

# Computerbaseret tegning og modellering



## Opgavesamling

### **Kursusholdere:**

Kjeld Svidt  
Erik Kjems



**AALBORG UNIVERSITET**

Det Teknisk-Naturvidenskabelige Basisår



# Computerbaseret tegning og modellering (FS5)

---

## Kursets form og indhold

Kurset løber over 5 kursusgange á 4 timer og kurset er bygget systematisk op således, at man opnår en indføring i AutoCADs grundlæggende kommandoer. Samtidig introduceres principper i afbildningslæren og branchestandarder for tekniske tegninger. Øvelserne baseres overvejende på, at kommandoerne kan gives fra AutoCADs kommandolinie, således at de stort set er uafhængige af den anvendte version af programmet. Desuden kan man sommetider vælge øvelser af forskellig sværhedsgrad, afpasset efter egne forudsætninger og praktisk kunnen. Øvelserne vil typisk tage udgangspunkt indenfor byggefaget.

## Evaluering

Kurset skal iht. studieordningens appendix 2 (FS5) bedømmes bestået/ikke bestået. Rent praktisk foregår det ved, at de tegninger, der udarbejdes under de enkelte øvelser, afleveres til gennemsyn til kursusholderen. Hver gruppe á ca. to studerende afleverer to af dagens opgaver til læreren ved afslutningen af hver kursusgang. Der kræves godkendt 4 af de 5 afleveringer for at bestå kurset.

## Litteratur:

1. Denne opgavesamling
2. Noter fra forelæsningserne
3. ibb Publikation 8: Tegningsstandarder, Del 1-6, 2002.

Se også kurssets hjemmeside under:

[http://tnb.aau.dk/stud\\_info/kurser/fs/index\\_e2005.html](http://tnb.aau.dk/stud_info/kurser/fs/index_e2005.html)

I forbindelse med øvelserne til de enkelte kursusgange vil der i kursusmaterialet fremgå hvilke AutoCAD kommandoer, der benyttes til den efterfølgende opgave. Er der behov for hjælp i forbindelse med disse, kan AutoCAD's indbyggede hjælp med fordel benyttes, ligesom de tre Autocad-hæfter kan bruges som opslagsværk.

## 1. kursusgang:

Geometrimodellering og introduktion til CAD.

## 2. kursusgang:

Retvinklet parallelprojektion, dobbelt retvinklet afbildning og standarder for teknisk tegning. Systematisk opbygning af tegningsmateriale i CAD.

## 3. kursusgang:

Retvinklet parallelprojektion fortsat, målsætning af tegninger. Skravering

## 4. kursusgang:

Skrå parallelprojektion og isometrisk tegning.

## 5. kursusgang:

Rumlige modeller, flademodeller, solid modellering, perspektiv, 3D-tegning og modellering, rumlig visualisering.

## Kursusholdere:

Kjeld Svidt, Institut for Bygningsteknik  
Erik Kjems, VR Media Lab (hjælpelærer)

# 1. kursusgang

## Opgave 1. *Byplan*

Kommandoer i denne øvelse:  
**ZOOM**  
**COPY, MOVE, ROTATE**  
**BLOCK/INSERT**  
**VIEW**  
**3D ORBIT**  
**HIDE**  
**SHADE**

### Indledning

Start en ny tegning på baggrund af template *Byplan.DWT*. Det I ser efter at have startet tegningen op, er et digitalt kort over et parcelhusområde - uden huse! Opgaven er nu at sætte huse, biler, cykler, træer og mennesker på plads på kortet. Alle symbolerne er 3D-objekter, og det giver mulighed for at se området fra forskellige vinkler.

For at iagttage de forskellige 3D-objekter vil vi først kigge lidt på dem i en rumlig afbildning.

I topmenuen findes *View*. Herunder vælges *3D Views*. Vælg *SW Isometric* for at se en isometrisk afbildning af tegningen. Find *Zoom* funktionen i *Toolbar* menuen hold knappen nede og træk den ned over de forskellige valgmuligheder. Benyt *Zoom Window* og udpeg et vindue på skærmen. Alternativt kan *View toolbar* aktiveres. Højreklik i topbjælken og vælg *View toolbar*.

Generelt gælder i AutoCAD, at man udpeger en koordinat/punkt med venstre museknop og accepterer valg med højre. I bunden af skær-

men kan/skal man følge med i hvad der sker i programmet.

I kan eventuelt gentage denne procedure for at se nærmere på objekterne. Når I skal tilbage til det oprindelige billede, gøres følgende for hurtigt at komme tilbage til det oprindelige view.

Command: *z* (vælg *E* for *Extents*, for udtegnning af hele området)

Når I har iagttaget 3D-objekterne, skal I tilbage til den plane tegning. Det gøres på følgende måde.

Under *View* i topmenuen findes igen *3D Views*. Her vælges *Plan View* og efterfølgende *World UCS*, for at få et plant område tilbage på skærmen.

Nu skal de forskellige objekter kopieres ind på kortet. I følgende eksempel indsættes et hus på en af grundene. Kommandoer som *COPY, ROTATE* osv. findes enten i *Toolbar* eller skrives på kommando-linien i bunden af skærmen.

Command: *copy*

Select objects: (peg på huset med musen)  
Select objects: 1 found  
Select object: <RETURN> Enten ved return-knappen eller højre museknop.

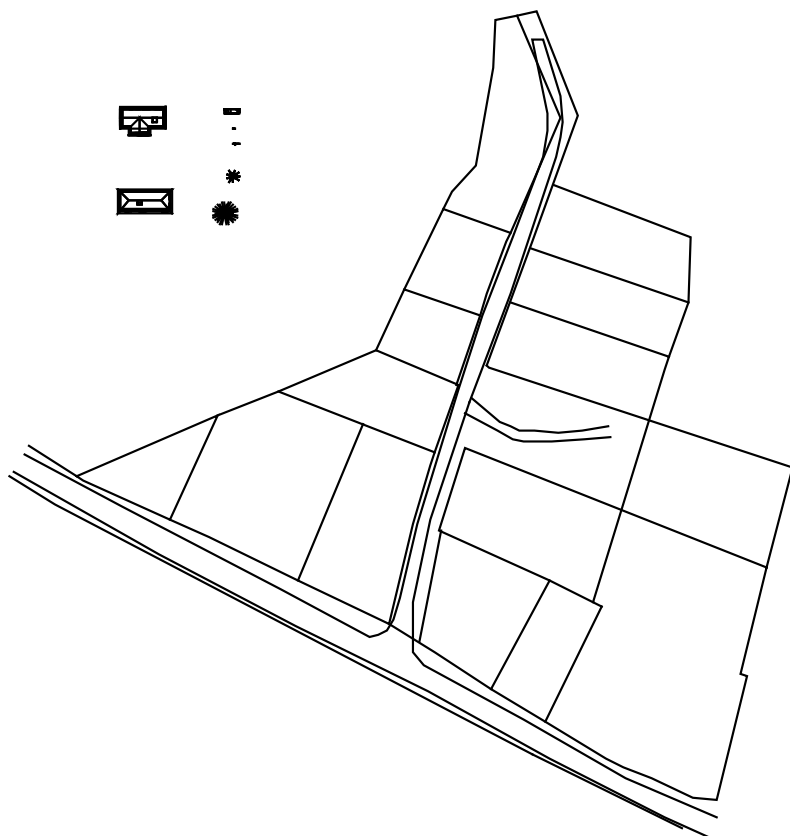
Specify base point or displacement: (peg f.eks. på husets midte)

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: (peg på den ønskede placering med musen)

Det er nu muligt at indsætte flere kopier af det samme objekt ved at fortsætte med at udpege punkter for indsættelse. Eller højreklik med efterfølgende *Enter* for at afslutte. Tryk på *Enter* for *Exit* (Se kommando linie) dette har samme effekt som før.

Udpeg alle de steder du ønsker objektet placeret. Udvalg også andre objekter.

Fig. 1. *Byplan.dwt*



# 1. kursusgang

Bemærk: Alle igangværende AutoCAD kommandoer kan afbrydes med ESC.

Hvis I vil dreje huset på plads, så følges disse kommandoer:

Command: rotate

Select object: (peg på det flyttede hus med musen) 1 found  
Select object: <RETURN>

Specify base point: (udpeg omdrejningspunkt)

Specify rotation angle or [Reference]: (angiv en absolut vinkel, eller peg på det punkt i tegningen der svarer til drejningen)

For evt. herefter at flytte på huset bruges kommandoen Move, der håndteres på samme måde som Copy. Kopier, roter og flyt objekterne ind på kortet efter eget valg.

Nu skal I prøve at hente et objekt og sætte det ind som en blok, der ligger i tegningen. Der ligger følgende blokke i tegningen:

3D-GRAN  
TRE2  
3D-TRE  
CYKEL  
PERSON  
BIL2  
3D-HUS3

I skal prøve at hente den blok der hedder 3D-HUS3 ind i tegningen. Det kan gøres traditionelt med Insert / Block kommandoen eller man kan benytte AutoCAD's nye designcenter. Sidstnævnte er det mest overskuelige. Aktiver

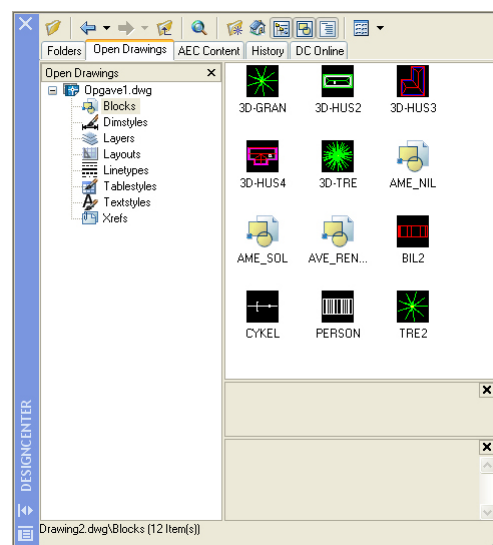


Fig. 3. AutoCAD Designcenter

Fig. 2. Aksonometri med funktionen HIDE

3D-HUS4  
3D-HUS2



# 1. kursusgang

AutoCAD DesignCenter under Tools. Klik på Blocks. Se figur 3 nedenfor.

De kan trækkes direkte ind med drag and drop i tegningen eller højreklik og Insert Block med en mere præcis angivelse af geometrien.

AutoCAD DesignCenter kan med fordel lukkes igen efter indhentningen, idet den tager en del plads i vinduet. Når I mener at grundene er fyldt nok op, er det herefter meningen at I skal kigge på området fra forskellige retninger, som I gjorde det med objekterne i tegningen.

I topmenuen findes View. Herunder vælges 3D Views. Vælg SW Isometric eller en anden for at se tegningen i en aksonometrisk afbildning. I stedet for 3D Views kan 3D Orbit med fordel vælges. Tegningen bevæger sig nu på en kugle, idet ens sestråle fastholdes. Højreklik evt. for at zoome, panorere, skifte projektion eller andet.

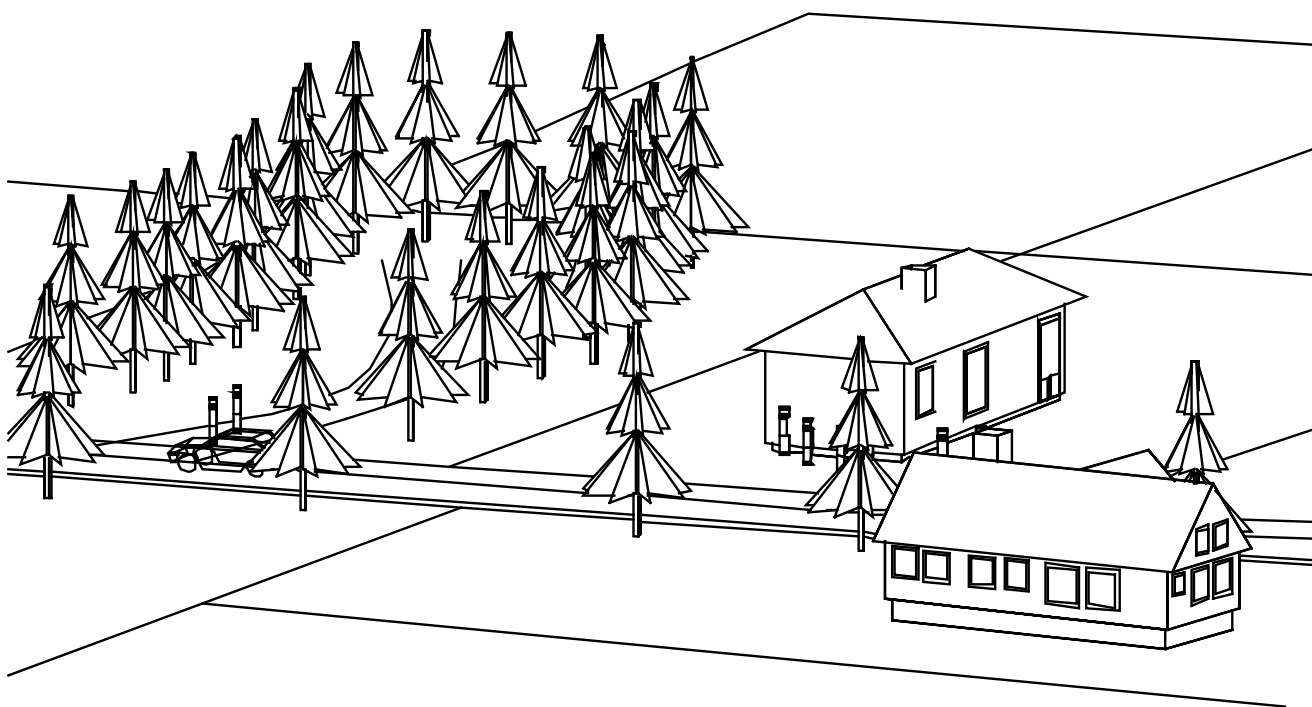
Når I har iagttaget tegningen fra forskellige retninger, skal I tilbage til den plane tegning. Det gøres igen på følgende måde. Under View i topmenuen findes igen 3D Views. Her vælges igen Plan View og efterfølgende World UCS, for at få et plant område tilbage på skærmen.

med tegningen, og ser den skråt fra siden, skal I prøve at bruge kommandoen Hide eller Shade. Hide gemmer skjulte linier og Shade lægger farver på fladerne. Kommandoerne kan benyttes uafhængigt af hinanden. Skriv blot Hide eller Shade på kommandolinien eller find dem under View.

I kan også prøve Render/Render funktionen Under View. Benyt standard indstillingen.

Fig. 4. Aksonometri ud fra anden synsvinkel

På et tidspunkt, når I er tilstrækkelig færdig



# 1. kursusgang

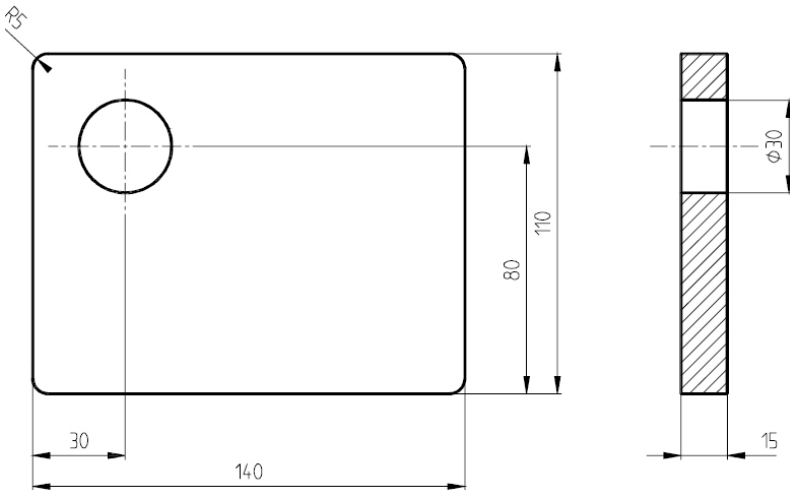


Fig. 1.

## Opgave 2. Plade

Kommandoer i denne øvelse:

ZOOM  
LINE  
PLINE  
FILLET  
CIRCLE  
LAYER  
DIM  
HATCH  
MTEXT

Opgaven vedrører fremstilling af en tegning af en enkel mekanisk genstand i dobbelt retvinklet afbildning, som skitseret i fig 1.

Start en ny tegning ud fra template-filen a4proto.dwt. Vælg menuen File, New, og find den.

Vi starter med at tegne de rette konturlinier i det venstre billede på figur 2, men venter et øjeblik med rounding af hjørnerne. Alle konturlinier tegnes i laget „SYN“, der vælges i toolbaren ”Layer Properties”. Højreklik i toolbar-området øverst på skærmen for at vælge aktive toolbars, hvis der mangler nogen.

Vælg Line i menuen Draw eller skriv L for Line i kommandolinien for at tegne en linie. AutoCAD spørger nu efter liniens startpunkt. Du svarer nu ved at indtaste: 20,80 <return>.

Det nederste venstre punkt i rektanglet er hermed fastlagt. Rektanglet kan nu tegnes færdigt ved at udpege de resterende tre hjørner i rækkefølge, enten ved at bruge ”dynamisk input”,

at klikke direkte på de respektive hjørnepunkter 160,80 160,190 og 20,190 med musen (prøv at aktivere/deaktivere Snap i bunden af skærmen, og mærk forskellen i præcision), eller ved at indtaste dem som beskrevet ved udpegning af konturliniens første punkt. Rektanglet kan afsluttes med Close i kommandolinien.

Man kunne også komme fra f. eks. rektanglets første hjørne til det næste, ved at indtaste @140<0, hvilket betyder: gå 140 mm i retning 0° i forhold til den positive x-akse (denne metode er en forløber for ”dynamisk input”, som er indført i version 2006). Metoden anvendes flere gange i nedenstående, men man kan lige så vel anvende ”dynamisk input”.

På samme måde tegnes konturlinierne i højre billede (se fig.2). Bruges pegefunktionen, kan Line-kommandoen afsluttes med højre museknap. Nedenfor er skridt for skridt angivet dialogen i kommandolinien ved en optegning af de to billeder som vist i fig 2. Alle indtastninger afsluttes med <Return>

Husk, at <Ctrl Break> eller Esc afbryder en igangværende kommando, uden at udføre noget af den. Det kan være nyttigt, hvis man „løber vild“ i en kommando, og gerne vil begynde forfra på den. Det er i øvrigt en god idé, løbende at gemme tegningen på vanlig Windows-måne. Sørg for at gemme på jeres eget drev og ikke på den lokale maskine i edb-lokalet.

```
Command: line
Specify first point: 20,80
Specify next point or [Undo]:
@140<0
Specify next point or [Undo]:
@110<90
Specify next point or [Close/
```

Figur 2



# 1. kursusgang



Fig. 3.

```
Undo]: @140<180
Specify next point or [Close/
Undo]: c
Command: l
LINE Specify first point:
230,80
Specify next point or [Undo]:
@15<0
Specify next point or [Undo]:
@110<90
Specify next point or [Close/
Undo]: @15<180
Specify next point or [Close/
Undo]: c
Command: l
LINE Specify first point:
230,145
Specify next point or [Undo]:
245,145
Specify next point or [Undo]:
<return>
Command: l
LINE Specify first point:
230,175
Specify next point or [Undo]:
245,175
```

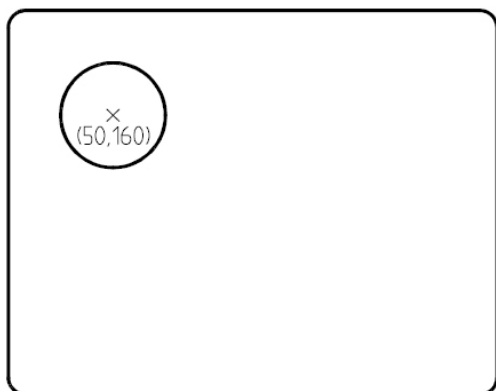


Fig. 4.

Specify next point or [Undo]:  
<return>

Vi skal nu have afrundet hjørnerne. Skriv Fillet på kommandolinien eller vælg Fillet i menuen "Modify". Angiv afrundingsradius (Fillet radius) til 5 mm og reaktiver Fillet kommandoen med højre museknap (svarer til <Return>). Fillet udføres nu ved pegning på de to linier imellem hvilke afrundingen skal ske. Resultatet fremgår af fig. 3:

```
Command: fillet
Current settings: Mode = TRIM,
Radius = 0.00
Select first object or [Poly-
line/
Radius/Trim]: r
Specify fillet radius <0.00>:5
Command: fillet
Current settings: Mode = TRIM,
Radius = 5.00
Select first object or [Poly-
line/
Radius/Trim]:
Select second object:
```

Gentag med <return> og <repeat fillet> efter behov.

Hullet i pladen ses i fig. 4 som en cirkel. Denne tegnes ved hjælp af kommandoen Circle eller blot C på kommandolinien, ikonet kan også vælges i Shapes-toolbaren. Vi vælger at definere cirklen ved hjælp af dens centrum og radius. Se fig. 4

```
Command: c
CIRCLE Specify center point
for circle or [3P/2P/Ttr (tan
tan radius)]: 50,160
Specify radius of circle or
[Diameter]: 15
```

Centerlinierne for hullet (se fig. 5) tegnes i lag „MID“. Lagstrukturen er meget central i AutoCAD og kan aktiveres på mange forskellige måder. Det nemmeste er at skifte lag i lagmenuen som kan udpeges direkte i topmenuen, hvor det nye aktive lag blot udpeges. Linierne tegnes derefter ved hjælp af kommandoen Line, som tidligere beskrevet:

„MID“-laget skal nu være det aktive lag.



# 1. kursusgang

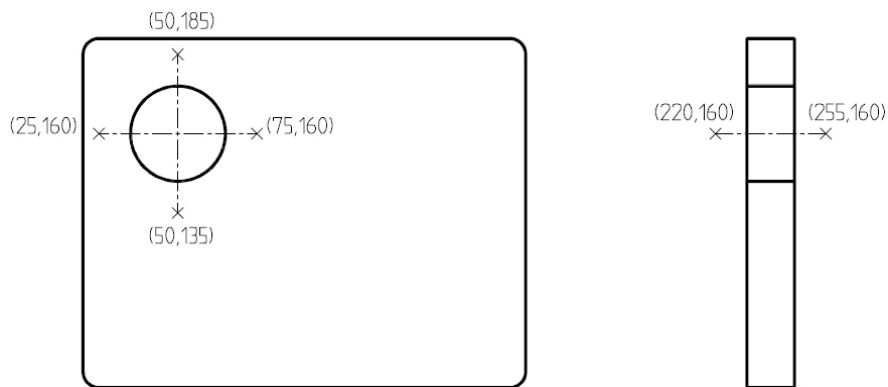
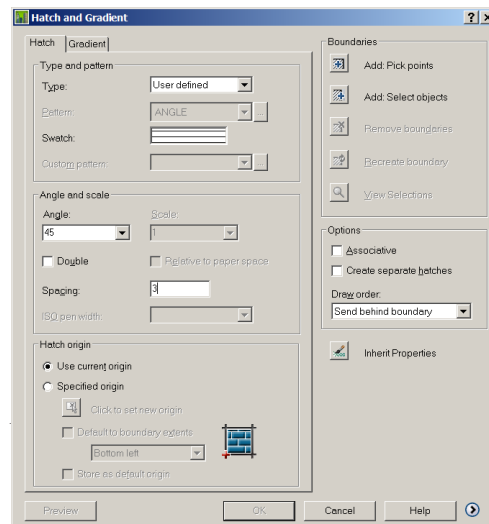
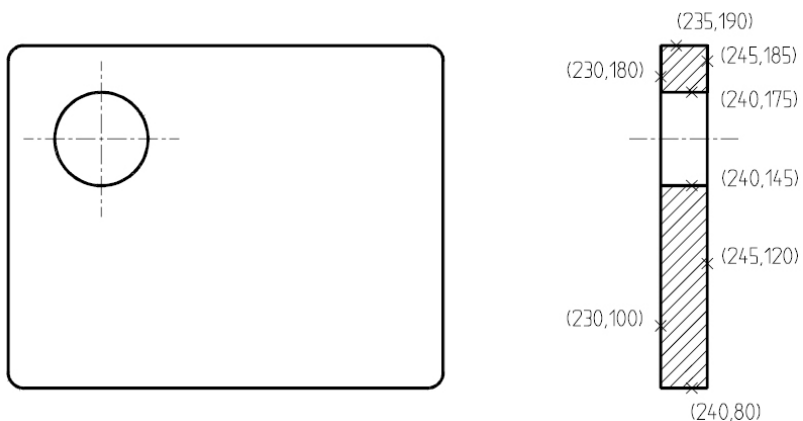


Fig. 5.

```
Command: l
LINE Specify first point:
25,160
Specify next point or [Undo]:
75,160
Specify next point or [Undo]:
<return>
Command: l
LINE Specify first point:
50,135
Specify next point or [Undo]:
50,185
Specify next point or [Undo]:
<return>
Command: l
LINE Specify first point:
220,160
Specify next point or [Undo]:
255,160
Specify next point or [Undo]:
<return>
```

Højre billede er et lodret snit i pladen, midt gennem hullet. Dette markeres ved at skraverer snitfladerne. Skravering udføres først med kommandoen Hatch, som benyttes til enhver form

Fig. 6.



for udfyldning af lukkede flader. I tekniske tegninger danner skraveringslinierne altid vinklen 45° med vandret. Her vælges afstanden mellem linierne til 3 mm. Skraveringen udføres i lag „SKR“. Derfor skal „SKR“ først gøres til det aktive lag. Resultatet ses på fig. 6.

„SKR“-laget er det aktive lag. Skriv Hatch i kommandolinien eller vælg fra Draw-menuen. Vælg Userdefined under Type, Angle til 45 grader og Spacing til 3, idet enheden hele vejen igennem har været tiltænkt mm. Se figur 7. Peg på Pick Points og udpeg de to områder der skal skraveres. Tryk <Return> og vælg Preview. Ser det fint ud gå tilbage til menuen og vælg OK.

Målsætningen har sin egen menu i AutoCAD: Dimension.

Målsætningen placeres på laget „DIM“, hvorfor der startes med at gøre dette lag aktivt. Vælg Linear under Dimension og udpeg endepunkterne på de længder der skal målsættes. Herefter placeres målsætning iht. figuren. Det skulle gerne ligne de målsætninger der fremgår af figur 8. Bemærk at det er ligegyldigt om det er en vertikal eller horisontal målsætning. Når diameteren skal angives testes først T for tekst inden mållinien placeres, her indtastes Ø30 efterfulgt af <return> (kan også klares efterfølgende ved at dobbeltklikke på målsætningen for at se dens egenskaber og scrolle ned til ”Text Override”).

Vi slutter tegningen af med en lille tekst. Laget 035 gøres aktivt. Aktiver tekstfunktionen med kommandoen MTEXT:

# 1. kursusgang

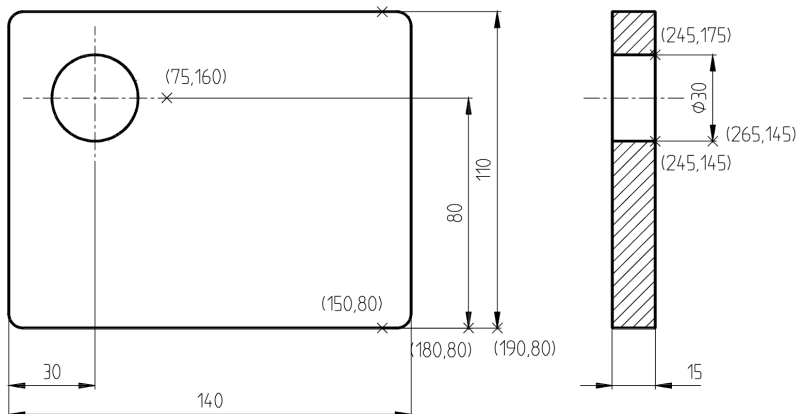


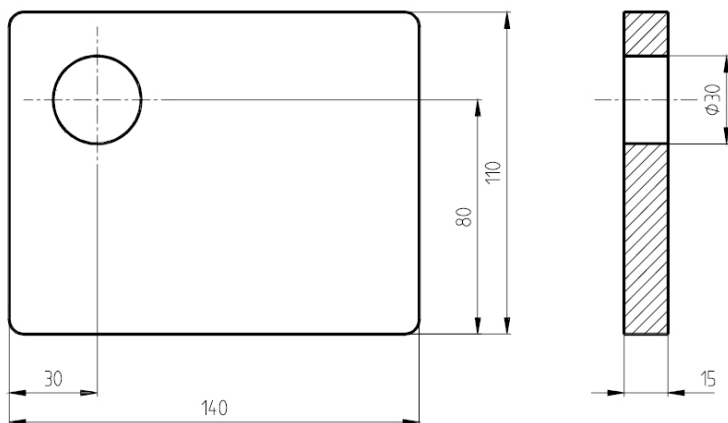
Fig. 8.

```
Command: _mtext Current text
style: "ISO" Text height: 5
Specify first corner: 20,20
Specify opposite corner or
[Height/Justify/Line spacing/
Rotation/Style/Width]:
```

(udpeg et punkt), så der fremkommer en tekstboks. Kontroller at teksthøjden er 5 mm. Skriv teksten "Ikke målsatte radier R5". Tryk OK.

Uønskede tegningsobjekter kan fjernes med "viskelæderet" i menuen Modify, eller kommandoen ERASE i kommandolinien.

Når tegningen skal afsluttes, gemmes på vanlig Windows-måner. Sørg som sagt for at gemme på jeres eget drev og ikke på den lokale maskine i edb-lokalet.



(20,20) Ikke målsatte radier R5

Fig. 9.