

# Maskiner, materialer og sikkerhed i FabLabs

En vejledning til skoler og institutioner  
i kommunepartnerskabet  
FabLab@SCHOOLdk



**FAB LAB**  
@SCHOOLdk

## KÆRE SKOLELEDERE, FABLAB-PIONERER OG ARBEJDSMILJØREPRÆSENTANTER

Med etablering af FabLabs på skoler har vi fået et nyt hybrid læringsrum. Det indeholder maskiner og materialer fra nogle af de traditionelle fag og faglokaler, men også helt nye teknologier, som vi ikke har anvendt i folkeskolen før.


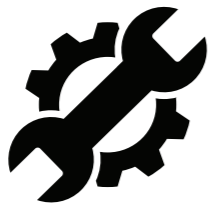


De nye teknologier i FabLab anvendes i dag af mange forskellige faggrupper, som ikke nødvendigvis har en uddannelsesmæssig baggrund i forhold til maskiner og sikkerhed. Nogle steder implementeres teknologierne centralt på skolerne i åbne læringsmiljøer med nem adgang for elever og lærere, modsat tidligere tiders praksis med fx sløjdlokalets maskiner i aflukkede rum.

Ved traditionelle faglokaler kan vi trække på forhandlerens viden og finde vejledning i BrancheFællesskabets udgivelse 'Når klokken ringer'. Her kan vi læse om forhold vedr. arbejdsmiljø og sikkerhed i faglokalerne. Det kan vi endnu ikke, når det gælder FabLabs. Vejledning er på vej, men det tager tid. Derfor har kommunepartnerskabet FabLab@SCHOOLdk udarbejdet denne foreløbige vejledning for at skabe opmærksomhed om sikkerhed og maskiner i FabLabs på skolerne.

Vi anbefaler, at partnerskabets skoler udviser skærpet opmærksomhed i forhold til:

1. Køb af maskiner til FabLabs
2. Installation af maskiner i FabLabs
3. Brug af maskiner i FabLabs
4. Brug af materialer i FabLabs

### HUSK FOKUS PÅ SIKKERHED VED

			
KØB	INSTALLATION	BRUG	MATERIALER



## 1. VURDERING VED KØB AF MASKINER

Der ligger mange overvejelser bag, når skoler indretter lokale FabLabs: Pædagogiske, didaktiske, faglige, økonomiske og arbejdsmiljømæssige. Derefter hvilke maskiner, som passer til ovenstående. Men hvad er egentlig vigtigt at være opmærksom på, når vi indkøber maskiner til vores FabLabs?

### CE-MÆRKNING

Alle nye maskiner og elektriske apparater skal være CE-mærkede for at være lovlige at importere og sælge indenfor EU. For maskiner betyder en CE-mærkning, at maskinen er produceret i henhold til EU's maskindirektiv og dermed er lovlige at sælge i hele EU.

Hvis man selv importerer en ikke CE-mærket maskine til brug på en arbejdsplads inden for EU, overtager man ansvaret som "producent", og har derfor også ansvaret for, at maskinen CE-mærkes. Dette gælder også, hvis man modificerer en maskine på måder, der væsentligt påvirker eller ændrer den elektriske styring, afskærmninger eller andre sikkerhedsrelaterede ting. Spørg derfor den danske sælger, om der er foretaget nogen form for modifikation af maskinen efter CE-mærkningen. Vær også opmærksom på, at en maskine produceret i udlandet kan have et CE-klistermærke på - uden at den nødvendigvis overholder EU's maskindirektiv eller dansk arbejdsmiljølovgivning. Det er derfor altid nødvendigt, at man selv kigger kritisk på maskinen inden den overtages.

### OVERENSSTEMMELSESERKLÆRING

En overensstemmelseserklæring er det juridiske dokument, hvor producent eller importør garanterer, at maskinen overholder de gældende EU-direktiver. Overensstemmelseserklæringen er forudsætningen for, at maskinen må CE mærkes. Overensstemmelseserklæringen skal følge med maskinen som en del af den danske brugsanvisning. Uden den er CE-mærket bare et klistermærke uden betydning.

### DANSK MANUAL SOM OVERHOLDER MASKINDIREKTIVETS KRAV

En dansk manual skal beskrive korrekt opsætning, sikker brug og nedtagning, samt korrekt bortskaffelse af maskinen eller apparatet. Den skal også indeholde eventuelle krav til udsugning samt hyppighed af løbende vedligeholdelse og eftersyn af maskinen. Endvidere hvad vedligeholdelsen skal omfatte, og hvem der kan varetage eftersynet. Det betyder, at hvis man følger anvisningerne i brugsanvisningen, vil brugen af maskinen være sikker. Manualen skal således også beskrive de resterende risici, der selv ved korrekt brug, kan være ved maskinen. Herunder nødvendigt sikkerhedsudstyr, personlige værnemidler, om brugen af maskinen kræver særlig uddannelse, og i givet fald hvilken uddannelse, der kræves. Maskindirektivet beskriver meget detaljeret hvad manualen skal indeholde (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=EN> se bilag 1, pkt. 1.7.4.3).





## 1. VURDERING VED KØB AF MASKINER

Det er den, som importerer og sælger maskinen, der skal sikre, at manualen foreligger på det sprog, som medarbejderne i virksomheden forstår. Hvis vi selv køber en maskine i f.eks. Tyskland eller et andet EU-land, skal den ved købet være CE-mærket, og der skal medfølge en original brugsanvisning, som vi skal sørge for bliver oversat til dansk. Hvis vi køber maskinen af et dansk firma, der har importeret den, er det leverandøren, der skal sørge for at CE-mærkningen er i orden, og at der er en dansk brugsanvisning, som lever op til maskindirektivets krav. Hvis vi selv køber en maskine fra USA eller et andet land uden for EU, har vi selv ansvaret for CE-mærkningen og den danske brugsanvisning. Vær opmærksom på, at mange maskiner har sikkerhedsmæssige mangler, så de ikke kan CE-mærkes.

### MODIFICERING AF MASKINE EFTER CE-MÆRKNING

Hvis en maskine bliver modificeret på måder, som påvirker sikkerhed og brug, gælder maskinens oprindelige CE-mærkning, overensstemmelseserklæring og manual ikke længere. Det betyder, at brugeren er nødt til at sørge for en ny CE-mærkning og udarbejdelse af ny manual. Der er ikke lovkrav om hvem, der skal udføre denne opgave, men der findes firmaer, som lever af at levere sådanne ydelser.

### OPMÆRKSOMHEDSLISTE VED KØB AF MASKINER TIL FABLAB

For at købe og anvende en maskine i skolens FabLab, skal alle punkter i skemaet herunder kunne besvares med et "ja".

### OPERATØRVEJLEDNING

Den originale brugsanvisning er normalt stor og omfattende. Derfor bør skolelederen sørge for, at der udarbejdes en 'operatørvejledning', som kort og klart angiver hvordan elever og lærere i det daglige bruger maskinen: start/stop, nødstop, montering af værktøjer i maskinen, funktionen af sikkerhedsudstyr på maskinen o.l. Operatørvejledningen bør udarbejdes af en repræsentant for Arbejds miljøorganisationen sammen med en fagkyndig person.

### DRIFT EFTER ANSKAFFELSE

På baggrund af information fra leverandøren skal skoleledelsen udarbejde en plan for den daglige drift af FabLab-teknologierne i forhold til vedligehold, rengøring, klargøring og løbende opkvalificering. Der skal afsættes ressourcer til løbende vedligehold.

	JA	NEJ
Er maskinen CE-mærket?		
Er maskinen uden modifikationer efter CE-mærkningen?		
Foreligger der en overensstemmelseserklæring?		
Foreligger der en dansk manual, der overholder maskindirektivets krav?		
Er der afskærmning af alle farlige komponenter?		



## 1. VURDERING VED KØB AF MASKINER

### SPECIFIK OPMÆRKSOMHED VED KØB AF FORSKELLIGE MASKINTYPER

<b>Fælles</b>	Leverandøren skal beskrive udsugnings-/ventilationsbehov samt evt. behov for personlige værnemidler, behov for særlige kompetencer, periodiske eftersyn og kompetencer til dette mv. Alt dette skal beskrives i den danske manual, der skal leve op til maskindirektivets krav.
<b>3D printer</b>	Der bør vælges materialer til print, som ikke kræver procesudsugning (substitutionsprincippet). Hvis 3D printeren kræver procesudsugning skal det udføres i overensstemmelse med At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdssteder.  Filament printere (FDM): Hvis der skal printes med andre materialer end PLA, skal man sikre at printerens er i et lukket kabinet? Om der kan tilsluttes punktudsugning til kabinettet? Eller om printerens kan opstilles i separat lokale med udsugning?  For UV-hærdende væskeprintere (SLA) og lasersintrende pulver-printere (SLS) gælder meget specielle krav til sikkerhed, da disse materialer er meget farligere end filament-printernes materialer. Det vil næppe være anvendeligt i en skolekontekst.  Yderligere kan man være opmærksom på 3D printerens design. Er det et lukket system? Hvordan får man reservedele? Hvordan får man viden om reparation? Er der ved konstruktionen risiko for at fingre kan komme i klemme?
<b>Laserskærer</b>	Tilstrækkelig og godkendt procesudsugning skal være til stede og fjerne partikler og skadelige stoffer. Procesudsugning skal udføres i overensstemmelse med At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdssteder.  Hvis kabinettet til laseren kan åbnes, må dette ikke kunne ske uden af laseren (røret) slukkes automatisk. Denne funktion må ikke kunne omgås ved f.eks. knapper eller software-indstillinger.  Under brug skal maskinen være under opsyn pga. brandfare. Der skal være en let tilgængelig brandslukker i nærheden.  <b>Fortsættes næste side...</b>



## 1. VURDERING VED KØB AF MASKINER

<b>Laserskærer</b>	Ved brug af diodelasere og andre synlige laserstråler skal der skærmes eller bruges briller.  Laseren skal være i klasse 1 eller 2, og må maksimalt have en effekt på 1mW iflg. "Når klokken ringer".
<b>CNC fræser</b>	Tilstrækkelig udsugning skal være til stede og fjerne partikler og skadelige stoffer. Procesudsugning skal udføres i overensstemmelse med At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdssteder.  Der skal være opmærksomhed på nødstop. Er maskinen forberedt for tilslutning til dørlåse på maskinbur eller afskærmning? Eller er den selv forsynet med sikker afskærmning og overvågede låger? Er fræsehovedet forsynet med bremse?  Der skal typisk anvendes personlige værnemidler i form af briller og høreværn.
<b>Varmepresser</b>	Der bør være opmærksomhed på placering i lokalet, da der er risiko for at fingre kommer i klemme eller at man brænder sig, idet varmpresseren bliver meget varm under brug.
<b>Graveringsmaskine</b>	Er der behov for udsugning af spåner og støv? Er maskinen forsynet med nødvendig afskærmning og nødstop? Opmærksomhed på brug af personlige værnemidler briller og høreværn.
<b>Sandblæser</b>	Er kabinettet tæt nok til at intet blæsestøv undslipper til omgivelserne? Er der mulighed for at skade sine hænder med blæsestrålen?
<b>Folieskærer</b>	Er indførings-åbningen max 5mm høj, så man ikke kan presse en fingerspid ind?
<b>Mindre gadgets/ redskaber (fx 3D-printer-pen)</b>	Overvej formålet med indkøbet - hvad skal redskabet løfte rent læringsmæssigt? Hvilke materialer anvendes i redskabet?
<b>Metal-mærknings- lasermaskiner</b>	Er maskinen fuldt afskærmet eller medfølger certificeret øjenbeskyttelsesudstyr, som passer med bølgelængden på laseren samt det reflekterede laserlys?



## 2. VURDERING VED INSTALLATION AF MASKINER

Når vi ved, at maskinerne lever op til gældende dansk arbejdsmiljølovgivning, skal vi selvfølgelig også vurdere, om de passer til de didaktiske formål med teknologierne. Hvilken læring skal teknologierne understøtte? Og for at opnå dette, hvor kan teknologierne så placeres? Hvilke krav vil der være i forhold til udsugning, afskærmning, værnemidler mv.?

### GENEREL VURDERING

Hvis den nyanskaffede maskine og/eller dens brug skaber farer (røg, lugt, støj, brand, klemfare etc.) bør det vurderes, om den kan opstilles i eksisterende lokaler med modifikation af disse, eller om den skal opstilles i separat rum eller aflukke. De overordnede krav skal stå i manualen fra leverandøren, men der vil altid være lokale forhold, der skal tages hensyn til, som f.eks. særlig brug, lokalets indretning og maskinens placering.

Opstilling af en ny maskine skal altid følge retningslinjerne i "Når klokken ringer". Alle maskiner skal tilsluttes via en stikkontakt, som kan afbrydes af lærerens hoved-nødstop og rummets nødstop. Maskinerne må ikke starte, når strømmen tilsluttes eller når nødstopet re-settes. De må KUN starte, når startfunktionen bevidst aktiveres.

Den lokale sikkerhedsgruppe skal forholde sig til sikkerhed, risikovurdering, APV mv. i forhold til den nystillede maskine, inden den tages i brug.

### SPECIFIK OPMÆRKSOMHED VED INSTALLATION AF MASKINER

<b>Procesudsugning</b>	Procesudsugning skal udføres i overensstemmelse med At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdssteder. Bemærk at det generelt ikke er tilladt at recirkulere udsuget procesluft. Det betyder, at selv filtreret luft skal føres til det fri. "Til det fri" betyder ikke ud i skolegården, men over bygningens tag. Det er ikke i alle tilfælde lovligt at blande forskellige typer procesluft.
<b>Procesudsugning - støv</b>	Hvis maskinen eller processen danner sundhedsskadelige partikler eller støv (mht. toxicitet, partikelstørrelse eller mængde) skal dette fjernes fra lokalet jfr. At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdssteder.  Der skal være fokus på, om udsugningssystemet indeholder et filter, som også skal skiftes. Der skal angives, hvor ofte filteret skal skiftes og af hvem. Hvis maskinen selv gør opmærksom på behov for filterskift, skal dette være beskrevet i manualen.



## 2. VURDERING VED **INSTALLATION** AF MASKINER

<b>Procesudsugning - kemisk</b>	Hvis maskinen eller processen danner sundhedsskadelige dampe (mht. toxicitet eller mængde) eller generende røg, skal dette fjernes fra lokalet jfr. At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdssteder.
<b>Almen ventilation og erstatningsluft</b>	Ved arbejdsprocesser, som kræver udsugning efter AT kravene, vil der ligeledes være krav til, at erstatningsluft tilføres trækfrit til rummet. Derudover kan der være krav om almen ventilation i rummet til at fjerne de stoffer, som undslipper proces-udsugningen. For både procesudsugning og almen ventilation skal der være tilsvarende indblæsning af erstatningsluft af passende temperatur.
<b>Brug af støvsuger</b>	En støvsuger må IKKE anvendes som udsugning fra en maskine. Heller ikke hvis den har filter af klasse H iflg. DS/EN 60335-2-69 (tidl. HEPA-filter) De mindste partikler, som kommer længst ned i lungerne, slipper igennem filteret!
<b>Flow-vagt (kontrol)</b>	Ved de maskiner, der kræver procesudsugning efter At-vejledning A.1.1, er der altid krav om en kontrolanordning til alarmering af brugerne, hvis udsugningen falder til et uacceptabelt niveau.
<b>Nødstop</b>	Overholder nødstopet de krav, der foreligger i forhold til lokalet og brugergruppen?
<b>Mærkning på væg ved maskine</b>	Operatørvejledning skal være tilgængelig for operatøren. Vi anbefaler, at de fornødne instrukser omkring sikkerhed er tilgængelige i lokalet ved maskinen, så de er i øjenhøjde og nemme at se.
<b>Placering i lokale</b>	Overvej placering i forhold til flugtveje, tilgængelig elforsyning, mur med mulighed for gennembrydning for ventilation eller tilgang til eksisterende ventilation? Ved fast opstilling skal der være mindst 70 cm til væg og mindst 110 cm mellem maskiner, hvor der er færdsel imellem.
<b>Værnemidler</b>	Er der i lokalet tilgang til relevant sikkerhedsudstyr såsom beskyttelsesbriller, nitril-handsker, høreværn, åndedrætsværn etc.?



## 3. VURDERING VED **BRUG** AF MASKINER

Selv om en maskine er CE-mærket, installeret korrekt og lever op til dansk arbejdsmiljølovgivning, kan forkert brug af maskiner eller brug af farlige materialer udgøre en fare for både elever og ansatte. Det er derfor vigtigt, at de ansatte har kompetencer til både at anvende maskinerne og vurdere materialer og sikkerhed vedrørende disse.

SPECIFIK OPMÆRKSOMHED VED BRUG AF FORSKELLIGE MASKINTYPER		RISIKO-VURDERING	RENGØRING, VEDLIGEHOLD OG EFTERSYN
<b>3D printer</b>	Fokus især på udluftning ved anvendelse af specielle filamenter	Lav	Rensning af printpladen og dysen, kalibrering af byggepladen.
<b>Laserskærer</b>	Fokus især på brand og skadelige dampe ved anvendelse af forkerte materialer. Fokus på øjenskader. Specielt hvis der skæres i reflekterende materialer.	Mellem - dog høj brandrisiko	Ved rengøring er det vigtigt at tømme de steder i maskinen, hvor brændbart materiale opsamles.
<b>CNC-fræser</b>	Fokus på både brand, udluftning, tunge løft, klemrisici, udslyngning af værktøj og emner, støj og øjenskader.	Høj	Rengøring, vedligehold og eftersyn skal foretages af kvalificeret personale for at sikre at maskinen er ren og at værktøjet er fastmonteret korrekt.
<b>Varmepresser</b>	Manglende afskærmning af varmeplader samt muligvis behov for væltesikring	Mellem	



### 3. VURDERING VED BRUG AF MASKINER

<b>Graveringsmaskine</b>	Fokus på korrekte materialer. Særlig fare ved fræsning i Epoxy kompositte materialer (f.eks kulfiber, glasfiber etc.)	Lav	Rengøring, vedligehold og eftersyn skal foretages af kvalificeret personale, for at sikre at maskinen er ren og at fræsehovedet er fastmonteret korrekt.
<b>Sandblæser</b>	Indånding af blæsestøv kan være meget farligt.  Er der mulighed for at skade sine hænder med blæsestrålen?	Mellem/høj afhængig af blæsemateriale og installation	Ved rengøring eller skift af blæsemateriale skal personlige værnemidler anvendes.
<b>Folieskærer</b>	Pas på fingerspidserne	Lav	
<b>Partikel eller kemisk filter</b>	Etabler regler for bortskaffelse af brugte filtre - ofte skal de håndteres som miljøfarligt affald.	Mellem	Sørg for indpakning i plastsæk eller lignende når filteret er demonteret
<b>Mindre redskaber (fx 3D-pen)</b>	Sikre sig, at der ikke frigives farlige stoffer eller pennen giver fare for at få stød.	Lav	



FabLab-aktiviteter indgår ofte i tværfaglige, projektorienterede forløb, hvor lærere uden særlige teknisk-faglige kompetencer indgår i undervisningen. Det skal altid vurderes, om der er behov for opkvalificering af kompetencer i forhold til:

1. Kendskab til softwaren
2. Kendskab til maskinen/teknikken
3. Kendskab til materialerne, der bearbejdes
4. Kendskab til brug af faglokalets sikkerhedsforanstaltninger
5. Kendskab til brug af faglokalets udsugning og ventilationssystem

Det er altid vigtigt, at alle lærere, som har et elevansvar, selv har modtaget den fornødne instruktion og undervisning, så de er i stand til at vejlede og instruere eleverne.

Den ansvarlige faglærer skal have sat sig grundigt ind i alle forhold ved maskinerne og som udgangspunkt også være instrueret af maskinleverandøren



### 4. VURDERING VED BRUG AF MATERIALER I FABLABS

Skolelederen skal sikre sig, at de medarbejder, der arbejder med FabLab-teknologierne har en kvalificeret viden omkring materialer og disses beskaffenhed. Medarbejderne skal tjekke produktark/datablad for alle anvendte materialer

Medarbejderen skal være opmærksom på, om brug af materialerne ved forarbejdning afgiver støv, partikler og dampe i flydende eller fast form. Hvis de ting, der produceres, skal i kontakt med

fødevarer, så skal alle materialer, processer og maskiner være fødevarer-godkendte. Der kan med fordel udarbejdes en udspecificeret lokal materialeliste over godkendte materialer.

#### SPECIFIK OPMÆRKSOMHED VED BRUG AF MATERIALER I FABLABS

<b>PLA</b>	Filament til 3D print vil ofte være PLA. Vær opmærksom på anbefalet arbejdstemperatur for produktet.
<b>MDF</b>	MDF afgiver formaldehyd. Hav særligt fokus på afgangning ved opbevaring samt støv med formaldehyd ved fræsning.
<b>Akryl</b>	“Akryl-plast” og “plast byggeplader” kan dække over mange plasttyper. Nogle typer er særligt brandbare eller udvikler giftige dampe ved laserskæring. Normalt anvendes kun “Akryl” af typen PMMA.  Forhandleren er lovmæssigt forpligtet til at kunne udlevere et datablad på produktet. Heraf fremgår det tydeligt, om der er tale om PMMA eller andre plasttyper.
<b>Pap</b>	Opmærksomhed på brandfare.
<b>Folie</b>	Det meste folie til skæring er PVC-baseret og kan derfor ikke laserskæres.  Vær opmærksom på at bruge det rette foliemateriale, hvis det skal efterbehandles i varmpresser.
<b>Tekstil</b>	Opmærksomhed på brandfare
<b>Kemikalier</b>	Der er krav om udarbejdelse af en kemisk risikovurdering for alle kemikalier på arbejdspladsen. Opmærksomhed på mærkning, opbevaring, brug, værnemidler, bortskaffelse
<b>Maling</b>	Vær opmærksom på opløsningsmidler og påføringsmetode. Pensel/rulle eller sprøjtepistol afføder forskellige risici.



## YDERLIGERE VEJLEDNING

Hvis du har yderligere spørgsmål, som denne vejledning ikke giver dig svar på, anbefaler vi dig at kontakte din lokale, kommunale arbejdsmiljøkonsulent.

### LINKS TIL UDDYBENDE VEJLEDNINGER

#### Regler for maskiner (Sikkerhedsstyrelsen):

<https://www.sik.dk/erhverv/produkter/love-og-regler/maskiner/regler-maskiner>

#### Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2006/42/EF af 17. maj 2006 om maskiner:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?qid=1543311330254&uri=CELEX:02006L0042-20160420>

#### Risikovurdering af 3D printere og 3D printede produkter (Fødevarer- og miljøministeriet):

<https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2017/jun/risikovurdering-af-3d-printere-og-3d-printede-produkter/>

#### Når klokken ringer:

<https://www.arbejdsmiljoweb.dk/klokken>

Denne vejledning er udarbejdet af FabLab@SCHOOLdk kommunepartnerskabet til brug for skolerne i Silkeborg, Vejle, Kolding og Middelfart Kommune.



Vejledningen er tilrettet af autoriseret arbejdsmiljørådgiver fra [www.joblife.dk](http://www.joblife.dk)

Materialet udgives under Creative Commons licensen BY-NC-ND, og må derfor kopieres og distribueres frit under betingelse af, at det ikke anvendes med kommercielt formål og at FabLab@SCHOOLdk krediteres som ophavsretshaver.



**FAB LAB**  
**@SCHOOLdk**