogenatomene får to elektroner i sitt ytterste skall, og karbonatomet får åtte elektroner i sitt ytterste skall.



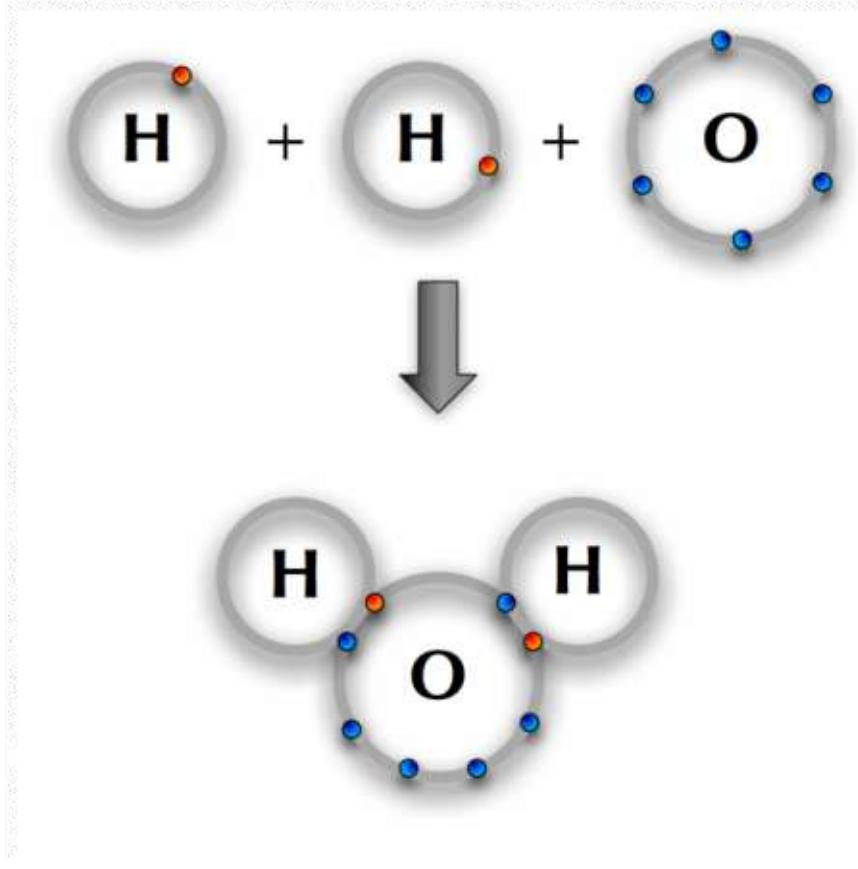
Kovalent binding CH<sub>4</sub>

Atomer vil forsøke å skaffe seg åtte elektroner i det ytterste skallet ved å danne bindinger med andre atomer. Dette kalles åtteregelen.

Åtteregelen er veldig viktig og vil hjelpe deg å forstå hvordan grunnstoffer kan danne molekyler. I kjemien er det elektronene i det ytterste elektronskallet til et atom som er viktig. Kjernepartiklene (protoner og nøytroner) trenger vi ikke å bry oss om her.

Elektronene i det ytterste skallet til et atom kaller vi valenselektroner. Disse elektronene har stor betydning for hvilke kjemiske forbindelser atomet kan inngå i.

La oss se nærmere på hvordan dette foregår i vann. Oksygen har seks valenselektroner og mangler altså to elektroner for å oppfylle åtteregelen. Oksygenet kan oppfylle regelen ved å dele elektroner med to hydrogenatomer.



Polar kovalent binding H<sub>2</sub>O

Bindingen mellom hydrogen og vann er litt spesiell. Det er nemlig slik at elektronene som deles, havner litt nærmere oksygenatomet enn hydrogenatomet. Siden elektroner har negativ ladning, vil vannmolekylet bli litt negativt ladet ved oksygenatomet. Ved hydrogenatomene vil det være svakt positivt ladet. Slike bindinger sier vi er **polare kovalente**.

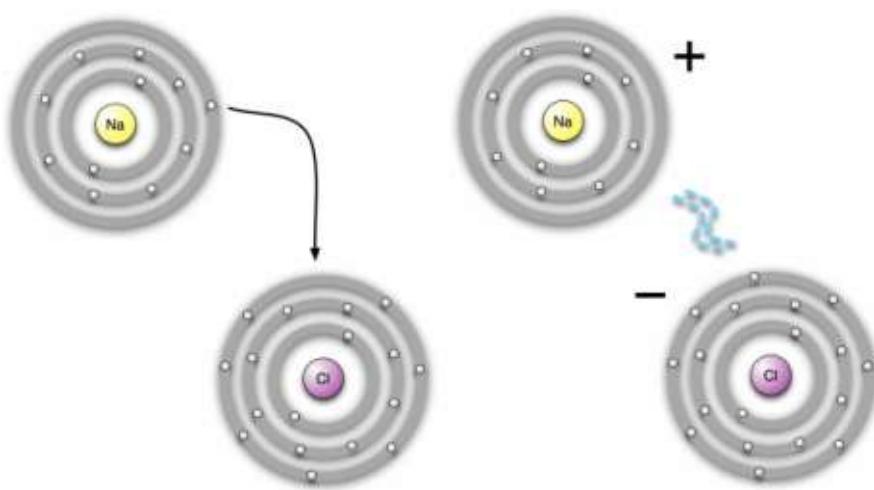
I figuren over ser du at hydrogenatomene og oksygenatomet ikke står oppstilt langs en rett linje, men at de har havnet i en vinkel hverandre. Årsaken til dette er den lille «skjevfordelingen» av elektroner.

### Ionebindinger

Noen grunnstoffer kan gi fra seg ett eller flere elektroner fullstendig. Da blir det færre elektroner enn protoner, og atomet blir positivt ladet. Andre grunnstoffer kan ta til seg ett eller flere elektroner. Da blir det flere elektroner enn protoner, og atomet blir negativt ladet.

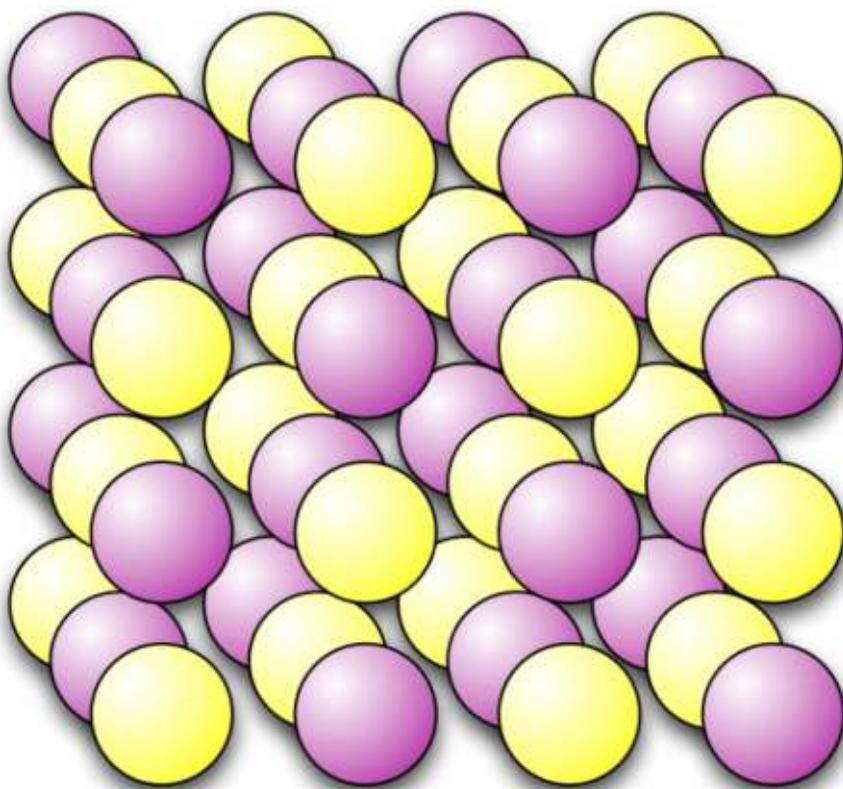
Et ion er et ladet atom. Ladningen kommer av at atom gir fra seg eller tar til seg elektroner.

Atomer med ulik elektrisk ladning (positiv og negativ) vil tiltrekke hverandre. På denne måten får vi det vi kaller ionebindinger. Et eksempel på en ionebinding er natriumklorid (NaCl).



Ionebinding NaCl

Forskjellen i ladning gjør at atomene dras mot hverandre og blir organisert parvis i negativ og positiv rekkefølge i en kubestuktur. Dette kaller vi et ionisk krystall.

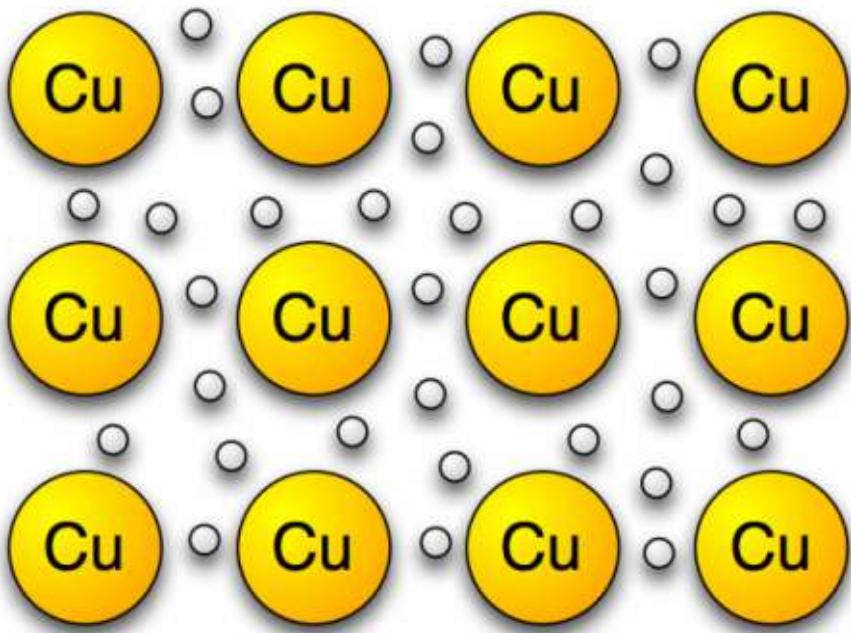


Ionebinding NaCl-krystall

Ionebindinger skjer vanligvis mellom et grunnstoff som er et metall, og et grunnstoff som ikke er et metall. I vårt eksempel er natrium et metall, og klor er ikke et metall. Det er alltid valenselektronene til metallet som avgis, og som blir tatt opp av ikke-metallet.

### Metallbindinger

De aller fleste grunnstoffene er metaller. Når de er i ren form, holdes atomene sammen med det som kalles metallbinding. På samme måte som for ionebindinger avgir atomene valenselektronene. Men siden metallet nå er i ren form, finnes det ikke noen andre atomer som kan ta opp disse elektronene. Dermed blir det liggende en «sky» av elektroner mellom metallatomene. Dette gjør at metaller er gode ledere av elektrisk strøm.



Metallbinding kobber

Valenselektronene til hvert enkelt atom blir nå «felles» for alle de andre atomene i metallbindingen.

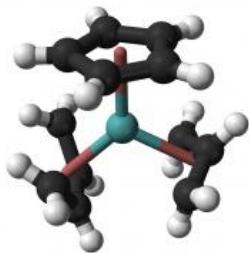
I metallbindinger blir «frie» elektroner delt mellom flere metallatomer.

Metallbindinger er sterke, og det skal mye til for å bryte dem opp. Grunnstoffet wolfram (W) har et kokepunkt på hele 5555 °C!

# Kjemiske formler og molekylstrukturer

Forfatter: Rune Mathisen

[Kjemiske formler og molekylstrukturer \(113730\)](#)



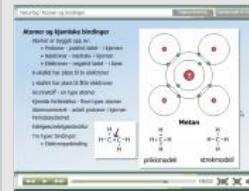
Du vet kanskje litt om grunnstoffer og om hvordan atomer kan «henge sammen» og danne molekyler. Nå skal vi se på hvordan vi kan beskrive molekyler på kjemispråket.

Molekylet til det kjemiske stoffet metan består av ett karbonatom (symbol: C) og fire hydrogenatomer (symbol: H). Istedentfor å bruke navnet «metan» kan vi lage en kjemisk formel som sier noe om hva metan består av. I den kjemiske formelen bruker vi de kjemiske symbolene til hvert av grunnstoffene. I tillegg skriver vi inn antall atomer av hvert enkelt grunnstoff med senket skrift rett etter det aktuelle grunnstoffet. Metan skriver vi da slik:



Når det bare er ett atom av et grunnstoff, skriver vi ikke inn dette antallet. Vi skriver altså ikke  $\text{C}_1\text{H}_4$  for metan. Metan har kjemisk formel  $\text{CH}_4$ .

Simulator hvor du kan bygge dine egne molekyler:



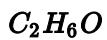
Atomer og bindinger  
(eforelesning)

Kjemiske formler beskriver hvilke grunnstoffer et molekyl består av, og hvor mange atomer det er av hvert grunnstoff i molekylet.

Et vannmolekyl består av to hydrogenatomer (H) og ett oksygenatom (O). Da blir den kjemiske formelen for vann:

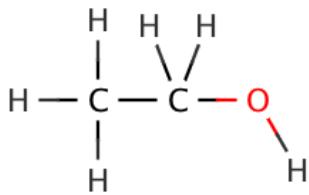


Men ofte er det ikke nok å bare summere opp antall atomer av hvert grunnstoff for å beskrive et molekyl. Plasseringen til hvert enkelt atom i molekylet er også veldig viktig. For eksempel finnes det to helt ulike molekyler som har denne kjemiske formelen:

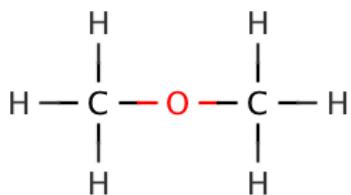


De to stoffene som har denne formelen, er etanol og dimetyleter. Etanol er stoffet du finner i øl, vin og brennevin. Dimetyleter er en gass som ofte brukes som drivgass i spraybokser. Det er to helt forskjellige stoffer selv om den kjemiske formelen er den samme!

Grunnen til at de er så forskjellige, er at atomene er satt sammen på ulike måter. Nedenfor ser du tegninger av de to molekylene. Strekene i tegningene tilsvarer to elektroner som deles mellom to atomer.



Etanol



Dimetyleter

Etanol og dimetyleter

Det går også an å skrive de kjemiske formlene for disse to stoffene på en litt annen måte enn  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  for å gjøre det klarere hvilket stoff man mener:

- etanol:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- dimetyleter:  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$

Prøv å telle opp antall atomer i hvert av de to stoffene for å sjekke at de er riktige!

# Organisk kjemi

Forfatter: Rune Mathisen  
[Organisk kjemi \(113904\)](#)



Fra gammelt av ble kjemien gjerne delt inn i to. Den ene delen dreiet seg om det som alt liv (planter og dyr) var bygget opp av, og ble kalt «organisk kjemi». Den andre delen dreiet seg om alt det andre og ble kalt «uorganisk kjemi».

Tidligere trodde en at det ikke var mulig å lage de organiske molekylene som liv var bygget opp av, men dette viste seg å være feil. I dag lages massevis av organiske molekyler som er svært viktige for oss, blant annet til medisiner, plast, gjødsel, tøystoff og mange andre ting.

I 1828 ble kjemikeren Friedrich Wöhler den første som laget et organisk stoff av uorganiske materialer. Han laget urea, som blant annet brukes i gjødselproduksjon.

Det vi kaller «organisk kjemi» i dag, dreier seg om alle stoffer som inneholder grunnstoffet karbon (med noen få unntak). Alt som har med liv å gjøre – som proteiner, enzymer, vitaminer, karbohydrater og nukleinsyrer – er organiske molekyler. I tillegg er olje og gass, mat og medisiner også organiske molekyler.

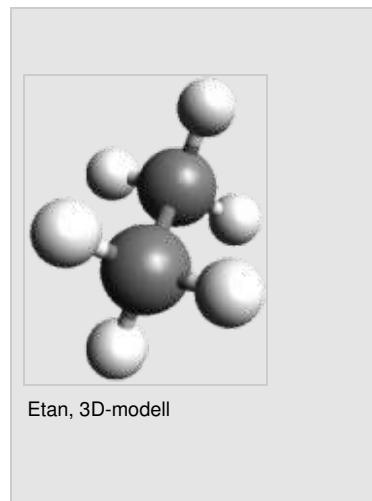
Siden det finnes så mange typer organiske molekyler, deler vi dem inn i en rekke ulike grupper. Vi skal her se på noen få av disse gruppene.

## Alkaner

De aller enkleste organiske stoffene består kun av karbon og hydrogen og kalles hydrokarboner. Vi har allerede sett på ett av disse stoffene: metan. Det består av ett karbonatom og fire hydrogenatomer. Et annet består av to karbonatomer og seks hydrogenatomer. Dette stoffet heter etan. Alle disse stoffene kan gruppertes i det som kalles alkaner.

Hvorfor har etan akkurat seks hydrogenatomer? Svaret har med åtteregelen å gjøre. Karbon har fire elektroner i ytterste skall, men ønsker åtte. For å få til dette oppretter karbon fire bindinger med andre atomer. Se på kulepinnemodellen, og tell antall bindinger for hvert av karbonatomene (de grå kulene). Får du det til å bli fire på begge to? Det er én binding mellom de to karbonatomene, og dette kalles en enkeltbinding.

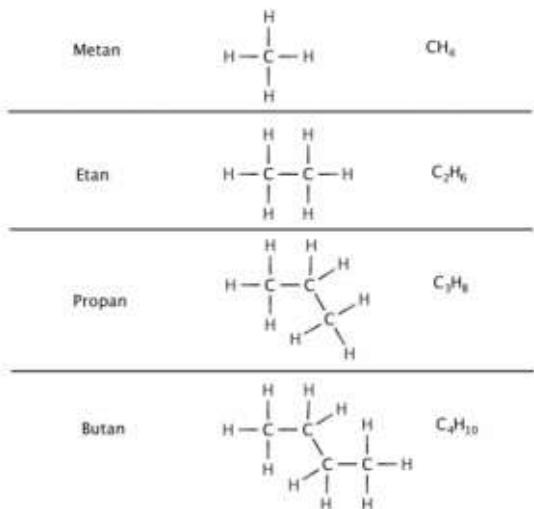
A screenshot of a presentation slide with a title 'Organiske stoffer (eforelesning)' and a diagram illustrating molecular structures.



Etan, 3D-modell

Alkaner består kun av hydrogen og karbon og har bare enkeltbindinger. Det enkleste alkanet er metan, som har kjemisk formel CH<sub>4</sub>.

Nedenfor ser du en oversikt over de fire minste alkanene. Naturgass består for det meste av metan, men også noe etan, propan og butan.



## Alkaner

## Alkener

I alkaner er det en enkeltbinding mellom karbonatomene. Men karbon kan danne både dobbelt- og trippelbindinger. Når det er tilfellet, kaller vi dem ikke alkaner lenger.

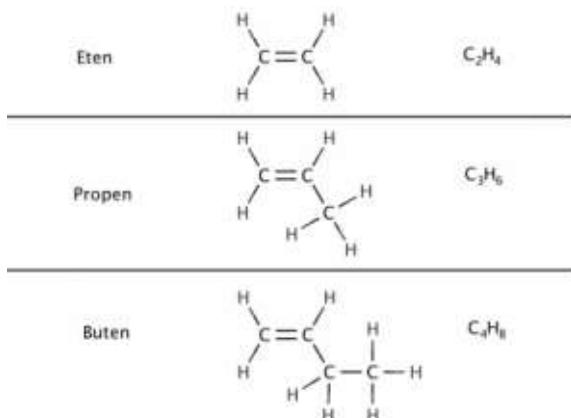
Alkener er satt sammen på nesten samme måte som alkaner, men de har en dobbeltbinding mellom to av karbonatomene. Da trenger vi ikke like mange hydrogenatomer for å tilfredsstille åtteregelen.



Plast - film fra NRK Skole

Alkener består kun av hydrogen og karbon, og har en dobbeltbinding. Det enkleste alkenet er eten, som har kjemisk formel  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

Alkener brukes ofte som utgangspunkt for plastproduksjon. Et eksempel er polyeten, som lages med eten som råstoff. Nedenfor ser du en oversikt over de tre enkleste alkeneiene.



## Alkyner

I alkyner er det en trippelbinding mellom to av karbonatomene. På samme måte som for alkener er det da enda færre hydrogenatomer i disse molekylene.



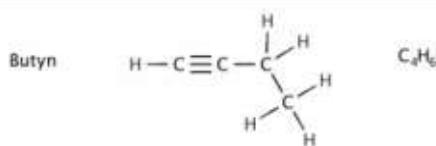
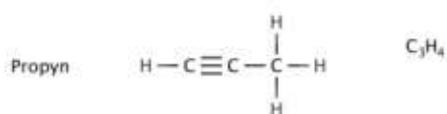
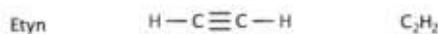
Gassflasker på byggeplass,  
acetylen (etyn) og oksygen.

Fotograf: [Jørn Areklett](#)

[Omre](#)

Alkyner består kun av hydrogen og karbon, og har en trippelbinding. Det enkleste alkenet er etyn, som har kjemisk formel  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

Nedenfor ser du en oversikt over de tre enkleste alkynene.



Alkyner

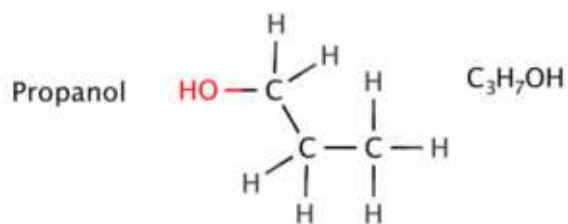
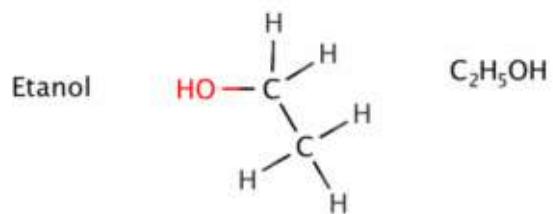
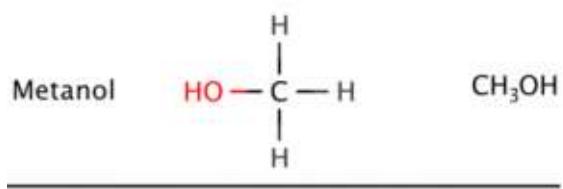
## Alkoholer

Organiske molekyler kan inneholde andre grunnstoffer enn bare karbon og hydrogen. For eksempel finner vi nitrogen og svovel i mange organiske stoffer. Vi skal se på en gruppe med stoffer som inneholder oksygen og et ekstra hydrogenatom. Disse kaller vi alkoholer.



Drivstoffpumpe med  
bensin, diesel og etanol

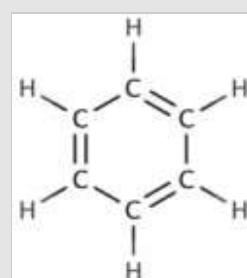
Fotograf: [Pontus Lundahl](#)



Alkoholer

## Aromater

Karbonatomer kan også danne ringstrukturer, og en veldig viktig ringstruktur er stoffet benzen. Det består av seks karbonatomer formet i en ring, hvor annenhver binding er dobbel. Benzen er utgangspunktet for mange andre stoffer som kalles aromater. Prøv å finne ut hvordan TNT er laget!



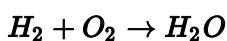
# Reaksjonsligninger

Forfatter: Rune Mathisen  
[Reaksjonsligninger \(113938\)](#)



En reaksjonsligning er en skriftlig beskrivelse av en kjemisk reaksjon. Vi bruker de kjemiske formlene til alle stoffene som inngår i reaksjonen, og skiller råstoffene fra produktet med en pil.

Her er reaksjonsligningen for en reaksjon mellom hydrogengass og oksygengass, hvor vi får dannet vann:



Pila i ligningen kan du lese som «går til». Det er altså hydrogengass og oksygengass som går til å bli vann.

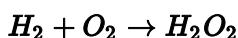
Nå må vi gjøre litt regnskap over alle atomene i reaksjonen. Det er to hydrogenatomer i hydrogengass ( $H_2$ ), og det er to hydrogenatomer i vann ( $H_2O$ ). Det er altså to hydrogenatomer på hver side av pila, og slik må det være. Atomer av et spesielt grunnstoff kan ikke oppstå eller forsvinne i en kjemisk reaksjon.

Men hva med oksygen? Det er to oksygenatomer i oksygengass ( $O_2$ ), men bare ett oksygenatom i vann. Siden atomer ikke kan forsvinne i en kjemisk reaksjon, må det være noe galt i reaksjonsligningen.

Balansering av kjemiske ligninger (simulator):



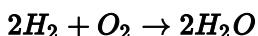
Nå tenker du kanskje at dette må være den rette ligningen:



Stoffet  $H_2O_2$  kalles hydrogenperoksid og er det stoffet man bruker for å bleike håret. Men hydrogenperoksid kan ikke lages ved å bare blande hydrogengass og oksygengass, så dette er også feil!

Svaret på dette problemet er at vi må «balansere» ligningen. Det vil si at vi må få forholdene mellom råstoffene riktig, akkurat som i en matoppskrift. Vi balanserer ligninger ved å sette et tall foran stoffene i reaksjonsligningen. Hvis vi setter tallet 2 foran  $H_2$ , betyr det at to hydrogengassmolekyler inngår i reaksjonen.

Den ferdig balanserte ligningen blir slik:



Nå står det: To hydrogengassmolekyler og ett oksygengassmolekyl går til to vannmolekyler.

Hvis vi teller opp antall atomer på hver side av pila, ser vi at vi har fire hydrogenatomer på venstre side og fire på høyre side. For oksygen har vi to oksygenatomer på venstre side og to på høyre side. Ligningen går opp, og vi har balansert den.

Reaksjonsligninger er «oppskrifter» på kjemiske reaksjoner. De balanseres for å få de rette forholdene mellom utgangsstoffene og produktene.



# Mekanisk blanding og kjemisk reaksjon

Forfatter: Per Erik Rangberg, Rune Mathisen, Industriskolen  
[Mekanisk blanding og kjemisk reaksjon \(24144\)](#)



Når vi blander sammen to stoffer i en mekanisk blanding, beholder stoffene egenskapene sine. Men når vi blander to stoffer og får en kjemisk reaksjon, får vi stoffer med andre egenskaper enn stoffene hadde før reaksjonen.

## Mekanisk blanding

Vi lager en blanding av litt jernpulver og litt svovelpulver. Svoelet er gult, mens jernet er grått. Når vi blander disse to stoffene ved å røre dem sammen, ser vi at vi kan trekke ut jernet med en magnet. Svoelet blir da liggende igjen. En slik type blanding kaller vi en mekanisk blanding.



Når vi blander samman to stoffer i en mekanisk blanding, beholder stoffene sine egenskaper

## Kjemisk reaksjon

Vi kan blande sammen jernpulver og svovelpulver i et reagensglass (glassrør) og varme det forsiktig opp til blandingen gløder. Så avkjøler vi blandingen. Vi ser nå at vi har fått et stoff med en helt annen farge (svart). Vi klarer ikke nå å trekke ut jernet med en magnet, og vi kan heller ikke se svoelet. Vi sier at det har foregått en kjemisk reaksjon mellom svoelet og jernet. Vi har fått en kjemisk forbindelse som vi kaller jernsulfid.

### Jern + svovel → jernsulfid

Pila betyr «danner». Stoffene på venstre side av pila kaller vi utgangsstoffer eller reaktanter, mens stoffet eller stoffene på høyre side av pila kaller vi henholdsvis produkt eller produkter.



Kjemi gjør sukker svart / video

<http://ndla.no/nb/node/83561>



Film om å lage nylon i kjemilab / video



Vann starter brann /  
video  
[http://ndla.no/nb/node/83  
563](http://ndla.no/nb/node/83563)

I en kjemisk reaksjon får vi stoffer med andre egenskaper enn stoffene hadde før reaksjonen.

En kjemisk forbindelse inneholder atomer av forskjellig slag. Da det er tungvint å skrive slike reaksjoner med ord, bruker vi i stedet de kjemiske tegnene:



Fe er det kjemiske symbolet for jern, S er det kjemiske symbolet for svovel, og FeS er det kjemiske navnet for den kjemiske forbindelsen jernsulfid.

En kjemisk reaksjon er en prosess hvor ett eller flere stoffer omdannes til ett eller flere nye stoffer.

Hvordan foregår en kjemisk reaksjon?

De fleste kjemiske reaksjoner trenger en ytre påvirkning for å komme i gang. For å få i gang en reaksjon mellom jern og svovel må vi varme opp blandingen. Da blir atomene i både jernet og svovelet satt i hurtig bevegelse. Jernatomer og svovelatomer støter sammen og binder seg til hverandre, slik at den kjemiske forbindelsen jernsulfid blir dannet.

Vi behøver ikke å varme opp hele blandingen for å få til dette. Etter hvert som et område blir varmet opp, blir det frigjort så mye energi at reaksjonen fortsetter til hele blandingen har blitt til jernsulfid.

I noen reaksjoner frigjøres det varme, slik som i reaksjonen mellom jern og svovel. Forbrenningsprosessen i en bilmotor er et annet eksempel på en reaksjon som avgir varme. Andre kjemiske reaksjoner absorberer varme, slik som den reaksjonen som foregår i en ispose.



Oksygen som venn  
eller fiende / video  
[http://ndla.no/nb/node/83  
562](http://ndla.no/nb/node/83562)

Reaksjoner som avgir varme, kalles eksoterme. Reaksjoner som trenger å få tilført varme, kalles endoterm.

Noen reaksjoner er veldig raske, slik som forbrenningsreaksjonen i en bilmotor. Andre reaksjoner går tregere, for eksempel jern som ruster. Men ofte er det mulig å styre hvor raskt en reaksjon skal foregå.

Reaksjonshastigheten er avhengig av konsentrasjonen av alle stoffene i reaksjonen samt forskjeller i trykk og temperatur.

Etanol ( $C_2H_5OH$ ) består av grunnstoffene karbon, hydrogen og oksygen. Da kunne vi kanskje tenke oss at vi får dannet dette hvis vi blander de rene grunnstoffene sammen. Så enkelt er det likevel ikke. Plasseringen av hvert enkelt atom er avgjørende for hva slags stoff vi har med å gjøre. Derfor vil stoffene vi starter med, bestemme hva slags stoffer vi ender opp med.

# Måling av stoffer – molar masse

Forfatter: Per Erik Rangberg, Industriskolen

[Måling av stoffer – molar masse \(24746\)](#)



Da det er antallet enheter som er viktig i kjemiske reaksjoner, er det mest praktisk å bruke en enhet for stoffmengde basert på antall og ikke på masse. Derfor ble enheten mol innført.

Mol er en SI-enhet. Ett mol av et stoff er den stoffmengden som inneholder  $6,022 \cdot 10^{23}$  enheter av stoffet. Dette store tallet kalles Avogadros tall. Enheter kan bety atomer, molekyler, formelenheter, ioner eller elektroner. Med formelenhet mener vi enheten som stoffet er bygget opp av. Formelenheten til for eksempel vann er  $\text{H}_2\text{O}$ , formelenheten til natriumklorid er  $\text{NaCl}$ , og så videre. Molar masse er det samme som molmasse. Molmasse betegner vi her i kurset med  $M_m$ . For å holde styr på hvilken formelenhet det er snakk om molmassen til, er det vanlig å skrive formelen i parentes etter symbollet, for eksempel slik:  $M_m(\text{H}_2\text{O})$ .

Mol er en grunnenhet for måling av stoffmengde

I oppgaven med hockeypulver får du trening i å beregne molar masse  
Opphavsmann: [Østfold Fylkeskommune](#)

## Eksempel – lage hockeypulver

I oppgaven der vi skal lage hockeypulver, får vi beskjed om å bruke løsninger med en styrke på 1M (én molar). Det betyr at vi skal ha 1 mol molekyler per liter løsning. For å finne ut hvor mye ett mol er, må vi finne formelmassen til stoffet og gjøre dette om til gram. Eksempel: Saltsyre består av ett hydrogenatom med massen (1u) + ett kloratom med massen (35,45 u), formelmassen til  $\text{HCl}$  blir da 36,45u.

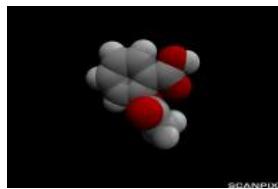
Dette betyr at 1M  $\text{HCl}$  inneholder 36,45 g  $\text{HCl}$  per liter.

2M  $\text{HCl}$  inneholder dobbelt så mye, og 10M inneholder ti ganger så mye. Jo større konsentrasjon syren har, jo farligere blir den å håndtere. Det samme gjelder for alle syrer, baser og skadelige løsninger.

# Syrer og baser

Forfatter: Per Erik Rangberg, Industriskolen

[Syrer og baser \(24776\)](#)

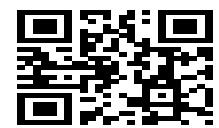


Ordene syrer og baser kjenner du, de er gamle. Det er lenge siden en oppdaget at når et ikke-metalloksid løses i vann, får vi en syre. Løser vi et metalloksid i vann, får vi en base. Base er et kjemisk uttrykk for det som i dagligtalen kalles lut. Istedenfor å si at et stoff er "lutaktig", sier vi at det er basisk.

## Definisjon på syre og base

I siste del av forrige hundreår begynte en å søke etter forklaringer på hva syrer og baser egentlig var. Hva er likt hos alle syrer? Og hva er likt hos alle baser? Hva er det som avgjør om et stoff skal bli en syre eller en base?

Den vanligste definisjonen av syre og base er:

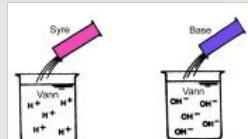


## Syrer og baser / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/24776>



Advarseletiketter for kjemikalier og syre  
Fotograf: [Henrik Sørensen](#)



Syrer og baser  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



En syre er et stoff som kan avgi protoner ( $H^+$ ) i vann, altså en protongiver.

En base er et stoff som kan oppta protoner ( $H^+$ ) i vann, altså en protonmottaker, eller et stoff som kan avgi  $OH^-$ -ioner i vann.

## Syrenavn

Mange av syrene har vært kjent så lenge at bestemte navn fra dagligtalen blir brukt.  
Men vi skriver alltid syreformlene på samme måte, med hydrogen først.

De best kjente av syrene er:

- Saltsyre: HCl (enverdig syre eller enprotisk syre)
- Salpetersyre:  $HNO_3$  (enverdig syre eller enprotisk syre)

Det som er forskjellig for alle syrer, og som derfor på en eller annen måte gir syren navn, er syreresten. Syreresten er den delen av syra som er igjen når hydrogenet (ene) er tatt bort.

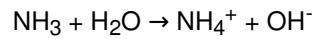
For eksempel er syreresten til saltsyre kloridionet ( $Cl^-$ ). Syreresten til svovelsyre er sulfationet ( $SO_4^{2-}$ ) og så videre. At syrerestene er negative ioner, kommer av at når hydrogenatomet spaltes av fra syra, har det formen  $H^+$ , elektronet blir igjen på syreresten.

## Basenavn

Hydroksider er stoffer som har  $OH^-$ -ioner i formelen. Når slike hydroksider kommer i vann, spaltes  $OH^-$ -ionene av og danner baser. Mange av de viktigste basene vi skal lære om, er nettopp hydroksider løst i vann. Her er noen :

- Natronlut = vannløsning av natriumhydroksid =  $NaOH$
- Kalilut = vannløsning av kaliumhydroksid =  $KOH$
- Kalkvann = vannløsning av kalsiumhydroksid =  $Ca(OH)_2$

Ammoniakk NH<sub>3</sub> er også en base, for når NH<sub>3</sub> løses i vann, blir det dannet OH<sup>-</sup>-ioner i vannet akkurat som for de andre basene.



**Bruk verneutstyr!**

Syrer og baser er etsende væsker. Søler vi på klærne, blir det hull i stoffet. På huden kan det bli stygge brannsår. Skyll straks med store mengder vann. Ved sprut i øynene – skyll med vann, og kontakt lege hurtigst mulig!

# Nøytralisering og pH

Forfatter: Per Erik Rangberg, Industriskolen

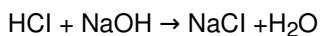
[Nøytralisering og pH \(24750\)](#)



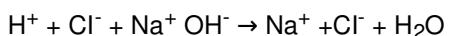
Det å nøytralisere en syre betyr å blande en sur løsning med en basisk løsning slik at pH-verdien stiger til det nøytrale punktet, pH 7,0.

Blander vi en syre og en base, vil disse reagere med hverandre og danne salt og vann. Vi blander saltsyre (HCl) med natronløsning (NaOH).

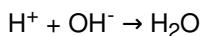
Bland dem bare i sterk fortynnning, det er farlig å blande dem i koncentrert form!



Vi får natriumklorid (NaCl, vanlig koksalt) og vann. Reaksjonen i ioneform skriver vi slik:



Det viktigste som skjer, er følgende:

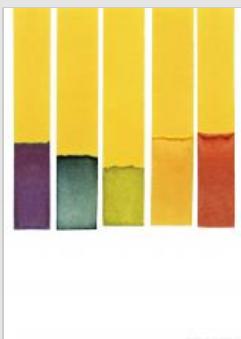


Ved slik nøytralisasjon dannes alltid vann. Det vi får ved siden av vann, vil være salter, som blir dannet av syrerest-ionet og metall-ionet i basen. Saltet får forskjellig formel, alt etter syre- og baseformelen.

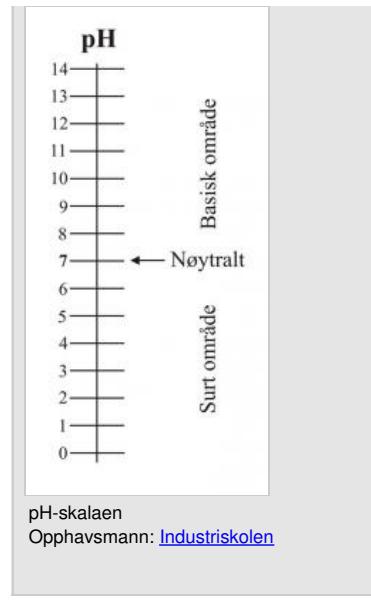


Måling av Ph-verdi /  
flashnode

<http://ndla.no/nb/node/53996>



Indikatorpapir for pH



Nøytraliserer vi vannløsninger av syrer og baser med hverandre, dannes det alltid salt pluss vann!

Saltet vil være oppløst i ioneform så lenge det er vann til stede. Damper vi vannet bort, vil saltet bli liggende igjen i fast form.

### pH-begrepet

pH er en måleenhet for surhetsgrad i vannløsninger. En nøytral løsning, rent vann, har en pH på 7. Løsninger med pH under 7 er sure, de som har pH over 7, er basiske. De fleste stoffer har pH mellom 0 og 14, men pH-verdier under null og over 14 forekommer.

Når vi skal måle pH i en løsning, kan vi bruke et pH-papir. Det er en papirstrimmel som får forskjellig farge ved ulike pH-verdier. Ved å sammenligne med en fargeskala finner en lett pH-området for den væsken en har undersøkt. En atskillig mer nøyaktig metode er å bruke et pH-meter. Dette er en elektrokjemisk målemetode. Prinsippet er å måle forskjell i elektrisk spenning mellom elektrodene og opplosningen. Denne spenningen vil variere med pH.

# Materiallære

Forfatter: Industriskolen

[Innledning materiallære \(24813\)](#)

Kunnskapen om egenskaper til materialer, muligheter for bearbeiding og bruk av dem har gjennom århunder vært grunnlaget for utvikling og framstilling av forskjellige konstruksjoner og produkter.



## Materialer / video

<http://ndla.no/nb/node/141445>

Metaller har spilt en viktig rolle for alle høykulturer som vi kjenner gjennom historien. De tidligste funnene av metaller var klumper av gull, og disse ble stort sett brukt til smykker.

Omkring år 2000 f.Kr. lærte folk i Asia å framstille kobber og tinn til en legering som fikk navnet bronse. Derav har vi navnet bronsealderen. Bronsen ble ikke "oppdaget" i Norden før omkring år 1500 f.Kr.

År 1500 f.Kr. ble det oppdaget at jern kunne smis og bearbeides slik at det ble sterkere enn bronse. Da begynte jernalderen.

En stadig utvikling av materialer og ikke minst bearbeidingsprosesser har hatt en avgjørende betydning for utviklingen i samfunnet.

Eksempler på materialtyper er metaller, stål, tre, kompositt, plast, gummi, tekstil, hud, stein og glass. I dagens samfunn har vi lært oss å utnytte mange materialer, og ikke minst i bilproduksjonen har plast og lettmetaller overtatt mye av jernets plass. Men jern er fortsatt det viktigste bruksmaterialet vi har.



MATERIALbiblioteket  
Kunnskapen om materialenes egenskaper. En digital plattform for framstilling og bruk av gjenbruksmaterialer med økt resirkulasjon og bruk av resirkulerte materialer.

Materialbiblioteket  
(interaktivitet)



Metall

Fotograf: [Ilya Naymushin](#)

# Metaller

Forfatter: Industriskolen  
[Metaller \(27475\)](#)



Metallene er den største gruppen av grunnstoffer.

Fra gammelt av har man delt grunnstoffene i metaller og ikke-metaller. Av omtrent 110 grunnstoffer er cirka 80 metaller, men grensen mellom metaller og ikke-metaller er ikke skarp.

Både i fast og flytende tilstand har alle rene metaller en karakteristisk metallglans. De er grå eller sølvhvite med unntak av kobber som er rødblunt, og gull som er gult. Karakteristisk for metaller er også at de er ugjennomsiktige. De fleste metallene er seige og lar seg hamre eller valse til tynne plater og trekke ut til tynne tråder.  
(Kilde: Store norske leksikon)

Metaller leder varme og elektrisitet, både i fast og flytende tilstand. Dette skyldes at atomene holdes sammen av sterke kretfer.

Årsaken er at de har «mistet» elektroner som svever fritt imellom atomene. I en metallisk binding har atomene mistet elektroner og blir positivt elektrisk ladet. Egentlig vil derfor atomene frastøte hverandre som to like magnetpoler, men de negative elektronene svever omkring og binder det hele sammen som «lim».

Kretfene som holder atomene sammen, er så sterke at tråd på tykkelse med lillefingeren din kan holde en last på 15 tonn. Vi kan lage legeringer som klarer både mer og mindre.

Det er på grunn av de frie elektronene at metaller leder elektrisk strøm. Setter vi et elektrisk spenningstrykk over en metallstav eller en kabel, vil de frie elektronene løpe mot positiv pol.

Det er vanlig å dele metallene i lettmetaller og tungmetaller. Videre deles metallene i edle og uedle metaller, avhengig av evnen de har til å reagere med oksygen.

## [NGUs beskrivelse av metaller](#)

Se oversikt over  
[Kjente metaller](#)



Stålstenger  
Fotograf: [Ina Fassbender](#)



Smelting av aluminium.  
Elkem Aluminiumsverk,  
Mosjøen.  
Fotograf: [Bjørn Sigurdsøn](#)



Stablery med jernkveiler  
Fotograf: [Ajay Verma](#)

Rene metaller brukes sjeldent alene, men blandes ofte med flere typer av metalliske grunnstoffer i såkalte metallblandinger/legeringer. Årsaken til dette er behovet for å oppnå bestemte egenskaper i sluttmetallet.

I grove trekk kan vi si at en legering er en blanding av metaller (to eller flere stoffer der ett er et metallisk stoff). Legeringen får andre egenskaper enn de opprinnelige metallene hver for seg.

# Jern

Forfatter: Industriskolen  
[Jern \(44842\)](#)



Rent jern er sølvhvitt, relativt mykt og lar seg lett både smi og trekke ved vanlige temperaturer.

Bare en liten del av jernet som blir produsert, er rent metall i den forstand at det inneholder mer enn 99,9 prosent Fe. Resten av produksjonen gir det vi kaller råjern.

Dette er jern med varierende innhold av karbon og andre grunnstoffer og er utgangsmaterialet for videreforedling til stål og støpejern.

Omtrent 4,7 prosent av jordskorpen består av jern. Jern foreligger ikke i ren form, men i form av oksider, som må behandles for å bli rent jern. I de påfølgende leksjonene er målet å gi en kort forklaring på hvordan vi framstiller jern.

Det meste av jernet som produseres i verden, framstilles ved reduksjon av jernoksider med karbon og karbonmonoksid.

Framstilling av jern foregår blant annet i store masovner, hvor jern produseres etter det såkalte motstrømsprinsippet.

Jern som tappes fra en råjernsovn, har et karboninnhold fra 3 til 4 prosent. I denne formen er jernet hardt og sprøtt. For å kunne omdanne dette til stål og et materiale som kan bearbeides, må karboninnholdet reduseres til mindre enn 2 prosent.

Les mer [Om Jern fra Store Norske Leksikon](#)



Stabler med jernveiler

Fotograf: [Ajay Verma](#)

Oversikt over

[Jernlegeringsmetaller fra NGU](#)



Smeltet metall. Tinfos titan og jern

Fotograf: [Stian Lysberg Solum](#)

# Legeringer

Forfatter: Industriskolen

[Legeringer \(27487\)](#)



Ved å legere ulike grunnstoffer får vi fram metaller med ulike strukturer og egenskaper.

Når man avkjøler metaller fra smeltet tilstand, stivner de ved å danne krystaller eller korn. Kornene er oppbygget av mer eller mindre regelmessige arrangementer av atomer, der den minste strukturen kalles en enhetscelle.

Rene metaller har et spesifikt smelte- eller størkningspunkt, mens legeringer vanligvis har et smelteområde. Dette beskrives i såkalte fasediagrammer (tilstandsdiagrammer). Den øverste linjen, likviduslinjen, beskriver temperaturen og sammensetningen der alt er smeltet. Den nederste, soliduslinjen, beskriver temperaturen og sammensetningen der alt er stivnet.

Smelteområdet for en legering er ofte lavere enn smeltepunktet for de rene enkeltmetallene.

Ved hjelp av legeringsteknologi kan de mekaniske egenskapene endres. Styrke og andre mekaniske egenskaper kan være betydelig høyere for legeringene enn for enkeltmetallene.

I noen tilfeller skjer det faseomvandringer i den stivnede legeringen, altså under soliduslinjen. Dette kalles fasttilstand-omvandringer.

Disse egenskapene benytter vi til å modifisere egenskapene til den faste legeringen eller gjenstanden etter at framstillingen er ferdig. Eksempler på slike prosesser er herding, homogenisering og rekrystallisering.

Slike omvandringer skjer fortest ved høyere temperaturer, men uten at metallet smelter.

## Kjente legeringer

- Kobber og tinn er forholdsvis myke og bøyelige hver for seg, men blandes de, danner de en sterk legering som kalles brons.
- Messing er en hard og motstandsdyktig legering av kobber og sink.
- Aluminiumslegeringer er både lette og sterke og brukes derfor i flyindustrien.
- Magnesium er det letteste av metallene.

Les mer om

[Legeringer - fra Store norske leksikon](#)

Oversikt over

[Jernlegeringsmetaller fra NGU](#)



Arbeidere som heller ut metalllegering med karbon "char" produsert fra elektronisk avfall

Fotograf: [Cheryl Ravelo](#)

Her finner du en

[Film om legeringer \(Alloy\) på engelsk](#)



Oscar statuen er en legering av kobber, nikkel, søl og gull.  
Fotograf: [Unimedia](#)

### Kaldherding og rekrystallisering [les mer](#)

Ved å forme et metall eller en legering plastisk, kan de mekaniske egenskapene endres. Produksjon av tråd er et eksempel på dette. Styrken øker, og duktiliteten synker. Prosessen medfører at tråden "kaldherdes". For å få tilbake opprinnelig struktur i materialet utfører vi en såkalt rekrystallisering eller en såkalt varmebehandling. Den kaldformede strukturen utsettes for varme slik at krystallstrukturen går tilbake til den opprinnelige. Styrken synker, og duktiliteten øker.

# Stål

Forfatter: Industriskolen

[Stål \(60015\)](#)



Stål er en smibar legering av jern og karbon og kan ha et bredt spekter av egenskaper avhengig av produksjonsprosess, varmebehandling og sammensetning.

## Ulegert stål

Omtrent 90 prosent av verdens stålprodukter går til de ulegerte stålene

Ulegert stål har et karboninnhold på 0,01-2,0 prosent. Egenskapene bestemmes av karboninnholdet, selv om det også er fosfor, svovel, nitrogen og andre bestanddeler til stede. Legert stål er tilsatt større mengder legeringselementer for å oppnå ønskede kvaliteter. Legeringselementene kan være nikkel, krom, mangan, molybden, kobolt, vadium og silisium. Både ulegert og legert stål kan være valset eller støpt. Noen typiske anvendelsesområder for ulegert støpestål med middels C-innhold er i maskiner, redskaper og utstyr for møller, valser og bygningskonstruksjoner. Materialer med høyt C-innhold brukes mye i verktøy som blir brukt i metallindustrien der metall skal formas. Maskinverktøy av forskjellige støpeprodukter som skal ha høy hardhet, høy stivhet og motstand mot avvirkning, produseres av denne typen materialer.

## Legert stål

Legert stål er tilsatt større mengder legeringselementer for å oppnå ønskede kvaliteter. Legeringselementene kan være nikkel, krom, mangan, molybden, kobolt, vadium og silisium. Både ulegert og legert stål kan være valset eller støpt.

## Lavlegert stål

Lavlegert stål inneholder mer mangan eller silisium enn det som går med til deoksidasjonsprosessen. Utenom jern inneholder stålet 2-4 prosent andre legeringselementer.

Lavlegert støpestål brukes typisk i offshorekonstruksjoner, stempeltopper, cylinderdeksler, slitedeler, beltesko og gravemaskintenner

Dette stålet vil inneholde hovedlegeringselementer som nikkel, krom eller molybden og små mengder med vanadium, kobber og bor. Materialet har større seighet, bedre motstandsevne mot atmosfærisk korrosjon, tåler større utmatting og slitasje og er lettere å sveise i forhold til ulegert støpestål. Stål og støpestål under denne gruppen inneholder mindre mengder med legeringstilsetninger. Tilsetningene varierer etter hvilke egenskaper som en ønsker å fremheve i produktene.

## Nedenfor listes opp noen typer lavlegert stål

**Kromstål** [les mer](#)



Film om stål /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/46337>

## Les mer om

[Stål fra Store Norske Leksikon](#)

## Les om

[Jern og stålmaterialer i industrien](#)



Stålkonstruksjon  
Opphavsmann: [morgueFile](#)

Kromstål har høy herdbarhet og styrke. Det er lettere å bearbeide enn nikkelstål av tilsvarende styrke. Kromstål brukes når det er behov for høy hardhet, for eksempel i senker, kulelager, sikkerhetsskap, valseruller, filer og verktøy. Kromstål har for øvrig bedre høytemperaturstyrke enn ulegert stål.



En arbeider flytter  
stålstenger og stålkveiler  
Fotograf: [Kim Kyung-Hoon](#)



Kjeler i rustfritt stål  
Fotograf: [Corbis](#)

**Varmebehandling**  
Stål er et materiale der  
materialegenskapene i veldig stor  
grad kan påvirkes og endres ved  
hjelp av varmebehandling.  
Les mer om [Varmebehandling](#)  
[fra store norske leksikon](#)

#### **Nikkelkrom-stål** [les mer](#)

Nikkelkrom-stål kombinerer fordelene både med krom og nikkel i legeringen. De er karakterisert ved høy styrke, god herdbarhet, og de har god slipebestandighet. De brukes blant annet til verktøy og kulelager. Dybden på herdingen økes i forhold til nikkel- eller kromstål. Luftherding er i enkelte tilfeller mulig ved bestemte legeringer.

#### **Krommolybden-stål** [les mer](#)

Krommolybden-stål gir til sammen både god duktilitet og seighet og tillater sponskjærende bearbeiding. Molybden utvider arbeidstemperaturen i forhold til krom, både med hensyn til styrke og seigbestandighet. Typiske sammensetninger er av størrelsesorden 1 prosent krom, 0,5 prosent molybden.

#### **Kromvanadium-stål** [les mer](#)

Kromvanadium-stål har bedre seigbestandighet og bedre utmattingsegenskaper enn rene kromstål. Typiske anvendelsesområder ellers er akslinger, smigods til lokomotiver mv.

#### **Hurtigstål/verktøystål** [les mer](#)

Hurtigstål/verktøystål har rundt 0,6-0,8 prosent C, 12-18 prosent W, 3-4 prosent Cr og mindre mengder andre legeringselementer, som vanadium og molybden. Noen typer har også et forholdsvis høyt innhold av kobolt (10 % og mer). Hurtigstålene beholder sin fasthet og hardhet til forholdsvis høye temperaturer på grunn av en utskilling av stabile karbider. Verktøystål har vanligvis høyt karboninnhold. De kan være både ulegerte, legerte og noen også meget høyt legerte. Sammensestningen av verktøystål varierer for å dekke ulike bruksområder. Karboninnholdet på opptil cirka 0,7-0,9 prosent gir grunnlag for dannelse av martensittisk struktur. Men når mer karbon brukes, blir overskytende mengde tilgjengelig til å danne karbider av krom, wolfram, molybden og vanadium. Slike karbider er meget harde. Wolfram- og molybdenkarbider er også meget temperaturbestandige og benyttes i hurtigstål, som kan brukes selv når de er rødglødende.

## **Støpestål**

Støpestål er stål som egner seg for en endelig forming ved støping. Det anvendes til formål hvor styrke og duktilitet hos støpejernet ikke er tilstrekkelig. Samtidig kan det sveises og maskineres.

## **Høylegerte støpestål**

Det er naturlig å dele høylegerte støpestål inn i tre grupper: varmefaste støpestål, rustfrie støpestål og slitestål. Varmefaste støpestål har god seighet, høy strekkfasthet, god motstand mot skalling og dannelse av graffitflak.

Noen typiske anvendelsesområder er varmebehandlingsover, røsteovner og digler. Stålene anvendes også i miljøer hvor det settes krav til god motstand mot oksidasjon, temperaturpåvirkning og svovelholdige gasser.

## **Rustfrie støpestål**

Rustfrie støpestål har stor fasthet og seighet samt gode korrosjonsegenskaper. Støpte slitestål: Dette materialet er svært slitesterkt, har god seighet, utmattingsegenskaper og herdbarhet.

## **Rustfrie stål**

En begrensning for de ulegerte og lavlegerte stålene er at de reagerer med omgivelsene. De korroderer i vann og fuktig miljø, og det dannes glødeskall ved påvirkning av høy temperatur.

Ved innlegering av større mengder krom blir det imidlertid dannet en film av kromoksid på stålet, som senker korrosjons- og oksidasjonsreaksjonene. De enkle rustfrie stålene inneholder

cirka 12 prosent krom. Kvaliteter med bedre korrosjonsbestandighet har nærmere 20 prosent krom og er legert med nikkel, molybden o.l.

Definisjonen på et rustfritt stål er at det inneholder minimum 12 prosent krom (Cr). Ingen stål er i realiteten rustfrie, men motstanden mot korrosjon og rustangrep er bedre for de høylegerte enn for de lavlegerte stålene.

# Aluminium

Forfatter: Industriskolen  
[Aluminium \(44919\)](#)



## Aluminium – vår tids metall

Hvor godt det kan være med en leskedrikk iblant! For å kunne transportere og selge en leskedrikk må den puttes i en eller annen form for emballasje. Emballasjen må kunne ta vare på innholdet så det ikke ødelegges eller renner ut. Den skal heller ikke være for tung, så den er lett å håndtere og transportere. Andre krav vi setter, er at den skal være lett å åpne, og at den er tiltalende av utseende. Vi er også opptatt av at emballasjen skal kunne resirkuleres.

*En aluminiumsboks oppfyller alle disse kravene!*

### Hvorfor er aluminium blitt så populært?

Visste du at aluminium omgir deg på alle kanter? Og det er ikke bare i form av lette produkter og konstruksjoner som leskedrikkbokser, raske biler og katamaranferjer.

Faktisk er aluminium det metallet det finnes mest av på jorden. I jorden finnes det noen steder så store mengder aluminium at det er lønnsomt å utvinne. Det trenger vi mye energi til, men det passer godt å gjøre dette i Norge, der vi har vannkraften som gir oss billig strøm.



Komprimerte aluminiumsbokser på et gjenvinningsanlegg  
Fotograf: [Bobby Yip](#)

Les mer om [Aluminium fra Store Norske Leksikon](#)



En ansatt sjekker aluminiumblokker for eksport  
Fotograf: [Reuters](#)

Aluminium kan gjenvinnes. Ved smelting av resirkulert aluminium trengs det bare 5 % av den energi som skal til for å framstille aluminium fra råvaren.



Aluminiumsfelg  
Fotograf: [Hanne Hattrem](#)

Aluminium har en spesifikk vekt som er mindre enn en tredel av både jern og kobber.

Det er spesielt i produkter og konstruksjoner der vektredusjon er viktig, at aluminium foretrekkes. Boligmoduler offshore er et godt eksempel på hvordan vektredusjon på konstruksjonsdeler kan gi plass til mer nyttelast. I Norge har vi framstående bedrifter som lager både bildeler, katamaranferjer, broer og boligmoduler i aluminium.



En stekepanne i stål og aluminium.

Fotograf: [Signe Dons](#)

Aluminium leder elektrisitet og varme. Den erstatter ofte kobber i elektriske kabler, og er betydelig billigere.

## Materialegenskaper

På kjøkkenet har du kanskje kasseroller av aluminium. De leder varmen fra kokeplaten godt oppover veggene i kasserollen, slik at innholdet får varmen fra flere sider. Men pass på at saltvann ikke blir stående lenge. Det samme gjelder ved svært sure eller svært basiske væsker (sitron eller sterke vaskemidler). Disse

tærer på aluminiumet. Ved riktig anvendelse har

~~aluminiumtørstørrelsesleidende vannlig stål skader~~ [les mer](#)

Bedriften får metalltet i lange band på store ruller. Godstykkelsen er bare 0,33 mm. Først blir en sirkelrund plate stanset ut. I en maskin trekkes den ut til boksform, men den mangler fremdeles lokk. Etter at kantene er skåret rett, blir boksen rengjort og lakkert både innvendig og utvendig. Lakken innvendig skal beskytte metalltet mot korrosjonsangrep fra innholdet. Utvendig skal lakken gjøre boksen tiltalende og fortelle oss hva som er inni. På bryggeriet fylles boksene med leskedrikk, og lokket settes på ved hjelp av en falsemaskin. Lokket leveres fra fabrikken med ferdig ring for åpning.

mulighetene med forming av profiler, forming og sammenføyning av aluminiumlegeringer.

Aluminium er framtidens og mulighetenes materiale. Når nye produkter og konstruksjoner skal designes, settes kreativiteten vår på prøve. Ved fabrikasjon blir de faglige ferdighetene våre satt på prøve. La oss ta utfordringen!

## Aluminiumslegeringer [les mer](#)

Det finnes mange ulike produkter laget i aluminium som har sine spesielle egenskaper. Vi bygger ikke fly av samme materiale som folien lages av. Gjennom å tilsette små mengder av magnesium, silisium, sink eller kobber til aluminiumssmelta, vil egenskapene til det utstøpte produktet endres. Type og mengde av legeringselement er avgjørende. Vi kan på denne måten lage flere forskjellige legeringer med sine spesielle egenskaper.

## Korrosjon

Som for alle andre metaller og metallegeringer er det viktig at det brukes riktig materiale til formålet, ellers oppstår tåring, også kalt korrosjon.

Aluminium anvendes i mange miljøer. I båter er metalltet i kontakt med saltholdig havvann. Hustak utsettes for røyk, gass og sur nedbør. Transporttanker skal kanskje inneholde kjemikalier. I bensintanker oppstår kontakt mellom bensin og aluminium.

Aluminiumlegeringer har forskjellig korrosjonsmotstand. Noen kalles sjøvannsbestandige. Andre må beskyttes med et forsterket oksidsjikt (anodisering) eller med lakkering, enten fordi miljøet er krevende, eller fordi vi velger å benytte en legering med stor fasthet og gir avkall på korrosjonsmotstanden.

# Framstilling av aluminium

Forfatter: Industriskolen

[Framstilling av aluminium \(44921\)](#)



Her skal vi se nærmere på hvordan aluminium framstilles.

## Råvaren

I Mellom- og Sør-Amerika finnes en rød jordart som kalles bauxitt. Navnet kommer fra byen Le Baux i Frankrike der jordarten først ble oppdaget. Denne jorden inneholder cirka 25 prosent aluminium. Etter foredling til aluminiumoksid er innholdet 50 prosent aluminium. I denne formen fraktes råvaren med båt til blant annet Norge, der den foredles videre til aluminiummetall i elektrolyseverk.

## Smelteelektrolyse

Aluminiumoksidet har samme form som strøsukker og suges opp fra båtens lasterom til siloer ved elektrolyseverkene. Det kan ta to uker å tømme et skip. De eldste av disse verkene i Norge ligger innerst i fjordene der transporten av elektrisk energi ble kortest.

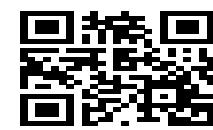
De senere årene har vi kunnet transportere strømmen med aluminiumkabler (mindre energitap) dit vi ønsker langs kysten, slik at det har blitt kortere distanse for skipene å seile.

I støperiet tømmes smelten i en ovn. Der tilsettes også andre metaller til smelten (legeringselementer) for å kunne støpe ut forskjellige legeringer. De utstøpte emnene brukes til videreforedling eller selges videre som råvarer for ekstrudering, valsing eller støping av forskjellige produkter.

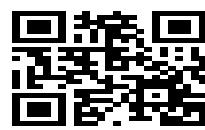
Prinsippet for ekstrudering: Pressbolten er et sylinderisk stykke aluminium som er forvarmet. Matrisen er verktøyet som aluminiumpressbolten presses gjennom.

## Valsing

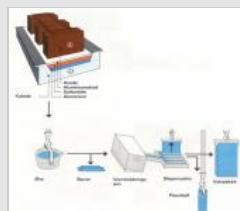
Valsing er en prosess der flate valseblokker kjøres gjennom store valsepar. Godsstykkelsen minker for hver gang, siden åpningen mellom valsene blir mindre og mindre. På denne måten kan en lage tynne bånd som brukes til å lage leskedrikkbokser eller til husholdningsfolie.



Bearbeiding av aluminium (film) / video  
<http://ndla.no/nb/node/46401>



Film Støping av aluminium / video  
<http://ndla.no/nb/node/46402>



Elektrolyseprinsippet

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Valsingen skjer først ved cirka 400 °C fordi materialet har mindre fasthet ved denne temperaturen. Det er altså mer formbart og lar seg letttere vyses ut til mindre tykkeler. Vi kaller dette varmvalsing.

Senere vyses materialet videre ved romtemperatur. Dette kalles kaldvalsing. Hensikten kan være at å øke fastheten i materialet. Du har sikkert lagt merke til at når du har bøyd en metalltråd (for eksempel en binders), blir den vanskeligere å rette ut der den tidligere var bøyd. Fastheten (styrken) har økt i materialet.

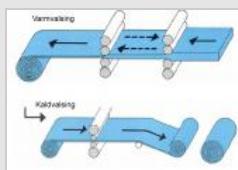
Ved kaldvalsing kan en også vise materialet ned til tynne folier på bare 0,007 mm.

### Formstøping

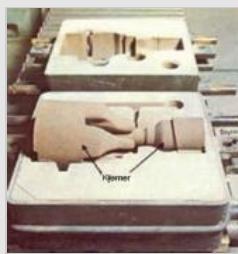
Vi starter med å smelte metall og eventuelle legeringselementer i en ovn. Smelten tömmes i en form som har et hulrom lik det produktet som en ønsker. Når metallet er sterknet, fjernes formen, og den støpte delen tas ut. Til slutt blir den renset og slipt glatt på hjørner og kanter. Støpeformene kan lages av forskjellige materialer som sand (herdet med bindemiddel), stål eller gips.



Flytende metall på  
Hydroslug i Høyanger  
Fotograf: [Tone Georgsen](#)



Kald- og varmvalsing av  
aluminium  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Støpeform for sandstøping  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave materiallære - stål og metaller \(59436\)](#)

Arbeidsoppgaver: stål og metaller

1. Hva er en legering?
2. Hva er bronse en legering av?
3. Hvilke legeringselementer er det i rustfritt stål?
4. Hva menes med kaldherding?
5. Hvorfor utfører vi materialprøving?
6. Hvilke egenskaper avgjør hva et materiale egner seg til?
7. Hva er forskjellen på destruktiv (DT) og ikke-destruktiv (NDT) prøvemetode?
8. Hvilke destruktive prøvemetoder kjenner du til?
9. Hvilke legeringselementer er vanlig å bruke i stål?
10. Hva er problemet med svovel i stål?
11. Hvor mye karbon er det i ulegert stål?
12. Hva gjør nikkel med stålets egenskaper?
13. Hvilke metoder for varmebehandling kjenner du?
14. Hva må du vite for å få en riktig herding av stål, og hvor finner du disse opplysningene?
15. Hva er normalisering?
16. Kjenner du noen bruksområder for aluminium?
17. Hvilke fordeler har aluminium framfor stål?
18. Ved hvilken temperatur foregår varmvalsing av aluminium?

# Tremateriale

Forfatter: Industriskolen  
[Tremateriale \(45059\)](#)



Tre er blant de eldste konstruksjonsmaterialene vi kjenner til. I mange tidligere kulturer ble trevirke mye bruk, men etter hvert som trevirke ble vanskeligere å få tak i, ble det erstattet av andre materialer.

Dette ser vi spor av i antikkens byggeskikk, der de fortsatte å lage steinsøyler runde som om de var laget av store tømmerstokker. I vår del av verden har vi hatt rikelig tilgang på trevirke, og bruken av tre til mange formål har derfor holdt seg stabil. Vår tradisjon og våre kunnskaper dreier seg om å bruke tre til formål som våre treslag egner seg til. Vi har ikke på samme måte tradisjon for og kunnskap om bruk av treslag fra andre himmelstrøk som kan ha andre egenskaper.

Når trevirke fortsatt er et mye brukt materiale, til tross for den store konkurransen fra andre materialtyper er det på grunn av trevirkets mange positive sider. Tre er lett å skaffe, lett å frakte, lett å bearbeide og sammenføye. Trevirket har dessuten stor styrke og stivhet i forhold til vekten sammenlignet med andre materialer. Tre har liten varmeledningsevne og lav elektrisk ledningsevne og fungerer på grunn av dette delvis som en god isolator. Derfor er tre et varmt materiale å ta på. Det er ikke uvesentlig når vi skal være i nærbane med produktet, enten det er en bordplate eller et gelender i trappen. Tre er rett og slett godt og behagelig å ta på. Brukt riktig har trevirke også lang levetid.

Trevirke utsettes ikke i noen særlig grad for utmatting. I våre dager er et stadig viktigere moment til treets fordel at det er en fornybar ressurs. Noe som ikke har vært så mye inne i diskusjonen så langt, er at det å bruke tre i mer permanente konstruksjoner er en effektiv og enkel måte å binde opp karbon på.

Trevirke har også negative sider som en må ta med i betraktingen. Tre er brennbart og forholdsvis lett å antenne. Under visse forhold kan det også bli angrepet av mikroorganismer og insekter. Fordi tre er et naturmateriale, er det stor spredning i materialegenskapene også innenfor samme treslag og mellom

[Treven - alt du trenger å vite om tre og skog](#)



Skogsmaskin i arbeid  
Fotograf: [Sigmund Krøvel-Velle](#)



Trebro  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Fresing av hull i teakdørker  
fra Risør Trebåtbyggeri  
Fotograf: [Rolf Øhman](#)

trebiter som stammer fra forskjellige steder i samme tresstamme.

### Treets viktigste egenskaper

Vi kan ikke gå inn på alle treets forskjellige egenskaper her, men vi skal trekke fram de viktigste og særlig dem som kan ha betydning ved vurderingen av trevirke under sortering. Disse egenskapene er:

- densitet (volumvekt)
- fuktighet
- krymping
- styrke

Trevirket består av flere grunnstoffer.

De viktigste er:

- ca. 50 % karbon (C)
- ca. 43 % oksygen (O)
- ca. 6 % hydrogen (H)
- ca. 0,1 % nitrogen (N)

# Hva brukes tre til?

Forfatter: Industriskolen

[Hva brukes tre til? \(108763\)](#)



Den absolutt største delen av trematerialene blir brukt i forbindelse med bygg, enten direkte til de bærende og avstivende delene av bygget eller som kledning. Også i forbindelse med bygging i andre materialer går det med mye trevirke.

Mye trevirke blir brukt av andre industrier som bruker det som ett av flere materiale eller kanskje bare som en liten del av materialforbruket i sin egen produksjon. I Norge utgjorde for noen få år siden cirka 40 prosent av treforbruket virke som gikk direkte til industrier.

Mye av trevirket går til emballasjesektoren, det vil si til kasser og tønner, men kanskje først og fremst paller. De såkalte europallene, som er standardiserte, og som brukes over hele Europa, betales det "pant" for, og de kan ofte brukes om og om igjen i mange år.

Produkter som vinduer, dører og trapper er fortsatt overveiende treprodukter, men det blir stadig utviklet nye kombinasjonsprodukter som består av flere materialer, og som kombinerer de beste egenskapene i hvert enkelt materiale. Et typisk eksempel er moderne vinduer, som har trekarm og treramme, men der tetningen utgjøres av kunststoffer, og den ytre bekledningen (værbeskyttelsen) er i aluminium.

Møbler av mange typer er også vanlige treprodukter. I mange av de møblene som overveiende består av plater, er det oftest trebaserte plater som spon- og MDF-plater. Skal det være synlige treflater på slike møbler, er det pålitlig finere som gir rett utseende.

I tillegg til de rent konstruktive aspektene ved trevirke blir tre brukt som råstoff for en rekke prosesser. Best kjent er sannsynligvis cellulose- og papirproduksjonen. Tre består av hydrokarboner i omtrent samme blanding som i jordolje og i steinkull, men det har vesentlig mindre innhold av svovel og lignende forurensninger.

Dette betyr at en kan lage svært mange stoffer og substanser på basis av trevirke.

Besøk en fabrikk som bruker tre som råmateriale:

[Ta kontroll over fabrikken](#)

Se en film om papirproduksjon:



Tømmerstokker blir papir / video  
<http://ndla.no/nb/node/83328>



Paller stablet opp etter en fabrikkvegg.

Fotograf: [Kai-Wilhelm Nessler](#)

Les mer om:

[Treforedling](#)

Les mer om:

[Møbelindustri](#)

Alkohol (tresprit) er et av disse stoffene, og det igjen danner utgangspunkt for en lang rekke industriprodukter. Cellulosen danner basis for en rekke kunststoffer og var i sin tid forløperen for nåtidens plastindustri.

En rekke treslag inneholder også forskjellige ekstraktivstoffer som er interessante i mange sammenhenger. Gummi er et slikt stoff. Harpikser som kan brukes som basis for malinger, lakker og plaster, er andre. Noen treslag inneholder også luktemner som er interessante.

# Plastmateriale

Forfatter: Industriskolen  
[Plastmateriale \(45061\)](#)



Plast er en fellesbetegnelse på en stor materialgruppe. De ulike typene plast har en rekke fellestrekker.

Utviklingen av enkelte halvsyntetiske plasttyper startet midt på 1900-tallet. I dag framstilles omrent alle plasttyper ved kjemiske prosesser med utgangspunkt i jordolje, gass, vann, luft og salter. Samtidig som etterspørselen etter plast har økt enormt gjennom det siste hundreåret, har utviklingen av nye plasttyper økt. Det finnes plaster til nesten alle bruksområder en kan tenke seg.

Vi regner med at plastforbruket vil fortsette å øke betraktelig de neste årene. Økt framstilling av plast betyr at det vil bli økt forbruk av fossilt brensel (olje og gass).

Framstillingen av plast er likevel lite energikrevende i forhold til andre materialer som stål og aluminium. De viktigste plastmaterialene i dag er PE (polyetylen), PP (polypropylen) og PVC.

Plast er et svært lett materiale sammenlignet med metall. I praksis veier plasten en femdel av stål. Metall er cirka 100 ganger så stivt som plast, med en del varianter. Med lav temperatur vil plasten bli stiv og sprø, og ved varme vil mykheten øke. Dette må tas hensyn til når det gjelder bruksområder.

Plasten leder ikke strøm og er godt egnet til elektrisk isolasjon. Den leder ikke varme heller, noe som ofte kan være en fordel. I blant kan dette også være negativt fordi plasten ikke er lett å kjøle ned hvis noe er i ferd med å gå varmt.

Vi kjenner til at metall utvider seg ved varme. Plasten utvider seg ti ganger så mye som metaller.

Plast har etter hvert tatt mye over i båtutstyr, da vi vet at metall korroderer. Også plast reagerer med væsker, og vi kan oppleve at plasten mister sin fasthet etter en tid.

Forbruk av plast



*Film om plast / video*  
<http://ndla.no/nb/node/83327>

Plastmaterialene blir delt inn i to hovedgrupper; termoplast og herdeplast:

[Herdeplast fra Store Norske Leksikon](#)  
[Termoplast fra Wikipedia](#)

Her finner du noen spennende filmer om plastfremstilling hentet fra Youtube:

[Film om Plastfremstillingsmetoder på engelsk](#) [Film om plastfremstillingsprosess en på engelsk](#) [Film som viser hvordan plastflasker blir laget](#)

[Plast i det moderne Norge](#)  
[Plastforum](#)

Plastforbruk i prosent er cirka 25 prosent byggsektor, 20 prosent emballasje, 20 prosent tekniske artikler, 10 prosent maling, lakk og lim, 10 prosent andre artikler, 5 prosent hushold, 5 prosent innredning og møbel, 5 prosent sport og 5 prosent fritid.



En tekniker som sveiser en robotarm i plastmateriale

I tillegg til de metalliske materialene benyttes det mye plastmaterialer (kunststoffer) i moderne kjøretøyer. Det er flere grunner til at kunststoffene overtar stadig flere bruksområder der det tidligere ble brukt metall.

En vesentlig grunn er at materialene er blitt teknisk mye bedre, samtidig med at økte produksjonshastigheter har redusert enhetskostnadene en god del.

Bilindustrien nyter også godt av de materialene romfartsforskningen har utviklet til bruk i sine prosjekter, prosjekter hvor det er kvaliteten og ikke kostnadene som er viktigst.

Plastmaterialene er dessuten blitt mer reparasjonsvennlige i takt med den økende bruken.

Kjøretøybransjen har solide tradisjoner for å være kreativ når det gjelder å utvikle reparasjonsmetoder for de aktuelle konstruksjonsmaterialene som for eksempel et karosseri består av.

### Bearbeiding av plast

- Plast kan sponskjæres.
- Plast kan sveises med bruk av varmluft.
- Plast kan limes med egnet løsemiddel og spesiallim.
- Termoplast kan varmeformes.
- Plast kan støpes med sprøytestøping som vanligste metode.

# Fordeler med plastmaterialer

Forfatter: Industriskolen

[Fordeler med plastmaterialer \(45063\)](#)



Vi skal nå punktvis gå gjennom de fordelaktige egenskapene plastmaterialene har.

Vi skal nå punktvis gå gjennom de fordelaktige egenskapene som plastmaterialene har.

- **Lav vekt:** [les mer](#)

Tettheten (0,9-2,2g/cm<sup>3</sup>) er bare 15 prosent av stål.

- **Bra styrke:** [les mer](#)

Strekkfastheten er betydelig mindre enn for eksempel ulegert stål. Det trengs derfor et større volum plastmaterialer for at konstruksjonen skal få samme styrke. Noen plastmaterialer (epoksy ca. 300N/mm<sup>2</sup> og polyester ca. 200N/mm<sup>2</sup>) er sterkere enn de andre plastmaterialene og benyttes derfor til karosserideler i bærende konstruksjoner. De såkalte kompositmaterialene oppnår en utrolig styrke ved at en laminerer flere materialer sammen under press.

- **Lav varmeledning:** [les mer](#)

Plastmaterialene har god varmeisolasjon og blir derfor benyttet som isolasjonsmateriale i ulike karosserikonstruksjoner. Ved lokal oppvarming kan plastmaterialene fort oppnå sin egen smeltetemperatur som ikke er mer enn fra 55 til 250 °C.

- **Elektrisk isolator:** [les mer](#)

Plastmaterialene har liten eller ingen elektrisk ledeevne, derfor benyttes de som elektrisk isolasjon i kjøretøyenes elanlegg og som isolerende belegg for elektrolytiske spenninger mellom de ulike metalliske materialene.

- **Mekanisk slitasje:** [les mer](#)

Noen plasttyper tåler mye mekanisk slitasje, og hvis en unngår for store belastninger, kan de oppnå lang levetid. Nylon- og teflonføringer er selvsmørende, og derfor benyttes dette som føringer og lagringer på kjøretøy/chassis  
(nærmere bestemt stabilisatorstag, kingbolter m.m.).

- **Kjemisk motstand:** [les mer](#)

Noen plasttyper har svært god motstand mot kjemikalier. Ulike plasttyper har motstand mot ulike kjemikalier.

- **God korrosjonsmotstand:** [les mer](#)

God korrosjonsmotstand er et av de beste argumentene for å benytte plastmaterialer i karosserikonstruksjoner. Noen karosserikonstruksjoner er bygget med plast som hovedelement.

- **Vibrasjonsdempere:** [les mer](#)

Plastmaterialene har en del av gummiens evner til å dempe vibrasjoner og lyd, noe det alltid vil bli en del av i et kjøretøy. Lyden og vibrasjonene kommer både fra kjøretøyets egne mekaniske elementer og fra veibanen.

- **Farge og form:** [les mer](#)

Plastmaterialer er lette å forme og kan gjennomfarges i ønskede farger (gjelder ikke riktig alle typer). De fleste plasttyper kan overlakkes med vanlige billakkmaterialer hvis det benyttes et spesielt rensemiddel samt myknere og heftgrunning for plast. Plast kan også metalliseres med metaller som krom og nikkel og blir da til forveksling lik metallgjenstander.

- **Reparasjonsvennlighet:** [les mer](#)

Reparasjonsvennligheten er blitt betydelig forbedret ettersom plastmaterialene er blitt utviklet og nå er «vanlige» byggematerialer i flere bransjer.

- **«Miljøvennlighet»:** [les mer](#)

Plastmaterialene er enkle å resirkulere, og dette er blitt mer utbredt også i distrikturen ettersom volumet av plastmaterialer er blitt større. Merking av plastmaterialene er en nøkkel for å få til resirkulering, og på deler og reservedeler av plast er dette blitt standardisert og merking utføres av produsentene. Dette systemet forenkler også eventuelle reparasjoner.

- **Gunstig pris:** [les mer](#)

Plastframstilling krever lavt energibehov. Dessuten gir produksjon i store serier lav kostpris for plastmaterialer.

# Framstilling av plast

Forfatter: Industriskolen

[Framstilling av plast \(124868\)](#)



Plast er fellesnevneren for en stor gruppe kunstig framstilte materialer med ulike kjemiske sammensetninger og bruksområder. Materialene blir ofte kalt kunststoffer med bakgrunn i at de fleste er kunstig framstilte. Plastbenevnelsen kommer av at alle plastmaterialene vil finne seg i det plastiske (formbare) tilstandsområdet under framstillingen.

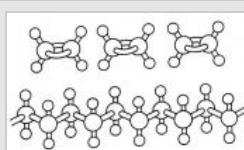
Karakteristisk for alle er at de er bygget opp av svært store molekyler, molekyler som blant annet inneholder grunnstoffet karbon (kjemisk formel C).

Det blir benyttet to hovedmetoder for framstilling av plast, halvsyntetisk og helsyntetisk. Ved begge metodene benytter en seg av kunstig framstilling. I tillegg kommer plast framstilt av naturgummi, basert på naturgummi fra tre.

Ved den halvsyntetiske framstillingen bruker en store molekyler fra naturen og tilpasser dem til formålet. Til denne gruppa hører celluloseplast basert på cellulose i tre og bomull.

Ved den helsyntetiske framstillingen bygger en opp de store molekylene fra mindre enheter. De fleste plasttypene hører til i denne gruppa. Videre er de fleste plasttypene framstilt av hydrokarbonolje, våtgass og kull der grunnstoffet karbon er en viktig bestanddel.

En annen betegnelse for plast med hydrokarboner som opprinnelse er «organisk materiale», i og med at utgangspunktet er rester fra dyr og planter slik jordolje er. De store molekylrekrene dannes ved at enkeltmolekyler (monomerer) knytter seg sammen og danner store kjeder. Denne prosessen kalles polymerisasjon.



Plastmolekyler

Et plastmolekyl kan inneholde fra 1000 til 100.000 atomer.



*Film om plast /*

*video*

<http://ndla.no/nb/node/83327>

Plastmaterialene blir delt inn i to hovedgrupper; termoplast og herdeplast:

- [Herdeplast fra Store Norske Leksikon](#)
- [Termoplast fra Wikipedia](#)

## Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - materiallære plast \(59437\)](#)

Arbeidsoppgave: plast

1. Hva blir plast framstilt av?
2. Hvilke to hovedgrupper deles plast inn i, og hva kjennetegner disse?
3. Hvilke er de mest brukte termoplastene?
4. Hvorfor er plast et mye brukt materiale?
5. Vet du noen ulemper med plast som konstruksjonsmateriale?
6. Nevn noen bruksområder for:
  - a. termoplast
  - b. herdeplast

# Elastomerene – gummi

Forfatter: Industriskolen

[Elastomerene – gummi \(45070\)](#)



Elastomerene finnes både som termoplast og herdeplast, men er som type bedre kjent som gummi.

En fellesegenskap for elastomerene er at de «kan strekkes til minst det doble av sin lengde for så å gå tilbake til samme form etter belastningen».

Gummi er en elastomer, som gjennom vulkaniseringen har fått molekylkjedene bundet sammen med tverrbindinger.

Gummiprodukter framstilles enten fra naturgummi eller kunstig som syntetisk gummi.

Naturgummi blir framstilt av saft fra gummitreet (lateks), som bearbeides videre med syrer til en får rågummi. Deretter går materialet gjennom en vulkaniseringsprosess der det tilsettes svovel. Naturgummi benyttes i bildekk.

Styregummi (forkortet SBR) er et vanlig syntetisk gummimateriale som benyttes i blant annet slanger, dekk, elektriske ledninger, bufferter og fjærelementer.

Fluorgummi har stor motstand mot olje og benyttes i oljebestandige slanger og pakninger.

Nitrilgummi har bra motstand mot organiske løsemidler og benyttes derfor blant annet i hansker.

Vulkanisering er en bearbeidingsprosess (varmeforming 140–180 °C) som former gummien til et sluttprodukt.

Gummi benyttes på mange deler i chassis og karosseripåbygg (slanger, dekk, luftbelger, gummibufferter, fôringer, pakninger osv.). Gummimens elastiske og vibrasjonsdempende egenskaper er bakgrunnen for at materialet benyttes så mye i kjøretøy.

Les mer om

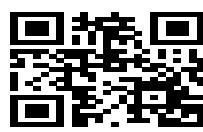
[Gummi fra Store Norske Leksikon](#)



Gummihansker  
Opphavsmann: [morgueFile](#)

Se et eksempel på en

[Bedrift som produserer produkter i gummi](#)



Gummiproduksjon / video  
<http://ndla.no/nb/node/8331>

# Kompositte materialer

Forfatter: Industriskolen

[Komposite materialer \(45065\)](#)



Kompositter er en blanding av ulike materialer. Blandingen gjør at produktet får bedre egenskaper.

## Hva er kompositter?

Materialer som benyttes i en del industriprodukter, er ofte laget av kompositte materialer. Et kompositt er en blanding av ulike materialer. Blandingen gjør at produktet får bedre egenskaper. Komposittmaterialet vil både være sterkere og lettere enn de materialene vi ellers har i dag, avhengig av materialsammensetningen.

Ofte inngår en spesiell varmebehandling som herder produktet.

## Typer kompositter

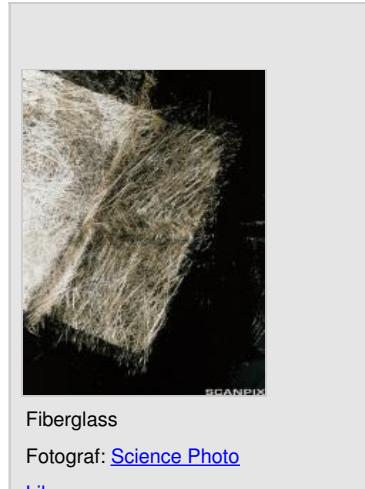
- Armert betong, er også det mest brukte komposittet
- Blanding av glassfiber og herdeplast, der en utnytter plastens formbarhet og glassets stivhet og styrke
- Karbonfiber
- Naturfiber, som er en spesiell fibergruppe som er tatt i bruk igjen industrielt og er etter hvert mye brukt i for eksempel paneler i bilindustrien.

## Hva er plastkompositter?

Komposittmaterialer eller kompositter er en samlebetegnelse for blandingsmaterialer der en utnytter de gode egenskapene til hver av bestanddelene. Et kompositt består av én eller flere kontinuerlige eller diskontinuerlige fibre (armering) innbakt i en fase (plast) kalt matrise.

Glassfiber er et materiale som smeltes og formas til ekstremt fine fibre (glasstråder eller smeltet sand) med en tykkelse på mellom 0,001 og 0,1 mm. Før sammensetting (veving) blir de primet med en primer som legger seg rundt fibrene slik at de ikke brekker.

Glassfiber er mye brukt til å produsere tekstiler, for eksempel matter. Den benyttes også i plastprodukter der en oppnår et sammensatt og



Fiberglass

Fotograf: [Science Photo Library](#)



Glassfiber, SEM

Fotograf: [Science Photo Library](#)

[Film komposite materialer](#)



Kompositbåt

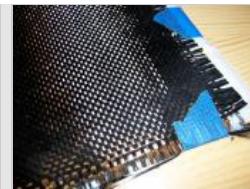
Fotograf: [Industriskolen](#)

ikke minst avstivet materiale kjent som GAP (glassfiberarmert plast) eller som GRP av det engelske "glass-reinforced plastic". En har de siste årene gått over til å kalle materialet GUP (glassfiberarmert umettet polyester).

I midten på 60-årene ble det vanlig å produsere båter i glassfiber. Det ble brukt epoxy herdeplast som ble strøket inn i glassfibervev. En støpeform som bestemte formen på utsiden av båten, ble brukt til et stort antall båter. Det ble mulig å lage båter med former som ikke lignet de tidligere trebåtene.

### Gode grunner til å bruke kompositter

- lav vekt
- høy styrke i forhold til vekten
- stor stivhet i forhold til vekten
- utmerket korrosjonsbestandighet
- gode utmattningsegenskaper
- kan skreddersys for å få riktige materialegenskaper



Komposite materialer

Fotograf: [Industriskolen](#)



Vegaflyging

Opphavsmann: [Gunnar Stette](#)

### Anvendelse av kompositter

- Fly- og romfartsindustrien: space shuttle, vinger, høyde- og sideror, gulv i fly og helikopter og luftinntak
- Bilindustrien: drivakslinger, karosserier, støtfangere og innvendige detaljer
- Marine bruksområder: båtskrog, propellakslinger, propellblader, overbygg
- Sport- og fritid: tennisracketer, golfkøller, sykkelrammer og hjul, ski og skistaver
- Offshore: rør, tanker og beskyttelsestrukturer
- Dekslør på ulike verktøy og maskiner er også ofte laget av komposite materialer.

## Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - materiallære kompositt \(59441\)](#)

Arbeidsoppgaver: kompositt

1. Hvordan definerer man et komposittmateriale?
2. Hva menes med en matrise i sammenheng med komposittmaterialer?
3. Hvorfor bruker vi kompositter?
4. Nevn noen bruksområder for komposittene.

# Glass

Forfatter: Industriskolen  
[Glass \(45071\)](#)



Glass blir framstilt av kalk, sand og soda, og dette smeltes og herdes ved pressing. Herdespenningene øker glassesets styrke flere ganger.

Glass er et materiale som er gjennomsiktig, sterkt og ikke spesielt reaktivt, og på grunn av dette har det mange bruksområder. Glass brukes for eksempel i vinduer, til å drikke av, til oppbevaring av væsker og matvarer, innen kjemi og i karosserikonstruksjoner og kjøretøyer.

Glass blir framstilt av kalk, sand og soda, som smeltes og herdes ved pressing. Herdespenningene øker glassesets styrke flere ganger.



Glassfasade hus

Fotograf: [ViaMoi](#)

Les mer om [Glassmateriale](#)

## Bruk av glass i kjøretøy

Vi skal her se på bruk av glass i karosserikonstruksjoner og kjøretøyer.

Ved bruk i moderne karosserier er det flere krav som stilles til glassene – ikke bare at det skal være god sikt gjennom dem. Egenskapene og kravene kan punktvis opplistes slik:

- Alle ruter skal være «sikkerheitsglass» jf. bestemmelser om kjøretøy.
- Glassene er bærende elementer i karosseriet.
- Glassene skal ha varmeisoleringseffekt.
- Glassene skal filtrere UV-stråler (sollys).
- Glassene skal være en integrert del av formen på karosseriet.
- Noen glassruter i kjøretøyet må kombineres med varmetråder for avisning/kondensfjerning.
- Glassene skal kunne monteres og demonteres uten større vanskeligheter.

## Glasstyper i kjøretøy

I kjøretøylovens § 31-2, beskrives hvilke glassrutetyper som er godkjent i kjøretøy. Her står blant annet:

«Frontvindu skal være av laminert glass. Andre vinduer skal være av laminert eller herdet glass. Vindu, unntatt frontvindu, som skal brukes som nødutgang, skal ikke være av laminert glass. Innvendige vindu og takvindu kan være av plast».

Vi skal nå se på ulike aktuelle glassbenevnelser og det som er karakteristisk for disse glasstypene.

**Herdet glass** [les mer](#)



Mann vasker bilvindu

Herdet glass framstilles ved at det under herdeprosessen benyttes varierende luftavkjøling. En oppnår da at overflaten i en bilrute står under trykkspenning mens kjernen blir seigere. Dette er grunnen til at det ikke oppstår farlige splinter om en rute knuses av en ytre påvirkning. I tillegg opererer en med en annen glasstruktur i spesialherdede frontruter ved å tilvirke et område med grovere bruddstruktur foran føreren. Dette gjør at sikten opprettholdes noe bedre i dette viktige området.

#### Laminert glass [les mer](#)

Laminert glass består av et glassmateriale som ligner mye på herdet glass, men i tillegg er ruten delt i minst to lag med et mellomlegg av PVB-plastfolie imellom. Store ruter i busser har gjerne to lag med PVB-folie mellom glasslagene. Ved skader vil glasset bli knust i små deler, men det blir likevel holdt sammen som en enhet på grunn av den fleksible plastfolien, slik at føreren ikke får bitene slengt over seg. I tillegg vil det være en viss sikt gjennom ruten selv om den er skadet. En laminert frontrute vil med sin fleksibilitet kunne tåle en god del ytre påvirkning og beskytter dem som er i kjøretøyet, mot skade fra for eksempel en uforutsettstein.

#### Farget glass [les mer](#)

For å beskytte mot UV-strålene fra sollyset (synlige) og spesielt IR-strålene (usynlige og varmeutviklende) benyttes farget glass. Innfarget glass demper gjennomstrålingen – spesielt av IR-strålene. Farget glass i kjøretøyets vindusruter gir også et estetisk forbedret utseende.

#### Isolert glass [les mer](#)

Isolert glass benyttes i komfortable busser som i tillegg har kompliserte VVS-anlegg for å innfri økende komfortkrav som stilles til persontransport over lengre avstander. Det benyttes doble ruter som er limt sammen med et tett luftrom imellom.

#### Oppvarmet glass [les mer](#)

Oppvarming av glassene oppnår en ved at det monteres varmetråder av sølvlegering på innsiden av glassruten. Legeringen smeltes på ruten ved hjelp av en varmebehandling. Etterpå blir det lagt på et belegg som beskytter mot oksidering og mekanisk påvirkning.

# Materialprøving

Forfatter: Industriskolen  
[Materialprøving \(44899\)](#)



Materialprøving er noe vi gjør for å kunne beskrive stålets egenskaper, på den måten kan vi vite hvordan det egner seg til ulike formål.

## Hvorfor utfører vi materialprøving?

Som vi alle kjenner til, er dagens konstruksjoner utsatt for belastninger. Tar vi eksempler fra offshoresektoren, vet vi at kravene til styrke og sikkerhet er enorme. For å være sikker på at aktuelle konstruksjoner tåler de påkjenningene de blir utsatt for, må konstruksjonen eller deler av denne testes/prøves i så realistiske situasjoner som mulig.

Før vi setter i gang å produsere en plattform, må alle sveiseforbindelser prosedyrebeskrives, det vil si at en må klarlegge hvilket materiale, hvilke elektroder osv. en skal bruke i de ulike delene. Det samme gjelder for støperiene som leverer gods til offshoresektoren.

En utfører en såkalt "sitetest" av de ulike sveiseforbindelsene. Dette er for å se om rammene som er bestemt, tilfredsstiller aktuelle krav.

Til dette brukes ulike former for materialprøving.

Materialprøving gjør vi for å kunne beskrive stålets egenskaper, slik at vi kan vite hvordan det egner seg til ulike formål. Styrke, hardhet og seighet vil i de fleste tilfellene være avgjørende for hva materialet egner seg til.

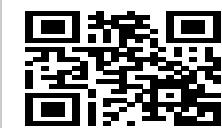
Vi skiller mellom destruktive og ikke-destruktive prøvemetoder.

## Vi skal se på følgende prøvingsmetoder

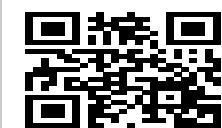
1. strekkprøving
2. hardhetsprøving (Brinell, Rockwell C og Vickers)
3. skårlagprøving
4. bøyeprøving

**Strekkprøving** [les mer](#)

Strekkprøving er en av de viktigste og mest brukte materialprøvingsmetodene. Den gir oss opplysninger om materialets strekkfasthet, dets flytegrense, forlengelse og innsnevring.



Film om  
Materialprøving /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/46386>



Film  
Hardhetsprøving /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/46387>



Prøvestaver  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

**Hardhetsprøving** [les mer](#)

Hardhetsmåling er basert på innstrenging av et objekt (kule, pyramide eller kjegle) i prøvematerialets overflate. De mest vanlige hardhetsprøvemetodene er: Brinell, Rockwell og Vickers. Vi kan si at prinsippet er å trykke et legeme mot et materiale og avlese avtrykket i forhold til tabellmål. Det finnes også prøvemetoder hvor en måler refleksen av et objekt som faller ned mot prøveflaten. Denne metoden etterlater ingen merker på prøveobjektet. Hardheten av et materiale kan defineres som motstand mot plastisk deformasjon.



Bøyeprøving  
Fotograf: [Industriskolen](#)

#### **Brinell hardhetsprøving** [les mer](#)

En kule av herdet stål eller hardmetall med diameter D presses inn i metallt under belastning F. Etter at belastningen er fjernet, måles diameteren d av avtrykket i prøvestykrets overflate. Stålkulen benyttes for materialer med brinellhardhet mindre enn eller lik 350. Hardmetallkulen benyttes for materialer med brinellhardhet mindre enn eller lik 650. Brinellhardheten er proporsjonal med forholdet mellom belastningen og arealet av avtrykket. Enkelt kan en si at brinellmetoden egner seg best for myke materialer og er utvilsomt den metoden som er sikrest og gir minst mulighet for feil. Ved hardheter over 550 HB begynner metoden å bli noe usikker.

#### **Vickersmetoden (HV)** [les mer](#)

Ved vickersprøving blir en diamantpyramide med kvadratisk grunnplan og en toppvinkel på 136° presset inn i prøvestykket med en kraft som kan variere fra noen få gram til 30 Kp (294,3 N). Metoden brukes for prøving av harde metaller. Dersom en hadde brukt brinellmetoden på et hardt materiale og med høyt kuletrykk, ville selve prøvekulen som skal trenge ned i metallt, gå i stykker. Hardheten til et materiale er dets evne til å motstå trykk av et hardere materiale. Et materiale mykt, blir avtrykket stort, er det hardt, blir avtrykket lite.

#### **Charpy – skårlagsprøving** [les mer](#)

Prøvingen består i å slå av en prøvestav med ett enkelt slag av en pendel, ved betingelser som er spesifisert i en aktuell standard. Prøvestaven har et skår på midten og skal være opplagret i begge ender. Den absorberte energien, som bestemmes i joule, er et mål for materialets slagseighet.

#### **Bøyeprøving** [les mer](#)

Prøvemetoden brukes blant annet i forbindelse med godkjenning av prosedyrer for skips- og offshorebransjen. Bøyeprøving benyttes for å kartlegge formbarheten til et materiale, en sveiseforbindelse eller et varmepåvirket område.

Bøyeprøvingen utføres i prøvemaskiner eller presser med følgende innretninger:

- bøyeutstyr med to opplagre og en dor
- bøyeutstyr med en V-blokk og en dor
- bøyeutstyr med spennbakker og dor
- bøyeutstyr med mothold, medbringer og dor

Det er ingen oppvarmingsmuligheter i konverteren. Når oksidasjonsmidlet, som er rent oksygen, blåses ned mot det smelte materialet gjennom en "lanse", oppstår det en kraftig reaksjon som frigjør store mengder varme. Det som skjer, er at oksygenet forbinder seg med forurensningene (brenner dem opp). Disse blir omdannet til gass som unnviker, og dels til slagg som flyter opp. Prosessen kalles "fersking". Under ferskingen blir det gjort kontinuerlige analyser av materialet som nå har blitt til stål. For å få fram bestemte kvaliteter tilsettes legeringselementer.

# Overflatebehandling og korrosjon

Forfatter: Industriskolen

[Overflatebehandling og korrosjon \(58318\)](#)

Produkter i forskjellige typer metaller og tre blir overflatebehandlet for å oppnå beskyttelse og/eller en varig og pen overflate.



Overflatebehandling / video

<http://ndla.no/nb/node/141441>

## Korrosjon

Ordet *korrosjon* kommer av det latinske ordet *corrodere*, som betyr "å gnage i stykker" eller "tære på".

Korrosjon blir definert som "angrep på et materiale gjennom kjemiske, ofte elektrokjemiske, reaksjoner med omgivelsene". Det innebærer at andre materialer enn metall, for eksempel betong, glass og plast, kan utsettes for korrosjon.

Korrosjon, som vi kjenner det, og slik vi skal omtale det her, er at metalliske materialer reagerer med oksygen og vann eller andre stoffer som er i omgivelsene, og danner en kjemisk forbindelse. Denne forbindelsen kjenner vi som rust, irr og misfarging på ulike metaller.

### Hvorfor angår korrosjon oss?

Tidligere var det ikke nødvendig å legge like mye vekt på korrosjon som det vi må gjøre i dag. Maskiner og konstruksjoner var vanligvis kraftigere dimensjonert og mer robuste. Den tekniske utviklingen har imidlertid gjort det mulig å lage mer komplekse konstruksjoner og avansert utstyr. Et viktig bidrag til dette er muligheten til å dimensjonere mer riktig ved hjelp av avanserte dataprogrammer. Strengere krav til materialutnyttelse og økonomi er også faktorer.

Dette har imidlertid ført til at moderne konstruksjoner har mindre marginer når det gjelder korrosjon. Vi kan for eksempel tenke oss hva konsekvensene vil være dersom en bygningskran kollapser i tettbebygget strøk, eller dersom korrosjon i en rørledning fører til et kjernefysisk utslipp.

## Overflatebehandling

Overflatebehandling har fått økt betydning i takt med den industrielle utviklingen. Store konstruksjoner av metall trenger effektiv korrosjonsbeskyttelse for å unngå at det senere oppstår store reparasjonskostnader og mulig fare for liv og helse. Overflatebehandling er særlig viktig for verkstedsindustrien og oljeindustrien.

### Hvorfor overflatebehandle

- teknisk (mekanisk slitasje)
- korrosjon
  - sikkerhet
  - driftsikkerhet
  - økonomi
- dekorativt

Bedrifter som driver med overflatebehandling, er brukere av mange ulike typer kjemikalier. Disse kjemikaliene kan være skadelige for miljø og helse. Derfor er det viktig at alle som arbeider med slike prosesser, overholder regelverket og sørger for at oppdaterte sikkerhetsdatablader er tilgjengelige. Les mer om [HMS - Datablad](#).

[Metallisering les mer](#)

Les mer om [Korrosjon](#) her



Korrosjon

Opphavsmann: [Wikipedia](#)

Du kan bli [Industriell overflatebehandler](#) med Vg1 TIP



Armeringsjern med striper av rust

Fotograf: [Jarl Fr. Erichsen](#)

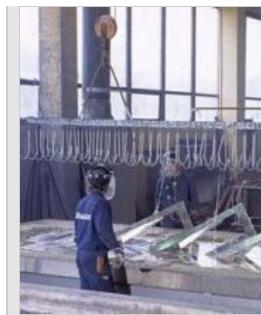
Ved å dekke et metall med et belegg av et annet metall kan vi oppnå en god korrosjonsbeskyttelse, men også en varig, pen overflate med ønskede egenskaper for eksempel når det gjelder friksjon og slitasje.

Metallisering blir hovedsakelig utført med tre ulike metoder:

- elektrolyttisk belegging
- sprøyting
- varmdyppling

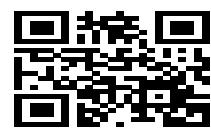
Belegget kan være av flere ulike metaller, for eksempel:

- kobber
- nikkel
- krom
- sink
- bly
- tinn



Kjemisk  
overflatebehandling  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

[Les mer om](#)



Kjemisk  
overflatebehandling  
/ fil  
<http://ndla.no/nb/node/96898>

#### **Eloksering [les mer](#)**

Ved eloksering, eller anodisering, forvandles metallets overflate til et oksidbelegg ved hjelp av elektrolyse.

Dette er en elektrokjemisk prosess som stabiliserer metallet mot videre oksidering og korrosjon. Vi får også en glattere og hardere overflate. Oksidsjiktet kan også farges ved at det tilsettes fargepigmenter i elektrolysebadet.

Anodisering i svovelsyre er den vanligste formen for eloksering brukt for dekorative formål. Aluminiumprofilene eller -platene dypes i et elektrolysebad med svovelsyre. Godset som skal beskyttes, kobles som anode. Som katode brukes bly eller aluminium.

Temperaturen som benyttes ved prosessen, bestemmer kvaliteten på oksidbelegget. Lav temperatur er best, fordi det blir minst porer. Men ønsker en å lakkere og farge overflaten etterpå, kan porene være en fordel, for malingen fester seg bedre til underlaget.

Det er organisk pigmentfarge som benyttes når porene fylles etterpå. Da kan vi velge og vrake i farger.

Den mest varige fargen lager vi direkte under anodiseringen ved å velge syrer som gir en bestemt mineralsk oksidfarge. Fargeutvalget her er derimot svært begrenset.

Velger vi å legge fargen på elektrolytisk, kan vi velge i nyanser i brunt, fra champagne til svart. Beleggtykkelsen varierer fra 3/1000 mm og nedover.



Overflatebehandling tre,  
Maxbo  
Opphavsmann: [Maxbo](#)

[Les mer om](#)  
[Overflatebehandling av tre](#)



Rusthindrende malings  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

#### **Maling [les mer](#)**

Rusthindrende maling er den vanligste formen for korrosjonsbeskyttelse. Et malingssystem består av:

- grunningsmaling
- dekkmalings

Malingen består hovedsakelig av bindemidler, pigmenter, løsemidler og tynningsmidler.

Grunningsmalingen inneholder bindemidler som binder pigmentene til underlaget og gir god heft for dekkmalingen. Den kan også inneholde såkalte aktive pigmenter eller korrosjonsinhibitorer. Dette kan for eksempel være sinkpulver, som gir en katodisk beskyttelse mot korrosjon.

Dekkmalingens hovedoppgave er å beskytte overflaten mot inntrenging av vann, smuss og sollys samt mot mekanisk slitasje.

Før maling er det viktig at overflaten er avfettet og rengjort for korrosjon. En kan gjerne benytte blåserensning fordi overflaten blir mer ru og gir bedre feste for malingen.

# Sponfraskillende bearbeiding

Forfatter: Industriskolen

[Sponfraskillende bearbeiding \(55445\)](#)

Sponfraskillende bearbeiding er et fellesnavn på prosessen som sørger for å fjerne materiale (spon) fra arbeidsstykker. Når du skal lage et produkt i metall eller stål, har du behov for utstyr som er i stand til å skjære i disse materialene.



Sponfraskillende bearbeiding / video

<http://ndla.no/nb/node/55409>

Sponfraskillende bearbeiding er et fellesnavn på prosessen som sørger for å fjerne materiale (spon) fra arbeidsstykker. Prosesen blir utført av maskiner med ett eller flere skjærende verktøy som skjærer seg inn i materialet og skjærer løs spon. Det blir stilt store krav til det skjærende verktøyet som må tåle høy varme og slitasje.

Maskinene kan være manuelt stykte (konvensjonelle) maskiner, men også datastykte maskiner som kalles CNC (Computer Numerical Control).

Maskinene som brukes ved sponfraskillende bearbeiding, er: dreiebenker, fresemaskiner, bormaskiner, sager og slipemaskiner. Maskinene har flere bearbeidingsmetoder. I dreiebenken roterer arbeidstykket, og det skjærende verktøyet er fastspent i en verktøyholder. I de andre maskinene er det skjæreværktøyet som roterer, mens arbeidsstykket er fastspent.



Dreiling



Dreiling: Metallarbeider  
justerer kontrollene på en  
CNC (Computer Numerical  
Control) dreiebenk



/  
<http://ndla.no/nb/node/>

# Filing og sawing

Forfatter: Industriskolen  
[Filing og sawing \(54230\)](#)

Filing og sawing er eksempler på tradisjonelle bearbeidingsmetoder som kan gjøres både med maskin og for hånd

## Filing

Filing er den eldste avsponingsmetoden vi kjenner til. I dagens industri brukes filing i mindre grad, da maskinelt utstyr har overtatt for det arbeidet en tidligere benyttet fil til. Men i mange situasjoner er filing et aktuelt verktøy. Når vi bruker en fil, skal vi ha trykk på filen når vi fører den framover, og avlaste trykket når vi fører den tilbake.

Filene deles inn etter form og størrelse og har navn etter fasongen på filen. En enkelthugget fil benyttes til finfiling og en dobbelhugget til grovfiling. De fleste filene blir levert i tre ulike grovheter: grov - middels - fin.

## Sawing

Sawing gjøres i maskiner og for hånd. For de fleste arbeidsoppgaver er sawing nødvendig, for materialer minst mulig svinn. Både maskinelle sager og håndsager blir benyttet.

Båndsagen er den mest brukte maskinelle sagen.

## Håndsaging

Vi sier at sawing er en sponfraskillende bearbeidingsmetode hvor en benytter rettlinjede eller roterende skjærebevegelser utført av et verktøy. På bildet ser vi en håndsag (baufilbue) som benyttes til skjæring av en rekke materialer. Husk at tennene som regel skal peke framover, og at du skal legge trykk på buen når du fører bladet i skjæreretningen. Det kan hende at tennene må peke bakover, det hele kommer an på hvilken oppgave som skal utføres. En regel som du må følge, er: Minst tre tenner skal være i inngrep samtidig, ellers blir belastningen per tann så stor at tennene på bladet knekker.



Filtyper

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Båndsag

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Baufil

Fotograf: [Mattis Sandblad](#)

# Boring

Forfatter: Industriskolen  
[Boring \(55404\)](#)

Boring er kanskje den vanligste av alle bearbeidingsmetodene. Metoden ligner mye på dreiling og fresing, men både det å skille spon ut fra hullet og det å transportere spon bort er vanskeligere. Derfor må vi være ekstra nøye med at boreverktøyet både har riktige vinkler og riktig form.



## Boring og sliping av bor / video

<http://ndla.no/nb/node/55408>

Boring omfatter alle metoder som utføres ved sponfraskjærende verktøy, og som lager runde hull i et arbeidsstykke. Andre metoder kan være brotsjing, forsenking og gjenging.

For å få full forståelse for valg av skjæredata relatert til materialer er det viktig at du har tilgang til skjæretabeller, materialer og maskiner.

### Definisjoner ved boring

Spindelhastigheten ( $n$ ) er hastigheten på den spindelen hvor boret sitter, og uttrykkes i omdreininger per minutt.

Skjærehastigheten ( $vc$ ) oppgis i meter per min (m/min). Denne hentes fra tabeller, men kan også enkelt beregnes når en kjenner antall omdreininger per minutt som boret har.

Matingshastigheten ( $vf$  – i mm/min) er verktøyets mating mot arbeidsstykket, alternativt arbeidsstykrets mating mot verktøyet, uttrykt i lengde per tidsenhet.

Mating per omdreining ( $f$  – i mm/omdr) uttrykker verktøyets forflytting i løpet av en omdreining og anvendes ved beregning av mating av verktøyet.

### Spissvinkel og spiralvinkel på bor

De fleste borene har to sponkanaler og to skjærende egger. Borespon evakueres via sponkanalene. Sponbrytingen påvirkes av arbeidsstykrets materiale, verktøygeometri, skjærehastighet, mating og valg av skjærevæske.

Som hovedregel gjelder det at økende mating og/eller minsket skjærehastighet gir korte borespon. En sponlengde er akseptabel så lenge den kan transporteres ut gjennom sponkanalene på boret uten problemer.

### Sponvinkelen

Sponvinkelen er størst ute ved skjæreggen og minsker fra periferien mot borets sentrum. På grunn av at skjærehastigheten minsker fra periferien mot borets sentrum, der den er null, vil den skjærende eggjen arbeide ineffektivt ved borespissen.

Det som skjer, er at borespissen presses og skaver bort materiale. I stedet for å skjære dette bort, skjer det en plastisk deformasjon, da sponvinkelen er negativ og skjærehastigheten går mot null.

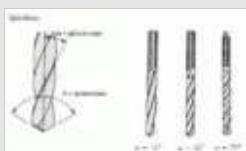
Se figur.



Boring og innvendig gjenging / video  
<http://ndla.no/nb/node/55407>



Høyhastighetsboring med kjøling / video  
<http://ndla.no/nb/node/55406>



Spissvinkel og spiralvinkel på bor  
Opphavsmann: [Sandvik Coromant](#)

Denne presserende effekten gir opphav til en relativt høy aksial kraftkomponent som ikke kan utnyttes, men som kan føre til at arbeidsstykket fjærer eller bøyer seg. Dette problemet kan en unngå ved å slipe boret på en spesiell måte, slik at tverrskjærrets lengde reduseres.

Borestørrelse	Skjærehastighet	Borestørrelse	Skjærehastighet
Ø 10	100	Ø 16	100
Ø 12	100	Ø 18	100
Ø 14	100	Ø 20	100
Ø 16	100	Ø 22	100
Ø 18	100	Ø 24	100
Ø 20	100	Ø 26	100
Ø 22	100	Ø 28	100
Ø 24	100	Ø 30	100
Ø 26	100	Ø 32	100
Ø 28	100	Ø 34	100
Ø 30	100	Ø 36	100
Ø 32	100	Ø 38	100
Ø 34	100	Ø 40	100
Ø 36	100	Ø 42	100
Ø 38	100	Ø 44	100
Ø 40	100	Ø 46	100
Ø 42	100	Ø 48	100
Ø 44	100	Ø 50	100
Ø 46	100	Ø 52	100
Ø 48	100	Ø 54	100
Ø 50	100	Ø 56	100
Ø 52	100	Ø 58	100
Ø 54	100	Ø 60	100
Ø 56	100	Ø 62	100
Ø 58	100	Ø 64	100
Ø 60	100	Ø 66	100
Ø 62	100	Ø 68	100
Ø 64	100	Ø 70	100
Ø 66	100	Ø 72	100
Ø 68	100	Ø 74	100
Ø 70	100	Ø 76	100
Ø 72	100	Ø 78	100
Ø 74	100	Ø 80	100
Ø 76	100	Ø 82	100
Ø 78	100	Ø 84	100
Ø 80	100	Ø 86	100
Ø 82	100	Ø 88	100
Ø 84	100	Ø 90	100
Ø 86	100	Ø 92	100
Ø 88	100	Ø 94	100
Ø 90	100	Ø 96	100
Ø 92	100	Ø 98	100
Ø 94	100	Ø 100	100
Ø 96	100	Ø 102	100
Ø 98	100	Ø 104	100
Ø 100	100	Ø 106	100
Ø 102	100	Ø 108	100
Ø 104	100	Ø 110	100
Ø 106	100	Ø 112	100
Ø 108	100	Ø 114	100
Ø 110	100	Ø 116	100
Ø 112	100	Ø 118	100
Ø 114	100	Ø 120	100
Ø 116	100	Ø 122	100
Ø 118	100	Ø 124	100
Ø 120	100	Ø 126	100
Ø 122	100	Ø 128	100
Ø 124	100	Ø 130	100
Ø 126	100	Ø 132	100
Ø 128	100	Ø 134	100
Ø 130	100	Ø 136	100
Ø 132	100	Ø 138	100
Ø 134	100	Ø 140	100
Ø 136	100	Ø 142	100
Ø 138	100	Ø 144	100
Ø 140	100	Ø 146	100
Ø 142	100	Ø 148	100
Ø 144	100	Ø 150	100
Ø 146	100	Ø 152	100
Ø 148	100	Ø 154	100
Ø 150	100	Ø 156	100
Ø 152	100	Ø 158	100
Ø 154	100	Ø 160	100
Ø 156	100	Ø 162	100
Ø 158	100	Ø 164	100
Ø 160	100	Ø 166	100
Ø 162	100	Ø 168	100
Ø 164	100	Ø 170	100
Ø 166	100	Ø 172	100
Ø 168	100	Ø 174	100
Ø 170	100	Ø 176	100
Ø 172	100	Ø 178	100
Ø 174	100	Ø 180	100
Ø 176	100	Ø 182	100
Ø 178	100	Ø 184	100
Ø 180	100	Ø 186	100
Ø 182	100	Ø 188	100
Ø 184	100	Ø 190	100
Ø 186	100	Ø 192	100
Ø 188	100	Ø 194	100
Ø 190	100	Ø 196	100
Ø 192	100	Ø 198	100
Ø 194	100	Ø 200	100
Ø 196	100	Ø 202	100
Ø 198	100	Ø 204	100
Ø 200	100	Ø 206	100
Ø 202	100	Ø 208	100
Ø 204	100	Ø 210	100
Ø 206	100	Ø 212	100
Ø 208	100	Ø 214	100
Ø 210	100	Ø 216	100
Ø 212	100	Ø 218	100
Ø 214	100	Ø 220	100
Ø 216	100	Ø 222	100
Ø 218	100	Ø 224	100
Ø 220	100	Ø 226	100
Ø 222	100	Ø 228	100
Ø 224	100	Ø 230	100
Ø 226	100	Ø 232	100
Ø 228	100	Ø 234	100
Ø 230	100	Ø 236	100
Ø 232	100	Ø 238	100
Ø 234	100	Ø 240	100
Ø 236	100	Ø 242	100
Ø 238	100	Ø 244	100
Ø 240	100	Ø 246	100
Ø 242	100	Ø 248	100
Ø 244	100	Ø 250	100
Ø 246	100	Ø 252	100
Ø 248	100	Ø 254	100
Ø 250	100	Ø 256	100
Ø 252	100	Ø 258	100
Ø 254	100	Ø 260	100
Ø 256	100	Ø 262	100
Ø 258	100	Ø 264	100
Ø 260	100	Ø 266	100
Ø 262	100	Ø 268	100
Ø 264	100	Ø 270	100
Ø 266	100	Ø 272	100
Ø 268	100	Ø 274	100
Ø 270	100	Ø 276	100
Ø 272	100	Ø 278	100
Ø 274	100	Ø 280	100
Ø 276	100	Ø 282	100
Ø 278	100	Ø 284	100
Ø 280	100	Ø 286	100
Ø 282	100	Ø 288	100
Ø 284	100	Ø 290	100
Ø 286	100	Ø 292	100
Ø 288	100	Ø 294	100
Ø 290	100	Ø 296	100
Ø 292	100	Ø 298	100
Ø 294	100	Ø 300	100
Ø 296	100	Ø 302	100
Ø 298	100	Ø 304	100
Ø 300	100	Ø 306	100
Ø 302	100	Ø 308	100
Ø 304	100	Ø 310	100
Ø 306	100	Ø 312	100
Ø 308	100	Ø 314	100
Ø 310	100	Ø 316	100
Ø 312	100	Ø 318	100
Ø 314	100	Ø 320	100
Ø 316	100	Ø 322	100
Ø 318	100	Ø 324	100
Ø 320	100	Ø 326	100
Ø 322	100	Ø 328	100
Ø 324	100	Ø 330	100
Ø 326	100	Ø 332	100
Ø 328	100	Ø 334	100
Ø 330	100	Ø 336	100
Ø 332	100	Ø 338	100
Ø 334	100	Ø 340	100
Ø 336	100	Ø 342	100
Ø 338	100	Ø 344	100
Ø 340	100	Ø 346	100
Ø 342	100	Ø 348	100
Ø 344	100	Ø 350	100
Ø 346	100	Ø 352	100
Ø 348	100	Ø 354	100
Ø 350	100	Ø 356	100
Ø 352	100	Ø 358	100
Ø 354	100	Ø 360	100
Ø 356	100	Ø 362	100
Ø 358	100	Ø 364	100
Ø 360	100	Ø 366	100
Ø 362	100	Ø 368	100
Ø 364	100	Ø 370	100
Ø 366	100	Ø 372	100
Ø 368	100	Ø 374	100
Ø 370	100	Ø 376	100
Ø 372	100	Ø 378	100
Ø 374	100	Ø 380	100
Ø 376	100	Ø 382	100
Ø 378	100	Ø 384	100
Ø 380	100	Ø 386	100
Ø 382	100	Ø 388	100
Ø 384	100	Ø 390	100
Ø 386	100	Ø 392	100
Ø 388	100	Ø 394	100
Ø 390	100	Ø 396	100
Ø 392	100	Ø 398	100
Ø 394	100	Ø 400	100
Ø 396	100	Ø 402	100
Ø 398	100	Ø 404	100
Ø 400	100	Ø 406	100
Ø 402	100	Ø 408	100
Ø 404	100	Ø 410	100
Ø 406	100	Ø 412	100
Ø 408	100	Ø 414	100
Ø 410	100	Ø 416	100
Ø 412	100	Ø 418	100
Ø 414	100	Ø 420	100
Ø 416	100	Ø 422	100
Ø 418	100	Ø 424	100
Ø 420	100	Ø 426	100
Ø 422	100	Ø 428	100
Ø 424	100	Ø 430	100
Ø 426	100	Ø 432	100
Ø 428	100	Ø 434	100
Ø 430	100	Ø 436	100
Ø 432	100	Ø 438	100
Ø 434	100	Ø 440	100
Ø 436	100	Ø 442	100
Ø 438	100	Ø 444	100
Ø 440	100	Ø 446	100
Ø 442	100	Ø 448	100
Ø 444	100	Ø 450	100
Ø 446	100	Ø 452	100
Ø 448	100	Ø 454	100
Ø 450	100	Ø 456	100
Ø 452	100	Ø 458	100
Ø 454	100	Ø 460	100
Ø 456	100	Ø 462	100
Ø 458	100	Ø 464	100
Ø 460	100	Ø 466	100
Ø 462	100	Ø 468	100
Ø 464	100	Ø 470	100
Ø 466	100	Ø 472	100
Ø 468	100	Ø 474	100
Ø 470	100	Ø 476	100
Ø 472	100	Ø 478	100
Ø 474	100	Ø 480	100
Ø 476	100	Ø 482	100
Ø 478	100	Ø 484	100
Ø 480	100	Ø 486	100
Ø 482	100	Ø 488	100
Ø 484	100	Ø 490	100
Ø 486	100	Ø 492	100
Ø 488	100	Ø 494	100
Ø 490	100	Ø 496	100
Ø 492	100	Ø 498	100
Ø 494	100	Ø 500	100

Eksempler på noen  
vinkler og materialer

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Borestørrelse	Ø 10	Ø 16	Ø 22	Ø 28	Ø 34	Ø 40	Ø 46	Ø 52	Ø 58	Ø 64	Ø 70	Ø 76	Ø 82	Ø 88	Ø 94	Ø 100
Skjærehastighet	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ø 12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ø 14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ø 18	100	100	100	100	100											

# Sliping

Forfatter: Industriskolen  
[Sliping \(82532\)](#)

Sliping er en viktig prosess innen moderne industri. Bruken er alt fra grovsliping ved rensing av støpegodset til finbearbeiding hvor hensikten er å gi produkter en pen overflate. For å lykkes innen de forskjellige områdene er det behov for forskjellige typer slipemateriell, slipeverktøy samt ikke minst kunnskap om hvordan dette utstyret skal benyttes for å oppnå ønsket resultat.



Aktuelle slipemetoder / video  
<http://ndla.no/nb/node/55410>

Forbedring av effektivitet og arbeidsmiljø ved slipingen har tradisjonelt ikke vært i søkelyset. Dette skyldes i noen tilfeller at slipingen blir ansett som et nødvendig onde og dermed ikke som en oppgave som gir produktet vesentlig verdiøkning. Det riktige ved denne vinklingen er at sliping ofte kan tilbakeføres til problemer ved tidligere trinn i produksjonen. Behovet for sliping vil dermed kunne reduseres eller fjernes ved å forbedre tidligere produksjonstrinn. Imidlertid kan å rette oppmerksomheten mot tidligere produksjonstrinn forhindre at vi sørger for en forbedring av slipeprosessen. Hvis vi skal forbedre slipingen, må vi først ha oversikt over hvorfor produkter må slipes. Følgende oppgaver handler om vanlige faguttrykk:

Avggrading

Fjerning av små gjenstående grader etter for eksempel maskinering eller enkel avrunding av kanter (ikke spesielle krav til radius).

Rensing:

Grovbearbeiding hvor hensikten er å fjerne overflødig materiale etter støping eller sveising. Det fjernes større materialmengder, men det er ikke spesielle krav til sluttgeometri eller overflatekvalitet.

Overflaterensing:

Fjerning av belegg og forurensninger på produktets overflate. Hensikten er kun å rense overflaten på produktet, og det er ikke spesielle krav til overflatekvalitet. Sveising av rene flater gir for eksempel et bedre sveiseresultat.

Glatting/polering:

Glatting av produktets overflate til en gitt overflatekvalitet.

Dimensjonssliping:

Sliping av produkter til en gitt sluttfasong.

Aktuelle filmer fra YouTube:

[Båndsliper](#)

[Håndholdt slipemaskin](#)



Benkeslipemaskin

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



En arbeider sliper et metallstykke

Fotograf: [Matthias Rietschel](#)

I mange tilfeller må slipeoppgaven løses i flere trinn. Det startes med rensing som etter hvert går over til dimensjonssliping og glattning. Disse oppgavene er mest komplisert å automatisere – spesielt hvis produktene er store.

På den annen side gir moderne slipemateriell også muligheten til å slå sammen flere trinn i slipeoppgaven. Ved for eksempel overflaterensing kan vi bruke slipemateriell som fjerner belegget effektivt samtidig som det gir ønsket slutt-kvalitet på overflaten.

Kostnadsreduksjonen vil i slike tilfeller være åpenbar til tross for at det kanskje må brukes slipemateriell med en høyere pris per enhet. Det bør derfor legges inn arbeid for en kontinuerlig forbedring av slipingen både når det gjelder utforming av produkt, sluttkvalitet og, ikke minst, utprøving av slipemateriell.

### Grunnleggende om slipemateriell

For å forbedre slipeprosessen, og ikke minst automatisere den, er en god forståelse av de grunnleggende mekanismene i prosessen helt nødvendig. I prinsippet består slipemateriellet av tre hovedkomponenter: slipekorn («grain»), bindemiddel og porer. Slipekornene er skjæreverktøyet som fjerner materialet fra arbeidsstykket i form av små spon. Bindemiddelet holder slipekornene på plass. Porene har som funksjon å sørge for plass til sponene i det slipekornene fjerner dem fra arbeidsstykket.

Slipekornene sløves etter hvert som de avvirker materiale fra arbeidsstykket. Dette gjør at friksjonskraftene mot hvert korn øker. Hvis slipemateriellet har riktige betingelser, vil slipekornet enten forsvinne eller sprekke når det begynner å bli sløvt slik at nye skarpe egger kommer fram. Dette er en helt grunnleggende mekanisme i slipeprosessen og kalles selvkjerpning.

Hvis vi har valgt for hardt slipemateriell, vil ikke kornene løsne eller sprekke når de blir sløve. Dette gjør at friksjonskraftene og temperaturen øker, og materiale fra arbeidsstykket begynner å klebe seg fast til slipematerialet. Denne klebingen gjør at avvirkningsprosessen stopper og slipemateriellet må byttes ut eller skjerves.

Selv om riktig slipemateriell er valgt, er det ingen garanti for et godt resultat siden riktig slipekraft og slipehastighet også er avgjørende. Vi er som nevnt avhengig av at slipekraft og slipehastighet er innenfor bestemte grenser for å få et godt sliperesultat. Er slipekraften for liten, oppstår som nevnt klebing. Er slipekraften for stor, overbelastes slipemaskinen. Samtidig er vi ved en gitt slipekraft avhengig av en minimum slipehastighet for å unngå at overflaten på arbeidsstykket blir overoppphetet eller blåfarget. I tillegg vil vi ha en maksimum slipehastighet avhengig av utstyret som benyttes, til å bevege slipemaskinen. Slipemateriellet kan ha forskjellige egenskaper. Disse bestemmes av følgende parametere:

- type bindemiddel
- kornstørrelse
- korntype
- hardhet
- struktur

### Noen viktige råd ved valg og bruk av slipemateriell ved håndholdt sliping:

- Benytt fleksibelt slipemateriell i størst mulig grad. Disse støver mindre og gir en mykere sliping, med mindre fysisk belastning av operatøren, enn de harde.
- Sjekk energitilførsel (luft, elektrisitet) jevnlig slik at slipemaskinen har det riktige turtalet og den riktige ytelsen. Innfør gode rutiner på ut- og innlevering av slipemateriell.
- Gi god opplæring til operatørene slik at de kjenner egenskapene til slipemateriellet og dermed kan bruke dem riktig. Dette gir bedre slipekvalitet og mindre helsebelastning. • Etabler rutiner for aktiv og systematisk testing av nytt slipemateriell.



Sliping av knivblad.

Ophavsmann:

[Industriskolen](#)



Stålarbeider med

vinkelsliper

Fotograf: [Bryan F. Peterson](#)



Sliping med båndsliper.

Ophavsmann:

[Industriskolen](#)



Boring og sliping av  
bor / video

<http://ndla.no/nb/node/55408>

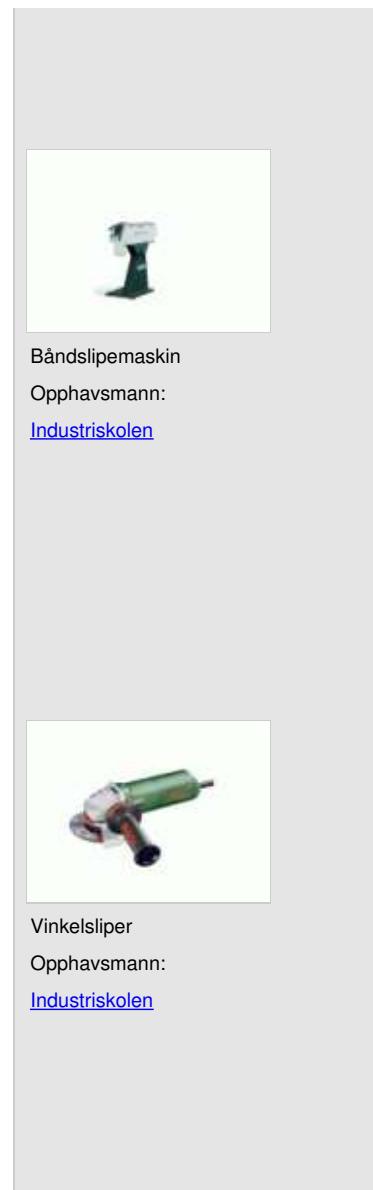


/

<http://ndla.no/nb/node/>

## Håndverktøy

Håndsliping er fremdeles den mest fleksible formen for sliping. Normalt har slipemaskinene en effekt mellom 0,1 og 4,5 kW. Slipemaskinene kan drives både elektrisk og med trykkluft. Tidligere var elektriske håndverktøy foretrukket ved tyngre sli- peoppgaver på grunn av best ytelse. Utviklingen av de nye turbinmaskinene har i de senere årene gjort de trykkluftdrevne håndverktøyene vel så attraktive, ikke minst på grunn av høy ytelse og svært god vibrasjonsdemping. Fordelen med de elektriske maskinene er den lette tilgangen på elektrisk strøm. Dette gjør de elektriske maskinene attraktive, for eksempel inne i skipsskrog, der det er tungt å trekke med seg trykkluftsslanger.



Båndslipemaskin

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

## Hovedgruppene for håndverktøy er:

- vinkelslipere
- rettslipere
- båndslipere

I tillegg benyttes andre verktøy som meiselhammer, slegge m.m. Alt etter anvendelsen kan det monteres forskjellige slipemateriell på disse håndverktøyene.

Kvaliteten på håndverktøyene er svært viktig både for produktiviteten til og belastningen på operatøren. Den totale lønnsomheten i å satse på gode verktøy har blitt klarere den senere tid på grunn av økt produktivitet, redusert sykefravær og mer motiverte operatører.



Vinkelslider

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

## Viktige faktorer ved bruk og valg av håndverktøy:

- Håndtaket bør være ergonomisk tilpasset (tykkelse, lengde, grep) og omsluttet med et mykt materiale som gir et godt grep og demper vibrasjonene.
- Verktøyet bør ha riktig tyngde slik at ønsket slipekraft kan oppnås uten at operatøren blir utsatt for unødig stor belastning. Dette forutsetter selvsagt at slipekraften virker hovedsakelig nedover i tyngdefeltet.
- Den kalde eksosluften fra trykkluftdrevne slipemaskiner bør ledes bort slik at den ikke kjøler ned hendene til operatøren. Dette kan forsterke risikoen for vibrasjonsskader.
- Håndverktøyet bør ha en form for demping eller utbalansering av kast i slipeskiven for å redusere risikoen for vibrasjonsskader.
- Velg verktøy som gir minimalt med støy, stov og oljedamp.

## **Merking, saging, sliping og boring av et arbeidsstykke**

Forfatter: Rune Mathisen

[Merking, saging, sliping og boring av et arbeidsstykke \(124769\)](#)



I denne videoserien får du se hvordan du utfører korrekt merking, saging, filing og boring. Du kan følge videoene fra start til slutt og gjøre det samme selv på verkstedet.



Sage- og fileøvelse "Klossen" (Trinn 1) / video

<http://ndla.no/nb/node/124761>



Sage- og fileøvelse "Klossen" (Trinn 2) / video

<http://ndla.no/nb/node/124762>



Sage- og fileøvelse "Klossen" (Trinn 3) / video

<http://ndla.no/nb/node/124763>

# Fresing

Forfatter: Industriskolen

[Fresing \(54211\)](#)



Prinsippet for fresing er at arbeidsstykket mates mot det roterende verktøyet. Dette kan utføres på to måter, avhengig av hvordan verktøyet roterer i forhold til arbeidstykket.

Prinsippet for fresing er en koordinert bevegelse mellom et roterende flerskjæringsverktøy og et arbeidsstykke i bevegelse. I dag har utviklingen kommet så langt at verktøyet kan mates mot arbeidsstykket i nesten alle retninger.

Freseverktøyet har flere skjæreegger, og hver egg fjerner en viss mengde materiale. Fresing er en meget effektiv bearbeidingsmetode som også kan brukes på fine overflater, og som gir nøyaktighet og stor fleksibilitet når ulike former skal tilvirkes.

Arbeidsstykket mates mot det roterende verktøyet. Dette kan utføres på to måter, avhengig av hvordan verktøyet roterer i forhold til arbeidsstykket. Arbeidsstykket mates enten med eller mot rotasjonsretningen, noe som først og fremst påvirker starten og slutten av inngrepet.

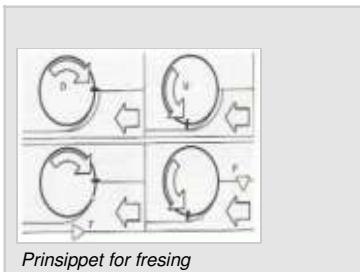
**Medfresing (D)** er når arbeidsstykket mates i samme retning som fresens rotasjonsretning i skjæreområdet. Spontykkelsen reduseres fra starten av skjæreforløpet og er null i slutten av inngrepet.

**Motfresing (U)** er når arbeidsstykkets matingsretning er motsatt av fresens rotasjonsretning i skjæreområdet. Spontykkelsen går fra null i starten av skjæreforløpet og øker i tykkelse mot slutten av inngrepet.

Motfresing er å foretrekke under forutsetning av at maskin, fikstur og arbeidsstykke tillater denne metoden.

Medfresing stiller krav til prosessen der krefter strever etter å dra fresen fram samtidig som arbeidsstykket holdes nede.

Dette krever at maskinen er helt "glippfri". Hvis bordet med arbeidsstykket er bevegelig, bør motfresing velges.



Prinsippet for fresing  
Opphavsmann: [Sandvik Coromant](#)

Lær mer om

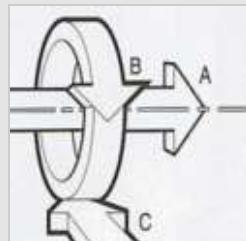
[Manuell fresemaskin](#)

Her kan du se flere filmen som omhandler fresing og forkjellige fres: [Filmer fresing](#)

[Sandvik Coromant](#) er en stor leverandør av maskiner og utstyr for dreiling, fresing og annen skjæreteknikk

Grunnleggende teori	
Definisjoner og betegnelser fresing	
• $D_s$ = den skjærende diameter	1 mm
• $a_s$ = skjærergets akslett	1 mm
• $a_r$ = inngrepsbredden/radiell	1 mm
• $V_s$ = skjærerhastighet	1 m/min.
• $n_s$ = skjærerhastighet	1 rev/min.
• $z_s$ = totalt ant. skjærepper	1 stk.
• $t_s$ = matting pr. skjærepp	1 mm
• $t_r$ = matting pr. omdr.	1 mm
• $v_m$ = matingshastighet (bordmatting)	1 m/min.
• $h_m$ = middelsponstykkele	1 mm
• $z_e$ = antall effektive egger	1 stk.

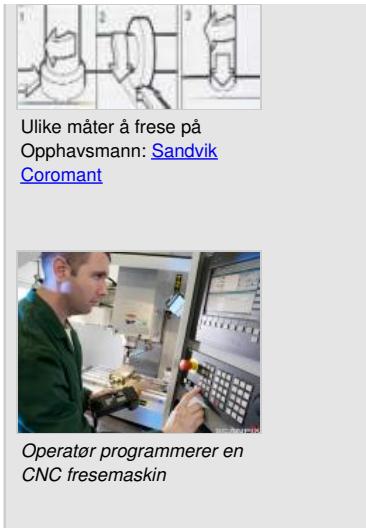
Definisjoner fresing  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Freserretninger  
Opphavsmann: [Sandvik Coromant](#)

## Horizontal- og vertikalfresing

Når vi spenner opp freseverktøyet horisontalt (vannrett), utfører vi horisontalfresing. De mest brukte fresertypene ved horisontalfresing er bladfreser, skivefreser, valsefreser og fasongfreser.



Når vi spenner opp freseverktøyet vertikalt (loddrett), utfører vi vertikalfresing. De mest brukte fresertypene ved vertikalfresing er endeplanfreser, pinnefreser og sporfreser.

## Fresheretninger

Det finnes mange fresemetoder, og det er viktig å skille mellom ulike matingsretninger, noe som har sammenheng med verktøyets rotasjonsaksel. Se bilde: (A) er den aksiale retningen, (B) er den radiale retningen, mens (C) er den tangentiale retningen.

Forklaring til bilde: Ved planfresing (1) utføres bearbeidingen hovedsakelig av skjæreeggene på verktøyets periferi, men i en viss grad også av eggene på verktøyets endeflate. Verktøyets rotasjonsretning danner rett vinkel med den radiale matingen.

Ved valsefresing (2) anvendes de skjærende eggene på verktøyets periferi. Verktøyet roterer rundt en aksel som er

parallel med den tangentiale matingen. Aksialfresing (3) anvendes ved bearbeiding av fordypninger eller spor der fresen borer seg ned og så går over til fresing. Den aksialt matende fresen må ha egger over verktøyets sentrum for å utføre et skjærende forløp.

## Filmer om fresing

Forfatter: Industriskolen

[Filmer om fresing \(62684\)](#)

Her finner du en rekke filmer som omhandler fresing.



Fresing av skrustikke / video

<http://ndla.no/nb/node/55401>



Fresing av spor på støttebukk / video

<http://ndla.no/nb/node/55402>



Planfres / video

<http://ndla.no/nb/node/55398>



Kombinasjonsfres / video

<http://ndla.no/nb/node/55399>

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - sponbearbeiding fresing \(59465\)](#)

Arbeidsoppgave: fresing

1. Hvilke tre typer fresere kjenner du?
2. Hva kaller vi bearbeidingsmetoden når fresing utføres?
3. Hvordan er freseverktøyet oppspent når det freses horisontalfresing?
4. Hvilke fresetyper er mest vanlig ved horisontalfresing?
5. Når utfører vi vertikalfresing?
6. Hva menes med motfresing? Forklar.
7. Hva menes med et vendeskjær?
8. Vi kan grovdele fresing i tre metoder. Hvilke?
9. Hvordan settes navn på pinnefresere?
10. Hvilke oppspenningsverktøy til fresen kjenner du?
11. Hva bruker vi delehode til?
12. Hvorfor er det viktig å utføre periodisk vedlikehold på maskinene?

# Dreiing

Forfatter: Industriskolen  
[Dreiing \(55351\)](#)



Dreiing er en metode for forming og bearbeiding av enten metall-, plast- eller tremateriale.

Ved dreiing tilvirkes sylinderiske former med enskjærig verktøy, og i de fleste tilfeller er det arbeidsstykket som roterer. På mange måter er dette den enkleste metoden for metallbearbeiding, noe som gjør den enkel å definere.

Dreiing er den mest vanlige bearbeidingsprosessen, noe som har medført at denne metoden har vært ledende innen metallbearbeiding når det gjelder utvikling. Dreiing er derfor en optimert prosess, noe som bør medføre grundig gjennomgang av mange faktorer før prosessen startes opp. Vi tenker da på arbeidsstykkets form og materiale, operasjonstype, krav, kostnader m.m.

Dagens dreieverktøy er et resultat av meget lang erfaring, forskning og utvikling og er konstruert med stor nøyaktighet. På grunn av skjærrets mikrogeometri, materialet i skjærrets egg, skjærrets form og innspenning og verktøyholderen beherskes forholdene ved bearbeiding nærmest fullkommen.

## Innvendig dreiing

Karakteristisk for innvendig bearbeiding er at det i nesten alle operasjoner bearbeides med lengre overheng på verktøyene enn ved utvendig bearbeiding. Det er ikke uvanlig at det produseres med overheng på 5–10 ganger verktøydiameteren, mot 1,5–2 ganger høyden på holderen ved utvendig dreiing. Dette stiller store krav til valg av verktøy og skjæredata og ikke minst til oppspenning av verktøyet.

Innvendig dreiing utføres i forborede hull i støpte, smidde eller ekstruderte detaljer. Metoden anvendes først og fremst i operasjoner der det er høye krav til dimensjonstoleranse og overflate.

De typer av dreieoperasjoner som forekommer ved utvendig dreiing, finner vi også ved innvendig dreiing.



Dreiebenkens  
oppbygging /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/84095>

## [Manuell dreiebenk](#)

[Sandvik Coromant](#)  
en stor leverandør av  
verktøy og maskiner  
innen dreiing og  
annen skjæreteknikk



Film som viser  
manuell dreiebenk /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/55364>



Dreiing av  
støttebukk / video

Ved utvendig dreiling påvirkes ikke verktøyoverhengen av arbeidsstykrets lengde og dimensjonen på den verktøyholderen som velges for å motstå krefter og belastninger som oppstår i operasjonen. Ved innvendig dreiling begrenses verktøyvalget av detaljens form.

<http://ndla.no/nb/node/55366>



Dreiling av  
støttebukk del 2 /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/55371>



Profildreiling av kule  
/ video  
<http://ndla.no/nb/node/55374>



Dreiling av protese /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/55375>



Gjengens stigninger  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



En stor industriel dreiebenk



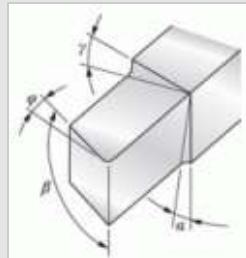
Dreiling



Stabilitet

Opphavsmann: [Sandvik](#)

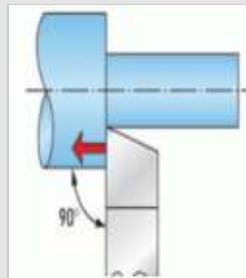
[Coromant](#)



Innstillingsvinkel 1

Opphavsmann: [Sandvik](#)

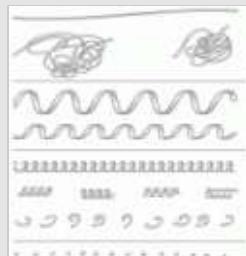
[Coromant](#)



Innstillingsvinkel 2

Opphavsmann: [Sandvik](#)

[Coromant](#)



Sponbryting

Opphavsmann: [Sandvik](#)

[Coromant](#)



Opgave  
Skjærehastighet /

flashnode

<http://ndla.no/nb/node/84102>



Noen av de mest grunnleggende dreieoperasjonene er:[les mer](#)

- lengdedreiling, foregår i Z-retning og er den mest vanlige dreieoperasjonen
- plandreiing, foregår i X-retning som en avretting av arbeidsstykket, hovedsleiden må låses for å få en plan flate
- innvendig dreiling
- avstikking og sporstikking, foregår i X-retning
- innvendig dreiling, foregår i Z-retning
- utvendig og innvendig gjenging, foregår i Z-retning

En generell regel ved all bearbeiding er å korte ned verktøyoverheng (L) for at en skal oppnå så god stabilitet som mulig, slik at krav til overflate og verktøyets levetid kan oppnås.

Ved innvendig dreiling bestemmer hullets dybde hva som er det minste overhenget som kan oppnås. Ved større verktøydiameter øker stabiliteten, men også her begrenses mulighetene til den plassen som hullets diameter kan gi oss.

Forholdet L/D mellom diameter og verktøylengde avgjør stabiliteten i operasjonen. Jo mindre forholdet L/D er, desto bedre stabilitet (A) oppnås i operasjonen. Se figuren. Stabilitetsbegrensningene ved innvendig dreiling betyr at ekstra arbeid må legges ned under forberedelsene. Utbøyninger og vibrasjoner kan reduseres med kunnskaper om hvordan skjærekrefter påvirkes av verktøygeometrien og valg av skjæreredata, samt hvordan ulike typer dreibommer og verktøyinnfesting påvirker stabiliteten.

## Avstikk og sporstikkteori

Som ved plandreiing mates verktøyet fra arbeidsstykks periferi mot sentrum mens skjærehastigheten går mot null, men der opphører likheten.

Under bearbeidingen mot sentrum reduseres diameteren, og den radiele skjæreraften vil innvirke slik at materialet brytes av. En tapp dannes i arbeidsstykks sentrum. En tapp vil alltid bli igjen etter et avstikk, men størrelsen kan reduseres ved tilpasning av mating, geometri eller en støtte for arbeidsstykket. Under avstikkoperasjonen vil det hele tiden finnes materialer på begge sider av skjæret, noe som stiller store krav til tilkomsten. Dette medfører at verktøyene blir smale, og at lengden på dem øker med arbeidsstykks diameter.

## Dreiling av gjenger

Ved gjenging samordnes verktøyets lengdemating ( $f$ ) med arbeidsstykks rotasjonsbevegelse ( $n$ ). På denne måten lager skjæreggen det typiske spiralformede sporet som utgjør gjengen. Det spiralformede sporet har en stigning ( $p$ ).

Matingen er nøkkelverdien som må stemme overens med gjengens stigning. Samordningen oppnås på ulike måter, avhengig av maskintypen. Formen på sporet som formes, bestemmes av formen på skjærspissen, og matingshastigheten er tydelig høyere enn ved vanlig dreiling.

Gjengens spisse form er ikke spesielt fordelaktig ved dreiling med høye skjærehastigheter og matinger. For å kompensere for denne ulempen reduseres kuttene ap (GRADVIS?), og en tar i stedet mange flere passeringer. Vanligvis anvender en 5–16 passeringer, avhengig av gjengens stigning. Ved hver passering avvirkes mer og mer materiale ettersom en større andel av egggen er i inngrep. Derfor reduseres skjærerdypet ap suksessivt (GRADVIS?) i hver passering.

## Stabilitet

Stabiliteten vil være en kritisk faktor ved dreiling. Skjærevæsken har en viktig funksjon, men når plassen er begrenset og sponen vil forsøke å stoppe tilgangen på kjølevæske, må en være meget påpasselig med styringen av kjølevæsken. Sponevakueringen er meget vanskelig da en ikke har noe å bryte sponen mot, og sidene kan lett skades under operasjonen. Sporstikking kan en si er en avbrutt avstikkoperasjon, og de vanskelighetene en hadde her, kommer en til å få, begrenset av spordybden. Her møter en i stedet oftere toleranse- og overflatekrav på sporet.

## Skjæreggens geometri

Skjærrets geometri påvirker skjæreforløpet. Et positivt skjær er det samme som positiv sponvinkel  $g$  og at eggvinkelen  $b$  og klaringsvinkelen  $a$  til sammen er mindre enn  $90^\circ$ .

Positiv sponvinkel innebærer en lavere tangentiel skjæreraft. En større positiv sponvinkel oppnås bare

på bekostning av klarings- eller eggvinkelen. Om klaringsvinkelen er liten, øker faren for slitasje mellom verktøy og arbeidsstykket, og friksjonskraften kan medføre vibrasjoner. Når sponvinkelen er stor og eggvinkelen er liten, oppnås en skarpere skjæreggs som lettere trenger inn i materialet. Samtidig er en skarp egg svak for stor og ujevn slitasje.

En unngår best vibrasjoner ved å velge en stor innstillingsvinkel, for eksempel  $90^\circ$ . Da vil imidlertid spontykkelse og sponflytens retning endres, kanskje i negativ retning, og da må en gjøre et kompromiss. Stor innstillingsvinkel  $90^\circ$  anbefales for finkutt, ved lange oppboringer og ved lettere bearbeiding anbefales  $75^\circ$  innstillingsvinkel, selv om den radielle kraften blir dobbelt så stor som ved  $90^\circ$ . Å redusere kreftene som er årsak til vibrasjoner, er imidlertid det viktigste for at kvalitetskravet skal holdes.

## Sponbryting

Mange materialer som bearbeides, er så seige at det blir lang spon ved bearbeiding. Disse sponene kan forstyrre bearbeidingen og være farlige for operatøren. For å få fram ønsket spon (bruddspon) må vi bruke en sponbryter. Relativt korte og spiralformede spon etterstrebes spesielt ved innvendig dreiling. De er lette å transportere og gir ikke så store påkjenninger på skjæreggen ved sponbrytingen. Lange spon kan medføre at spontransporten vanskelig gjøres. Spon kan presses inn i arbeidsstykkets overflate, komme i klemme og skade verktøyet.

## Skjærehastighet ( $V_c$ )

Skjærehastigheten tas ut av tabeller og er en variabel avhengig av materialet som skal bearbeides. (Bruk verkstedhåndboka). Skjærehastigheten kan også utregnes. Skjærehastigheten oppgis i  $m/min$  og betegnes  $V_c$ .

## Omdreiningstallet

Det er nærliggende sammenheng mellom hastigheten på verktøymaskinen og skjærehastighet. Dersom en dreiebenk roterer med høyt omdreiningstall, blir også skjærehastigheten stor, og omvendt. Hvis vi trenger stor skjærehastighet, må også verktøyet eller maskinspindelen ha høyt omdreiningstall.

Som regel skal vi finne omdreiningstallet ( $n$ ) til maskinen. Vi kan bruke et nomogram eller en tallskive. Vi kan også beregne det med samme formel som brukes ved beregning av skjærehastighet, men da må formelen løses med hensyn til  $n$ .

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - sponbearbeiding dreiling \(59444\)](#)

Arbeidsoppgave: dreiling

1. Nevn noen operasjoner som kan utføres i dreiebenken.
2. Kan du navngi hoveddelene på dreiebenken?
3. Hvilke verktøy kan man spenne opp i bakdokka?
4. Hvis bakkene går tregt, hva kan årsaken til det være?
5. Det er to viktige ting du må passe på ved montering av dreiestål. Hva er det?
6. Hvorfor er det viktig at overhenget på dreiestålet er så lite som mulig?
7. Når er det en fordel å bruke en datastyrt dreiebenk?
8. Hvilke vinkler har vi på et skjæreverktøy?
9. Hvilke tre sleideføringer har vi på dreiebenken?
10. Hvorfor er det hull tvers gjennom spindelen?
11. Hvorfor bruker vi senterbor?
12. Nevn noen HMS-punkter som det er viktig å ta hensyn til når du jobber i dreiebenken.

# Bearbeiding av plast

Forfatter: Industriskolen

[Bearbeiding av plast \(82645\)](#)



Plast kan bearbeides på forskjellige måter. Plastmaterialer kan både dreies, freses, bores, sages, files og klippes.

Svært mange termoplastmaterialer kan bearbeides med sponskjærende verktøy på vanlige verktøymaskiner eller med vanlig håndverktøy. I praksis kan vi si at alle termoplastprodukter, som stenger, rør, plater eller andre profiler, kan bearbeides sponskjærende.

Termoplaster blir for det meste bearbeidet i masseproduserende prosesser som sprøytestøping og ekstrudering. Da blir det produsert fra pulver eller granulat.

Men for plastmekanikeren, som ikke masseproduserer, men framstiller enkeltgjenstander eller reparerer og vedlikeholder, er det aktuelt å bearbeide halvfabrikata med sponskjærende verktøy.

Termoplastene har en del karakteristiske egenskaper som vi må ta hensyn til når vi skal bearbeide dem med sponskjærende verktøy.

Dette er de viktigste:

a. Plastmaterialene er dårlige varmeledere. Friksjonsvarmen som oppstår, må derfor ledes bort, i mange tilfeller med et kjølemedium.

b. Plastmaterialene har høy varmeutvidelseskoeffisient. Dersom materialet blir oppvarmet av bearbeidingen, kan det føre til merkbare målavvik.

c. Plastmaterialene er mindre temperaturbestandige enn metallene. Noen plaster mykner allerede ved temperaturer under 100°C, og da kan ikke materialet bearbeides sponskjærende.

d. Plastprodukter er ømfintlige overfor bruddanvisere. Sponskjærende verktøy kan lage bruddanvisere dersom de er slipte i en uheldig fasong.

- [Film som viser skjæring av plast](#)
- [Film som viser freising i plast](#)



Plastrør

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

- [Film som viser hvordan plastflasker blir laget](#)



Plastbøtter

Fotograf: [Science Photo Library](#)

Disse særdragene gjør at vi må ta visse hensyn når vi bearbeider plast.

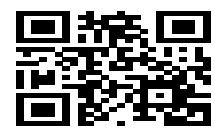
Sammenlignet med metall er plastene myke materialer, og det er lett å tenke at plast kan bearbeides med enkle og lette bearbeidingsmaskiner. Men slik er det ikke. Plast har en molekylstruktur som gjør den vanskelig å bearbeide sponskjærende, og vi trenger stødige verktøymaskiner om vi skal bearbeide produkt med små toleranser. Det som gjør det vanskelig å bearbeide plast, er at den er for myk.

Plastene skal bearbeides med stor skjærehastighet, og trebearbeidingsmaskiner har det rette hastighetsområdet. Men de er ofte for spinkelt bygget. Maskiner for metallbearbeiding er solide nok, men de har problemer med bearbeidingshastigheten.

Det utvikles varme ved sponskjærende bearbeiding. Det beste er å få denne varmen vekk med sponen, og at den ikke blir igjen i arbeidsstykket. Hemmeligheten er å ha tilstrekkelig materialmengde i sponen. Det kan vi oppnå ved å ha stor nok mating på arbeidsoperasjonen. Så en generell hovedregel ved sponskjærende bearbeiding er: stor hastighet og stor mating. Jo mykere materialet er, jo større mating må vi ha.

Det kan hende vi må bruke kjøling i tillegg. Vi kan kjøle både med luft og vann. Luft er det beste kjølemiddelet. Det er renslig, og det er skånsomt, da det ikke kjøler så brått. Det gir mindre spenninger i materialet. Ulempen er at det støyer en del. Vann er roligere, og det er mer effektivt, ofte for effektivt, for det gir større spenninger i arbeidsstykket.

Et problem med sponskjærende bearbeiding av plast er spondannelsen. Seige materialer gir lange spon som ikke brytes av, og det kan gi problemer. Sponen kan spole seg opp på arbeidsstykket, og etter en tid kan friksjonen føre til at sponen sveiser seg fast til arbeidsstykket igjen. Særlig PA har skarp og sterkt spon, og den lar seg ikke bryte. PE og PP har noe av det samme.

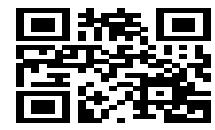


Numerical Control  
Machine Tool  
Operators, Metal  
and Plastic / video  
<http://ndla.no/nb/node/76024>



Tekniker opererer  
lasersveiser på en  
robotarm.

Her kan du se  
hvordan plast og  
andre materialtyper  
kan bearbeides:



Materialbibliotek /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/84098>



Plast kan sages  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Plast har dårligere mekanisk styrke enn stål og metaller, og det må vi ta hensyn til når vi spenner opp plastdetaljer for bearbeiding. Med hard punktvis oppspenning kan vi deformere delen. Skal vi for eksempel dreie en lagerföring, vil föringen ha et sylinderisk, rundt hull med rette dimensjoner så lenge den står oppspent i benken, men når vi spenner løs föringen, vil hullet bli trekantet fordi kjoksklørne klemte emnet. Kjoksklørne klemmer emne trekantet slik at emnet får en urund fasong når det løses ut av dreiebenken. En måte å løse problemet på er å montere emnet på en dor.



En CNC-styrt dreiebenk,  
der både metall og plast  
kan dreies.



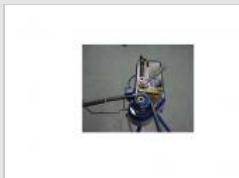
Plast kan freses

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Animasjon  
Automatisert  
platesaks /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/53828>



Manuell maskin for bøyning av  
rør  
Fotograf: [Industriskolen](#)



CNC-styrt rørbøyemaskin  
som kan bøye rør i ulike  
akser og vinkler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

## Bearbeidingsspenninger

Ved sponskjærende bearbeiding blir materialet utsatt for betydelige mekaniske og termiske påkjenninger. Materialet yter en motstand mot den ytre påvirkningen fra verktøyet som er så stor at flytegrensen blir overskredet. Selv i beste fall, under optimale betingelser, vil det bli introdusert spenninger i arbeidsstykket. Første vilkår for å få lavest mulig bearbeidingspenninger er derfor et korrekt slipt verktøy. Andre vilkåret for å få lavest mulig bearbeidingspenninger er god kjøling av arbeidsstedet. Og som nevnt ovenfor: Det beste er å stille inn hastighet, mating og spondybde slik at varmen følger med sponen.

## Andre bearbeidingsmetoder for plast

### Saging

Når vi skal sage plast, må vi bruke en fintannet skarp sag. Skal vi sage rette snitt, bør vi bruke en sirkelsag. En stødig sirkelsag med hardmetallskjær gir en meget fin snittflate som trenger lite etterarbeid. Bladets høyde over sagbordet bør ikke være mer enn litt høyere enn platetykkelsen.

### Boring

Boring er en grovbearbeidingsmetode som ikke gir særlig fine toleranser. Tverrskjæret utfører ikke et skjærende arbeid, men en slitende og rivende bearbeiding. Dette fører til varmgang og spenninger i materialet, og det er uheldig. Derfor må vi gjøre tverrskjæret så lite som mulig. Det gjør vi ved å forbore med et lite bor.

Et bor med større spiralspor enn et standardbor er det beste å bore i termoplast med, fordi det gjør det lettere for sponen å komme bort fra hullet. Men slike borer er dyre og vanskelige å få tak i, og det går utmerket an å bruke vanlige metallbør. De må selvsagt slipes til de rette vinklene. Og boret må løftes ofte opp av hullet for å få bort sponen. Bruk alltid et underlag du kan bore i, når du borer plast.

### Dreiing og fresing

Dreiing og fresing er svært like arbeidsoperasjoner. I fresing er det lettere å lede varmen vekk fra arbeidsstykket, men vanskeligere å lede vekk varmen fra verktøyet.

Alle metalldreiebenker kan benyttes til dreiing av plastemne. Det kreves ikke så stor motorstyrke som ved metalldreiing fordi skjærekreftene ikke er så store. Derimot må vi bruke stor omdreiningshastighet, og maskinen må være stabil for at resultatet skal bli godt. Problemet kan være at metalldreiebenken ikke har stor nok hastighet.

Når vi arbeider med materialer som lager lange spon, må vi sørge for effektiv fjerning av sponen. Dersom den vikler seg om noe, kan det være farlig, for sponen er overraskende sterk.

Bilde: Batterikasse, Odda Plast as

### **Filing, skraping, pussing og polering**

Dette er bearbeidingsmetoder vi bruker for å få en (mer eller mindre) glatt eller blank overflate.

Til filing er det best å bruke enkelthogd grovfil. En krysshogd fil er ikke så formålstjenlig fordi den fylles så lett med spon. Trykket på filen skal være lett. Filene som blir brukt til plast, må bare brukes til plast, ikke til stål eller andre metaller, for det gjør filene sløve.

I mange tilfeller er det bedre å skrape enn å file for å få en glatt overflate. Særlig gjelder dette de mykere plastmaterialene. Vi kan bruke ulike typer skraper. En vanlig metode er å slipe til utbrukte koldsagblad av hurtigstål i de fasongene eller vinklene vi ønsker.

Pussing er bearbeiding med slipepapir. Jo mykere materialet er, jo grovere slipepapir (korning) er det fornuftig å bruke.

De hardeste termoplastene er lette å polere til høyglans. Men skal resultatet bli godt, er det mye arbeid. Polering er egentlig ikke en sponskjærende bearbeidingsmetode. Når vi polerer, smelter vi det helt ytterste materiallaget av overflaten ved hjelp av friksjon mellom polermiddelet og materialoverflaten. Vi kan også smelte overflaten på en annen måte, nemlig ved hjelp av en flamme. Vi kan flamme-polere med en myk flamme.

### **Klipping**

De fleste termoplaster i plateform kan klippes i en platesaks. Temperaturen har stor innvirkning på hvor stift materialet er. Jo lavere temperaturen er, jo stivere og sprøere er materialet. Derfor bør materialet ha en temperatur over 20°C når vi klipper det.

### **Stansing**

Ved stansing med fasongstål eller todelt verktøy må vi varme opp materialet til cirka 30 °C. Stanseverktøyet må ikke føres for raskt ned i plastmaterialet. Skjærekanten kan med fordel være skråstilt cirka fem grader i forhold til vannrett. Da får vi en klippende bevegelse, og det gir i mange tilfeller et finere snitt. Ved 3–4 mm platetykkelse skal snittspalten være 0,01 mm. Når vi varmer opp materialet for å stanse eller klippe produkter, må vi regne med at materialet krymper når det kjøles til normal temperatur.

### **Laser- og vannstråleskjæring**

De fleste plastmaterialene kan skjæres med laser- eller vannstråle. Skiltbokstaver er et eksempel på slik produksjon. Med vannstråle kan vi skjære PE-plater opptil 100 mm tykkelse.

# Styrte maskiner

Forfatter: Industriskolen

[Styrte maskiner \(54228\)](#)

Vi skiller mellom manuelle og styrte dreiebenker/fresemaskiner, og i dag finnes det avanserte CNC-styrte maskiner. Antall CNC-styrte maskiner i industrien er i kraftig vekst, og graden av automatisering i norske industribedrifter er økende.



CNC styrte maskiner / video

<http://ndla.no/nb/node/55412>

Det du må passe på når du skal betjene ulike styrte maskiner, er å bruke rett verneutstyr og ikke sette i gang arbeidsprosessen uten å forsikre deg om at arbeidsstykket som skal bearbeides, er riktig fastspent.

Utvikling av nye datastyrtede dreie- og fresemaskiner og moderne skjæreverktøy har gjort sponfraskillende bearbeiding til en rask og allsidig metode som overtar mer og mer av bearbeidingsprosessene.

De aller fleste bedrifter benytter i dag CNC-styrte maskiner. Kravene til nøyaktighet og produksjonshastighet gjør det nødvendig å ta slike maskiner i bruk.

## CNC-styrte maskiner

Numerisk styrte eller CNC-styrte maskiner er maskiner som blir styrt elektronisk etter et på forhånd utviklet program. Det vil si at maskinen kan arbeide automatisk etter et program som forteller hvor maskinen skal bevege seg på arbeidsstykket, hvilke spindelturtall den skal ha, og hvilken matingshastighet og lignende som skal til, ved hjelp av tall (numerisk).

Når vi snakker om CNC-styrte maskiner, er det i første rekke sponfraskillende verktøymaskiner vi tenker på. I dagligtale blir forkortingen NC brukt for numerisk styring, som kommer fra Numerical Control. Dette er en måte å automatisere maskiner på slik at de kan arbeide på egen hånd uten inngrep fra mennesker.

Eksempler på numerisk styrte maskiner:

1. fresemaskiner
2. dreiebenker
3. boremaskiner med flere

Ønsker du å arbeide som



CNC-operatør / fil  
<http://ndla.no/nb/node/99159>

?



Star cnc-maskin / video  
<http://ndla.no/nb/node/55414>



Fleroperasjons cnc-maskin / video  
<http://ndla.no/nb/node/55413>

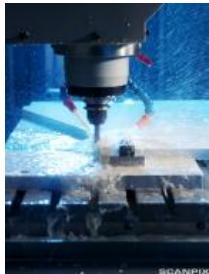


Numerical Control  
Machine Tool  
Operators, Metal  
and Plastic / video  
<http://ndla.no/nb/node/76024>

# Skjærevæskens oppgave

Forfatter: Industriskolen

[Skjærevæskens oppgave ved sponfraskillende bearbeiding \(54214\)](#)



Under arbeidsprosessen utvikles store mengder varme på grunn av friksjonen mellom verktøyet og arbeidsstykket og den innvendige friksjonen som oppstår under deformering av sponen. Skjærevæsken skal blant annet hindre at denne varmemengden overføres til verktøyet og arbeidsstykket.

Skjærevæskens viktigste oppgaver er å:

- kjøle, dvs. lede bort varme fra verktøy, arbeidsstykke og spon
- smøre verktøyet for å redusere friksjonen og varmeutviklingen som oppstår idet sponene glir over sponflatene på verktøyet
- beskytte maskinen og arbeidsstykket mot korrosjon
- skylle bort spon fra arbeidsstykket

Skjærevæsker kan deles i tre hovedgrupper:

- vannbaserte, emulgerbare oljer
- vannbaserte, syntetiske væsker
- rene, ikke vannbaserte skjæreoljer

Emulgerbare skjæreoljer blandes med vann før bruk og danner stabile olje-i-vann-emulsjoner der oljen er finfordelt i vannet som mikroskopiske dråper. Skjæreoljeemulsjoner har meget god kjøleevne, men gir relativt dårlig smøring uten høytrykkstilsetninger. Antirusttilsetninger beskytter verktøy og arbeidsstykke mot korrosjon.

Vannbaserte, syntetiske skjærevæsker er klare vannløselige kjemikalier som løses (tynnes) med vann til ønsket konsentrasjon før bruk. I tillegg tilsettes høytrykks- og antirusttilsetninger.

Eksempel på HMS datablad for skjærevæsker:



• HMS Datablad fra KCL / fil  
<http://ndla.no/nb/node/96881>



• HMS datablad fra Lindberg & Lund AS / fil  
<http://ndla.no/nb/node/96884>

Eksempel på leverandør av skjærevæske:

[GRAS Produkter AS](#)

Rene skjæreoljer (mineraloljer) benyttes uten noen form for oppblanding og har derfor mindre kjøleevne enn emulsjoner og vannbaserte syntetiske væsker. Smørelevnen er derimot normalt bedre. Dette reduserer varmeutviklingen under skjæreoperasjonen og følgelig behovet for kjøling. Ulike "styrkegrader" av EP-/høytrykkstilsetninger anvendes for ytterligere å bedre smørelevnen.

Materiale	Dreiing - fresing - boring	Brotsjing - gjenging
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stål</li> <li>• Støpestål</li> <li>• Rustfritt stål</li> <li>• Støpejern</li> <li>• Kobber</li> <li>• Bronse</li> <li>• Messing</li> <li>• Aluminium</li> <li>• Silisium</li> </ul>	Vannløselig eller emulgerende skjæreveske. Se konkrete forslag fra leverandører.	Skjæreolje.
• Magnesium	Tørt på grunn av brannfare.	Tørt eller bruk teknisk sprit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenoplast</li> <li>• Bakelitt</li> <li>• Nylon</li> </ul>	Skjæreveske - luft	Skjæreolje

I tabellen finner du noen eksempler på bruk av kjølevæsker.

# Sammenføyning

Forfatter: Industriskolen

[Hva er sammenføyning? \(24796\)](#)

Begrepet sammenføyning er et felles uttrykk for alle måter å sammenføye to materialer på. Alle metoder som føyer noe sammen, inngår i gruppa sammenføyning. Det kan være å sveise, lime, lodde, nagle eller skru noe sammen.



Sammenføyning / video

<http://ndla.no/nb/node/141430>

## Utvikling av sammenføyningsmetoder

Sveisning er en metode fra cirka år 1900 som har vært i utvikling fram til i dag. Stålmaterialer har vært sveiset siden gammel tid.

Ulike andre metaller kan også sammenføyes, og de senere årene har plastsveising blitt en høyaktuell sammenføyningsmetode. Nagling og skruing er andre gamle kjente metoder. Også her har det vært en jevn utvikling opp gjennom årene.

Liming er brukt fra gammel tid, men har i siste del av 1900-tallet og fram til i dag gått gjennom en enorm utvikling.



Svesing er en mye brukt sammenføyningsmetode

Fotograf: [David Moir](#)

# Mekanisk sammenføyning

Forfatter: Industriskolen

[Mekanisk sammenføyning \(45138\)](#)



Mekanisk sammenføyning innebærer mange tradisjonelle metoder som er brukt i håndverks- og metallbearbeidende industri.

I løpet av de siste 50 årene har vi sett at disse mer og mer er blitt erstattet av forskjellige sveisemetoder. Men på grunn av økt bruk av belagt aluminium og utherfordbare aluminiumlegeringer er de igjen blitt mer interessante.

Med mekanisk sammenføyning mener vi metoder som:

- bolting
- skruing
- nagling
- klinking

Siden forbindelsen ikke krever smelting eller oppvarming i det hele tatt, vil materialets egenskaper ikke påvirkes. Med andre ord vil en unngå tap av fasthet i varmepåvirkede soner, slik som ved sveising. Dessuten vil en kunne sammenføye aluminium med ulike metalliske og ikke-metalliske materialer.

Mekanisk sammenføyning består også av forskjellige festemekanismer laget under ekstrustring av profiler. Profilene hektes sammen i leddforbindelser eller som låste forbindelser med mothaker.

Hvis en sammenføyer forskjellige materialer, må en først vurdere miljøet materialene skal være i, om det vil oppstå korrosjon på grunn av forskjellig edelhet eller trange spalter.



Skrue og skive

Fotograf: [Corbis](#)

Mutter og bolt

# Liming

Forfatter: Industriskolen  
[Liming \(24794\)](#)

Liming er i dag blitt en mye brukt metode i industrien og i samfunnet ellers. Materialer som før ble sveiset, loddet, skrudd eller naglet som bilkarosserier og flyskrog blir nå ofte limt sammen.



Liming / video  
<http://ndla.no/nb/node/48909>

Liming er en sammenføyningsmetode der lim blir brukt for å sammenføye forskjellige materialer. Nesten alle kombinasjoner av materialer kan limes.

Lim er et bindemiddel som påføres som et relativt tynt, klebende sjikt på den ene eller begge kontaktflatene før delene føyes sammen. Når limet føres på, må det være flytende, men etter sammenføyningen er det viktig at det får den nødvendige fasthet og styrke.

I dag er nye limtyper blitt så gode at de løser svært mange sammenføyningsoppgaver.

Det finnes forskjellige verktøy for påføring av lim, som pensel, tannet sparkel, rulle, sprøytepistol, strengpistol og valseverk, i tillegg kan lim påføres ved oppsuging eller innsprøyting i limfugen.

## Lim i industrien

Liming blir stadig vanligere i industrielle produksjonsprosesser. Materialer som før ble sveiset, loddet, skrudd eller naglet, som bilkarosserier og flyskrog, kan nå ofte limes. Limingen kan utføres slik at fugen kan løses opp og komponentene byttes for vedlikehold og reparasjon.

## Sammenføyning tre – liming

For bruken av trevirke har limet sannsynligvis hatt den samme betydningen som sveisingen har hatt for bruken av stål og andre sveisbare metaller.



Limtube  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

## Les mer om

[Liming fra Store Norske Leksikon](#)

## Les om de

[Vanlige limtyper](#)  
[Eksempel på forskjellige kategorier og bruksområder for tape og lim samt HMS datablad](#)



Liming av trematerialer  
Fotograf: [Robert Bosch AS](#)



Limtube  
Opphavsmann: [morgueFile](#)

I dag regner en med at adhesjonen (limeforbindelsen) oppstår gjennom tre mekanismer: mekanisk forankring, molekylære (fysiske) tiltrekningskrefter samt utvikling av kjemiske bindinger mellom tre og lim.

Den mekaniske teorien går ut på at det flytende limet trenger inn i porer (cellehulrom) og ujevnhetar når det påføres trevirket. Når limet herder, forankres det mekanisk i treoverflaten. Det hevdes også at vannløselig lim, i tillegg til å trenge inn i cellehulrom, vil kunne etablere limforankring i selve celleveggen (mellom mikrofibrillene).

Den mekaniske teorien forklarer imidlertid ikke hvorfor materialer som ikke inneholder porer, lar seg lime. En kan også observere at det herdede limet krymper og løsner fra celleveggene inne i cellehulrommene. Det ser derfor ut til at hovedgrunnen til at lim limer, er andre mekanismer i tillegg til de mekaniske.

Den viktigste grunnen til at lim limer, anser en er at det oppstår molekylære tiltrekningskrefter (van der waalske krefter og hydrogenbindinger) mellom trevirket og limet. Det er de samme former for krefter som får to ideelt plane harde plater av for eksempel kvarts (som ikke har vært eksponert for luft) til å hefte til hverandre.

### Faktorer som fremmer gode limforbindelser

Det er med liming som med mange andre prosesser: Betingelsene må være riktige for at en skal oppnå et godt resultat. Treoverflatene som skal limes, bør være så glatte og så uskadde som mulig, og de bør også være så "ferske", det vil si nybearbeidede, som mulig. Dette betyr at verktøyet en bruker, bør være skarpt, og at matehastigheten og kuttdybden bør være tilpasset forholdene. Flatene blir vanskeligere å lime dersom de tilsmusses eller eldes noe etter bearbeidingen. Dette avhenger imidlertid av treslaget og limtypen.

Trefuktigheten bør normalt ikke være verken for høy eller for lav, mellom 5 og 15 prosent regnes som passe. Er treet for tørt, har limet ofte vanskelig for å fukte treet ordentlig. Blir treet for fuktig, vil vannholdig trelim tørke for langsomt, og selve limsubstansen vil kunne bli sugd opp av trevirket slik at fugen blir for mager. Limblandingen må være riktig utført, det vil si at forskriftene for blandingsforholdene må følges nøyaktig.

Lim og herdere må oppbevares forsvarlig og i lukkede beholdere. Ved langvarig lagring bør de helst oppbevares i kjølerom. Blandeutstyr bør helst ikke brukes til flere forskjellige limtyper. Limpåføringen er også en viktig faktor. Det er viktig å bruke den riktige mengden og å få den jevnt fordelt. Ved lave limetrykk og ved liming av treslag som det er vanskelig å få fuktet tilfredsstillende, er det en fordel å stryke limet på begge de to flatene som skal limes sammen. Pressetiden, pressetrykket og herdetemperaturen bør være så riktig som mulig i forhold til produsentens anvisninger.

# Lodding

Forfatter: Industriskolen  
[Lodding \(45136\)](#)

Lodding (myk- og hardlodding) er en sammenføyningsmetode hvor loddet, det vil si tilsatsmaterialet, smeltes og binder sammen materialene ved hjelp av adhesjon. Metallet i delene smelter ikke, det er det bare tilsatstråden (loddet) som gjør.



Lodding / video  
<http://ndla.no/nb/node/48898>

Loddet har lavere smeltetemperatur enn materialene som skal sammenføyes.

Myk- eller bløtlodding er benevnelsen på prosessen dersom det benyttes tinn eller tinnbasis som lodd. Smeltetemperaturen er da under 450 °C.

Hardlodding er benevnelsen dersom loddet smelter i området 600–1100 °C. Nødvendig utstyr er et sveise- eller loddebend som finnes i aktuelle produktkataloger.

Loddetinn er en legering mellom tinn og bly. Noen ganger er det også tilsatt sølv og flussmiddel. Rent bly har en smeltetemperatur på 327 °C. Rent tinn har en smeltetemperatur på 232 °C.

Hardlodding kan deles inn i lodding med kapillarvirkning og sveiselodding med større fuger.

Lodding er en metode hvor øving kan gi loddeforbindelsen dobbel styrke. Prøv ut metoden i verkstedet.

## Kapillarvirkningen

Når en sammenføyer overlapping av plater og rørforbindelser, utnyttes sugeeffekten som oppstår i trange spalter når overflatespenningene nøytraliseres ved hjelp av flussmiddelet. Når arbeidsstykket oppnår loddematerialets smeltepunkt, vil kapillarkraften medføre at loddematerialet flyter inn gjennom hele sammenføyningen. Ved rørforbindelser vil loddematerialet også flyte rundt hele rørets omkrets.

## Tre typer loddemetoder:

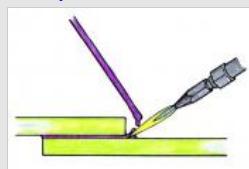
- Bløtlodding – med smeltetemperatur opp til 450 °C
- Hardlodding – med smeltetemperatur fra 450 °C til cirka 1100 °C
- (Sveiselodding – med temperatur fra cirka 1000 °C)

Til oppvarming benytter en en varmekilde som ganske raskt får grunnmaterialet og loddematerialet opp i riktig temperatur: loddebolt, propanbrenner, induksjonsvarme og sveisebrenner.

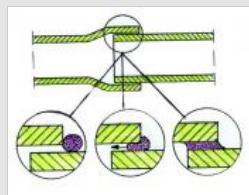
Film om Lodding fra YouTube



Sammenloddede metaller  
Fotograf: [Science Photo Library](#)



Kapillarkraften på plate  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



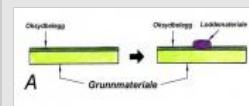
Kapillarkraften rør  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

## Flussmiddelet

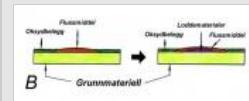
Selv om overflatene som skal sammenføyes, er pusset og «metallisk rene», må en påføre et flussmiddel for å bryte ned overflatespenninger og oksydelag som dannes på nytt. I figuren ser du i del A hvordan resultatet blir med en ren gjort plate uten at det påføres flussmiddel. Loddematerialet vil ikke få riktig kontakt med grunnmaterialet og blir liggende som «flytende perler» oppå uten å få vedheft.

I figur B ser du at situasjonen blir annerledes når det påføres et flussmiddel (og det av riktig type) på en ren gjort plate før loddematerialet påføres. Overflatespenningene oppheves slik at loddematerialet flyter ut på metalloverflaten.

Som nevnt må flussmiddelet være avstemt til typen grunnmaterialet som skal loddet. Flussmiddelet finnes som belegg utenpå eller innvendig i selve loddematerialet. Alternativt kan flussmiddelet være et separat pulver eller en pasta som en påfører grunnmaterialet sammen med loddematerialet.



Flussmiddel og  
kapilarkraften  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Bruk av flussmiddel  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Sveising

Forfatter: Industriskolen  
[Sveising \(48869\)](#)



Sveising er en metode for sammenføyning av deler av metall eller plast.

## Smeltesveising og pressveising

Sveising inndeles i to hovedgrupper: smeltesveising og pressveising.

Det karakteristiske for smeltesveisingen er at metallene bringes til å smelte – det vil si bli flytende. Sveiseforbindelsen dannes ved den etterfølgende størkningen.

Ved pressveising oppnås derimot ikke metallets smeltetemperatur, men temperaturen blir så høy at fugeflatene blir plastiske – det vil si myke.

Fugeflatene legges mot hverandre. Når de siden presses sammen under oppvarming, oppstår rekrystallisering. Rekrystallisering innebærer at det dannes nye krystaller i metallene. Krystallene vokser sammen over fugen og danner sveiseforbindelsen.

## Buesveising

Buesveising er en form for smeltesveising. Varmen frambringes av den elektriske lysbuen der temperaturen går opp til mellom 5000 og 15 000 °C avhengig av hvilken buesveisemetode som anvendes.

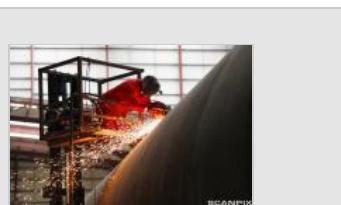
## Metallbuesveising

En deler buesveising inn i to hovedtyper: metallbuesveising og gassbuesveising.

Hovedtypene deles igjen opp i individuelle sveisemetoder.

Karakteristisk for manuell buesveising er at en for hånd fører en elektrode langs materialene. Elektroden er oppbygget av en kjernetråd som er belagt med et dekke.

Kjernetråden har to funksjoner. Dels leder den sveisestrømmen, dels leverer den sveisegods eller sveiseavsett til fugen.



En sveiser i arbeid

Fotograf: [David Moir](#)

Les mer om

[sveisemetoder fra Store Norske Leksikon](#)

Her finner du en rekke filmer om forskjellige sveisemetoder:

[Filmer sveising](#)



Pressveisetang

Fotograf: [Industriskolen](#)

## Gassbuesveising

En annen form for smeltesveising er gassbuesveising. En deler gassbuesveisingen inn i to hovedgrupper:

- gassmetallbuesveising
- gasswolframbuesveising

Felles for disse er at én eller flere gasser kontinuerlig tilføres rundt lysbuen. Vi skal se på gassmetallbuesveising her.

### Gassmetallbuesveising

Gassmetallbuesveising omfatter to varianter: MIG-sveising og MAG-sveising. Prinsippene for metodene er de samme. Forskjellen ligger i den gassen som anvendes for å beskytte metalldråpene og smeltebadet. Tilsettaterialet består av en kontinuerlig frammatet metalltråd og beskyttelsesgass.

Ved MIG-sveising anvendes beskyttelsesgassen argon og/eller helium. Ved MAG-sveising brukes den billigere beskyttelsesgassen karbondioksid eller en blanding av argon og karbondioksid.

Ved MAG-sveising kan en også bruke rørtråd i stedet for massiv metalltråd. Rørtråden inneholder metaller og slaggdannere i pulverform. En variant av rørtråd kan også sveises uten beskyttelsesgass.

MIG-sveising anvendes hovedsakelig ved sveising av aluminium og dets legeringer. For letttere å kunne kontrollere varmetilførselen ved MIG-sveising anvender en iblant en pulserende lysbue.

MAG-metodens største anvendelsesområde er tilvirkning av stålkonstruksjoner av tynne og mellomtykke plater. Både MIG- og MAG-sveising brukes iblant også for punktsveising.

### Sveiseforbindelser

Uansett hvilken sveisemetode en bruker, så er sveiseforbindelsen svært viktig. En må velge fugeform, fra- eller motsveising, elektrodetype osv. Det er også viktig at en lærer å vurdere det arbeidet som er gjort. Er sveisen riktig utført? Er det god innbrenning? Osv.



Manuell buesveising

Fotograf: [Industriskolen](#)

[ESAB](#) er den største leverandøren av sveiseutstyr i Norge

[Norsk Sveiseteknisk Forbund](#) har som formål å fremme sveiseteknologisk kunnskap, kvalitet og teknisk informasjon i Norge



MIG sveiser med esab utstyr

Fotograf: [Industriskolen](#)



Sveisning TIG-metoden

Fotograf: [Industriskolen](#)



TIG- og MIG-sveising

## Sveisefeil

Det er svært viktig at en sveis ikke inneholder feil. De mest vanlige feilene kan være kantsår, porer i sveisen og bindefeil. De fleste feilene kan unngås ved bruk av riktig utstyr, sveiseparameter som strøm, fart og metode. Jo flinkere en er til å sveise, jo mindre feil blir det i sveisen. Øving gjør mester!

## Sveisning av plast

Sveisning er den mest brukte sammenføyningsmetoden for materialer av termoplast. Buttsveisning utføres ved at endene varmes opp, og at de deretter trykkes sammen. Plasten er da i en plastisk tilstand, og den stivner etter hvert som den avkjøles. Prinsippet for buttsveisning er å varme opp endene av to rør som skal sveises sammen. Det er viktig at endene er rene i kuttene. De samme reglene gjelder for muffesveisning. Her ~~kan man ikke oppgave et teknisk beskrivelse~~ kan man ikke oppgave et teknisk beskrivelse om åpene og smeltebadet fra luftens skadelige innvirkning. [Les mer](#)

## [Introduksjon til Internasjonal Welder \(IW\) Sveisning](#)

Her kan du lese mer om det å [arbeide som sveiser](#)



En tekniker som sveiser en robotarm i plastmaterial

Det dannes slagg som omslutter metalldråpene under transporten i lysbuen og dekker smeltebadet. Elektrodedekket utvikler også gassbeskyttelse. Dette hindrer luftens oksygen og nitrogen å reagere kjemisk med sveisegodset slik at fasthetsegenskapene reduseres. Dekket har også til oppgave å skape en stabil lysbue som letter sveisearbeidet. Manuell metallbuesveisning er den vanligste sveisemetoden. Den anvendes ved sveising av stål, støpejern og de fleste ikke-jernmetaller.

fjernes fort, og deretter monteres muffen på de varme rørendene.

# Elektroder

Forfatter: Industriskolen  
[Elektroder \(45135\)](#)



Sveiseelektroden består av to deler: kjernetråden og dekket.

## Elektrodens oppbygning

Elektrodens oppbygning  
Opphavsmann: Industriskolen Rutil elektroden  
Opphavsmann: Industriskolen Rutil og sure elektroder  
Opphavsmann: Industriskolen Dråpeovergang  
Opphavsmann: Industriskolen Høyutbytte elektroden  
Opphavsmann: Industriskolen

Ulike typer elektroder kan ha forskjellig kjernetråd. Kjernetråden kan bestå av ulegert stål, lavlegert stål, høylegert stål eller ikke-jernmetaller. Det er kjernetrådens diameter og ikke dekkets diameter som bestemmer elektrodens dimensjon. De ulike elektrodedimensjonene ligger innen området 1,6 til 6,0 mm.

Elektrodene tilvirkes vanligvis i fire forskjellige lengder:

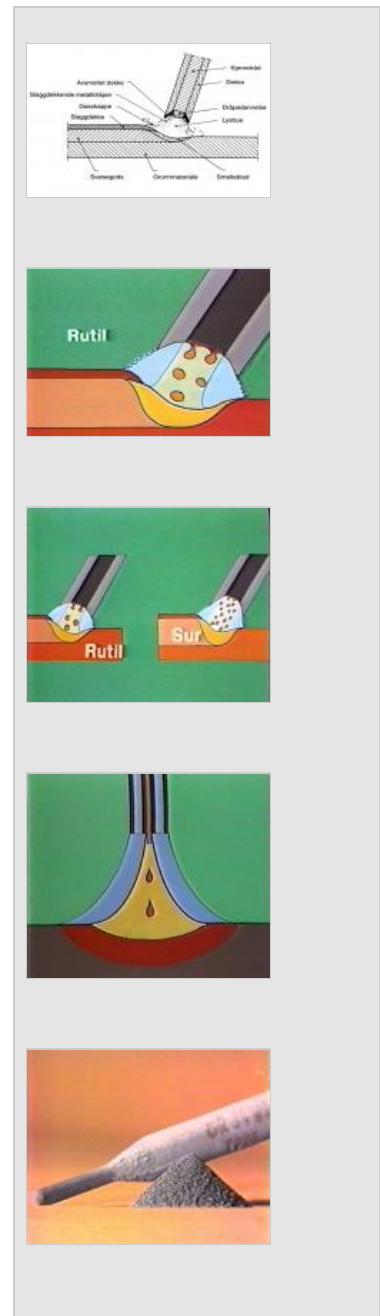
300, 350, 450 og 700 mm.

Den sistnevnte elektroden anvendes hovedsakelig ved stativsveising. Elektrodens lengde bestemmer strømtåligheten. Med strømtåighet menes evnen til å lede elektrisk strøm. Ulegert stål leder strømmen best, mens høylegert stål leder strømmen dårligst. Det er derfor en tilvirker elektroder i forskjellige lengder, og det er derfor de rustfrie elektrodene med høylegert kjernetråd alltid er korte. De må være korte fordi de ikke tåler strømmen i lengre tid.

Anvender du for høy strømstyrke, får du en påminnelse om dette ved at elektrodestumpen blir sterkt rødfarget. Elektrodens ene ende kalles festet eller tangenden. Den andre enden kalles spiss eller tennenden. Oftest finnes et grafitt- eller metallbelegg på spissen. Dette letter tenningen.

*En kan ha forskjellige dekker til samme slags kjernetråd.*

I elektrodens dekke blander en inn ulike mineraler og legeringselementer. Det er disse legeringselementene som gir sveisegodset de ønskede egenskapene. I visse tilfeller tilsettes også jernpulver. Som bindemiddel brukes vannglass. De forskjellige dekketypene gir elektroden forskjellige sveiseegenskaper og sveisegods som resultat etter sveisingen.



Dekket har forskjellige funksjoner. Det skal gi sveisegodset de ønskede egenskapene når det gjelder holdfasthet, korrosjon, hardhet osv.

Dekket danner dessuten slagg, som omslutter metalldråpene i lysbuen og beskytter smeltebadet. Slaggdannelsen gir også strengen den ønskede formen og overflaten. Dessuten skal dekket danne et krater for å rette lysbuen og materialtransporten. Materialtransporten skjer i form av dråper, som kan være varierende i størrelse for ulike elektrodetyper. Dekket utvikler en beskyttelsesgass – for eksempel karbondioksid – og beskytter derved smeltebadet og metalldråpene mot luftens skadelige innvirkning. Deoksidasjonsmiddel finnes også i dekket for å forhindre oksidasjon.

Bindemiddelet vannglass brukes for å bedre strømovergangen i lysbuen og på dette viset opprettholde lysbuen. Dette skjer ved hjelp av små elektrisk ladede partikler.

## Filmer om sveising

Forfatter: Industriskolen

[Filmer om sveising \(52781\)](#)

Her finner du en rekke filmer som omhandler sveising og forskjellige sveisemetoder.



Punktsveising / video

<http://ndla.no/nb/node/127377>



MIG-Sveising / video

<http://ndla.no/nb/node/48862>



MIG Sveising av bilramme / video

<http://ndla.no/nb/node/48863>



Sveiseøving / video

<http://ndla.no/nb/node/48860>



Dekkgassbuesving / video

<http://ndla.no/nb/node/48861>



TIG-Sveising 1 / video

<http://ndla.no/nb/node/48864>



TIG-Sveising 2 / video

<http://ndla.no/nb/node/48865>



Elektrisk lysbuesveising / video

<http://ndla.no/nb/node/48858>



Elektronstrålesveising (smeltesveising) / video

<http://ndla.no/nb/node/48859>

# Sammenføyning av plast

Forfatter: Industriskolen

[Sammenføyning av plast \(82555\)](#)

Forskjellige typer sammenføyningsmetoder kan benyttes på plastmaterialer. Plast kan både limes, sveises og skrus sammen.

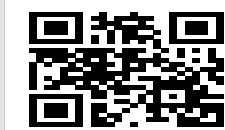
## Liming

Vi kan oppnå vedheft mellom like og ulike materialer på tre måter. Disse er: mekanisk heft, termodynamisk heft eller ved kjemisk sveising.



Mange produkter vi møter i hverdagen, er i plast.

Fotograf: [Science Photo Library](#)

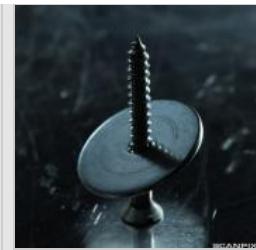


Liming / video  
<http://ndla.no/nb/node/48909>

[Film fra YouTube som viser liming av plast](#)



Lim er en vanlig sammenføyningsmetode for plast  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Plast kan sammenføyes  
med skrueforbindelser.

Fotograf: [Corbis](#)



Mutter og bolt.



Transportkasse i plast

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Plast kan sveises

Fotograf: [Industriskolen](#)



En tekniker opererer  
lasersveiser på en  
robotarm.

[Film fra Youtube som  
viser sveising av plast](#)

[Film fra YouTube som  
viser reparasjon og  
svinging av en  
støtfanger](#)



HMS er viktig ved sveising  
Fotograf: [Jon Hauge](#)

### Mekanisk heft

Mekanisk heft oppnås ved at et limmateriale kryper inn i porene i materialoverflaten og herder der. Limet "griper seg fast" i overflatene og har liten eller ingen vedheft utenom. Denne type limforbindelse kan oppnås hvis materialoverflaten er poret eller kraftig opprubbet, men forbindelsen er svak og har liten praktisk anvendelse ved liming av plast.

### Termodynamisk

Termodynamisk binding er binding (tiltrekningskretter) mellom molekylene i lim og materiale. For at binding skal oppnås, kreves det kort avstand mellom molekylene, noe som bare kan oppnås ved at limet kryper helt inn i materialoverflaten. Forutsetningen for at limet skal trenge inn i og fukte overflaten, er at det har lavere overflatespenning enn materialet det skal lime. Plastmaterialene har relativt lav overflatespenning, derfor er plastmaterialer spesielt krevende å lime, valg av riktig lim til plasttypen er veldig viktig.

### Kjemisk sveising

Kjemisk sveising foregår ved at plastmaterialenes overflate løses opp og presses sammen slik at materialoverflatene "blandes". Når løsemidlet er dampet bort, finnes ikke det markerte grensesjiktet mellom de to materialene, det er blitt tilnærmet helt gods. Forutsetningen for en god forbindelse er at løsemidlet løser plasten raskt, og at det fordamper så sent at flatene er løst før de er sammenføyd, men likevel så raskt at ikke ventetiden som flatene må være i ro, blir for lang. Det er også viktig at det ikke er for mye løsemiddel på limflatene, løsemidlet må nemlig diffundere ut gjennom materialet/limfugen for å oppnå fullstyrkeliming.

### **Adhesjon og kohesjon**

Det er to hovedbegreper knyttet til lim og liming: adhesjon og kohesjon. Adhesjonsliming er sammenføyning av materialer ved hjelp av et limstoff som "kleber" materialene sammen, altså termodynamisk heft. Fordelen med denne type lim er at ulike materialer kan sammenføyes, både ulike plasttyper og plast mot andre materialer. Videre er det mulig å oppnå fyllende og fleksible limfuger som både gir tette og holdbare forbindelser. Ulemper med limtypene er at de i utgangspunktet ikke har samme egenskaper som materialene som skal limes, og derfor må velges spesielt etter belastningen som produktet skal utsettes for. Mange av limtypene er også utsatt for fuktighet, noe som kan medføre dårligere vedheft etter hvert eller en hurtig svekkelse av limforbindelsen. Styrken i limforbindelser blir ikke like stor som ved løsemiddelliming. Viktige kriterier for en god limforbindelse med denne typen lim er at det blir god vedheft mellom lim og materiale.

Kohesjon er sammenbindingskraftene i selve limet. Det er kreftene som holder limet sammen. For at limet skal virke, må det fukte det materialet det skal lime. Skal limet fukte et materiale, må det ha lavere overflatespenning enn materialet. Dersom limet har lavest overflatespenning, vil det spre seg utover og trenge inn i mikrosprekker og dekke hele overflaten på materialet. Det er nødvendig for å få godt vedheng. Skal limet spre seg på overflatene, må det være flytende.

De ulike limsortene kan vi dele inn i følgende grupper:

### **Kjemisk herdende lim**

Kjemisk herdende lim finnes både som enkomponent- og som tokomponentlim. Tokomponentlimet herder ved at to reaktive stoffer blir blandet sammen. Enkomponentlim kan utnytte fuktigheten i luften som herder, det kan herde ved oppvarming eller ved en katalytisk påvirkning fra materialet.

### **Fysisk tørkende lim**

Fysisk tørkende lim klistrer seg fast ved at et løsemiddel fordamper. Løsemidlet kan være vann.

### **Fysisk størnende lim**

Fysisk størnende lim må påføres mens det er smeltet. Virkningen av limet kommer når limet størkner.

### **Forbehandling av limflater**

Forbehandling av limflatene kan deles i tre operasjoner:

### **Sliping**

Sliping av overflaten har til hensikt å fjerne forurensninger, oksidbelegg og øke kontaktflatene. Sliping er en grov og radikal måte å bearbeide en limflate på. Normalt bør man bruke en fin korning på slipeverktøyet eller foreta en finsliping av flaten før liming. En grov overflate gir ikke bedre heft enn en finslipt, den øker bare limforbruket da en større mengde lim må påføres for å få dekket "toppene" av overflaten.

### **Rengjøring**

**Gjennomgående bolter** har til hensikt å fjerne forurensninger og fett som kan være tilknyttet limflatene. Denne metoden er ikke tilstrekkelig for alle limtyper, men er et godt alternativ for eksempel PP. Det er viktig å unngå å skade plasten ved å bruke et stort antall bolter med lavt trykk. Etter at bolterne er fjernet, må overflaten vaskes med varmt vann og tilsatt et fettløsende vaskemiddel. Da løsner smusset fra overflaten og kapsler det inn slik at det kan skilles av. Metoden setter krav til at flatene må tørkes før lim kan påføres.

### **Overflatebehandling**

Overflatebehandling av limflatene har til hensikt å gjøre den mer limbar ved for eksempel å øke overflatespenningen og dermed sørge for bedre fukting. Etsing, flammebehandling eller elektronbombartering av overflaten er behandlingsmetoder som øker plastens polaritet og overflatespenning. Det er helst plaster med lav overflatespenning, for eksempel PP, PEH og PVDF, som må forbehandles for å øke limbarheten.

### **HELSE**

Når du limer med løsemiddel, er det løsemiddel som skal fordampe. Det er derfor viktig at arbeidsplassen har god ventilasjon, og du må bruke åndedrettsvern.

### **Mekanisk sammenføyning av plast**

#### **Skrueforbindelser**

Med skruer kan vi føye sammen deler av ulike materialtyper, som to ulike termoplaster, termoplast og herdeplast, og plast og metall. Skruen kan være med gjennomgående bolter eller med gjenger i plasten.

skiver.

Vi må ikke bruke skruer med senkehode i plast. De sprenger materialet. Dersom materialet har liten bruddforlenging, som PMMA, kan vi få brudd. Er det et materiale med stor bruddforlenging, vil det over tid gi etter, og forbindelsen løsner.

## Gjengeforbindelse

Forbindelse med gjenger i plasten er mest aktuelt for små skruer, og det blir mest brukt selvgjengende skruer. De kan deles inn i to grupper, gjengeskjærende og gjengeformende skruer.

Gjengeskjærende skruer er herdet og utformet slik at de skjærer gjenget med enden av skruen. Det kreves liten tildragingskraft og gir liten sprengverkning og stuking av materialet rundt skruehullet. Gjengeskjærende skruer er mest benyttet på herdeplaster.

Gjengeformende skruer er herdet og utformet slik at de former gjenget ved å trenge unna materialet rundt skruehullet. Disse skruene blir mest brukt til termoplaster. De tåler vanligvis bedre at materiale blir presset unna rundt skruehullet. Tendensen til å løsne er liten, og de har også mindre tendens til å ødelegge gjengene når de blir skrudd inn og ut flere ganger. Det kreves større kraft når vi skrur inn disse skruene.

## Sveising av plast

### Generelt

Sveising av termoplast er definert slik:

*Å sveise er å føye sammen termoplaster ved å smelte kontaktflatene sammen, med eller uten bruk av tilsetsmateriale eller sveisetråd.*

Sveising er en sammenføyingsmetode der grunnmaterialet blir smeltet i sammenføyingsflatene. For at vi skal kunne sveise et materiale, må vi derfor kunne smelte det. Termoplastene kan sveises, mens herdeplastene ikke kan sveises.

I prinsippet kan alle termoplaster sveises. Men molekylstørrelsen og molekylstrukturen til materialet avgjør hvor lett det lar seg gjøre i praksis.

Når vi sveiser, varmer vi materialet opp til smeltetemperatur eller til termoplastisk tilstand. Dette er et generelt vilkår for sveising av alle materialer. Men det er to materialegenskaper ved termoplast som gjør plastsveising forskjellig fra metallsveising.

1. På grunn av de lange, trådformede molekylene er plasten seigflytende i smeltet tilstand.
2. Fordi plasten har dårlig varmeledningsevne, smelter vi bare et tynt overflatesjikt, både på grunnmaterialet og sveisetråden.

På grunn av disse to egenskapene bruker vi et visst trykk når vi sveiser termoplast. Dette gjør vi for å få de trådformede molekylene i grensesjiktet til å «filtrere seg sammen». For å få en god sammenfiltrering må materialet ha omtrent samme viskositet. I praksis vil det si at de delene vi vil sveise sammen, må være av samme typen. Men det finnes mange variantar av det samme materialet. Vi har derfor ingen garanti for å få en god sveis selv om delene vi sveiser sammen, begge er av for eksempel PE. For å være sikret en god sveis må materialet ha omtrent samme molekylvekt (smelteindeks, viskositet). Det gjelder selvsagt både grunnmaterialet og sveisetråden.

Vi har disse parametrerne ved termoplastsveising:

1. Temperatur. Med den gir vi materialet den gunstigste viskositeten.
2. Trykk. Med trykket filtrerer vi molekylene sammen i grensesjiktet.
3. Tid. På grunn av at plast leder varme dårlig, størkner materialet sent. Vi må derfor holde sveisetrykket en tid.

Den generelle framgangsmåten ved sveising er å:

- forberede sveisefugen i henhold til den sveisemetoden vi skal benytte
- rengjøre sveiseflatene, varme sveiseflatene til sveisetemperatur (egentlig gi materialet rett viskositet)
- presse delene sammen
- kjøle mens vi holder trykket



# Platebearbeiding

Forfatter: Industriskolen  
[Platebearbeiding \(82644\)](#)



De fleste platetyper egner seg godt for bøyning, knekking og valsing. Når vi bøyer, knekker eller valser et materiale slik at det får en varig formforandring, er det en plastisk deformasjon av materialet.

Det er ulike typer av maskiner som benyttes til knekking, bøyning, valsing av plater, rør og profiler.

## Knekking

Det finnes knekkemaskiner som betjenes manuelt, og som er utstyrt med motor. I moderne knekkemaskiner og kantpresser gjøres arbeidet raskt og nøyaktig. Det finnes både manuelle kantpresser og maskiner som er datastyrt (CNC-styrte kantpresser) som blir mer og mer vanlig i industrien. Fordelen med bruk av datastyrt bearbeidingsmaskiner er at oppgitt bøyevinkel, bøyeradius med videre som regel blir mer nøyaktig.

Prinsippet til en knekkemaskin (se bildet "Prinsippet til en knekkemaskin").

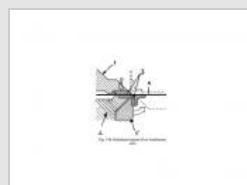
1. overvangen
2. undervangen
3. utskiftbare skinner
4. platen som skal knekkes
5. bøyevangen



Bordknekkmaskin

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Prinsippet til en

knekkmaskin.

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



## Platebearbeidin g / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/82644>

Hva gjør en  
[Platearbeider?](#)



Canadas statsminister

Harper opererer en  
platevalse under et  
bedriftsbesøk

Fotograf: [Mike Cassese](#)

### Forskjellige rørbøyemaskiner:



CNC-styrte rørbøyemaskin  
som kan bøye rør i ulike  
akser og vinkler

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Manuell rørbøyemaskin

Fotograf: [Industriskolen](#)



Rørbøyemaskin

Fotograf: [Industriskolen](#)



Maskiner for valsing og bøyning av profiler og rør.

Fotograf: [Industriskolen](#)



Platevalsing

Fotograf: [Industriskolen](#)

## Bøyevangen

Bøyevangen må innstilles etter platetykkelsen som skal knekkes. Innstillingen skjer ved at vi senker eller hever bøyevangen. Husk at bøyevangen skal senkes like mye som platetykkelsen + 0,2 mm + aktuell bøyeradius. Det er overvangen og bøyevangen som fester platene. Bøyevangen presser platen oppover til den bøyevinkelen vi ønsker.

## Kantpresser

Disse maskinene benyttes på tykke plater der det kreves større krefter for å utføre aktuelle operasjoner. Det finnes kantpresser som er manuelle og CNC-styrt. I moderne industribedrifter kombineres ofte CNC-styrte kantpresser med roboter.

Stemplet og dynen har forskjellig utforming. Det er viktig at du velger rett stempel og dyne for de aktuelle arbeidsoppgavene. Når du arbeider med platebearbeidingsmaskiner, er det viktig at du følger alle vernetiltak.

## Bøyeradius

Når du skal valse, bøye eller knekke et materiale, er det viktig å klarlegge bøyeradiusen. Det er klare regler for hvilken bøyeradius vi kan benytte på ulike typer av plater og profiler. Er radien for liten, "rives" og skades materialet i bøyesonen.

Vi velger bøyeradiusen etter følgende faktorer:

- hvordan materialet er legert
- om materialet er herdet eller glødet
- platetykkelsen

Når du bøyer en plate eller en profil, vil materiale som ligger på det ytre sjiktet fra midtlinjen, strekkes, og det som ligger på innsiden av midtlinjen, vil stukes sammen. Når vi bøyer en plate, vil tykkelsen bli redusert med fra 10 til 15 prosent i bøyesonen. Det nøytrale sjiktet til ulike plater, rør og profiler finner du i tabeller fra stålleverandøren.

## Valselengde

Når vi skal framstille ulike detaljer hvor vi skal utføre ulike bøyer, må vi regne ut hvor langt emnet skal være før vi starter med selve bøyeoperasjonene. Når vi skal regne lengden av valseemnet, må vi multiplisere 3,14 med midtdiameteren til sirkelen.

I 90 grader vil det gå med mer materiale enn om vi utfører bøyen med en radius. Av denne grunn må vi gjøre fratrekk når vi bøyer med radius. Husk at vi går ut fra midtlinjen når vi skal regne ut nødvendig platelengde. For en bøy på 90 grader er fratrekket bøyeradien ( $r$ ) + platetykkelsen ( $t$ ).

## Platevalsing

Valsing av plater og profiler er en av de vanligste bearbeidingsmetodene vi har. Når vi utfører valsing av plater og profiler, utfører vi en plastisk deformasjon av materialet, slik at materialet får en varig formendring. Vi kan valse til en sylinder eller bøye en plate til en bestemt vinkelmål.

Det finnes valser i forskjellige størrelser. Kapasiteten til en vals måles ut fra hvor brede og tykke plater som kan valses. Moderne valser er CNC-styrt.

Uansett hvilken platebearbeidingsmaskin du skal benytte, kreves det kunnskaper om og ferdigheter i både hvordan maskinen skal betjenes, og hvilke egenskaper det materialet du skal bearbeide, har.

Som nevnt tidligere får materialet etter at valseprosessen er utført, en varig deformasjon. Midtlinjen midt i plata blir uendret. Alt materiale som ligger på utsiden av midtlinjen, blir strukket, og det som ligger på innsiden av midtlinjen, blir presset sammen. På plater ligger midtlinjen i midten av platetykkelsen.

Når vi valser, skiller vi mellom følgende:

- Du kjører platen fram og tilbake, for hver fram- og tilbakebevegelse etterstrammer du bøyevalsen.
- Du kan også kjøre platen bare en vei uten at du kjører den i retur. Bakdelen med denne metoden at platen må tas ut av valsen og snus.

Skal du benytte den første måten å valse på, er det viktig at du kjører så mange fram- og tilbakebevegelser at du får en nøyaktig sylinderform på det ferdige produktet. En erfaren maskinoperatør vet nøyaktig hvordan denne prosessen skal foregå.

Skal du valse en sylinder uten å forbøye platen, vil endene bli rette. Hvor langt det partiet du skal forbøye, må være, avhenger av diameteren på sylinderen. Selve forbøyingen kan du utføre ved hjelp av en knekkemaskin eller ved å bruke en slegge eller hydrauliske presser.

Dersom platen er tykk, benyttes følgende prosedyre:

- Mål og merk opp rett lengde på valseemnet.
- Legg til nødvendig materiallengde for å få valset endene til rett bøyeradius. Benytt da valsemal for å sjekke bøyeradiusen.
- Skjær platen tett inntil de oppmerkede linjene (rett emnelengde).
- Vals ferdig den sylinderiske detaljen ved hjelp av flere fram- og tilbakekjøringer.

## Brenngasskjæring og brenngass

Forfatter: Industriskolen

## Brenngasskjæring og brenngass (45134)



Brenngasskjæring er en forbrenningsprosess.

En brenngass og oksygen varmer opp stålet til antennelsestemperatur. Når denne temperaturen er nådd, slipper en til en kraftig strøm av rent oksygen. Dette oksygenet reagerer med det varme stålet, og stålet brenner. Gassens energi blåser det brennende stålet ut av snittet.

## Brenngass

AGA er en leverandør av brenngasser, blant annet acetylen og propan.

Brenngasser fra AGA

Gassene har ulike egenskaper og derfor også ulike bruksområder.

## **Skjæreoksygen**

Skjæreoksygenet reagerer med det allerede varme metallet, og forbrenningen starter. Renheten til skjæreoksygenet har stor betydning for reaksjonshastigheten med metallet og dermed også for skjerehastigheten. Jo høyere renhet, desto høyere skjerehastighet og produktivitet.

Utstyr

Riktig utstyr til den jobben som skal utføres, er, sammen med rett brenngass, en forutsetning for at resultatet skal bli bra. Skjæremunnstykket må velges ut fra materialtykkelse og hvilken brenngass en bruker. Dagens munnstykker er utformet på en slik måte at oksygenet får en stor utstrømningshastighet. Dette gjør at skjærehastigheten blir høy.

## **Materialer**

Brenngasskjæring kan brukes på ulegert og lavlegert stål. Alt fra tynne plater til plater med flere meters tykkelse kan skjæres.

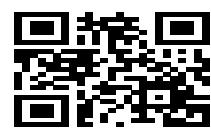
## Sikkerhet (HMS)

For at ikke bruk av brenngasser sammen med oksygen skal gi farlige situasjoner, er det viktig å ta nødvendige forhåndsregler. Det er viktig å vite om hvilke egenskaper gassene har, hvordan utstyret skal brukes, og hvilket sikkerhetsutstyr som må benyttes.



## Skjærebrenning / video

<http://ndla.no/nb/node/127446>



## Aktuelle skjærmetoder / video

<http://ndla.no/nb/node/4888>



Montering av  
gassflasker / video  
<http://ndl.no/nb/node/48>  
889

**Les mer om  
Gasskjæring fra  
AGA**

I tillegg kan en øke sikkerheten ved å bruke lukketsatt oksygen. En liten mengde luktstoff, DMS, er tilslatt oksygenet for å gjøre det mulig å oppdage en eventuell oksygenlekkasje. Brann- og eksplorjonrisikoen reduseres, samtidig som oksygenets egenskaper er de samme.

## Regulatorer

Det finnes en rekke typer av regulatorer beregnet for ulike typer av gasser.

Formålet med en reduksjonsventil er å redusere det høye trykket vi har på gassflasker, til et passende arbeidstrykk som kan reguleres i henhold til gitt arbeidssituasjon. Tiførselen av gass må også være stabil.

NB: Vær rask med å stenge alle ventiler på brennerhåndtaket og reduksjonsventiler. Dersom acetylenflasken blir oppvarmet må den avkjøles med en gang. Her må en følge visse prosedyrer.

I dag er det påbudt med tilbakeslagsventil på gassveiseutstyret. De hindrer gassen i å komme inn til gassbeholderne, fordi de stenger automatisk ved tilbakeslag i brenneren.

### Egenskaper til en reduksjonsventil [les mer](#)

- Den må ha god stabilitet som sikrer en stabil gassflamme under arbeidet.
- Stabiliteten opprettholdes også ved store gassuttak.
- Den reduserer det høye beholdertykket til et passende arbeidstrykk.
- Presis og stabil sveise-/varmeflamme sparer tid og øker produktiviteten.

## Retursperreventiler (tilbakeslagsventil)

Det hender at en får tilbakeslag under arbeid med gassveising og skjæring. Dersom forbrenningshastigheten innover er større enn utstrømningshastigheten på gassene, kan en få tilbakeslag. En hører da en rekke smeller eller en pipelyd. Det kan også være andre årsaker til at en får tilbakeslag, som for eksempel for varmt sveisebend eller skjæremonnstykke, at munnstykket er løst, eller at det er lekkasje på brenner og slanger. Flammen kan også ha oksygenoverskudd.

### Det skiller mellom tre typer tilbakeslag:

Begrenset tilbakeslag [les mer](#)

Begrenset tilbakeslag får du når flammen slår inn i sveisebendet eller brenneren og tenner og slokker med en rekke knall.

Vedvarende tilbakeslag

Vedvarende tilbakeslag får du når flammen slår inn i brenneren og forsetter å brenne innover med en vislende eller pipende lyd. Vær rask med å stenge begge ventilene på sveisehåndtaket samt reduksjonsventilene.

Fullstendig tilbakeslag [les mer](#)

Fullstendig tilbakeslag vil si at flammene slår inn i brenneren og slangene. Nå kan både slanger og reduksjonsventiler eksplodere.



Acetylen

Fotograf: [Industriskolen](#)

## Les mer om [oksygenskjæring og gass-skjæring](#)



Aktuelle skjæremonnstykker  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

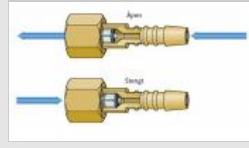


Brenngasssett  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Oksygen og acetylen  
manometer

Fotograf: [Industriskolen](#)



Retursperreventiler

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

# Repetisjonsoppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - sammenføyning \(59443\)](#)

Arbeidsoppgaver: sammenføyning

1. Hva menes med sammenføyning?
2. Hva trenger du av utstyr for å kunne utføre en sveisejobb?
3. Hvilken sveisemetode tror du er den mest brukte i dag?
4. Hva er forskjellen på MIG- og MAG-sveisning?
5. Hvordan tilsettes tråden når du sveiser med halvautomat?
6. Hva vet du om oksygen og acetylengassene?
7. Hvilken oppgave har reduksjonsventilene på gassflaskene?
8. Hvorfor er det farlig å forlate gassutstyret med tent flamme?
9. En flamme fra et gassbend har en temperatur på cirka 3000 grader. Hvor høy temperatur har lysbuen i en elektrisk sveis?
10. Hvilke årsaker kjenner du som kan føre til at det oppstår tilbakeslag?
11. Hvilke tre elektrodetyper er de mest brukte?
12. Hva kjenner du til med de tre typene?
13. Du skal sveise fast en brakett i taket som skal holde en vinsj. Hvilken type elektrode vil du benytte?
14. Hva kjenner du til med en høyutbytte-elektrode?
15. Hva er de mest vanlige feilene ved elektrodesveisning?
16. Hvilken elektrodetype ryker oftest?
17. Hva må du tenke på når det gjelder HMS og sveising?
18. Nevn minst fire typer lim du kjenner til.
19. Hva er spesielt med superlim?
20. Hva er viktig å ta hensyn til når man bruker plast til forskjellige bruksområder?
21. Hva må man tenke på når det gjelder HMS og liming?
22. Kjenner du andre metoder for sammenføyning av plast enn liming? Beskriv de metodene du nevner.



# Kjemiteknikk

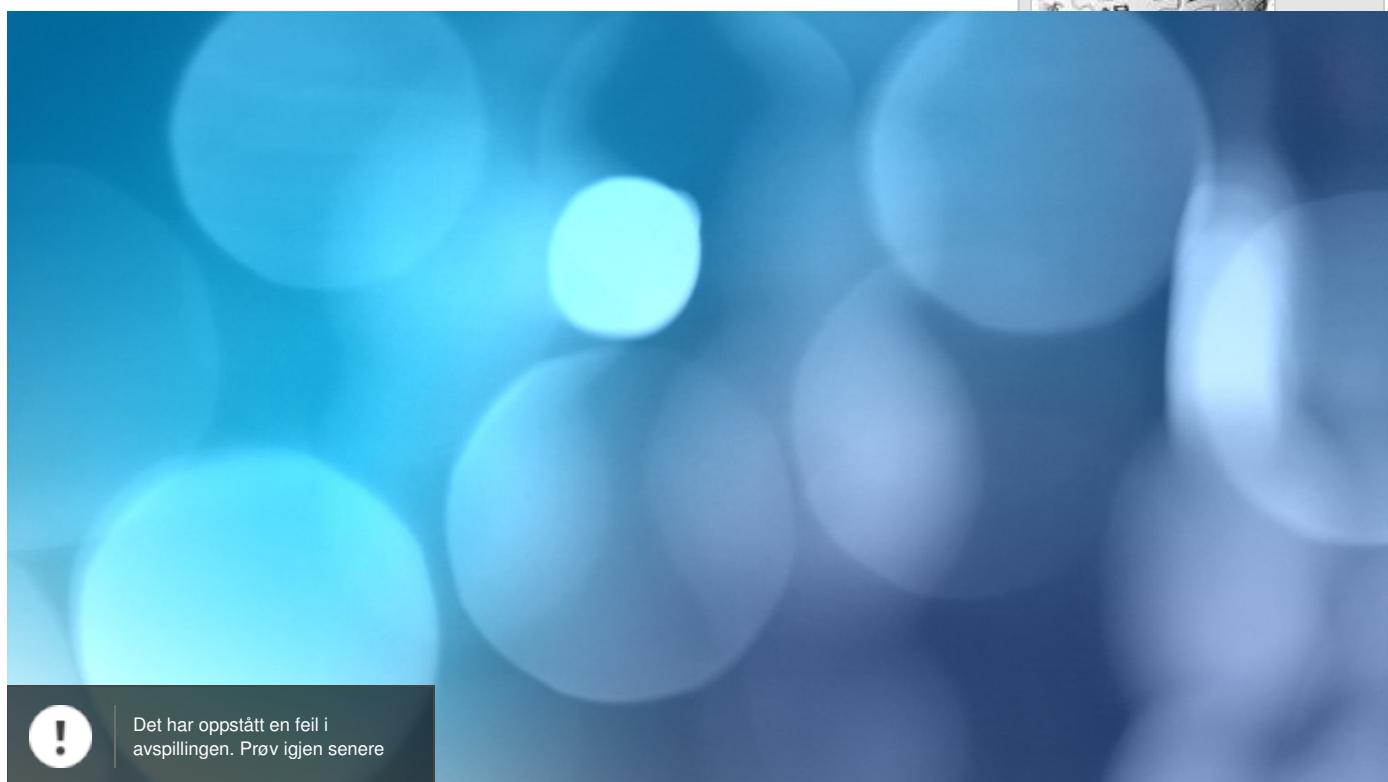
Forfatter: Rune Mathisen

[Kjemiteknikk \(121121\)](#)



Hvordan kan man bruke kunnskap om kjemi og fysikk i praksis? En ting er å vite hvordan man lager et produkt i et laboratorium, men å gjøre det i stor skala i en fabrikk kan være en stor utfordring! Kunnskapen om hvordan man bruker kjemi og fysikk i produksjonsprosesser, kalles kjemiteknikk.

Et godt eksempel på viktig arbeid innen kjemiteknikk i Norge er metoden som Kristian Birkeland og Sam Eyde fant fram til for å produsere salpeter (kaliumnitrat). Dette stoffet brukes som fullgjødsel, og det la grunnlaget for selskapet Norsk Hydro (nå Yara).

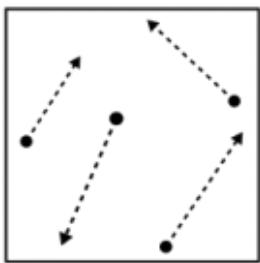




# Trykk og temperatur

Forfatter: Rune Mathisen

[Trykk og temperatur \(121124\)](#)



Trykk og temperatur er svært viktige begreper å forstå innen kjemiteknikk. Kort forklart kan vi si at temperatur er et mål på den gjennomsnittlige termiske energien til partiklene (molekylene eller atomene) i et stoff, og trykk er kraft som virker på et areal.

I gasser er det partikler som kolliderer mot omgivelsene, for eksempel veggene i en beholder. Dette gir et trykk. Jo høyere temperatur gassen har, jo større fart har partiklene. Da skjer kollisjonene oftere, og trykket blir høyere. Dette er nyttig å vite når vi nå skal se på hvordan trykk og temperatur påvirker stoffer.

Både trykk og temperatur har et absolutt nullpunkt eller en nedre grense for hvor lav de kan bli. Noe øvre grense for trykk og temperatur finnes (antakelig) ikke.

Når trykket er lavere enn atmosfæretrykket, kaller vi det gjerne vakuum. Det absolutt laveste punktet kalles «perfekt vakuum» og beskriver en tilstand hvor det ikke er noe stoff til stede. Men noe stoff vil alltid finnes. Til og med ute i verdensrommet er det alltid noe stoff til stede, så selv ikke der er det «perfekt vakuum».

Animasjon som viser partikelbevegelser i en boks

Når trykket er lavere enn atmosfæretrykket, sier vi at det er vakuum. Dersom vi hadde hatt en beholder med absolutt ingen ting inni, ville trykket vært lik null (perfekt vakuum).

Med stoff (eller materie) mener vi alle ting som har en masse og et volum. En bil, et skolebygg eller lufta som omgir oss, er alle laget av stoff.

Ut fra definisjonen av temperatur vet vi at det har noe med bevegelsene til partiklene (molekylene eller atomene) i et stoff å gjøre. Vi kan kalle dette termisk bevegelse (bevegelse som har med temperatur å gjøre).

Men hva om partiklene stoppet helt opp? Hvor kaldt må det være da? Det finnes ikke noen steder som er så kalde, men det går an å regne ut hvilken temperatur som er et «absolutt nullpunkt». Denne temperaturen er  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

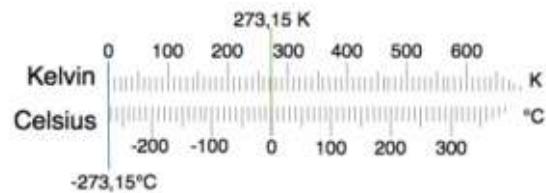
Ved temperaturen  $-273,15^{\circ}\text{C}$  vil all termisk bevegelse i partikler stoppe helt. Dette kaller vi det absolute nullpunkt.

Du kjenner sikkert godt til temperaturskalaen celsius fra før. Denne skalaen bruker frysepunktet for vann i atmosfæretrykk som nullpunkt, og kokepunktet er satt til  $100^{\circ}\text{C}$ .

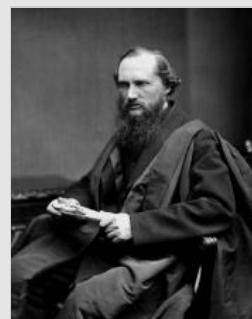
Det finnes også en annen (og mye brukt) temperaturskala som bruker det absolute nullpunkt som utgangspunkt. Denne skalaen heter kelvin. Temperaturen  $0\text{ K}$  tilsvarer altså  $-273,15^{\circ}\text{C}$ . Du kan regne om kelvin (TK) til celsius (TC) og omvendt på denne måten:

$$T_K = T_C + 273,15$$

$$T_C = T_K - 273,15$$



Anders Celsius



Lord Kelvin

# Aggregattilstander

Forfatter: Rune Mathisen

[Aggregattilstander \(121344\)](#)



Stoffer her på jorda kan naturlig opptre i fire tilstander: fast, flytende, gass og plasma. Vi kaller dette aggregattilstander.

Stoffer kan opptre i de ulike tilstandene avhengig av hvilket trykk og hvilken temperatur de er utsatt for. For å forklare dette nærmere skal vi se på et stoff du kjenner godt fra før: vann!

De ulike aggregattilstandene kalles ofte også «faser». For eksempel er det vanlig å si at vann kan være i fast fase, i væskefase eller i gassfase. Men aggregattilstand og fase er ikke alltid det samme.

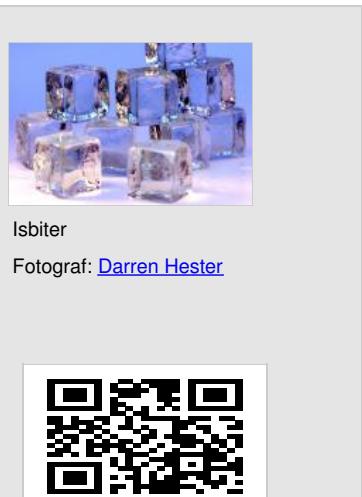
Du vet jo at både vann og olje kan være i væskefase, men hva skjer om du blander dem? Vann og olje er ikke blandbare, og oljen vil legge seg som et lag på toppen av vannet. De to stoffene har samme aggregattilstand (væske), men de er i to ulike faser (vannfase og oljefase).



## Faste stoffer

Vann i fast form ser du mye av om vinteren i form av is. Vannmolekylene i isen beveger seg lite, og de har dannet et krystall. I krystaller har alle molekylene faste posisjoner.

Faste stoffer har en fast form, og det må mye krefter til for å endre formen. Om du forsøker å endre formen på en isklump (uten å smelte den), ender du gjerne opp med å knuse den. Alle faste stoffer er slik: De har stor motstand mot å endre form.



## Aggregattilstander / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121344>



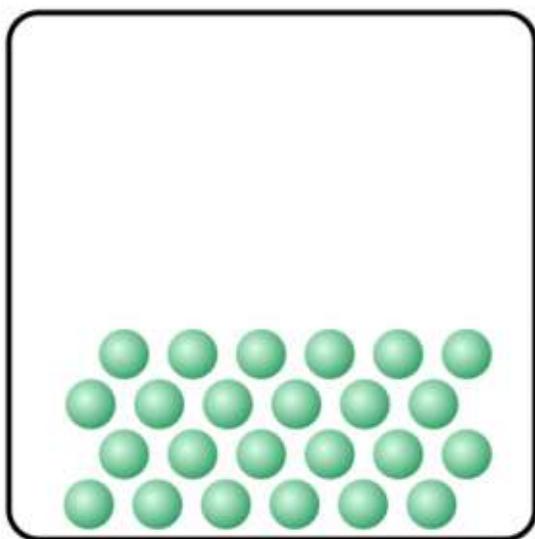
## Aggregat tilstand / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121344>

Et fast stoff er en aggregat tilstand som kjennetegnes ved at stoffet har stor motstand mot å endre form og volum.

Nå har vi brukt is som eksempel på et fast stoff, men is finnes jo bare dersom det er ganske kaldt. Mange andre stoffer kan derimot ha fast form ved vanlig romtemperatur, som jern, stål, trevarer og plast. Kan du komme på flere?

Figuren nedenfor viser hvordan vi kan tenke oss at partiklene i et fast stoff er organisert. De ordner seg ofte i et fast mønster og beveger seg ikke omkring hverandre.



## Væsker

Du drikker flere liter vann i flytende form hver dag, for eksempel fra brus, kaffe eller rett fra springen. Det er lett å se at molekylene i flytende vann oppfører seg helt annerledes enn molekylene i is.

I væsker kan molekylene bevege seg fritt omkring hverandre, men de holder seg allikevel sammen. I stedet for å fly avgårde ut i omgivelsene danner de en overflate. Tenk deg vannet i et basseng. I bunnen og på sidene holdes vannet på plass av veggene i bassenget. Øverst danner vannet en overflate mot lufta over.

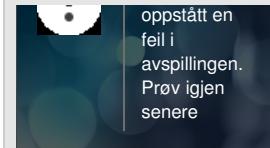


Vanndråpe  
Fotograf: [Fir0002](#)



## Aggregattilstander / fagstoff

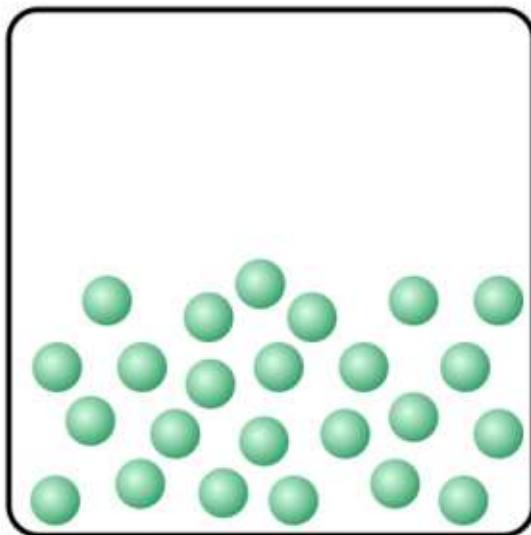
<http://ndla.no/nb/node/121344>



Formen til en væske er bestemt av beholderen den fyller. Molekylene beveger seg fritt rundt hverandre, men danner et grensesjikt mot omgivelsene.

Akkurat som for faste stoffer finnes det også mange eksempler på stoffer som er i væskeform ved vanlig romtemperatur. Det er altså ikke bare vann! Bensin og mange andre produkter som er basert på råolje, er for eksempel slike væsker. Kan du komme på flere stoffer som er væsker ved romtemperatur?

Figuren nedenfor viser hvordan vi kan tenke oss at partiklene i en væske er organisert. I motsetning til et fast stoff kan de nå bevege seg ganske fritt omkring.



### Gasser

Når du varmer opp vann, vil det etter hvert begynne å koke. Da går vannet over fra å være en væske til å bli en gass. Du kan se dette som vanndamp som stiger opp fra væskeoverflaten.

Gasser har ikke noe bestemt volum slik faste stoffer og væsker har. I gasser beveger molekylene seg mer eller mindre tilfeldig, og de fyller alt volum som er tilgjengelig for dem.



Damplokomotiv  
Fotograf: [Mike Buck](#)



## Aggregat tilstand / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121344>



## Aggregat tilstand / fagstoff

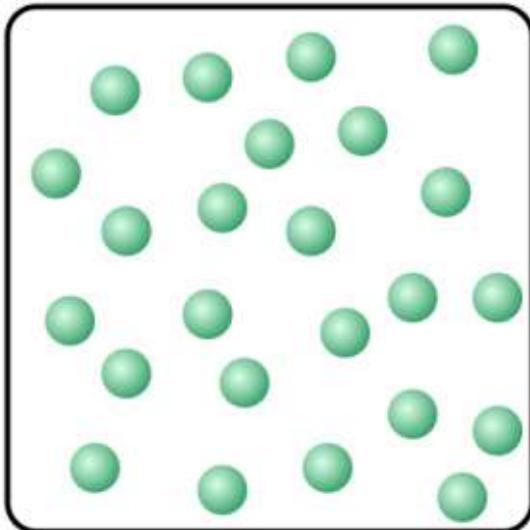
<http://ndla.no/nb/node/121344>



En gass er en tilstand hvor molekylene beveger seg tilfeldig omkring. De vil ikke innta noen bestemt form eller volum.

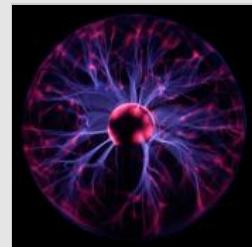
Hvilke stoffer tror du opptrer som gasser ved vanlig romtemperatur? Du har mange eksempler rett foran nesen din! Luft, for eksempel, består av nitrogengass, oksygentgass og flere andre gasser.

Figuren nedenfor viser hvordan vi kan tenke oss at partiklene i en gass er organisert. Gasser er lite påvirket av tyngdekraften, og partiklene vil fylle hele beholderen vi oppbevarer dem i. I tillegg har gasser en annen egenskap som de fleste faste stoffer og væsker ikke har: De kan komprimeres.



## Plasma

En gass kan bli til plasma dersom elektroner klarer å løsrive seg fra atomene i gassen. Atomene får da et underskudd av elektroner, og da kaller vi dem ioner. Dette skjer ved høye temperaturer. Alle stjerner består av plasma. Plasma kan også dannes ved elektriske utladninger.



Plasmalampe  
Fotograf: [Luc Viatour](#)



## Aggregatilstan der / fagstoff

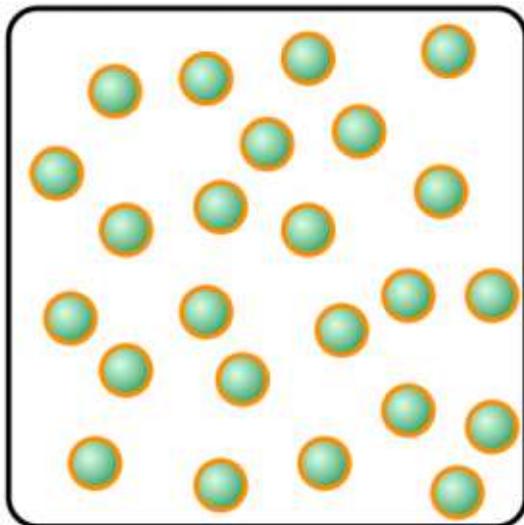
<http://ndla.no/nb/node/121344>

Plasma er ioniserte gasser.

Akkurat som for gasser har heller ikke plasma noen bestemt form eller volum. Men i motsetning til gasser vil plasma påvirkes av magnetiske felter.

De fleste stoffene som finnes i universet, er i plasmaform. På jorda finnes det ikke så mye plasma, men det kan dannes naturlig for eksempel av et lynnedslag. Plasma blir ellers ofte brukt i sveising (TIG-sveising og plasmasveising).

Figuren nedenfor viser hvordan vi kan tenke oss at partiklene i plasma er organisert. Ringen på utsiden av hver partikkelen illustrerer at partikkelen er ladet.



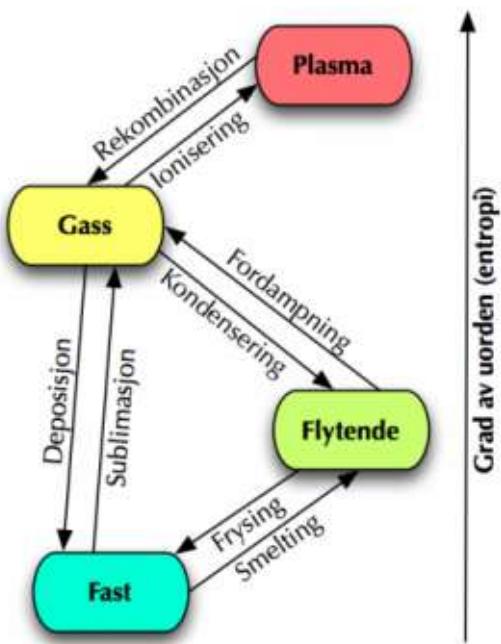
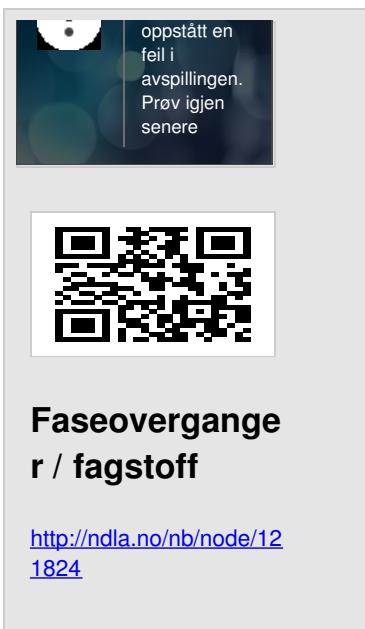
## Faseoverganger

Forfatter: Rune Mathisen  
Faseoverganger (121824)



Is kan smelte, og vann kan fryse eller koke. Dette kjenner du godt til fra dagliglivet. Vi sier at stoffet gjennomgår en faseovergang når det går fra én aggregat tilstand til en annen.

Om vi setter opp en oversikt over alle aggregatstilstander med alle mulige faseoverganger, ser vi at det finnes mange muligheter. Du ser en oversikt over alle disse overgangene i figuren nedenfor.



## Nomenklatur for aggregattilstander og faseoverganger

Visste du at is kan gå direkte over til vanndamp uten å gå veien om vann i flytende form? Denne faseovergangen kalles **sublimasjon**, og mye av snøen ute forsvinner på nettopp denne måten. Den motsatte prosessen er også mulig: Vanndamp kan gå direkte over til å bli is. Dette kalles **deposisjon**.

En prosess som nok er mer kjent for deg, er **smelting**. Det er navnet på faseovergangen fra fast til flytende fase. Den motsatte prosessen kjenner du nok også til, den kalles **frysing**.

Når et stoff i flytende form går over til å bli en gass, kalles det **fordampning**. Gass kan selvsagt også gå over til å bli en væske igjen, og denne prosessen heter **kondensering**.

Overgangene mellom gass og plasma har også egne navn: **ionisering** og **rekombinasjon**.

Når et stoff går fra en aggregattilstand til en annen, kalles det faseovergang.

Ikke alle stoffer kan gjennomgå alle mulige faseforandringer. Om du for eksempel varmer opp treverk (fast), vil det starte en forbrenningsreaksjon før treverket rekker å gå over til flytende fase.

Det er ikke så veldig viktig å kunne navnene på alle faseovergangene utenat. Det som er mer interessant, er det å se på «grad av uorden», som vises på høyre side i figuren ovenfor. For å bevege oss «oppover» i denne figuren, må det tilføres energi. Når vi beveger oss «nedover» i figuren, skjer det motsatte, da frigjøres energi.

# Fasediagrammer

Forfatter: Rune Mathisen

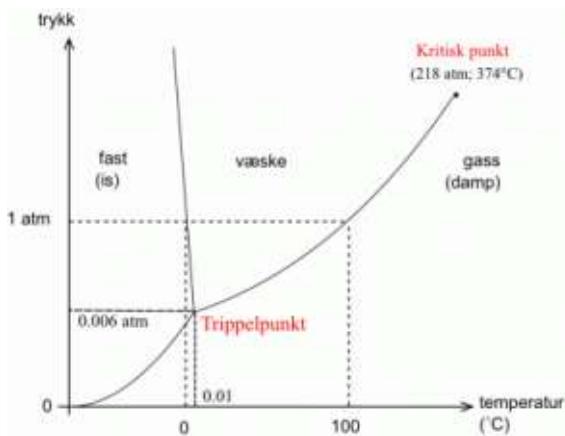
[Fasediagrammer \(121841\)](#)



Hva er det som avgjør om vann skal være i fast form, flytende eller gass? At det har noe med temperaturen å gjøre, er i alle fall helt sikkert. Det er jo derfor vi har snø og is om vinteren, men ikke om sommeren!

Hvilken fase et stoff er i, har like mye med trykk å gjøre som med temperatur. En vanlig benevnelse for trykk er «atmosfære». At trykk har innvirkning på stoffer, som snø og is, er ikke så lett å oppdage siden trykket i omgivelsene våre er om lag 1 atmosfære hele tiden. Om du hadde kunnet endre trykket ute, kunne du for eksempel fått oppleve at vann gikk over til vanndamp selv om temperaturen var langt unna 100 °C.

I figuren nedenfor ser du et fasediagram for vann. Trykket 1 atmosfære (1 atm) er som sagt det trykket du er kjent med fra omgivelsene dine, og dette er merket med en horizontal, stiplet linje i diagrammet. Om du følger denne linja fra venstre mot høyre, ser du at vann er i fast fase når temperaturen er under 0 °C. Mellom 0 °C og 100 °C er vann i væskefasen, og når temperaturen er over 100 °C, er vann en gass.



Fasediagram for vann

Et fasediagram er en graf som viser likevektsforhold mellom de ulike fasene som et stoff kan være i. Ofte brukes trykk og temperatur som akser i diagrammet.



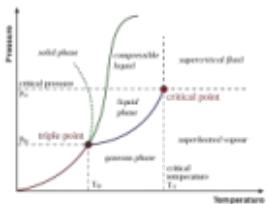
## Fasediagramm er / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121841>

# Fasegrenser og trippelpunkt

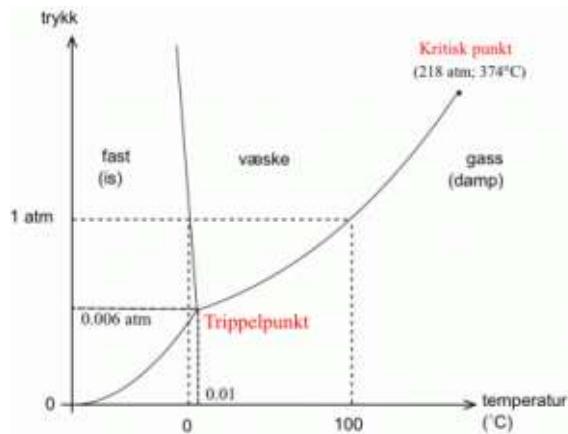
Forfatter: Rune Mathisen

[Fasegrenser og trippelpunkt \(121845\)](#)



Fasediagrammer inneholder mye nyttig og interessant informasjon når du vet hvordan du skal lese dem. Nå skal vi se nærmere på hva linjene i et slikt diagram betyr, og hva møtepunktet for linjene er.

De heltrukne linjene i fasediagrammet viser hvor overgangen fra én fase til en annen inntreffer. For eksempel kan vi lese ut fra diagrammet for vann at det fordamper/kondenserer ved 1 atm og 100 °C. Langs disse linjene eksisterer det to ulike faser i det som kalles «termodynamisk likevekt».



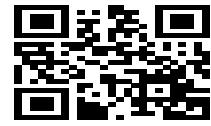
Fasediagram for vann

Tenk deg at vi har en beholder fylt med vann, hvor trykket er 1 atm og temperaturen er 100 °C. Ut fra fasediagrammet for vann ser vi da at vi er akkurat på fasegrensen. I praksis betyr det at det er like mange vannmolekyler som går fra væske til damp, som det er vannmolekyler som går motsatt vei, fra damp til væske. En ørliten endring i trykk eller temperatur vil endre på denne likevekten. Øker vi for eksempel temperaturen til 100,1 °C, men holder trykket på 1 atm, vil det være mange flere vannmolekyler som går fra væske til damp enn motsatt.

Ved likevekt er det like mange partikler som går fra fase A til fase B, som partikler som går fra fase B til fase A (motsatt retning). Netto utveksling av partikler er null.

Om du ser på fasediagrammet for vann igjen, vil du oppdage at det er ett punkt hvor alle de tre fasene møtes. Dette kalles «trippelpunktet», og her vil fast fase, flytende fase og gassfase eksistere i likevekt. For vann er dette punktet ved 0,01 °C og 0,006 atm.

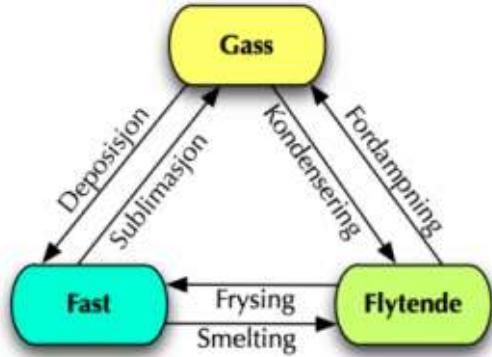
Phase Diagrams  
(Khan Academy)



Fasegrenser og  
trippelpunkt /  
fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121845>

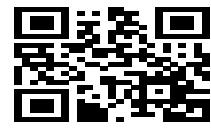
Demonstrasjon av  
trippelpunkt med tert-  
butanol (video)



### Trippelpunkt

Du kan også ha is, vann og vanndamp samtidig, selv om det ikke er ved trippelpunktet. Dette kan du lett teste selv. Kok opp litt vann, og når det koker, legger du noen isbiter oppi det kokende vannet. Nå er alle fasene til stede samtidig! Men de er ikke i likevekt, slik de er ved det «ekte» trippelpunktet. Det vil nemlig ikke ta lang tid før isbitene har smeltet, og etter en stund vil all væsken ha fordampet også.

Trippelpunktet er den kombinasjonen av trykk og temperatur som gjør at et stoff kan være i likevekt med tre ulike faser samtidig.



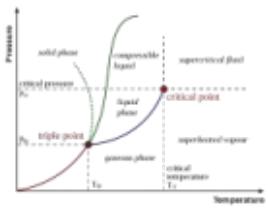
## Fasegrenser og trippelpunkt / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121845>

## Kritisk punkt i fasediagrammet

Forfatter: Rune Mathisen

[Kritisk punkt i fasediagrammet \(121847\)](#)



Om du følger faselinja for væske og gass, ser du at linja stopper i et punkt. For vann er dette punktet 218 atm og 374 °C. Dette punktet kalles for «kritisk punkt». Men hva skjer om trykket og temperaturen blir enda høyere? Er det ikke gass eller væske lenger, da?

Svaret er at stoffet er litt begge deler. Det er både gass og væske på en gang, og det finnes ikke noen tydelig faseovergang. Vi sier at stoffet er i en superkritisk tilstand.

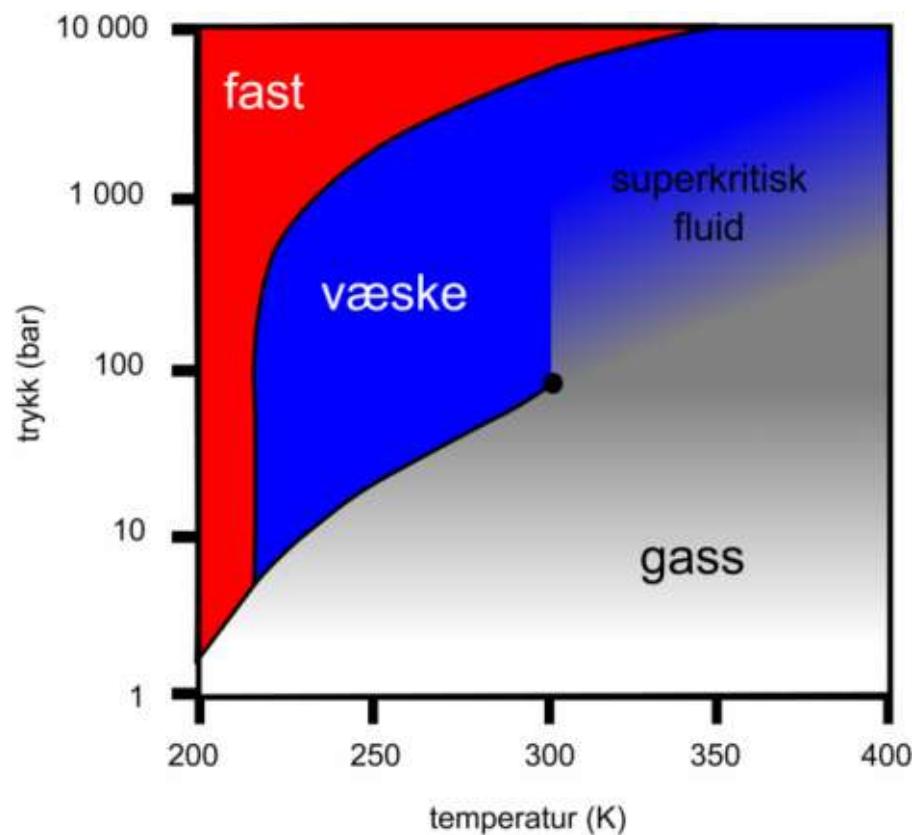


### Kritisk punkt i fasediagrammet / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121847>

Det kritiske punktet er det trykket og temperaturen hvor fasegrensen mellom gass og væske opphører å eksistere.

Nedenfor ser du et fasediagram for CO<sub>2</sub>. Det kritiske punktet for CO<sub>2</sub> er ved 73 atm (74 bar) og 31 °C (304 K). Om trykket og temperaturen er høyere enn dette, sier vi at CO<sub>2</sub> er i superkritisk tilstand.

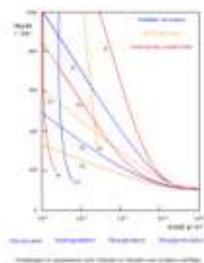


Fasediagram CO<sub>2</sub>

## Den ideelle gassloven

Forfatter: Rune Mathisen

[Den ideelle gassloven \(121930\)](#)



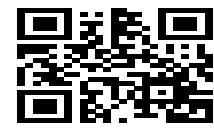
Å forklare sammenhengen mellom trykk, temperatur og volum i gasser er ikke alltid like enkelt. Heldigvis er det slik at mange vanlige gasser oppfører seg ganske likt ved moderate trykk og temperaturer. Vi sier at disse gassene oppfører seg som en «ideell gass».

La oss ta utgangspunkt i definisjonen av trykk ( $p$ ), som er kraft ( $F$ ) delt på areal ( $A$ ):

$$p = \frac{F}{A}$$

I en gassfyldt beholder kommer kraften fra gasspartikler som kolliderer mot veggene i beholderen, og arealet er hele det innvendige arealet av beholderen.

Tenk deg at du har en beholder fylt med en gass. Ingen av gasspartiklene slipper ut, og ingen nye kommer inn i beholderen. Toppen av beholderen er utformet som et stempel slik at du kan justere volumet. Det er også en trykkmåler og en temperaturmåler montert på beholderen.

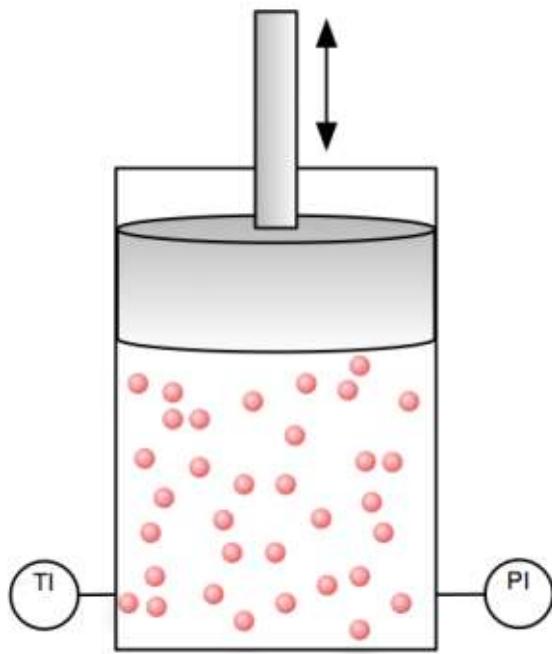


**Den ideelle  
gassloven /  
fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/121930>

### Konstant temperatur

Først senker vi stempelet nedover slik at volumet blir mindre. Vi sørger også for å ha temperaturregulering på beholderen slik at vi hele tiden holder temperaturen konstant. Du vil nå se at trykket øker når volumet minker. Om vi drar stempelet opp igjen, vil trykket synke.



Når volumet blir mindre, vil gasspartiklene presses tettere sammen. Da får de mindre plass å bevege seg på, og sjansen for at de kolliderer mot en vegg i beholderen, øker. Derfor kan vi lese av en trykkøkning på måleren!

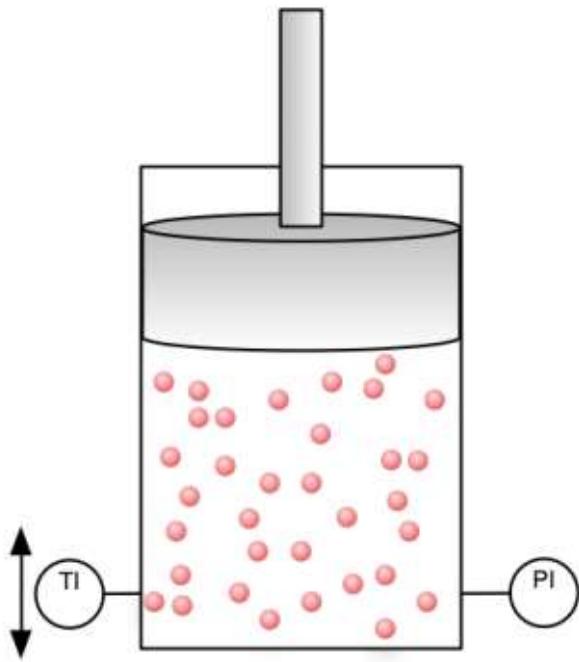
Det vi nå har sett i forsøket vårt, kan beskrives på en ganske enkel måte i det som kalles «Boyles lov». Den sier at dersom temperaturen ( $T$ ) er konstant, er trykket ( $p$ ) ganget med volumet ( $V$ ) konstant:

$$pV = \text{konstant} \quad (\text{når } T \text{ er konstant})$$

**minkende volum → økende trykk**  
**økende volum → minkende trykk**

### Konstant trykk

Så gjør vi et nytt forsøk, men nå lar vi trykket være konstant. Her skal vi heller øke og minke temperaturen og se hva som da skjer. Det er fortsatt slik at antallet gasspartikler er det samme. Ingen kommer inn, og ingen slipper ut.



Vi holder trykket konstant ved å bevege stempellet opp og ned. Dersom trykket begynner å øke, trekker vi stempellet litt opp. Om trykket skulle begynne å synke, presser vi stempellet litt ned. På denne måten holder vi trykket på samme verdi hele tiden.

Fra før vet du jo at det er en sammenheng mellom temperaturen og farten på partiklene. Når temperaturen øker, så øker farten. Og når farten øker, vil vi også få flere kollisjoner mot veggene i beholderen. Dermed vil vi få et høyere trykk. Siden vi ønsker å holde trykket konstant, må vi trekke stempellet litt opp. Dermed øker volumet.

Vi kan også senke temperaturen for å «bremse» farten på partiklene. Da får vi færre kollisjoner, og trykket synker. Men vi ønsker jo å holde trykket konstant, og derfor må vi nå presse stempellet litt ned. Da minker volumet.

Denne sammenhengen kalles «Charles' lov», og den kan også uttrykkes på en ganske enkel måte:

$$\frac{V}{T} = \text{konstant} \quad (\text{når } p \text{ er konstant})$$

**økende temperatur → økende volum**

**minkende temperatur → minkende volum**

Konstant volum

Til slutt kan vi gjøre et eksperiment hvor vi holder volumet konstant. Da får vi en sammenheng som kalles «Gay-Lussacs lov», og den kan uttrykkes slik:

$$\frac{p}{T} = \text{konstant} \quad (\text{når } V \text{ er konstant})$$

**økende temperatur → økende trykk**

**minkende temperatur → minkende trykk**

Alt satt sammen

Alle disse eksperimentene kan settes sammen til én forholdsvis enkel formel som forklarer sammenhengene vi er ute etter. Vi tar da også hensyn til antall gasspartikler (n) som er i beholderen:

$$pV = nkT$$

- p er trykk (enhet: Pascal)
- V er volum (enhet: kubikkmeter)
- T er temperatur (enhet: Kelvin)
- n er antall molekyler
- k er «Boltzmanns konstant»:  $1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K

Dette kalles den ideelle gassloven, og gasser som vi kan betrakte som «ideelle» ved moderate trykk og temperaturer, er luft, nitrogen, oksygen, helium, hydrogen og neon.

I gasser kan vi ikke endre trykk (p), temperatur (T) og volum (V) uavhengig av hverandre. I ideelle gasser kan sammenhengen mellom disse størrelsene uttrykkes som:  $p \cdot V = n \cdot k \cdot T$

# Pumping og kompresjon

Forfatter: Rune Mathisen

[Pumping og kompresjon \(121943\)](#)



Nå skal vi se på ulike typer utstyr som brukes til å forflytte gasser og væsker. Om vi for eksempel ønsker å flytte en væske fra ett sted til et annet, går ikke dette helt av seg selv. I alle fall ikke om væsken befinner seg på et lavt punkt og skal flyttes opp til et høyereliggende punkt!

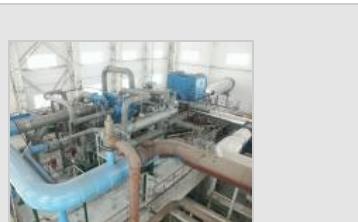
Væsker og gasser transporteres vanligvis i rør. Utstyrspumper (for væske) og kompressorer (for gasser) er ganske like, derfor konsentrerer vi oss bare om pumper her.

Det finnes i hovedsak to ulike typer pumper: fortrengningspumpe og centrifugalpumpe.



## Pumping og kompresjon / fagstoff

<http://ndla.no/nb/node/121943>



Industriell kompressor og røropplegg



Oljepumpe i Texas



Pumper i et fjernvarmeverk

# Fortrengningspumpe

Forfatter: Rune Mathisen

[Fortrengningspumpe \(123159\)](#)

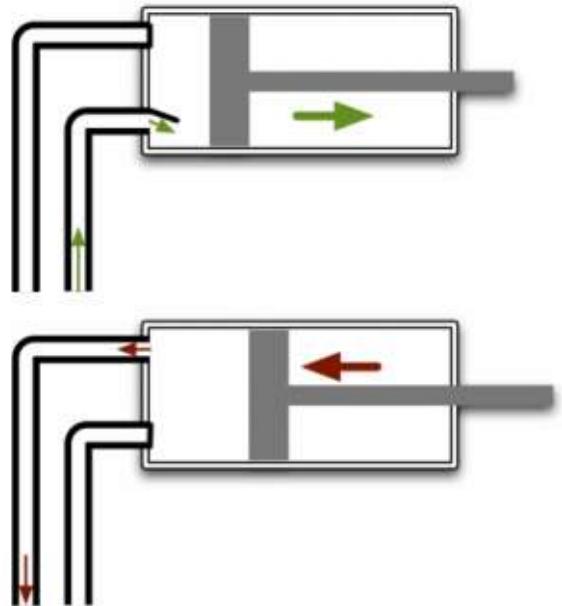


En fortrengningspumpe er en pumpe som lukker en mengde gass eller væske inn i et fast volum, for så å presse dette volumet ut gjennom utløpet av pumpen.

Den enkleste formen for fortrengningspumpe er en **stempelpumpe**. La oss se nærmere på hvordan den fungerer.

En stempelpumpe består av en innløpsventil, en utløpsventil, et stempel og en cylinder. Når stemelet beveger seg bakover (mot høyre i figuren nedenfor), øker volumet. Om det ikke kommer noe inn i pumpen, vil trykket derfor synke. Når det skjer, vil væske «suges» inn gjennom innløpsventilen.

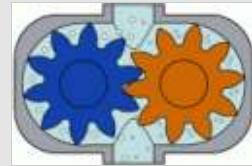
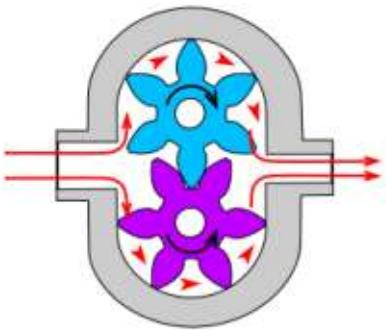
Når stemelet beveger seg framover (mot venstre i figuren nedenfor), lukkes innløpsventilen. Da vil væsken presses ut gjennom utløpsventilen.



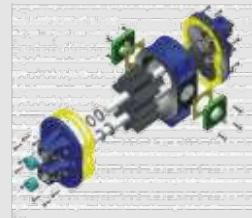
En **tannhjulspumpe** er også en fortrengningspumpe og fungerer egentlig på samme måte som en stempelpumpe. Tannhjulspumpen består av ett eller flere tannhjul. I figuren nedenfor ser du en pumpe med to roterende tannhjul som griper i hverandre.

Ved innløpet (på venstre side i figuren) slipper tennene i tannhjulene grepet i hverandre. Da øker volumet, og på samme måte som for en stempelpumpe vil væsken «suges» inn.

Så følger væsken med i volumet mellom tennene og pumpeveggene og fram mot utløpet. Der griper tennene i hverandre igjen slik at volumet minker. Dermed vil væsken presses ut gjennom utløpet i pumpen.



Prinsippskisse for en  
tannhjulspumpe  
(animasjon)



Splittegning av en  
tannhjulspumpe

Stempelpumper og tannhjulspumper brukes ofte på væsker som har høy viskositet, det vil si at de er tyktflytende (for eksempel oljer). Stempelpumper brukes også der man trenger høye trykk (for eksempel i høytrykkspryttere).

Stempelpumper brukes også ofte på gasser, men da kalles de stempelkompressoror. Det finnes også gasskompressoror som likner på tannhjulspumper.

Fortrengningspumper øker trykket i en væske ved å øke og minke et volum inne i pumpen. Det samme prinsippet brukes ofte på gasskompressoror.

# Sentrifugalpumpe

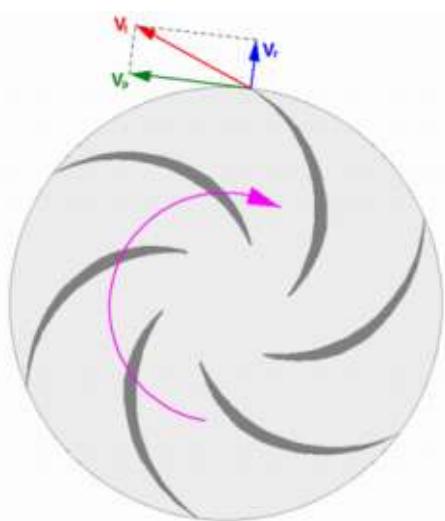
Forfatter: Rune Mathisen

[Sentrifugalpumpe \(123184\)](#)



Sentrifugalpumper er den mest populære pumptypen i prosessindustrien. Dei har stor kapasitet i forhold til storleiken, og dei er som regel svært haldbare og driftssikre.

Sentrifugalpumper har fått namnet sitt fordi dei bruker sentrifugalkrefter til å auke trykket i væsker. Inne i pumpa er det eit laupehjul som blir kalla ein impeller. Denne består av mange skråstilte blad som er monterte mellom to sirkelforma skiver.



Midt i impelleren er innløpet. Når væska kjem inn, vil ho slyngjast ut til kantane av impelleren på grunn av sentrifugalkrafta.

Impelleren er montert inne i eit pumpehus, og derfor vil væska som blir slyngd ut frå impelleren, treffe veggene i pumpehuset. Når det skjer, misser væska farten ho hadde ut frå impelleren. Bernoulli-prinsippet fortel oss at viss farten blir mindre, så aukar trykket. På denne måten aukar ei centrifugalpumpe trykket i ei væske.



Start og stopp av en  
sentrifugalpumpe /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/134192>



**Sentrifugalpumpe / fagstoff**

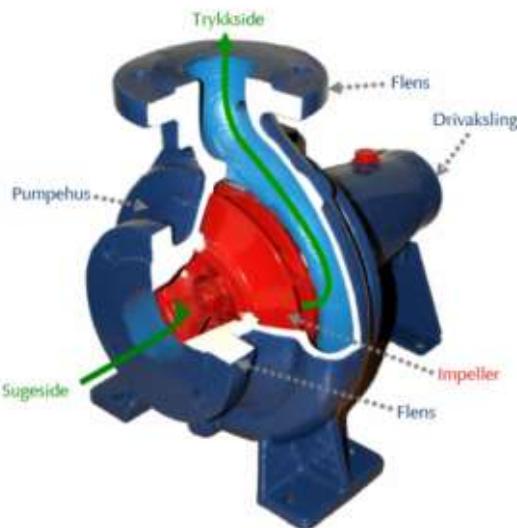
<http://ndla.no/nb/node/123184>

Mekanisk oppbygging  
av ein  
sentrifugalpumpe



**Sentrifugalpumpe / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123184>



3D-animasjon av ein  
sentrifugalpumpe

Sentrifugalpumper består av ein impeller og eit pumpehus. Dei aukar trykket i ei væske ved hjelp av sentrifugalkrefter.

Sentrifugalpumper kan òg bli brukte som gasskompressorar. Ein turbo i ein bilmotor er ofte ein såkalla sentrifugalkompressor.

# Strømning i rør

Forfatter: Rune Mathisen  
[Strømning i rør \(122074\)](#)



Nå skal vi se litt nærmere på hvordan en væske strømmer i et rør. Det er litt mer komplisert med gasser, derfor holder vi oss kun til væsker her. Vi tenker oss at disse er inkompressible, det vil si at de ikke kan komprimeres.

Vi tar utgangspunkt i Bernoulli-prinsippet, som sier at trykket i en væske vil synke når hastigheten øker. Når væsken møter en innsnevring i et rør, vil hastigheten øke. Men mengden væske som strømmer gjennom røret, er den samme selv om rørdiameteren endres.

Dette fenomenet kan vi forklare med litt matematikk, i det som kalles kontinuitetslikningen. Tenk deg et rundt rør. Om vi lager et tverrsnitt av røret, får du en sirkel. Fra matematikken vet du at arealet (A) av en sirkel er:

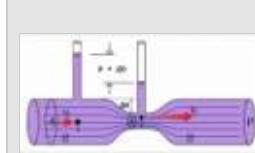
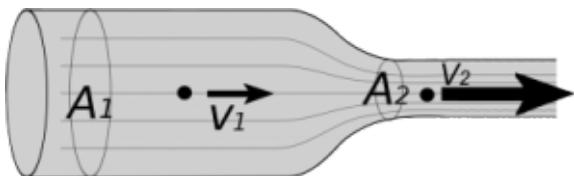
$$A = \pi r^2$$

Mengden væske som går gjennom røret (Q), er tverrsnittarealet (A) multiplisert med hastigheten (v):

$$Q = A v$$

Når tverrsnittarealet i røret (A) endrer seg, må hastigheten (v) endre seg tilsvarende fordi mengden som strømmer gjennom røret, er den samme i alle tverrsnitt av røret. Dette kan vi skrive slik:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$



Tegning av et venturirør som illustrerer bernoulliprinsippet

Test ut teorien i en simulator:



Har du problemer med å kjøre simuleringen?  
[Få hjelp her.](#)  
starte

Kontinuitetslikningen forteller oss at mengden væske som strømmer i et rør, er den samme selv om rørdiameteren endrer seg.

## Laminær strømning

En måte som væsker kan strømme på, er såkalt laminær strømning. Da tenker vi oss at all væsken strømmer i samme retning i parallelle lag, den strømmer jevnt og fint.



Laminær strømning i rør

I laminær strømning beveger all væsken seg i samme retning i parallele lag.

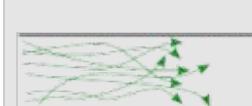


Laminær strømning i rør / video

<http://ndla.no/nb/node/130531>

### Turbulent strømning

Når farten på væsken i røret blir stor nok, vil den ikke strømme jevnt og fint lenger. I stedet blir strømningsmønsteret temmelig kaotisk. Dette kaller vi turbulent strømning.



Turbulent strømning i rør

Når vi har turbulent strømning i en væske, har vi et kaotisk strømningsmønster.

Turbulent strømning krever at vi må bruke mer energi når vi pumper. Dette kan være lite ønskelig for da får vi høyere energiutgifter. På en annen side kan turbulent strømning likevel være ønskelig fordi det for eksempel hjelper til med å blande stoffer eller gi bedre varmeoverføring.



Turbulent strømning i rør / video

<http://ndla.no/nb/node/130530>

Test deg selv



Turbulent og laminær strømning / h5p\_content

<http://ndla.no/nb/node/124703>

# Varmetransport

Forfatter: Rune Mathisen  
[Varmetransport \(122404\)](#)



For å få en bilmotor til å gå best mulig er det viktig å ha akkurat riktig temperatur på drivstoffet, innsugingslufta, sylinderen og smøreoljen. Temperaturen blir ikke riktig sånn helt av seg selv, vi må tilføre eller fjerne energi i de ulike delene av motoren. I prosessindustrien må det også tilføres eller fjernes energi mange steder i prosessen.

Det er et par prinsipper vi må kjenne til for å få en oversikt over hvordan varmetransport foregår.  
Aller først må vi ha en definisjon av hva varme er.



Varme er transport av energi på grunn av temperaturforskjeller.

For å forstå at energi transporterdes inn til eller ut av prosessen, er det viktig å vite at varme bare kan gå fra et varmt sted til et kaldt sted. For at kjølevannet i en bilmotor skal kunne fjerne varme fra forbrenningsprosessen i motoren, må altså temperaturen i vannet være lavere enn temperaturen i sylinderen.

Varme kan bare gå fra et sted som er varmt, til et sted som er kaldere.

Enheten for varme er joule (J) eller wattsekund (Ws). Vi kan regne ut varmemengden Q inn til eller ut av et stoff med denne formelen:

$$Q = c_p m(t_2 - t_1)$$

Symbolet  $c_p$  står for varmekapasitet, og for vann er den 4,19 kJ/kg·K. Symbolet  $m$  er massen målt i kg, og  $(t_2 - t_1)$  er temperaturen før og etter oppvarmingen eller avkjølingen. Formelen gjelder ikke dersom det foregår noen faseoverganger (for eksempel at vann går over til damp).

Nå kan vi for eksempel regne ut hvor mye varme som skal til for å øke temperaturen i 1 kg vann fra 10 °C til 20 °C:

$$Q = 4,19 \cdot 1 \cdot (20 - 10) = \underline{41,9 \text{ kJ}}$$

# Varmevekslere

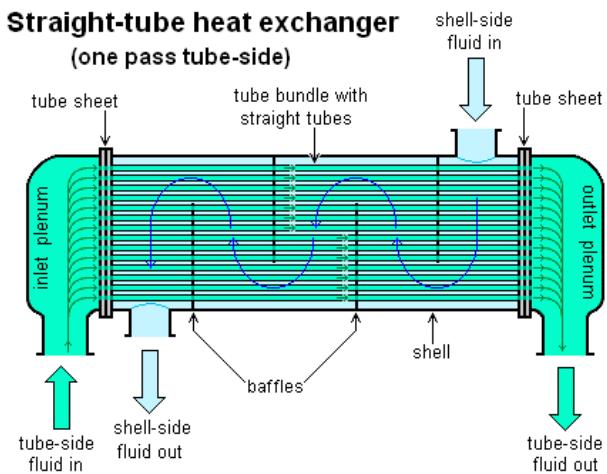
Forfatter: Rune Mathisen  
[Varmevekslere \(123365\)](#)



Det mest vanlige utstyret som brukes i prosessindustrien for å kjøle ned eller varme opp stoffer, er varmevekslere. Det er mange måter å lage slike varmevekslere på, ett eksempel er radiatoren i en bil. Der går det varme vannet inne i rør, mens kald luft strømmer på utsiden av rørene.

Varmevekslere er en type prosessutstyr som brukes for å overføre varme fra ett stoff til et annet. De kan brukes på både gasser og væsker.

En type varmeveksler som er vanlig i industrien, er en såkalt rør-i-skall-varmeveksler. Den består av en sylinderformet beholder (skallet), og inne i denne er det monert mange små rør. Da kan det som skal varmes opp eller kjøles ned, for eksempel strømme gjennom skallet, mens det vi bruker til å varme opp eller kjøle ned med, strømmer gjennom rørene.



Prinsippskisse for en rørvarmeveksler

# Reguleringsteknikk

Forfatter: Industriskolen  
[Reguleringsteknikk \(53805\)](#)



Når vi sier at vi kontrollerer en kjemisk prosess, mener vi at vi ved hjelp av en bestemt teknikk innvirker på de fysiske og kjemiske fenomenene som bestemmer prosessens forløp. Disse fenomenene er for eksempel trykk, temperatur, nivå, volumstrøm eller lignende, altså størrelser av en type som vi pleier å betegne som tilstand. Kontrollen kan være styring eller regulering eller en kombinasjon av begge deler.

## Historiske tilbakeblikk

Prosesskontroll, det vil si måling, styring og regulering, slik vi kjenner det, er et ungt fag. Med den industrielle revolusjon – her i landet fra begynnelsen av 1800-tallet – fulgte en mekanisert produksjon basert på motorkraft som erstattet muskelkraften til drift av maskiner. I denne mekaniserte produksjonen var det fremdeles mennesker som direkte kontrollerte og styrtede maskinene.

Særlig etter andre verdenskrig økte kravet om produktmengde. Senere kom skjerpede krav til kvalitet, og industrien utviklet seg i takt med det. Kravet til mer produksjon per hode tvang seg fram. I 1950-årene begynte så smått automatiseringen her i landet, og snart var hele prosesser automatisk overvåket, styrt og regulert av pneumatiske instrumenter.

Men det skulle skje mer. I 1960 ble det mulig med masseproduksjon av gode transistorer, i 1970 kom integrerte kretser, og i 1971 kom den første mikroprosessoren. Dette førte til en revolusjon innen datateknologien.

I dag styres alle større prosesser av prosessdatamaskiner, skjermbaserte automatsystemer. Prosessdatamaskinene arbeider bokstavelig talt raskt som lynet, med minutiøs nøyaktighet og med optimale evner til å regulere. Hvis noe svikter, er det oftest de mekaniske enhetene som datamaskinene styrt.

## Styring og regulering

Den store forskjellen på styring og regulering er at en regulering styrer og kontrollerer sluttproduktet. Et godt eksempel er en temperaturregulering i et vanlig rom. Her kan regulatoren være en enkel termostat eller en mer avansert elektronisk regulator. Det som er felles for begge regulatortypene, er at de regulerer effekttilførselen til varmeelementene, og at de mottar eller oppfatter den stigende eller synkende romtemperaturen som følge av effekttilførselen til varmeelementene.



En operatør overvåker produksjonslinjen fra kontrollrommet



Medisinproduksjon



Ulike termostater til varmeovn

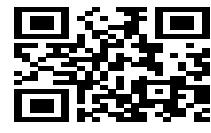
En slik regulator eller termostat har også en innstilling for den ønskede temperaturen, på fagspråket kalles den settpunkt. Regulatoren avføler altså romtempeaturen og sammenligner den med settpunktet. Dersom temperaturen er for høy, slår regulatoren av eller minsker effektilførselen til varmeelementene. Dersom temperaturen er for lav, under settpunktet, vil regulatoren slå på eller øke effektilførselen til elementene. Vi ser at regulatoren hele tiden har kontroll med sluttproduktet som i dette tilfellet er romtemperaturen.

Se animasjonen som viser hvordan et renseanlegg for avløpsvann kan være bygget opp. Oversikten viser funksjonen til de ulike prosessavsnittene. På animasjonen kan du klikke på menyen nede til venstre. Klikk på menyen det står "Reaktor" på. Du ser at det kommer fram et nytt bilde som viser prinsippet for en reaktor. Her kan du justere temperatur og pH-verdi. Se hva som skjer når du foretar justeringer av verdiene.

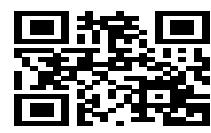
Vi skiller mellom manuell regulering og automatisk regulering. Med manuell regulering mener vi regulering hvor mennesket står for styrings- eller reguleringsfunksjonen. Ved automatisk kontroll er det spesielle instrumenter som tar seg av de forskjellige funksjonene.

Selv om det er datamaskinene som gjør jobben, er det viktig at en lærer mye om all denne reguleringssteknikken fordi prinsippene for måling, styring og regulerung fremdeles er de samme. Pådragsorganer, forstillingsenheter, detektorer (følere), måleomformere og signalgang er som før, de er bare modernisert og forbedret. Datamaskinene tar imot signalene, tolker dem og sender de riktige signalene ut igjen, lynraskt og effektivt.

Men det er ikke tilstrekkelig bare å forstå instrumentenes virkemåte, en må også forstå samspillet mellom prosessen og instrumentene. Det er bare det praktiske arbeidet med og i prosessanleggene ved siden av teorien som gir denne forståelsen!



Animasjon  
Automatisert  
platesaks /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/53828>



Animasjon styring  
og regulering i et  
biologisk  
renseanlegg /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/53839>

# Grunnprinsipper for regulering

Forfatter: Rune Mathisen

[Grunnprinsipper for regulering \(115299\)](#)

Kompliserte industriprosesser vil være så godt som umulige å ha kontroll over dersom vi ikke automatiserer driften. Vi er avhengige av å kontrollere ulike strømmer (pådrag) i en kjemisk prosess, og nå skal vi se på hvordan det gjøres i praksis.



Introduksjon til reguleringsteknikk / video

<http://ndla.no/nb/node/141461>

Tenk deg at du er ute og kjører bil. En av de mange tingene du må følge med på, er fartsgrensen. Du får hele tiden beskjed om hva fartsgrensen er, ved hjelp av skiltet som står i veikanten. Av og til er fartsgrensen 30 km/t, for så å endres til 50 km/t.

Når fartsgrensen endrer seg, bruker du gasspedalen for å justere farten. Speedometeret viser deg hva farten din er, slik at du vet om du kjører for fort eller for sakte.

Nå skal vi lære noen viktige begreper innen reguleringsteknikk. Fartsgrensen (som vises på skiltet) kalles en **skal-verdi** (sett punkt). Dette er altså den ønskede farten. Den virkelige farten kalles for en **er-verdi** (prosessverdi). I bilen vises er-verdien på speedometeret.



Veiskilt med fartsgrense

Fotograf: [DeFacto](#)



Bilpådrag - interaktiv animasjon

Opphavsmann: [AuTech Kompetanse AS](#)

Skal-verdi er den verdien vi ønsker, og er-verdien er den virkelige (målte) verdien.

Nå vet vi hva farten skal være, og hva den egentlig er. Forskjellen mellom fartsgrensen og den virkelige farten kalles et avvik. Vi kan regne ut avviket på denne måten:

$$\text{skal} - \text{er} = \text{avvik}$$

Når vi regulerer noe, vil vi at forskjellen mellom det vi ønsker, og den virkelige verdien, er så liten som mulig.

Avviket er forskjellen mellom skal-verdien og er-verdien.

La oss ta et eksempel. Du står parkert langs en vei, og du ser på et skilt at fartsgrensen er 30 km/t. Dette er den ønskede farten, og det er altså skal-verdien din. Siden du står parkert, er farten din 0 km/t. Dette er er-verdien din. Avviket er altså 30 km/t.

$$30 - 0 = 30$$

For at du skal gjøre avviket så lite som mulig, må du forsøke å få bilen opp i en hastighet på 30 km/t. Da bruker du gasspedalen som sørger for å åpne noen spjeld i forgasseren. Gassblandingen fra forgasseren til motoren er pådraget, og et større pådrag gjør at du får mer kraft ut av motoren. Selve forgasseren kaller vi et pådragsorgan.

Et pådragsorgan er en innretning som gjør oss i stand til å endre pådrag i prosesser. Det vanligste pådragsorganet i prosessindustrien er ventiler.

Men om farten er 35 km/t og fartsgrensen fortsatt er 30 km/t, hva er avviket da? Vi bruker formelen for å regne ut avviket og putter inn skal-verdi og er-verdi:

$$30 - 35 = -5$$

Du kjører altså 5 km/t for fort, så nå må du ha svakere trykk på gasspedalen (redusere pådraget) for at avviket skal bli så lite som mulig.



Speedometer 0 km/t

Fotograf: [Andreas Schmidt](#)

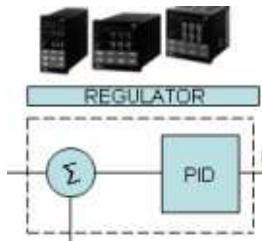


Reguleringsventil

Fotograf: [Reidar Nornes](#)

# Reguleringsløyfer

Forfatter: Rune Mathisen  
[Reguleringsløyfer \(115306\)](#)



I industrielle prosesser er vi helt avhengige av at reguleringen av pådrag skjer automatisk. Da må vi knytte sammen skal-verdi (ønsket verdi), er-verdi (målt verdi) og styringen av pådragsorganet (vanligvis en ventil). Dette gjøres med en regulator.



Reguleringsløyfen -  
interaktiv animasjon  
Opphavsmann: [AuTech](#)  
[Kompetanse AS](#)

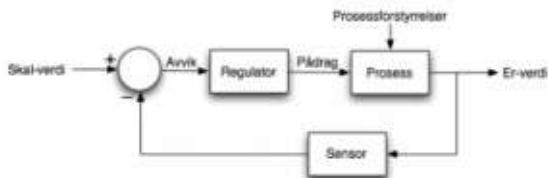


Industriell regulator -  
kretskort

En regulator er en innretning som automatisk forsøker å gjøre avviket så lite som mulig. Regulatoren leser inn skal-verdi og er-verdi, og den styrer et pådragsorgan.

Er-verdien blir målt med et måleinstrument (sensor). Når vi setter sammen måleinstrumentet, regulatoren og pådragsorganet, har vi det som kalles en reguleringsløyfe.

I en reguleringsløyfe sier vi at vi har en tilbakekobling fra er-verdien til pådraget. Avviket vil bli beregnet kontinuerlig, og pådraget i prosessen blir endret slik at avviket til enhver tid er så lite som mulig. Skjematisk kan dette framstilles slik:



Enkel reguleringsløye

En reguleringsløye består av et måleinstrument, en regulator og et pådragsorgan.

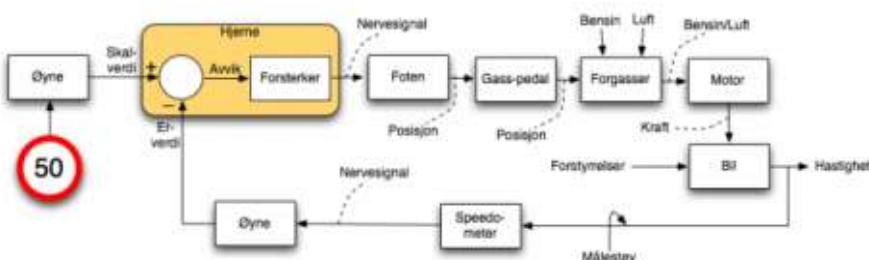
La oss se på hva dette betyr for å regulere hastigheten til en bil. Skal-verdien er fartsgrensen, altså det som står på skiltene. Speedometeret er sensoren vår, den mäter og viser virkelig hastighet (er-verdi).

Vi bruker øynene for å lese av både skal-verdi og er-verdi, og så bruker vi hjernen til å beregne avviket (det sirkelformede symbolet i diagrammet). Hjernen beregner også hva som er en passende pådragsendring for å gjøre avviket så lite som mulig.

Hjernen sender et signal til foten, som så endrer trykket på gasspedalen. Dette gir en endring av bensin- og luftmengden i forgasseren, som er pådragsorganet vårt. Nå vil kraften fra motoren endres, og vi får en endring i er-verdien. Deretter gjentas hele prosessen slik at vi får en kontinuerlig justering av er-verdien. Målet er hele tiden å få avviket så lite som mulig.

I bil-eksemplet fungerer hjernen vår som en regulator. Nervesystemet, foten og gasspedalen fungerer som signalomformere. Det samme gjelder for øynene, de omformer skiltet og speedometeravlesningen til signaler som hjernen kan bearbeide.

Vi kan sette opp et detaljert diagram for hele denne reguleringsløyfen:



Reguleringsløye for hastighetsregulering av bil



Speedometer



Veiskilt med fartsgrense



Bilpådrag - interaktiv animasjon

Opphavsmann: [AuTech](#)  
[Kompetanse AS](#)

# Belastning og prosessforstyrrelser

Forfatter: Rune Mathisen

[Belastning og prosessforstyrrelser \(115317\)](#)



Hvis du har kjørt moped eller bil, vet du sikkert at ett bestemt gasspådrag ikke nødvendigvis alltid gir samme fart. Tenk deg at du kjører på en slette i 30 km/t. Så lenge du kjører på sletta, kan du holde gasspedalen i samme posisjon. Så kommer det en motbakke. Hva skjer da?

Hvis du fortsatt holder gasspedalen i samme posisjon, vil bilen begynne å gå saktere! Dersom du skal klare å holde samme fart, må du ha mer motorkraft. Du må endre posisjonen på gasspedalen.

Det som skjedde da bilen kom til motbakken, var at lastningen økte. En slik varierende lastning har en også i industrielle prosesser. Derfor vil for eksempel ikke en fast ventilåpning eller en fast innstilling på en maskin fungere i et industrianlegg. Lastningen kan øke eller minke, og reguleringssystemet må hele tiden korrigere for denne varierende lastningen.



Bil kjører på vei, skiltet  
fartsgrense 30 km/t  
Fotograf: [Bjørn Rørslett](#)



Industriell rørvarmeverksler  
med deler av rørinnnsatsen  
avdekket  
Fotograf: [S.J. de Waard](#)



Sentrifugalpumpe og  
motor, deler av  
pumpehuset er skåret vekk  
Fotograf: [S.J. de Waard](#)



Fra anlegget på Mongstad

Fotograf: [Marit Hommedal](#)

Maskiner og prosessutstyr har som regel varierende belastning. Vi bruker reguleringssløyfer for å unngå variasjoner i prosessen.

Variasjoner i belastningen i en prosess kalles ofte en "prosessforstyrrelse". Selv om disse variasjonene i belastning kan være både planlagte og ønskelige (for eksempel en økning i produksjonsraten), er de en uønsket forstyrrelse for prosessen.

Prosessforstyrrelser er uønskede variasjoner i prosessen.

Variasjon i belastning kan altså være én mulig årsak til disse forstyrrelsene, men det kan også være andre årsaker. For eksempel er det alltid litt variasjon i kvaliteten på råvarene, og dette kan påvirke kvaliteten på det ferdige produktet. For å motvirke dette må vi forsøke å endre måten vi kjører prosessen på. Da kan vi kanskje klare å holde en jevn kvalitet på produktet selv om kvaliteten på råvarene varierer.

Endringer i miljøet rundt prosessen kan også gi forstyrrelser. Et eksempel på dette er temperaturen rundt prosessutstyret. Dersom utstyret står ute, kan det være 20 °C om sommeren og -20 °C om vinteren. Dette kan ha stor effekt på prosessen.

Selve utformingen av prosessanlegget kan også være med på å forsterke forstyrrelsene. Det er for eksempel mye enklere å holde en stabil temperatur i en stor tank enn i en liten tank.

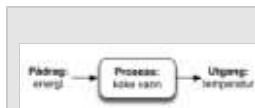
Det kan altså være mange mulige årsaker til prosessforstyrrelser. De kan være et problem for deg som operatør, men ofte overlater vi problemet til reguleringssløyfene våre. De må lages på en slik måte at de så raskt som mulig motvirker alle forstyrrelser.

# Treghet

Forfatter: Rune Mathisen  
[Treghet \(115397\)](#)



Du har sikkert koka vann på komfyren hjemme. Da vet du at det tar ganske lang tid fra du setter på varmeplata, (pådraget) til vannet koker. Skal-verdien din er  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (som er kokepunktet til vann), men det tar litt tid før er-verdien endrer seg. Dette fenomenet kaller vi treghet i prosessen.



Pådrag og utgang i prosessen koking av vann

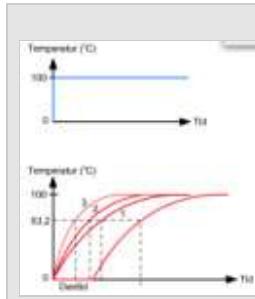
Med treghet i en prosess mener vi tiden det tar fra du forandrer et pådrag til utgangen endrer seg.

Vi kan ha treghet i selve prosessen, men også i reguleringssystemet (sensoren, regulatoren og pådragsorganet). Det er to forskjellige årsaker til treghet i prosessen og i reguleringssystemet: tidskonstant og dødtid. Vi skal her se litt nærmere på disse.

## Tidskonstant

Du skal koke opp vann som i utgangspunktet har en temperatur på  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Siden vannet skal koke, betyr det at skal-verdien er  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Men når du skrur på varmeplata, endrer ikke er-verdien seg til  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  med en gang. Tvert imot tar det ganske lang tid før er-verdien er den samme som skal-verdien.

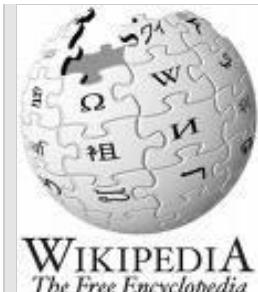
Vi kan lage oss et tall som forteller noe om denne prosessen. Dette tallet kaller vi tidskonstanten. Du kan finne tidskonstanten ved å ta tiden fra tidspunktet du skrur på varmeplata, og fram til 63 prosent av hele endringen er gjort.



Tidskonstant og dødtid - interaktiv animasjon

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)



Vil du vite hvorfor

du skal bruke 63

prosent når du

regner ut

tidskonstanten?

Les mer på

engelsk

Wikipedia.

Tidskonstanten er tiden det tar fra vi begynner å gjøre en pådragsendring, og fram til vi har oppnådd 63 prosent av den ønskede endringen.

Du lurer kanskje på hvorfor vi bruker akkurat 63 prosent? Forklaringen er matematisk, og den skal vi ikke bry oss så mye om her. Det viktigste for deg er at det er praktisk: Du slipper å ta tiden helt fram til vannet koker!

### Eksempel

La oss se nærmere på hvordan vi kan finne ut tidskonstanten. I utgangspunktet er altså vanntemperaturen 5 °C, men du vil endre denne til 100 °C. Du kan regne ut hvor stor denne endringen er:

$$100 - 5 = 95$$

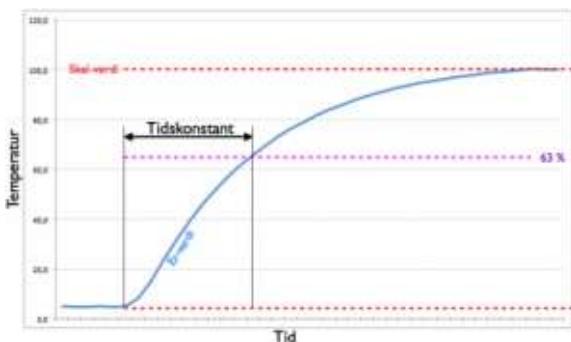
Men hva er 63 prosent av 95? Hvis du ganger med 0,63, finner du svaret:

$$95 \times 0,63 = 59,85$$

Når temperaturen har økt med 59,85 °C, har vi altså fått en endring som er 63 prosent av hele endringen vi skal gjøre. Det vil si at vi skal ta tiden fra tidspunktet når vi skrur på plata og fram til er-verdien er 59,85 °C høyere enn det vi startet med (som var 5 °C). Da er temperaturen:

$$5 + 59,85 = 64,85$$

Du kan gjøre dette forsøket selv hjemme på kjøkkenet og notere deg hva vanntemperaturen er på ulike tidspunkter. Så kan du tegne alt sammen inn i en graf.



## Dødtid

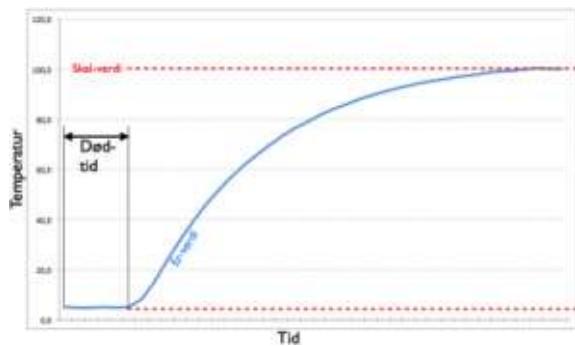
Når du skrur på varmeplata, tar det litt tid før temperaturen i kjelen begynner å stige. Grunnen til det er blant annet at plata og kjelen også må varmes opp. Tiden det tar fra du skrur på plata, og fram til temperaturen i vannet stiger, kalles dødtid.



Termometer  
Fotograf: [Corbis](#)

Dødtid er den tiden det tar fra vi gjør en endring i pådraget, til det kan registreres noen endring i prosessverdien.

Hvis du har førerkort, har du sikkert lært om reaksjonstid. Det er det samme som dødtid: Tiden det tar fra du ser en fare, og fram til du begynner å bremse, er døttiden i bremseprosessen.



Dødtid

# Ulike typer reguleringer

Forfatter: Rune Mathisen

[Ulike typer reguleringer \(115545\)](#)

Det finnes flere ulike måter å gjøre regulering på. Her skal vi se på to hovedtyper: av/på-regulering og kontinuerlig regulering.



Av-på og kontinuerlig regulering / video

<http://ndla.no/nb/node/141462>

## Av/på-regulering

Den enkleste formen for regulering en kan tenke seg, er å skru av eller på et pådrag. Det er slik de elektriske ovnene du har hjemme, fungerer.

Du stiller for eksempel inn skal-verdien for ovnen til 20 °C. Blir temperaturen for lav, skrur ovnen seg på og holder seg påslått helt til temperaturen går over 20 °C. Da slår den seg av.

Siden ovnen nå er avslått, vil temperaturen i rommet begynne å synke. Dermed slås ovnen på igjen etter en stund. Slik vil den fortsette å slå seg av og på, og det er dette vi kaller av/på-regulering.



Eksempel på av/på-regulering: Panelovn med termostat

Fotograf: [Stian Lysberg Solum](#)

I en av-på regulering skrus pådraget av eller på avhengig av om er-verdien er høyere eller lavere enn skal-verdien.

## Kontinuerlig regulering

Mange som kjører moped, bruker gasshåndtaket som en av/på-regulator. Enten har de full gass, eller så gir de ikke noe gass. Men gasshåndtaket kan faktisk ha mange andre stillinger enn helt av eller helt på! Gasshåndtaket på en moped kan brukes til det som kalles kontinuerlig regulering.

Av/på-regulatorer kan være greie å bruke hvis vi ikke trenger helt nøyaktig kontroll på er-verdien. Men ofte trenger vi litt mer presis regulering, og da kan vi bruke en kontinuerlig regulator. I stedet for å være enten på eller av, vil en kontinuerlig regulator hele tiden gjøre endringer som står i forhold til avviket.

I en kontinuerlig regulering justeres pådraget hele tiden i små steg avhengig av om er-verdien er høyere eller lavere enn skal-verdien.



Eksempel på kontinuerlig regulering: gasspådrag på en moped

Fotograf: [Chicago](#)

# PID-regulator

Forfatter: Rune Mathisen

[PID-regulator \(115681\)](#)

En PID-regulator er en type kontinuerlig regulator. Den gjør altså justeringer i pådraget hele tiden. Justeringene kan gjøres i små gradvise steg, og ikke bare enten av eller på. For å få til dette må man også ha et pådragsorgan som kan justeres i små steg. Det hjelper for eksempel ikke å sette en PID-regulator på en panelovn dersom ovnen bare kan være enten av eller på!



PID-regulator / video

<http://ndla.no/nb/node/141463>

Det finnes flere ulike typer kontinuerlige regulatorer, men PID-regulatoren er den aller mest brukte i prosessindustrien. Vi skal derfor gå ekstra grundig gjennom hvordan en PID-regulator fungerer.

Bokstavene PID uttales “pe i de” og står for “proporsjonal”, “integrering” og “derivering”. Dette er betegnelser på de ulike matematiske metodene som brukes i en PID-regulator.



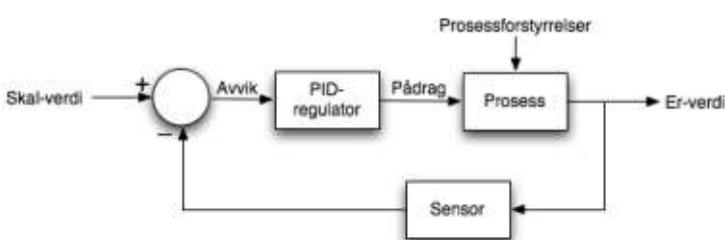
Kontrollrom i et kraftverk

Fotograf: [WIKImaniac](#)

## Virkemåte

En PID-regulator jobber hele tiden med avviket i reguleringsløyfen. Den bryr seg altså ikke om hva er-verdien er, men prøver heller å få avviket mellom skal-verdi og er-verdi til å bli så lite som mulig.

Avviket regnes ut først (sirkelen i figuren nedenfor), deretter sender PID-regulatoren beskjed til pådragsorganet i prosessen om hva som må gjøres for å få avviket mindre.



Reguleringsløyfe med PID-regulator

Du kan tenke deg at en PID-regulator er som tre typer operatører med hver sin personlighet. Alle tre sitter inne i boksen som er merket ”PID-regulator” i figuren over. Vi skal nå ta en titt på personligheten til alle tre.

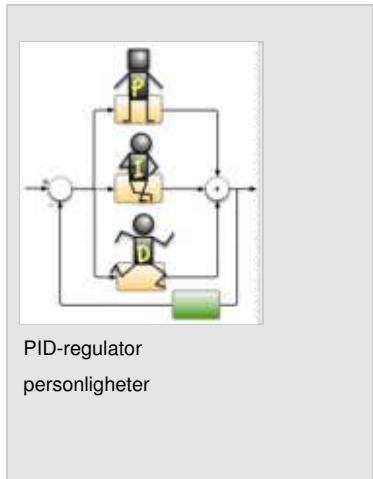
## Personlighetene i en PID-regulator

**P-operatøren** er en temmelig firkantet type. Når han får beskjed om hva avviket er, ganger han det bare med et tall og sender det videre. Han grubler ikke på om det kunne vært lurt å gjøre noe annet, men utfører bare det samme gangestykket hele tiden.

**I-operatøren** er en skikkelig rolig og avslappet fyr. Han tar ikke helt av selv om avviket plutselig skulle bli stort. I stedet justerer han litt og litt og vet at han ordner sakene bare han får litt tid på seg.

Til slutt har vi **D-operatøren**. Han er skikkelig kvikk og ivrig. Så fort han ser at avviket øker, skrur han pådraget opp. Hvis han oppdager at avviket minker, skrur han pådraget ned. Men D-operatøren gjør bare noe når han ser at avviket endrer seg. Hvis avviket er det samme hele tiden, gjør han ingenting.

Hver av disse tre typene har altså sine styrker og svakheter, men når de jobber sammen, blir resultatet veldig bra!

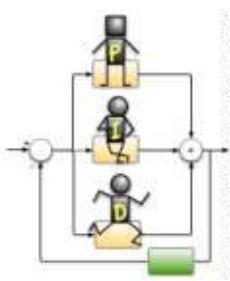


En PID-regulator er den mest brukte typen av kontinuerlige regulatorer i prosessindustrien. Regulatoren består av tre ulike deler: et P-ledd, et I-ledd og et D-ledd.

# PID regulatorparametarer

Forfatter: Rune Mathisen

[PID regulatorparametarer \(116627\)](#)



Det er tre parametarer man kan endre på for å få en PID-regulator til å fungere så godt som mulig. Vi ønsker at reguleringssløyfen skal komme seg til skal-verdi så raskt som mulig, og at den skal holde seg akkurat der.

En parameter er et tall i en matematisk formel som egentlig er konstant, men som allikevel går an å endre på. I en PID-regulator er det tre parametrer. Disse er vanligvis konstante, men vi kan endre på dem om vi ikke er fornøyd med hvordan regulatoren fungerer.

Hvis vi tenker oss at vi bruker en PID-regulator som cruisekontroll på en bil, vil P-operatøren styre innsprøytingssystemet med et pådrag som er proporsjonalt med avviket. Tenk deg at cruisekontrollen er stilt til 60 km/t, og at den virkelige farten din er 50 km/t. Avviket er da 10. Dette tilsvarer en viss mengde luft og drivstoff i innsprøytingssystemet. Så øker farten til 55 km/t. Da halveres avviket til 5. Dermed blir også pådraget halvparten av hva det var tidligere.

I-operatøren tar tiden til hjelp, og i en cruisekontroll sammenligner han tiden det tar å kjøre en viss distanse (for eksempel 100 m), med tiden det ville ha tatt dersom bilen hadde kjørt i den farten som er stilt inn (skal-verdien). Om de ikke er like, forsøker han å korrigere for dette.

Til slutt har vi D-operatøren. Han følger med på akselerasjonen. Når bilen beveger seg i jevn fart, er akselerasjonen lik 0. Hvis den ikke er 0, betyr det at farten øker eller minker. Dette prøver D-operatøren å kompensere for. Dersom det tar veldig lang tid å komme seg til skal-verdien, eller hvis reguleringssløyfen hele tiden svinger over og under skal-verdien, må vi justere regulatoren (vi sier at vi "tuner" regulatoren). De tre parametrene vi kan justere på, er:

- $K_p$  – dette er forsterkningen av P-leddet i regulatoren, eller for å si det på en annen måte: Dette er tallet P-operatøren ganger med når han gjør jobben sin.
- $T_i$  – denne parameteren kalles for integraltid. Hvis du setter denne til et stort tall, slår du av I-operatøren slik at han ikke får noe å si lenger (10 000 er et stort og fint tall). Hvis du derimot setter  $T_i$  til et lite tall, vil PID-regulatoren raskt komme til skal-verdien. Bruker du et tall som er for lite, vil regulatorsløyfen sveinge mye.
- $T_d$  – denne parameteren kalles for derivattid. Dersom du setter denne til 0 (null), slår du av D-operatøren slik at han ikke får noe å si lenger. Når  $T_d$  har en passelig verdi, vil reguleringssløyfen komme mer presist inn på skal-verdien (og ikke gå så mye over eller under). Men om verdien for  $T_d$  er for høy, kan reguleringssløyfen bli veldig ustabil! Det er ikke alltid nødvendig å bruke D-operatøren, og ofte lager han mye uroligheter. Han blir derfor ofte slått av.

Egentlig kunne man godt tenke seg at man bare brukte P-operatøren for å regulere. Da hadde jo regulatoren blitt mye enklere fordi man bare hadde hatt ett ledd å forholde seg til.

P-operatøren jobber altså på den måten at han ganger avviket med en konstant og sender resultatet videre til pådragsorganet:

$$P = K_p \cdot \text{avvik}$$

Ser du nøye på formelen, oppdager du kanskje et problem. P-operatøren vil bare endre pådraget dersom avviket endrer seg. Om avviket er det samme hele tiden, vil pådraget også være det samme hele tiden. Og så lenge pådraget er det samme, vil ikke avviket bli mindre!

# Direktevirkning og reversvirkning

Forfatter: Rune Mathisen

[Direktevirkning og reversvirkning \(115750\)](#)

I tillegg til at det går an å stille på tre parametar i PID-regulatoren, er det en annen innstilling som er veldig viktig. Når avviket i reguleringssløyfen øker, hvilken retning skal pådragsorganet gå i da? Skal cruisekontrollen i en bil øke eller minke drivstofftilførselen når farten er for høy?

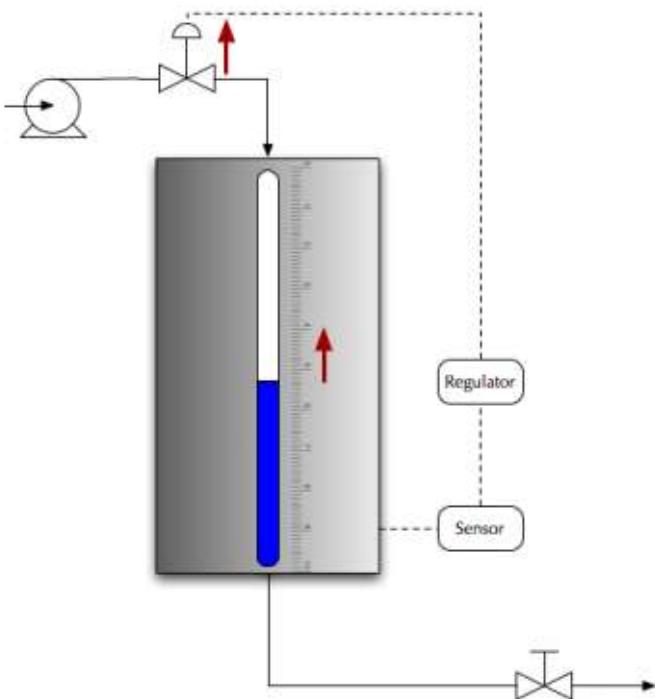


Direkte- og reversregulering / video

<http://ndla.no/nb/node/141464>

De to måtene å styre pådragsorganet på kalles direktevirkende og reversvirkende. La oss se på hvordan dette fungerer når vi for eksempel skal regulere nivået i en tank. Vi bruker en ventil for å regulere nivået i tanken, og dette kan gjøres på to ulike måter.

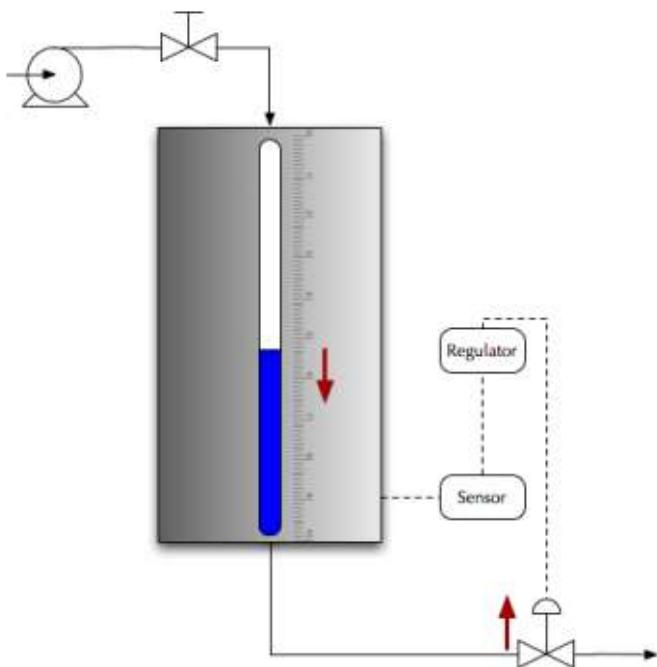
I tanken i den første figuren nedenfor renner det hele tiden ut litt væske (forbruk). For å holde nivået konstant har vi en reguleringssløyfe som sørger for en passende tilførsel (pådrag) av væske. Dersom reguleringsventilen åpnes mer, vil væskenivået i tanken øke. Dette er et eksempel på en reversvirkende regulator.



Reversvirkende regulering

En reversvirkende regulator er satt opp slik at pådraget øker når er-verdien er mindre enn skal-verdien.

En annen mulighet er å ha en jevn tilførsel av væske inn på tanken, og så regulere mengden som går ut av tanken. Da vil det være slik at dersom reguleringsventilen åpnes mer, vil væskennivået i tanken synke. Ser du at dette er motsatt av det som skjedde i det forrige eksemplet? Nå har vi en direktevirkende regulator.



Direktevirkende regulering

En direktevirkende regulator er satt opp slik at pådraget øker når er-verdien er større enn skal-verdien.

# Reguleringsventilen

Forfatter: Rune Mathisen  
[Reguleringsventilen \(116364\)](#)



Du kjenner kanskje til hvordan en god regulator skal fungere, men det er ikke nok for å lage en reguleringssløyfe. En regulator regner jo bare ut hva pådraget bør være, og derfor må vi også ha utstyr som faktisk utfører reguleringen. Den jobben er det et pådragsorgan som gjør. Det vanligste pådragsorganet i prosessindustrien er en ventil.

Reguleringsventiler finnes i mange ulike størrelser og utførelser, men likevel er det visse ting som er felles for alle de ulike typene. Disse tre delene finner du i alle reguleringsventiler:

- selve ventilen
- en aktuator (ventilmotor)
- en posisjonsregulator

Selv ventilen er montert på et rør, og den er som oftest festet til røret med flenser. Ventilen fungerer som en variabel innstruping (større eller mindre åpning), og på denne måten kan vi regulere mengden som strømmer i røret.



Reguleringsventil

Fotograf: [Rafal Rygielski](#)

En reguleringsventil fungerer som en variabel innstruping av et rør. Når ventilen lukker vil gassen eller væsken i røret få et mindre areal å strømme gjennom. Da blir gjennomstrømningen mindre.

Den innvendige utførelsen av ventilen kan variere en god del. Noen vanlige typer er seteventil, spjeldventil og kuleventil. Vi skal her se litt nærmere på en seteventil.

## Seteventil

Seteventiler har vanligvis en slags bevegelig plugg. Den tetter ned mot det vi kaller setet i ventilen. Når pluggen trekkes vekk fra setet, får man en åpning som gassen eller væsken i røret kan strømme gjennom. Pluggen er festet til en spindel (en slags aksling) som kan bevege seg opp og ned. Jo lengre pluggen trekkes vekk fra setet, jo mer gass eller væske vil strømme gjennom røret.

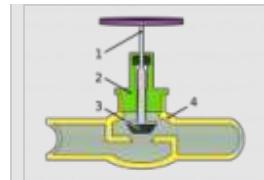
Når ventilen er helt stengt, er det viktig at pluggen tetter godt mot setet (ellers får vi en lekkasje). Det er også viktig at vi har god tetning rundt spindelen slik at det som er inne i røret, ikke lekker ut. Denne tetningen kalles pakkboks.



Seteventil

Det finnes mange varianter av seteventiler med ulike typer utforming av pluggen som tetter ned mot setet. En vanlig type utforming av pluggen er en kjegle. Andre typer pluggar har for eksempel en sylinder med mange slisser i. En slik ventil kalles gjerne en burventil.

Med ventilens karakteristikk mener vi hvordan gjennomstrømningen mellom plugg og sete endres som følge av pluggens vandrings (pluggens løft fra ventiletset). De forskjellige typene pluggar har ulike karakteristikker. Noen pluggtyper gir en rask økning av gjennomstrømningen når pluggen løftes, mens andre typer gir en langsommere endring.



Skisse av en seteventil

## Aktuator

For å kunne bevege spindelen (og pluggen) opp og ned trenger vi en eller annen form for motor. En motor som brukes på en reguleringsventil, kalles en aktuator.

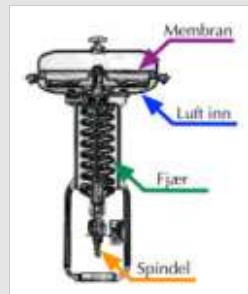
Én type aktuator som er mye brukt, består av en membran som beveges med lufttrykk og en fjær. Disse kan lages på mange ulike måter. Ett eksempel er vist i figuren til høyre.

Her er det en fjær som trekker spindelen nedover. Midt i "hatta" som er øverst på aktuatoren, er det en membran. Når lufttrykket på undersiden av membranen øker, vil membranen løftes oppover. Spindelen er festet til membranen slik at også den løftes opp. Når lufttrykket minker, vil fjæren trekke spindelen nedover igjen.

Denne prosessen kan også gå motsatt vei: Vi kan ha en fjær som trekker spindelen oppover. Da setter vi lufttrykk på oversiden av membranen, og det økende lufttrykket vil så presse spindelen ned.



Aktuator på en reguleringsventil



Aktuator og spindel på en reguleringsventil

## Posisjonsregulator

Den siste delen av reguleringsventilen er posisjonsregulatoren. Denne får inn signalet fra regulatoren og sørger for å gjøre dette om til et passende lufttrykk for aktuatoren (dersom det er en luftstyrт aktuator).

Posisjonsregulatoren sørger også for at ventilen går raskt og presist til den ønskede posisjonen, og at den holder seg der.



Posisjonsregulator på en reguleringsventil

## Andre ventiltyper

Alle reguleringsventiler har en aktuator og en posisjonsregulator, men utformingen av selve ventilen kan variere. Seteventilen er mye brukt i industrien, men det finnes også en rekke andre typer ventiler som brukes. Eksempler på slike er:

- kuleventil
- Vee-Ball
- spjeldventil
- membranventil
- sluseventil
- butterfly-ventil

## Andre typer pådragsorgan

Forfatter: Rune Mathisen

[Andre typer pådragsorgan \(116435\)](#)



Selv om ventilen er det absolutt mest populære pådragsorganet i prosessindustrien brukes det også andre typer.

### Transportbånd

Transportbånd brukes til utrolig mange oppgaver. Du har sikkert sett slike på flyplasser, der brukes de til å transportere bagasje. Men transportbånd er mye brukt i industrien også. Store steinblokker, kull, trefliser og fiskefileter er bare noen få eksempler på hva som kan transporteres på et transportbånd. Kan du komme på noen andre ting?

Transportbåndet består av to eller flere hjul og et bånd som løper rundt disse hjulene. Båndet må være bøyelig, og det er ofte laget av gummi.

Mange transportbånd går med fast hastighet, men det er også mulig å bruke elektriske motorer med variabel hastighet. Da får man bedre mulighet til å regulere hvor mye båndet skal transportere.

Det går også an å montere vekter under båndet. På denne måten vet man hele tiden hvor mye som transporteres.

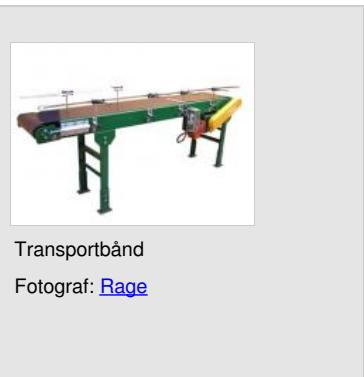
### Cellemater

En cellemater er en innretning som ofte brukes når vi håndterer pulver og andre faste partikler.

Cellemateren består av en rotor med blader. Rotoren er montert inne i et rotorhus. Bladene på rotoren tetter mot rotorhuset. På denne måten får vi små "celler" med et gitt volum.

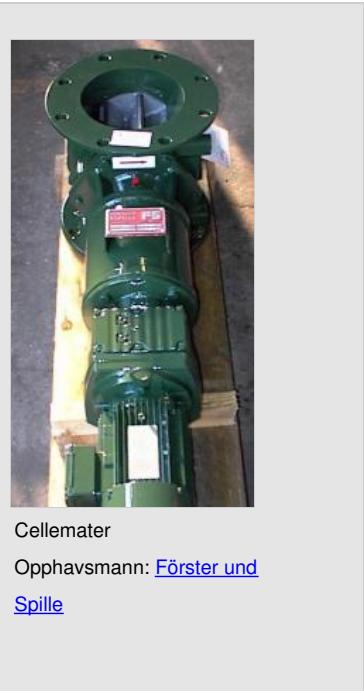
En elektrisk motor med justerbar hastighet er gjerne koblet til rotoren via en aksling. Slik kan vi justere mengden som strømmer gjennom cellemateren.

Som regel brukes en cellemater til å regulere mengden av stoff som strømmer ut fra bunnen av en tank.



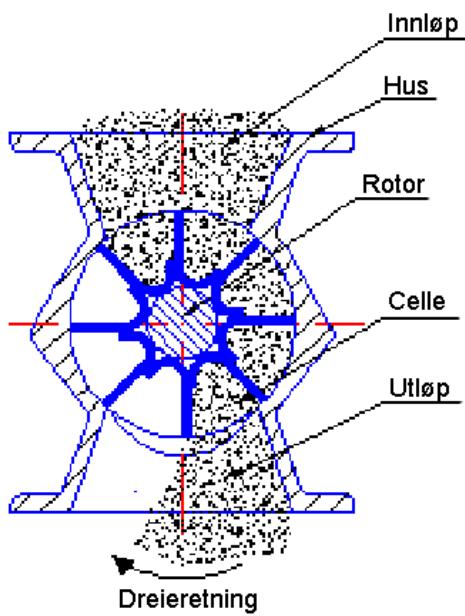
Transportbånd

Fotograf: [Rage](#)



Cellemater

Opphavsmann: [Förster und Spille](#)

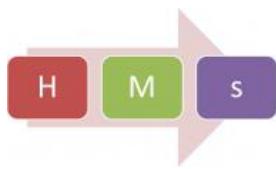


Prinsippskisse av en cellemater

# Helse, miljø og sikkerhet

Forfatter: Industriskolen

[Helse, miljø og sikkerhet \(58546\)](#)



Grundig opplæring i HMS er viktig! Det skal bidra til at menneskers liv og helse, det ytre miljøet samt materielle verdier ikke påføres skade.

Arbeidet med helse, miljø og sikkerhet er et systematisk forbedringsarbeid som krever at alle deltar aktivt og tar ansvar.

I tillegg til de generelle HMS-reglene for industrien som du vil lære mer om nå, vil en arbeidsplass i tillegg ha lokale og/eller fagspesifikke bestemmelser for bedriften/arbeidsområdet.

## Definisjon HMS

HMS står som mange alt vet, for helse, miljø og sikkerhet.

### Helse



Helsebegrepet omfatter fysisk og psykisk helse og arbeidsmiljø. Vi ønsker oss arbeidsplasser som har et godt arbeidsmiljø, og som bidrar til god helse for alle som jobber der.

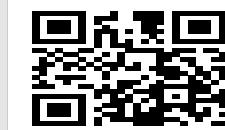
Ryggskade  
på grunn  
av feil  
løfteteknikk

### Miljø



Utslipp  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Med miljø mener vi bedriftens påvirkning på det ytre miljøet, det vil si luft, jord, vann og hav. Vi ønsker oss arbeidsplasser som eksisterer i harmoni med naturen rundt oss.



film om HMS og arbeidsmiljøet / video  
<http://ndla.no/nb/node/58552>

Les og lær mer om  
HMS hos  
[Arbeidstilsynet](#)



SCANPIX  
HMS står for helse, miljø og sikkerhet

Les ner om HMS og se noen filmer på denne nettsiden:[Hva er HMS?](#)



### Sikkerhet



Med sikkerhet mener vi sikkerhet for person, prosess og produkt. Vi ønsker oss trygge arbeidsplasser med liten

Skjermdump\_sikkerhetsdatablad.jpg

Opphavsmann: [Amendor](#), [Einar Berg](#), [Kristin Bøhle](#),  
[Elin Albertsen](#) risiko for ulykker.

Å gjøre en god jobb er også å ta hensyn til helse, miljø og sikkerhet under jobbutførelsen. HMS er med andre ord en kvalitet ved måten du jobber på.

### [Ansvar, roller og oppgaver i HMS-arbeidet](#)

#### Ditt bidrag

Ditt bidrag til HMS-arbeidet i bedriften er å ta ansvar ved å sørge for at måten du jobber på, ikke får negative helse-, miljø- eller sikkerhetskonsekvenser. Det er derfor viktig at du forstår og følger de rutinene og prosedyrene som er fastsatt i bedriften du jobber i. Like viktig er det at du er til stede i det du gjør, og at du har lyst til å gjøre en kvalitetsmessig god jobb. Det spiller en stor rolle hva du gjør!

Ditt ansvar er blant annet:

- å følge gjeldende HMS-rutiner og -prosedyrer
- å rapportere avvik og uønskede hendelser
- å gi forslag til forbedringstiltak
- å bruke riktig verneutstyr
- å planlegge dine egne arbeidsoperasjoner
- å være våken og bruke sunn fornuft
- å bry deg om arbeidskameratene dine

Verktøybur samtale mellom to  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Bilde brudd på regler sveiser og HMS  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Medvirkning i planlegging av arbeid  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

# Vern mot skader

Forfatter: Industriskolen

[Vern mot skader \(58232\)](#)



Bruk av riktig verneutstyr er viktig for å unngå skader i arbeidssammenheng.

## Hørselsskader

Hørselen er vesentlig for sosialt samkvem og kommunikasjon mellom mennesker. En hørselsskade kan ikke helbredes, bare forebygges.

### Råd:

- Utfør arbeidet slik at det ikke skapes unødig støy. Isoler støykildene.
- Bruk støysvake metoder der det er mulig.
- Sørg for forhåndsinformasjon til dem støyen vil berøre.
- Ørepropper bør brukes kontinuerlig.
- Ta på klokker i tillegg når det utføres ekstra støyende arbeidsoperasjoner.



Øret

Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Film om hørselen /  
video

[http://ndla.no/nb/node/58  
553](http://ndla.no/nb/node/58553)



Hørselvern

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

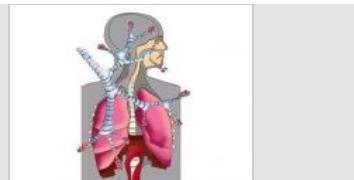


Film om lunger /  
video

[http://ndla.no/nb/node/58  
548](http://ndla.no/nb/node/58548)

Hørselsvern skal tilfredsstille kravene i forskrift om konstruksjon, utforming og produksjon av personlig verneutstyr (produktkrav).

Varselskilt skal settes opp ved inngang til rom eller sone hvor opphold i 8 timer gir et ekvivalentnivå høyere enn 85 dB (A), eller hvor det forekommer toppverdi av lydnivå høyere enn 130 dB (C) Peak.



Bilde av lunger

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Les mer om:

[Personlig verneutstyr](#)



Verneutstyr



Vernestøvler

Fotograf: [Jarl Fr. Erichsen](#)

## Luftforurensninger

Kildene for luftforurensning er først og fremst sveising, brenning og overflatebehandling. Bruk av visse kjemikalier gir også luftforurensning.

Når du puster inn helsefarlig støv eller gasser, kan det føre til forgiftninger eller øvrige skader i lunger, nyrer, lever eller nervesystem.

Hvis det ikke er mulig å fjerne stoffene, må åndedrettsvern benyttes.

## Øyeskader

Bruk alltid riktig øyevern for å unngå øyeskader. En rekke arbeidsoperasjoner medfører fare for skade på synet. Dette gjelder blant annet fremmedlegemer mot øyet, "sveiseflink", kjemikaliesprut og sprut fra flytende metall.

Råd:

- Avskjerm arbeidsstedet så godt det lar seg gjøre.
- Ved sveising: Bruk visir med godkjent sveiseglass av passende tetthetsgrad.
- Ved skjærebrenning og gassveising: Bruk vernebriller med filterglass.

Ved sliping skal vernebriller med tetsittende øyekapsel og splintsikkert glass benyttes.

Husk at sprut/partikler også kan treffe personer som ikke er direkte involvert i arbeidsoperasjonen. Øyevern skal derfor alltid benyttes i lokaler der det foregår arbeidsoperasjoner som medfører fare for øyeskader.

Vernebriller med gummiinnfatning (kjemikaliebriller) eller verneskjerm av klar plast skal benyttes dersom det håndteres etsende væsker.

# Sikkerhet

Forfatter: Industriskolen  
[Sikkerhet \(58242\)](#)



Med S-en i HMS-begrepet mener vi sikkerhet for person, prosess og produkt. I HMS-sammenheng brukes ordet sikkerhet ofte i forbindelse med hendelser. Med hendelser mener vi akutte situasjoner, enkeltsituasjoner eller enkeltjobber som skal gjøres. Legg merke til at beskyttelse mot langsiktige og permanente forhold, som støy i et støyområde, er plassert under helse og ikke under sikkerhet.

Med sikkerhet mener vi "kontroll over tilstander eller hendelser som kan føre til tap av verdier". Tap i denne sammenhengen kan være:

- skade på menneskers kropp og sinn
- skade på materiell og utstyr
- skade på dyr eller natur

Hvorfor skjer ulykker og nestenulykker? Alt som skjer, har en årsak. Vi kan gruppere årsakene til ulykker og nestenulykker i to hovedgrupper: farlige forhold og farlige handlinger. Farlige handlinger er handlinger som i seg selv kan føre til ulykker. Dette kan være handlinger som skjer på grunn av uoppmerksomhet, manglende kunnskap eller slurv.

Risikoatferd og mangelfulle rutiner kan også føre til farlige handlinger. Farlige handlinger vil føre til en ulykke når de blir gjentatt mange nok ganger. Farlige forhold er forhold som indirekte øker sjansen for at ulykker skal inntrefte. Det kan være uorden, manglende sikkerhetsutstyr, feilmontert sikkerhetsutstyr, dårlig vedlikehold og blokkerte rømningsveier, for å nevne noen.

Erfaringer har vist at cirka 90 prosent av alle uønskede hendelser skyldes farlige handlinger, cirka 10 prosent skyldes farlige forhold. Dette betyr at bevisstgjøring og ansvarstakelse er viktig.

[Arbeidsvettregler](#)



Skilt - påbudt med hjelm  
Fotograf: [Jarl Fr. Erichsen](#)



film bygging av  
stillasjer / video  
<http://ndla.no/nb/node/58549>



Vakt for å hindre ulykker  
HMS  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Sikkerhet i prosessanlegg

Forfatter: Rune Mathisen

[Sikkerhet i prosessanlegg \(117271\)](#)



I prosessanlegg håndteres ofte stoffer som er brann- og ekspløsjonsfarlige, giftige og miljøskadelige. Bedriftene som driver slike anlegg, er som regel flinke til å jobbe med sikkerhet, og prosessindustrien er langt ifra den mest ulykkesbelastede næringen i Norge. Men dersom ulykken først er ute, kan konsekvensene bli svært alvorlige. Det er derfor svært viktig å tenke sikkerhet i alle deler av slike anlegg.

Sikkerhetsarbeidet foregår på flere ulike måter i en fabrikk. Det begynner med selve prosessanlegget. Dette er som regel kraftig overdimensjonert, slik at det for eksempel tåler mye høyere trykk og temperaturer enn det man forventer under normal drift. Det er også vanlig å ha dobbelt opp med måleinstrumenter der hvor det er ekstra viktig å ha troverdige (sikre) målinger.

Men et anlegg som er bygget på tryggest mulig måte, er lang fra nok. Dersom operatørene ikke er opptatt av sikkerhet i jobben, hjelper det ikke med et flott anlegg. Sikkerhetsarbeidet hos de ansatte begynner med de "enkle" tingene: hjelm, vernebriller, vernesko og forsvarlig arbeidstøy. Ofte kan slike ting virke pirkete, men hvis du er nøyne med å bruke verneutstyr, vil du også legge mer vekt på det å jobbe sikkert!

Det er ledelsen i fabrikken sitt ansvar å legge til rette for at operatørene kan jobbe på en sikker måte. De må få grundig opplæring i drift av anlegget, og de må kjenne til alle mulige sikkerhetsrisikoer. Hvor håndteres giftige stoffer? Hvordan skal den enkelte beskytte seg mot disse? Hvordan er det med ekspløsjonsfarlige stoffer? Er det spesielle deler i fabrikken hvor man kan risikere utslipp av disse? Dette er bare noen av de mange spørsmålene som operatørene bør vite svaret på.

At ledelsen i bedriften skal legge til rette for sikkert arbeid, betyr ikke bare at de skal gi operatørene opplæring. Det er vel så viktig at arbeidsdagen for operatørene tilrettelegges slik at det er mulig å følge alle pålegg om bruk av verneutstyr og prosedyrer for sikkert arbeid. Dessverre har det av og til hendt at krav om nedbemanninger og høyere effektivitet har gått utover sikkerheten i prosessanlegg.



Oversiktsbilde fra brann i et industrianlegg i Puerto Rico i 2009

Fotograf: [U.S Chemical Safety Board \(CSB\)](#)

Brann i et industrianlegg i Puerto Rico i 2009

Fotograf: [Yuisa Rios](#)



Tanker i brann i et industrianlegg i Puerto Rico i 2009

Fotograf: [Yuisa Rios](#)



Nedbrente tanker etter i  
brann i et industrianlegg i  
Puerto Rico i 2009  
Fotograf: [Yuisa Rios](#)

Med sikkerhet menes at mennesker, miljøet og materielle verdier ikke skal være utsatt for uakseptabel risiko.

Nedenfor finner du en film fra en svært alvorlig industriulykke i USA i 2005. I ulykken ble 15 arbeidere drept og 185 ble skadet, mange av dem alvorlig.

De første 15 minuttene av filmen viser en dataanimasjon av hendelsesforløpet. Deretter kommer omrent 40 minutter med diskusjon om den bakenforliggende årsaken til ulykken.



Anatomy of a Disaster / video

<http://ndla.no/nb/node/117269>

# Risikovurdering

Forfatter: NRK

[Risikovurdering \(105864\)](#)



Risiko «oversettes» ofte med fare. Vi kan definere risiko som fare for at noe skal oppstå eller skje. For å kunne beskrive hvor farlig noe er, må risiko defineres.

Risiko uttrykker en antakelse om hvor stor sannsynlighet det er for at en uønsket hendelse eller tilstand kan gi skade – og en antakelse om hvilke skader og helseplager det kan gi. Det vil si hvilke konsekvenser dette kan medføre. Risikovurdering kalles også "konsekvensutredning".

En risikovurdering i sin enkleste form er å liste opp det som kan gå galt og det som er helseskadelig og deretter diskutere hvor galt kan det gå hvis det går galt. Til sist; hvordan kan vi unngå at det skjer, eller kan vi gjøre noe slik at skaden blir mindre hvis det skjer.

## Hva kan skje?

Sykdom og skade gir ofte travær. Noen ganger skyldes det ulykker, i andre tilfeller at arbeidet eller arbeidsplassen er blitt en belastning. I alle tilfeller er det bedriften selv som kjenner sine risikofaktorer og forhold best. Derfor bør leder og ansatte sammen liste opp mulige farlige forhold og arbeidsoperasjoner. Når det er gjort, diskutes alle forhold og arbeidsoperasjoner på listen med spørsmålene: Hvor ofte kan det gå galt og hvor galt kan det gå? (sannsynlighet og konsekvens).



Faktaside om  
risikovurdering fra  
Arbeidstilsynet



Ambulanse  
Fotograf: [Heiko Junge](#)

## Hva gjør vi med det?

- Reduser sannsynligheten for at noe skjer. Mye rot og uorden øker sannsynligheten for snuble. En riktig arbeidsplass reduserer sannsynligheten for å snuble.
- Sørg for at konsekvensene blir mindre. En rusten spiker tråkkes inn i en fot kan gi mange dagers sykdom, men hvis man ikke noen tråkker på en spiker, men det blir ingen skade.

Begge typen tiltak reduserer risikoen for at en skade kan oppstå. Det første ved å redusere sannsynligheten for at noe skjer. Det andre ved å redusere konsekvensene hvis noe skjer.

Den første typen tiltak er ofte både best og billigst. Dersom det ikke er mulig å redusere faren for at skade og sykdom oppstår, må verneutstyr og andre vernetiltak brukes.

Når bedriftens risikoforhold er beskrevet, skal de settes opp i en prioritert liste. I en travle hverdag er det viktig å bruke tida på de viktigste risikoforholdene først. En høy risiko gjøres lavere ved å senke sannsynligheten for at noe skjer, eller ved å sørge for at konsekvensene blir mindre hvis det skjer.



Arbeidstakere med  
verneutstyr  
Fotograf: [Roger Hardy](#)

En ryddig arbeidsplass, gode rutiner og god arbeidspraksis er med på å senke sannsynligheten for at noe skal gå galt eller at noen kan bli syke. Bruk av verneutstyr; hansker, beskyttelsesbriller, hørselsvern, hjelm, vernesko, fallsikringsutstyr og annet bidrar til å redusere konsekvensene når noe skjer.

### Hvordan kan en risikovurdering se ut?

Vurderingen kan skrives ned i en tekst, men også inneholde tabeller og statistikk. I risikovurderingen gis det en kort beskrivelse av arbeidsforholdene i bedriften eller i den del av bedriften som betraktes som et risikoområde. Enhver ombygging/omorganisering bør i forberedelsesfasen få sin risikovurdering.

Beskrivelsen bør omfatte forhold som brannfare, rømningsveier, farlige maskiner, helsebelastende arbeidstillinger, støy, støv, farlige kjemikalier, samarbeidsforhold, osv. En god risikovurdering krever inngående kunnskap om bedriften. Det betyr at bedriften selv er den som vet best. Bedriftens leder, sammen med dem som utfører arbeidsoperasjonene, er de beste til å lage en god risikovurdering.



# HMS ved sveising

Forfatter: Industriskolen  
[HMS ved sveising \(45141\)](#)



Her skal vi se nærmere på ulike forhold som er viktige for å ivareta god HMS ved sveising.

I sveiseverkstedet skal det brukes kjeldress eller jakke/bukse i bomull eller lignende. Nylon må ikke brukes, det smelter lett, og det er stor fare for forbrenning. Vernesko skal også brukes.

I tillegg skal det brukes verneutstyr tilpasset de operasjoner som en utfører. Ved lysbuesveising og dekgassveising skal det brukes sveisemaske med riktig glass. Ved gassveising, loddning eller gasskjæring skal det brukes sveisebriller.

Husk at arbeidsstykene blir svært varme under sveising, så det er viktig å bruke hanske for å unngå forbrenning og å bli solbrent. Ha klærne godt kneppet slik at ikke huden er framme i lyset fra sveisingen. Husk at sveiselystet inneholder ultrafiolette stråler og har samme virkning som sola. For mye stråling kan gi hudkreft.

## Behandling av utstyr

Utstyret er relativt kostbart og må tas vare på for at det skal fungere på ordentlig vis. Sveiseapparatene må blåses rene med jevne mellomrom, og kabler og koblinger må sjekkes. Hjul, slanger og trådledere skiftes på dekgassapparat. Se etter lekkasje på slanger og skjøtestykker på gassnettet/slanger.

Skift ut dårlige bend og dyser.

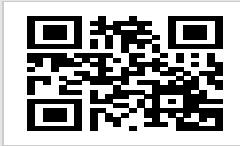
Leking og plaging av medelever er helt forbudt i verkstedene, da det fort kan oppstå ulykker under disse situasjonene.

## Utstyr og vedlikehold

For å beskytte sveisestrømkilden mot smuss og støv skal en blåse den ren med jevne mellomrom. Når den ikke brukes, skal den dekkes over. Glem ikke å ta bort beskyttelsen av strømkilden igjen før arbeidet gjenopptas!

Sveisekabelen og returkabelen skal være godkjent av myndighetene. Kontroller i forskriftene hvilken dimensjon kablene skal ha. Dimensjonen velges på grunnlag av sveisestrømmen som skal anvendes.

En sveisekabel er bygget opp av en rekke kobbertråder eller aluminiumstråder, som er omsluttet av et isolerende materiale. [Les mer](#)



**Vernetiltak ved sveising / video**  
<http://ndla.no/nb/node/48922>

**Her finner du HMS**  
**Datablad fra ESAB**



Arbeidshansker fra esab  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Vernesko  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



En sveiser med verneutstyr  
fra Akers Solutions,  
Egersund  
Fotograf: [Jon Hauge](#)

Anvender vi lange sveise- og returkabler, blir den elektriske motstanden betydelig. Dermed oppstår varmetap, men også et stort spenningsfall som kan begrense strømmen. For å redusere spenningsfallet ved lange sveisekabler kan vi velge en kabel med overdimensjonert tverrsnitt. Den skjøtes til en mindre sveisekabel, som har et tverrsnitt tilpasset sveisestrømmen, de siste meterne fram til elektrodeholderen. En kabelkobling må gi god kontakt for ikke å forårsake unødig varmetap. Den skal dessuten være isolert. Elektrodeholderen må være helisolert og tilpasset strømstyrken samt elektrodediameteren. De vanligste tilbakeledekontaktene er forsynt med enten klemmer ved lave strømstyrker eller skrutvinge ved høye strømstyrker. En må sørge for god kontakt ved hjelp av et høyt kontaktpress.

tilslutter en sveisekabel, skal du kontrollere at den ikke er skadet, for eksempel ved mekanisk påvirkning. Tverrsnittet kan dermed være redusert, hvilket gir dårlig ledningsevne med derav følgende brannfare.

Lysbuen gir et kraftig lysskinn som kan skade øynene. Det er derfor viktig at du beskytter øynene dine ordentlig med en sveisemaske med farget beskyttelsesglass.

Men lysbuen er også årsak til sterk varmeutvikling og ultrafiolett stråling som hurtig brenner huden. Derfor må du også beskytte deg med hensiktsmessige arbeidsklær.

### Sveiserøyk

Under sveisingen dannes sveiserøyk. Det skyldes at en del elementer i dekket og kjernetråden fordamper på grunn av den høye temperaturen i lysbuen. Dampen kondenserer – det vil si skilles ut i små dråper. Dråpene forener seg med luftens oksygen og danner sveiserøyk.

Mengden av røyk som dannes per tidsenhet, avhenger av elektrodetypen.[les mer](#)

Høyutbytteelektroder ryker mer enn normalutbytteelektroder. Basiske elektroder har et noe større røykinnhold enn rutile – både som normal- og høyutbytteelektroder. Høy strømstyrke øker mengden av sveiserøyk. Bruk derfor ikke høyere strømstyrke enn du trenger. Buespenningen påvirker også røykutviklingen. Kort buet og riktig helning på elektroden minsker derfor røykmengden. Det er ikke bare røykmengden fra elektroden som avgjør helserisikoen, men også sveiserøykens sammensetning. Dette merkes tydeligst hvis en sammenligner røyksammensetningen fra en ulegert elektrode med røyksammensetningen fra en legert elektrode.

### Røykavvsug

For å beskytte sveiseren mot ubehag og i verste fall mot yrkessykdommer er forskjellige systemer for røykavvsug blitt laget. Det forekommer dels fast installerte punktavsvug som er regulerbare, dels flyttbare systemer. Punktavsvug skal fjerne sveiserøyken fra sveiserens pustesone. For at dette skal kunne skje, må sugemunnstykket plasseres så nær sveisestedet som mulig. Hvis munnstykket er plassert langt fra sveisestedet, får det neppe noen sugeeffekt på sveiserøyken.

**Fast installert utstyr** [les mer](#)



Verneutstyr ved sveising

Fotograf: [Jon Hauge](#)



Sveiserøyk

Fotograf: [Industriskolen](#)



Transportabelt avsug

Fotograf: [Industriskolen](#)



Jordklype fra esab

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

Fast installert utstyr velges når en har en bestemt og begrenset arbeidsplass. Det er forekommer i to utførelser – med filter og uten. Brukes filter, kan den rensede luften gå tilbake til lokalet. Det stasjonære utstyret uten filter er tilsluttet lokalets vanlige ventilasjonssystem, der sveiserøyken føres ut i fri luft.

#### Flyttbart utstyr [les mer](#)

Flyttbart utstyr anvendes gjerne på tilfeldige arbeidsplasser og når en må bevege seg over store arealer. Det kan imidlertid også anvendes på faste arbeidsplasser der det av økonomiske hensyn ikke kan brukes stasjonært utstyr.

Spesielt viktig å anvende røykavslag ved sveising innendørs eller i trange rom – spesielt når røykutviklingen er stor og det ikke finnes noen luftveksling. Særlig når en sveiser legert stål, bør en anvende røykavslag, for da dannes det helsefarlige gasser.

# Ergonomi

Forfatter: Industriskolen  
[Ergonomi \(82523\)](#)



Med ergonomi menes her samspillet mellom arbeidsmiljøet, teknologien og mennesket. God ergonomi forebygger mot sykdom og belastningsskader hos de ansatte.

Det er sunt å belaste kroppen og nødvendig å røre på seg.

Derimot er det et mål å redusere feilbelastninger og monotone, stadig gjentatte bevegelser. Tungt og ensformig arbeid er spesielt uheldig.

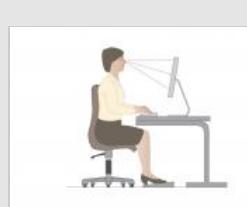
*"Dårlige ergonomiske forhold i arbeidsmiljøet er blant de viktigste årsakene til sykdom og travær. Om lag halvparten av sykefraværet (iflg. Rikstrygdeverket) og store deler av uføretrygningen skyldes muskel-/skjelettlidelser. Dette koster samfunnet over 25 milliarder kroner årlig (pr. 2000). I mange bransjer vil ansatte med muskel-/skjelettlidelser bli uføretrygdet, ofte etter perioder med langtidssykemeldinger. Både arbeidstakerne selv, arbeidsmiljøet og økonomien i virksomheten ville tjene mye på at disse medarbeiderne kunne fortsatt å være yrkesaktive". Kilde: [www.arbeidstilsynet.no](http://www.arbeidstilsynet.no) 11/2008*

Ergonomi er mer enn variert og god kroppsbruk. I arbeidssammenheng er følgende forhold viktig: Hva slags arbeidsutstyr som brukes, arbeidsplassutforming, hvordan arbeidet utføres, tilgjengelighet av hjelpemidler, organisering av arbeidsoppgaver, syns-, støy- og klimaforhold samt arbeidsmiljøet.

Ergonomisk tenkning er å vurdere alle disse forholdene og se hvordan de påvirker arbeidsdagen. Arbeidsutførelse, maskiner og utstyr må tilpasses den enkelte arbeidstaker. Arbeidstakeren må på sin side tilpasse seg arbeidet.

Lær mer om ergonomi på fagsidene til kroppsøving:

Ergonomi



Det er viktig å arbeide ergonomisk riktig  
Fotograf: [Science Photo Library](#)

[Arbeidstilsynet om ergonomi, helsekonsekvenser og Generelt om forebygging av muskel- og skjelettplager](#)

Denne leksjonen inneholder:

## Arbeidsstillinger

Her finner du et utvalg av filmer og bilder med tekniske beskrivelser av forskjellige arbeidsstillinger. Hvordan bør vi løfte, dytte, dra og sitte?

## Belastningslidelser

Her vil du finne informasjon om lidelser knyttet til skulder, nakke, korsrygg, kne, hånd og albue. Hvilke mekanismer virker inn, og hva er de vanligste årsakene til at smerte oppstår? Alle beskrivelsene har illustrasjoner av smertepunktene.

På disse sidene finner du også forslag til øvelser som kan virke avlastende. Forslagene ligger som videoklipp i lenkesamlingen.

## Skadeforebygging innenfor ulike yrker

Her finner du en oversikt over hva slags belastninger vi utsetter oss for i forskjellige yrker. Oversikten inneholder forslag til forebyggende trening og ergonomiske tilpasninger.

## Viktigheten av god ergonomi



Knestående arbeid.



Skuldertøyning

Opphavsmann: [NIH](#)

[Arbeidsmiljølovens §4-6 – om tilrettelegging for arbeidstakere med redusert arbeidsevne](#)

[Film om ergonomi fra YouTube](#)



Eksempel på personlig verneutstyr

Opphavsmann: [Stig W. Hanssen](#)

Ifølge tall fra Arbeids- og velferdsetaten er muskel- og skjelettplager årsak til nesten 50 prosent av alle sykmeldinger i Norge og til nesten 35 prosent av alle uførhetstilfeller. Skader på muskel- og skjelettsystemet er dermed den klart største diagnosegruppen i begge tilfeller.

Det er usikkert i hvor stor grad arbeidsmiljøet forårsaker skadene. Flere offentlige rapporter anslår at arbeidsrelaterte plager utgjør ca. 1/3 av årsakene til fravær.

Dytt - og - dra aktiviteter

Løfteteknikk

Sittestilling, bord og stoltilpassing

Bruk av PC-mus

Bilmekaniker



Riktig skjerminnstilling.



## Dytteteknikk / video

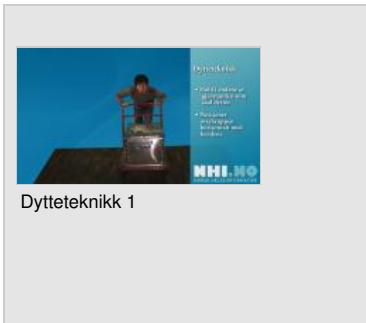
<http://ndla.no/nb/node/23401>

## Dytt - og - dra aktiviteter

### Definisjoner

- Dyttaktivitet innebærer at man skyver en gjenstand foran seg
- Draaktivitet innebærer at man drar en gjenstand etter seg
- Dyttaktivitet er foretrukket fremfor draaktivitet hvis arbeidsoppgaven tillater det

## Ulemper med draaktiviteter



Dytteteknikk 1

- Draaktivitet med kroppen vendt i den retningen som gjenstanden skal dras, fører til at kroppen kommer i en unaturlig og lite gunstig posisjon med armene strekt ut bak kroppen
- Draaktivitet med kroppen vendt mot gjenstanden gir dårlig sikt og kan skape potensielt farlige situasjoner
- Plustelig stopp kan være potensielt farlig når man drar tyngre objekt på hjul bak seg som ikke lar seg stoppe så raskt

## Dytteknikker

- Gjenstanden som dyttes, bør om mulig skyves med hendene på hver ende av gjenstanden når man dyster, slik at man har mer kontroll hvis det er behov for retningsendring
- Når man presser en tyngre gjenstand mens den er i bevegelse, så er det ofte gunstig å tilpasse kroppsposisjonen slik at den er mer i horisontallinje med gjenstanden, dette fører til at du lettere kan bruke de større muskelgruppene
- Benene skal være omtrent i hofte- til skulderbreddes-avstand fra hverandre, slik at man oppnår større stabilitet samtidig som den ene foten er noe foran den andre, noe som ytterligere fremmer stabiliteten
- Sørg for at du har godt skotøy som gir godt feste når du dyster, slik at du ikke står i fare for å skli eller falle. Et godt feste tilfører opptil 50% mer kraft når du dyster en gjenstand



Dytteknikk 1, siden



Dytteknikk 2



Dytteknikk 3



## Løfteteknikk / video

<http://ndla.no/nb/node/23405>

## Løfteteknikk

### Posisjonering for løft

- Planlegg bevegelsene du skal gjøre på forhånd
  - Dette for å slippe å gjøre ugunstige, samt unødvendige bevegelser. Dette gjelder spesielt hvis en lengre periode
- Alltid sjekk gjenstanden du skal løfte for vekt og vektfordeling før du løfter
  - Hvis gjenstanden som skal løftes, har en ujevn fordeling av vekt, så kan det være gunstig å posisjonere seg slik at den tyngste delen av gjenstanden er nært inntil kroppen, eventuelt så fordeler du vekten slik at den er mer jevnt fordelt
- Posisjoner kroppen din korrekt
  - Skal du løfte en gjenstand opp på et bord, så er det fornuftig å posisjonere seg slik at du slipper å snu eller vri på kroppen etter løftet. Stå helst med kroppen vendt mot bordet i det du løfter, slik at du begrenser den nødvendige bevegelsen
- Posisjoner eventuelt gjenstanden
  - Det kan være fornuftig å posisjonere gjenstanden først ved å trekke eller skyve gjenstanden i en mer fornuftig posisjon før du begynner å løfte



Løfteteknikk.



Løfteteknikk 2.

## Løfteteknikk

- Still deg så nært inntil gjenstanden som mulig før du begynner å løfte
  - Hvis det er vanskelig å stille seg nært inntil gjenstanden, kan du eventuelt trekke til deg gjenstanden før du starter å løfte
  - For eksempel, når du skal løfte en pc-skjerm, så er det gunstigst å dra skjermen frem til kanten av bordet før du løfter gjenstanden
- Stå med bena i hofte- eller skulderbreddesavstand fra hverandre
- La tærne peke noe utover, da dette er en mer stabil og gunstig posisjon når du skal bøye i knærne
- Bøy ned i knærne og hofstene
  - Mange som jobber med kontorarbeid, anser ikke løftene sine som spesielt belastende og bruker derfor feil løfteteknikk og bøyer hovedsakelig i ryggen. Det er en ugunstig løfteteknikk

- Grip gjenstanden ved å bruke mest mulig av hele hånden
- Test gjenstanden for vekt og vektfordeling før du løfter
- Hev blikket slik at du ser rett frem idet du skal løfte gjenstanden, samtidig som du retter opp ryggen
- Press i fra mest mulig med benene, samtidig som du bruker hendene og ryggen til å holde gjenstanden mest mulig i ro under første del av løftet. Hold gjenstanden nært inntil kroppen under hele løftet
- Vri ikke overkroppen underveis i løftet
  - Stå med kroppen vendt mot gjenstanden før du løfter opp
  - Vend så kroppen i den retningen gjenstanden skal plasseres først etter at du har løftet opp gjenstanden og reist deg helt opp
- Når du skal gi en tyngre gjenstand til en annen person, er det fordelaktig å ha gjenstanden nært inntil kroppen. Idealhøyden er fra håndhøyde når armene henger ned langs kroppen, og opp til albuehøyde



Løfteteknikk 2 siden.



Løfteteknikk 3.



Løfteteknikk 4.

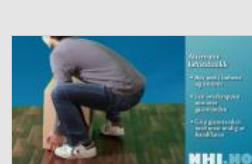
## Alternativ løfteteknikk



### Alternativ løfteteknikk / video

<http://ndla.no/nb/node/23376>

- Denne teknikken kan brukes hvis gjenstanden er ustabil og mer uhåndterbar, samt når gjenstanden ikke kan plasseres nært inntil kroppen når du begynner løftet
- Bruk samme fremgangsmåte som beskrevet ovenfor, men tilpass fotposisjonen
- Stå med den ene foten til side for gjenstanden som skal løftes, motsatt fot plasseres foran gjenstanden på motsatt side
- Len overkroppen noe over gjenstanden som skal løftes, men merk at ryggen bør fortsatt være mest mulig strak
- Hvis gjenstanden er litt større og en god del av tyngden til gjenstanden kommer langt vekk fra kroppen din, vil dette føre til et løft hvor belastningen på ryggen blir større - men ved å stå i denne posisjonen er det lettere å stå stabilt samt løfte mest mulig med benene istedet



Alternativ løfteteknikk,  
siden.



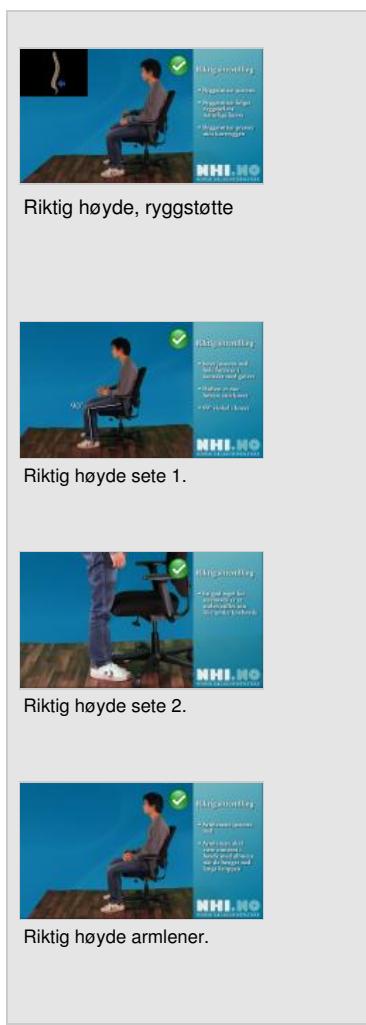
Alternativ løfteteknikk.



## Arbeidshøyde

Stolen eller bordet tilpasses slik at albueiene er i høyde med det nivået tastaturet/arbeidshøyden er på.

- Dermed unngås at skuldrene blir heist opp.
- Det er også gunstig i forhold til skulderposisjonen. Du slipper å løfte armene ut til siden når du jobber i denne arbeidshøyden.
- Dette gir en 90° vinkel i albueiene som er den minst belastende posisjonen.
- Hvis pulten ikke er justerbar, og stolen blir for høy, så kan du vurdere å bruke en føthvile istedet og tilpasse stolen i forhold til bordet.



## Stolttilpassing

- Tilpass høyden på setet. En grei regel er å stå foran stolen med kroppen vendt inn mot stolen. Stolhøyden tilpasses slik at setet er i høyde med undersiden av kneskålene.
- Undersiden av lårene skal ha god støtte på underlaget du sitter på, slik at vekten fra setet og langs undersiden av låret er jevnt fordelt. Dog, du skal ha nok plass til at knærne kan bøyes ved kanten av stolen.
- Hele fotbladet skal kunne hvile på gulvet.
- Det skal være omrent 90° vinkel i knærne når du sitter.
- Hoftene skal ikke være lavere enn knærne når du sitter.
- Hvis stolen har armlener, så skal disse tilpasses slik at de er i linje med albueiene når de henger ned langs siden av kroppen.
- Hvis armlene er for høye, vil dette heise opp skuldrene og skape ubehag, spesielt i nakke og skuldre, over tid.

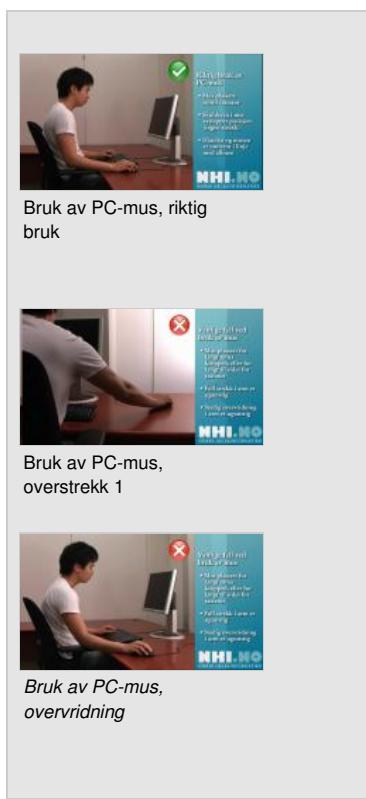
## Bordtilpassing

- Tilpass bordet slik at det er i høyde med albueiene når albueiene henger ned langs siden av kroppen i sittende stilling.



## Tilpasning av arbeidsstilling i forhold til bruk av PC-mus

- Musen skal plasseres nært inntil tastaturet og i samme høyde som tastaturet
  - Unngå posisjoner hvor du må strekke hele armen for å nå musen
  - Unngå posisjoner hvor musen befinner seg langt til siden for tastaturet, slik at du stadig må vri armen for å nå musen
  - Unngå å ha musen på et høyere platå enn tastaturet (på en bok f.eks.), musen skal være i albuehøyde når du lar albuen henge ned langs siden av kroppen mens du sitter
- Merk at håndleddet ikke skal være langt utenfor posisjonen til albuen når du bruker musen
- Albuen skal være i ca. 90 grader vinkel mens du bruker musen



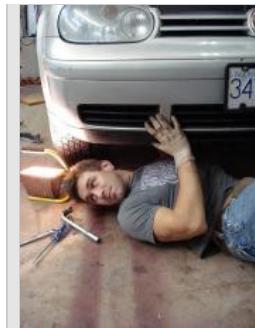
## Belastning

- **Leddbelastning**

- Rygg
- Albue
- Skuldre
- Håndledd

- **Belastningskategorier**

- Uheldige arbeidsstillinger
- Tunge løft
- Ensidig gjentagende arbeid
- Vibrerende håndverktøy



Bilmekaniker

## Forebyggende trening

(se lenkesamling for øvelser)

### Rygg

- Markløft (rygg- og hofteleddstrekere)
- Rygghev (ryggstrekere)
- Nedtrekk (brede ryggmuskel)
- Foroverbøyd roing (brede ryggmuskel)



Styrketreningsøvelser

### Skuldre

- Sidehev (deltamuskel)
- Nakkepress med manualer (deltamuskel)
- Stående roing (deltamuskel)



Styrketreningsøvelser

### Håndledd

- Fleksjon håndledd med manual (håndleddsbøyere)
- Ekstensjon håndledd med manual (håndleddstrekere)

### Albue

- Franskpress (armstrekere)
- Triceps nedtrekk (armstrekere)
- Curls med manual (armbøyere)
- Curls med stang (armbøyere)



Dynamisk  
albuebevegelse

## Kjernestabiliseringsøvelser

### Ergonomiske tilpasninger

(se lenkesamling for øvelser)

- Løfteteknikk
- Alternativ løfteteknikk
- Løft over skulderhøyde

## Avlastningsøvelser

(se lenkesamling for øvelser)

- Dynamisk ryggbevegelse
- Dynamisk håndleddsbevegelse
- Dynamisk albuebevegelse
- Dynamisk skulderbevegelse
- Andre øvelser etter behov

## Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - HMS \(59472\)](#)

Arbeidsoppgaver: HMS

1. Hvem er ansvarlig for å ivareta HMS på skolen?
2. Hvorfor er ergonomi viktig?
3. Hva inngår i det personlige verneutstyret?
4. Når er det påbudt å bruke hørselvern?
5. Kan du bli bra av en hørselsskade?
6. Når er det viktig å bruke vernebriller?

# Tekniske tjenester

## Om programfaget

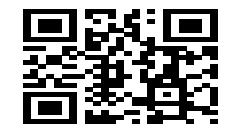
Forfatter: Utdanningsdirektoratet

[Tekniske tjenester \(103927\)](#)



Programfaget *tekniske tjenester* omfatter metoder og teknikker for måling, regulering, montering, demontering og vedlikehold av maskiner og utstyr.

Videre dreier det seg om forståelse av oppdrag, gjennomføring av dem og beskrivelse og dokumentasjon. Programfaget omfatter bruk av verktøy, utstyr og måleinstrumenter. Systemforståelse, tverrfaglighet, kommunikasjon og samarbeid inngår i faget.



Vurderingskriterier  
for læreplanmål i  
tekniske tjenester  
VG1 TIP /  
veiledning  
<http://ndla.no/nb/node/61981>



Styringssystemer / video

<http://ndla.no/nb/node/141410>

# Maskinelementer

Forfatter: Rune Mathisen  
[Maskinelementer \(105763\)](#)



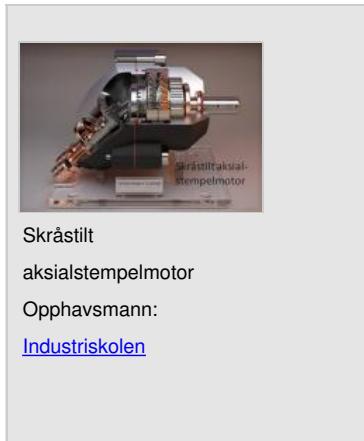
En maskin består av mange ulike komponenter, og vi kaller gjerne de ulike mekaniske delene for maskinelementer.

Maskinelementene kan deles inn i tre hovedgrupper:

- Brytere og måleinstrumenter
- Deler som overfører bevegelse
- Konstruksjonsdeler

Vi skal se nærmere på konstruksjonsdeler, for eksempel rammedeler, lagre, akslinger og skruer.

Vi skal også se litt på deler som overfører bevegelse, disse kaller vi transmisjoner.



# Skruer

Forfatter: Industriskolen  
[Skruer \(45437\)](#)



En skrue er en sylinderisk eller konisk bolt med gjenger og hode. Skruen har et stort anvendelsesområde og finnes i mange former. Mest brukt er den som forbindelsesskrue for sammenføyning av atskilte deler.

Ved montering blir mange sammenføyninger skrudd sammen med skruer (bolter) og muttere. Ulike skruer blir også brukt der det ikke trengs noe større moment i sammenføyningen. Fordelen med skrudde sammenføyninger er at de er lett å demontere hvis det blir nødvendig, som ved vedlikehold og reparasjoner.

Vær oppmerksom på at det finnes andre typer merkesystemer enn ISO.

For øvrig er det et grunnleggende prinsipp ved utskifting av bolter at en velger bolter som tilsvarer dem som sitter der fra før, eller at en følger anvisning fra tegningsunderlaget.

## Fasthetssklasse

For skruer og muttere er det fastsatt bestemte fasthetssklasser. Med fasthet mener vi hvor sterkt materialet i skruen er. For at vi skal kunne velge den best egnede skruen, er det en kode på skruenhodet som angir skruens fasthetssklasse.

## Moment

En momentnøkkel er et verktøy til å trekke til skruer, muttere og andre festemidler med et bestemt moment (Nm). Riktig moment er viktig for at deler ikke skal løsne, eller for at pakninger skal være tette. For eksempel må boltene som holder topplokket på en bilmotor på plass, trekkes til med momentnøkkel. Et annet eksempel er bolter i flenser i rørssystemer med høyt trykk.

Skrusikringer  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

Skrue

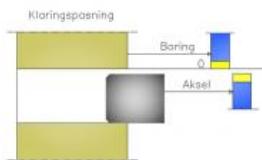
Fasthetssklasser for skruer  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Momentnøkkel  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

# Toleranser og pasninger

Forfatter: Industriskolen

[Toleranser og pasninger \(45433\)](#)



Her skal vi se på ulike typer av pasninger og toleranser.

## Pasninger

Når vi lager en aksel og boring som skal passe sammen, må vi ta hensyn til to toleranser: toleransen på akslingen og toleransen på boringen. Da bruker vi begrepet pasning, som vil si hvordan de to delene passer sammen når vi tar hensyn til toleransene.

### Klaringspasning

Denne pasningen har klaring mellom boring og aksel i hele toleranseområdet.

### Mellompasning

Denne pasningen kan både ha klaring og lett press, alt etter hvor en ligger i toleranseområdet.

### Presspasning

Denne pasningen har press mellom aksel og boring i hele toleranseområdet.

## Toleranser

Behovet for toleranse og pasninger for maskinerte arbeidsstykker oppstod hovedsakelig som følge av unøyaktighet under tilvirkningsprosesser. For at funksjonene skulle tilfredsstilles, ble det funnet tilstrekkelig å tilvirke arbeidsstykket slik at målene lå innenfor to tillatte områder, det vil si en toleranse. Dette er en tillatt variasjon av størrelsen på det ferdige produktet.

**Interaktiv presentasjon:**

Toleranse og pasning / h5p\_content <http://ndla.no/nb/node/127620>

Toleranse for aksel/toleranseområde mtl (ISO 2768-1)		Mål i mm		
Basisstørrelse	Toleranseavvik Noen spesifiseringer	Øverst	Middel	Unders
0,5 - 3	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$
3 - 6	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$
6 - 12	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1$
12 - 120	$\pm 0,5$	$\pm 0,9$	$\pm 0,9$	$\pm 0,9$
120 - 315	$\pm 0,9$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,5$
315 - 1000	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 3$
1000 - 2000	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$	$\pm 3$	$\pm 4$
2000 - 4000	$\pm 0,8$	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 6$
4000 - 8000	$\pm 1$	$\pm 3$	$\pm 5$	$\pm 8$
8000 - 12000	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 8$	$\pm 10$
12000 - 16000	$\pm 2$	$\pm 5$	$\pm 7$	$\pm 12$
16000 - 20000	$\pm 2$	$\pm 6$	$\pm 8$	$\pm 12$
Elementet IT grad 1 L. o. m. 8000 mm	12	14	16	17

Toleranser  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Gjenger

Forfatter: Industriskolen  
[Gjenger \(45434\)](#)



Gjenger er et tema en mekaniker må kunne mye om. Det er ikke bare på skruer vi har gjenger. Også i en rekke andre sammenhenger brukes gjenger.

Eksempler på bruksområder for gjenger er:

- skrueforbindelser
- rørforbindelser
- mateskruer
- verktøy
- elektrisk materiell
- husholdningsartikler

## Gjengeprofiler

De tre viktigste gjengeprofilene:

**Spissgjenger** (trekantgjenger) er den skruetypen som låser best.

**Trapesgjenger** gir mindre glidefriksjon enn spissgjenger. Det er en av grunnene til at vi vanligvis bruker trapesgjenger for bevegelsesskruer, for eksempel til ventilspindler.

**Rundgjenger** er mer vanlig enn vi i første omgang tenker over. For eksempel er vanlige lyspærer forsynt med rundgjenger. Rundgjenger biter seg ikke fast som spissgjenger, og derfor kan vi lett skru ut lyspærer for å skifte dem ut. Rundgjenger brukes også der det er snakk om store belastninger og hard behandling. De benyttes for eksempel i rørleggertenger.

## Gjengesystem for spissgjenging

De vanligste gjengesystemene for spissgjenger er:

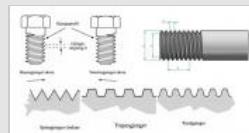
- 
- 

Vi kaller også metriske gjenger, millimetergjenger og unifiedgjenger for tommegjenger.

## Stordiameter og lillediameter



Skruer og bolter



De tre viktigste gjengeprofilene er spissgjenger, trapesgjenger og rundtgjenger  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

[Eksempel på gjengetabell fra SKF](#)



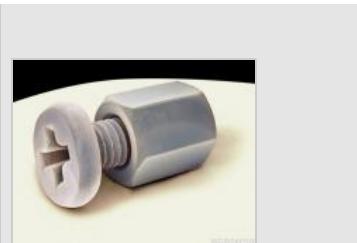
Gjengetapper  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Vi opererer også med begreper som stordiameter (D) og lillediameter (d) på en gjenge. Målet p er stigningen på metriske gjenger. Målet p(1") er stigningen på tommegjenger og måles i antall gjenger per tomme (25,4mm).

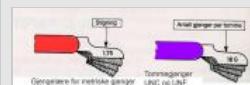
## Lage gjenger

For å unngå at gjengetappen sprekker, må du bruke et svingjern som er tilpasset dimensjonen på tappen. For å få et godt resultat er det viktig at du begynner med spisstappen og bruker både mellom- og bunntappen. Du må også bruke skjærealje eller gjengepasta når operasjonen utføres.

## Gjengebestemmelser



Mutter og bolt



Gjengebestemmelser

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



## Film Gjenging av pinneskrue / video

<http://ndla.no/nb/node/51420>



Reparasjon av gjenger

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

## Metriske gjenger med mål i mm (flankevinkel 60°)

Metriske gjenger forkortes med M og måles i millimeter. Dette er en spissgjenge med flankevinkel på 60 grader. Stigningen (p) er avstanden fra et punkt på gjengen til tilsvarende punkt på neste gjenge, det vil si avstanden skruen beveger seg på en runde. © Industriskolen 11 For grove metriske gjenger angis gjengedimensjonen med for eksempel M12. Denne gjengen har da sin spesifikke stigning. For metriske fingjenger angis gjengedimensjonen med for eksempel M12 x 1,0. For disse gjengene skal en ta med stigningen i gjengebetegnelsen.

## Unifiedgjenger med mål i tommer

Unifiedgjengene har en flankevinkel på 60 grader og måles i tommer. En tomme er 25,4 mm. Stigningen ( $p$ ) måles i antall gjenger per tomme. UNC er grove unifiedgjenger og angis for eksempel med  $\frac{3}{4}$  - 10 UNC. Her skal stordiameter, stigning og UNC være med i gjengebetegnelsen. UNF er fine unifiedgjenger og angis for eksempel med  $\frac{3}{4}$  - 16 UNF. Her skal stordiameter, stigning og UNC være med i gjengebetegnelsen.

### Innvendig

Vet du ikke hvilken type en mutter er, kan du først ved hjelp av gjengelæret finne ut hvilken stigning gjengene på mutteren har. Du vil også kunne se om dette er en tommegjenge eller millimetergjenge. Deretter måler du med skyvelæret diameteren på hullet i mutteren. Denne diameteren vil være omtrent den samme som diameteren på gjengeboren som er blitt brukt. Ved hjelp av disse to målene går du inn i gjengetabellene og finner hvilken dimensjon mutteren har.

### Utvendig

Har du en utvendig gjenge du ikke vet dimensjonen på, kan du bruke gjengelæret for å finne ut stigning og om det er tomme- eller millimetergjenger. Er det tommegjenger, måler du ytterdiameteren med skyvelæret og leser av tommemålet. Er det millimeteregjenger, leser du av ytterdiameteren i millimeter.

Deretter går du i gjengetabellene, og ved hjelp av de to målingene du utførte, kan du finne dimensjonen på gjengen.

### Reparasjon av gjenger

Det hender at en gjenge blir ødelagt. Det kan være mange årsaker til det, men som mekaniker er det gjerne du som får jobben med å utbedre skaden på en faglig måte.

Hvordan du velger å utføre reparasjonen, vil avhenge av hva som er ødelagt, hvilket materiale det er snakk om, om det er utvendige eller innvendige gjenger, om gjengene er i en fastmontert del, hvilke krefter delene vil bli utsatt for, samt en rekke andre forhold.

Dersom du er uheldig og skader en innvendig gjenge, kan denne erstattes med en gjengeinnsats.

Når du skal utføre en slik operasjon, må du benytte spesialverktøy, både når hullet skal bores opp, og når det skal klargjøres for ny gjengeinnsats.

Bildet merket 4 viser en slik gjengeinnsats. Bildet merket 1 viser hvordan det skadde hullet brotsjes opp og klargjøres for innsatsen. På bilde 2 ser dere at den nye gjengeinnsatsen settes på plass.

Bildet merket 3 viser en komplett kasse med alt som er nødvendig for en slik operasjon. Det er viktig at en følger anvisninger fra leverandøren av gjengeinnsatser når operasjonen skal utføres.

# Reparasjon av gjenger

Forfatter: Industriskolen

[Reparasjon av gjenger \(50140\)](#)



Fra tid til annen hender det at en gjenge blir ødelagt. Det kan være mange årsaker til det, men som mekaniker er det gjerne du som får jobben med å utbedre skaden på en faglig måte.

Hvordan du velger å utføre reparasjon av gjenger, vil avhenge av hva som er ødelagt, hvilket materiale det er, om det er utvendige eller innvendige gjenger, om gjengene er i en fastmontert del, hvilke krefter delene vil bli utsatt for, samt en rekke andre forhold. Dersom du er uheldig og skader en innvendig gjenge, kan denne erstattes med en gjengeinnsats.

Når du skal utføre en slik operasjon, må du benytte spesialverktøy, både når hullet skal bores opp, og når det klargjøres for ny gjengeinnsats.

- Bilde 1: Det skadde hullet brotsjes opp og klargjøres for innsatsen.
- Bilde 2: Den nye gjengeinnsatsen settes på plass.
- Bilde 3: En komplett kasse med alt utstyret som er nødvendig for gjengeinnsetting.
- Bilde 4: Gjengeinnsatser.

Det er viktig at du følger anvisningene fra leverandøren om gjengeinnsatsene når jobben skal gjøres.



Reparasjon av gjenger

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

# Andre sammenstillingsforbindelser

Forfatter: Industriskolen

[Andre sammenstillingsforbindelser \(45440\)](#)



I tillegg til skruer og gjenger har vi også andre sammenstillingsforbindelser.

## Kiler

I tillegg til at vi kan montere sammen maskinelementer med skruer, kan vi benytte kiler. Hvilken metode som skal velges, må vurderes ut fra om forbindelsen skal være fast, eller om den skal kunne løses eller forflyttes.

En kile virker som en "medbringer" eller en kraftoverføring.

På bildene ser dere ulike kiler eller kraftoverføringsprinsipper.

Bilde A viser den mest brukte metoden, en kile. En kileforbindelse er en løsbar forbindelse som er enkel å montere og demontere. Bilde B viser en flerkileforbindelse som benyttes dersom momentet mellom aksling og nav blir påvirket av et stort dreiemoment.

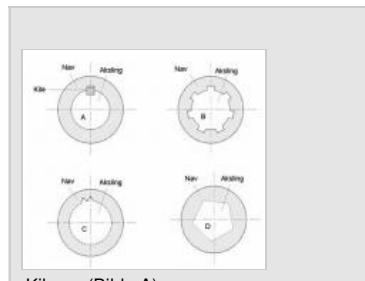
I tillegg finnes det en rekke andre kileformer, som blant annet passkiler og skivekiler.

## Friksjonsforbindelser (krympeforbindelser)

Dersom vi ikke ønsker å bruke kiler mellom nav og aksling, kan vi benytte krympe- eller presspasninger. På bildene ser dere ulike typer av krympe- og presspasninger. Bilde A viser en form for presspasning som benyttes ofte. Bilde B viser en presspasning hvor aksel presses mot navet med en skruanordning.

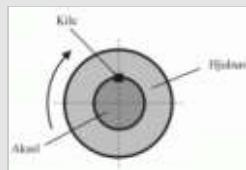
Bilde C viser en krympeforbindelse hvor en varmer opp for eksempel navet og kanskje kjøler ned akslingen før montering.

Husk at metallet utvider seg ved varme og krymper når det nedkjøles. Det er denne effekten som utnyttes ved krympepasninger.



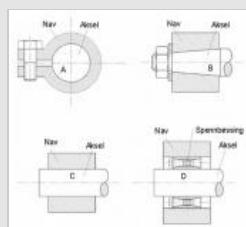
Kilspor (Bilde A)

Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Kilen (Bilde B)

Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Krympeforbindelser (Bilde C)

Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Lim brukes for å låse  
pinneskruer, bolter og skruer  
ol  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

## **Lim**

Lim brukes for å låse pinneskruer, bolter og skruer og andre typer av gjengede detaljer. Liming gir vibrasjonssikker låsing og forhindrer at detaljen løsner ved mekanisk påvirkning eller temperaturpåvirkning. Samtidig elimineres risikoen for spaltekorrosjon.

Gjennom å fylle gjengespalten mellom metallflatene opprettholder en en jevn fordeling mot mekanisk spaltepåvirkning i fugen og sikrer enbest mulig låsing/tetning mot de fleste medier, som vann, gass, olje, bensin eller andre kjemikalier. Produktene kan normalt doseres direkte fra flasken.

Husk å bruke en limtype som er godkjent for det materialet som skal limes. Husk å bruke rett verneutstyr som briller og friskluftsmaske når du utfører liming.

# Lager

Forfatter: Industriskolen  
[Lager \(45419\)](#)



Et lager er et maskinelement som støtter opp aksler og gjør at akslene kan bevege seg med minst mulig friksjon.

Lagrene tar opp krefter som virker på akslene, og holder akslene på plass i en bestemt stilling. Lagrene er bygget inn i maskinhuset, slik at kretene ledes videre. Lagrene blir ofte montert på avsatser eller tapper på akslene.

## Kulelager

Sporkulelager er meget anvendbare, selvbærende lager med massive ytteringer, innerringer og kulekranser. Disse enkelt oppbyggede produktene som i drift er ufølsomme og vedlikeholdsvennlige, finnes som énradige og toradige samt åpne og tette.

På grunn av det lave friksjonsmomentet (punktkontakt) egner sporkulelager seg for høye omdreininger. De brukes ved små eller middels store belastninger.

## Rullelager

Sylinderiske rullelager er stive lager. De tåler store radielle belastninger (linjekontakt).

Det finnes flere typer som er demonterbare, noe som letter monteringen.

Rullelager brukes ved middelsstore og store belastninger med litt mindre hastigheter enn kulelager.

## Demontering av lager

Generelle råd for demontering av rullingslager:

1. Planlegg arbeidet.
2. Vær renslig.
3. Velg riktig utstyr og metode.
4. Bruk utstyret rett.
5. Fjern lagerlåsing.
6. Ikke bruk åpen flamme på lageret dersom det skal monteres på nytt.
7. Sett kraften på den faste ringen ved demontering.
8. Vær obs på skjevheter under demonteringen.
9. Ikke slå med hammer etc. på lageret.
10. Rengjør og emballer lageret dersom det skal



Film som viser  
glidelager, aksel,  
pumper, tannhjul og  
kilereim / video  
<http://ndla.no/nb/node/51474>



Montering av lager /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/52708>



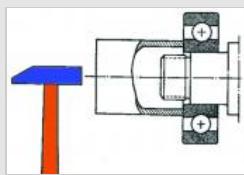
Rader av kulelager

monteres på nytt.

## Montering av lager

Generelle råd ved montering av rullingslager:

1. Planlegg arbeidet.
2. Vær renslig.
3. Velg riktig utstyr og metode.
4. Bruk utstyret rett.
5. Kontroller at montasjested er uten grader og ytre skader.
6. Velg oppvarming/nedkjøling eller ingen av delene.
7. Ikke fjern innpakning før lageret skal monteres.
8. Lagernummer skal vende ut (synlig).
9. Vær obs på skjevheter under monteringen.
10. Sett alltid montasjekraften på den faste ringen.
11. Utfør eventuelt oppdriving og glipeminsking på lageret.
12. Sørg for sikker låsing.
13. Smør lageret.
14. Kontroller lageret etter montering.



Montering av lager

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Les mer om lager på hjemmesidene til to kjente leverandører av kule- og rullelager:

[Schaeffler Norge](#)

[SKF](#)



Smøreprodukter

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

## Smøring av lager

Smøring av rullingslager har mange likhetstrekk med smøring

av glidelager. Som smøremiddel brukes olje eller smørefett. Lager

levert med tetninger er smurt med fett for livstid.

Det er en utbredt misforståelse at jo mer fett en putter inn i et lager, desto lengre vil lageret vare.

Normalt fyller en 30–50 prosent av hulrommet i et lager med fett. I tabeller og diagrammer fra leverandører finner vi intervaller for fettets levetid og for eventuelle ettersmøringer. I utgangspunktet

er fett å foretrekke framfor oljesmøring, fordi fett ligger bedre mot lageret enn olje. Over et visst turtall må vi bruke oljesmøring.

# Transmisjoner

Forfatter: Industriskolen  
[Transmisjoner \(45442\)](#)



Når vi bygger maskiner, har vi behov for å forbinde akslinger med hverandre. Når akslingene danner en forlengelse med hverandre, brukes koblinger, og når akslingene ligger parallelt med hverandre, bruker vi reimr eller kjeder.

Når vi bygger maskiner, har vi behov for å forbinde akslinger med hverandre. Når akslingene danner en forlengelse med hverandre, brukes koblinger, og når akslingene ligger parallelt med hverandre, bruker vi reimr eller kjeder.

I enkelte tilfeller har vi behov for å øke eller minske turtallet på en aksling. Dette gjøres ved hjelp av tannhjul, et kjede eller en reimdrift.

## Kjededrift

Når vi skal overføre store krefter, brukes kjededrift. Fordelene med kjededrift er at vi kan overføre bevegelser selv med store akselavstander. Kjeder er enkle å montere og vedlikeholde, og de er driftssikre under variable driftsforhold.

Ulempene kan være at kjeder vil ha høy vekt, og at kjedehastigheten ikke kan være for stor på grunn av sentrifugalkrefter som oppstår. Kjeder strekker seg etter en viss bruk og belastning.

Kjeder kan i noen tilfeller virke støyende.

Drivkjelder brukes til kraftoverføring. Dette er standard maskinelementer som kjøpes i metervis og av ulike typer og kvaliteter tilpasset aktuelle driftsforhold.

Aktuelle kjeder kan deles ved hjelp av spesialverktøy og tenger. Det finnes også spesiallås for kjeder.

Det er viktig at tannhjulene som kjedene skal løpe over, er parallelle. Oppretting av løpehjulene må gjøres før kjeden settes på plass og maskinen startes opp.

Som du ser på bildene, finnes en rekke typer av kjeder, strammere og kjedehjul.

Sett fra et vedlikeholdssynspunkt samler kjeder mye smuss og krever stadig tilførsel av smøremidler. Det finnes ulike måter å smøre en kjede på, fra håndsmøring med kanne til automatiserte systemer hvor en enten drypper smøremidler mot kjeden, eller der hele kjeden går i et smørebad med automatisk overvåkning av aktuelle driftsparametere.

## Reimdrift



Løftkjede og festekabler  
Opphavsmann: [FB Kjeder AS](#)

Eksempel på leverandører av forskjellige typer transmisjoner:

[Jens S transmisjoner AS](#)

[FB kjede AS](#)



Kjedehjul  
Opphavsmann: [FB Kjeder AS](#)

I de tilfeller en ønsker en myk og støyfri kraftoverføring, brukes reimdrift.

Husk at når kraftoverføring skjer via reimer, er det viktig at reimskivene ligger rett i forhold til hverandre. Ofte brukes linjal for å påse at reimskivene ligger parallelt. Husk også at det er regler for hvor mye reimer skal strammes.

Flatreim [les mer](#)

En flatreim overfører krefter ved hjelp av friksjon, noe som medfører at belastningene på aksling og lager blir store. Det er ikke mulig å overføre store effekter ved hjelp av denne reimtypen. Virkningsgraden er også lav.



Rullekjede

Opphavsmann: [FB Kjeder AS](#)

Kilereim [les mer](#)

Kilereimen ligger i en reimskive med v-spor, noe som gjør at friksjonen til reimskiven blir forholdsvis god. Det er viktig at vi velger rett profil på kilereimen, slik at den ikke butter i bunn av reimskiven. Oppretting av reimskivene er viktig, uansett type reimskive som brukes.



Transporterkjede

Opphavsmann: [FB Kjeder AS](#)

Kilereimer ligger i en reimskive med v-formet spor. Dette fører til at friksjon mot reimskiven blir god. Husk at reimen ikke skal bunne i reimskiven, noe som medfører at vi ikke oppnår tilstrekkelig friksjon, og reimen vil "slure". Hvilke skiver som skal brukes i henhold til reimdimensjonen, finner du i leverandørkatalogen. Ulempen med kilereimer er at de fordrer stor diameter på reimskivene for ikke å brekke.

Tannreim [les mer](#)

Tannreimer har i mange sammenhenger overtatt for kjededrift. De er lettere og mer stillegående. Kraftoverføringen skjer via tenner på innsiden av reimen, noe som gir en synkron drift og en slurefri overføring.



Tannreimer

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Poly-v-reim [les mer](#)

På grunn av v-formede ribber på poly-v-reimen får vi god friksjon mot reimskiven. Reimtypen brukes mer og mer i industrien og er en videreføring av flatreimen. Reimtypen erstatter flatreimen og i noen tilfeller også kilereimer.



Poly-v-reim

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Koblinger

I konstruksjoner har vi behov for å koble akslinger sammen. Eksempler på dette er når vi skal koble sammen en motor med en pumpe og begge deler står på et fundament.

Det som bestemmer hvilken type kobling som skal benyttes, er blant annet følgende:

- skjevheter som skal opptas
- støtbelastninger koblingen skal kunne absorbere
- hvor lett koblingen er å montere og demontere
- hvor mye koblingen bygger
- hvor lett koblingen er å avbalansere
- betjeningsmuligheter
- vekten på koblingen



Frikjonskoblinger

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Koblinger deles inn i følgende grupper:

- faste koblinger
- fleksible koblinger
- elastiske koblinger
- manøvrerbare koblinger

[Les mer om de fire gruppene av koblinger.](#)

I de tilfeller hvor vi har maskinelementer som kobles sammen, og det kan oppstå kraftige støt, anbefales det å bruke en høyelastisk kobling. Det finnes en rekke typer av koblinger som benyttes ute i industrien. Her er noen eksempler:

- tannkoblinger
- universalleddkoblinger
- manøvrerbare koblinger
- frikjonskoblinger
- hydrodynamiske koblinger
- friløpskoblinger



Skivekobling

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

### Tannhjul og tannhjulsoverføringer

I alle maskiner finner vi tannhjulsoverføringer. Disse har samme funksjon som kjeder og reimer, nemlig å overføre krefter. Vi kan bygge tannhjul med ulik størrelse sammen til et gir, og på denne måten kan vi øke og senke hastigheten til en driftsaksling (DRIVAKSLING?).



Tannhjul og

tannhjulsoverføringer

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Fordelene med tannhjulsoverføring er stor driftssikkerhet, slurefri kobling, høy virkningsgrad samt at en tannhjulsoverføring kan overføre store krefter.

Ulemper med tannhjulsoverføring er at den kan være kostbar å framstille og krever høy fagkunnskap ved montering.

# Tetninger

Forfatter: Industriskolen  
[Tetninger \(45450\)](#)



Tetninger har som oppgave å skille to medier fra hverandre.

Vi skiller mellom akseltetninger og flenstetninger.

Når det gjelder generelle egenskaper til tetninger, er det viktig å få klarlagt hvilke medium det skal tettes mellom. Når det gjelder gummimaterialer, er dette særsviktig. Arbeidstemperatur og trykk påvirker også valget av materiale og hardhet.

Det er ingen fordel å velge et gummimateriale som dekker et større temperaturområde enn nødvendig. Ved å gjøre dette kan andre egenskaper bli borte, noe som kan medføre ekstra kostnader.

## O-ringer (akseltetninger)

O-ringer av gummi løser en rekke tetningsproblemer.

Disse benyttes til blant annet tetninger i pneumatiske og hydrauliske systemer. O-ringer benyttes også til å tette skrulokk og flenser.

I en del tilfeller stilles det store krav til tetningseffekten.

Her benytter en støttringer for å hindre at O-ringbenyttes til å hindre at O-ring presses ut.

I tillegg til at du får kjøpt O-ringer med bestemte diametermål, leveres disse som rundsnor. Snoren kan da kappes i riktig lengde og limes sammen. Hardheten og kvaliteten til en O-ring må tilpasses bruksområdet.

## Pakninger (flenstetninger)

Flytende pakningssement benyttes svært ofte ved montering av maskindeler for å tette plane overflater og flenser til pumper, girkasser og motorflense mv. med spalte opp til 0,5 mm.

Svært ofte erstatter flytende pakningssement ordinære pakninger. Flytende pakninger gir en fleksibel og/eller elastisk tetning som er motstandsdyktig mot vibrasjoner, varme, olje og

### Eksempel på leverandører av tetninger:

[Vestpak AS](#)

[Parker](#)



O-ringer benyttes til blant annet tetninger i pneumatiske og hydrauliske systemer.

Opphavsmann: [Vestpak AS](#)



Pakninger

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

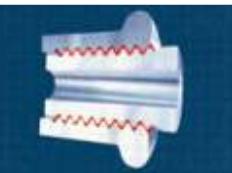


Tetningsvæsker kan doseres direkte fra flasken eller ved hjelp av enkle doseringsmidler

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

industrielle væsker.

Etter montering kan sammenslutningen demonteres med vanlige verktøy.



Loctite tetninger  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

### Tetningsvæsker

Gjengetetting brukes for å låse gjenger mot trykk fra gass, luft, vann, olje, oksygen og industrielle væsker. Gjengetetting erstatter hamp og PTFE-tape. Produktene er varme og vibrasjonssikre og finnes i ulike styrker.

Produktene kan doseres direkte fra flasken eller ved hjelp av enkle doseringsmidler.

### Tetningslim

#### Loctite

Produktene er designet med en patentert gummiteknologi for å forbedre sin styrke og øke hurtiglimenes kapasitet, som ved:

- bruddstyrke
- skrellstyrke
- sjokk
- slagstyrke

Produktene gir hurtig liming på de fleste materialer, inkludert:

- metall
- plast
- elastomerer

Dette gjelder også sure yter og porøse materialer som:

- tre
- papir
- skinn
- tekstil

#### Prosedyre for montering av pakninger [les mer](#)

1. Kontroller pakningen. Det skal ikke finnes "sår" på tetningsflatene.
2. Sett inn to av boltene 180° overfor hverandre.
3. Heng på testflens, og monter pakning.
4. Trekk til de to boltene til du møter vesentlig motstand. Flensenes innerdiameter skal møte hverandre.
5. Monter de resterende boltene, og trekk dem inntil flensene (ingen bolter skal være løse).
6. Nå er forbindelsen klar til test.

# Montering og demontering

Forfatter: Industriskolen

[Montering og demontering \(82789\)](#)

Et montasjeoppdrag kan spenne fra det enkleste til store komplekse monteringsoppgaver hvor en fagoperatør må beherske mange teknikker og fagemner.

## Montering

Når vi skal montere og reparere maskiner og utstyr, kreves det at vi planlegger arbeidet før vi setter i gang.

Det er viktig å planlegge monteringsrekkefølgen. Skriv gjerne en liste, som du kan krysse av i underveis i arbeidet for lettere å holde orden på jobben.

Eksempler:

1. montere ramme
2. sette på støttestag
3. skru på motorfester
4. gjøre klar motor
5. feste motor til ramme
6. koble til motor

Finn fram tegninger og les dem nøyde så du får en god oversikt over hva du skal gjøre. Finn fram verktøyet du skal bruke under hele operasjonen, og legg det fra deg et sted hvor du lett kan få tak i det. Tenk hele tiden et steg fram i tid: – Det som settes sammen, kan også måtte tas fra hverandre igjen! Se også om delene som skal settes sammen igjen, er merket. Merking gjør det enklere å holde orden, og det er lettere å se hvor delene hører til. Det gjør også arbeidet enklere for deg selv og andre dersom delen senere må demonteres.

## HUSK!

**Orden og ryddighet på arbeidsplassen!**

## Demontering

Når du skal demontere en maskin, er det viktig å holde orden på delene. Lag et system slik at du hele tiden har kontroll på hvor delene kom fra, og i hvilken rekkefølge de ble demontert. Her kan det å merke delene være til god hjelp.

Består en del eller modul av flere smådeler, så pass på at du holder dem samlet. Bruk for eksempel en liten eske, som du legger tilhørende smådeler i.

Montering av lager / video  
<http://ndla.no/nb/node/52708>

Yrker der du kan arbeide med montering og lignende:  
[Produksjonsteknikker](#)  
[Industrimekaniker](#)  
[Industrimontør](#)  
[Utdanning og yrker innen bilfagene](#)

Operatør foretar vedlikehold.  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

Montering av båtmotor / video  
<http://ndla.no/nb/node/20768>

Reparasjon av gjenger.  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

Når du monterer noe, er det viktig å tenke levetid, eventuelle senere skader og vedlikehold. Sett gjerne inn bolter med sølvfett, slik at de ikke ruster og er lettere å skru fra hverandre under en eventuell demontering.

Husk hele tiden å holde delene rene for smuss og spon. Dette er meget viktig for glidedeler, pasninger og deler som utsettes for friksjon. En bitteliten sponbit kan ødelegge mye.



Smøreprodukter  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

### **Smøring**

En annen viktig ting er smøring. Smøring av glidedeler og lignende er viktig for enhver maskin. Olje og fett brukes til forskjellige områder, med like forskjellige virkemåter.

Her spiller også planlegging en stor rolle. Les nøye på databladet hva produsenten mener skal brukes. Feil bruk eller feil olje kan være med på å ødelegge en maskindel.

# Vedlikehold av maskiner og utstyr

Forfatter: Industriskolen

[Vedlikehold av maskiner og utstyr \(82792\)](#)



Maskiner og utstyr representerer store verdier i dagens industribedrifter og er i mange tilfeller svært kostbart å kjøpe inn. Maskinhavari og feilmontert utstyr kan også føre til personell- og miljøskader. Derfor er det viktig at reparasjons- og vedlikeholdsarbeidet blir utført på en fagmessig riktig måte.

## Vedlikehold

Vedlikehold er den generelle termen som dekker alle typer vedlikeholdsaktiviteter. Vedlikehold og forebyggende vedlikehold er viktig, både for maskinen og operatøren. Mange havari og større reparasjoner samt skader på utstyr og mennesker kunne vært unngått hvis man hadde vært mer nøyne med vedlikehold og rapportering.

## Justering

For at utstyret, maskinen eller apparatet skal fungere slik det er ment, må det ofte en justering til. Det kan være nødvendig å justere en skrue eller et skruefeste eller rett og slett justere strømstyrken ved hjelp av et potmeter.

## Feilsøking

Noe av det første en mekaniker må gjøre når en feil først har oppstått, er å kontakte operatøren av maskinen for å klarlegge hva som skjedde da feilen ble oppdaget, og funksjonsprøve maskinen hvis dette lar seg gjøre. Finn fram bruksanvisningen for maskinen det gjelder, og start med det enkleste først! Deretter isoleres problemet sakte, men sikkert til du til slutt sitter igjen med selve feilen.

## Inspeksjon

Med "inspeksjon" menes at vi ved ulike inspeksjonsmåter kontrollerer at gjenstanden "er i henhold til gitt norm". Vi kan inspirere "on-site" (på plassen) der komponenten eller systemet er i drift, eller vi kan kontrollere dem på verksted. Det kan dreie seg om en generell inspeksjon eller en mer inngående undersøkelse, for eksempel en NDT-testing for oppsprekking eller materialtretthet (NDT = Non Destructive Testing).

Oppgave  
vedlikehold /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/84101>

Justering av  
punktveisestrøm  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

Yrker der du kan arbeide  
med vedlikehold av  
maskiner og utstyr:  
[Produksjonsteknikker](#)  
[Industrimekaniker](#)  
[Industrimontør](#)  
[Utdanning og yrker innen bilfagene](#)

## Funksjonsprøve

Med funksjonsprøve så menes det at vi gjennomfører en bestemt prøve på om komponenten faktisk fungerer slik som den skal. En funksjonsprøve for en jetmotor vil kunne gå ut på å starte den opp og testkjøre den og kontrollere at alle instrumenter indikerer som normalt.



En tekniker vedlikeholder en maskin.

Fotograf: [Corbis](#)

## Reparasjon

Med reparasjon menes en vedlikeholdsaktivitet som korrigerer en feil som er oppdaget på komponenten, enten ved inspeksjon eller ved funksjonsprøve. En gjennomført reparasjon vil bare si at komponenten er satt tilbake som funksjonsdyktig der den skal være, i forhold til driftstimer. En reparert komponent behøver ikke å være som ny, og den kan godt leveres ut fra verkstedet med slitasje som er i samsvar med antall loggførte driftstimer.



Kvalitetskontroll på maskindel.

Fotograf: [Science Photo Library](#)

## Overhaling

Ved en overhaling settes komponentens tekniske tilstand som hovedprinsipp tilbake som for en ny komponent. Om vi monterer en komponent som er ny, eller en som har gjennomgått overhaling, så skal disse fungere helt likt. Antall driftstimer til neste vedlikehold vil være det samme for både en ny og for en overholt del.



Operatør foretar vedlikehold.

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

## Daglig, ukentlig, månedlig og årlig vedlikehold

Med *daglig* forebyggende vedlikehold menes det å forebygge feil og mangler før de oppstår.

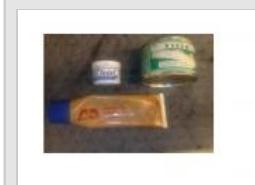
Det du som operatør må huske på, er:

- renhold
- orden

Dette er viktig og må opprettholdes hele tiden.

*Ukentlig* vedlikehold på en maskin kan være å smøre gliddedeler. Det er da som oftest påmontert en smørenippel på de aktuelle stedene. Det kan også være å fylle olje i for eksempel en sentralsmører eller å skifte olje i tannhjulsoverføringer.

Se over maskinen etter synlige feil og mangler.



Forskjellig smørefett  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

*Månedlig* vedlikehold kan være å gå over maskinen grundigere.

Se etter rust, kjenne etter løse deler, unaturlige vibrasjoner, unaturlige lyder og teste om justeringer kan være nødvendig.

Bruk øyne og ører godt. En liten lyd med en vibrasjon kan bety et ødelagt eller tørt lager. Vibrasjoner kan også bety en slitt aksling.

Det er ofte små justeringer som kan spare deg for en større reparasjon og skader i framtiden.



Vedlikeholdsarbeid.

Fotograf: [Science Photo Library](#)

Årlig vedlikehold kan bety en større operasjon, for eksempel å demontere hele maskinen. Da kan vi bytte ut slitedeler som lager, bolter/muttere, akslinger og andre ting som kan virke inn på driften og/eller nøyaktigheten på maskinen.

Smøring, skifte av hydraulikkolje og girolje kan også være en del av dette.

Som oftest er en større vedlikeholdsoperasjon som dette bestemt fra produsenten av maskinen.

### Vedlikeholdsplan

De fleste bedrifter bruker en vedlikeholdsplan for å holde oversikt og vite når den enkelte maskinen i maskinparken skal gjennom en vedlikeholdsprosedyre. Dette gjelder enten det er en månedlig service eller en årlig og mer grundig operasjon. Med i denne planen hører vedlikeholdsblad, som sitter på de enkelte maskinene. Disse skal være til hjelp for både operatører, reparatører og annet vedlikeholdspersonell.



Eksempel på  
vedlikeholdsplan  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Noen filmer som  
omhandler vedlikehold  
og montering:



Montering av rør /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/83238>



Montering av lager /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/52708>



Film som viser  
glidelager, aksel,  
pumper, tannhjul og  
kilereim / video  
<http://ndla.no/nb/node/51474>

Se nøyde over vedlikeholdsbladene som tilhører de enkelte maskinene. Her står mye nyttig informasjon verdt å merke seg om vedlikehold og smøring.

### **Første-, andre- og tredjelinjes vedlikehold**

I vedlikeholdsteknikken skiller vi ofte mellom første-, andre- og tredjelinjes vedlikehold.

Med førstelinjes vedlikehold så menes vedlikehold "on-site" der systemet eller komponenten er. Førstelinjes vedlikehold innbefatter vanligvis inspeksjon og funksjonsprøve og inn- og utmontering av komponenter samt enkle reparasjoner.

Andrelinjes vedlikehold skjer inne på verkstedet. Litt mer kompliserte reparasjoner og overhaling av enkle komponenter vil kunne være typisk andrelinjes vedlikehold.

Full overhaling og større reparasjoner av større komponenter vil kunne være tredjelinjes vedlikehold. Tredjelinjes vedlikehold vil kunne innbefatte arbeidsoperasjoner som er like kompliserte som ved nyframstilling av komponenten. Tredjelinjes vedlikehold foretas ofte ved den fabrikken som har produsert komponenten, eller verksteder som har spesialisert seg på oppgaven. Et eksempel på et tredjelinjes vedlikeholdssenter i Stavanger-regionen er Pratt & Whitney flymotorverksted på Sola.

#### ***Et praktisk eksempel:***

Maskinen går ikke.

Maskinen går ikke.

- Sjekk strømtilførsel.
- Sjekk stoppbrytere, nødstopp.
- Sjekk sikkerhetsfølere.

Er dette i orden, kan du gå videre med å:

- sjekke startbryter. Klikker det (går det strøm) i releet?

Er dette i orden, kan du gå videre med å sjekke:

- strøm til hydraulikkpumpe
- strøm til motor

Er det for eksempel strøm inn på motoren, men den går allikevel ikke? Sjekk først børster og lignende etter feil i motoren.

Du har nå resonnert deg fram til selve feilen. Start med det første først. Ikke kast bort tid på å sjekke alle komponenter når du enkelt kan finne feilen ved å gå fram systematisk. Det er bortkastet tid å lete etter feil i alle kontraktorer, releer, sikringer, ventilier, motorer og pumper kun for å finne at hovedstrømmen ikke er på, eller at nødstoppen står inne!

Dette kan du gjøre for å finne fram til feilen:

Sjekk i manualen for maskinen.

•

- Hva skjer – hva skjer ikke?
- Tenk enkelt.
- Isoler problemet.

- Bruk øyne og ører (se etter løse ledninger, hør etter om et lager har skåret seg).
- Jobb deg inn a -> b -> c og ikke omvendt.

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - maskinelementer montering \(59467\)](#)

Arbeidsoppgave: maskinelementer og montering

1. Hvor nøyaktig kan du måle med et skyvelære?
2. Hvor nøyaktig kan du måle med mikrometer?
3. Vet du om noen bruksområder for passbiter?
4. Hva bruker vi et måleur til?
5. Hvorfor er det viktig å behandle måleutstyret forsiktig?
6. Hva kaller vi den skruen vi bruker når vi skal stille inn et mikrometer?
7. Hvorfor bruker vi en kjørner når vi skal bore?
8. Hva brukes en baufil til?
9. Nevn minst fire ting du bruker ved oppmerking av et arbeidstykke.
10. Når kan et gjengelære være nyttig?
11. Hva mener vi med stigning når vi snakker om gjenger?
12. Hvilke to typer av gjengesystemer er de mest brukte?
13. Hva bruker vi en gjengebakke til?
14. Hva mener vi med fasthetsklasse når vi snakker om skruer?
15. Hvorfor må vi noen ganger bruke momentnøkkel ved tiltrekking?
16. Nevn minst fire typer skruelåsing.
17. Hvilke muligheter har vi dersom vi ødelegger gjengene i et skruehull?
18. Når bør vi brotsje et hull vi har boret?
19. Hva er hovedoppgaven til en kile?
20. Nevn minst to typer kileforbindelser du kjenner til.
21. Når bruker man en krympeforbindelse?
22. Lim brukes mer enn tidligere til å låse gjengeforbindelser. Kan du nevne noen eksempler?
23. Hvilke tre typer pasninger har vi?
24. Hva er spesielt med de forskjellige pasningene?
25. Hvorfor er det viktig å ha et internasjonalt toleransesystem?
26. Hva mener vi med basismål?
27. Hva betyr stor bokstav når vi snakker om toleranse, for eksempel H7?
28. Bruk verkstedhåndboka og finn toleransen på følgende mål: Ø30H6 og Ø45k7.
29. Vi deler rullingslager inn i to typer, hvilke er det?

30. Nevn noen ulike typer tetninger og deres bruksområder.
31. Hvor er det vanlig å bruke kjededrift?
32. Nevn noen fordeler og ulemper med kjededrift.
33. Reimdrift er en annen form for kraftoverføring. Hvor blir den ofte brukt?
34. Vi har flere typer tannreimer. Kan du nevne tre typer og deres bruksområder?
35. Hva er hovedoppgaven til en akselkobling?
36. Vi deler koblinger inn i forskjellige grupper, hvilke?
37. Det finnes en rekke typer av koblinger som benyttes ute i industrien. Nevn noen du kjenner til.
38. Tannhjul blir også brukt som et overføringselement. Når er det vanlig å bruke denne typen overføring?
39. Vi har mange typer filer. Kan du nevne noen?
40. Hvilken vei skal tennene på en baufil peke?

# Håndverktøy

Forfatter: Industriskolen  
[Håndverktøy \(82374\)](#)

Verktøy er et redskap vi bruker til å reparere, montere, demontere, lage eller vedlikeholde noe med. Det sies ofte at godt verktøy er "halve" arbeidet.



Håndverktøy / video  
<http://ndla.no/nb/node/141416>

Bruk riktig verktøy til riktig jobb, så slipper du skade på verktøyet og emnet, maskinen eller den delen du skrur på, samtidig som det gjør jobben din enklere å utføre!

Å beskrive alle de typene som finnes av verktøy, ville være en stor oppgave. Det er ofte det mest vanlige verktøyet vi har på verkstedet, som brukes til montering og vedlikehold.

Her nevner vi et lite utvalg av det du kommer til å møte av typiske verktøy:

## Håndverktøy

- skralle/pipe
- fastnøkkel
- skiftenøkkel
- skrutrekker (flat, stjerne og torx)
- unbrako
- hammer
- tenger (widescript, rørtang, vannpumpetang, nebbtang, avbitertang, sveisetang)
- dor
- kjørner
- blikksaks
- popnageltang
- sag
- fil
- baufil
- rørkutter

## Noen måleverktøy

- skyvelære
- mikrometer
- måleur
- målebånd
- gjengelære
- passer
- føleblad
- radiuslære
- gradvinkel
- krittsnor

## Skjæreverktøy

- platesaks
- boremaskin
- båndslipemaskin



Fagterminologi oppgave 1



Fagterminologi oppgave 2

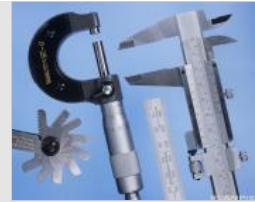


Fagterminologi oppgave 3



Noen aktuelle verktøy / video  
<http://ndla.no/nb/node/83233>

- båndsag
- vinkelslipemaskin



Eksempler på måleverktøy.

### Oppgave

Gå til verkstedet. Finn fram ti av verktøyene nevnt over og fem verktøy som ikke er nevnt. Ta bilde av dem, og lag en bildepresentasjon med navn og kort beskrivelse. Presentasjonen vises for resten av klassen.

# Måleteknikk

Forfatter: Rune Mathisen  
[Måleteknikk \(141412\)](#)

Vi bruker måleverktøy til å måle lengde, trykk, temperatur, volum og elektriske størrelser. Vi bruker standardiserte måleenheter for å sammenlikne de tingene vi mäter. Resultatet av målingene angis som et tall, for eksempel er lengden på en Toyota Auris 2015-modell 4 275 mm.



Måleteknikk / video  
<http://ndla.no/nb/node/141411>

Målinger gjøres vanligvis med SI-systemet. Enhetene som brukes i dette systemet er:

- Kilogram (kg) - masse av et stoff
- Meter (m) - lengde
- Candela (cd) - lysstyrke
- Sekund (s) - tid
- Ampere (A) - elektrisk strøm
- Kelvin (K) - temperatur
- Mol (mol) - mengde av et kjemisk stoff

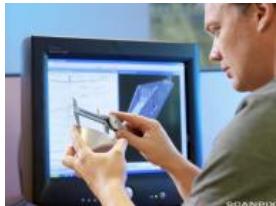
Alle andre måleenheter kan avledes fra disse.



# Måling på verkstedet

Forfatter: Industriskolen

[Måling på verkstedet \(50920\)](#)



I industrien benyttes mange typer måleverktøy og målemetoder. Hvilken type måleverktøy som skal benyttes, er avhengig av nøyaktigheten til det produktet som skal produseres.

## Vi skiller mellom to typer måleverktøy

- mekaniske måleverktøy
- elektroniske og optiske måleapparater

De ulike måleverktøyene har forskjellig nøyaktighet. Til "grove" målinger benyttes som regel mekaniske måleverktøy, slik bildene viser.

De elektroniske og optiske måleapparatene er som regel mer avanserte å bruke. Men til gjengjeld er disse måleverktøyene mer nøyaktige. I moderne produksjon kan disse måleapparatene kobles til skrivere og avanserte programmer for dokumentasjon av måleverdiene til produktet.

Når du skal utføre målinger, innvirker temperaturen på målestedet (eller objektet) inn på måleresultatet. Når du arbeider med strenge toleransekrav, er det viktig å ha riktig måletemperatur. Denne bør være ca. 20 °C.

Målebånd, skyvelære og mikrometer

Måling i praksis

Fotograf: [Science Photo Library](#)

# Skyvelære

Forfatter: Industriskolen  
[Skyvelære \(50921\)](#)

Skyvelæret er et nødvendig verktøy for å ta nøyaktige mål. Det måler utvendig, innvendig, bredde samt dybdemål, og målenøyaktigheten for et skyvelære med 20-delt nonieskala er 0,05 millimeter. Det finnes også alternativ med digital avlesning, noe som gir enda større nøyaktighet.



Film avlesning av skyvelære / video

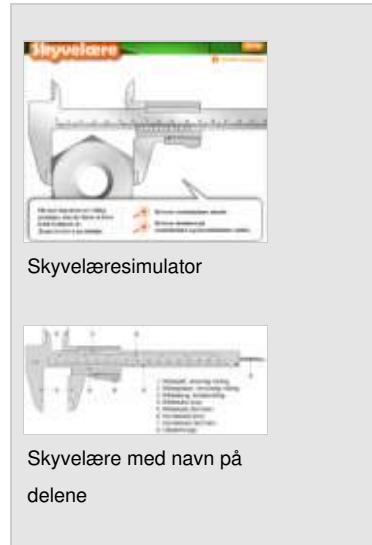
<http://ndla.no/nb/node/53253>

## Praktisk bruk av skyvelære

De ulike delene på skyvelæret består av knivformede målespisser til innvendig måling, en skyver (bevegelig del) med nonieskala, en strekskala. Du finner også en målestang som benyttes til dybdemåling. Det er viktig at du lærer å bruke skyvelæret rett, slik at du får utført korrekt måling av aktuelle detaljer.

### Husk følgende:

- Skyvelæret skal bare benyttes til måling og ikke benyttes som hammer eller til å merke opp linjer og sirkler med.
- Du må ikke utføre måling på roterende deler.
- Kontroller at skyvelæret måler riktig (på passbiter).



Skyvelæresimulator



Skyvelære med navn på delene



Nonieskalaen på skyvelæret



Digitalt skyvelære fra Mitutoya

## Nonieskala for skyvelære

Skyvelæret består av en bevegelig del og en fast del. Den bevegelige delen kalles skyveren. Avlesningen foregår slik at du leser av antall hele millimeter over 0 på nonieskalaen først, så teller du antall delstreker på nonien til du finner streken som står rett under millimeterstreken. Bruk animasjonen på denne siden for å lære deg å lese av skyvelæren.

## Typer av skyvelære

Det finnes et stort utvalg av skyvelærer som er tilpasset bestemte måleoppgaver. I dag brukes ofte digitale skyvelærer.

# Mikrometer og måleur

Forfatter: Industriskolen

[Mikrometer og måleur \(50924\)](#)

Mikrometer benyttes der det trengs større målenøyaktighet enn du får med skyvelæret, eksempelvis til oppmåling av lagerpasninger.



Bruk av måleur og mikrometer / video

<http://ndla.no/nb/node/52796>

Det finnes både mekaniske og digitale mikrometer. Det mekaniske mikrometeret har en målenøyaktighet på  $1/100 \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}$ . Med et digitalt mikrometer kan vi lese målenøyaktighet på  $1/1000 \text{ mm} = 0,001 \text{ mm}$ .

Mikrometerne finnes for ulike måleområder og bruksområder (innvendig måling, utvendig måling, dybdemåling).

## Praktisk bruk av mikrometeret

På et mekanisk mikrometer har skruen en gjengestigning på  $0,5 \text{ mm}$ .

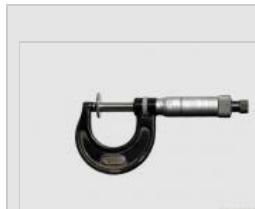
Måletrommelen er inndelt i 50 deler. Ved en omdreining på friksjonsskruen forflytter vi skruen en strekning som er lik stigningen på gjengen. Da øker eller minsker vi målet med  $0,5 \text{ mm}$ .

Måletrommelen er oppdelt fra 1 til 50. Hver del svarer til  $1/100 \text{ mm}$ . For å forflytte måletrommelen  $1 \text{ mm}$  må vi dreie skruen to omdreininger.

## Husk følgende:

- Mikrometer benyttes når en ønsker nøyaktighet på  $1/100 \text{ mm}$ .
- Vær nøyne med kraften du bruker på skruen bak på mikrometeret.
- Husk å beskytte mikrometeret mot støv, slag osv.
- Kontroller mikrometeret med visse intervaller.

Les mer om [Mikrometer](#)

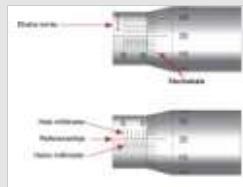


Mekanisk Mikrometer



Digitalt Mikrometer

Opphavsmann: [Mitutoya](#)  
[Scandinavia AB](#)



Mikrometerskalaen

Opphavsmann: [Mitutoya](#)  
[Scandinavia AB](#)



Måleur med  $0,001 \text{ mm}$  avlesing

## Måleur

Måleuret har samme målenøyaktighet som mikrometeret. Det benyttes blant annet til utmåling av lagerklaringer, måling av kast i lager og akslinger og innstilling av innsprøytingstidspunkt på dieselrotorpumper osv.



Magnetstativ.

Magnetstativ med  
fleksibel søyle.

Magnetbakside.

Lite målebord.

Festeverktøy for måleur

# Diverse måleverktøy

Forfatter: Industriskolen

[Diverse måleverktøy \(50925\)](#)



I tillegg til skyvelære og mikrometer benyttes mange andre måleverktøy i industrien. Under finner du noen av dem.

## Målebånd/tommestokk

Målebåndet er et viktig verktøy, som gir raske og enkle målinger med en nøyaktighet på 1 mm.



Tommestokk

Fotograf: [Mattis Sandblad](#)

## Gradvinkel

En gradvinkel brukes til å beregne vinkler og sirkler samt for trekking av parallele linjer og lengdekalibrering.



Gradvinkel

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

## Passer

Passeren brukes både til måleverktøy og merkeverktøy.



Gjengelære

## Gjengelære

Gjengelæret blir brukt for å finne ut type gjenger og hvilken dimensjon de har.



Passbiter

## Oppbevaring av måleverktøy

Måleverktøy må holdes rent og oppbevares slik at det ikke skades.

Alt måleverktøy må kontrolleres med visse intervaller som styres etter bedriftens rutiner.

## Passbiter

Til å kontrollere måleverktøy benytter vi passbiter. Disse er laget av spesielle metaller eller keramiske materialer og er meget nøyaktige.

Les mer om forskjellige [Måleverktøy](#).



# Måling i prosessanlegg

Forfatter: Industriskolen

[Måling i prosessanlegg \(54000\)](#)



For å kunne regulere industrielle prosesser, er vi helt avhengige av å måle hva som skjer. Tenk deg at du kjører en bil, og at speedometeret ikke virker. Da er det ikke så enkelt å holde riktig fart.

Presise målinger av temperaturen i en reaktor, trykket i en kompressor eller nivået i en tank kan være avgjørende for om vi klarer å produsere det rette produktet.

Det er også viktig med pålitelige målinger for at vi skal kunne operere fabrikken på en sikker måte.



Trykksmanometer

Fotograf: [Romary](#)

# Det generelle måleinstrumentet

Forfatter: Rune Mathisen

[Det generelle måleinstrumentet \(117291\)](#)



Før vi ser på ulike måleinstrumenter, skal vi forsøke å tenke oss et helt generelt måleinstrument. Det er nemlig slik at de fleste typer industrielle måleinstrumenter kan beskrives på en enkel og skjematisk måte, uansett hva slags instrument det er snakk om.

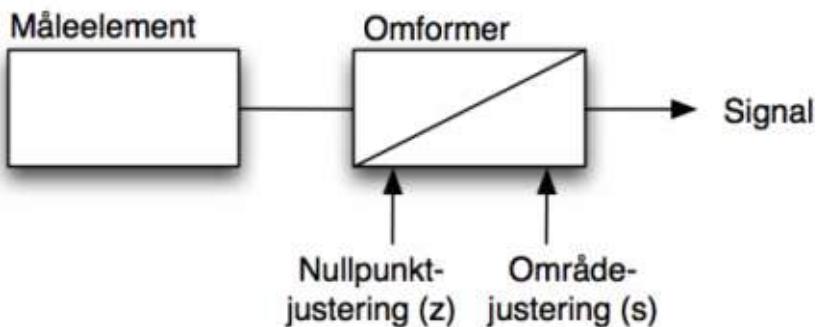
En type måleinstrument som du helt sikkert kjenner godt fra før, er et termometer. Det består av et tynt rør som er delvis fylt med en væske. Når temperaturen endrer seg, vil også tettheten til væsken endres. Da endrer volumet til væsken seg også. Dermed vil væskesøylen i termometeret stige eller synke i takt med temperaturen.

På siden av det tynne røret er det festet en skala, slik at du kan lese av temperaturen. Denne skalaen kan ikke endres på, så det er ikke mulig å justere målingen om den viser feil.



I prosessindustrien overvåkes prosessen vanligvis fra et sentralt plassert kontrollrom. Det ville vært uhensiktsmessig om operatørene måtte gå rundt i fabrikken og lese av alle målinger. Dessuten er vi interessert i å behandle målingene maskinelt, de er en del av et automatisert styresystem. Derfor må alle målinger omformes til et elektrisk signal, slik at det kan overføres i kabler.

Et typisk måleinstrument i prosessindustrien vil derfor bestå av et målelement og en omformer. På omformeren er det også mulighet for nullpunkt- og områdejustering. Vårt generelle instrument kan da tegnes slik:



Om vi sammenligner dette skjemaet med vår manuelle temperaturmåling, er det termometeret som er måleelementet. I hodet vårt gjør vi om avlesningen til noe vi kan forstå, fordi vi vet at høyden på væskesøylen tilsvarer en viss temperatur. Hjernen vår er altså omformeren. Om vi vet at termometeret vårt viser feil, kan vi også foreta en målejustering i hodet vårt.

Et måleinstrument består av et målelement og en signalomformer med nullpunkt- og områdejustering.

Nå er det ikke slik at det ikke finnes måleinstrumenter med manuell avlesning i prosessindustrien. Tvert imot finnes det mange av dem. Men disse brukes som regel ikke til regulering av prosessen, som oftest brukes de bare til kontroll av målingene som inngår i det automatiske styresystemet.

# Instrumentsignaler og justering

Forfatter: Rune Mathisen

[Instrumentsignaler og justering \(117422\)](#)



Den vanligste måten å sende ut et signal fra et måleinstrument på er å bruke et elektrisk signal. Her lærer du litt om sammenhengen mellom spenning (U), strøm (I) og motstand (R).

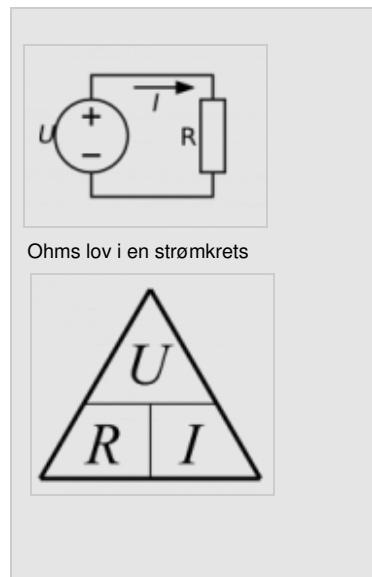
Kjenner du til to av disse størrelsene, kan du regne ut den tredje ved å bruke en av disse formlene:

$$U = R \cdot I$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

Dette kalles Ohms lov. For å forstå betydningen av disse formlene kan du tenke deg at strøm (I) er antallet elektroner som passerer gjennom en ledning. Spenningen (U) sier noe om hvor stor kraft som brukes for å dyrte elektronene gjennom ledningen, og motstanden (R) forteller oss om hvor stor hindring elektronene møter. Av formlene kan du da se at om motstanden øker, så må også spenningen øke om vi skal klare å opprettholde strømstyrken (mengden elektroner).



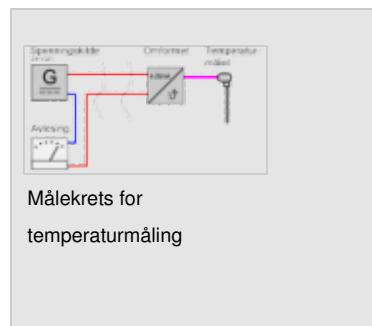
Spenning måles i enheten volt (V), strøm måles i ampere (A), og motstanden måles i ohm ( $\Omega$ ).

Den aller mest brukte metoden for å overføre signaler fra instrumenter i prosessindustrien er å bruke et elektrisk signal hvor strømmen varierer mellom 4 og 20 mA (milliampere). Tenk deg at termometeret ditt går fra -30 °C til 50 °C. Da vil en temperatur på -30 °C tilsvare et elektrisk signal med strømstyrke på 4 mA. Når temperaturen blir 50 °C, vil det tilsvare et signal på 20 mA.

En annen måte å formulere dette på er å si at målesignalet går fra 0 til 100 prosent. Da tilsvarer 0 prosent den nederste grensen av måleområdet (som her er -30 °C), og 100 prosent tilsvarer den øvre grensen av måleområdet (som her er 50 °C). Eksempler på ulike temperaturer og tilhørende elektriske signaler vises i tabellen nedenfor.

## Temperatur mA %

-30	4	0,00
-25	5	6,25
-20	6	12,50
-15	7	18,75
-10	8	25,00
-5	9	31,25
0	10	37,50



Målekrets for temperaturmåling

5	11	43,75
10	12	50,00
15	13	56,25
20	14	62,50
25	15	68,75
30	16	75,00
35	17	81,25
40	18	87,50
45	19	93,75
50	20	100,00

Den vanligste måten å overføre instrumentsignaler på er å bruke et elektrisk signal hvor strømstyrken varierer mellom 4 mA og 20 mA.

Når vi gjør en nullpunktjustering av instrumentet, betyr det at vi setter det til å gi et 4 mA signal for den laveste verdien instrumentet skal måle. For termometeret vårt, betyr det at vi stiller instrumentet til å gi et 4 mA signal ved -30 °C.

Områdejusteringen foregår på den måten at vi bestemmer hvor stor avstand det er mellom minste og største verdi for instrumentet. I termometereksemplet vårt er området på 80 °C (fra -30 °C til 50 °C).

Instrumenter må nullpunktjusteres og områdejusteres.

# Trykkmålinger

Forfatter: Rune Mathisen

[Trykkmålinger \(117425\)](#)



Du har sikkert fylt luft i et dekk og vet at du kan justere hvor høyt trykket skal være. Men har du tenkt på hva trykk egentlig er?

## Hva er trykk?

Har du prøvd å gå oppå snøen noen gang? Da har du sikkert opplevd at snøen ikke bærer deg, og du synker ned. Kroppen din virker med en så stor kraft ned mot snøen at den ikke klarer å holde deg oppe.

Du kan regne ut med hvor stor kraft ( $F$ ) kroppen din virker ned mot bakken, ved å gange vekten din ( $m$ ) med tyngdeakselerasjonen  $g$ , som er tilnærmet lik  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

$$F = m \cdot g$$

Dersom du for eksempel veier 60 kg, blir kraften:

$$F = 60 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 588 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Kraft har enheten newton (N), og i eksempelet over regnet vi ut at kraften som virket fra kroppen mot bakken var 588 N. Men det var jo trykket vi skulle regne ut, så hva har det med kraft å gjøre?

Trykk ( $p$ ) er kraft ( $F$ ) som virker på et gitt areal ( $A$ ), og arealet mellom deg og bakken er det samme som arealet av skosålen din.

$$p = \frac{F}{A}$$

Trykk er definert som kraft delt på areal.

La oss tenke oss at du bare har en fot i bakken, og at arealet av skosålen er  $0,015 \text{ m}^2$ .

Da kan vi regne ut trykket som virker mot bakken:

$$p = \frac{588 \text{ N}}{0,015 \text{ m}^2} = 39\,200 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Enheten for trykk er pascal (Pa), og trykket fra foten ned mot bakken er altså 39200 Pa. Vanlig løssnø klarer ikke å motstå dette trykket, og dermed synker du ned. Men om du tar på deg ski, går det bra! Det er fordi skiene har et mye større areal enn skoene. Da blir trykket mot snøen mindre (forsøk å regne det ut!).

Det er forresten ikke så vanlig å bruke enheten pascal i prosessindustrien. En mer bruktenhet er bar, og 39 200 Pa er det samme som 0,392 bar.

I industrien kan det ofte være interessant å vite trykket mellom to faste legemer (slik som i eksempelet med foten og snøen). Men det er også veldig nyttig å kunne måle trykket fra gasser og væsker mot veggene i rør og tanker.



Gå i snø på truger

Fotograf: [Terje Mortensen](#)

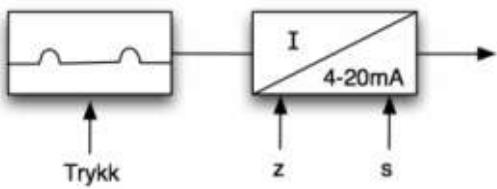
## Instrumentets oppbygging

Vi tar utgangspunkt i et generelt instrument som har et måleelement, en omformer og nullpunkt- og områdejustering.

Måleelementene finnes i flere ulike typer, men en vanlig måte å lage dette på er å bruke noe som beveger seg når trykket øker. Tenk deg at du blåser opp en ballong. Når du blåser, utvider ballongen seg. Det er fordi trykket inne i ballongen blir høyere enn trykket på utsiden.

På samme måte kan man lage et måleelement for trykkmåling. I figuren nedenfor tenker vi oss at vi har spent opp en membran i en liten kasse. Når trykket stiger, vil membranen bevege seg oppover. Denne bevegelsen kan vi omforme til et elektrisk signal.

Vi må også nullpunktjustere og områdejustere trykkmåleren. Når omformeren har gjort jobben sin, vil det laveste trykket som trykkmåleren skal måle gi et signal på 4 mA (milliampere). Det høyeste trykket vi vil at trykkmåleren skal måle, vil gi et signal på 20 mA.



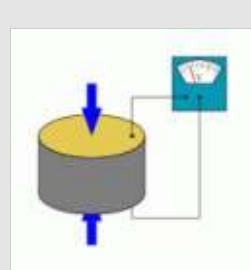
Jente som blåser opp en ballong

Fotograf: [Renato Ganoza](#)

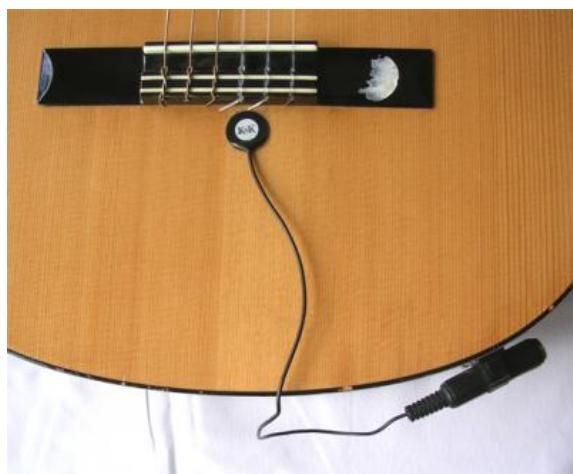
En annen måte å måle trykk på er å bruke et såkalt piezoelektrisk element. Mange krystaller og keramiske materialer har den egenskapen at de danner en liten (men målbar) spenning når de utsettes for trykk.

Ordet piezoelektrisk kommer fra det greske ordet *piezein*, som betyr «å klemme» eller «presse».

Denne piezoelektriske effekten kan brukes i mange sammenhenger, og den brukes blant annet til å lage mikrofoner. Og så fungerer det selvsagt helt utmerket å bruke slike sensorer for å måle trykk i prosessindustrien!



Animert skisse over virkemåten til et piezoelektrisk element  
Opphavsmann: [Mael Guennou - Titzeff](#)



Piezoelektrisk mikrofon på en gitar

Fotograf: [Georg Feitscher](#)

# Temperaturmålinger

Forfatter: Rune Mathisen  
[Temperaturmålinger \(117437\)](#)



Temperatur er helt sikkert noe du allerede har et forhold til. Noen ganger er det for eksempel skikkelig kaldt ute, andre ganger er det veldig varmt. Da er det utetemperaturen vi snakker om. Men du har kanskje ikke tenkt så mye på hva temperatur egentlig er?

## Hva er temperatur?

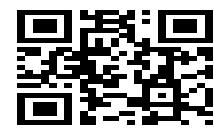
Et badekar fylt med glovarmt vann har mye mer termisk energi enn et badekar som er fylt med kaldt vann. Det betyr at høy temperatur henger sammen med mye termisk energi, og lav temperatur er knyttet til lite termisk energi.

Den termiske energien kommer av at molekyler er i bevegelse. Jo mer (og raskere) de beveger seg, jo mer termisk energi har de. Et badekar er fylt av vannmolekyler, og noen av molekylene kan til og med ha så mye energi at de fyker ut av karet og opp i lufta. Du kan se dette som vanndamp. Det er lettest å se når du koker vann, men det skjer ved mye lavere temperaturer også.

Men temperatur er ikke helt det samme som termisk energi. På en måte kan vi si at temperaturen er en gjennomsnittsverdi for den termiske energien til alle molekylene i en mengde av stoff.

Tenk deg at du har en bøtte med vann som har temperaturen 40 °C, og et stort badekar hvor vannet også er 40 °C. Selv om temperaturen er den samme, er det mye mer termisk energi i badekaret. Det er fordi det er mange flere vannmolekyler i karet enn i bøtta!

Når temperaturen i badekaret synker, vil vannmolekylene bevege seg mindre og mindre. Til slutt beveger de seg så lite at vannet fryser til is.



Vann som varmes opp til kokepunktet (film) / video  
<http://ndla.no/nb/node/118100>

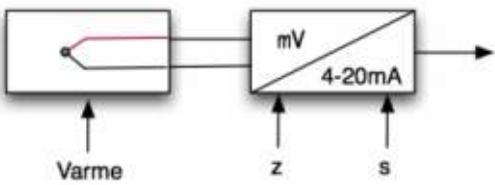
Temperatur er et mål på den gjennomsnittlige termiske energien til molekylene i en mengde stoff. Temperaturen er ikke avhengig av stoffmengde eller type av stoff.

Selv om vannet fryser til is rundt 0 °C, er det fortsatt bevegelse i vannmolekylene. Isen kan bli mye kaldere enn 0 °C, men molekylbevegelsene blir mindre og mindre jo lavere temperaturen blir.

## Termoelement

En type temperaturmåler som er ganske populær i industrien, er det såkalte termoelementet. Det består av to metalltråder som er laget av ulike materialer og koblet sammen i målepunktet (det punktet hvor vi vil måle temperaturen). De andre endene av de to metalltrådene går inn i omformeren.

Dersom det er ulik temperatur i omformeren og i målepunktet, betyr det at de to metalltrådene også har forskjellig temperatur i hver ende. Da oppstår det noe som kalles termoelektrisk spenning. Siden de to trådene er laget av ulike metaller, oppstår det en liten (men målbar) spenningsforskjell mellom dem. Denne spenningsforskjellen kan vi bruke for å regne ut hva slags temperatur vi har i målepunktet.



Termoelement koblet til et multimeter

Fotograf: [Sovxx](#)

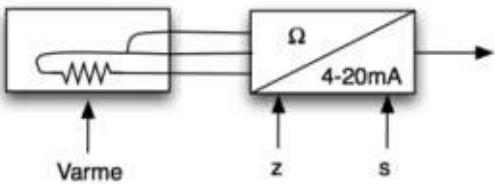
Pass på at du ikke blander sammen det elektriske signalet fra omformeren (4–20 mA) med signalet fra måleelementet. Det er to forskjellige ting!

### Motstandstermometer

Mange materialer har den egenskapen at de endrer motstand avhengig av hvilken temperatur materialet har. Dersom vi vet hvilken motstand et materiale har ved en gitt temperatur, kan vi lage oss et termometer!

De fleste termometre av denne typen er laget av metallet platina. Det finnes mange ulike varianter, men den mest brukte typen kalles Pt-100. Bokstavene «Pt» står for platina, og talet «100» betyr at denne typen termometer har en motstand på  $100 \Omega$  ved  $0^\circ\text{C}$ . Når temperaturen øker, så øker motstanden også. Dermed er det bare å måle motstanden, og så regne om til temperatur!

Helt perfekt blir det selvsagt ikke sånn helt av seg selv, så slike instrumenter har også nullpunktjustering og områdejustering. Nedenfor ser du et skjema som viser oppbygningen av motstandstermometre.



Motstandstermometer

Fotograf: [MichaelFrey](#)

# Gjennomstrømningsmåling

Forfatter: Rune Mathisen

[Gjennomstrømningsmåling \(117525\)](#)



I prosessanlegg betyr begrepet gjennomstrømningsmåling at vi måler hvor mye væske eller gass som strømmer gjennom et rør på et gitt tidspunkt. Her skal vi se på hvordan vi kan gjøre slike gjennomstrømningsmålinger.

Veldig mange trykkmålere fungerer på den måten at de måler en trykkforskjell. Det vil si at to trykk sammenlignes, og vi får ut forskjellen mellom de to trykkene. Når vi for eksempel mäter trykket i en tank eller et rør, sammenligner vi dette med atmosfæretrykket (det lufttrykket vi har rundt oss hele tiden).

Men i mange tilfeller kan det være interessant å sammenligne to prosesstrykk. Når vi gjør det, kan vi utnytte trykkmålere til mange andre ting enn bare å mäter trykk! En svært vanlig bruk av trykkmålere er å mäter gjennomstrømningen av en gass eller en væske i et rør. Hvordan i all verden er det mulig?

Tenk deg at en gass eller en væske strømmer gjennom et rør med stor diameter. Plutselig dukker det opp en innsnevring i røret. Siden det strømmer akkurat like mye gjennom den smale delen av røret som i den brede delen, må farten være mye større der hvor røret er smalt.

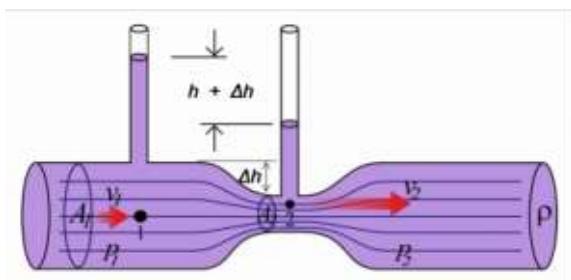
Når farten øker, synker trykket mot rørveggene. Det betyr at vi kan mäter en trykkforskjell mellom den brede delen av røret og den smale delen. Hvor stor trykkforskjellen er, avhenger av hvor mye som strømmer i røret. Dermed kan vi mäter hvor mye som strømmer i et rør bare ved å mäter en trykkforskjell! Denne effekten kalles Bernoulli-prinsippet.



Trykksmanometer

Fotograf: [Romary](#)

Bernoulli-prinsippet sier at trykket i en gass eller i en væske vil synke når hastigheten øker. Vi kan bruke dette prinsippet for å gjøre gjennomstrømningsmålinger.



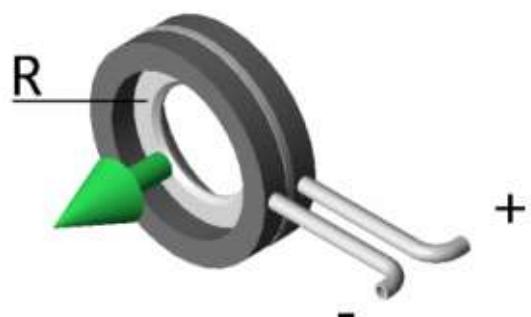
Som regel lager man ikke et rør med en innsnevring slik som figuren her viser. I stedet lager man en plate med hull i og monterer denne platen i røret (mellan to flenser). Dette kalles gjerne for en «måleblende».

En flens er en «leppe» som er montert i enden av et rør. Flensen har hull for bolter, slik at man for eksempel kan skru to rør sammen.

Det finnes mange andre måter å måle gjennomstrømning på, men metoden vi har sett på her, er veldig mye brukt i prosessindustrien.



Rør med flenser  
Fotograf: [Markus Schweiss](#)



Tegning av en måleblende

Opphavsmann: [Ruben Castelnuovo](#)

# Nivåmålinger

Forfatter: Rune Mathisen

[Nivåmålinger \(117540\)](#)



Det finnes mange måter å måle nivået i en tank på, og en vanlig teknikk er å bruke en trykkmåler. Her skal vi se på hvordan det gjøres.

Om du har løftet på en bøtte med vann, vet du at det kan være tungt. Én liter vann veier omtrent én kilo, det betyr at vann har en tetthet på cirka  $1 \text{ kg/dm}^3$ .

Én kubikkdesimeter ( $\text{dm}^3$ ) er det samme som én liter. En kube med sider som er 1 dm (10 cm) lange, har et volum på én liter ( $1 \cdot 1 \cdot 1 \text{ dm}^3$ ).

Siden vann (og alle andre væsker) har en tyngde, vil de virke med en kraft på omgivelsene. Og når kraft ( $F$ ) virker på et gitt areal ( $A$ ), kaller vi det trykk ( $p$ ).

$$p = \frac{F}{A}$$

Trykket fra en væske er avhengig av væskehøyden over målepunktet, dette kalles ofte «væskesøylen». Om du for eksempel dykker ned til 3 meters dyp i et vann for å måle trykket, har du en 3 meter høy væskesøyle over deg.

Det spiller ingen rolle hvor mye vann det er der hvor du dykker. På 3 meters dyp er trykket akkurat det samme, uansett om du dykker i havet eller i et basseng. Du kan regne ut trykket ( $p$ ) ved en gitt dybde ved å bruke denne formelen:

$$p = p_a + \rho \cdot g \cdot h$$

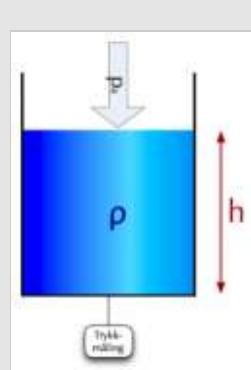
Her er  $p_a$  trykket over væsken. Om du dykker i et vann, er  $p_a$  atmosfæretrykket (ca. 100 kPa), men i lukkede tanker kan trykket være noe annet enn atmosfæretrykk. Bokstaven  $\rho$  (gresk: rho) står for tettheten til væsken, for vann er dette altså cirka  $1000 \text{ kg/m}^3$  (som er det samme som  $1 \text{ kg/dm}^3$ ). Bokstaven  $g$  er tyngdeakselerasjonen, som er cirka  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Da står vi bare igjen med bokstaven  $h$ , som er høyden på væskesøylen over målepunktet (eller hvor dypt du har dykket). Det betyr at om vi måler trykket ( $p$ ) i bunnen av en tank, kan vi regne ut hvor høyt opp i tanken vi har væske.

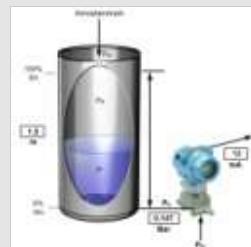
$$h = \frac{p - p_a}{\rho \cdot g}$$



Bøtte med vann



Væskehøyde i tank



Nivåmåling med dP-celle  
(trykkmåler) - interaktiv

animasjon

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)

Nivået i en tank kan beregnes ved å måle trykket som væsken i tanken virker med mot bunnen av tanken.

## Kontrollrom

Forfatter: Rune Mathisen  
[Kontrollrom \(117615\)](#)



Selv om prosessen er automatisert, må vi allikevel ha mennesker i fabrikken. En av de viktigste oppgavene til en prosessoperatør er å styre og overvåke prosessen. Dette gjøres som oftest fra et kontrollrom.

I noen fabrikker er det flere små kontrollrom plassert rundt omkring i prosessen, andre fabrikker har ett stort sentralt plassert kontrolrom. Av og til er det også en kombinasjon: ett stort hovedkontrollrom og flere mindre kontrollrom i samme fabrikk.

I gamle dager var kontrollrommene store rom, med metervis av instrumenter plassert på veggene i rommet. Det finnes fortsatt noen slike fabrikker, men i dag har man som oftest mindre kontrollrom hvor alt styres fra datamaskiner.

Et kontrollrom er et rom som fungerer som operasjonssentral i en fabrikk. Fra dette rommet blir prosessen styrt og overvåket av prosessoperatører.



Kontrollrom i en fabrikk

Fotograf: [Steag](#)

# Elektrisitetslære

Forfatter: Industriskolen  
[Elektrisitetslære \(50956\)](#)

Elektrisitetslære er læren om blant annet hvordan elektrisk spenning oppstår, hva elektrisk strøm, spenning og resistans er, Ohms lov, hvordan elektrisk strøm transporteres, i hvilke størrelser og verdier elektrisitet måles, hvordan instrumenter til å måle spenning, strøm og resistans brukes, og hvilke faktorer som bestemmer effekten fra et apparat.



## Elektrisitet / video

<http://ndla.no/nb/node/142259>

Vi omgir oss med elektrisitet i nesten alle sammenhenger. Når vi er på tur i skog og mark og oppdager at vi ikke har dekning på mobiltelefonen, blir vi litt forskrekket. Det er blitt en selvfølge at vi skal kunne bruke strøm og spenning til de fleste gjøremål.

Øystein Sunde synger om ting som er "kjekt å ha", og noen ganger opplever vi at vi har altfor mange elektriske apparater.

Elektrisitet kan vi ikke se og høre, vi kan bare registrere effekten av den. Lys fra en lampe kan vi se, men strømmen som går gjennom glødetråden, kan vi ikke se.

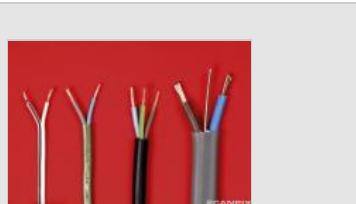
Enda verre er det med spenning. Vi vet at vi må ha spenning for at det skal gå elektrisk strøm, men se eller høre den kan vi ikke. Vi har kanskje kommet borti elektrisk ledende deler og fått strøm gjennom kroppen. Det var nok ingen behagelig opplevelse. Vi bør ikke bruke en slik metode til å registrere strøm og spenning. Til dette har vi utmerkede måleinstrumenter.

Fordi vi ikke kan se strøm og spenning, blir det elektriske "bildet" svært abstrakt for oss. Vi må bruke kjente fenomener for å forklare oppførselen til de elektriske fenomenene. Vi kan sammenligne elektrisk strøm med vannstrømmen i en elv eller bekk. Elektrisk spenning kan vi sammenligne med plasseringen av et vann i terrenget: Jo høyere vannet ligger, jo høyere spenning får det. For måling av de vanligste elektriske størrelsene, strøm, spenning og resistans, bruker vi universalinstrumenter.

Elektriske fenomener følger grunngitte fysiske lover. Det betyr at vi må lære å forstå hvordan strøm oppfører seg i ulike apparater. Matematikk blir et nyttig hjelpemiddel til å beregne elektriske størrelser. Lommeregneren, eller kalkulatoren, er god å ha når du skal utføre elektriske beregninger. For et par hundrelapper får du en brukbar lommeregner!

## Statisk elektrisitet

Statisk elektrisitet oppstår når en gjenstand blir oppladet, det vil si at elektroner fjernes eller tilføres slik at gjenstanden ikke lenger er elektrisk nøytral. Det blir da en spenning mellom den oppladete gjenstanden og jord (jord regnes som elektrisk nøytral), og det oppstår et elektrisk felt omkring den ladede gjenstanden. Når to ulike stoffer kommer i kontakt med hverandre, vil vi generelt få en overføring av ladning (elektroner) fra det ene stoffet til det andre. Hvor mye ladning som overføres, avhenger blant annet av egenskapene til de to stoffene, om overflaten er glatt eller ru, om de to stoffene gnis mot hverandre, osv.

  
Elektrisitet er fysiske fenomener knyttet til negativt eller positivt ladde partikler i ro eller i bevegelse

  
Forskjellige måleinstrumenter  
Opphavsmann: [Steinar Olsen](#)

  
Et lyn er en stor elektrisk utladning mellom sky og jord eller hav, eller mellom sky og sky

Et atom består av en positivt ladet kjerne, som består av det vi kaller protoner, og et like stort antall elektroner som er negativt ladet og kretser i baner rundt kjernen. Fordi begge to har elektriske ladninger som er like store, er atomet elektrisk nøytralt. Atomkjernen kan også inneholde et visst antall nøytroner, disse er ikke positivt eller negativt ladet og har derfor ikke innvirkning på atomets elektriske ladning.

### Ledere og isolatorer

Det er stor forskjell på resistansen i ulike materialer. Dette er på grunn av at elektronene er mer eller mindre løst knyttet til et atom. Vi kan dele inn elektriske materialer i ledere, halvledere og isolatorer. På bildet ser vi at lederen er laget av kobber, som er en god leder, og rundt lederne er det plastikk eller gummi, som er gode isolatorer.



Et atom er elektrisk nøytralt  
fordi det har like mange  
protoner og elektroner



Ledere og isolatorer  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Energi, energikilder og energibruk

Forfatter: Industriskolen

[Energi, energikilder og energibruk \(50962\)](#)

For å dekke behovet vårt for energitjenester har vi tilgang til energi fra flere kilder. Her skal du lære mer om hva energi er, hvordan energi oppstår, og hvordan energi kan utnyttes.



## Energi / video

<http://ndla.no/nb/node/142261>

## Elektrisitet

I hverdagen brukes elektrisitet i en rekke sammenhenger. Vi er vant med å bruke elektrisk strøm til lys, oppvarming og elektriske motorer på ulike redskaper. Strøm brukes også mer og mer til drift av elektriske biler, gressklippere og påhengsmotorer. Dette er bare noen av eksemplene som kan trekkes fram.

Noen metoder for produksjon av elektrisk energi er meget gamle. Menneskene framstilte elektrisitet for første gang ved å gni et skinn mot rav.

## Solen som energikilde

Med unntak av atomenergi har de fleste utnyttbare energiformene solen som opprinnelig kilde. Solvarme får havvann til å fordampe, og dampen blir til nedbør når den avkjøles. Dette evige kretsløpet gjør det mulig å produsere vannkraft. Luft som varmes opp av solen, skyver på kald luft og skaper vind og derigjennom også bølger i vann.

Ved hjelp av fotosyntese omgjør planter sollys og karbondioksid til karbohydrater og oksygen. Slik dannes de karbonforbindelsene som gjør det mulig å utnytte trevirke som brensel. I sin tid var dette også kilden for dannelse av fossile brensel (kull, olje og gass), men denne utviklingen har tatt over hundre millioner år.

Den tilgjengelige energien kommer fra sola som elektromagnetisk stråling. Idet den treffer jorda, blir den omdannet til andre energityper. De forskjellige energtypene kan omdannes til nyttbar energi på forskjellige måter og med forskjellig virkningsgrad.

## Kvalitetsnivå

Ulike energityper karakteriseres med et kvalitetsnivå avhengig av i hvilken grad vi kan benytte oss av den gitte energien. Energi med høyt kvalitetsnivå er elektrisk energi, mens termisk energi har lavt kvalitetsnivå. Det er umulig å overføre all energi fra en type med lavere kvalitet til en med høyere. Det vil derfor alltid være energitap når vi benytter varme til å produsere elektrisk energi.

## Tilgang på energi

### Filmer fra Kraftskolen:

- [Vannkraft](#)
- [Vindkraft](#)
- [Solenergi](#)
- [Atomkraft](#)



Animasjon: Vannkraftverk

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)



Animasjon: Vindkraft

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)



Animasjon: Solenergi

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)

Et moderne samfunn er avhengig av sikker tilgang på energi. Energi er nødvendig for å drive maskiner og prosesser, som i neste omgang brukes til produksjon av varer og tjenester som mat, klær, hus, transport og helse. Vi trenger dessuten energi til oppvarming av bygninger, til belysning og til å kjøle inneluft på varme dager.

Vi henter den energien vi trenger, fra forskjellige kilder med ulike egenskaper. Noen er fornybare, andre ikke. Utnytelsen av kildene kan føre til forurensing av miljøet rundt oss. Det kan være utslipp av klimagasser, men også estetisk forurensning, støv eller andre påvirkninger av nærmiljøet. Det er god miljøpolitikk å benytte energi som skader miljøet minst mulig.

All energiproduksjon har som mål å dekke menneskelige behov. Forskjellige ENØK-tiltak går ut på å redusere sluttbrukerens energibehov.

Effektiviseringer knyttet til rehabilitering og nybygging er tiltak som gir virkninger i et langsiktig perspektiv. Målet må være å redusere energibruken så godt det lar seg gjøre uten at levestandarden blir redusert.



Animasjon: Biokraftverk

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)



Animasjon: Atomkraftverk

Opphavsmann: [AuTech](#)

[Kompetanse AS](#)

# Elektrisk strøm

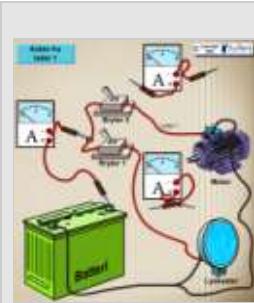
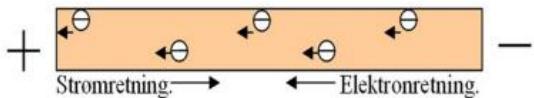
Forfatter: Industriskolen  
[Elektrisk strøm \(51025\)](#)



Her skal vi lære om elektrisk strøm, strømkretser, spenning, resistans og Ohms lov.

Elektrisk strøm er elektroner i bevegelse i en leder.

Strømretningen går fra + til -.



Interaktivitet: batterikobling med brytere og motor

**Målenheten for strøm er ampere (A).**

**Symbol for strøm er I.**

Symbolet brukes til å identifisere måleinstrument i en kobling, det brukes også som symbol for formler. I står for intensitet.

Mengden elektroner som passerer et punkt i lederen per sekund, viser strømstyrken.

1 ampere er  $6,25 \times 10^{18}$  elektroner som passerer et punkt i lederen per sekund. Dette er et ufattelig stort tall, skal vi skrive det på vanlig måte, ser det slik ut:

$$1 \text{ ampere} = 6\,250\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ elektroner per sekund}$$

Strømretningen går fra pluss til minus, mens elektronvandringen går fra minus til pluss.

For å forstå hvordan elektronvandringen skjer, må du se på atomene og atomoppbygning.

## Likestrøm

Strøm som går én vei, kalles likestrøm (Direct Current, DC). Likestrøm har vi i de fleste svakstrømkretser og alle plasser som får strøm fra batterier. Batterier kan bare lades med likestrøm.

## Vekselstrøm

Strøm som går begge veier, kalles vekselstrøm (Alternating Current, AC). Strømmen som vi har i bolighus, i industrien og lignende, er vekselstrøm.

## Spenning

Spenning er elektrisk kraft.



Elektriske lyspærer,  
forskjellige spenninger

### Målenheten for spenning er volt (V).

Spenningen er den elektriske kraften som driver strømmen gjennom en elektrisk krets.  
Spenningen blir redusert etter hvert som den møter elektrisk motstand i kretsen.

Den elektriske spenningen vi mäter, er spenningsforskjellen mellom to punkter i en elektrisk krets.

Vi mäter for eksempel 12 volt mellom + og - på et tolvvoltsbatteri.

### Symbolet for spenning er U og E.

U er batterispenning eller spenningsforskjellen mellom målepunktene i en belastet krets, det vil si at det går strøm i kretsen. E står for elektromotorisk spenning (ems). Dette er symbolet for en ubelastet spenningskilde, det vil si når det ikke går strøm i kretsen.

### Resistans

Resistans er elektrisk motstand.



Resistoren i elektroniske  
kretser  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

### Målenheten for resistans er ohm ( $\Omega$ ).

Resistansen er den hindringen elektronene møter gjennom kretsen. Resistans kan sammenlignes med friksjon som vannet møter i et vannrør, og hindringer som vannet støter på, som ventiler og lignende.

Resistans har målenheten ohm, forkortet  $\Omega$  (den greske bokstaven omega), og den har symbolet R (R står for resistans).

Resistansen i en leder blir bestemt av materialet i lederen, tverrsnittet på lederen, lengden på lederen og temperaturen i lederen.

Den største resistansen i en elektrisk krets har vi i forbrukerne, lyspæra, motoren og lignende. Når det er brudd i en elektrisk krets, har vi en uendelig resistans ( $\infty$  ohm).

### Ohms lov

Ohms lov definerer sammenhengen mellom strøm (I), spenning (U) og resistans (R). Ohms lov kan hjelpe oss til å beregne en av de tre størrelsene som inngår i formelen, når de to andre er kjente.

(Motstand)	$R = \frac{U}{I}$
(Strøm)	$I = \frac{U}{R}$
(Spenning)	$U = I \times R$



Ohms lov, serie og parallel koplinger / h5p\_content

<http://ndla.no/nb/node/22136>

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - elektroteknikk - elektrisk strøm \(59474\)](#)

Arbeidsoppgave: elektrisk strøm

1. Se på nærmiljøet ditt, og finn ut hvor elektrisitet inngår.
2. Hva er elektrisk strøm?
3. Hvordan er atomene oppbygget i materiale som leder strøm godt?
4. Hva er elektrisk spenning?
5. Hva er forskjellen på likestrøm og vekselstrøm?
6. Hva er elektrisk motstand?
7. Hvor i den elektriske kretsen finner vi den største elektriske motstanden?
8. Hva er statisk elektrisitet, og hvordan oppstår den?
9. Hvordan tegner vi elektriske komponenter i koblingsskjemaer?
10. Hvilke farer blir du utsatt for når du arbeider med elektriske anlegg?
11. Hva må du passe på når du skal hjelpe en person som har fått strøm i seg?

## Oppgaver Ohms lov

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - elektroteknikk - bruk av Ohms lov \(59475\)](#)

Arbeidsoppgaver: bruk av Ohms lov

Ohms lov beskriver forholdet mellom strøm, spenning og resistans. Bruk det du har lært om dette, til å svare på oppgavene.

1. Finn spenningen i en elektrisk krets når strømmen er 2 ampere og resistansen er 6 ohm.
2. Finn strømmen i kretsen når spenningen er 230 volt og resistansen er 460 ohm.
3. Finn resistansen i forbrukeren når spenningen er 24 volt og strømmen er 6 ampere.
4. Hvor stor effekt har forbrukeren i oppgave 3?
5. Hvor stor effekt har forbrukeren i oppgave 3 hvis vi får 1 ohm ekstra (uønsket) resistans i kretsen?

## Effekt

Forfatter: Industriskolen

[Effekt \(132335\)](#)

Vi får ikke utført noe elektrisk arbeid uten at vi har en spenning som driver en strøm gjennom forbrukeren. Når vi slår på lysbryteren i huset vårt, kobler vi 230 V inn på ledningen til lyspæra. Nå vil det flyte en elektrisk strøm gjennom lampen. Lampen vil lyse kraftig når det går mye strøm, og svakere når det går mindre strøm.



Effekt / video

<http://ndla.no/nb/node/142260>

Strøm og spenning bestemmer hvor stor effekten er. Dette gir oss en effektformel:  
effekt = spenning multiplisert med strøm ( $P = U \cdot I$ ).



Interaktivitet: strømkrets

**Vi mäter effekt i watt, forkortet W.  
Symbol för effekt är P (Power).**

Hvor stor effekt utvikles når et apparat er tilkoplet 230V og strømmen måles til 10A?

$$P = U \cdot I = 230V \cdot 10A = 2300W$$



Effekt og kWh / h5p\_content

<http://ndla.no/nb/node/82825>

# Resistoren

Forfatter: Industriskolen  
[Resistoren \(123299\)](#)



Mange kaller resistoren for motstand, gjerne det, men vi får huske på at vi har mange slags motstander i elektrisitetslæren.

Vi bruker resistorer for å begrense strømmen i en krets. En stor resistor slipper lite strøm gjennom seg, mens en liten resistor slipper mye strøm fram.

Trådviklede resistorer brukes ofte der vi har behov for å kunne variere resistansen. Når vi skal sette inn en resistor, må vi vite hvor mange ohm den skal være, og hvor stor effekt den må kunne ta opp.

I all elektronikk finner vi store mengder med resistorer som er med og styrer styrken på strøm og spenning til alle signaler.

## Fargekoder

Noen resistorer får angitt sin verdi med påstemplede tall. Men det vanligste er at det brukes fargeringer som forteller verdien.

Det betyr at vi må lære oss denne fargekoden. Fargekoden kan ligne litt på fargene i regnbuen og svart og hvitt, men kan også inneholde gull og sølv.

Her kan du lese mer om [Fargekoder for motstander](#).



# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - elektroteknikk - motstander \(59477\)](#)

Arbeidsoppgaver: motstander

I denne oppgaven skal du trene på å lese fargekoder på motstander. Bruk ohmmetret i et universalinstrument til å kontrollere at du har tydet kodene riktig.

I de fleste strømforsyninger og styringsenheter blir strømmene begrenset av resistorer.

- Demonter dekslene på en elektronisk styreenhet, et multimeter eller strømforsyningen slik at komponentene blir tilgjengelige for måling. NB! Husk å koble bort tilførselsspenning før du demonterer!
- Les av fargekoden på to av resistorene. (Fargekoden kan bestå av 4, 5 eller 6 ringer.)

Ring 1	Ring 2	Ring 3	Ring 4	Verdi ifølge fargekode	Målt i verdi

c) Kontroller at resistoren har den verdien fargekoden angir. Bruk ohmmeter, og før verdiene inn i tabellen over.

d) Alle resistorer blir produsert med en toleransegrense  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 5, 10 eller 20 prosent.  
Kontroller at de to resistorene har verdier som ligger innenfor angitt toleransegrense

# Måling av strøm, spenning og resistans

Forfatter: Industriskolen

[Måling av strøm, spenning og resistans \(123272\)](#)



Vi kan ikke se strøm og spenning og må bruke måleinstrumenter for å registrere dem. Det finnes analoge og digitale måleinstrumenter. I dag er det nesten bare digitale instrumenter i bruk, men i enkelte tilfeller vil måling med et analogt instrument gi et bedre bilde av hendelsesforløpet.

Det kan være viktig å kjenne til hvordan instrumentene er bygget opp, slik at vi kan vurdere måleverdien.

Venn deg til å bruke svart ledning i fellesterminalen, merket COM. Da vil du alltid få riktig polaritet på spenningen og riktig retning på strømmen.

Husk også at du må stille multimeteret på rett strømtype, likestrøm eller vekselstrøm.

Husk alltid å kalibrere multimeteret for å unngå feil måleresultat.



Multimeter

Opphavsmann: [Stig W. Hanssen](#)

## Måling av strøm

Til å måle strøm bruker vi amperemeter. Amperemeteret skal kobles i serie. Amperemeteret har veldig liten indre resistans og kan derfor ikke begrense strømgjennomgangen. Derfor må alltid amperemeteret kobles i serie med en forbruker, amperemeteret må stilles på rett måleområde, og vi må ikke måle i kretser der det går mer strøm enn det amperemeteret er beregnet for.



Tangamperemeter

Opphavsmann: [Steinar Olsen](#)

## Måling av spenning

Til å måle spenning bruker vi voltmeter. Voltmeteret skal kobles parallelt i kretsen. Voltmeteret har svært stor indre resistans, og vi kan derfor koble voltmeteret parallelt med spenningskilder, forbrukere eller deler av den elektriske kretsen. Pass på rett måleområde.

## Måling av resistans

Til å måle resistans bruker vi et ohmmeter. Med ohmmeteret kan vi måle resistansen i ledere, forbrukere og isolatorer. Du kan også måle resistansen i kroppen din om du stiller ohmmeteret på høyt måleområde (megaohm).

Ohmmeteret har et batteri som sender strøm gjennom måleobjektet, derfor må det aldri gå strøm i en elektrisk krets når det måles med ohmmeter. Det kan skade ohmmeteret. For å få rett måleresultat må multimeteret stilles på rett måleområde.



Ohmmeter

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - elektroteknikk - bruk av måleinstrument \(59476\)](#)

Arbeidsoppgaver: bruk av måleinstrument

Du blir bedt om å hjelpe til for å finne ut hvorfor den ene lampen i kjørelyset på en bil ikke lyser. Du har tilgang til et digitalt multimeter. Beskriv hvordan du går fram for å finne ut hvor feilen ligger. Under ser du en tegning av hvordan lysene er koblet.

1. Hvor stor resistans har en lampe som skal kobles til 12 volt, når det går 2 ampere gjennom den?
2. Hvor stor strøm går det gjennom en lampe med en resistansverdi på 2,4 ohm når den er koblet til 12 volt?
3. En lampe har en resistans på 10 ohm, og en annen har 15 ohm. Hvilken lampe går det mest strøm gjennom?
4. Hvor stor effekt har en lampe som kobles til 12 volt, når det går 5 ampere gjennom den?
5. Hvor stor effekt har en lampe som kobles til 12 volt, når den har en resistans på 1,2 ohm?
6. Hva er grunnen til at noen materialer er gode ledere av strøm og andre materialer ikke leder strøm? (Forklar det med hvordan et atom er bygget opp.)

# Batterier

Forfatter: Industriskolen  
[Batterier \(51374\)](#)



Batterier brukes til å lagre elektrisk energi.

## Spenningskilder

Det er flere måter å lage spenning på. Når vi grer håret, merker vi ofte at det gnistrer litt. Noen ganger får vi støt når vi tar i et dørhåndtak; da kan spenningen være mange tusen volt (høy spenning, men liten strøm).

En spenningskilde er en enhet som har et positivt ladet og et negativt ladet tilkoblingspunkt, og som har en viss spenningsforskjell mellom tilkoblingspunktene.

Vi kan ha mange ulike spenningskilder. Batterier, solceller og generatorer er eksempler på dette.

## Batterier

Batteribruken har i våre dager fått en kraftig oppsving. Det er utviklet nye typer som er bedre og mer effektive. De lar seg lade opp igjen mange hundre ganger, de er blitt mindre og kan levere mer strøm. Prisen er heller ikke avskreckende. Bilbatterier og fritidsbatterier må vedlikeholdes.

Vi må kontrollere væskenivået og eventuelt etterfylle med renset vann. Polene må rengjøres og smøres. Det er litt arbeid, men dermed har vi glede av batteriet lenger.

Når batterier må kasseres, skal noen typer deponeres, slik at ikke syre og tungmetaller kommer ut i naturen. Et batteri er en sammenkobling av flere celler. Avhengig av hvilke stoffer cellene er bygget opp av, får de forskjellig spenning. Hvert metall har en egenspenning; noen er positive og noen negative når de sammenlignes med vann.

Ved å seriekoble celler øker spenningen til batteriet. Ved å parallellkoble celler øker muligheten til å trekke ut mer strøm.

**Batterier kan inneholde miljøfarlige materialer**

Les mer om  
[forskjellige batterityper](#)



Bilbatteri

På [Batteributikken Altitec](#) får man kjøpt mange typer batterier



Batterier /  
amendor\_electrure  
<http://ndla.no/nb/node/13153>

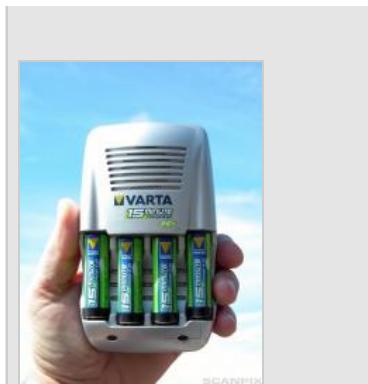


Batterier skal leveres til godkjent oppsamlingsplass

Kast ikke batterier i naturen, de kan inneholde stoffer som kan skade miljøet vårt. Batterier skal leveres til godkjent oppsamlingsplass.

### Batterier som kan lades

Det finnes i dag mange typer oppladbare batterier, fra de første nikkel-kadmiumbatteriene (Ni-Cd) med liten kapasitet og stor størrelse til de nyeste lithiumbatteriene som brukes i dag, har det vært en rivende utvikling.



Oppladbare batterier

### Blybatteri

Når vi skal ha batterier med større kapasitet, bruker vi blybatterier (blyakkumulator). Her skjer opp- og utlading ved en kjemisk prosess. Blybatterier er mellom annet brukt i biler, fly, maskiner, elektriske kjøretøy og solcelleanlegg, og de består av celler med negative og positive platesett, mellomlegg og batterisyre. De positive platesettene er laget av blyoksid. De negative platesettene er laget av bly. Mellomlegget er en plasttype og har til oppgave å hindre direkte kontakt mellom blyplatene. Batterisyren er fortynnet svovelsyre.



Blybatteri



Bilbatteri

Når vi belaster batteriet med en forbruker, skjer det utlading. Da trekker den rene svovelsyren inn i pluss- og minusplatene. Oksygenet i plussplatene trekker ut i batterivannet. Når vi lader opp batteriet, tilfører strøm, snur vi prosessen. Svovelsyre trekker ut i batterivannet, og oksygen trekker inn i det positive platesettet.

**Cellespenningen på et blybatteri er 2 volt.**

**Seriekobler vi flere celler, øker spenningen.**

**2 volt \* 6 celler = 12 volt**

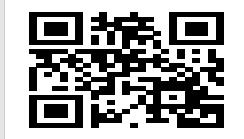
Cellespenningen på blybatteriet er cirka 2 volt. Når vi seriekabler flere celler, øker batterispenningen med cellespenning multiplisert med antall celler.

### Elektromotorisk spenning

Når batteriet er ubelastet (ikke koblet til en sluttet krets), måler vi elektromotorisk spenning (ems), som for en celle i et fulladet batteri er 2,15 volt. Elektromotorisk spenning har symbolet E. Når batteriet leverer strøm, måler vi klemmespenning, som for et fulladet batteri er 2 volt per celle. Klemmespenningen er lavere enn elektromotorisk spenning på grunn av indre resistans i batteriet. Den indre resistansen i et batteri kan beregnes med Ohms lov.



Batteri med bryter  
og lyspære /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/60912>



Kontrollerer du spenning på et batteri i en bil der ingen forbrukere er innkoblet, måler du elektromotorisk spenning. For et godt oppladet batteri er dette cirka 13 volt.

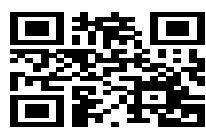
### **Farer med blybatteri**

Arbeid med blybatteri kan medføre mange farer, og det kan oppstå skade på den som arbeider med batteriet, eller i nærheten av batteriet.

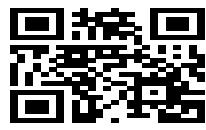
Batterikobling med brytere og motor / flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/60911>



Flate batterier



Hvordan fungerer en motor / video  
<http://ndla.no/nb/node/83571>



Fakta om motor / video  
<http://ndla.no/nb/node/83570>

### **Etsende batterisyre**

Batteriet inneholder fortynnet svovelsyre ( $\text{HO}_2\text{So}_4$ ). Batterisyren er etsende, og syresprut på huden medfører irritasjon. Syresprut i øyet kan medføre blindhet, og syresprut etsjer hull på klær.

### **Kortslutning/brann**

Batterier har liten indre resistans og kan derfor levere store strømstyrker, mellom 500 og 600 ampere. Dersom det blir direktekontakt mellom pluss- og minuspolen, blir det kortslutning, og det kan medføre brann eller brannskader på den som holder i gjenstanden som kortslutter batteripolene.

### **Giftig bly**

Akkumulatorbatteriet inneholder bly. Bly er giftig, og vi må være nøyne med renslighet når vi arbeider med blybatteri. Små mengder bly i kroppen hindrer produksjon av røde blodlegemer. Vi må ikke sette fra oss brukte blybatterier ute i naturen, men levere dem på bensinstasjoner eller andre godkjente oppsamlingsplasser.

### **Knallgass/eksplosjoner**

Ved opp- og utlading utvikler det seg gasser. I rett blanding med oksygen blir dette knallgass, og bare en liten gnist kan medføre kraftige eksplosjoner.

### **Kontroll og vedlikehold av blybatteri**

#### **Visuell kontroll**

Kontroller om batteriet har skader eller lekkasje.

#### **Batterisyre**

Kontroll av syrenivået: Batterisyren skal stå cirka en centimeter over cellene. Er det for lite syre, skal det etterfylles med destillert vann. Kontroll av batterisyrens densitet: Det skal være cirka 1,28 kg/l for et fulladet batteri. Er batteriet utladet, er syrevekten lav. Er syrevekten under 1,20 kg/l, må batteriet lades.

#### **Batterispennning**

Batteriets elektromotoriske spenning sier oss ikke så mye om batteriets tilstand, derfor må vi kontrollere batteriet når det blir belastet, for å se hvor mye spenningen synker.

#### **Motor**

En elektrisk motor er en motor som bruker elektrisk strøm til å skape roterende bevegelse. Les mer om motorer på Wikipedia:

[Elektrisk motor](#)

# Oppladbare batterier

Forfatter: Nils H. Fløttre, NKI Forlaget, Åge Guddingsmo, May Hanne Mikalsen

[Oppladbare batterier \(16737\)](#)

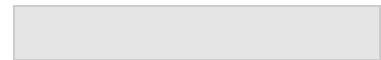


De oppladbare batteriene kan lades opp igjen når spenningen begynner å avta. Ved oppladningen blir elektrodereaksjonene tvunget til å gå motsatt vei sammenlignet med det som skjer når elementet leverer strøm.

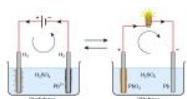
## Blyakkumulatoren

Denne batteritypen har vært en sliter i mange år, blant annet som startbatteri i biler og andre bensin- og dieseldrevne farkoster. Blyakkumulatoren utvikler knallgass ved oppladning, og den inneholder svovelsyre. Trykk på lenken under for å lese mer.

Blyakkumulatoren



Blyakkumulator.  
Opphavsmann: [Bela](#)



Modell av  
blyakkumulatoren.  
Opphavsmann: [Bjørn](#)  
[Norheim](#)



Gjennomskåret bilbatteri.  
Opphavsmann: [Bjørn](#)  
[Norheim](#)

## Blyakkumulatoren

Det mest kjente oppladbare batteriet er blyakkumulatoren. Den blir ladet opp ved at man sender strøm gjennom den i en bestemt retning fra en annen spenningskilde. Under oppladningen vil blyakkumulatoren samle opp (akkumulere) kjemisk energi fra den andre spenningskilden. Etterpå kan vi få energien tilbake som elektrisk strøm, men da går strømmen den andre veien.

## Knallgass ved oppladning av blyakkumulatoren

Gassblandingen som blir dannet ved oppladningen av blyakkumulatoren, er knallgass (2 volumdeler H<sub>2</sub> og 1 volumdel O<sub>2</sub>). Den eksploderer hvis den blir antent. Men gassen kan også gjøre skade uten at den eksploderer. Når vi lader opp bilbatteriet, må vi passe på at gassen slipper ut av batteriet ved å skru ut propene, ellers kan det oppstå overtrykk inne i batteriet, og det kan bli ødelagt.

## Ladningstilstand for blyakkumulatoren

Under utladningen av en blyakkumulator blir noe av svovelsyren omdannet til andre stoffer, og da avtar massetettheten av elektrolytten. Ved å måle massetettheten kan vi undersøke hvilken ladningstilstand batteriet er i.

## De kjemiske reaksjonene i blyakkumulatoren

Blyakkumulatoren består av to blyelektroder med svovelsyre som [Elektrolytt](#). En elektrolytt er et stoff som inneholder frie ioner som oppfører seg som et elektrisk strømførende materiale. Siden elektrolytter generelt sett består av ioner i en løsning, er de også kjent som ioniske løsninger, men smeltelektrolytter og støpte elektrolytter er også mulig. En elektrolytt er kort sagt et stoff som kan løses opp i vann og gi en løsning som er strømførende.. Straks blyelektrodene kommer i kontakt med svovelsyren, får de et belegg av blysulfat (PbSO<sub>4</sub>).

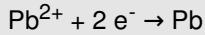
Ved oppladningen blir blysulfatet på den positive elektroden omdannet til brunt blyoksid (PbO<sub>2</sub>), mens blysulfatet på den negative elektroden blir omdannet til metallisk bly. Dermed blir det dannet to forskjellige elektroder, og mellom dem blir det en spenning på 2 V. I bilbatteriet er seks elementer koblet i serie slik at spenningen blir 12 V.

Forenklet skriver vi elektrodereaksjonene ved oppladning slik:

Positiv elektrode (oksidasjon):

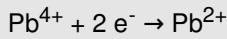


Negativ elektrode (reduksjon):



Ved utladning av blyakkumulatoren skjer de motsatte reaksjonene:

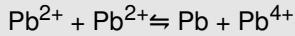
Positiv elektrode (reduksjon):



Negativ elektrode (oksidasjon):



Forenklet er totalreaksjonen



## Nikkel-kadmiumbatterier

Dette er miljøfarlige batterier som ikke lenger produseres. Trykk på lenken under for å lese mer.

[Nikkel-kadmiumbatterier](#)



Nikkel-kadmiumbatteri.  
Opphavsmann: [Boffy\\_b](#)

### Nikkel-kadmiumbatterier (NiCd-batterier)

Et nikkel-kadmiumbatteri består av metallet kadmium som negativ elektrode og en nikkelforbindelse som positiv elektrode.

Kadmium er en miljøgift, og når brukte nikkel-kadmiumbatterier skal kastes, må de behandles som spesialavfall. Batteriene kan leveres tilbake til forretningene der de er kjøpt.

Batteriene blir ikke lenger produsert, men ble tidligere brukt til barbermaskiner, mobiltelefoner og videokameraer. Nikkel-kadmiumbatteriene er i dag erstattet av nikkel-metallhydridbatterier.

### Nikkel-metallhydridbatterier (Ni-MH-batterier)

Batterier som kan lades opp inntil 1000 ganger, er miljøvennlige ettersom de erstatter 1000 engangsbatterier. Disse brukes mye i vanlige elektronikkprodukter. Trykk på lenken under for å lese mer.

Nikkel-metallhydridbatterier



Gjennomskåret nikkel-metallhydridbatteri fra hybridbilen Toyota Prius.  
Opphavsmann:  
[Hatsukari715](#)

### Nikkel-metallhydridbatterier (Ni-MH-batterier)

Nikkel-metallhydridbatterier består av metallet nikkel som negativ elektrode og et metallhydrid som positiv elektrode.

Metallhydrider er forbindelser mellom ett eller flere metaller og hydrogen (eksempel  $\text{NaAlH}_4$  som er natrium, aluminium og hydrogen). Formelen  $\text{NiMH}$  blir ofte brukt som forkortet skrivemåte, der M betyr ett eller annet metall.

Spenningen mellom elektrodene i et nikkel-metallhydridbatteri er 1,2 V, altså litt mindre enn den tilsvarende spenningen for tørrelementene og de alkaliske batteriene. NiMH-batteriene blir laget både som vanlige sylinderformede batterier og prismeformede spesialbatterier til forskjellig elektronisk utstyr.

### Bruksområder

Nikkel-metallhydridbatteriene blir blant annet brukt i digitalkameraer, videokameraer, mobiltelefoner, barbermaskiner, elektrisk verktøy, bærbar pc'er og annet tilsvarende elektronisk utstyr.

Bruken av nikkel-metallhydridbatterier øker raskt. NiMH-batterier med høy kvalitet kan lades opp omrent 1000 ganger. Det betyr i så fall at ett enkelt oppladbart NiMH-batteri kan erstatte 1000 engangsbatterier!

### Litiumionebatterier

Denne batteritypen gir høyere spenning enn engangsbatteriene og andre oppladbare batterier. Batteriet er meget stabilt og varig. Trykk på lenken under for å lese mer.

Litiumionebatterier



Litiumionebatteri.  
Opphavsmann: [May](#)  
[Hanne Mikalsen](#)

## Litiumionebatterier

Et litiumionebatteri skiller seg fra et litumbatteri blant annet ved at den negative elektroden er av grafitt. Den positive elektroden består av en forbindelse av lithium og et metalloksid.

Ved oppladning av batteriet blir  $\text{Li}^+$ -[ioner](#) Et ion er et atom eller molekyl med ulikt antall protoner eller elektroner som gir en elektrisk ladning. Ioner med overskudd av elektroner kalles anioner og har negativ elektrisk ladning. Ioner med underskudd av elektroner kalles kationer og har positiv elektrisk ladning. frigjort fra plusspolen. De vandrer gjennom en organisk [Elektrolytt](#) En elektrolytt er et stoff som inneholder frie ioner som oppfører seg som et elektrisk strømførende materiale. Siden elektrolytter generelt sett består av ioner i en løsning, er de også kjent som ioniske løsninger, men smeltelektrolytter og støpte elektrolytter er også mulig. En elektrolytt er kort sagt et stoff som kan løses opp i vann og gi en løsning som er strømførende. og blir absorbert i materialet i den negative grafittelektroden. Denne prosessen krever energi. Ved utladning skjer den motsatte prosessen, og vi får energien tilbake.

Det som skjer både ved oppladning og utladning i et litiumionebatteri, er hovedsakelig en form for pendling av  $\text{Li}^+$ -ioner fram og tilbake mellom elektrodene. Spenningen mellom elektrodene i et litiumionebatteri er 3,7 V og er dermed høyere enn både i engangsbatteriene og i nikkel-metallhydridbatteriene. Litiumionebatteriet kan derfor ikke uten videre erstatte dem.

De fleste batteriene mister med tiden noe av spenningen på grunn av en viss form for selvutladning. Slik sett er litiumionebatteriet svært stabilt sammenlignet med et nikkel-metallhydridbatteri. Litiumionebatteriene blir laget både som vanlige sylinderformede batterier og prismeformede spesialbatterier til forskjellig elektronisk utstyr. Bruksområdet er som for nikkel-metallhydridbatteriene.

## Ikke oppladbare batterier

Forfatter: Nils H. Fløttre, NKI Forlaget, May Hanne Mikalsen, Åge Guddingsmo

[Ikke oppladbare batterier \(16717\)](#)



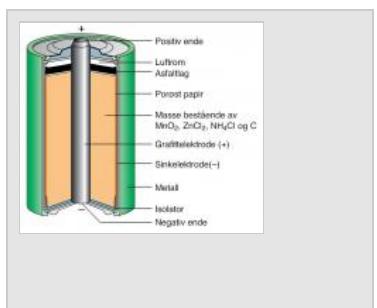
De batteriene som ikke kan lades opp, kalles engangsbatterier. De finnes i ulike utforminger: runde, firkantede eller som knappceller.

Trykk på lenkene for utførlig informasjon om de ulike batteritypene.

### Tørrelementer

Mange applikasjoner trenger svært lite strøm for å virke. Her trengs kun en billig spenningskilde med akseptabel levetid. Trykk på lenken under for å lese mer.

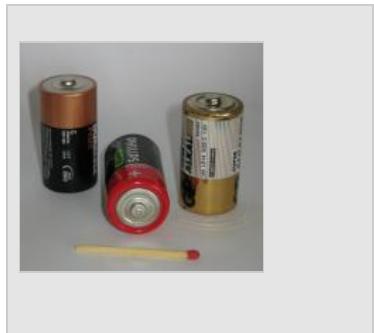
**Tørrelementer** Tørrelement.Opphavsmann: Bjørn Norheim Elektrodereaksjonene for tørrelementer: Negativ elektrode  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2 e^-$  Positiv elektrode  $2 NH_4^+ + 2 MnO_2 + 2 e^- \rightarrow Mn_2O_3 + 2 NH_3 + H_2O$  Tørrelementer I tørrelementene er den negative elektroden av sink og den positive av karbon. Elektrolytten En elektrolytt er et stoff som inneholder frie ioner som oppfører seg som et elektrisk strømførende materiale. Siden elektrolytter generelt sett består av ioner i en løsning, er de også kjent som ioniske løsninger, men smeltelektrolytter og støpte elektrolytter er også mulig. En elektrolytt er kort sagt et stoff som kan løses opp i vann og gi en løsning som er strømførende. består av en fuktig blanding av ammoniumklorid ( $NH_4Cl$ ), sinkklorid ( $ZnCl_2$ ) og brunstein ( $MnO_2$ ). Det galvaniske elementet kalles tørrelement fordi elektrolytten er suget opp i et nesten tørt brunsteinspulver. Det blir også kalt brunsteinsbatteri. Spenningen mellom sinken og karbonstaven er 1,5 V. Bruksområder Tørrelementene er relativt billige. De er imidlertid svært følsomme for lave temperaturer. Da avtar batteriets kapasitet merkbart. De blir brukt til enkle apparater som trenger likestrøm, for eksempel lommelykter, reiseradioer, veggur og større klokker, elektrisk leketøy, lommekalkulatorer, måleinstrumenter, fjernkontroller og bærbart elektronisk utstyr. Når tørrelementet er i bruk, oksideres den negative sinkelektroden til  $Zn^{2+}$ -ioner Et ion er et atom eller molekyl med ulikt antall protoner eller elektroner som gir en elektrisk ladning. Ion med overskudd av elektroner kalles anioner og har negativ elektrisk ladning. Ion med underskudd av elektroner kalles kationer og har positiv elektrisk ladning., og sinken går i oppløsning. Når sinkelektroden er brukt opp, er det ikke mer energi Energi er evne til å utføre arbeid. Standard vitenskapelig måleenhet for energi er joule (J). I forbindelse med mat brukes ofte kalori (1 cal = 4,1868 J). Elektrisk energi måles i kilowatt-timer (1 kWh =  $3,6 \times 10^6$  J). Innenfor kvantefysikken brukes elektronvolt som enhet for energi (1 eV =  $1,602176462 \times 10^{-19}$  J). Mengden energi i et lukket system og i universet er konstant. Energi kan ikke oppstå eller forsvinne, bare overføres fra en form til en annen. å hente fra batteriet. Tørrelementene er derfor engangsbatterier. Bruken av tørrelementer avtar For å unngå lekkasjer av elektrolytten når det begynner å tære på sinken, blir tørrelementene kapslet inn i en tett stålsylinder. Nyere tørrelementer inneholder ikke tungmetaller, og det er derfor ikke nødvendig å behandle dem som spesialavfall. Bruken av tørrelementer har den siste tiden avtatt, og de blir etter hvert erstattet av alkaliske og oppladbare batterier.



## Alkaliske batterier

I applikasjoner med større behov for strøm og større krav til levetid har alkaliske batterier sitt bruksområde. Produksjonskostnaden for alkaliske batterier er såpass lav at den i de aller fleste tilfeller har utkonkurrert tørrbatteriene. Trykk på lenken under for å lese mer.

Alkaliske batterier Alkaliske batterier.Opphavsmann: Julo Alkaliske batterier I de alkaliske batteriene er det sure ammoniumkloridet byttet ut med basisk kaliumhydroksid (KOH). Lang levetid Fordelen med alkaliske batterier er at de varer lenger enn vanlige tørrelementer. Det har sammenheng med at sinkelektroden oksideres langtommere i en basisk løsning enn i en sur løsning. For øvrig har de alkaliske batteriene samme bruksområde som vanlige tørrelementer, men de egner seg spesielt godt i tilfeller der det er viktig at batteriene har lang levetid, blant annet i kameraer, elektriske barbermaskiner, røykvarslere og trådløse produkter. Alkaliske batterier er merket "Alkaline" Spenningen mellom elektrodene på et alkalisk batteri er 1,5 V, det samme som for tørrelementene. For at de skal kunne skilles fra tørrelementer, er de merket "Alkaline", som er engelsk og betyr alkalisk. Alkaliske batterier blir også laget i mindre format på størrelse med vanlige knapper. De blir derfor kalt knappceller, der ordet celle blir brukt i betydningen galvanisk element. Men det er kanskje litumbatteriene som er mest kjent for knappcelleformatet.

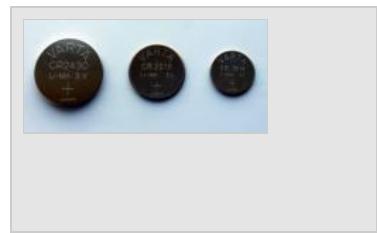


## Litumbatterier

Når vekt, levetid og temperaturpåvirkning er viktig, kommer litumbatteriene til sin rett. De har lang levetid, høy spenning og lang levetid i forhold til vekt. Dette avspeiler seg i produksjonskostnad og utsalgspolis. Trykk på lenken under for å lese mer.

Litumbatterier Li-knappcelle.Opphavsmann: Gerhard H Wrodnigg Litumbatterier Det er flere typer av litumbatterier i bruk. Felles for alle litumbatteriene er at de består av metallet litium (Li) som negativ elektrode, mens den positive elektroden kan være forskjellige kjemiske forbindelser. ElektrolytteneEn elektrolytt er et stoff som inneholder frie ioner som oppfører seg som et elektrisk strømførende materiale. Siden elektrolytten generelt sett består av ioner i en løsning, er de også kjent som ioniske løsninger, men smelte elektrolytter og støpte elektrolytter er også mulig. En elektrolytt er kort sagt et stoff som kan løses opp i vann og gi en løsning som er strømførende. Varier fra batteritype til batteritype. Egenskaper ved litium (Li) Litium står høyt opp i spenningsrekkenMetaller og halvmetaller kan organiseres etter edelhet. Dersom to metaller legges i en elektrolytt, og det finnes en elektrisk forbindelse mellom dem, vil den minst edle korrodere. Det vil også være et elektrisk spenningspotensial mellom metallene, og avstanden mellom dem i spenningsrekken bestemmer denne spenningen.. Det kan dermed bli stor avstand mellom litium som negativ elektrode og de kjemiske forbindelsene som utgjør den positive elektroden. Det betyr at et litumbatteri får en ganske høy spenning til å være et galvanisk element. Spenningen kan variere fra cirka 3 V til 3,5 V, avhengig av elektrodematerialet for den positive elektroden. Det er over dobbelt så stor spenning som for de alkaliske batteriene. Litium er et metall med liten massetetthet, noe som bidrar til å gjøre litumbatteriene lette. Litumbatterier er pålitelige, de har lang levetid, og bruksområdet er blant annet lommekalkulatorer, kameraer, trådløse artikler, elektroniske klokker, minnebatterier (backup) og pacemakere. Litumbatterier fås i ulike størrelser og er merket "Lithium" Litumbatteriene finnes i forskjellige størrelser, fra flate myntlignende knappceller til vanlige sylinderformede batterier. Det blir også laget oppladbare litumbatterier. Litumbatterier med knappcelleformat forekommer i forskjellige størrelser. De er merket med "Lithium" og med en kode som inneholder opplysninger om diameter og

tykkelse. En knappcelle med symbolet CR1632 (eller BR1632) har en diameter på 16 mm og en tykkelse på 3,2 mm. Litiumbatterier må ikke forveksles med litiumionebatterier.



# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - elektroteknikk - spenningskilder \(59482\)](#)

Arbeidsoppgaver: spenningskilder

1. Du skal seriekoble to batterier, størrelsen er 12 Volt og 60 Ah. Hvor stor blir spenningen og kapasiteten i koblingen?
2. Du skal parallelkoble to batterier, størrelsen er 12 Volt og 60 Ah. Hvor stor blir spenningen og kapasiteten i koblingen?
3. Du skal hjelpe en venn med å starte bilen. Du vet at bilen har et svakt batteri, så du har med et ekstra startbatteri. Vil du seriekoble eller parallelkoble startbatteriet med bilens batteri? Begrunn svaret ditt.
4. Hva er forskjellen på batteriets klemmespenning (U) og elektromotoriske spenning (E)?
5. Hvorfor må vi unngå å få batterisyre på klær eller hud når vi arbeider med bilbatterier?
6. Lyset fra lampene i hytta er svakt. Etter en lang fisketur ute på det lille fjellvannet kommer dere tilbake til hytta, fyrer opp i peisen og får det litt koselig på en regnværsdag. De tre ørretene som dere fikk, blir stekt, og foran TV-en skal måltidet nytes! Det går ikke mange minutter før TV-en kobler ut og lyset i lampene blir merkbart svakere. Solstrøm er ikke alltid til å stole på!
  - a) Hva er årsaken?
  - b) Hvordan kan du kontrollere hvor mye solcellepanelet lader? (Bruk multimeter.)
  - c) Hvordan kan du kontrollere batteriets tilstand?
  - d) Et batteri er påstemplet 12 V/60 Ah. Hvor lenge kan du ha på TV-en som trekker 100 W?
  - e) Hvordan kan kapasiteten på hyttestrømmen økes?

# Serie- og parallelkobling

Forfatter: Industriskolen

[Serie- og parallelkobling \(51376\)](#)



I en seriekobling er flere komponenter i en elektrisk krets koblet etter hverandre, mens i en parallelkobling er de elektriske komponentene koblet ved siden av hverandre.

## Seriekobling

I en juletrebelysning er alle lampene seriekoblet. Alle lampene lyser like sterkt, noe som betyr at alle lampene trekker like mye strøm.

Det må altså være like stor spenning over hver enkelt lampe. Ikke alle seriekoblinger fordeler spenningen likt over forbrukerne, men strømmen er lik i alle ledd.

I elektroteknikk vil vi snakke om forskjellige potensialer. Vi sammenligner da to eller flere spenninger i forhold til et fastlagt referansepunkt. På den måten kan vi få positive og negative potensialer eller spenninger.

### Seriekoblede forbrukere

Vi vet fra før at strømmen går fra pluss til minus i en likestrømkrets, og at strømmen er like stor i hele kretsen. Spenningen er høy på plusspolen til batteriet og lav på minuspolen.

Totalresistansen (resultantresistansen) i en seriekobling er lik summen av enkeltresistanser.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$$

$$R_t = 4 \Omega + 8 \Omega + 2 \Omega + 10 \Omega = 24 \Omega$$

Regneeksempler [Seriekobling - Grunnleggende elektroteknikk, likestrøm](#)

### Noen viktige huskeregler:

- I en seriekobling er totalresistansen lik summen av alle enkeltresistansene.
- I en seriekobling er strømmen lik i hele kretsen, spenningen fordeler seg over forbrukerne etter hvor stor motstand strømmen møter. Merk: I en seriekobling er summen av delspenningene lik spenningen på spenningskilden.

## Parallelkobling



Serie- og parallelkobling av batteri

Opphavsmann:

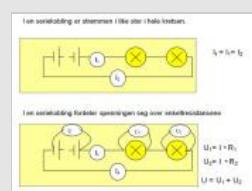
[Industriskolen](#)



Seriekobling i juletrelyslamper

Opphavsmann:

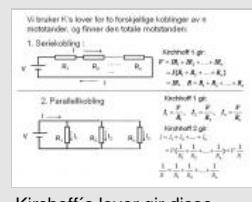
[Industriskolen](#)



Seriekobling

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Kirchoff's lover gir disse formlene for serie og

Parallelkkobling er den vanligste måten å koble sammen forbruksapparater til en spenning. Hjemme parallelkobles alle lamper, panelovner, komfyr, vaskemaskin osv. til 230 V-uttakene.

Alle lampene, varmeelementene og de elektriske motorene i en bil kobles gjennom kabler og sikringer til det samme 12 V-batteriet i parallelkkobling.

Fra spenningskilden går det strøm til hvert av forbruksapparatene. Den samlede strømmen som går ut fra kilden, blir summen av alle strømmene. Dette fant Kirchhoff ut og laget sin første setning: Summen av alle strømmene til et knutepunkt er lik summen av alle strømmene fra det samme knutepunktet.

I den ene parallelkoblingen med bare to forbrukere kan vi beregne totalresistansen med denne formelen:

Regnseksempler [Parallelkkobling - Grunnleggende elektroteknikk, likestrøm](#)

#### Viktige regler når du arbeider med parallelkkobling:

- I en parallelkkobling er spenningen lik i hele kretsen, strømmen fordeler seg over forbrukerne.
- I en parallelkkobling er alltid totalresistansen (erstatningsresistansen) mindre enn den minste enkeltresistansen. Når vi har flere parallelle forbrukere, må erstatningsresistansen beregnes med denne formelen.

Oftest har vi ikke rene seriekoblinger eller parallelkkoblinger, men en blanding av disse to koblingstypene.

#### Serie- og parallelkkobling av strømkilder

Størrelsen på et batteri blir oppgitt i spenning og kapasitet. Har vi et batteri der spenningen er på 12 volt (V) og kapasiteten er 60 amperetimer (Ah), betyr det at et fullt oppladet batteri kan levere en strøm på 1 ampere i 60 timer før det er utladet. Vi kan øke spenning eller kapasitet ved å koble sammen flere batterier.

#### Noen eksempler:

Når vi seriekabler to batterier, 12 V, 60 Ah, får vi en spenningskilde på 24 V, men kapasiteten er fortsatt 60 Ah.

Når vi parallelkkabler to batterier, 12 V, 60 Ah, får vi en spenningskilde på 12 V, men kapasiteten er økt til 120 Ah.

Har vi en lommelykt med 4,5 volt lyspære, må vi seriekoble tre batterier på 1,5 volt for å få rett spenning. Skal du gi starthjelp til en bil med svakt batteri, må du parallelkoble batteriene for å øke kapasiteten uten at spenningen øker.

parallelkkoblinger  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



En enkel elektrisk krets

# Oppgaver

Forfatter: Industriskolen

[Repetisjonsoppgave - elektroteknikk - serie- og parallelkoblinger \(59483\)](#)

Arbeidsoppgaver: serie- og parallelkoblinger

1. Hvor stor blir totalresistansen når du seriekabler tre resistorer som hver har en resistans på 4 ohm?
2. Motstandene i oppgave 1 kobles til et 12 volts batteri. Hvor stor blir strømmen gjennom hver av motstandene?
3. Hvor stor blir spenningen over hver motstand?
4. Hvor stor blir totalresistansen når du parallelkabler to motstander på 8 ohm og 4 ohm?
5. Motstandene i oppgave 4 kobles til et 12 volts batteri. Hvor stor blir strømmen gjennom hver av motstandene?
6. Hvor stor blir spenningen over hver av motstandene i oppgave 4?
7. Oppunder jul har du tenkt å henge juletrelys på et grantre i hagen. Men før du går i gang med å henge dem på treet, bestemmer du deg for å prøve lyskjeden. Du kan oppleve en av flere situasjoner:
  1. Alle lysene fungerer normalt.
  2. Én av lampene er mørk.
  3. Flere lamper er mørke.
  4. Alle lampene er mørke.

I tilfelle 1 kan du henge opp lysene.

- a) Hva gjør du i tilfelle 2?
- b) I tilfelle 3: Det er 3 av 16 lamper som er mørke. Hvor mye spenning blir det liggende over de lampene som lyser, i forhold til normalt?
- c) I tilfelle 4: Sannsynligvis er det bare én lampe som er defekt. Hvordan går du fram ved feilsøking i tilfelle 4?
- d) Beregn resistansen i en av de 16 lampene når strømmen normalt er 139,1 mA.
- e) Hva blir strømmen i lampene når tre av lampene er kortsluttet?

## **Ulykker ved elektriske anlegg**

Forfatter: Industriskolen

[Ulykker ved elektriske anlegg \(51043\)](#)



Elektrisitet er ikke til å spøke med. Dødeligheten er høy, og mange får store handikap etter et møte med de høye spenningene.

Elektrisitet er ikke til å spøke med. Dødeligheten er høy, og mange får store handikap etter et møte med de høye spenningene. Lavspenning kan også være livsfarlig. Skjødesløs omgang med strømførende ledninger, uvettig klatring i høyspentmaster, defekte elektriske apparater og hobbyelektrikere som feilkobler, er de vanligste årsakene til ulykker. Strømskader er som regel alvorlige og må behandles av lege.

Høyspenningsskadene er de alvorligste; rundt en fjerdedel fører til amputasjon. Totalt sett er heldigvis strømskader sjeldne.

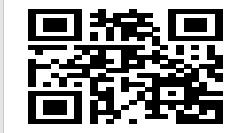
Undersøkelser viser at menneskelig svikt ligger til grunn i de aller fleste tilfellene. Tretthet, slurv, misforståelser eller manglende informasjon bærer skylden for mange tragiske ulykker på arbeidsplassen.

### Strøm kan skade på flere måter

Hvis en person har fått strøm i seg og fortsatt er i kontakt med strømmen, må man først sørge for å fjerne den elektriske gjenstanden. Skru av hovedbryteren hvis den er lett tilgjengelig, eller skyv bort gjenstanden med et treskaft eller noe annet som ikke leder strøm. Pass på at du er tørr på hendene og ikke står på vått underlag.

Dersom du ikke har noe å skyve bort den strømførende gjenstanden med, må du prøve å trekke bort personen. Ikke ta på vedkommendes hud, men isoler hånden din med en avis eller noe tørt stoff mens du trekker den skadde unna.

Et kraftig elektrisk støt gir en momentan sjokk virkning på hele kroppen. En rekke forskjellige organer kan skades på et øyeblikk. Et strømmen sterkt nok vil varmen som utvikles, gi store indre brannskader. Høyspenning gir de største brannskadene, men et støt fra et defekt støpsel eller en uisolert ledning kan også være nok til å gi dype brannsår. Små barn som biter i plugger eller kommer borti uisolerte ledninger, er særlig utsatt for skader i munn og fingre. Den største farens forbundet med lavspenning er å bli sittende fast i en strømkrets. Hos personer med svakt hjerte eller hjertefeil kan det gi hjertekrampe og infarkt.



Strøm gjennom kroppen / flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/60903>



Elektrolover  
Opphavsmann: [Stig W. Hanssen](#)

[Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg](#)

[Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr](#)



Bildet viser en stikkontakt som er knust.  
Hvordan omgås elektrisitet  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Er den skadde bevisstløs,  
skal han legges i stabilt  
sideleie.  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Monter aldri et støpsel med jording på en ujordet ledning  
Fotograf: [Lars Witrock](#)

## Førstehjelp

Rask handling er nødvendig ved strømskader. Hvis den skadde sitter fast, må han befris snarest mulig. Slå av strømbryteren hvis den er i nærheten, eller riv den skadde løs ved å dra ham etter klærne. Vær klar over at våte og skitne klær kan være gode strømledere. Bruk om nødvendig isolerende materialer som lærbelter, tørre taustumper eller annet. Å befri noen fra en høyspentledning er forbundet med stor fare og må bare utføres av kyndige folk.

Ved høye spenninger tar ofte klærne fyr. Ilden må selvsagt slukkes så fort som mulig. Det kan gjøres på flere måter:

Hell rent vann over, men ikke før den skadde er ute av strømkretsen.

Pulverapparater kan brukes uten risiko. Hold munningen på kullsyreapparatet minst én meter fra huden for å unngå frostskader.

Kvel ilden med et ullteppe eller en presenning.

Rull den skadde rundt på bakken eller gulvet. Han må ikke stå oppreist og framfor alt ikke løpe rundt. Da går ilden rett opp i ansikt og hodet og kan føre til store forbrenninger.

Er den skadde bevisstløs, skal han legges i stabilt sideleie. Legg aldri en bevisstløs person på ryggen. Han kan få brekninger og kan da bli kvalt i sitt eget oppkast. Begynn straks med munn-til-munn-metoden hvis pasienten ikke puster. Unormal pust og bevisstløshet gjør at det også er nødvendig med utvendig hjertemassasje i tillegg. Ring øyeblikkelig etter ambulanse.

Rask gjenoppliving kan bety liv eller død for den skadde, og det kan være mulig for å lykkes, selv under meget primitive og vanskelige forhold.

## Hvordan omgås elektrisitet

Monter aldri et støpsel med jording på en ujordet ledning, uansett om ledningen er en skjøteleddning, hører til en ovn, en lampe eller hvilket som helst elektrisk apparat.

Hold deg til lovlige elektriske reparasjoner. Du kan skifte ledning og støpsel på lamper, ovner og andre løse apparater. Du har lov til å skifte lokk på faste brytere og stikkontakter, men der går også grensen. Alt arbeid på fast installasjon skal utføres av fagfolk.

Kontroller at ledninger og plugger er frakoblet før du skal skifte eller montere. Skal du skifte lokk på en fast bryter, skal du skru ut begge sikringene som hører til kurset.

Unngå skjøteleddninger, eller kjøp dem ferdige.

Defekte elektriske apparater skal kastes eller repareres av fagfolk.

## **Sikkerhet**

For å hindre ulykker har vi forskrifter som regulerer arbeid med elektriske anlegg. Her kan du lese mer om sikkerhet ved elektrisk arbeid og se noen eksempler på forskrifter som gjelder: [Sikkerhet ved arbeid](#)

## Pneumatikk

Forfatter: Industriskolen  
Pneumatikk (58089)



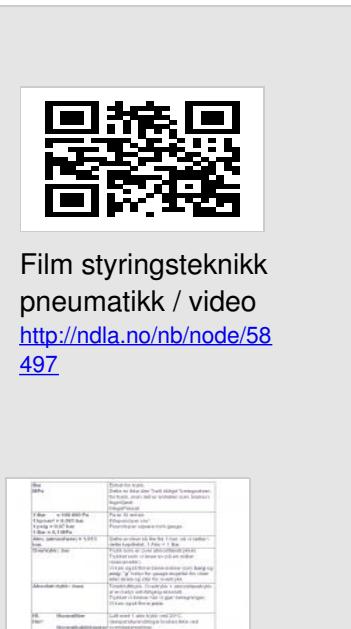
Pneumatikk er overføring av kraft og bevegelse ved hjelp av trykkluft. Med pneumatiske arbeidselementer mener vi maskiner eller utstyr som utfører selve arbeidet.

Ordet *pneuma* er gresk og betyr «luft» eller «ånd». På fransk kalles bildekk «pneu».

Vi kjenner bruk av trykkluft fra trykkluftbor for boring i fjell, luft i bildekk, lakkspøyter, lastebilbremser med mer.

I industrien brukes trykkluft til å drive håndverktøy: driller, slipemaskiner osv., eller til transport av pulveraktige medier som blåses gjennom rør.

Men vi tenker på pneumatikk først og fremst i forbindelse med automatisering. Her brukes pneumatiske arbeidselementer i næringsmiddelindustri, møbelindustri, eksplosjonsfarlige områder (ex-soner) og produksjonsbedrifter.



Film styringsteknikk  
pneumatikk / video  
<http://ndla.no/nb/node/58497>

Definisjoner og enheter  
innefor pneumatikk  
Opphavsmann:  
Industriskolen



En robot som bruker  
pneumatisk muskelutløser



## Animasjon styring

av sylinder /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/58495>



Radialstempelmotor  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

Pneumatikk er overføring av kraft og bevegelse ved hjelp av trykkluft.

## Fordeler med pneumatikk

Trykkluft som energiform har mange fordeler. Noen av disse er:

- kan lagres på en tank klar til bruk
- et raskt arbeidsmedium
- en av de få metodene vi har for å utføre rettlinjede bevegelser
- miljøvennlig
- brann- og eksplosjonssikkert
- overbelastningssikkert

## Trykkluft

Trykkluft er sammenpresset luft, komprimert luft. Til å komprimere luft brukes en kompressor. Kompressorer lærer du mer om på VG2 produksjon og industriteknikk dersom du velger å gå den veien, så det går vi ikke nærmere inn på her.

## Arbeidselementer

Med pneumatiske arbeidselementer mener vi maskiner eller utstyr som utfører selve arbeidet. De mest vanlige arbeidselementene som blir brukt i pneumatikken, er sylinder og motorer.

## Sylindere

I pneumatikken er trykkluftsylinderen et viktig element for å utføre det arbeidet som skal gjøres.

En sylinder er et arbeidselement som arbeider med en rettlinjet bevegelse. Dette er en av de store fordelene med pneumatikk som kraftkilde.

Trykkluftsylinderen er i enkelhet et rør som er lukket i endene av gavler. Inne i sylinderen er det et stempel og en stempelstang som går ut gjennom den ene gavlen. Stempellet blir drevet fram og tilbake med trykkluft, og kraften blir overført gjennom stempelstangen.

Vi skiller mellom to typer sylinderer etter hvordan bevegelsen den ene veien utføres. Dobbeltvirkende sylinderer bruker luft i begge bevegelsesretningene. Enkeltvirkende sylinderer blir drevet med luft i den ene retningen og med en fjær i den andre.

Felles for alle typer sylinderer er at det kreves gode tetninger, først og fremst for å utnytte effekten i luften, men også for å begrense tap i trykkluftsystemet. Det sitter også en avskraper mot stempelstangen slik at vi unngår å få smuss inn i sylinderen.

Sylinderne kan utstyres med endedemping. Dette kan gjøres ved at det er montert et elastisk materiale som stempelet slår mot i endene, anslagsdemping, eller det kan være utført som pneumatisk demping. Det vil si at stempelet er utstyrt med et dempestempel som går inn i en forlengelse av sylinderen i endegavlen. I gavlen er det en kanal som luften presses gjennom. Kanalen er utstyrt med en justeringsskrue, som vi bruker til å stille luftmengden som skal gå igjennom. På denne måten bestemmer vi hvor kraftig dempingen skal være.

Trykkluftsylinderen blir brukt til mange forskjellige arbeidsoperasjoner som ellers ofte har vært utført manuelt, for eksempel åpning og lukking, skyving og trekking, løfting og senking, pressing eller fastspenning av emner og vending og vriding og mange andre operasjoner i forbindelse med bearbeiding og transport av materialer. Vi sier at sylinderen gjør en "pluss-bevegelse" når den beveger seg utover, og at den gjør en "minus-bevegelse" når den beveger seg innover.

## Motorer

Det finnes flere typer pneumatiske motorer. Noen av disse er:

- lamellmotor
- stempelmotor
- turbinmotor

Det finnes også stempelmotorer som brukes til trinnvise operasjoner.

Motorene som drives med luft, har en del fordeler. De er kompakte, har stor ytelse og tåler store lastvariasjoner. De kan ha omdreiningstall fra 0 til 30 000 rpm, og luften sørger i tillegg for god kjøling.

# Ventiler

Forfatter: Industriskolen  
[Ventiler \(58090\)](#)

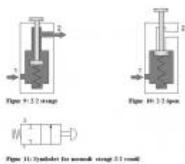


Figure 11: Symboler for normalt stengt (N.C.) ventill

Ventiler blir brukt til å styre arbeidselementets bevegelse.

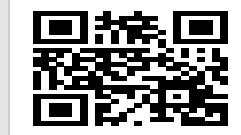
Vi grupperer gjerne ventilene etter funksjonene de har:

- Retningsventiler (retningsregulerende ventiler) åpner og stenger for gjennomstrømningen eller styrer luftens strømningsretning.
- Mengdeventiler (volumregulerende ventiler) styrer luftmengden i gjennomstrømningen og regulerer sylinderhastigheten.
- Trykksventiler (trykkregulerende ventiler) reduseres eller begrenser lufttrykket og styrer kraften til sylinderen.
- Sperreventiler sperrer gjennomstrømningen i én eller begge retninger. Dette brukes som en hjelpefunksjon.

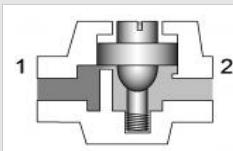
## Retningsventiler

Dette er den største gruppa. Retningsventilene har et stort antall funksjoner. Disse ventilene er navngitt etter antall porter og antall stillinger. Hensikten med en retningsventil er å styre luftstrømmen til det arbeidselementet vi ønsker.

Vi skiller mellom unistabile og bistabile ventilier. Når en ventil blir stående i den stillingen den er satt i, sier vi at den er bistabil. Er det derimot en anordning som returnerer ventilen til grunnstillingen, sier vi at ventilen er unistabil.



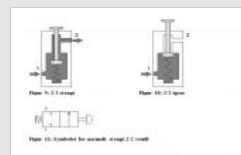
Animasjon  
styringsventil /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/58496>



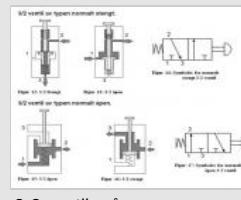
Symboler for  
styreorganer for  
retningsventiler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Ventiler	
	Normalt lukket og manuell åpning. Unistabil 2-Ø-ventil med trykksving og fjernkontroll.
	Normalt åpen og manuell åpning. Unistabil 2-Ø-ventil med trykksving og fjernkontroll.
	Normalt lukket og manuell åpning. Unistabil 2-Ø-ventil med trykksving og fjernkontroll.
	Normalt åpen og manuell åpning. Unistabil 2-Ø-ventil med trykksving og fjernkontroll.
	SI 2 bistabil trykksving ventil.
	Tilkoblingsventil
	Stupe (Blokklagsventil, krasne i en retning).

Symboler for ventiler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

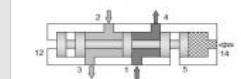


2-portsventiler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

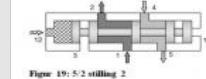


3-2 ventiler åpen og

stengt  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

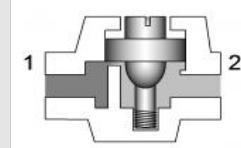


Figur 19: 5/2 stilling 1



Figur 19: 5/2 stilling 2

5-portsventil  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Strupeventil,  
prinsipptegning  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

## 2-portsventiler

- har én strømningsvei
- har to porter: innløp og utløp
- åpner og stenger et løp
- brukes som stengeventiler

Når ventilen på figuren er ubelastet, er den stengt, fjærkraften presser oppover.

Når vi belaster ventilen, presser vi fjæren nedover og ventilen åpner.

Bilde: Ventilen er en 2-portsventil med to stillinger, 2/2-ventil. Ventilen er normalt stengt (NC, normally closed), i ubelastet stilling. Ved å plassere fjæren på oversiden vil den bli normalt åpen (NO, normally open). Den er unistabil fordi den går tilbake til normalstilling når trykknappen slippes.

## 3-portsventiler

- har to strømningsveier
- har tre porter: innløp, utløp og avluftinger
- brukes for å styre enkeltvirkende cylindere og til signalgiving

Tilførselsluft slippes inn gjennom port 1 - 2 og eksosluft, tömming av cylinder slippes ut gjennom port 2 - 3.

## 5-portsventiler

- har fire strømningsveier
- har fem porter: ett innløp, to utløp og to avluftinger
- kan fylle og tömme to kammere
- brukes til å styre dobbeltvirkende cylindere

5-portsventiler er ofte av typen sleideventiler.

En slide løper i en sylinderisk boring i ventilhuset. Sleiden er laget med tettepartier og gjennomløpspartier. I huset er det boret ut for porter som ligg plassert slik at ved å bevege sleiden åpner, lukker eller tetter portene.

5-portsventilen gjør det samme som to 3-portsventiler, gir trykk til én side på en dobbeltvirkende cylinder samtidig som den andre siden blir luftet.

#### Bistabil 5/2-ventil

Denne ventilen er trykkstyrt. Trykket styres fra for eksempel 3-portsventiler. Dersom vi bytter den ene trykkinngangen med en fjær, gjør vi om ventilen foran fra bistabil til unistabil. Fjæren vil da sørge for at ventilen returnerer til utgangspunktet.

### Styring av ventilene

Ventilene vi har sett på hittil, kan styres på forskjellige måter.

- Manuelt, med spaker: Spakene kan returnere automatisk eller ha kulestoppere som holder spaken i stilling til vi beveger den på nytt.
- Trykkstyrt: Trykkluft brukes også til å styre ventilen. Vi må da bruke andre typer ventiler til å styre dette trykket.
- Elektrisk: Magnetspoler som aktiveres med strøm, sørger for at ventilen åpner eller lukker.

### Strueventiler

Strueventiler er den eneste typen ventil vi bruker for å styre mengden. Strueventilen består av ett gjennomløpskammer og én innsnevring. Innsnevringen er gjerne en skrue med en konisk spindel som kan justeres opp og ned for å stille inn gjennomstrømningsmengden. Dette er indikert med en pil over symbolet. Strueventiler kan brukes for å redusere hastigheten på en cylinder.

### Tilbakeslagsventilen

Tilbakeslagsventilen stenger for luftstrømmen i én retning og åpner for luftstrøm i den andre retningen. Den blir også brukt som en "by-pass"-ventil.

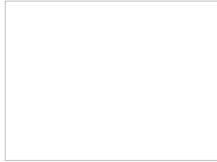
Dersom man kombinerer en strueventil med en tilbakeslagsventil, får man en integrert enhet som kalles for strupetilbakeslagsventil.

# Symboler

Forfatter: Industriskolen

[Symboler – pneumatikk \(58091\)](#)

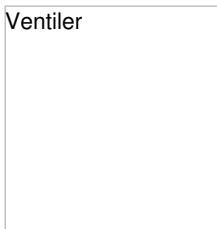
Her ser du diverse symboler innen pneumatisk styring.



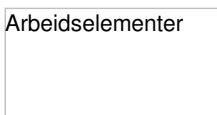
Trykkluftforsyning – symbol

Styreorganer for retrøingsventiler	
	Manuell spak
	Mekanisk rule
	Trykksylinder
	Manuell trykksnapp
	Fotpedal
	Manuell bryter, generelt symbol
	Manuell bryter med holdfunksjon
	Elektromagnetisk styring

Styreorganer for  
retrøingsventiler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Ventiler

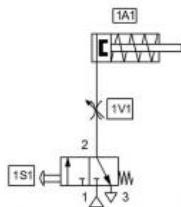


Arbeidselementer

# Eksempler på pneumatisk kretser

Forfatter: Industriskolen

[Eksempler på pneumatiske kretser \(58092\)](#)



Figur 24: Pneumatikkskjema, eksempel 1

I denne noden skal vi vise noen eksempler på hvordan man kan styre en cylinder. Det er kun brukt én cylinder i hvert eksempel.

## Sekvenser med enkeltvirkende cylinder

### Eksempel 1: enkeltvirkende cylinder med manuell startbryter

I dette eksemplet benytter vi oss av en manuell startbryter for å starte plussbevegelsen til en enkeltvirkende cylinder.

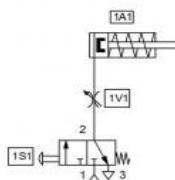
Vi bruker en unistabil 3/2 retningsventil som er normalt stengt. Vi oppnår da at sylinderen står i minusstilling helt til vi aktiverer startbryteren. Når vi slipper startbryteren, returnerer sylinderen til minusstilling uavhengig av hvor langt ut den har gått.

Vi har også satt inn en justerbar strupeventil for å regulere hastigheten. Ulempen med en strupeventil av dette slaget er at en også struper returlufta slik at minusbevegelsen også blir strupt. Det ønsker en ikke alltid.

### Eksempel 2: enkeltvirkende cylinder med manuell startbryter og arbeidsventil

Her har vi byttet ut strupeventilen med en strupe-tilbakeslagsventil. Med dette oppnår vi at returlufta blir "by-passed", slik at det kun er plussbevegelsen som hastighetsreguleres. Legg også merke til at vi struper lufta på vei inn i sylinderen!

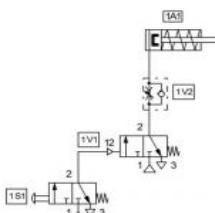
#### Eksempel 1:



Figur 24: Pneumatikkskjema, eksempel 1

Pneumatikkskjema,  
eksempel 1  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

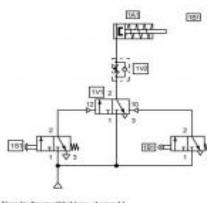
#### Eksempel 2:



Figur 25: Pneumatikkskjema, eksempel 2

Enkeltvirkende cylinder  
med manuell startbryter  
og arbeidsventil  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

#### Eksempel 3:



Eksempel 3 Styring av  
enkeltvirkende cylinder  
med automatisk retur  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

#### Eksempel 4:

I tillegg har vi bygget ut systemet med en pneumatisk styrt 3/2 unistabil retningsventil som arbeidsventil. Vi bruker da signalet fra startbryteren som et styresignal til å sjalte over arbeidsventilen med. Vi kaller startbryteren for en styreventil.

### **Eksempel 3: enkeltvirkende cylinder med automatisk retur**

I dette eksemplet har vi brukt en 3/2 bistabil retningsventil som arbeidsventil.

Den får styresignal fra startbryteren og signalgiver S2. S2 er plassert slik at den blir aktivert når sylinderen er helt ute i plussstilling.

Legg merke til at S2 i virkeligheten er plassert ved sylinderen, mens den i skjemaet er tegnet inn på linje med startbryteren. Dette er for å forenkle skjemategningen.

S2 er en 3/2 unistabil retningsventil akkurat som startbryteren, men med rulleknapp som aktiveres av stempelstangen istedenfor trykknapp.

### **Sekvenser med dobbeltvirkende cylinder**

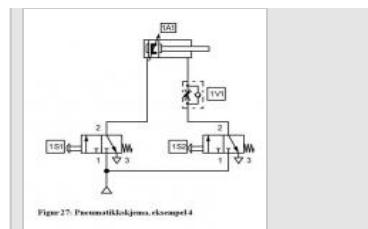
### **Eksempel 4: dobbeltvirkende cylinder med manuell styring**

I dette eksemplet styres en dobbeltvirkende sylinder i pluss- og minusretning ved hjelp av manuelt opererte unistabile 3/2 retningsventiler.

I denne sekvensen er hastigheten i plussretning regulerbart ved at det er satt inn en strupe-tilbakeslagsventil. Legg merke til at vi struper returluften på en dobbeltvirkende sylinder, i motsetning til på enkeltvirkende cylindere der vi struper tilførselsluften.

### **Eksempel 5: dobbeltvirkende cylinder med manuell styring og arbeidsventil**

Med denne styringen oppnår vi det samme som i forrige eksempel, men her benytter vi en arbeidsventil som mater sylinderen med luft istedenfor at styreventilene gir luft til pluss- og minusbevegelsene. Dette fører til at vi kan benytte mindre ventiler til styresignalene enn arbeidsventilen ettersom det er sylinderen som er hovedforbruker av luft.



Figur 27: Pneumatikkskjema, eksempel 4

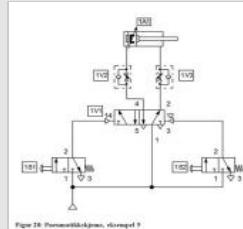
Dobbeltvirkende sylinder med manuell styring

Eksempel 4

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

### **Eksempel 5:**



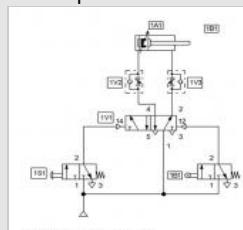
Figur 28: Pneumatikkskjema, eksempel 5

Eksempel  
5Dobbeltvirkende sylinder med manuell styring og arbeidsventil

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

### **Eksempel 6:**



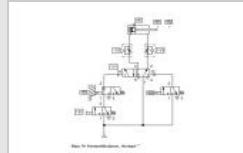
Dobbeltvirkende sylinder med automatisk retur

Eksempel 6

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

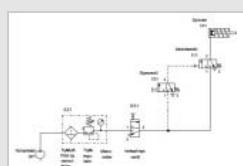
### **Eksempel 7:**



Eksempel  
7Dobbeltvirkende sylinder med automatisk forløp og "og" funksjon

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Eksempler på benevnning

Pneumatikk

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

Legg også merke til at vi har strupt både pluss- og minusbevegelsen, og at vi struper returlufta, ikke tilførselsluften. Denne sylinderen har altså regulerbar hastighet i både pluss- og minusretning.

#### **Eksempel 6: dobbeltvirkende sylinder med automatisk retur**

Denne sekvensen fungerer som i eksempel 5, med det unntak at den automatisk returnerer til minus når den er i plusstilling. Signalgiveren S2 aktiveres når sylinderen når plusstilling, og gir signal til retningsventilen om at sylinderen skal gå i minus.

#### **Eksempel 7: dobbeltvirkende sylinder med automatisk forløp og «og»-funksjon**

Denne sekvensen er en videreutvikling av eksempel 6. Vi aktiverer startbryteren som er en bistabil 3/2 retningsventil. Denne er seriekoblet med signalgiveren S1. Dette gir oss en "og"-funksjon.

For at sylinderen skal gå i pluss, må S1 være aktivert, og vi må manuelt aktivere startbryteren. Sylinderen vil da fortsette i sekvensen + og - helt til startbryteren blir deaktivert.

#### **Notasjon**

I eksemplene ovenfor er det benyttet en notasjon som kan trenge en kort forklaring.

Komponentene er betegnet med en bokstav og et tall, som sier noe om komponenten og hvor den står. Nedenfor finner du et eksempel som har med noen flere komponenter fra kompressor til styreventil.

Arbeidselementene, i vårt tilfelle sylinderne, er betegnet som A. 1A1 betyr: arbeidselementgruppe nummer 1, aktuator nummer 1.

Arbeidsventiler blir betegnet som V.

Styreventiler blir betegnet som S.

Airberedningskomponentene, altså filter og trykkregulator, har fått betegnelsen Z. Legg merke til at det er satt en 0 foran. Det indikerer at de ikke tilhører en arbeidselementgruppe, men at de forsyner hele anlegget. Kompressoren er betegnet med en P. Legg merke til at dette heller ikke tilhører en bestemt arbeidselementgruppe, men har en 0 foran.

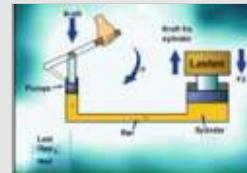
## Hydraulikk

Forfatter: Industriskolen

Hydraulikk og hydraulisk kraftoverføring (58059)



Ordet *hydro* betyr "væske, noe flytende". Med hydraulikk mener vi overføring av krefter ved hjelp av væske. Her skal vi begrense oss til å se på oljehydraulikk, men det kan også benyttes andre væsker, for eksempel vann.



## Animasjon av hydraulikksystem (jekk)



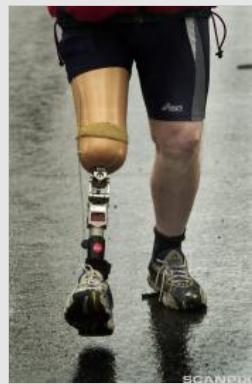
Robotarm bruker et hydraulikksystem for å plukke opp gjenstander

Efectuer og styrkebegreber	
Størrelse	Faktor for kræft - "kræft" = "kræft" - kræftens virkning, hvilket medfører højere styrke.
Præcis	Præcis er også et udtryk om at havemønsteret er godt beskrevet.
1 bar = 100.000 N/m <sup>2</sup>	Denne betegnelse bruges i teknikken.
1 dyknit = 0,001 bar	Denne betegnelse bruges i dykning.
1 dyknit = 10 m	Denne betegnelse bruges i dykning.
1 bar = 0,1 MPa	Præcis og præcist, men ikke nødvendigt altid præcis.
1 dyknit = 10 m	Præcis og præcist, men ikke nødvendigt altid præcis.
Styrkebegreber:	Yderst ved at overvægtes ved at bruge en vægt på 1 kg.
Overdræft (Overdræft)	Yderst ved at overvægtes ved at bruge en vægt på 1 kg.
Overlast (Overlast)	Yderst ved at overvægtes ved at bruge en vægt på 1 kg.
Absolutt styrke: Bane	Yderst ved at overvægtes ved at bruge en vægt på 1 kg.

Hydraulikk - Enheter og definisjoner  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Sakseheis som drives av en hydraulisk eller pneumatisk system



Protese med avansert hydraulikk- og fjæringsystem  
Fotograf: [Geir Otto Johansen](#)

Hydraulikk er overføring av kraft og bevegelse ved hjelp av væske.

Oljehydraulikk er en kraftform som er mye anvendt i industrien. Hydraulikk er mye brukt til verktøymaskiner, robotteknikk, anleggsmaskiner og flyteknikk. Den største fordelen med hydraulikk er at mye kraft kan overføres ved hjelp av relativt små komponenter. Hydraulikken har gode akselerasjonsegenskaper og tåler harde miljøer.

Symboler og skjemaer er tegnet i henhold til Norsk Standard, NS-ISO 1219-1:2006.

Fordeler og ulemper med hydraulikk

Forskjellen mellom pneumatikk og hydraulikk er ikke så veldig stor. Hovedforskjellene er at olje, som er drivmediet i hydraulikk, ikke lar seg komprimere som luft, som er drivmediet i pneumatikk. Dette gjør at det ikke blir svingninger i systemene, som vi ser kan oppstå med store mottrykk i pneumatikken. Systemene blir derfor også mer presise. Vi kan i tillegg bruke vesentlig høyere trykk enn i pneumatikken, noe som fører til mer kraft. Mens vi i pneumatiske systemer sender returlufta ut som eksos, må vi i hydrauliske systemer bruke returslanger som leder oljen tilbake til tanken.

#### **Fordeler:**

- store krefter på vanskelig tilgjengelige steder
- små arbeidselementer
- fjernstyring er enkelt med elektrohydraulikk
- roterende eller lineær bevegelse (motor – cylinder)
- enkelt å sikre mot overbelastning
- selvsmørende når vi bruker olje som medium
- regnes som stiv kraftoverføring over avstand
- trinnløs regulering av kraft og hastighet
- lett å automatisere
- liten brannfare

#### **Ulemper:**

- oljesøl
- lav virkningsgrad, cirka 50–75 prosent for et anlegg inklusiv pumpe (varierer)
- vanskelig og dyrt å lage synkrone bevegelser (for eksempel at cylindrene skal gå likt ved ulik belastning)
- tåler lite forurensning og luft i medium
- varierende viskositet (fra kald til varm olje)
- støy, som det er dyrt å redusere

#### HMS

Når vi arbeider med hydraulikk, må vi ta en rekke hensyn med tanke på helse, miljø og sikkerhet. Det som skiller seg mest fra pneumatikk i denne sammenhengen, er de store kretene som oppstår, samt oljens påvirkning på miljøet og oss selv.

#### Trykk

Hydraulisk trykk forplanter seg likt i alle retninger.

Vi definerer trykk på følgende måte:

$$\text{Trykk} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Areal}}$$

Vi sier derfor at trykk er kraft per flateenhet. Enheterne vi bruker, kan være forskjellige, men i henhold til SI-systemet skal vi måle trykket i pascal (Pa). Vi får 1Pa ved å fordele en kraft på 1N over 1m<sup>2</sup>.

Dette kan også skrives i formelen:

$$1 \text{ Pa} = \frac{1\text{N}}{1\text{m}^2}$$

Eller:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = P \cdot A$$

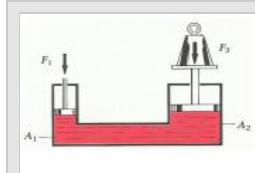
Dette kan vi bruke for å beregne skyvekraften til en cylinder. For å kunne regne med benevningene newton, bar og cm<sup>2</sup> ganger vi med 10:

$$F = P \cdot A \cdot 10$$

Hydraulisk trykk bygger seg opp som et resultat av strømningsmotstand.

### Hydraulisk kraftoverføring

En praktisk utnyttelse av trykkforplantningen i væsker er den hydrauliske kraftforsterkeren, også kalt hydraulisk vektstang. Med en slik vektstang kan vi løfte en stor last (F<sub>2</sub>) ved hjelp av en relativt liten betjeningskraft (F<sub>1</sub>).



Hydraulisk anlegg -  
prinsipp  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Hydraulikanleggets oppbygning

Forfatter: Industriskolen

[Hydraulikanleggets oppbygning \(58065\)](#)



Et hydraulikanlegg/hydraulikkaggregat består av en rekke komponenter, for eksempel tank, pumpe, motor, ventil, cylinder, pumpe og filter.

Forskjellen på et aggregat og et hydraulikanlegg er at aggregatet er selve oljeforsyningssystemet, mens et komplett hydraulikanlegg har retningsventil, arbeidselement og eventuelt andre komponenter som behøves. Bildet viser hvordan et hydraulikkaggregat kan se ut.

Her kan du lære om de forskjellige komponentene i et hydraulikkaggregat. Klikk på navnet under for å lese mer.

- [Tank](#)
- [Pumper](#)
- [Motorer](#)
- Trykkgrensningsventil (overtrykksventil) og retning [Ventiler](#)
- [Sylinder](#)
- [Filter](#)

I tillegg kommer slanger, rør og fittings (rørkoblinger).

Gjenomskåret skisse av aggregat med symboler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Animasjon  
Hydraulikanlegg /  
flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/58475>

YouTube-film som viser [Hydraulisk styring på en monster jeep](#)



## Olje

Hydraulikkoljen skal overføre hydraulisk energi, smøre, kjøle, rense, hindre korrosjon og transportere bort forurensninger.

## Manometer

For å vite hvor høyt trykket er, monterer vi ofte inn ett eller flere manometre. Manometeret viser hvor høyt trykket er ved at et rør som er krummet, retter seg ut jo høyere trykket blir. Dette røret er koblet til en viser via et tannhjulssegment.

## Hydraulikkanlegg

Hydraulikkanlegget på figuren fungerer på følgende måte:

Oljepumpen suger olje fra tanken gjennom filteret. Derifra går oljen videre til retningsventilen. Retningsventilen har en sleide som styrer oljestrommen i den retningen vi vil. Ved å flytte sleiden på ventilen kan vi velge om oljen skal strømme inn i plusskammeret eller i minuskammeret. Når sylinderen er i endeposisjon, for eksempel plusstilling, flytter vi over sleiden. Stempelet vil da starte minusbevegelsen.

Når stempelet er i endeposisjon, vil imidlertid pumpen fortsette å levere olje. Ettersom oljen ikke lar seg komprimere (slik som luft i pneumatikk), vil det umiddelbart begynne å bygge seg opp et trykk.

Størrelsen på dette trykket kan variere, men i hydraulikken er det vanlig med et systemtrykk på mellom 50 og 300 bar, avhengig av hvor stor kraft en behøver, og hva systemet er dimensjonert for. For at trykket ikke skal bli for høyt, må en ha en trykkgrensningsventil (også kalt overtrykksventil). Den sørger for at oljen blir pumpet rett til tank når systemet når ønsket makstrykk.

Figuren viser hvordan en kan kjøre en sylinder i pluss- og minusretning ved å endre oljens strømningsretning med en retningsventil. Merk at dette er en illustrasjon og ikke et korrekt hydraulikkskjema.



# Motorer

Forfatter: Industriskolen  
[Motorer \(58062\)](#)

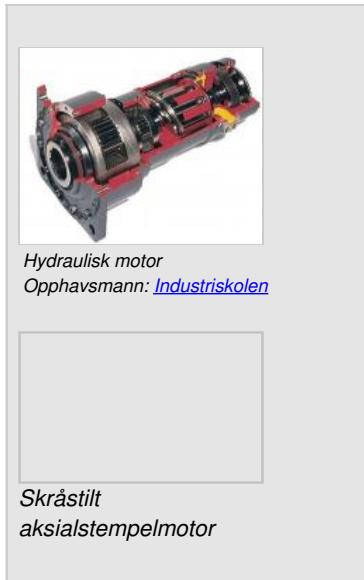
En motor er et arbeidselement i et hydraulisk anlegg som utfører det arbeidet vi ønsker.

## Motorer

Vi kan også utføre et roterende arbeid ved å bruke en hydraulikkmotor.

Dette kan i enkelte tilfeller være et alternativ til elektromotorer eller forbrenningsmotorer.

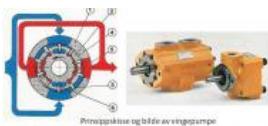
Her ser du en hydraulisk motor med brems og planetgir. Dreiemomentet hentes ut ved at det monteres en aksel med splines-forbindelse i hullet du ser til venstre.



# Pumper

Forfatter: Industriskolen

[Pumper \(58083\)](#)



Oljepumpen er selve hjertet i hydraulikk-anlegget. Det er den som pumper ut olje og gjør at vi kan bygge opp et trykk.

Pumpen pumper ut olje og gjør at vi kan bygge opp et trykk. Vi skal imidlertid merke oss at det ikke blir trykk i systemet før vi har en restriksjon som holder igjen den oljestømmen pumpen forsøker å levere, eller en motkraft på arbeidselementet (sylinderen eller pumpen). Under kan du lese om de fem mest vanlige typene. Alle typene fungerer etter fortrengningsprinsippet.

1. tannhjulspumpe
2. vingepumpe
3. skruerpumpe
4. aksialstempelpumpe
5. radialstempelpumpe

På figuren ser du en gjennomskåret tannhjulspumpe. Pumpen består av:

1. pumpehus
2. tannhjul 1
3. tannhjul 2
4. tannluker

Tannhjulet (pos. 2) drar med seg det andre tannhjulet (pos. 3). Når tennene går i inngrep på trykksiden (rød farge), fortrenes oljen, og det bygges opp et trykk.

Tannhjulpumper finnes bare med fast fortrengningsvolum. Det vil si at den avgir en gitt oljemengde (målt i cm<sup>3</sup>) per omdreining.

**Tannhjulspumpe**  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

**Vingepumpe**  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

**Skrupumpe**  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

**Aksialstempelpumpe**  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

**Radialstempelpumpe**  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

På figuren ser du en vingepumpe. Denne pumpetypen finnes også med variabelt fortrengningsvolum.

På figuren ser du en skruerpumpe. Den pumper olje ved at de to løpeskruene (de tynneste) fortrenger plassen i den drivende skruen og presser oljen fra blå til rød side.

Skruepumper har fast fortrengningsvolum.

Aksialstempelpumpen har fått navnet sitt fordi den har stempler som ligger i samme retning som akselen i pumpen. Stemplene går ut og inn fordi avstanden fra den vertikale platen med kulefester varierer i forhold tilylinderbunnen når den roterer.

Aksialstempelpumper kan leveres med variabelt fortrengningsvolum.

På figurene vises ulike radialstempelpumper. De har fått navnet sitt fordi stemplene er vinklet radielt i forhold til drivakselen i pumpen. På den øverste ser vi at stemplene presses ut fra senteret av et eksentrisk montert rullingslager. Når akselen roterer, vil dermed stemplene pumpe olje etter tur.

Det finnes også radialstempelpumper der stemplene sitter på en veivaksel.

Radialstempelpumper har fast fortrengningsvolum.

# Sylinder

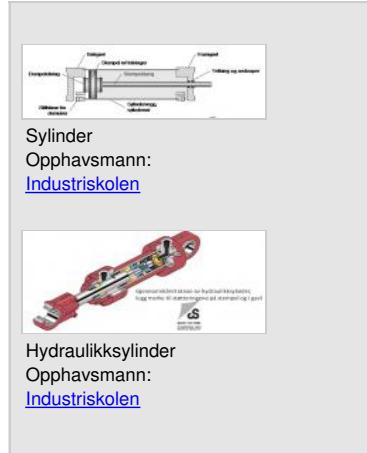
Forfatter: Industriskolen  
[Sylinder \(58084\)](#)

En sylinder er et arbeidselement i et hydraulisk anlegg som utfører det arbeidet vi ønsker.

## Sylindere

Sylindere er kanskje mest benyttet som arbeidselement i hydraulikken. Det store fortrinnet med en sylinder er at vi kan oppnå en lineær bevegelse, stor kraft og "stiv" overføring. Det vil si at den ikke fjærer slik en pneumatisk sylinder gjør.

I prinsippet er en hydraulikkylinder oppbygget ganske likt en pneumatikkylinder. Den største forskjellen er at delene er kraftigere dimensjonert, men det blir også benyttet andre tetninger samt støtteringer mellom stempel og sylinder og mellom stempelstang og framgavl.



Som i pneumatikken betegner vi sylinderen med plusskammer (+) og minuskammer (-) og bevegelsene som pluss- og minusretning.



Animasjon Gjennomskåret sylinder / flashnode  
<http://ndla.no/nb/node/58474>

# Filter

Forfatter: Industriskolen  
[Filter \(58085\)](#)

For å unngå at partikler i oljen skal skade komponentene, bruker vi oljefilter.

## Filter

Forurensset olje kan føre til intern lekkasje iylinder, motorpumpe og ventiler eller til uforutsett havari.

Det mest vanlige er at vi bruker disse fem metodene for å unngå forurensning i oljen:

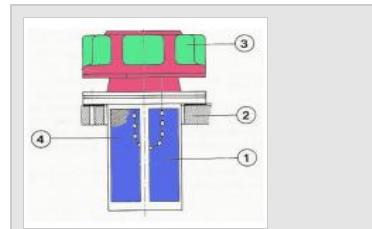
- luftfilter – sitter i lokket på tanken og sørger for at det ikke kommer smuss inn luftingen
- påfyllingsfilter/sil – sørger for at vi ikke får forurensninger i oljen ved påfylling
- grovfilter/sugefilter/sil – sitter i tanken på det røret som suger opp olje til pumpen
- returfilter – sitter der oljen går tilbake til tanken. Returfilteret sørger for at partikler som har kommet inn i oljen under drift, ikke blir med til tanken. Dette er den mest brukte filtertypen.
- trykkfilter – sitter i trykkrøret mellom pumpen og trykkgrensingsventilen

Filterhuset til trykkfilteret må tåle det trykket vi skal ha i anlegget. Normalt plasseres trykkfilteret rett foran den komponenten som skal beskyttes.

På det øverste bildet ser vi eksempel på et kombinert påfyllings- og luftfilter med følgende komponenter:

1. filter
2. tanktoppen
3. påfyllingslokk
4. kjede som fester lokket til filteret

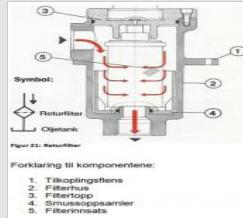
Bildene viser returfilter og trykkfilter med navn på komponentene de består av.



Påfyllingsfilter

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

### Påfyllingsfilter Industriskolen

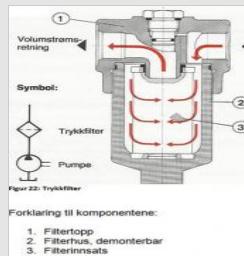


Forklaring til komponentene:

1. Tilkoplingsfløya
2. Filterhus
3. Hode
4. Smussoppsamler
5. Filterinnsats

Figur 21: Returfilter

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Forklaring til komponentene:

1. Filteropp
2. Filterhus, demonterbar
3. Filterinnsats

Figur 22: Trykkfilter

Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

## Tank

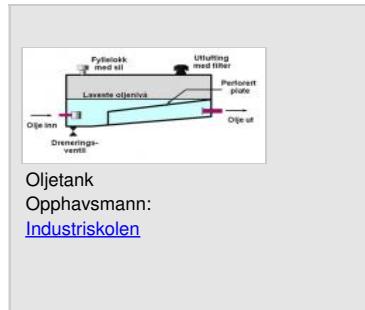
Forfatter: Industriskolen

[Tank \(58452\)](#)

En annen komponent vi finner i et hydraulikkanlegg, er en tank.

Hydrauliktanken har flere oppgaver enn å bare romme olje. Det skal være mulighet til påfylling og lufting, og den skal ha uttak til pumpen, innløp for returolje, dreneringskran for tapping og en plate, kalt "skvalpeskott", inne i tanken.

Det er viktig å være klar over at tanken skal være åpen mot atmosfæren, det vil si at det ikke skal kunne bygges opp overtrykk eller undertrykk i tanken under drift. Det er fordi oljenivået stiger og synker under drift avhengig av sylinderne posisjon. Det er dette som er hensikten med utluftingen.



# Symboler

Forfatter: Industriskolen

[Symboler – hydraulikk \(58086\)](#)

Her ser vi en oversikt over symboler innenfor ulike hydraulikkområder, som trykkforsyning, arbeidselementer, retningsventiler, betjening og andre ventilér.

Trykkforsyning	
	Hydraulikkpumpe med en stremmepumper
	Hydraulikkpumpe med to stremmepumper og justertart føringseffekten
	Elektrisk motor (brukes for å drive pumpe)
	Filtre
	Manometer
	Tank

Trykkforsyning

Ophavsmann:  
[Industriskolen](#)

Trykkforsyning  
*Industriskolen*

Arbeidselementer	
	Drivstoffhukende cylinder
	Dobbelhukende cylinder
	Motor med en dreining
	Motor med to dreiningar
	Motor med to dreiningar og justertart hastighet

Arbeidselementer -  
symboler

Ophavsmann:  
[Industriskolen](#)

Arbeidselementer -  
symboler  
*Industriskolen*

Retningsventiler	
	2/2 venti, stengt i utgangsstilling
	3/2 venti, stengt i utgangsstilling
	4/2 venti, lysstøpt i utgangsstilling
	4/3 venti, stengt sentral
	4/3 venti, åpent sentral
	4/3 venti

Retningsventiler

Ophavsmann:  
[Industriskolen](#)

Betjening	
	Generell symbol for manuell betjening
	Spissbetjening
	Pedalføring
	Trykkappføring
	Bælte, kontinuert med ett av de overstående når vi ønsker en roterende rør
	Ruteføring
	Fjærbeinet, brukes for å returhøye sleidens stilling
	Trykkskytt
	Eksemplar på hvordan en venti kan betjenes, unntatt til venstre med trykknapp og bælter

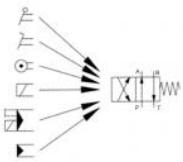
Betjening av

retningsventiler

Ophavsmann:  
[Industriskolen](#)

Andre ventilér	
	Tilslutningsventil
	Filtrerventil
	Strømtilskuddsventil, ettersluttende isolerer al ikke fra en retning
	Trykksikringssventil
	Avlastningsventil
	Stativtilkoblingsventil

Andre ventiler  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)



Merking av  
tilkoblingspunkter  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Oppkobling av hydrauliske kretser

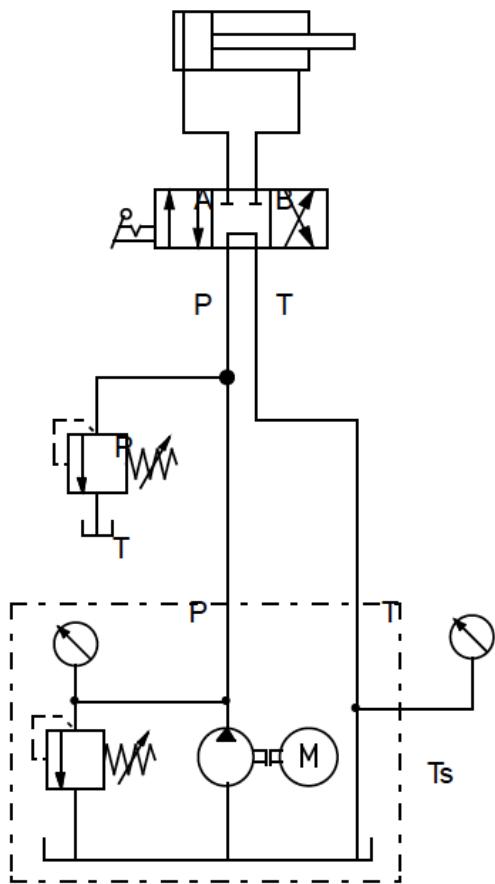
Forfatter: Industriskolen

Øvelser: Oppkobling av hydrauliske kretser (58087)



Her finner du tre ulike hydraulikksystemer du kan øve på å koble opp.

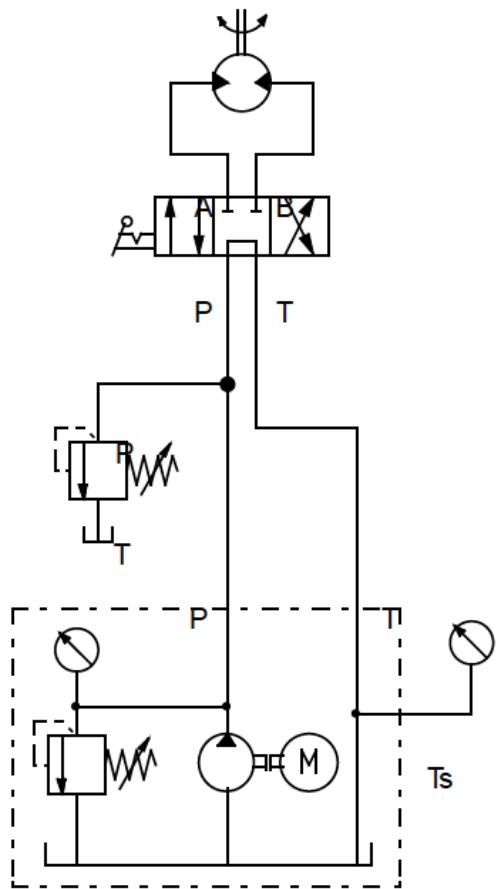
## Øving 1 Dobbeltvirkende sylinder med 4/3 retningsventil



Dobbeltvirkende sylinder og 4/3 retningsventil

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

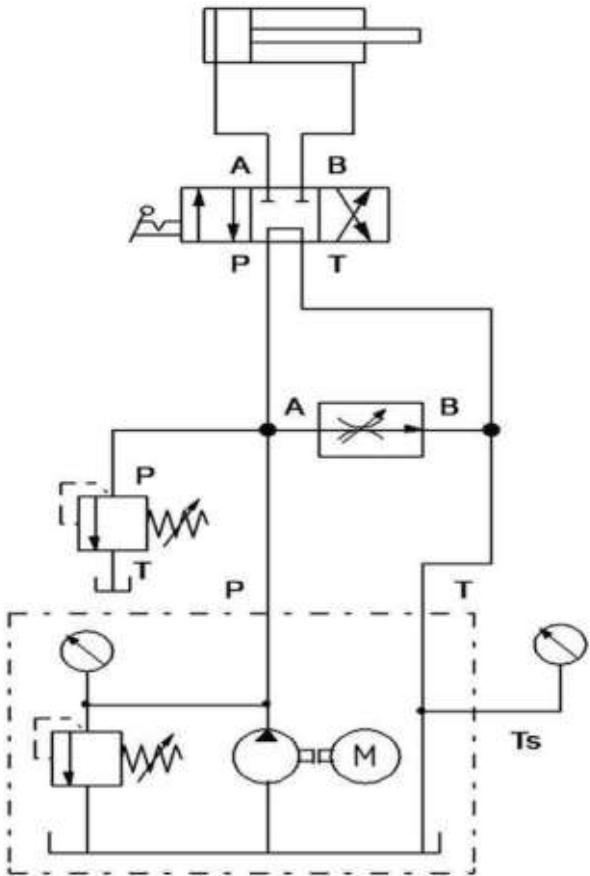
## Øving 2 Hydraulisk motor med 4/3 retningsventil



Hydraulisk motor og 4/3 retningsventil

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

### Øving 3 Dobbeltvirkende sylinder med hastighetsregulering



Dobbeltvirkende sylinder, 4/3 retningsventil og volumstrømsregulator  
Opphavsmann: [Industriskolen](#)

### Hastighetsregulering

Dette hydraulikanlegget har volumstrømsregulator. Den gjør det mulig å regulere hastigheten på sylinderen. Når volumstrømsregulatoren er plassert før retningsventilen, oppnår vi lik regulering i begge retninger.

# Helse, miljø og sikkerhet

Forfatter: Industriskolen

[Ansvar, roller og oppgaver i HMS-arbeidet \(58215\)](#)



Tabellen viser hvilket ansvar, roller og oppgaver de ulike funksjonene i bedriften har når det gjelder HMS-arbeidet.

Ansvar	Roller	Oppgaver
Arbeidsgiver	<ul style="list-style-type: none"><li>• Overordnet ansvar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leder, utøver overordnet styring av HMS-aktiviteter</li><li>• Gir HMS-arbeidet status</li><li>• Følger opp og etterspør resultater</li></ul>
Ledere for øvrig	<ul style="list-style-type: none"><li>• Påse at HMS-hensyn ivaretas</li><li>• Ansvar for å følge opp bedriftens praksis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Håndterer HMS-utfordringer i det daglige</li><li>• Reiser saker, tar initiativ</li><li>• Samarbeider med arbeidstakere og vernombud</li></ul>
Arbeidstakere	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medvirkningsplikt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melder fra, kommer med forslag</li><li>• Deltar i aktiviteter</li><li>• Bidrar til gjennomføring</li><li>• Samarbeider med leder og verneombud</li></ul>
Verneombud	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fremme arbeidstakernes interesser i arbeidsmiljøsammenheng</li><li>• Følge opp HMS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Påser at forholdene er i overensstemmelse med regelverket</li><li>• Varsler nærmeste leder</li><li>• Kan stanse farlig arbeid</li></ul>
Tillitsvalgte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ivareta arbeidstakeres interesser knyttet til arbeidstid, kontrakter, planer osv. som vanligvis ikke inngår i HMS-arbeidet</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Representerer fagforeningen i enkelte HMS-sammenhenger, for eksempel AMU, utvikling av HMS-system</li><li>• Fagforening kan utpeke verneombud under visse forutsetninger</li></ul>

- |                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| Bedriftshelsetjeneste | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bistå arbeidsgiver og arbeidstakere i HMS-sammenheng</li><li>• Forebyggende arbeid</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Overvåker helse der arbeidsmiljøforhold tilsier det</li></ul>                 |
| Arbeidsmiljøutvalget  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Koordinerende samarbeidsorgan i HMS-arbeidet</li></ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Overvåker arbeidsmiljøet</li><li>• Behandler planer og HMS-systemer</li></ul> |
| Arbeidstilsynet       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Forvalter arbeidsmiljøloven</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Veileder og kontrollerer at bestemmelserne følges, gir pålegg</li></ul>       |

# Arbeidsvettregler

Forfatter: Industriskolen

[Arbeidsvettregler \(58244\)](#)



Helse, miljø og sikkerhet (HMS) er likeverdig med andre forretningsmål.

God ledelse er å sette standarden

- Helse, miljø og sikkerhet (HMS) er likeverdig med andre forretningsmål.
- Kartlegg, reduser og gjør kjent risikoforhold og helsefarer.
- Innarbeid respekt for regler og rutiner.
- Tilrettelegg arbeidet, og velg byggevennlige løsninger.
- Sørg for riktige hjelpemidler for løfting og transport.
- Sørg for tilgang til funksjonelt verne- og sikkerhetsutstyr.
- Lytt til og vis respekt for dine medarbeidere.

Egen helse er eget ansvar

- Lær riktig arbeidsteknikk.
- Forebygg belastningsskade – følg kroppens signaler, og varier arbeidsstilling ofte.
- Bruksanvisning for kjemikalier skal følges.
- Ikke mobb kameraten min! Trivel på arbeidsplassen fremmer god helse.
- Lær førstehjelp – du kan fort få bruk for det!
- Bruk personlig verneutstyr.

Ta vare på miljøet

- Ta vare på miljøet – tenk på dine etterkommere.
- Unngå sløsing og sør med olje, gass, strøm og vann.
- Støy minst mulig.
- Reduser avfallsmengden – sorter for gjenvinning.
- Lever spesialavfall til godkjent mottak.

Ikke ta unødvendige sjanser – noen er glad i deg

- Din sikkerhet kommer foran produksjonshensyn.
- Benytt nødvendig personlig verneutstyr.
- Respekter kjemikalier, olje, gass, trykkluft og elektrisitet.
- Benytt trygge understøttelser, og gå ikke under hengende last.
- Stillas skal ha sertifikat. Stiger skal være typegodkjent og sikret mot fall.
- Drøft problemer med foresatte eller verneombud.

Ta ansvar og bry deg om sikkerhet!

- Bidra til at vedtatte retningslinjer gjennomføres og etterleves.
- Bidra til at arbeidsplassen er forsvarlig sikret.
- Orienter deg om plassering av redningsutstyr og rømningsveier.
- Hold rømningsveier åpne – det er en trygghet i alvorlige situasjoner.
- Unngå brannfarlige situasjoner.
- Rydd litt mer enn du roter.
- Aksjoner umiddelbart – og rapporter uønskede forhold.

# Risikoanalyse

Forfatter: Monica Gjertsen Steinbakken, NKI Forlaget, Amendor AS

[Risikoanalyse \(108980\)](#)



Risikoanalyse er grunnmuren i sikkerhetsarbeidet. Neste gang du ser nyheter på tv om en uønsket hendelse, lytt nøye. Antakelig vil du høre ord som risiko, risikovurdering, gjennomgang av rutiner og iverksetting av tiltak.

## Risikoanalyse

Risikoanalyse er en metode med flere trinn. Antall trinn vil som regel avhenge av hvor komplisert arbeidsprosessen eller virksomheten er. Her har vi valgt seks trinn som inkluderer tiltak:

1. Kartlegge uønskede hendelser
2. Vurdere sannsynligheten for at den uønskede hendelsen skal skje
3. Vurdere konsekvensene av uønsket hendelse dersom den skjer
4. Beskrive risikonivået
5. Foreslå sikringstiltak (tiltaksplan)
6. Innføre og kontrollere sikringstiltakene (gjennomføre og følge opp tiltaksplanen)

De første fire punktene skal vi se nærmere på nå.

### 1. Kartlegge uønskede hendelser

Under første punkt skal vi kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan skje, hvor og når. Med uønskede hendelser mener vi både skader på materielle verdier (ting, bygninger) og tap av omdømme, liv og helse (mennesker).

Tenk tilbake på [Skadepyramiden](#). Hvilke uønskede hendelser ønsker en virksomhet å hindre? Kanskje:

- brann
- tyveri, ran, innbrudd
- mobbing og høyt sykefravær
- hærverk, sabotasje, spionasje
- vannskader, strømbrudd, datasnoking
- svindel, underslag
- ulykker, dødsfall, akutt sykdom, rusmisbruk
- negativ omtale, sviktende omsetning, fare for konkurs

Etter å ha kartlagt alle uønskede hendelser velger vi ut dem vi mener er viktigst, og vurderer sannsynlighet og konsekvens for dem.

### 2. Vurdere sannsynligheten for at den uønskede hendelsen skal skje

**Sannsynlighet** er hvor stor sjanse det er for at den uønskede hendelsen kan skje, mens **konsekvens** er hva som går galt – eller hva resultatet blir – dersom den uønskede hendelsen skulle skje.

Vi kan illustrere sammenhengen mellom sannsynlighet og konsekvens slik:



Sannsynlighet og konsekvens.

Opphavsmann: [Monica Giertsen Steinbakken](#), [Bjørn Norheim](#)

Sannsynlighet kan deles inn i flere grader eller nivåer. Et alternativ er denne inndelingen:

Grad av sannsynlighet	Forklaring
Meget usannsynlig = 1	Har aldri skjedd
Sannsynlig = 2	Har skjedd 1–5 ganger
Meget sannsynlig = 3	Har skjedd flere enn 5 ganger

*Grad av sannsynlighet – med tre nivåer.*

### 3. Vurdere konsekvensene av uønsket hendelse dersom den skjer

En konsekvensvurdering er å stille spørsmålet «Hva kan bli resultatet dersom en uønsket hendelse skjer?». Konsekvens regnes ofte i økonomiske verdier eller tap.

Hva blir for eksempel konsekvensene av et innbrudd i butikken vår? Hvis virksomheten allerede har gode sikkerhetstiltak, blir konsekvensene små. Hvis butikken derimot ikke har gitter foran døren og ingen alarm, men dårlige rutiner for å stenge vinduer og låse dørene, blir konsekvensene store.

Vi kan – som for sannsynlighet – lage en inndeling med tre nivåer for konsekvenser.

Grad av konsekvens	Forklaring
Liten konsekvens = 1	Ingen eller små økonomiske tap eller skade på mennesker
Middels konsekvens = 2	Noe økonomisk tap og/eller noe skade på mennesker
Stor konsekvens = 3	Store økonomiske tap og/eller store skader på mennesker, ev. dødsfall

*Grad av konsekvenser – med 3 nivåer.*

### 4. Beskrive risikonivået

Når vi har vurdert gradene av sannsynlighet og konsekvens, kan vi beskrive risikonivået. Da bruker vi en enkel formel:

## RISIKO = SANNSYNLIGHET \* KONSEKVENS

Risiko **graderes** gjerne med fargene grønn, gul og rød. Grønn betyr ingen fare. Gul betyr at man må være oppmerksom på risikoen, men at den er akseptabel. Rødt betyr fare. Risikoen er da høy og ikke akseptabel. Det må settes inn tiltak med en gang.



Risikoanalyse / flashnode

<http://ndla.no/nb/node/112571>

# Dokumentasjon og kvalitet

## Om programfaget

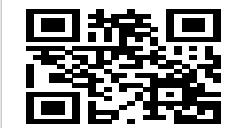
Forfatter: Utdanningsdirektoratet

[Dokumentasjon og kvalitet \(103929\)](#)



Programfaget dokumentasjon og kvalitet omfatter bruk av tegninger, skjemaer, prosedyrer, standarder og digitale verktøy som grunnlag for produksjon og tekniske tjenester.

Kvalitetssikring er sentralt i programfaget og inngår i alt fra planlegging, utføring og vurdering til dokumentasjon av en arbeidsoppgave. Arbeid med kvalitetssystemer innebærer også registrering og avviksrapportering.



Vurderingskriterier  
for læreplanmål i  
dokumentasjon og  
kvalitet VG1 TIP /  
veiledning  
<http://ndla.no/nb/node/61982>



Tegningslesing / video

<http://ndla.no/nb/node/141407>

# Dokumentasjon

Forfatter: Industriskolen  
[Dokumentasjon \(58308\)](#)



Dokumentasjon er en skriftlig bekreftelse på noe som er utført.

## Dokumentasjon

Ordet dokumentasjon er for mange litt diffust (uklart).

Forklaringen er enkel:

**Dokumentasjon er en skriftlig bekreftelse på noe som er utført.**

En arbeidsordre er en dokumentasjon fordi den sier hva som er gjort. Dette er også bekreftet med signaturer, både for egenkontroll og sluttkontroll. En skrevet rapport er en dokumentasjon. Et bilde kan også være en dokumentasjon.

## Operatørinstruks

Operatør er et begrep som har erstattet det gamle begrepet "arbeider" og som nå omfatter mer. Begrepet er kjønnsnøytralt og sier ikke noe om utdanning og kompetanse. En operatør kan være alt fra en høyt spesialisert sveiser til en ufaglært som går som hjelpearbeider. En operatør utfører en operasjon.

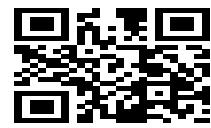
På skolen din har du et skolereglement. Vi kan si at dette tilsvarer den operatørinstruksen du vil få når du går ut i arbeidslivet.

Når en operatør er tildelt et arbeid, har han plikt til og ansvar for å utføre arbeidet i henhold til følgende rutiner:

- melde fra til arbeidsformann ved feil eller mangler på produktet eller produksjonsunderlaget
- kontrollere rett dimensjon og kvalitet på material/materiell
- kontrollere måleutstyr ved serieproduksjon
- kontrollere jigger og maler før produksjon starter, og kontakte formann som skal kontrollere første enheten ved serieproduksjon
- utføre sveising i henhold til SPS- eller H.M.V.-sveisestandard
- utføre arbeidet fagmessig, avgrade og avpusse produktet
- gi melding til arbeidsformann ved overordnet kontroll. Utføre og dokumentere med dato og signatur for egenkontroll iht. tegninger og/eller prosedyrer før neste opperasjon tar til. Neste operatør skal ikke påbegynne arbeidet før den forrige har kontrollert og signert. Sørge for at arbeidsordre blir sendt med produktet
- for operatører som utfører spesielle prosesser som sveising og overflatebehandling, skal disse operasjonene alltid kontrolleres iht. spesifiserte prosedyrer eller arbeidsstandarder
- registrere avvik og forslag til endringer om nødvendig i samarbeid med arbeidsformann
- bruke nødvendig og tilgjengelig verneutstyr
- registrere forbruk av medgått tid og tid som har gått med til heft
- innrette seg etter og følge gjeldende arbeidstid og pauser

## Arbeidsordre

Prøv dette dokumentasjonsverktøyet



Dokumentasjonsverktøy Teknikk- og industriell produksjon / flashnode

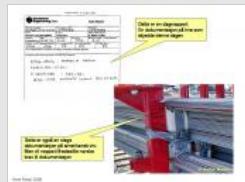
<http://ndla.no/nb/node/92510>

Lær om:

[Å føre loggbok](#)



dokumentasjon  
Fotograf: [Ingar Storfjell](#)



Dokumentasjon  
Opphavsmann: [Arne Røen](#)

Dette er det viktigste dokumentet du møter når du kommer ut i arbeidslivet. Så å si alle bedrifter har i dag en eller annen variant av dette dokumentet, og versjonene kan være temmelig ulike.

De viktigste poengene med arbeidsordren er:

- å instruere operatøren om hva han skal gjøre
- å henvise til tegninger og andre nødvendige prosedyrer
- å dokumentere at arbeidet er utført ved egen og/eller ekstern kontroll

I eksemplene til høyre vil du se en virkelig arbeidsordre og hvordan den blir brukt.



Arne Røen - Røen Engineering

Håkon Nummedal leser dokumentasjonen for maskinen

Opphavsmann: [Arne Røen](#)

A screenshot of a Microsoft Word document containing a table titled "Arbeidsordre". The table has several rows and columns with technical information and handwritten annotations in yellow. Annotations include arrows pointing to specific sections like "Tegning", "Materiale", and "Arbeidsordre". There are also notes like "Bruk av maskin" and "Bruk av verktyg".

Arbeidsordre side 1

Opphavsmann: [Arne Røen](#)

A screenshot of a Microsoft Word document containing two tables titled "Arbeidsordre side 1" and "Arbeidsordre side 2". Both tables have multiple rows and columns with technical data. Handwritten yellow annotations are present in both tables, highlighting specific entries such as "Tegning", "Materiale", and "Arbeidsordre".

Arbeidsordre side 2

Opphavsmann: [Arne Røen](#)

# Dokumentasjon i prosjekt til fordypning

Forfatter: Lene Fossbråten

[Dokumentasjon i prosjekt til fordypning \(19952\)](#)



I faget prosjekt til fordypning har du som elev plikt til å dokumentere arbeidet ditt underveis. Det er bestemt i en egen forskrift fra Utdanningsdirektoratet. Du trenger ikke dokumentere timer som brukes til fag med en egen læreplan, for eksempel fellesfag.

Du er pliktig til å ta vare på dokumentasjonen fra prosjekt til fordypning. Denne dokumentasjonen skal du kunne legge ved kompetansebeviset eller legge fram når du søker lærepass.

Utgangspunktet for dokumentasjonen i prosjekt til fordypning er de kompetansemålene du velger å fordype deg i. Det er i forhold til disse målene du skal dokumentere hvordan du planlegger og gjennomfører arbeidet, og hva du erfarer og lærer.

Du bør skrive logg hver dag. I loggboken kan du beskrive hvordan du har arbeidet med målene dine. Det kan for eksempel være at du har arbeidet med et mål om kommunikasjon. Da kan du beskrive hvordan du konkret trente på kommunikasjon i en aktuell situasjon. Du kan skrive om det du har lykkes med gjennom arbeidsdagen, og om det du har opplevd som utfordrende eller vanskelig.

Du bør tenke gjennom og beskrive hvorfor du eventuelt opplevde noe som særlig utfordrende, eller hvorfor en vanskelig situasjon oppstod. Når du dokumenterer arbeidet ditt på denne måten, reflekterer du over det du gjør på arbeidsplassen. Refleksjon handler om å tenke etter og å stille seg selv spørsmål. Gjennom å reflektere får du innsikt i hva du mestrer bra, og hva du trenger veiledning eller mer trening i. Kunne noe ha vært gjort annerledes, eller er du fornøyd med hvordan du har utført arbeidsoppgavene dine? Gjennom arbeidsdagen vil du av og til oppleve noe som gjør spesielt inntrykk. Du lærer også mye av å reflektere over og skrive om det.

Å skrive loggbok er en ganske vanlig form for dokumentasjon i prosjekt til fordypning. Andre måter å dokumentere arbeidet ditt på kan være å lage en skriftlig rapport om noe du har fordypt deg i. Dette kan for eksempel være en kartleggingsundersøkelse eller en spørreundersøkelse.

For at du skal kunne vise dokumentasjonen din fram for andre, er det viktig at du er spesielt oppmerksom på taushetsplikten. Du skal ikke skrive navn eller oppgi personlige og private opplysninger om personer du møter. Husk at det er situasjonene du opplever som skal være hovedfokuset for det du skriver om, ikke hvem personene i situasjonen er.

Gjennom å dokumentere i prosjekt til fordypning lærer du deg betydningen av å dokumentere. Du blir bevisst på din egen læring og hvordan du utfører arbeidsoppgavene dine. Dette bidrar til faglig kvalitet på de tiltakene du setter inn, noe som blir forventet av deg i din videre yrkesutøvelse. Derfor er det veldig viktig at du allerede nå trener på å innarbeide gode rutiner for dokumentasjon i prosjekt til fordypning.



Dokumentasjon

Fotograf: [Corbis](#)

**Utfordringer til deg**

1. Hva sier forskriften om dokumentasjon i faget prosjekt til fordypning?
2. Hva er en logg?
3. Hva kan du lære av å dokumentere i faget prosjekt til fordypning?
4. Hvem har ansvaret for å ta vare på den dokumentasjonen du utarbeider i faget?
5. Hvorfor må du være ekstra oppmerksom på taushetsplikten når du dokumenterer i dette faget?

# Maskintegning

Forfatter: Industriskolen  
[Maskintegning \(58329\)](#)



Som regel visualiserer vi det uferdige produktet ved hjelp av bilder, enten i form av en fysisk modell, i form av foto eller video eller i form av tegninger.

I tidligere tider var produksjon i første rekke et spørsmål om å produsere ett og ett produkt. Håndverkerens fagkunnskap og kompetanse sikret at produktene ble like eller, ved en nøyere vurdering, relativt like. Hvis vi studerer gamle sverd på historisk museum, vil vi ved første øyekast tro at mange av sverdene er like. Men måler vi dem nøyaktig, ser vi at detaljene er forskjellige.

I dagens samfunn hvor vi masseproduserer varer, og hvor automatiserte produksjonslinjer ofte er det utførende produksjonsleddet, kan vi ikke uten videre benytte den gamle håndverkstradisjonen til produksjon. For å sikre en jevn produktkvalitet og at funksjonelle egenskaper og utforming av produktet blir repetert, må vi i større grad dokumentere produktets egenskaper og utforming.

En del av denne dokumentasjonen vil være i form av tegninger.

## Hvorfor visualisere ved hjelp av tegning?

Som regel visualiserer vi ved hjelp av bilder, enten i form av en fysisk modell, i form av foto eller video eller i form av tegninger. Hvis produktet skal produseres, vil vi ha behov for en mer nøyaktig beskrivelse av produktet enn hva et bilde kan gi. Vi har behov for å angi dimensjoner og toleranser og å beskrive overflate osv. Dette blir spesielt viktig dersom flere bedrifter skal produsere samme produkt, eller om bedriftene skal produsere hver sine enkeltelementer som skal inngå i et ferdig produkt.

I dagens globale produksjonsmiljø er vi etter hvert vant til at en del av produktet produseres i ett land, og at denne produktdelen så monteres sammen med andre produktdeler fra andre land. Det blir derfor meget viktig at delene passer sammen med den nøyaktighet som er påkrevet. Tegninger er her en betydningsfull informasjonskilde. Det å kunne utvikle gode tegninger samt å kunne forstå disse er derfor nødvendig kunnskap.



Øvelse i å lese tegninger  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

- [Solid Edge Revolve videokurs](#)
- [Lærerveileitung for undervisning i SolidWorks-programvare](#)

# Tegningslesing

Forfatter: Industriskolen

[Tegningslesing \(123865\)](#)

Hvis produktet skal produseres, vil vi ha behov for en mer nøyaktig beskrivelse av produktet enn hva et bilde kan gi. Vi har behov for å angi dimensjoner og toleranser og for å beskrive overflate osv. Dette blir spesielt viktig dersom flere bedrifter skal produsere samme produkt, eller om bedriftene skal produsere hver sine enkellementer som skal inngå i et ferdig produkt.



## Tegningslesing / video

<http://ndla.no/nb/node/141407>

## 2D-tegninger

De fleste tegninger er utført i 2D, det vil si at de viser plane flater og har ingen dybde. En del tegninger vil benytte skravur og stippling for å få en ekstra dimensjon inn i tegningen, slik at vi får et inntrykk av eventuelle indre hulrom, åpninger, børinger, volum o.l. Den største mengden av tegninger som lages, er i 2D.

## 3D-modell og -tegninger

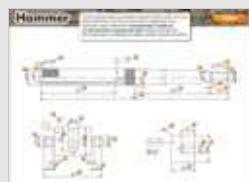
For mer komplekse komponenter eller et sammensatt produkt velger vi ofte å lage 3D-tegninger for å kunne visualisere produktet. Ut fra en 3D-tegning eller 3D-modell kan vi hente ut 2D-tegninger for å kunne visualisere de enkelte delene av produktet. En kombinasjon av 3D-modell og 2D-tegninger vil ofte gi god dokumentasjon av produktet.



Eksempel på en 3D-tegning

## Tegningsformat

En tegning vil ha et format. Formatet eller størrelsen er definert i NS 1437 : 1977. Ved valg av format tar vi utgangspunkt i den mengden informasjon som skal lagres i tegningen, og den skalaen som tegningen skal lages i. Størrelsen på den delen som skal tegnes, samt hvor mange snitt vi må ha, vil som regel gi oss svaret på hvilken målestokk tegningen skal lages i. Hvis antallet snitt er lite, vil det ofte kunne være tilstrekkelig med en hovedtegning med et rimelig lite tegningformat, for eksempel A2 eller A3.



Øvelse i å lese tegninger

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)

## Tittelfelt

Tittelfelt og utformingen av disse er definert i NS 1437 : 1977. Hensikten med et tittelfelt er å kunne identifisere tegningen på en unik måte. Dette gjøres som regel ved å gi tegningen et unikt tegningsnummer og et tegningsnavn. De fleste bedrifter har et eget system både for navngiving av tegningene og for nummerering av tegningene. Vanlig informasjon som du vil finne i et tegningsfelt, er: tegningsnavn, tegningsnummer, revisjonsnummer, tegningsformat, krav til toleranser, målestokk, tegnet av og dato, godkjent av og dato.

Dato	Rev.nr.	Kartegnr.	Tegningsform
			FORMA, LOKK
Dato	Dok.nr.	Produkt	
Tegningsnavn		Tegningsnummer	
			Mål

Eksempel på tittelfelt

## Stykkliste

En stykkliste er en detaljert spesifikasjon av de detaljene som inngår i tegningen. Stykklisten kan enten være på selve tegningen, eller vi kan ha en separat stykkliste som tilhører tegningen, med unik referanse til denne. En stykkliste vil vanligvis inneholde følgende informasjon: pos. nr. (delnummer på tegningen), antall enheter per pos., navn, type, dimensjon, ref. standard eller tegning, materiale, kg pr. stk.

Det er svært viktig at stykklisten og emnelisten er korrekte. Enhver endring på tegningen som har innflytelse på disse listene, må registreres av kvalitetssikringsårsaker.

## Revisjon av tegning

De fleste tegninger blir revidert en eller flere ganger i sitt livsløp. Dette betyr at det er fordelaktig å ha et revisjonsfelt i forbindelse med tittelfeltet som kan vise hvilken revisjon vi nå har, og hva denne revisjonen består av. Selv om revisjonen beskrives i et revisjonsfelt, må det også angis på tegningen hva som er revidert, og endringen må vises.

## Skaleringsmålestokk

De fleste tegninger er tegnet i en skala. De fleste produkter er av en slik størrelse at dette er nødvendig. Det er to former for skalering: forstørrelse eller forminsking. Vanlig skala ved forstørrelse er: 2 : 1, 5 : 1, 10 : 1, 20 : 1, 50 : 1, og vanlig skala ved forminskning er: 1 : 2, 1 : 2,5, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100 osv. Er tegningen i naturlig målestokk, benyttes begrepet målestokk 1 : 1.

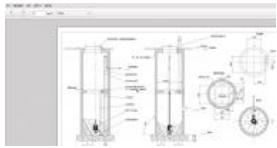
Pos.	Navn	Dimensjon	Ant. Prs.	Type	Erlig.	Materiale	Kg. pr. stk.	Kunststoff
1	Bunnplate 2x 125 x 150	300x125	1048		4011.2			
2	Hulplate 2x 190x150	300x125	1048		4011.2			
3	Ramme 2x 190x150	300x125	1048		4011.2			

Eksempel på stykkliste

# Tegningselementer

Forfatter: Industriskolen

[Tegningselementer \(115985\)](#)



Vi skal her gå gjennom forskjellige tegningselementer i mer detalj.

## Linjetyper

Til tegningen vil du benytte forskjellige linjetyper. Linjetypene har forskjellige formål, og vi benytter disse på en standardisert måte.

## Linjetykkelselser

De forskjellige linjetypene kan ha forskjellige linjetykkelselser. Linjetykkelsene er standardiserte.

Innenfor teknisk tegning er linjetykkelsen grov og fin de mest brukte. Forholdene mellom den grove og den fine linjetykkelsen er 2 : 1, det vil si at dersom 1 mm velges for grov, benyttes 0,5 for fin.

For manuelle tegninger benyttes som regel grov 1 mm eller 0,7 mm. For DAK-tegninger vil uttegningen foretas gjennom en elektrostatisk printer eller plotter, og linjen blir meget god. Av den grunn benyttes linjetykkelsen grov 0,5 eller 0,7.

## Piltyper

Når du ser på de tegningene som er vist til nå, ser du at vi har benyttet en piltype på mållinjene. Det kan benyttes flere typer piler, men felles for alle tegninger er at kun én piltype benyttes, og at denne piltypen benyttes for alle tegningene som hører sammen.

## Generelle symboler

For å unngå for mye tekst på en tegning har det blitt utviklet en rekke symboler som skal erstatte teksten, og som skal gjøre det enkelt for leseren å forstå hva som menes. De mest vanlige symbolene som har med tegningsframstilling å gjøre, vises i tabellen. I tillegg finnes det en rekke andre spesialsymboler for de forskjellige fagretningene. Disse kommer vi tilbake til senere.

## Målsetting

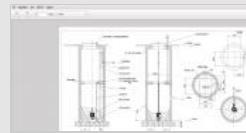
Målsettingen er en av de viktigste delene av tegningen. Målsettingen er av stor betydning både for konstruksjon og produksjon. Ofte vil konstruksjon, produksjon og andre avdelinger ha forskjellig behov for målsetting på tegningen, og derfor produseres det ofte forskjellige typer tegninger som da retter seg mot de forskjellige avdelingene. På denne måten kan tegningene forenkles når det gjelder målsetting og symboler.

En del generelle regler kan vi imidlertid gi:

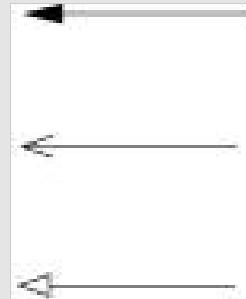
- Målsettingen skal være konsekvent gjennom hele tegningen.
- Målene skrives enten slik at de leses nedenfra og mot høyre, det vil si at målene skrives over mållinen, eller målene skrives slik at de leses nedenfra, det vil si at mål som ikke er horisontale, skal bryte mållinen.

Linjetype	Beskrivelse	Standardverdi
A	Bred linje - gjenn	Standardlinje og kontur
B	Bred linje - bl	Linje som markerer et teknisk element, som ikke er kontur, men som ikke er en kontinuerlig linje. Brukes til å markere at noe er eksplorert, eller til å markere et teknisk element.
C	Bred linje med oppheng	Opphenget er svært
D	Utan - teknisk linje	Standardlinje - teknisk linje
E	Fattig teknisk linje	Standardlinje - teknisk linje
F	Fattig teknisk linje	Standardlinje - teknisk linje
G	Fattig teknisk linje	Standardlinje, symmetrilinje
H	Fattig teknisk linje med oppheng	Opphenget er svært
I	Utan - teknisk linje	Medlinje or Innskrift linje etter DIN 6880-2
J	Fattig teknisk linje	Kontur av tilhørende deler, deler som ikke er kontinuerlig med linjen
K	Fattig teknisk linje med oppheng	Opphenget er svært
L	Fattig teknisk linje	Innskrift linje

Oversikt over linjetyper



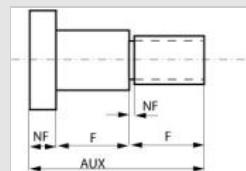
Eksempel på linjetykkelse



Eksempel  
på piltyper

Standard	11	Standardtvis av linjene er horisontal. Hvis ikke spesiell oppskrift.
Horisontal	12	Horisontal tvis av linjene er horisontal. Tvis av linjer ikke standard.
Vertikal	13	Vertikal tvis av linjene er vertikal. Tvis av linjer ikke standard.
Øverst	14	Horisontal tvis av linjene er øverst. Tvis av linjer ikke standard.
Underst	15	Horisontal tvis av linjene er underst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst	16	Horisontal tvis av linjene er øst. Tvis av linjer ikke standard.
Vest	17	Horisontal tvis av linjene er vest. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest	18	Horisontal tvis av linjene er øst/vest. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Horisontal	19	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/horisontal. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Vertikal	20	Vertikal tvis av linjene er øst/vest. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øverst	21	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øverst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Underst	22	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/underst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst	23	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Vest	24	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/vest. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst/Vest	25	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øst/vest. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst/Vest/Vertikal	26	Vertikal tvis av linjene er øst/vest/øst/vest. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst/Vest/Øverst	27	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øst/vest/øverst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst/Vest/Underst	28	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øst/vest/underst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst/Vest/Øst	29	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øst/øst. Tvis av linjer ikke standard.
Øst/Vest/Øst/Vest/Vest	30	Horisontal tvis av linjene er øst/vest/øst/vest/vest. Tvis av linjer ikke standard.

Et utvalg av de mest  
vanlige symboler



Eksempel på typer  
målsetting

Alle mål og toleranser samt andre mål som er viktige for at vi skal få en fullstendig beskrivelse av objektet, skal være med på tegningen. Som nevnt er det viktig at alle relevante mål er med på tegningen. Allikevel må det ofte tas med målsetting som har til hensikt å være til hjelp i fabrikasjonen av delen.

Vi skiller derfor mellom forskjellige typer målsetting:

1. Funksjonsmål (F). Funksjonsmål er mål som har direkte betydning for delens funksjon. Målene skal plasseres lett synlig og slik at det ikke er nødvendig å regne seg fram til målet.
2. Ikke-funksjonelle mål (NF). Ikke-funksjonelle mål er mål som strengt tatt ikke er nødvendige for funksjonen, men som er viktige for å kunne lage delen.
3. Hjelphemål (AUX). Hjelphemål er mål som ikke har stor betydning for selve delen, men som er til hjelp eller til opplysning. Hjelphemål skal ikke toleransesettes. Derfor settes det parentes rundt hjelphemål for på denne måten å vise at de generelle toleranser for tegningen ikke skal gjelde disse målene.

Målsettingen vil generelt være slik at måltallet, dimensjonen, skal stå midt på mållinjen. Normalt skal også måltallene plasseres mellom pilspissene. På figuren ser vi to spesielle tilfeller:

For lengdemålene 5 og 5 er det ikke pilspisser som deler opp mållinjen. Årsaken til dette er at avstandene er for korte, slik at skulle det ha vært tegnet pilspisser her, så ville disse ha flytt inn i hverandre. Pilspissene er derfor erstattet med en skråstilt linje.

Måltallene 60 og 135 er understreket med en tykk kraftig linje. Dette betyr at disse målene ikke er riktig på tegningen i henhold til den målestokken som er angitt. I dette tilfellet kan du med andre ord ikke måle på tegningen. Årsaken til dette er at tegningen har blitt forandret uten at selve geometrien er endret. Legg også merke til at den siste avtrappingen ikke har noe lengdemål. Bakgrunnen for dette er at dette målet er unødvendig når alle de andre målene er angitt. En målsetting her ville ha gitt en dobbeltmålsetting, og dette vil en normalt prøve å unngå. Alternativt kunne en ha satt inn det siste målet i parentes for å vise at dette målet kun er til orientering, men at det ikke skal benyttes som arbeidsmål.

## Gjenger

Veldig mange forbindelser er skrudd sammen. Hvis vi skulle tegne forbindelsen slik den er i virkeligheten, ville tegnearbeidet blitt omstendelig, og tegningen ville mistet lesbarheten sin på grunn av kompleksiteten i tegningen.

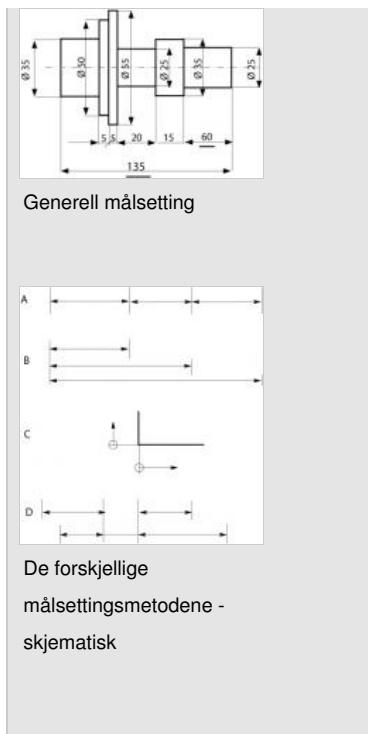
Tegning av en skruforbindelse forenkles slik at vi bare tegner gjengetoppen med en grov hel linje og gjengebunnen med en fin heltrukket linjetykkelse, det vil si når den innvendige gjengen vises i snitt. Dette gjelder både innvendige gjenger i hull og utvendige gjenger på en skrue eller tapp. Hvis vi derimot skal vise en innvendig gjenge som er skjult av øvrig gods, tegnes gjengen, både bunn og topp, med fin stiplet linje.

## Målsetting av gjenger

Det finnes forskjellige gjengetyper på markedet. Den mest vanlige gjengetypen i Norge er metriske gjenger, og det er denne gjengetypen som vil bli omtalt her. Vanligvis er gjengetypen en høyregjenge, og vanligvis vil dette ikke bli angitt. Hvis gjengetypen er en venstregjenge, må dette angis. RH (Right Hand) angir en vanlig høyregjenge. LH (Left Hand) angir en venstregjenger forbindelse.

## Toleranser

Stort sett alle mål har en toleranse selv om dette ikke er sagt direkte på tegningen. Hensikten med en toleranse er å fortelle hvor nøyaktig et produkt skal lages, og hvordan deler skal passe sammen.



Enten vil vi benytte en generell toleranse for målene, eller så vil toleransene bli oppgitt direkte for de aktuelle målene. Toleransreferansen til en standard eller klasse kan være angitt som en generell angivelse i stykklisten, men i tillegg kan det være angitt egne toleranser eller spesifikke toleranser til de enkelte målene.

Vi skiller mellom direkte målsatte toleranser og de mer generelle geometriske toleransene.

### Geometriske toleranser

Geometriske toleranser er en samlebetegnelse på et sett med toleranser som ikke er direkte tilknyttet til et mål. Toleransene retter seg mot:

1. form
2. retning
3. beliggenhet
4. kast

Toleransene benyttes bare når de er nødvendige, det vil si at de benyttes når å bruke vanlige måltoleranser ikke er tilstrekkelig for å begrense for eksempel målfeil. Følgende eksempler kan beskrive dette nærmere:

NS-ISO 2768-2:1990 angir geometriske toleranser for elementer uten spesiell toleranseangivelse. Standarden har tre toleranseklasser for de forskjellige typene av geometrisk toleranse.

### Snitt

På grunn av produktets form vil det ofte være behov for å lage snitt (eller en gjennomskjæring) for å vise detaljer av produktet. Noen ganger vil et snitt være en forstørrelse av et område. Andre ganger kan et snitt være en gjennomskjæring av produktet for å vise detaljer som ellers ikke ville være synlige.

#### Snitt i ett plan

Snittlinjen gjennom produktet tegnes med grov strekpunktlinje utenfor produktet og med fin strekpunktlinje inne i produktet. Hvis snittlinjen er rettlinjet gjennom produktet, sier vi at snittlinjen er i ett plan.

Snittflatene skraveres normalt med fine linjer i 45 graders vinkel. Der hvor det er hull eller andre hulrom i snittet, skraveres dette ikke fordi det ikke skjæres igjennom, som en ville gjort i et helt materiale.

#### Snitt i flere plan

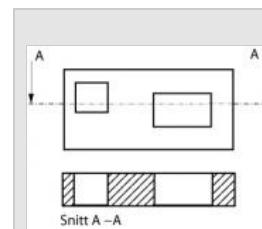
Ofte vil du la snittlinjen gå gjennom forskjellige områder i et produkt, fordi det du ønsker å vise, ikke ligger på en rett linje. Snittlinjen skifter med andre ord retning inne i produktet. I dette tilfellet sier vi at snittlinjen går i flere plan. Snittlinjen tegnes på samme måte som i forrige tilfelle, men der hvor linjens endring er, vil retningsendringen tegnes med en tykkere strek. Legg spesielt merke til at der hvor snittlinjen foretar en retningsendring, vil det i praksis egentlig bli en ekstra konturlinje i materialet. Denne konturlinjen er imaginær, og den blir ikke tegnet.

#### Projeksjoner/riss

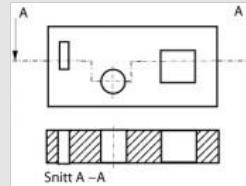
Skal vi lage en tegning av et produkt, kommer vi raskt opp i en rekke problemstillinger som vi må løse.

General machining	mm	inch
Blank tolerance	0.25	.010
Flatness	0.15 + 0.13	.005 + .008
Concentricity	0.25 mm	.010 inch
Runout	0.26 in 2.01	.010 in 10.1
Parallelism	3.75 in 2.01	.100 in 10.1
Frequencies		+10%
X-Y-Z	±1.25	±.010
X-Z	±0.8	±.030
Z	±0.5	±.010
Surface RMS	1.2 µm	125 µin
Angle	±0.50 deg	±0.50 rad
RFS except where marked		

Eksempel på en generell toleranseangivelse på en tegning



Snitt i ett plan



Snitt i flere plan



Projeksjonsmetoden vist med eksempel fra en iPhone

Hvis du for eksempel tar opp en iPhone og ser på den, vil du raskt se at den ser helt forskjellig ut avhengig av hvilken vinkel du ser på den fra. På figur 1 vil du se en iPhone fotografert fra forskjellige projeksjoner, eller riss som det også kalles. Som du ser av fotografiene, ser iPhonen forskjellig ut avhengig av hvilket riss du ser. Dette betyr at det vil være vanskelig å lage en tegning som viser alle disse detaljene i ett riss, og vi må derfor benytte flere riss for å kunne dokumentere alle detaljene.

De projeksjonene, rissene, som vises her, er standardiserte projeksjoner som benyttes ved tegninger som følger Norsk Standard. Dette er også en Europeisk Standard.

Avhengig av tegningen kan vi enten velge å lage flere tegninger hvor vi kun har én projeksjon, ett riss, per tegning, eller vi kan vise alle projeksjonene på én og samme tegning. Mer om dette senere. Det er derimot viktig at vi kun benytter de antallene riss som er nødvendige for å kunne få korrekt dokumentasjon.

Projeksjoner og riss er nærmere beskrevet i Norsk Standard. De tre mest vanlige rissene er:

- sett forfra
- sett ovenfra
- sett fra venstre

Det risset som viser mest informasjon om produktet, kalles hovedrisset. Vanligvis vil dette være risset sett rett forfra.

Eksempel på projeksjoner/riss. Som det går fram av bildene, er vi avhengige av flere projeksjoner/riss for å kunne forstå hvordan produktet er bygget opp. Vi ser klart fra bildene at én projeksjon ikke er tilstrekkelig for å få med seg alle detaljene.

## Symbol

For å forenkle informasjonen som er på tegningen, benyttes det i stor utstrekning symboler for å identifisere hva som skal gjøres. Disse symbolene kan ofte være bransjespesifikke eller bearbeidingspesifikke. Innen mekanisk industri kan det nevnes følgende hovedområder med spesielle symboler:

- bearbeidingssymboler
- ruhetssymboler
- sveisesymboler
- kontrollsимвoler

Bruk av symboler: Hensikten med symbolene er som nevnt at vi lett skal kunne angi hva som skal gjøres, uten å måtte beskrive dette i detalj med ord. Symbolene er entydig definert, og deres plassering og bruk er standardisert. Vi har en del generelle symboler og en rekke fagorienterte symboler, som for maskinering, sveising osv. og innenfor elektro og andre fagområder.

## **Solid Edge Revolve videokurs**

Forfatter: Rune Mathisen

[Solid Edge Revolve videokurs \(123851\)](#)



Her er et videokurs i bruk av Solid Edge Revolve, laget av Geir Sigurd Handegård. En revolve-tegning lages ved å rotere en kontur av en aksel rundt akselens senterlinje. Ferdig modellering konverteres til 2D ISO-standard for maskintegning.

Endre Solid Edge fra Syncronice til Ordered



## **Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123851>

Solid Edge Revolve del 1 - Tegne en bolt



## **Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123851>

Solid Edge Revolve del 2 - Tegne en dor



## **Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123851>

Solid Edge Revolve del 3 - Tegne en kjørner



### **Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123851>

Solid Edge Revolve del 4 - Tegne et hammerhode (1)



### **Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123851>

Solid Edge Revolve del 5 - Tegne et hammerhode (2)



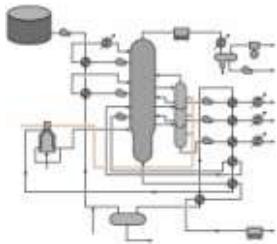
### **Solid Edge Revolve videokurs / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123851>

# Flytskjema

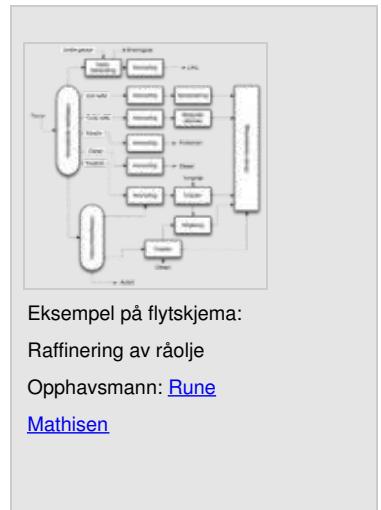
Forfatter: Rune Mathisen

[Flytskjema \(117031\)](#)



På samme måten som kart og kompass hjelper oss å navigere i ukjent terrenget for å komme fram til målet, gir flytskjemaene oss muligheter til å lære prosessene å kjenne før vi går ut i fabrikken.

Et av de viktigste hjelpemiddlene vi har for å forstå prosesser er flytskjemaer. Disse gir en grafisk framstilling av prosessen. Enhetsoperasjoner blir oftest framstilt som bokser eller enkle tegninger av prosessutstyr, og disse er koblet sammen med linjer som angir transportretningen.



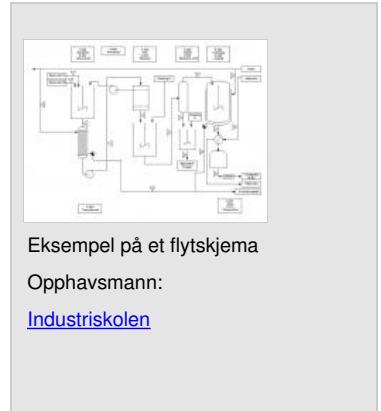
Et flytskjema er en skjematiske presentasjon av en prosess.

At presentasjonen er «skjematiske», betyr at det er en symbolsk og forenklet framstilling. Det er viktig at flytskjemaene ikke blir for detaljerte, for da mister man lett oversikten. Siden det jo nettopp er oversikt man vil ha, bør vi derfor alltid forenkle så mye som mulig. En annen type diagram som brukes mye i industribedrifter, kalles P&ID (teknisk flytskjema). I motsetning til den typen flytskjemaer vi ser på her, skal et P&ID være så detaljert som mulig.

## Vanlige symboler

Når du tegner flytskjemaer er hensikten å skaffe en oversikt over prosessen og kunne se sammenhengen mellom de ulike enhetsoperasjonene. Flytskjemaene kan tegnes med bokser (med en beskrivende tekst inne i boksen) eller med enkle symboler som forestiller de ulike prosessenhetene.

I tabell 1 finner du en oversikt over noen vanlige symboler som blir brukt i kjemisk prosessindustri. Det finnes mange flere, men ofte bruker man bare firkantede bokser. Det viktigste er at flytskjemaet er enkelt å forstå!



Tabell 1: Vanlige symboler i prosessflytskjema

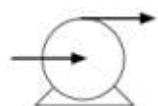
Symbol

Forklaring

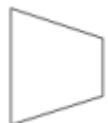
 Indikerer koblinger og transportretning mellom prosessenhetar. Transporten kan for eksempel gjøres i rør eller på transportbånd.



Ventil



Sentrifugalkpumpe



Kompressor



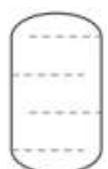
Tank (åpen)



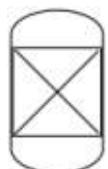
Tank (lukket)



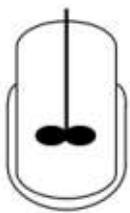
Mikser



Destillasjonstårn



Absorpsjonstårn eller reaktor



Reaktor med røring og kjøling/oppvarming



Varmeveksler

# Fordøyelsesprosessen

Forfatter: Rune Mathisen

[Fordøyelsesprosessen \(127077\)](#)

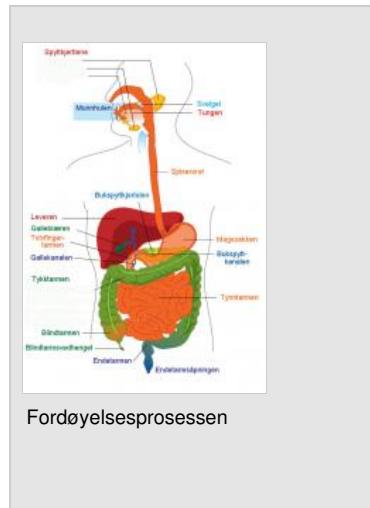


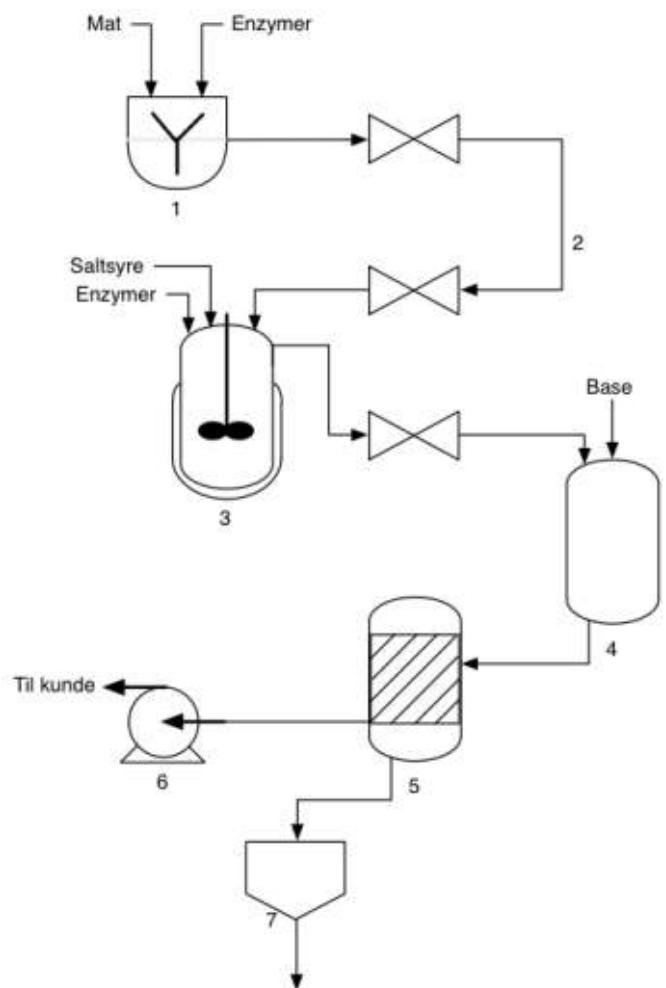
La oss ta en titt på en prosess du kjenner godt, og som faktisk er en del av deg. Vi skal bruke fordøyelsesprosessen som et eksempel når vi lager et flytskjema.

Vi bytter ut de indre organene med utstyr som vanligvis brukes i prosessindustrien. Dette er enhetsoperasjonene i prosessen:

1. **Miksing:** Prosessen starter med knusing av maten samtidig som den blandes med et enzym.
2. **Transport:** Maten transporteres til magesekken via spiserøret. Det er to ventiler på dette røret.
3. **Reaktor:** I magesekken skjer det meste av den kjemiske bearbeidingen.
4. **Nøytralisering:** Magesyren nøytraliseres ved at det tilsettes en base.
5. **Absorpsjon:** I tarmen absorberes produktene.
6. **Transport til kunde:** Blodet sørger for at produktene kommer dit de skal (til cellene i kroppen).
7. **Avfallshåndtering:** Avfallet deponeres på en forsvarlig måte.

Et flytskjema for denne prosessen kan da se slik ut:

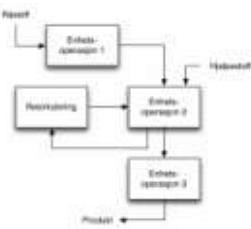




# Oppgaver: Flytskjema

Forfatter: Rune Mathisen

[Oppgaver: Flytskjema \(117213\)](#)

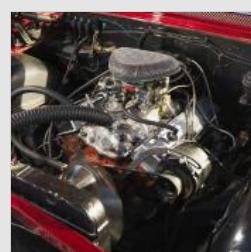


I disse oppgavene skal du tegne flytskjemaer. Bruk gjerne enkle figurer som ligner litt på de ulike utstyrshetene, eller bruk bokser hvor du skriver navnet på enheten inne i dem (for eksempel "forgasser"). Husk at du ikke skal lage et skjema som forklarer hvordan utstyret ser ut – det viktigste er å forklare hvordan prosessen fungerer! Tegn piler mellom de ulike utstyrshetene slik at gangen i prosessen kommer klart fram.

## Bensinmotor

I prosessindustrien finner vi ofte forbrenningsprosesser, men du kjenner sikkert allerede til slike prosesser fra et annet sted. I forbrenningsmotorene man har på mopeder, motorsykler og biler, foregår det nemlig en forbrenningsprosess.

Du skal tegne et flytskjema for denne prosessen. Råvaren er bensin, og produktet er energi. Kunden (den som mottar energien) er stempelet i motoren. Du trenger derfor ikke å ta med akslinger og hjul. Avfallet fra denne prosessen er eksos. Enhetsoperasjonene kan for eksempel være bensintank, filter, pumpe, forgasser/innsprøytingssystem, cylinder, katalysator og lyddemper. Dersom du har god greie på bilmotorer, kan du i tillegg forsøke å tegne et flytskjema for en turbo-motor!



Bilmotor

Fotograf: [Corbis](#)

## Bake brød

Brødbaking kan også regnes som en prosess. En viktig del av denne prosessen er gjæring (fermentering), og dette er en kjemisk prosess som også brukes i industrien. Du skal sette opp et flytskjema som starter med blanding av råvarene (mel, gjær og vann), og som ender med et ferdig stekt brød.

Her er et lynkurs i brødbaking: Bland råvarene, men pass på at vannet er temperert. La deigen heve. Når den er ferdig hevet, kan du bake ut brødet. Deretter skal det stekes. Så er brødet ferdig!



Grovbrød

Fotograf: [Ketil Lyngvær](#)

## Rensing av avløpsvann

Hver eneste dag produserer du og jeg store mengder avløpsvann, for eksempel kloakk. Dette vannet må renses før det slippes ut i naturen. Rensingen foregår som regel i kommunale renseanlegg, og vi skal her se på denne prosessen.

Nedenfor finner du en prosessbeskrivelse for et kloakkrenseanlegg. Les nøye gjennom teksten og forsök å lage et flytskjema som beskriver den samme prosessen. Husk at du skal forsøke å forklare hvordan prosessen er – ikke hvordan anlegget ser ut! Er du usikker på hva slags symboler/figurer du skal bruke, så tegn en firkantet boks med en forklarende tekst inni.



Et basseng med

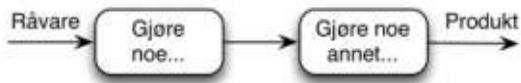
kloakkslam på

renseanlegget på

Bekkelaget

Fotograf: [Steinholt Ingar](#)

[Haug](#)



Når avløpsvannet kommer inn til renseanlegget, må det først grovrenses. Folk kan finne på å hive de rareste ting i do, og en grov rist sørger for å fange opp de største gjenstandene (ting som egentlig burde vært kastet i søpla).

Etter at avløpsvannet har vært gjennom den grove rista, føres det inn i en såkalt sedimenteringstank. Her faller sand og andre partikler til bunns, samtidig som fettstoffer stiger til overflaten. Både partiklene og fettet kan nå enkelt fjernes fra vannet.

En del partikler er så små at de ikke kan fjernes i sedimenteringstanken. Vannet fra sedimenteringstanken blir derfor ført videre til en tank hvor det blir tilsatt kjemikalier. Disse kjemikaliene får de små partiklene til å felle ut (synke til bunns). Dermed kan også de små partiklene fjernes fra vannet.

Til slutt blir avløpsvannet ført inn i en biologisk rensetank. Selv om det nå er fritt for både store og små partikler, inneholder det fortsatt en del såkalte næringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser). I den biologiske rensetanken blåser man inn oksygen, og dette gir gode forhold for bakterier som lever av næringsstoffene. Når bakteriene "spiser" næringsstoffene, dannes gassen karbondioksid. Bakteriene ender opp som slam. Ut fra denne tanken kommer det derfor tre ting: det ferdig rensede vannet, gassen karbondioksid og slam.

# P&ID

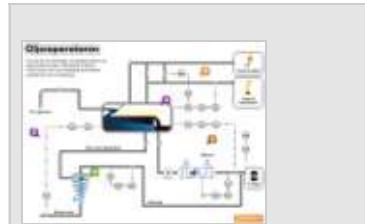
Forfatter: Rune Mathisen  
[P&ID \(116448\)](#)



P&ID er en forkortelse for det engelske uttrykket "Piping and Instrumentation Diagram". Dette er et skjema som beskriver mange detaljer om prosess- og instrumenteringsutstyret. På norsk kalles denne typen diagram av og til "teknisk flytskjema" (TFS), men det vanligste er å bruke P&ID også her.

Et P&ID er ganske forskjellig fra et flytskjema. I et flytskjema er vi gjerne ute etter å lage et diagram som beskriver en prosess slik at det skal bli enklere å forstå "flyten" i denne. Hensikten med et P&ID er derimot å dokumentere funksjonaliteten til anlegget og utstyret. For å få til det må et P&ID være mye mer detaljert enn et flytskjema. Det betyr blant annet at alle reguleringssløyfene er tegnet inn i et P&ID. Reguleringssløyfer tar man vanligvis ikke med i et flytskjema.

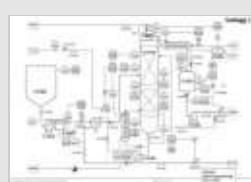
I et flytskjema bruker vi som oftest firkantede bokser for å vise enhetsoperasjoner. En enkelt enhetsoperasjon kan bestå av mange ulike utstyrsdeler. I et P&ID tegnes alle utstyrsdeler inn, uansett hvor små og uviktige de måtte virke. Alt skal med!



Oljeseparator - interaktivitet

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



Eksempel på P&ID:

Metanol

gjenvinningsanlegg

Opphavsmann:

[Utdanningsdirektoratet](#)

P&ID er et detaljert, teknisk diagram som viser hvordan alt prosessutstyr er knyttet sammen, og som viser alle instrumenter og reguleringssløyfer.

Et P&ID er ikke tegnet i skala, det vil si at utstyrsdelene på diagrammet ikke har riktig størrelse i forhold til hverandre. Derfor kan pumper og ventiler på et P&ID ofte se veldig store ut sammenlignet med tanker og annet utstyr.

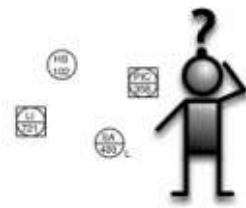
Hvordan de ulike delene er plassert i forhold til hverandre, vises heller ikke i et P&ID. For eksempel kan utstyr som på skjemaet ser ut til å ligge langt fra hverandre, i virkeligheten være plassert tett sammen.



# Symboler og koder i et P&ID

Forfatter: Rune Mathisen

[Symboler og koder i et P&ID \(116924\)](#)



I et P&ID brukes det en rekke symboler og koder som er standardiserte. For at du skal kunne klare å lese et P&ID, må du derfor lære deg de viktigste symbolene.

At noe er «standardisert», betyr i industrien at det er laget en teknisk beskrivelse som sier noe om hvordan ting skal gjøres. Slike beskrivelser blir utgitt i dokumenter som kalles «standarder».

I et flytskjema bruker vi heltrukne linjer med pil i enden for å vise en produktstrøm. I et P&ID betyr en heltrukket linje som oftest et rør. På røret står det gjerne også en tall- og bokstavkode. Dette er som regel identifikasjonsnummer og opplysninger om hva som strømmer i røret, rørdimensjonen og hva slags trykk det er laget for.

Gratis online P&ID tegneverktøy

[Forslag til teknisk flytskjema \(P&ID\) for nivåregulering](#)

Alle typer reguleringsutstyr, for eksempel et måleinstrument eller en regulator, er tegnet som sirkler. Disse sirklene kan se litt forskjellige ut avhengig av hvor de er montert i anlegget. Tabell 1 nedenfor viser de tre viktigste symbolene.

Tabell 1: Instrumentsymboler

Symbol	Betydning
	Lokalt montert instrument
	Montert i et kontrollrom
	Tilgjengelig fra en dataskjerm



Lokalt montert instrument

Mellom de ulike delene av en reguleringssløyfe er det som regel tegnet en stiplet linje (uten pil i enden). Denne stippled linja betyr at det er et elektrisk signal. Noen ganger kan vi også se en heltrukket linje med en eller flere tverrstrekker. Det betyr at det er andre typer signaler (altså ikke elektriske).

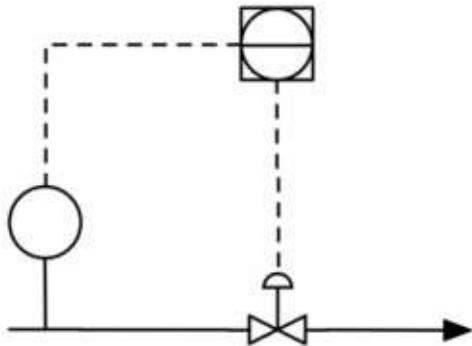


Montert i et kontrollrom

Nedenfor ser du hvordan en enkel reguleringssløyfe kan være tegnet i et P&ID. Her er det et lokalt måleinstrument (en sirkel) som overfører et elektrisk signal til en regulator som er tilgjengelig på en dataskjerm i et kontrollrom (en sirkel med tverrstrek i en boks). Regulatoren sender et elektrisk signal til en ventil.



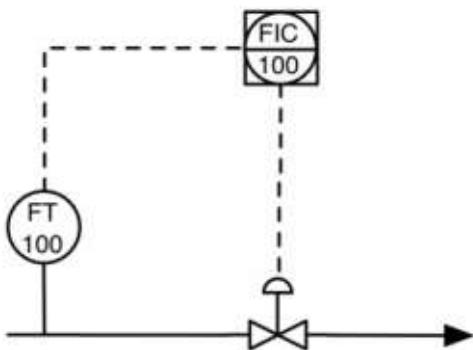
Tilgjengelig fra en dataskjerm



Inni sirklene som angir reguleringsutstyret, står det alltid en bokstavkode og et nummer. Bokstavkoden forteller hva slags instrument det er snakk om, og nummeret brukes som identifikasjon. La oss tenke oss at reguleringsløyfen vi akkurat så på, regulerer strømmen av en væske i røret. Det engelske ordet for strøm er «flow», og derfor brukes F som første bokstav i begge sirklene.

Instrumentet som er montert på røret, måler væskestrømmen (er-verdien). Den målte verdien overføres til regulatoren. Det engelske ordet for overføre er «transmit». Derfor er T den andre bokstaven i koden.

Instrumentet som er montert i kontrollrommet, har to funksjoner. Det skal vise er-verdien til operatøren (engelsk: «indicator»), og det skal utføre reguleringsjobben (engelsk: «control»). Derfor har dette instrumentet fått I og C som andre og tredje bokstav i koden sin. Vi kan nå tegne den enkle reguleringsløyfen slik:



Nå vet du hensikten med bokstavkodene, og da er det bare å sette i gang og pugge de ulike bokstavene! I tabell 2 nedenfor finner du et lite utvalg av de mest vanlige bokstavene.

Tabell 2: Bokstavkoder

Første bokstav	Andre eller tredje bokstav
A Analyse	Alarm
C	Regulator (eng. «controller»).
F Gjennomstrømningsmengde (eng. «flow rate»)	Fraksjon/ratio/forhold
H Håndoperert (eng. «hand»)	Høy (alarm). Plasseres som regel oppe til høyre på utsiden av sirkelen.
I Strøm (elektrisk)	Indikator (visning)
L Nivå (eng. «level»)	Lav (alarm). Plasseres som regel nede til høyre på utsiden av sirkelen.
P Trykk (eng. «pressure»)	

**S** Hastighet (eng. «speed»)  
**T** Temperatur

Bryter (eng. «switch»)  
Målesensor som sender ut et elektrisk signal (eng. «transmitter»)

Når du kjenner til bokstavene i denne tabellen, kan du begynne å sette sammen kombinasjoner. For eksempel betyr HS en håndbryter, og denne kombinasjonen brukes ofte på startbrytere på elektriske motorer. En annen variant kan være SAL, som er en hastighetsalarm som varsler ved lav hastighet.

Ser du bokstavene LI, betyr det at det er en indikasjon på nivået i en tank. Bokstavkoden PIC betyr at det er indikasjon på og regulering av trykk. Forstår du systemet?

Hvis du har tegnet flytskjema tidligere, har du kanskje lært å bruke et enkelt symbol for en ventil: to trekanner hvor spissene peker mot hverandre. I et P&ID er vi mye mer detaljerte, og derfor finnes det mange ulike symboler for ventiler. I tabell 3 finner du en liten oversikt over noen av de mest vanlige ventilsymbolene.

Tabell 3: Ulike ventiltyper

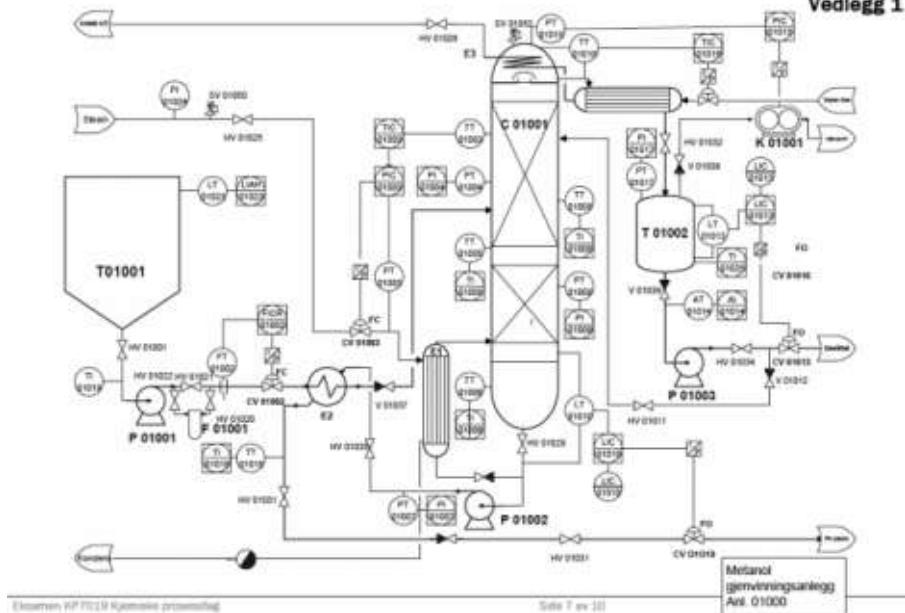
Symbol	Betydning	
	Manuelt betjent ventil	Ventilene drives som regel av luft eller elektrisk strøm. Det finnes egne symboler som viser hva ventilen gjør dersom man får en svikt i luft- eller strømtilførselen. I tabell 4 finner du noen eksempler på slike.
	Membranstyrt ventil	
	Sylinderstyrt ventil	
	Tilbakeslagsventil (strømmen kan bare gå i én retning)	

Tabell 4: Ventiloppførsel ved styresvikt

Symbol	Betydning
	Åpner ved luftsvikt
	Stenger ved luftsvikt
	Blir stående i siste posisjon ved luftsvikt

Det tar litt tid og krever en del erfaring og trening for å bli god til å lese P&ID. Så derfor er det i grunn bare å starte treningen med en gang! Nedenfor ser du et P&ID fra en eksamensoppgave i kjemiprosessfaget (klikk for å forstørre). Forstår du flesteparten av symbolene? Forstår du hvorfor reguleringssløyfene er koblet sammen slik de er?

## Vedlegg 1



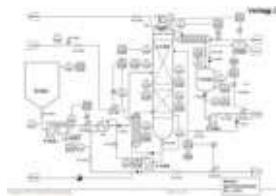
Eksempel på P&ID (teknisk flytskjema) fra eksamen i kjemiprosessfag 2007

Opphavsmann: Utdanningsdirektoratet

## Oppgaver: P&ID

Forfatter: Rune Mathisen

[Oppgaver: P&ID \(127632\)](#)



I disse oppgavene skal du tegne P&ID (teknisk flytskjema).

### Tegne P&ID med én reguleringssløyfe

Du skal tegne et P&ID for denne reguleringssløyfen:

I en tank (T-1) er det et utløp i bunnen hvor det hele tiden renner litt væske ut (forbruk). Det er en nivåmåling på tanken, og en nivåregulator som justerer mengde væske inn i toppen av tanken ved hjelp av en reguleringsventil.

Gratis online P&ID  
tegneverktøy

### Tegne P&ID med mange reguleringssløyfer

Bruk tegningen du laget i forrige oppgave som utgangspunkt for denne oppgaven. Du skal tegne et P&ID for denne prosessen:

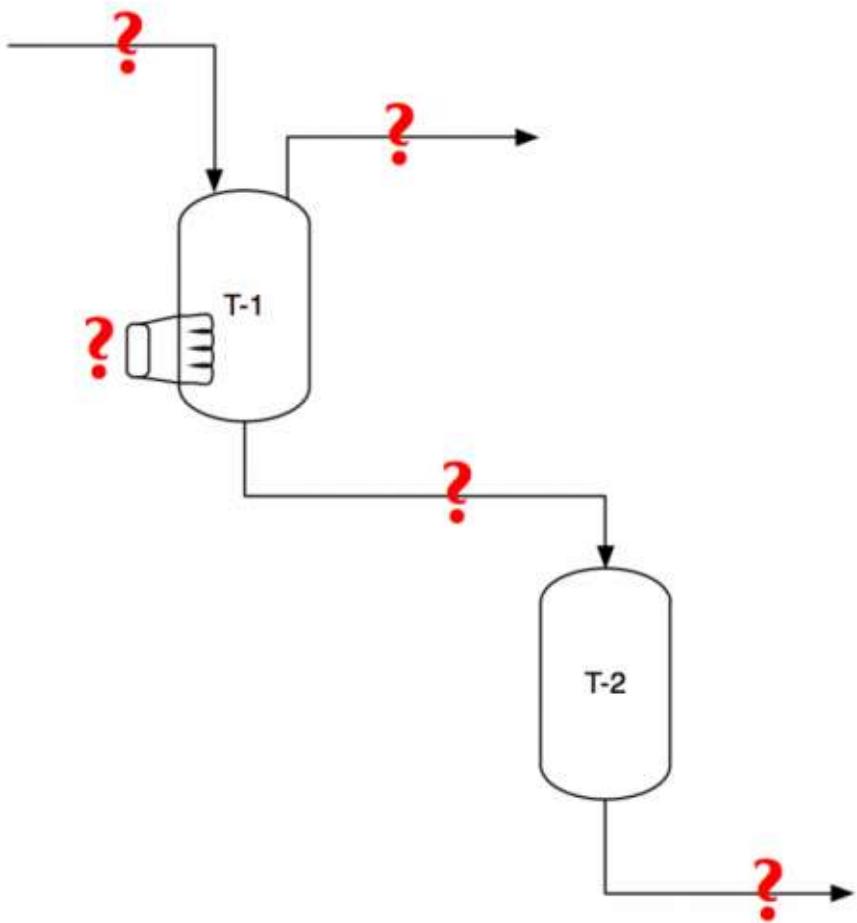
To tanker er koblet i serie (etter hverandre). Nivået i den første tanken (T-1) reguleres ved hjelp av en reguleringsventil på innløpet til denne tanken.

Innholdet i tank T-1 blir varmet opp ved hjelp av et elektrisk element som er montert inne i tanken. Det er en reguleringssløyfe for oppvarming av innholdet i tanken.

På grunn av at innholdet i tank T-1 blir varmet opp kan trykket bli høyt. Det er derfor montert en reguleringsventil som slipper av trykket i toppen av tanken. En trykkmåling på tanken styrer denne ventilen.

Fra bunn av tank T-1 pumpes det væske inn i toppen av tank T-2 (sentrifugalpumpe). Det er mengderegulering for denne væskestrømmen.

Nivået i tank T-2 blir regulert ved hjelp av en reguleringsventil i utløpet av tanken. Det er ingen temperaturregulering i denne tanken.



P&ID-oppgave

## Kvalitetsarbeid

Forfatter: Industriskolen  
[Kvalitetsarbeid \(58274\)](#)



Kvalitetsarbeid handler om å tilfredsstille kundenes forventninger til bedriften, med andre ord å kunne levere produktet eller tjenesten med den kvaliteten kunden krever å få.

Hva er kvalitetssikring?

En formell definisjon av (forklaring på) kvalitetssikring er:



Kvalitetssikring 01 /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/58018>



Kvalitetssikring 03 /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/130286>



Kvalitetssikring er avgjørende



En tekniker bruker ultralyd  
for å kvalitetssikre  
rørintegritet



Kvalitet for operatørene betyr  
at du skal gjøre ditt beste for  
å oppnå de mål du arbeider  
mot



Tekniker tester styrken av en  
gummiprøve

[Eksempel på en  
prosesstyringsprosedy  
re etter ISO 9002.](#)

Med kvalitetssikring mener vi de systemene og aktivitetene en bedrift bruker for å oppnå den kvaliteten som kunden krever på produktet.

En annen måte å si det på kan være:

*Rett vare (kvalitet) til rett pris til rett tid.*

For å oppnå dette bruker dagens industri kvalitetssikringssystemer. Dette er systematiserte metoder for å styre produksjonen (og konstruksjonen) mot de kvalitetsmål man har. Målene og hovedfunksjonene er systematisk beskrevet, og det er laget prosedyrer (arbeidsbeskrivelser) for de fleste aktiviteter.

Dersom det oppstår feil eller avvik, vil dette bli fanget opp av systemet, og det kan eventuelt gjøres tiltak for å hindre dette i å skje igjen. Det vil normalt være mulig for alle i bedriften å delta i en kontinuerlig forbedringsprosess.

## Kvalitetssystem

Med et **kvalitetssystem** menes et middel for å etterleve uttalt politikk og oppnå fastsatte mål. Det omfatter alle aktiviteter og faser, som å fastlegge ansvar og myndighet og koordinere forskjellige aktiviteter. Dokumentasjon, registrering av resultater og revisjon er også en del av kvalitetssystemet. Med kunde mener vi en forbruker, bruker, klient eller ytelsesmottaker.

Et annet viktig aspekt med **kvalitetssikringen** og **kvalitetssystemet** er bedriftens generelle organisasjon og dokumentasjon og hvor ryddig og tilgjengelig denne er for de ansatte. Gjennom å kartlegge sine prosesser på en fullstendig måte vil man få en mye bedre oversikt over egen styrke og svakhet.

Kvalitetssystemet skal bidra til å gjøre det enklere å forbedre disse prosessene og dermed øke bedriftens evne til å tjene mer penger. Det sies at en ny kunde koster fem ganger så mye å få som å beholde en eksisterende. Dette gjør at mange i dag fokuserer på å kvalitetssikre de prosessene som går direkte mot kundene.

Utgangspunktet for å lykkes med å beholde sine kunder er at det i bunnen ligger et godt kvalitetssystem. Selvsagt kan man lykkes med kundebehandlingen uten kvalitetssystemet, men oddsene reduseres.

Kvalitet vil for deg som operatør bety at du skal gjøre ditt beste for å oppnå de mål som du skal arbeide mot. Det vil si at du må følge instruksjoner og prosedyrer (arbeidsbeskrivelser) som er pålagt deg.

Det er et tydelig behov for å få en internasjonal standardisering av kvalitetskravene. Flere land har i flere år prøvd å lage en kvalitetsstandard som alle kunne være med på, og i 1986 fikk vi "**International Organization for Standardization**", ISO, med en terminologistandard. Med terminologi mener vi fagspråk, og med terminologistandard mener vi et fagspråk som vi alle kan forstå. Norge og mange andre land er medlem av denne organisasjonen.

**MERK!** Kvalitet betyr ikke det dyreste og flotteste produktet eller tjenesten, men det som tilfredsstiller det kunden forespør og krever. Det betyr at en vanlig mellomklassibil er kvalitet dersom den tilfredsstiller kundens krav, det må altså ikke være en luksusbil i millionklassen!

Med **totalkvalitet** eller **total kvalitetsledelse** mener vi en måte å lede en organisasjon på som legger vekt på kvalitet basert på medvirkning fra ALLE medarbeiderne. Målet er altså å føre organisasjonen mot totalkvalitet.

## Hvorfor har vi kvalitetssikringssystemer?

Noen har kvalitetssikringssystemer fordi kunden og markedet krever det, andre fordi de ser at de selv har nytte av det. I tillegg til bedre kvalitet vil også et godt kvalitetssikringssystem normalt bedre økonomien.

Fordeler	Ulemper
- bedre produkter	- store ressurser til å utvikle systemet
- bedre produktivitet	- krever ressurser for drift
og vedlikehold	
- bedre økonomi	- beslaglegger tid for alt personell
involvert	
- bedre tilgang til markedet	



## Hva er kvalitet?

Forfatter: Rune Mathisen  
[Hva er kvalitet? \(117684\)](#)



Ofte hører vi folk sier at "det var skikkelig god kvalitet på den varen". Men hva er egentlig kvalitet? Og hva er god eller dårlig kvalitet?

### Kvalitetsbegrepet

Vi starter med en definisjon av kvalitetsbegrepet:



Bensinkvaliteter

Fotograf: [Trond J. Strøm](#)



Melk

Fotograf: [Kristian Helgesen](#)



Kjøttdeigpakker

Opphavsmann: [Astrid Hals](#)

Kvaliteten til et produkt bestemmes ut fra målinger av utvalgte egenskaper til produktet og disse sammenlignes med noen forhåndsbestemte verdier.

La oss se nærmere på hva dette betyr. Du vet sikkert at bensin selges i ulike kvaliteter, markert med noe som heter oktantall. Dette tallet sier noe om bensinenes evne til å motstå selvantennning.

Det finnes en rekke forhåndsbestemte verdier for hva oktantallet skal være, for eksempel 95 eller 98. Når vi kjøper bensin fra pumpen som er merket med 98 oktan, forventer vi at bensinen faktisk har denne oktankvaliteten. Dersom oktantallet i virkeligheten er mye lavere eller høyere, kan vi si at bensinen ikke har den kvaliteten vi forventer.

Du drikker kanskje melk hver dag og vet at dette produktet også finnes i mange ulike kvaliteter: helmelk, lettmelk, ekstra lettmelk og skummet melk.

Kanskje lettmelk er favoritten din. Hva om du får en kartong som er merket lettmelk, men hvor innholdet er helmelk. Ville du ikke da sagt at det var dårlig lettmelk, selv om innholdet var helmelk av ypperste kvalitet?

Et annet produkt som du antakelig kjenner godt til, er kjøttdeig. Dette produktet selges i mange ulike kvaliteter som har forskjellige navn: karbonadedeig, kjøttdeig, familiedeig og medisterdeig. Den viktigste forskjellen på disse produktene er innholdet av fett.

I karbonadedeig er det lite fett, mens det i medisterdeig er mye fett. Det betyr ikke at medisterdeig er kjøttdeig av dårlig kvalitet! Så lenge fettinnholdet i medisterdeigen er innenfor de grensene som er satt, er kvaliteten god (i alle fall med hensyn til fettinnholdet).

Når vi sier at et produkt er av dårlig kvalitet mener vi at det ikke holder de spesifikasjonene som er satt for produktet.

## Homogenitet

Av og til er det ikke nok at noen enkeltmålinger viser at produktet er innenfor spesifikasjonene. Det bør helst også være slik at kvaliteten er jevn i en større mengde av produktet.

Tenk deg at du kjøper en pakke med kjøttdeig, og at det ligger en klump med rent fett i den ene enden, mens resten av pakken består av rent kjøtt. Da er ikke pakken av en tilfredsstillende kvalitet, den er ikke homogen. Hvis du ser på hele pakken under ett, kan fettinnholdet likevel være korrekt. Det holder altså ikke å bare se på fettinnholdet, vi må også se på hvordan det er fordelt i kjøttdeigen.

Melk blir homogenisert, det vil si at fettet fordeles likt overalt i melka. Dersom den ikke hadde blitt homogenisert, hadde alt fettet ligget på toppen av melka.



Kjøttdeig  
Opphavsmann:  
[Opplysningskontoret for egg og kjøtt](#)



Melkeglass  
Opphavsmann: [Jarle Nytingnes](#)

Når en mengde av et stoff har samme egenskaper og sammensetning i hele mengden sier vi at den er homogen.

# Kvalitetssikringsprosessen

Forfatter: Industriskolen

[Kvalitetssikringsprosessen \(123674\)](#)



Med kvalitetssikring mener vi ikke en prosess som vi blir ferdig med etter en viss tid. Vi blir aldri ferdig med kvalitetssikring, dette er en prosess som varer hele tiden!

Vi kan dele kvalitetssikringsprosessen inn i tre stadier:

- kvalitetsplanlegging
- kvalitetsstyring
- kvalitetsforbedring

Kvalitetsplanlegging er det vi gjør før produksjon med planlegging og forberedelse for å unngå at avvik (feil) skal forekomme. Man planlegger aktiviteten og beskriver hvorledes alt skal utføres i en prosedyre. Vi kan gjerne kalle en prosedyre for en instruks eller arbeidsbeskrivelse.

Kvalitetsstyring er det vi gjør under og etter produksjonen for å sjekke at kvaliteten er oppnådd, og eventuelt å korrigere/reparere.

Gjennom og etter utførelse blir handlingene og resultatene dokumentert, det vil si skrevet ned ved kvittering, gjennom rapporter eller enkle sjekklistar som blir oppbevart for ettertiden.

Etter en produksjonsserie eller et prosjekt ser man tilbake på hva som har skjedd, og ser om man kan forbedre noe til neste gang.

Dersom det oppstår avvik, blir det dokumentert (skrevet) i en avviksrapport der man prøver å finne årsaken. Deretter kan man ta stilling til hva som skal gjøres for å korrigere feilen i et kort perspektiv. Deretter ser man på hva man skal gjøre for å hindre at dette skal skje i framtiden. Kostnader ved avvik blir også registrert slik at bedriften kan styre etter dette.

Vi skal også merke oss at kontroll og overvåkning i forbindelse med kvalitetsstyring av produksjonen ikke betyr kontroll av de ansatte, men kontroll av produksjonsprosessen og produktene for å forbedre og effektivisere produksjonsprosessen, og for å forbedre kvaliteten på produktene! Dette vil sikre vår egen arbeidsplass og vår egen framtid!



Kvalitetssikring 01 /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/58018>



Kvalitetssikring 03 /  
h5p\_content  
<http://ndla.no/nb/node/130286>



Kvalitetssikring er  
avgjørende

På engelsk blir kvalitetssikringssystemet benevnt QA/QC som betyr: Quality Assurance / Quality Control. Vi har to ledd av QA og QC.

# Avviksbehandling

Forfatter: Industriskolen  
[Avviksbehandling \(24143\)](#)



Med avvik mener vi at produktet/tjenesten/oppgaven ikke er blitt slik som vi hadde planlagt eller spesifisert det.

Alle bedrifter har internrutiner, og der blir ofte rutiner for avvik behandlet. Eksempel på dette kan være:

"Alle som oppdager avvik i produksjonen eller avvik fra denne prosedyren, plikter å melde fra enten ved å skrive avviksrapport eller gi beskjed til nærmeste overordnede [...]"

Når vi har oppdaget et avvik, følger vi denne prosedyren:

- Hva er årsaken til avviket?
- Hva skal vi gjøre nå: reparere, kaste eller stoppe all produksjon?
- Hva må vi gjøre for at dette avviket (denne feilen) ikke oppstår i framtiden?
- Hva var kostnadene med avviket?

Avvikshåndtering er et meget viktig element i kvalitetssikringen da den brukt systematisk vil redusere avvik (feil) og således redusere avvikskostnadene. Produktiviteten øker. Et resultat er også at produktet vil bli bedre over tid og mer konkurranseskjærtig i markedet.

Esempel på  
avviksbehandling  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

Eksempel enkel  
avviksrapport

Opphavsmann: [Ostfold](#)  
[Fylkeskommune](#)

# Standardisering

Forfatter: Industriskolen  
[Standardisering \(58315\)](#)



Standarder finnes innenfor svært mange områder og brukes i mange ulike situasjoner i et moderne samfunn. De omgir oss i hverdagen uten at vi tenker over det, eller uten at vi behøver å tenke over det. Men hva er egentlig en standard, og hvordan blir en standard til?

## En standard

- beskriver viktige sider av varer, tjenester og/eller arbeidsprosesser (dette inkluderer også prøvingsmetoder)
- er et forslag til valg av alternativer, men utelukker ikke andre løsninger
- utarbeides etter initiativ fra interessegrupper som ønsker seg felles spilleregler i markedet
- kan fremme nasjonal konkurransedyktighet og bidra til utvikling av formålstjenlige og sikre produkter og produksjonsprosesser
- er frivillig å bruke, unntatt når myndighetene krever at de skal brukes, eller når det i avtaler er bestemt at de skal brukes

## Standarder anvendes i det vesentlige

- for å gi felles retningslinjer for hvilke krav som skal settes til varer og tjenester
- som spesifikasjon ved kjøp og salg for å forenkle, effektivisere og rasjonalisere kjøpsprosessen
- ved at de gir regler for hvordan prøving, sertifisering og akkreditering skal gjøres
- for å gi mer detaljerte beskrivelser der EU-direktiver, nasjonale lover og regler gir overordnede krav
- i forbindelse med tekniske spesifikasjoner i offentlige anbud

Noen standarder er generelle og gjelder over hele verden. Mest kjent er ISO-standardene som finnes for eksempel for metriske gjenger og maskineringspasninger.

Noen standarder gjelder bare i Europa, og disse heter EN xxxx.

Enkelte standarder gjelder bare i ett land, for eksempel NS xxxx i Norge.

En standard som gjelder i Norge, kan hete NS-EN-ISO xxxc.

Det finnes tusenvis av standarder i Norge, og det er ikke enkelt å finne fram.

**Standard Norge** utvikler og selger disse standardene.

Her følger noen eksempler på standarder som gjelder i Norge:

- NS-ISO 128-24:2002 Generelle tegneregler – linjer for mekanisk tegning
- NS 1420:1987 Geometriske toleranser
- NS-EN ISO 6410-1:1996 Gjenger og gjengede deler – Generell del
- NS-ISO 2553:1992 Sveisete og loddede forbindelser – Symboler for angivelse på tegninger
- NS-ISO 10005:2005 Systemer for kvalitetsstyring – Retningslinjer for kvalitetsplaner

### Hos [Norsk Standard](#)

kan en kjøpe  
standarder i trykt eller  
digital utgave



ISO  
Opphavsmann: [Arne Røen](#)



Sveisetekniske standarder  
Opphavsmann: [Arne Røen](#)



Standarder for dreiebenker  
Opphavsmann: [Arne Røen](#)

# Sertifisering

Forfatter: Industriskolen

[Sertifisering \(58314\)](#)



Et sertifikat er en skriftlig bekreftelse, gjerne fra et offentlig organ, på at en person har de nødvendige kvalifikasjoner, eller at et produkt oppfyller visse krav.

Sertifikater finnes innenfor mange yrker og er gjerne påkrevd gjennom standarder og lovverk eller fra kunder.

Et arbeidssertifikat gjelder en persons kompetanse. Bilsertifikat er én type. En annen type er sveisesertifikat. Til visse arbeider må sveiseren ha gjennomgått en prøve og fått utskrevet sertifikat før han kan gjøre jobben. Det er mange typer sertifikater for sveisere.

Materialsertifikater for stål vil inneholde informasjon om kjemisk sammensetning, bruddstyrke og slagseighet m.m. Det finnes mange typer av slike sertifikater.

## Kompetansebevis

Et kompetansebevis er også en form for sertifisering, men krever vanligvis ikke så formell utdannelse og prøving som et sertifikat. Kompetansebeviset er gjerne knyttet til bedriften, og eksempel på dette er truckførerbevis og kranførerbevis.

For enkelte arbeider må en for eksempel ha kurs i tiltrekking av bolter. Dette er ikke påkrevd etter standarder og lover, men et krav som bedriften har innført.

# Helse, miljø og sikkerhet

Forfatter: NRK

[Grunnleggende HMS \(105861\)](#)



Helse, miljø og sikkerhet (HMS) er vesentlig for enhver bedrift, stor eller liten. En trivelig, trygg og sikker arbeidsplass er et godt utgangspunkt for lønnsomhet. Det er derfor ikke noe motsetningsforhold mellom HMS og god lønnsomhet.

## Rettigheter og plikter

Det er gitt en rekke lover, forskrifter og veileddninger som setter krav om HMS på arbeidsplassen. Arbeidsgiver og arbeidstaker har både rettigheter og plikter i følge disse forskriftene.

Arbeidsgiveren har hovedansvaret for å tilrettelegge for et godt og sikkert arbeidsmiljø, stille verneutstyr til disposisjon og sørge for tilstrekkelig opplæring.

De ansatte har plikt til å medvirke. De har blant annet plikt til å melde fra om farlige forhold og handlinger, medvirke til et godt arbeidsmiljø og å bruke pålagt og tilgjengelig verneutstyr.

## Grunnleggende HMS

- Et planmessig HMS-arbeid skal sikre mot tap.
- Arbeidstakeren skal sikres mot sykdom og skade.
- Bedriften skal sikres mot økonomiske tap i form av skade på utstyr, materiell og avbrudd i driften.

For å oppnå gode resultater (og tilfredsstille forskriftene) skal bedriftene;

- Beskrive HMS målsettingen.
- Lage en enkel risikovurdering.
- Sørge for å registrere nesten-uhell, skader og sykdom slik at gjentakelser kan forebygges.
- Årlig vurdere om HMS-arbeidet er godt nok.

En god dialog mellom ledere og ansatte, slik avtalen om et mer inkluderende arbeidsliv beskriver, er avgjørende for utviklingen av en god arbeidsplass med et godt arbeidsmiljø uten skader og med lavt sykefravær.

Alle virksomheter krever styring og planlegging. Et styringssystem kan utformes på mange måter. For små virksomheter er det viktig at det ikke lages store og vanskelige systemer for å planlegge og følge opp viktige aktiviteter. Et styringssystem, stort eller lite, består egentlig bare av fire grunnleggende aktiviteter.

1. Fortell hva du skal gjøre (alle planlagte tiltak).
2. Gjør det du sa du skulle. Sjekk at tiltakene blir utført. Dette krever ansvar og tidsfrist.
3. Se etter at du har gjort det du sa du skulle gjøre. Kontroller at ting er gjort.
4. Hvis resultatet ikke ble som ventet – gjør noe med det.

Et godt HMS-arbeid er langsiktig og må styres etter fastsatte mål. Konkrete mål for HMS bør motivere alle i arbeidet med å skape en trygg, sikker og trivelig arbeidsplass. HMS-målene bør være så konkrete at det er mulig å gjennomføre tiltak for å oppnå målet.

Felles for alle bedrifter er at når vi jobber sammen med noen vi trives med, oppleves jobben som god, og arbeidsplassen er god for helsa. Når samarbeidet med arbeidskamerater eller ledere er dårlig, oppleves jobben som vanskelig.

Arbeidsplassen kan bli helsebelastende og føre til sykdom og skader, lav effektivitet og misfornøyde kunder. Alle må derfor bidra til å skape den gode, trygge og sikre arbeidsplass.

En god arbeidsplass kjennetegnes av en klar og tydelig leder som lar ansatte ta ansvar, og ansatte som bidrar aktivt til et godt og trivelig arbeidsmiljø.

En god bedrift er en bedrift der de ansatte føler at de har et eierforhold til bedriften, produksjonen og produktet. Den ansatte føler at han/hun betyr noe for bedriften og de resultater den oppnår. Hvis den enkelte også opplever å få anledning til å bruke sine kunnskaper og utvikle seg faglig, er grunnlaget for den gode arbeidsplass og god helse lagt.

Det er også viktig for den enkelte å vite hvilke krav som stilles til jobben. Like viktig er det at alle får klare tilbakemeldinger om man gjør en god eller dårlig jobb. En god regel er å gi ros i andres påhør og ris på tomannshånd.

Mange bedrifter velger å informere om ordretilgang og økonomi. Vi lever dessuten i en tid der arbeidslivet er preget av stadige forandringer og omorganiseringer. Da blir informasjon ekstra viktig. De ansatte har krav på en rimelig forutsigbarhet i sin arbeidssituasjon. Uten det blir de usikre, og usikre og utrygge mennesker er dårlig arbeidskraft. Informasjon før noe settes i verk er med på å gi de ansatte innsikt, en følelse av tilhørighet og medvirkning, noe som er helt vesentlig for et godt arbeidsmiljø.

En trivelig arbeidsplass kjennetegnes også ved at konflikter, enten de er mellom ansatte eller med leder, løses mens de er små. Kort sagt kan vi si at dårlige kolleger og ledere er en helserisiko, mens gode ledere og gode kolleger fremmer god helse. Det er ikke mulig å oppnå et godt HMS-nivå uten å skape en trivelig arbeidsplass.

## HMS og lover

Forfatter: Industriskolen

[HMS og lover \(58210\)](#)



Hovedloven for arbeidsmiljøarbeidet er arbeidsmiljøloven. Som andre lover har denne en underliggende dokumentstruktur av forskrifter og veiledninger.

### Arbeidsmiljøloven

Hovedloven for arbeidsmiljøarbeidet er arbeidsmiljøloven. Som andre lover har denne en underliggende dokumentstruktur av forskrifter og veiledninger.

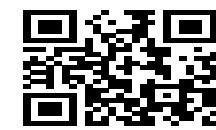
Arbeidsmiljøloven er en minimumslov som setter nedre grenser for arbeidsmiljøstandarden samtidig som den krever en kontinuerlig forbedring av arbeidsmiljøet. Loven fordeler også ansvar og oppgaver i HMS-arbeidet og beskriver arbeidsmetoder som skal følges.

Lovens formål er blant annet å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadefinninger, og som har en velferdsmessig standard som til enhver tid er i samsvar med den teknologiske og sosiale utviklingen i samfunnet.

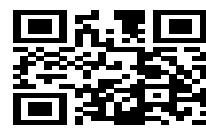
Arbeidsmiljøloven skal sikre alle arbeidstakere full trygghet mot fysiske og psykiske skadefinninger. Dette er arbeidsmiljølovens versjon av nulltankegangen.

Les mer om [Arbeidsmiljøloven](#)

### Internkontroll



film om praktisk  
bruk av  
arbeidsmiljøloven /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/58551>



film om HMS og  
arbeidsmiljøet /  
video  
<http://ndla.no/nb/node/58552>

Les hele  
[Arbeidsmiljøloven](#)  
[Internkontrollforskriften](#)

## Definisjoner

Internkontroll vil si systematiske tiltak som skal sikre at virksomhetens aktiviteter planlegges, organiseres, utføres og vedlikeholdes i samsvar med krav fastsatt i, eller i medhold av, helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen.

Den som er ansvarlig for virksomheten, skal sørge for at det innføres og utøves internkontroll i virksomheten, og at dette gjøres i samarbeid med arbeidstakerne og deres representanter. Arbeidstakerne skal medvirke ved innføring og utøvelse av internkontroll.

Internkontrollen skal dokumenteres i den form og det omfang som er nødvendig, på bakgrunn av virksomhetens art, aktiviteter, risikoforhold og størrelse. Dokumentasjon som følger av krav i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen, for eksempel instrukser, tillatelser, kompetansebevis, sertifikater o.l., skal inngå.

## Brudd på regler og rutiner

Alle har plikt til å rette seg etter gjeldende regler og rutiner. Brudd på regler og rutiner skal håndteres i henhold til bedriftens arbeidsreglement. Alvorlige eller gjentatte brudd kan føre til oppsigelse. For underleverandører og kontraktører kan dette føre til bortvisning eller oppsigelse av kontrakt.

## Hva skjer hvis forskrifter ikke følges?

Tilsynsmyndighetene kontrollerer at HMS-bestemmelsene overholdes gjennom tilsynsbesøk, stikkprøver eller mer omfattende gjennomgang av hele HMS-systemet i bedriften.

Ved brudd på regelverket kan myndighetene gi pålegg om å rette opp forholdet innen en viss frist.

Hvis pålegget ikke etterskommes innen fristen, kan bedriften bli ilagt dagbøter som løper til pålegget er oppfylt. I alvorlige tilfeller kan det også bli snakk om forurensingsgebyr og politianmeldelser.

Også mange kunder og leverandører stiller krav til HMS. Stadig flere krever for eksempel at deres kontraktspartnere og underleverandører kan dokumentere godt HMS-arbeid.

Gode rutiner for HMS kan også få betydning for forsikringspremien. Mangelfulle rutiner kan derimot føre til problemer med forsikringsoppkjør i et skadetilfelle.



Leder skal sørge for at det innføres og utøves interkontroll

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



HMS på en oljeplattform

Opphavsmann:

[Industriskolen](#)



En arbeider i fullt verneutstyr

Opphavsmann: [Industriskolen](#)



Det er viktig å følge HMS-regler ved sveising

Opphavsmann: [Industriskolen](#)

# Avviksrapportering

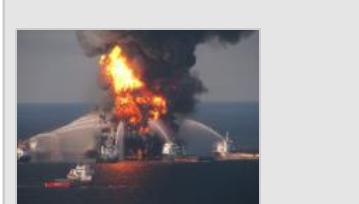
Forfatter: Rune Mathisen  
[Avviksrapportering \(123609\)](#)



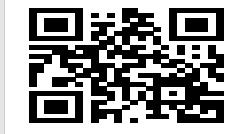
Arbeidsmiljøloven beskriver hvilke rettigheter og plikter arbeidstakere og arbeidsgivere har, og store deler av loven omhandler helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid (HMS). En av de tingene loven krever, er at bedrifter må ha et internt system hvor arbeidstakere kan melde fra om kritikkverdige helse-, miljø- og sikkerhetsforhold.

Ved ulykker eller nestenulykker skal bedriftene ha systemer for skademeldinger, men også andre avvik i produksjonen kan være interessante å registrere.

Hvorfor er avviksrapportering så viktig? Tenk deg at du er operatør i en fabrikk og oppdager en liten gasslekkasje. Når du prøver å stramme boltene for å tette lekkasjen, vrir tetningen seg sånn at det brått strømmer ut store mengder eksplosiv gass. Etterpå viser etterforskningen at lignende ting har hendt flere ganger før ved fabrikken, men det har aldri blitt rapportert. Derfor har det heller ikke blitt gjort tiltak for å forhindre at slike situasjoner oppstår. Med et rapporteringssystem som fungerer, kan vi unngå hendelser som dette.



Deepwater Horizon-ulykken



**Avviksrapportering / fagstoff**

<http://ndla.no/nb/node/123609>

Visualisering av en uønsket hendelse (video, engelsk)

Avviksrapportering brukes for å avdekke uønskede hendelser slik at det er mulig å komme med korrigende tiltak for å unngå gjentakelse.

Avvikene som registreres i dette rapporteringssystemet, er hendelser som medfører skader på personer eller utstyr. Hendelser som kunne ha ført til skade, registreres også.

I tillegg til ulykker og nestenulykker kan vi i rapporteringssystemet registrere hendelser som fører til redusert produksjon eller full stans av produksjonen. Slike avvik kan også lede til skade på personer eller utstyr, så det er veldig viktig å gjøre noe for å hindre at de skjer igjen.

Årsaken til avvik er ofte manglende eller mangelfulle prosedyrer eller feil på måleinstrumenter eller utstyr. Når avvik blir rapportert inn, kan de ansvarlige komme med tiltak for å unngå lignende hendelser i framtida.

Det er gjerne produksjonsarbeiderne som rapporterer inn avvikene og kommer med forslag til tiltak som kan gjøres for å unngå at avvikene gjentar seg. Ingeniørene kan gå mer i dybden for å finne årsaken, og de kan finne ut hvilke tiltak som er mest effektive.

Når det rapporteres et avvik, er det viktig å få med disse tingene:

- Hva var det som skjedde?
- Hvorfor skjedde det?
- Hva mener du kan gjøres for at det ikke skal skje igjen?

Husk at hensikten med rapporten er å hindre at avviket gjentar seg!

# Kjemisk helsefare

Forfatter: Industriskolen  
[Kjemisk helsefare \(24801\)](#)



Det er veldig viktig at du vet hvilke kjemikalier du jobber med, da kjemiske stoffer kan være skadelige.

Kjemiske stoffer kan påvirke helsen på flere måter:

- Akutte forgiftninger gjennom innånding og/eller opptak gjennom hud og/eller slimhinner
- Overømfintighets- eller allergiske reaksjoner i hud og/eller slimhinner
- Etseskader i hud eller slimhinner
- Langsiktige skader i form av for eksempel hjerneskade eller kreftsykdom.

Du må være klar over faremomentene og hvilke beskyttelsestiltak som er nødvendige.

Råd:

- Om mulig bruk stoffer som gir minst mulig helseskade.
- Lær å forstå hva faresymbolene på merkeetiketten betyr.
- Gjør deg kjent med HMS-databladet for de kjemiske stoffene du benytter, og beskytt deg slik databladet gir beskjed om.



Film sprøytemaling /  
video  
<http://ndl.no/nb/node/58547>

[Kjemikalforskriften](#)  
skal sikre at  
arbeidstakernes  
sikkerhet og helse  
beskyttes mot fare  
som kan oppstå på  
grunn av kjemikalier i  
bedriften.



Kjemisk helsefare etsende  
Opphavsmann: [Direktoratet for arbeidstilsynet](#)

[Forskrift om merking av farlige kjemikalier](#)

I virksomhet hvor giftige eller andre helsefarlige stoffer blir framstilt, pakket, brukt eller oppbevart på en måte som kan innebære helserisiko, skal arbeidsprosessene og arbeidet for øvrig være fullt forsvarlig slik at arbeidstakerne er sikret mot ulykker, helseskader eller særlig ubehag, se stoffkartotek.

Beholdere og emballasje for stoffene skal være tydelig merket med stoffenes navn og advarsel på norsk.

Virksomheten skal føre register over slike stoffer med angivelse av stoffets navn, sammensetning, fysikalske og kjemiske egenskaper samt opplysninger om mulige giftvirkninger (toksikologiske data), risikomomenter, forebyggende tiltak og førstehjelpsbehandling. Virksomheten skal ha det nødvendige utstyret for å hindre eller motvirke helseskader på grunn av stoffer.

Slike farlige stoffer skal ikke brukes dersom de kan erstattes med stoffer som er mindre farlige for arbeidstakerne.

I virksomhet som framstiller, pakker, bruker eller oppbevarer giftige eller helsefarlige stoffer på en måte som kan innebære helserisiko, skal det foretas fortløpende kontroll med arbeidsmiljøet og arbeidstakernes helse.

Direktoratet for arbeidstilsynet gir nærmere regler for prøvemetode, omfang og hyppighet av undersøkelsene og om rapportering av resultatene. Direktoratet kan dessuten kreve at arbeidsgiveren skal foreta spesielle undersøkelser eller levere prøver til undersøkelse.

sier at farekoder, faresymbol og advarselssetninger skal benyttes ved merking av farlige kjemikalier.



Varselsskilt på laboratoriedør

**Stoffkartotek**

*Her finner man informasjon om ca. 3500 farlige stoffer.*

## HMS-datablad

Forfatter: Industriskolen  
[HMS-datablad \(24742\)](#)



Et HMS-datablad inneholder informasjon om farlige egenskaper ved et kjemikalium og anbefalte forebyggende tiltak.

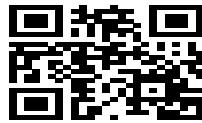
Enhver avdeling, leverandør eller firma som benytter kjemiske stoffer, er ansvarlig for at datablader blir skaffet til veie. HMS-datablader skal være på norsk. Arbeidsleder skal sikre at arbeidstakeren har forstått og følger instrukser gitt i databladet. HMS-databladet skal alltid være tilgjengelig på den enkelte arbeidsplass. Myndighetene stiller krav til hva et HMS-datablad skal inneholde av informasjon. Myndighetene anbefaler at det utarbeides datablad for alle kjemiske stoffer og produkter som håndteres i arbeidslivet.

Et stoffkartotek består av en samling HMS-datablader over de kjemiske stoffene som befinner seg på arbeidsplassen. I større virksomheter bør en ha ett stoffkartotek for hver arbeidsplass som bruker kjemiske stoffer.

### **Et HMS-datablad skal totalt inneholde 16 obligatoriske punkter:**

- 1 Identifikasjon av kjemikaliet og ansvarlig firma
- 2 Opplysninger om kjemisk sammensetning
- 3 Viktige faremomenter
- 4 Førstehjelpstiltak
- 5 Tiltak ved brannslukking
- 6 Tiltak ved utilsiktet utsipp
- 7 Håndtering og oppbevaring
- 8 Eksponeringskontroll og personlig verneutstyr
- 9 Fysiske og kjemiske egenskaper
- 10 Stabilitet og reaktivitet
- 11 Opplysninger om helsefare
- 12 Opplysninger om miljøfare
- 13 Fjerning av kjemikalieavfall
14. Opplysninger om transport
- 15 Opplysninger om lover og forskrifter
- 16 Andre opplysninger av betydning for brukerens helse og sikkerhet

Her er en e-forelesning om datablader:



Sikkerhetsdatablad / amendor\_electure  
<http://ndla.no/nb/node/54435>

Les mer om [Sikkerhetsdatablad](#) på arbeidstilsynets nettsider



HMS datablad  
Opphavsmann:  
[Industriskolen](#)

# Oppgave: Sikkerhet og datablad

Forfatter: Tor Magnus Hansen, Einar Berg

[Sikkerhet og datablad \(116636\)](#)



I naturfag arbeider vi ofte med ulike kjemikalier og farlige stoffer. Dersom vi ikke tar forholdsregler og hensyn, vil det kunne oppstå farlige situasjoner som kan påføre både oss selv og medelever skader og helsefare. Dette gjør at vi må jobbe bevisst og gjennomtenkt når vi arbeider med disse stoffene.

## Undersøk helsefarene i en bedrift

I yrkeslivet vil fagarbeidere jevnlig arbeide med stoffer og materialer som kan være farlige. For å unngå helseskade er bedriftene pålagt å følge egne bestemmelser for helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid. Bedriftene skal ha egne HMS-systemer som fastlegger regler og rutiner for forsvarlig sikkerhet og arbeidsmiljø for dem som arbeider i bedriften. Systemene skal også hindre at det oppstår forurensning og skader på miljøet utenfor bedriften.



Sikkerhetsdatablad / amendor\_electture  
<http://ndla.no/nb/node/54435>



Sprøyting av isolasjonsskum rundt et vindu.



I friluft er ikke problemene med innånding av farlige stoffer så store.

## Sikkerhet og datablad / oppgave

<http://ndla.no/nb/node/116636>

I denne oppgaven skal du se nærmere på hvordan sikkerhets- og miljøspørsmål er løst i den praksisbedriften du jobber i, eller på verkstedet på skolen. Men husk at du er i bedriften for å lære, ikke for å være kontrollør!

### Før bedriftsoppholdet

Sett deg inn i [HMS-bestemmelsene](#) som gjelder for bedriften/bransjen du er i, og se nærmere på hvilke utfordringer som kan oppstå dersom kjemikalier kommer ut i naturen. Finn fram en oversikt over symboler som brukes til merking av stoffer og kjemikalier, og sett deg inn i hva symbolene betyr.

[Symboloversikten](#) skal legges ved rapporten. Beskriv også kortfattet hvordan [miljøgifter](#) opptrer i næringskjedene.

### Under oppholdet

- Lag en oversikt over kjemikalier og farlige stoffer som er i bruk i bedriften.
- Finn fram til hvor bedriften oppbevarer sikkerhetsutstyret som skal brukes dersom uhellet er ute.
- Lag en kort beskrivelse av sikkerhetsutstyret og dets funksjon.

### Beskrivelse av enkeltstoff



Ta for deg ett av de viktigste kjemikaliene som er i bruk i din bedrift. Benytt stoffarkivet eller Internett for å finne informasjon om kjemikaliet. Lag en kortfattet beskrivelse av stoffet og ta med disse punktene:

Er dette god nok sikring

av farlige stoffer?

- kjemisk betegnelse
- kjemisk sammensetning og molekylformel
- de viktigste faremomentene dette stoffet har for miljø og helse
- bruksområde
- regler for bruk og særlige sikkerhetstiltak ved bruk
- førstehjelp/behandling ved uhell
- krav til håndtering og oppbevaring

#### Etter oppholdet

Sammenfatt arbeidet med sikkerhet og datablad i en rapport. Bruk gjerne rapportmalen til høyre. Legg ved en oversikt over faresymboler samt datablad-sammendraget.

I erfaringsdelen skal du vurdere hvilken miljømessig skade kjemikaliet du har sett nærmere på, kan påføre både arbeidsmiljøet og det ytre miljøet.

Kom med forslag til konkrete forbedringer av systemet! Nevn tre forslag i prioritert rekkefølge, og begrunn hvorfor du valgte disse tre.

Aktuelle spørsmål og temaer til vurdering.



## Sikkerhet og datablad / oppgave

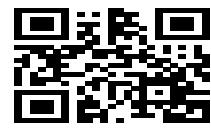
<http://ndla.no/nb/node/116636>

### Eksempler på farlige stoffer

- drivstoff
- smøremidler
- løsemidler
- rengjøringsmidler
- impregneringsmidler
- syrer og baser
- røyk
- gasser
- overflate-behandlingsmidler: maling, lakk, bunnstoff etc
- lim
- ugressmidler
- soppmidler
- insektmidler

### Flere tips

#### Bruk



Mal for  
databladsammendrag / fil  
<http://ndla.no/nb/node/116840>

til å systematisere opplysningene. Bruk mobiltelefonen din eller et digitalkamera for å dokumentere arbeidet i bedriften.



Rengjøring med løsemidler.



Denne malen kan være til hjelp når du skal skrive en rapport.

## Aktuelle spørsmål og temaer til vurdering

### Før bedriftsoppholdet

Hva er den største sikkerhetsutfordringen i bedriften/bransjen?

Hva er de største utfordringene i arbeidsmiljøet?

Hva er de største utfordringene når det gjelder forurensning av det ytre miljøet?

Hvilke krav gjelder om stoffarkiv?

### Under bedriftsoppholdet

Hvilke rutiner finnes for håndtering av farlige stoffer?

Finnes det et stoffarkiv i bedriften?

Hva slags sikkerhetsutstyr finnes i bedriften?

### Etter bedriftsoppholdet

Er rutinene i bedriften i tråd med HMS-reglene vi har i dag, når det gjelder sikkerhet og kjemikaliehåndtering?

Fantes det sikkerhetsutstyr tilgjengelig dersom uhellet skulle være ute?

Hva var bra? Hva kan forbedres?

# Oppgave: Arbeidsmiljø og kjemikaliebruk

Forfatter: Tor Magnus Hansen, Einar Berg

[Arbeidsmiljø og kjemikaliebruk \(122086\)](#)



På mange arbeidsplasser innen tekniske fag er det en utstrakt kjemikaliebruk. Kjemikaliene representerer en helserisiko – både i bruk og når vi skal håndtere dem som avfall.

Hvilke forholdsregler må vi ta når vi jobber med kjemikalier, og hvordan skal vi hindre disse i å gjøre skade på miljøet?

## Arbeidsmiljø og kjemikaliebruk

I denne oppgaven skal vi se nærmere på hvordan vi skal forholde oss til farlige kjemikalier på arbeidsplassen. Hvilke kjemikalier snakker vi om? Hvilken helserisiko representerer disse?

### 1. Kjemikalieoversikt og databladarkiv

Du har fått jobb som mekaniker i et firma som driver med kjøretøyreparasjon. Bruk eventuelt skoleverkstedet som arena. Skaff deg en oversikt over de kjemikaliene som er i bruk i virksomheten. Lag en oversikt over stoffer, kjemisk innhold, hva kjemikaliene brukes til, og om det foreligger en systematisk databladoversikt i bedriften.

Bruk gjerne oppsettet under som utgangspunkt.

Kjemikalie-navn	Kjemisk innhold	Bruks-område	Opp-bevaring	Datablad

### 2. Helserisiko og forholdsregler

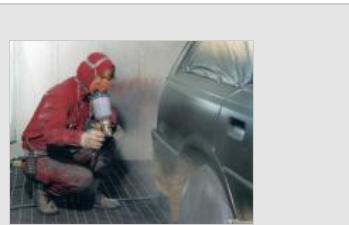
Hvilken helserisiko foreligger ved bruken av kjemikaliene? Hvilke forholdsregler må tas i forbindelse med bruk?



## Arbeidsmiljø og kjemikaliebruk / oppgave

<http://ndla.no/nb/node/122086>

Bruk gjerne oppsettet under som utgangspunkt.



Brosjyren **Kjemikalier i bilverksteder** gir en kortfattet oversikt over kjemikalier og kjemisk helsefare.

[Her er en oversikt over gamle og nye faresymboler for kjemiske stoffer og stoffblandinger.](#)



En ødelagt hanske er dårligere enn ingen hanske.

Kjemikalienavn	Helsesrisiko	Forholdsregler

### 3. Håndtering av spesielt farlig avfall

Beskriv hvordan bedriften sørger for en forsvarlig håndtering av spesialavfall. Finnes det muligheter for å bruke kjemikaliene på nytt? Hva skjer med spesialavfallet etter at bedriften har kvittet seg med det? Undersøk håndteringen av spesialavfall i avfallssystemet!



Dette symbolet betyr **etsende**. Stoff med slik merking kan ved kontakt føre til varig skade på hud, svelg eller øyne.

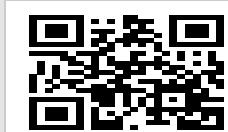
### 4. Avfallsplan for bedriften

Gå sammen to og to og bruk informasjonen fra oppgavene over til å sette sammen en avfallsplan for den aktuelle bedriften. En avfallsplan skal inneholde en kortfattet oversikt over avfallstyper, håndteringsmåter og rutiner for å ta vare på ressurser og avfall. Bruk gjerne



#### Forslag til enkel avfallsplan / fil

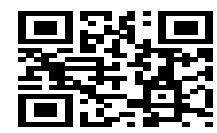
<http://ndla.no/nb/node/123419>



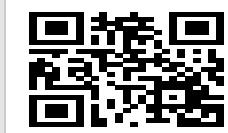
Forslag til enkel avfallsplan / fil  
<http://ndla.no/nb/node/123419>

### 5. Kjemikalier på avveier

Kjemikalier som kommer på avveier, kan føre til alvorlige problemer i naturen. Gå sammen i klassen eller i mindre grupper og drøft hvilke skader miljøgifter kan skape i naturen. Hva er en miljøgift? Hva er en næringskjede, og hvordan er denne bygget opp? Hvilke organismer er det som ofte er mest berørt av miljøgifter? Forklar mekanismene som ligger bak dette.



PCB /  
amendor\_electure  
<http://ndla.no/nb/node/12689>



Dioksiner /  
amendor\_electure  
<http://ndla.no/nb/node/12693>

## Andre ressurser

### Yrkesfilmer

Forfatter: Trine Merethe Paulsen

[Yrker i teknikk og industriell produksjon \(131063\)](#)



I utdanningsprogram for teknikk og industriell produksjon kan du utdanne deg til mer enn femti ulike yrker. Her finner du filmer om noen av dem.

Presentasjon av TIP



Presentasjon av TIP / video

<http://ndla.no/nb/node/28744>

Bilmekaniker



Bilmekaniker / video

<http://ndla.no/nb/node/132951>

Billakkerer



Billakkerer / video

<http://ndla.no/nb/node/132950>

Industrimekaniker



Yrkesportrett: Industrimekaniker / video

<http://ndla.no/nb/node/131732>

Matros



Matros / video

<http://ndla.no/nb/node/132955>

På jobb på et bilverksted:



Kommunikasjon på bilverkstedet / video

<http://ndla.no/nb/node/22630>