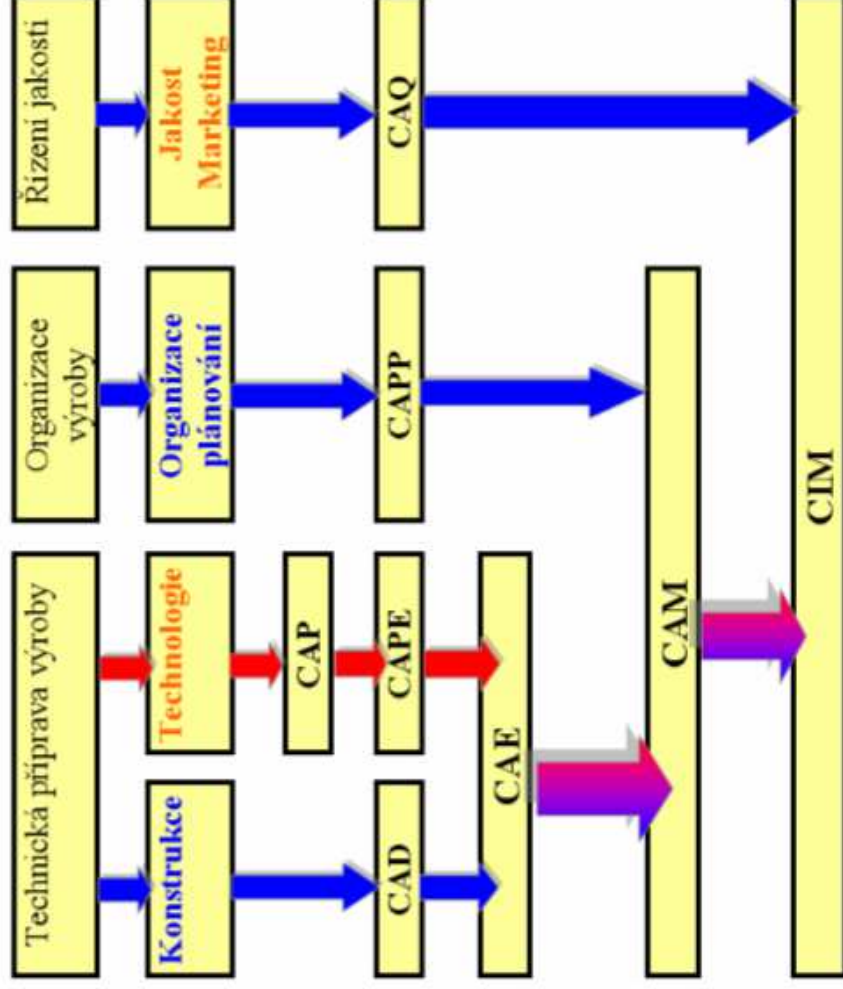


Tvarování CNC technikou

Ing. Ludka Hlásková, Ph.D.

Obrázek 37 - Návaznosti činnosti strojírenského podniku při použití CA podpory

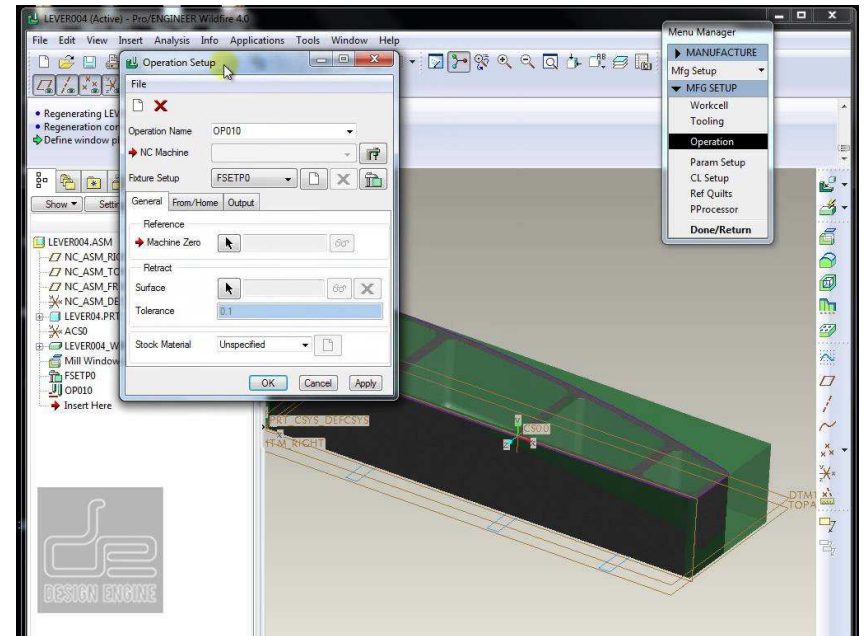
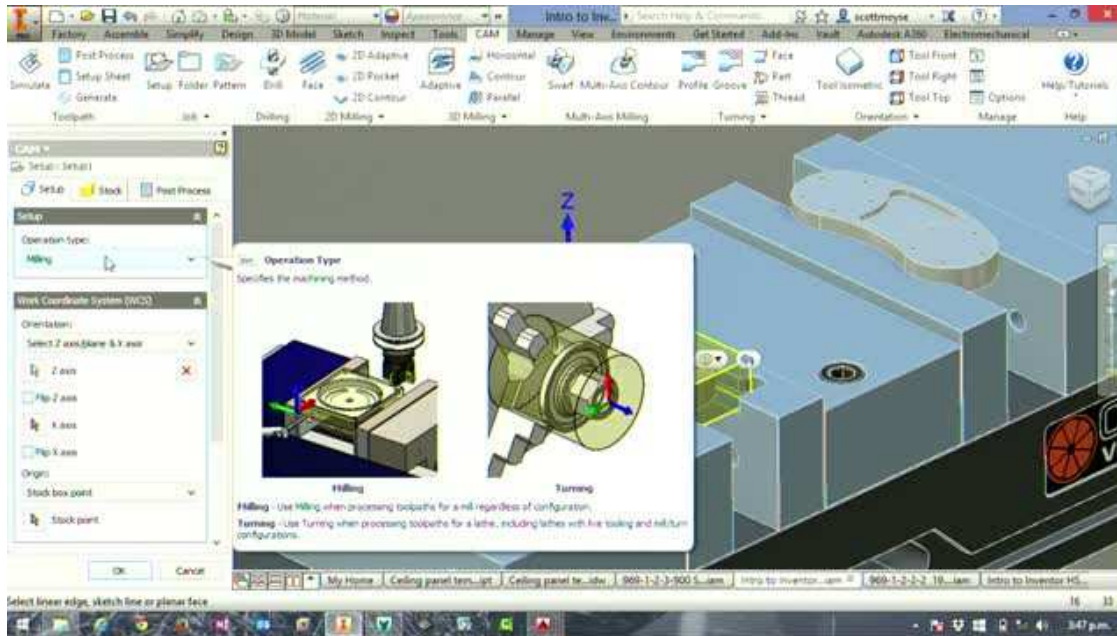
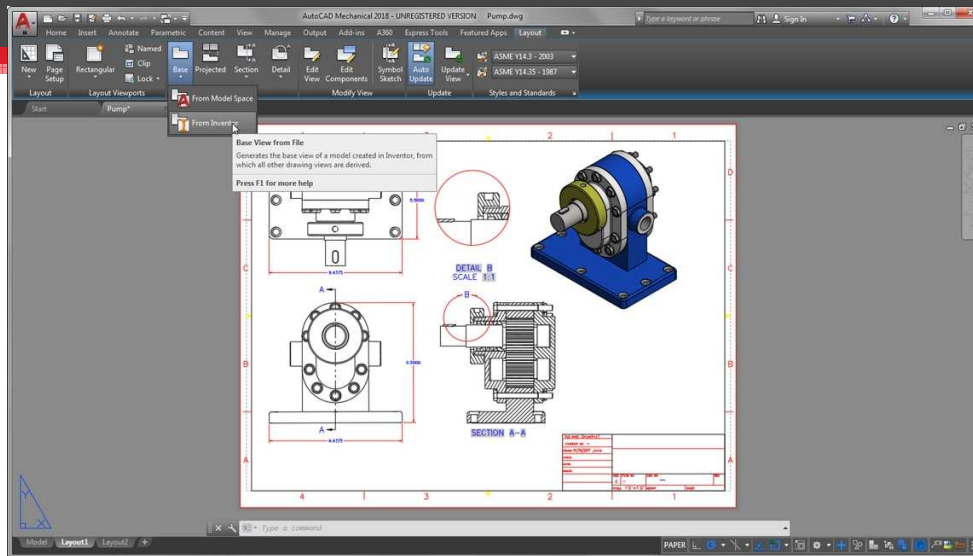


- NC stroj – Numerical Control (číslicově řízený stroj),
- CNC stroj – Computerized Numerical Control (počítačem řízený NC stroj).

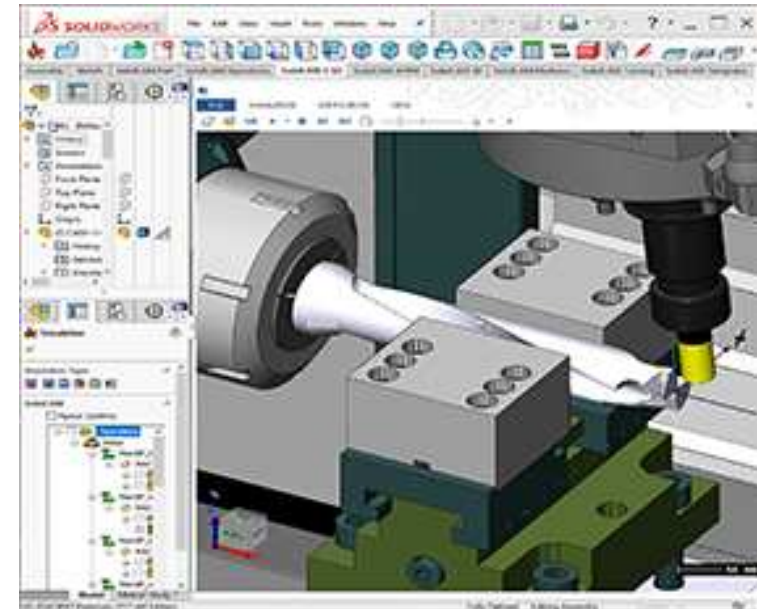
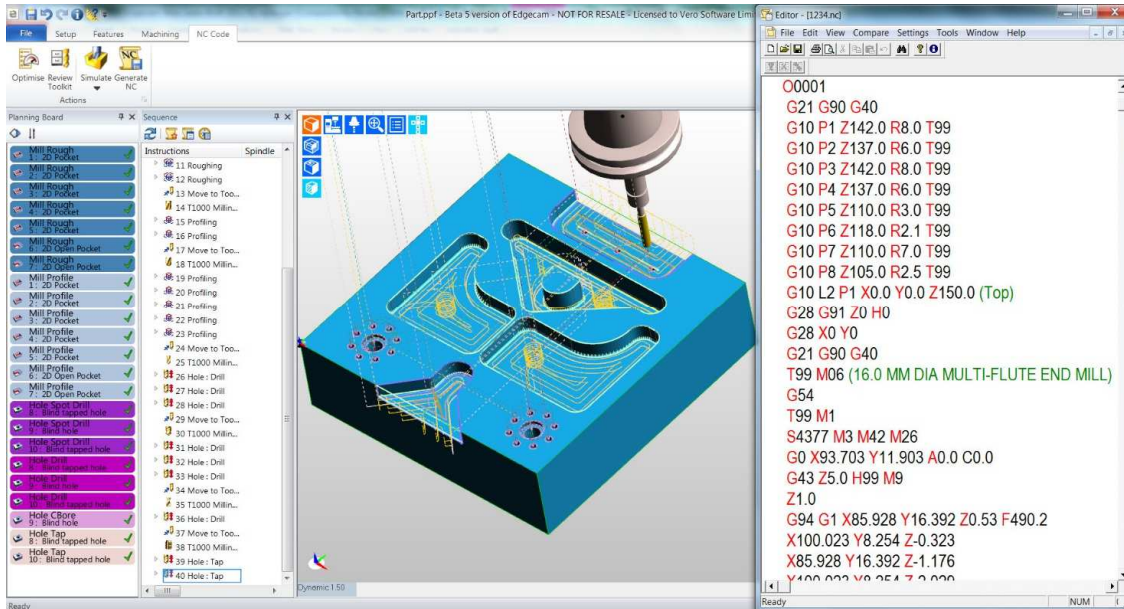
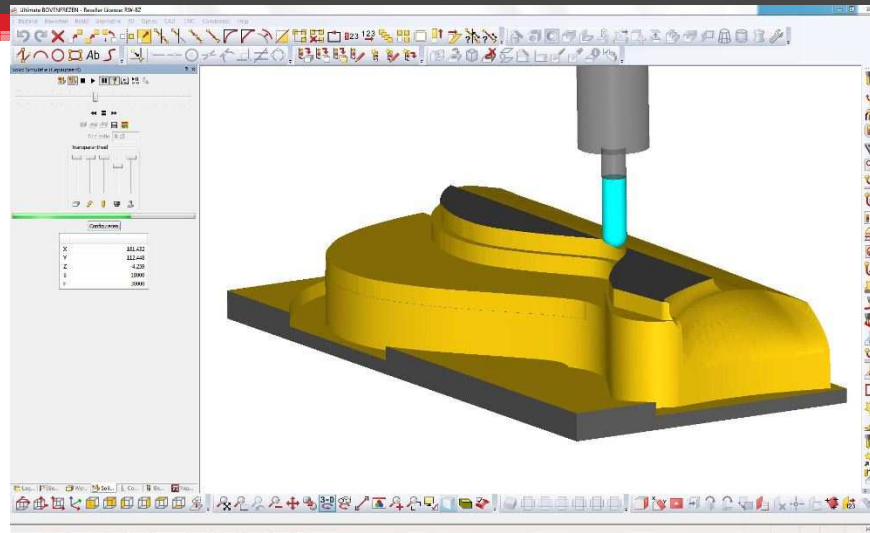
Mezi další výrazy vyskytující se ve spojitosti s obráběním lze zařadit:

- DNC – Distributed Numerical Control (centrální počítačové řízení NC strojů),
- CAD – Computer Aided Design (počítačová podpora konstrukce),
- CAM – Computer Aided Manufacturing (počítačová podpora výroby),
- CAD/CAM – počítačový systém s integrovanou podporou konstrukce a výroby součástky.

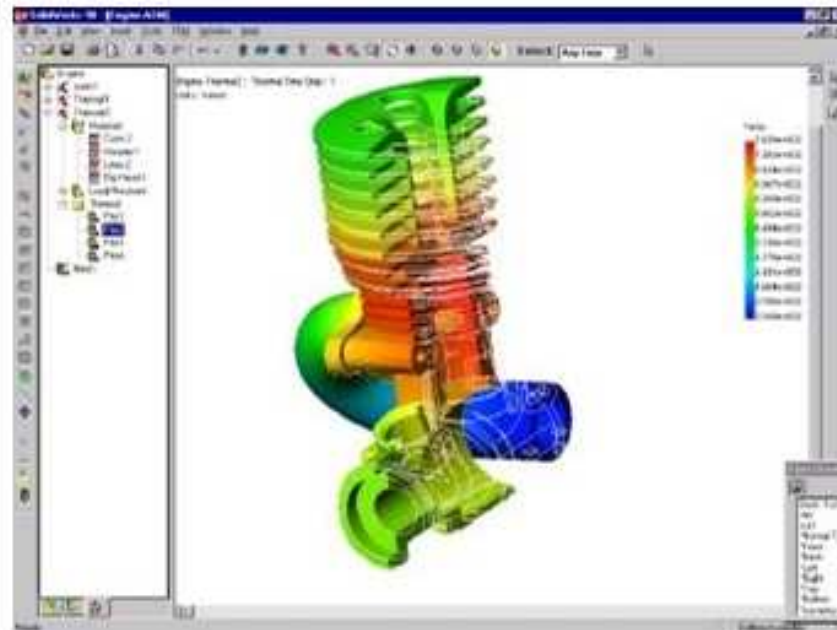
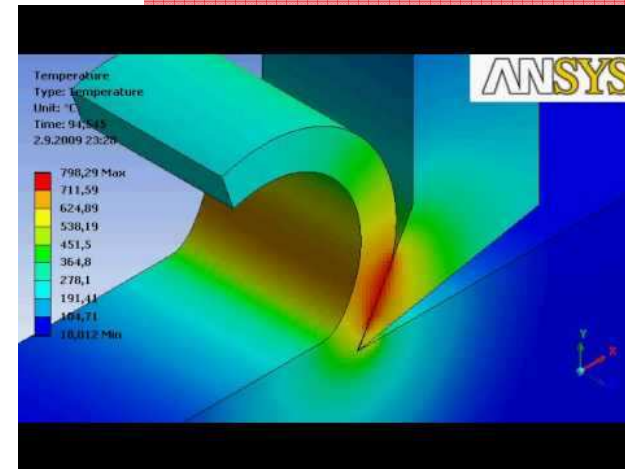
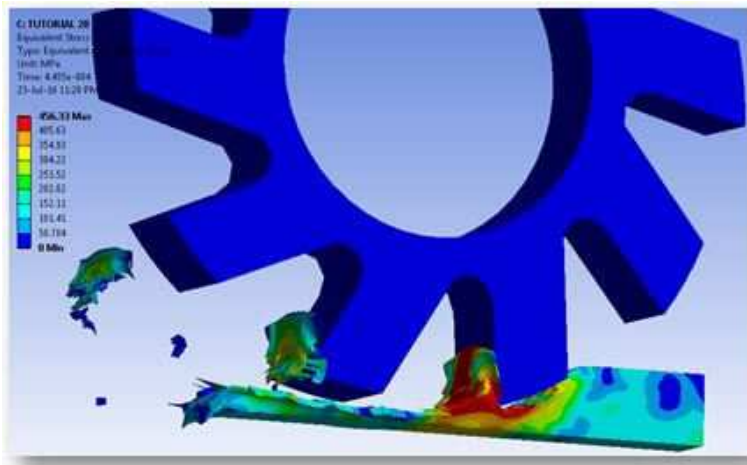
CAD



CAM



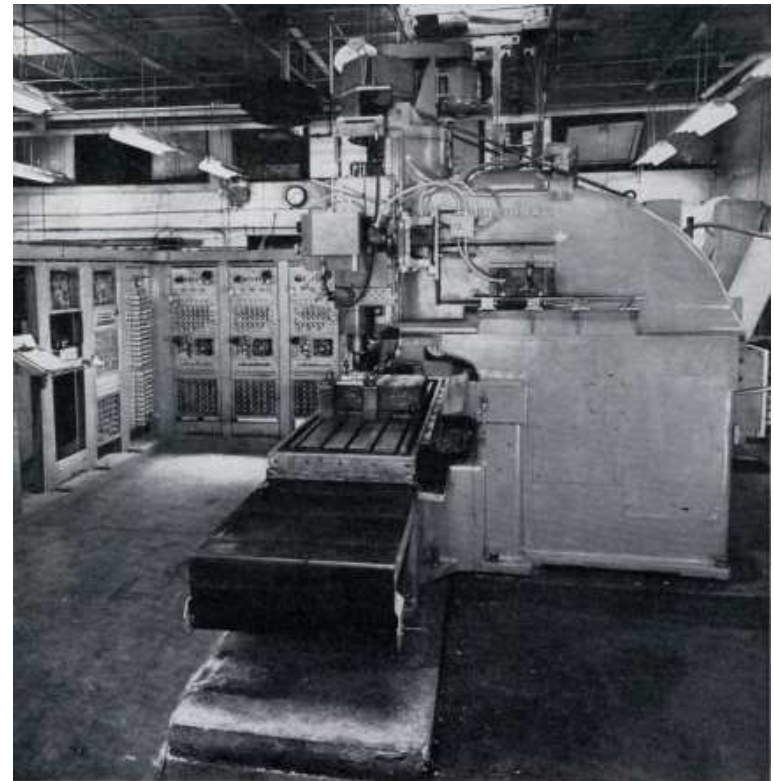
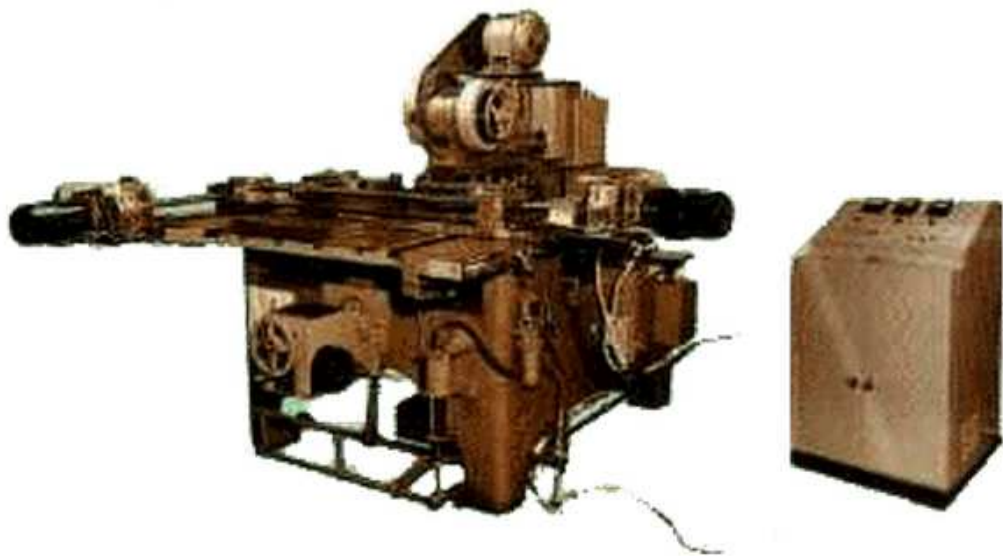
CAE



Vývoj číslicově řízených strojů

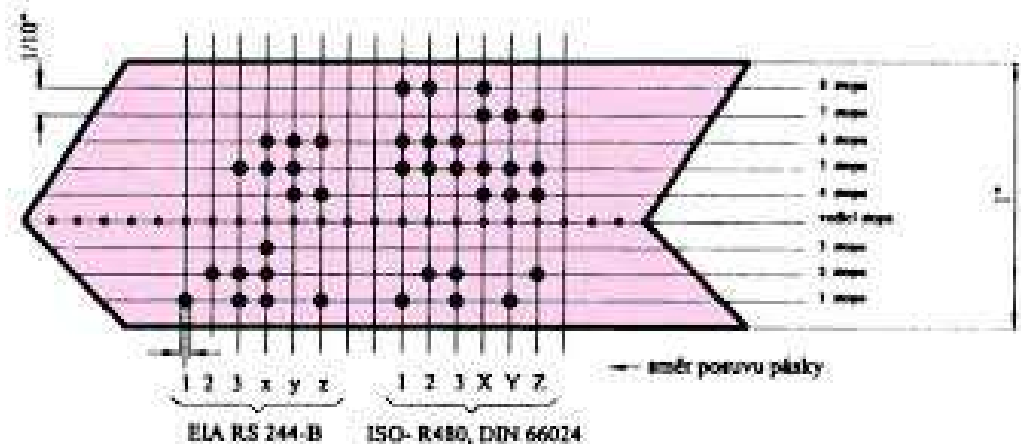
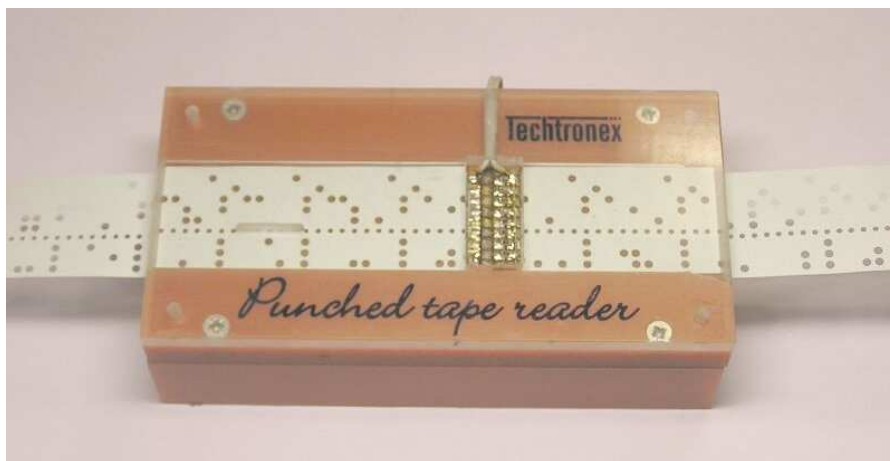
- NC stroje 1. vývojové generace
 - Jedná se o stroje nejjednodušší koncepce založené na konstrukci konvenčních strojů doplněné o číslicově řídicí systém, který umožňuje stavění souřadnic (vrtačky, vyvrtávací stroje) a řízení v pravoúhlých souřadnicích.
- NC stroje 2. vývojové generace
 - Stroje jsou již vybaveny servopohony, revolverovými hlavami, zásobníky nástrojů a dovolují řízení v základních pracovních cyklech, během kterých lze využívat více nástrojů. Systémy jsou doplněny o paměť, umožňují souvislé řízení ve dvou osách a editaci programů.
- NC stroje 3. vývojové generace
 - Oproti předchozí generaci jsou schopny souvislého řízení ve třech osách. Dochází ke zvýšení přesnosti, produktivity výroby, množství nástrojů v zásobníku a k využívání senzoru pro sledování pohonů a mechanismů.
- NC stroje 4. vývojové generace
 - Vyznačují se souvislým řízením ve více než 3 osách a vlastní realizací vědeckých poznatků. Převážně se jedná o typy strojů, u nichž se zavádějí nové metody v konstrukci a využití strojů

První NC stroje



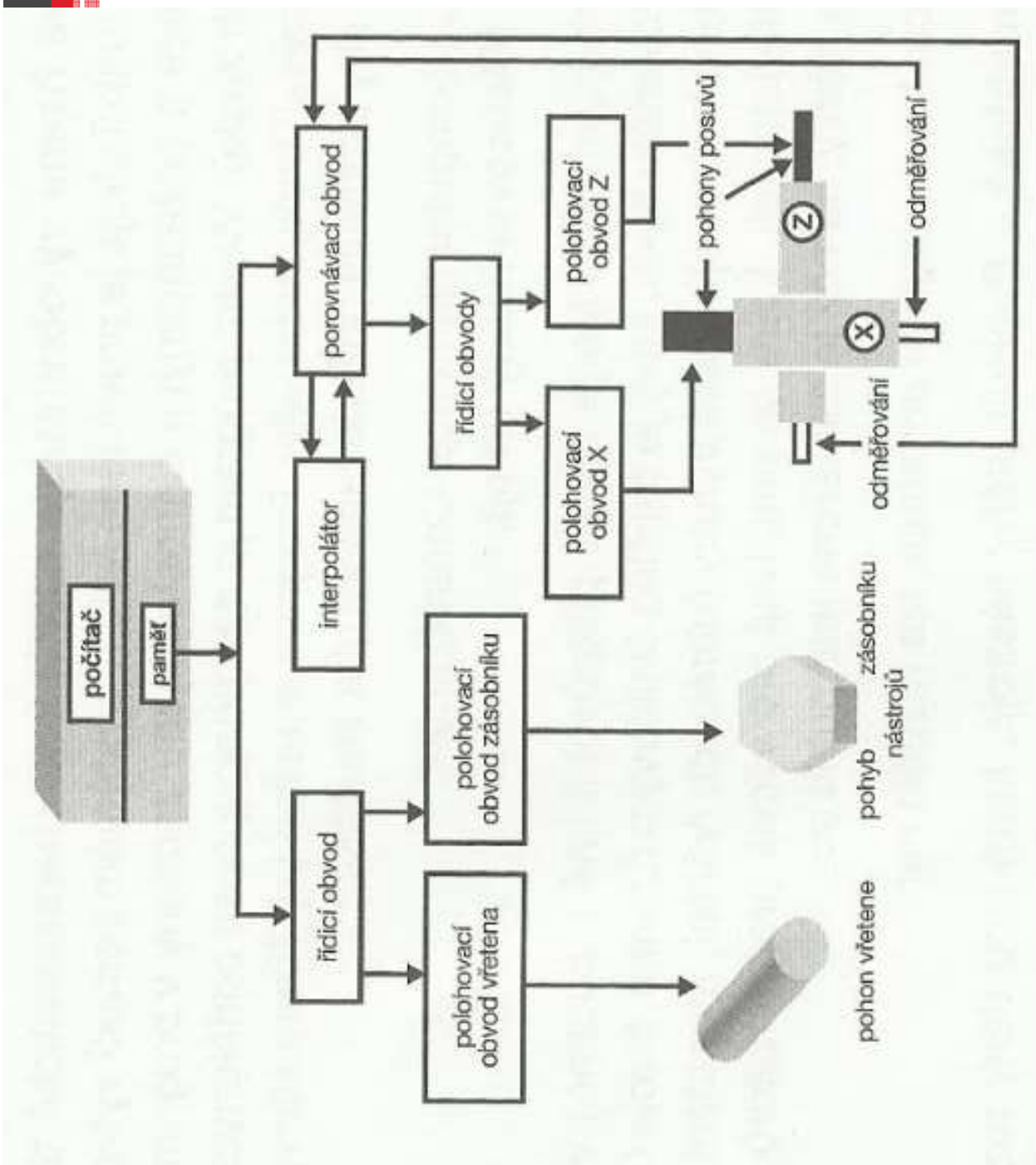
NC řízení obráběcích strojů

- Řízení stroje probíhá pomocí programu zaznamenaného nejčastěji na děrné pásce, která je vložena do čtecího zařízení (čtečka).
- Po dokončení celého programu musí být děrná páska převinuta na začátek, aby mohl program být znovu spuštěn. Pružnost výroby je narušena i změnou v samotném programu. Pokud je potřeba provést úpravu v programu, musí být celá páska vyděrována znovu.
- Mezi podstatné nevýhody NC systémů lze zařadit: nemožnost využívání podprogramů, parametrů a složitějších cyklů.



CNC řízení obráběcích strojů

- Jedná se o systém, kde řízení stroje přebírá řídicí počítač. Systém stroje načte celý program do paměti ze záznamového média
- Na rozdíl od NC strojů je interpolátor softwarovou záležitostí nikoliv hardwarovou. To nám umožňuje následně měnit vlastnosti řídicího systému a doplňovat o různé funkce, aniž by bylo nutno zasahovat do hardwarové struktury zařízení.
- Ke generování dráhy nástroje či obrobku je možné využít přímého matematického popisu tvaru dráhy programem.



Výhody CNC řídicích systémů:

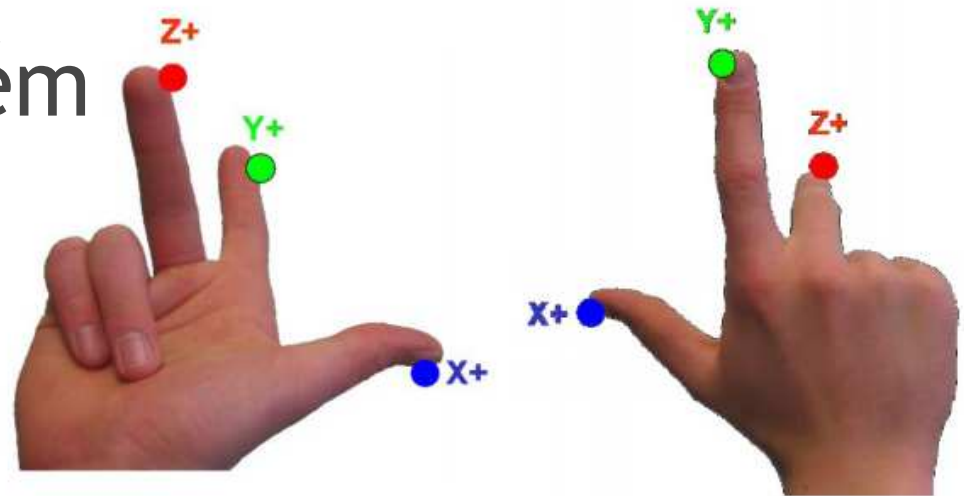
- snadná editace programu,
- možnost větvení programu,
- práce s podprogramy, cykly a parametry,
- využití grafické simulace k testu programu,
- využití diagnostiky,
- zpracování programů vytvořených CAD/CAM systémech,
- výroba velmi složitých součástí,
- produktivnější a hospodárnější výroba,
- zvýšení přesnosti a přizpůsobivosti výroby,
- menší nároky na kontrolu,
- nižší zmetkovitost,
- automatická výměna nástrojů,
- možnost vícestrojové obsluhy (na jednoho pracovníka více strojů),
- úspora výrobních a skladových ploch,
- zvýšení úrovně řídicí práce.

Souřadné systémy u číslicově řízených strojů

- Souřadné systémy slouží k orientaci nástroje či obrobku v prostoru.
- Pomocí souřadného systému se navádí nástroj (obrobek) do požadovaného bodu v prostoru.
- Jednoznačné určení souřadných os v pracovním prostoru stroje je nedílnou součástí číslicového řízení.
- Pro jednodušší programování CNC strojů byla zavedena pravidla pro souřadné systémy a označování os u obráběcích strojů.

Kartézský souřadný systém

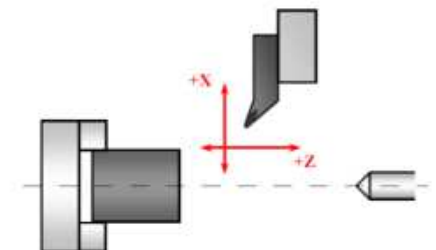
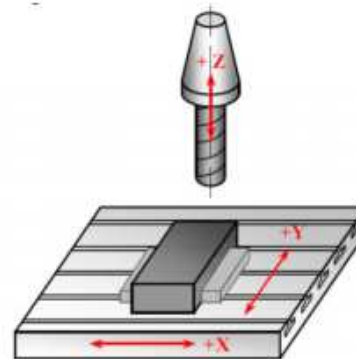
- Základním souřadným systémem využívaným na většině CNC strojů je tzv. Pravoúhlá pravotočivá souřadná soustava (Kartézský souřadný systém, systém pravé ruky). Jako pomůcka pro správnou orientaci v prostoru a představivost slouží tzv. pravidlo pravé ruky.



Vertikální (svislý) obráběcí stroj

Horizontální (vodorovný) obráběcí stroj

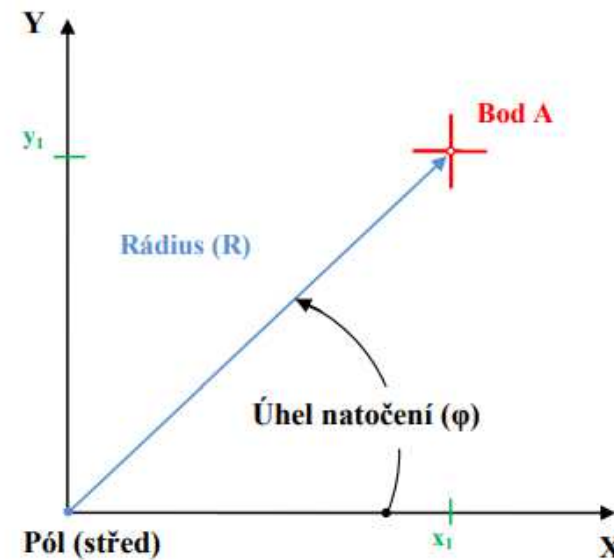
Pravoúhlá pravotočivá souřadná soustava (Kartézský souřadný systém)



Polární souřadný systém

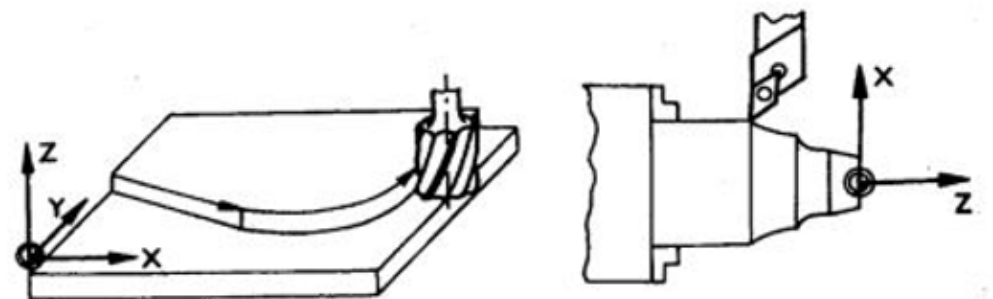
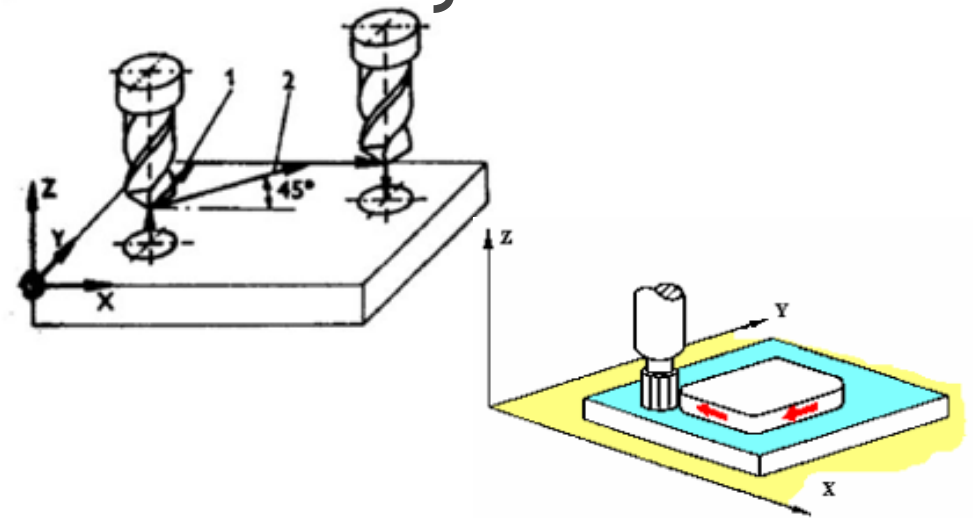
- U většiny CNC strojů je využíván k programování pravoúhlý souřadný systém, ale v mnohých případech se používá tzv. polární souřadný systém. Jedná se o určování polohy nástroje (obrobku) pomocí:
 - pólu (výchozí bod),
 - poloměru (radius),
 - úhlu natočení.

- Příklad: souřadnice bodu A:
- Polární souřadnice:
- Pól = [0,0]
- $R = 20 \text{ mm}$,
- $\phi = 45^\circ$
- Kartézské souřadnice:
- $X_1 = ??? \text{ mm}$
- $Y_1 = ??? \text{ mm}$



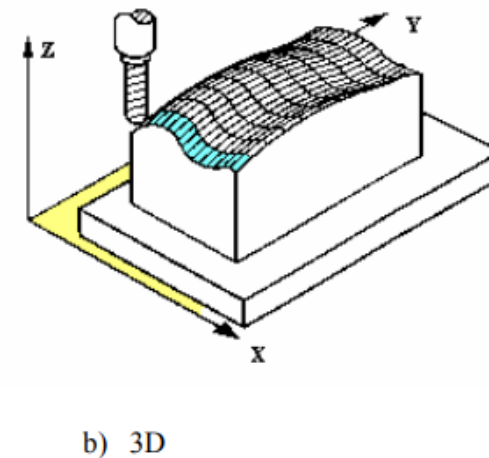
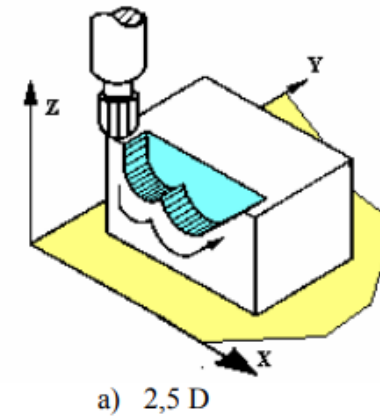
Řídicí systémy s přetržitým a souvislým řízením

- Systémy umožňující výpočet korekce a geometrie pohybu nástroje. Rozdělují se podle počtu současně řízených os na:
- Jednoosé obrábění (1D) – umožňuje pohyb jen v jedné ose. Využívané např. u vrtaček k zhotovení otvoru, pohyb jen v ose Z.
- Dvouosé obrábění (2D) – řízení dvou os najednou. Lze se s ním setkat u soustruhů, pohyb ve dvou osách zároveň X-Z

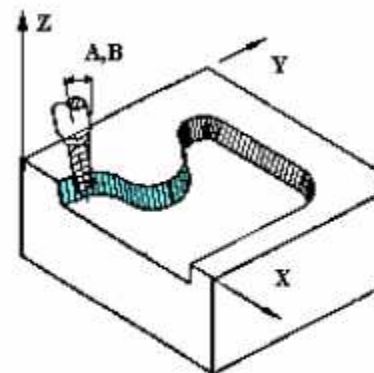


Řídicí systémy se souvislým řízením

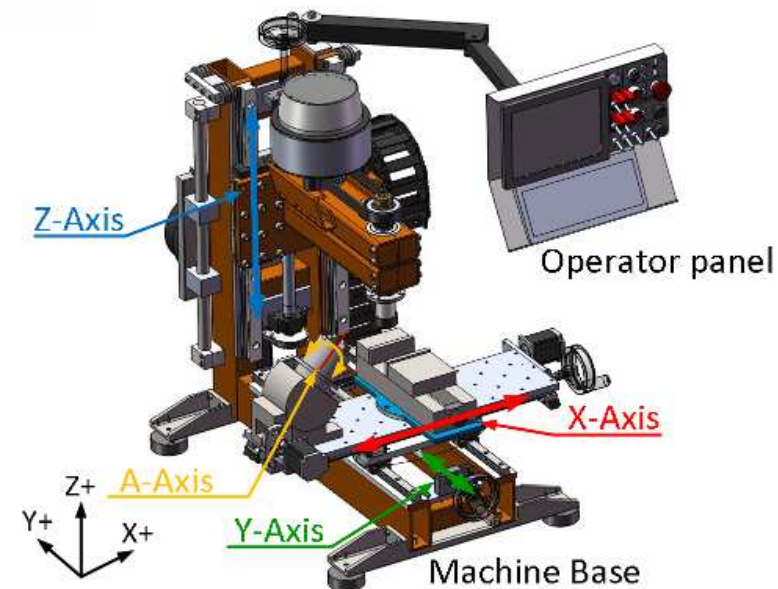
- Dvou a půl osé obrábění (2,5D) – hovoříme u frézek, kde lze provádět lineární či kruhovou interpolaci volitelně vždy v jedné rovině X-Y, X-Z nebo Y-Z, viz obrázek. Neboli najetím na hloubku řezu (osa Z) a následně obrábět v osách X - Y.
- Tříosé obrábění (3D) – jedná se o řízení frézek, které umožňuje obrábět ve třech osách současně X-Y-Z. Činnost interpolátoru je zde nezastupitelná, protože propočítává pohyb nástroje ve dvou osách v závislosti na třetí ose, viz obrázek.



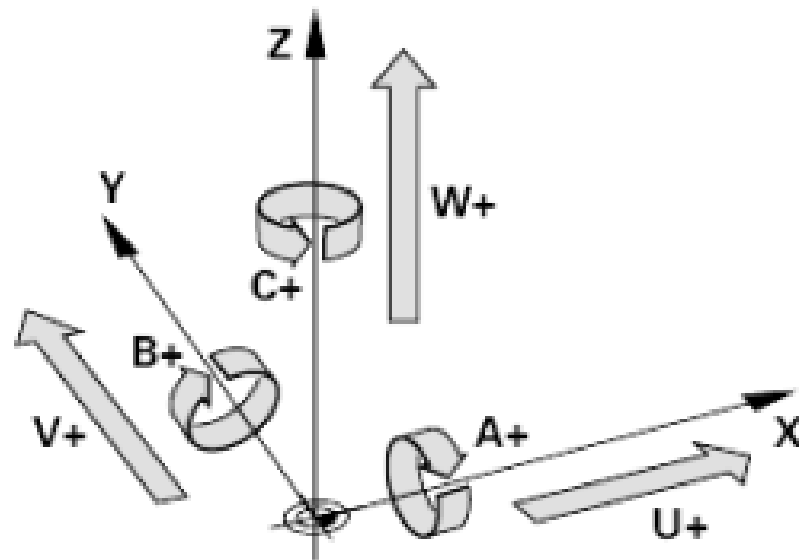
- Čtyřosé obrábění (4D) a víceosé obrábění – systémy dovolující obrábění nejen v osách X, Y, Z, ale umožňují dále rotaci kolem zmíněných os, tedy nástroj nebo obrobek může být natočen, naklopen viz obrázek



c) 4D



Kolika-osý systém?



Vztažné body u CNC strojů

- Každý řídicí systém obsahuje body, pomocí kterých se orientuje v prostoru a od kterých odměřuje zadávané souřadnice. Tyto body se nazývají tzv. vztažné body:



Referenční bod stroje R

- Je to pevně stanovené místo v pracovním prostoru stroje, jehož poloha je stanovena výrobcem.
- V tomto místě je koncový spínač, na kterém dojde ke sladění odměřovacího systému CNC ve všech odměřovacích osách.
- Tato poloha je známá a je uložena v tabulce strojních konstant.
- Slouží k nalezení nulového bodu stroje při zapnutí stroje.



Nulový bod stroje M

- Je počátkem souřadného systému pracovního prostoru CNC stroje.
- U soustruhu je umístěn ve středu otáčení tj. na průsečíku osy X a Z a v místě dosedací plochy upínacího prvku v ose Z.
- V nulovém bodu stroje leží střed základního koordinačního systému stroje.
- Není možno jej měnit.
- Je to absolutní počátek souřadnic.



Nulový bod výměny nástroje T

- Tento bod slouží k určení bezpečného místa výměny nástroje.
- Např.: bezpečné otočení revolverové hlavy v pracovním prostoru stroje, tak aby nedošlo k poškození nástroje, stroje ani obrobku.
- Tento bod je na ustavovací (upínací) ploše nástroje např. čelní plocha nástrojové hlavy.
- Od tohoto bodu systém odměřuje pohyb nástroje v příslušné ose a přepočítává k tomuto bodu základní rozměry a korekce nástrojů.
- V bodě T má nástroj nulové rozměry.



Nulový bod obrobku W

- Je programově určen na nejvýhodnějším místě obrobku.
- Je počátkem souřadnicového systému obrobku.
- Jeho polohu volí programátor a je možné jí měnit i během programu.
- Váží se k němu všechny programované souřadnice drah v NC programu.
- Většinou se nulový bod obrobku u soustružení volí na čelní ploše součástky a u frézování na nejbližší ploše k vřetenu součástky.

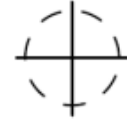
Výchozí bod programu

- Je to bod pro počátek a často i pro ukončení programu.
- Je stanoven u složitých strojů výrobcem.
- U jednoduchých strojů je stanoven programátorem.
- Jeho umístění bývá zakresleno v seřizovacím listě.



Nulový bod nástrojového držáku stroje N

- Jedná se o bod, ke kterému se vztahují rozměry všech nástrojů.
- Je stanoven výrobcem a nelze ho měnit.
- Při vložení držáku do zásobníku nástrojů je tento bod totožný s nulovým bodem výměny nástroje



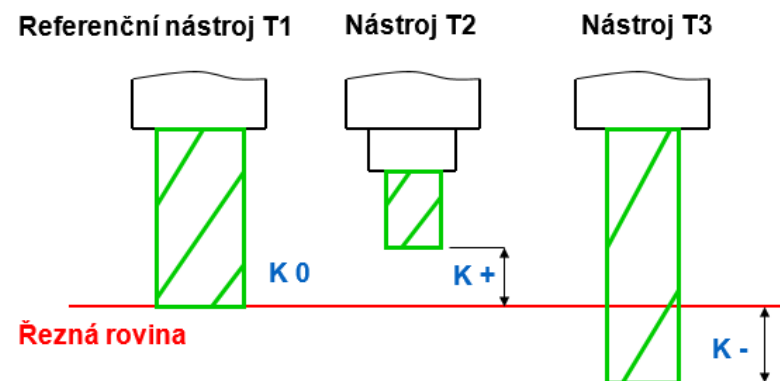
Nulový bod nástroje P

- Charakteristický bod pro dané typy nástrojů.
- U soustružnického nože se jedná o bod ležící na teoretické špičce nástroje, zatímco u rotačních nástrojů se nachází na čelní ploše v ose rotace nástroje.

Korekce nástroje

T	X	Y	Z	R	L
00					
01					
02					
03					
⋮					

- Korekce nástroje dávají geometrickou charakteristiku nástroje.
- Rozměry každého nástroje jsou vztažené k nulovému bodu nástrojového držáku N
- Pro frézu se zadávají min. dva rozměry – délka frézy Z a poloměr frézy (některé stroje umožňují zadat navíc ještě tvar zakončení frézy, typ apod.)
- Nesprávné seřízení korekcí nástroje vede k výrobě zmetku, popř. až k havárii stroje!



Tool list

Loc.	Type	Tool name	ST	D	Length	Radius
1	DRILL	R215.44-89 82 04 11-UL 4040	1	1	0.000	12.500
2	DRILL	R215.44-89 82 04 11-UL 4000	1	1	0.000	12.500
3	DRILL	D8 R216.34	1	1	0.000	4.000
5	DRILL	Magazine / Magazine number 8.34	1	1	0.000	3.000

Magazine selection

Neu tool

Setting data

Tool list

Loc.	Type	Tool name	ST	D	Length	Radius
1	DRILL	R215.44-89 82 04 11-UL 4040	1	1	0.000	12.500
2	DRILL	R215.44-89 82 04 11-UL 4000	1	1	0.000	12.500
3	DRILL	D8 R216.34	1	1	0.000	4.000
5	DRILL	Magazine / Magazine number 8.34	1	1	0.000	3.000

Magazine selection

Neu tool

Setting data

Tabulka nástrojů

Seznam nástrojů

NAST	MASTR	VNE	NOM. KOR-Ø	SMER. P/L	STS
1	ZPN	VNE	1. A	B	LE
2	S-FREZ	VNE	3. A	B	LE
3	ZAVITI	VNE	M 3. A	B	PR
3	ZPN	VNE	4. A	B	PR
3	ZPN	VNE	4. B	B	PR
3	NUZ	VNI	6. C	B	PR
3	CE-FREZ	VNE	40. D	B	PR
4	ZPN	VNE	4. A	B	LE
4	ZPN	VNE	4. B	B	LE
5	NAVRT	VNE	5. A	B	LE
5	S. VRT	VNE	5. B	B	LE
6	ST-FREZ	VNE	2. A	B	PR
6	NUZ	VNI	6. B	B	PR
6	NUZ	VNI	6. D	B	PR
6	S. VRT	VNE	35. E	B	PR
7	ST-FREZ	VNE	2. A	B	PR
8	S. VRT	VNE	1. A	B	PR
8	S. VRT	VNE	5. B	B	PR
8	S. VRT	VNE	25. C	B	PR
8	VRTAK	VNE	25. D	B	PR
8	VRTAK	VNE	B. 4	B	PR
9	VRTAK	VNE	B. 5	B	PR
9	S. VRT	VNE	10. A	B	LE
10	NUZ	VNI	8. 3	B	PR
10	UHL-FR	VNE	8. 3	B	PR

STREAM I / 3

0 min 37 mm/min

TPS 0 2012/11/01 15:29:15

NASTROJIVA DATA

Sabotz Nástrojeviš Oštro Nápoveda

Tabulka nástrojů

NASTROJ	ZPN	NOM.	TYD VNE
1.	1.	1.	KOLIZE BEZNE
ID KOD	A	STANDARD	INDEX UHEL
DELKA A	164.9996	DELKA B	-45.085
SMER. OBR. LE	0.1	RADIUS	0.1
MAX. HLOUB. 20.	SINKA	3.	MAT. CARB IDEL
ROZMER. 63.	DRZAK-TYP	STANDARD	DRZAK-TYP
DRZAK. 0	CAS REZU	521	CAS REZU
ZIVOTNOST 0	STAV	1072	STAV
MAX. POCET 0	C.1.s	0	C.1.s
SKUP C.1.s	MAZEV		MAZEV
KOREKCE X 0.	Z 0.	Y 0.	Z 0.
MAX. KOR. X 0.	Z 0.	Y 0.	Z 0.
AUTM. KOR. X 0.	Z 0.	Y 0.	Z 0.
KONS. KOR. X 0.	Z 0.	Y 0.	Z 0.
MODEL NASTR			

EDIT DELKA UCIT

HLEDEJ NASTROJ

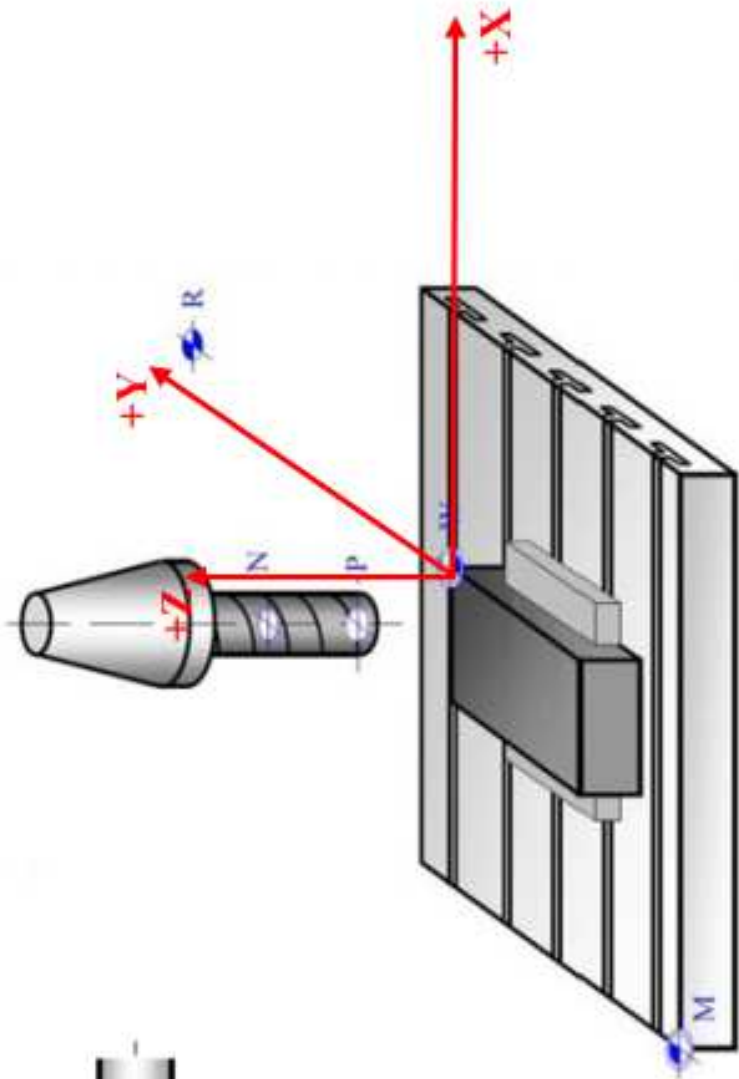
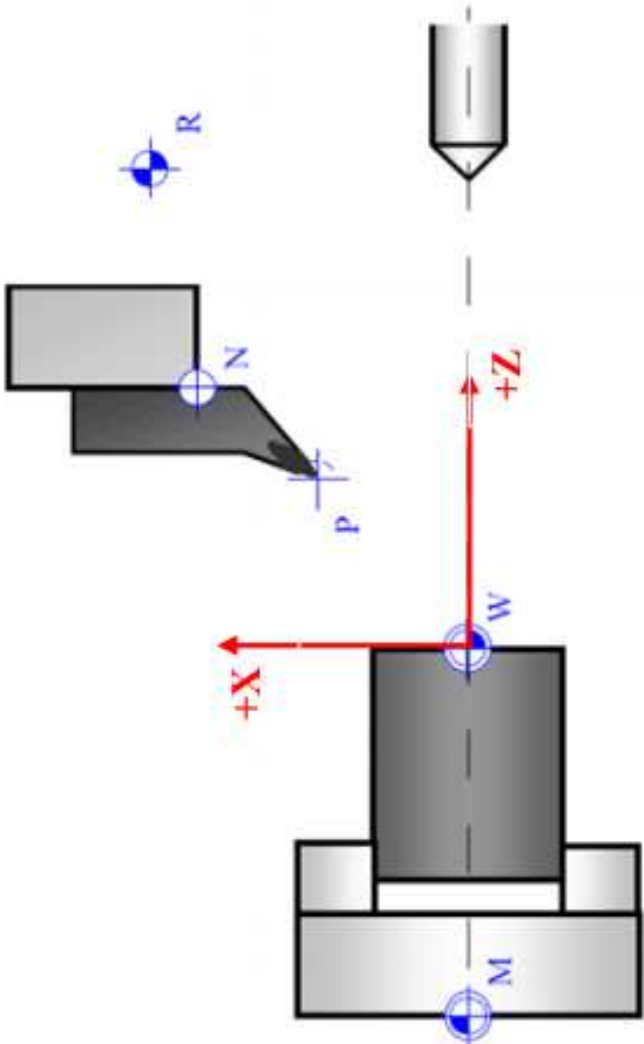
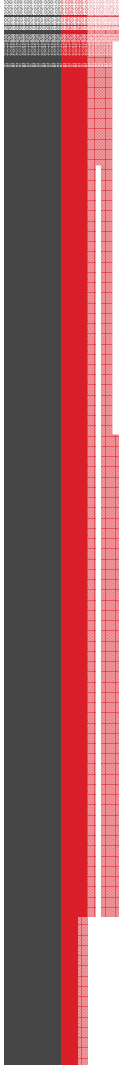
HLEDEJ ZIVOTN

DELKY NASTROJU

MERENI NASTROJU

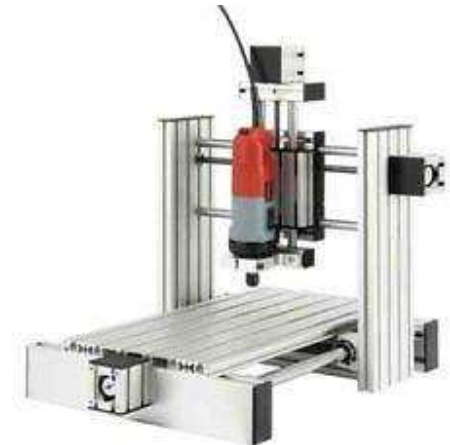
OFFSET NASTROJE

SEZNAM NASTROJU



CNC obráběcí centra

<http://www.youtube.com/watch?v=I2vXnxa0u98>
http://www.mojevideo.sk/video/7dcd/cnc_freza.html
<https://www.youtube.com/watch?v=xsZ2MY9mrM4>

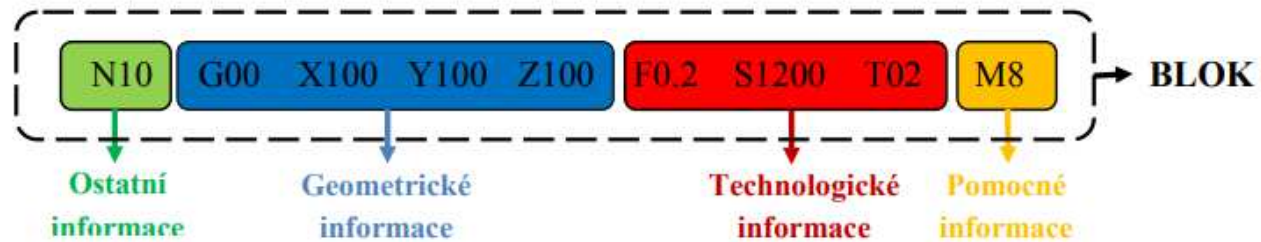


CNC Program

- Řídící program je soubor číselně vyjádřených informací, které podrobně popisují činnost stroje. Prostředky pro programování zachovávají jednoduchou skladbu slov a používají omezený soubor znaků. Program se zhotovuje v tzv. strojovém kódu.
- Informace obsažené v programu lze rozdělit na:
 - Geometrické - popisující dráhy nástroje, které jsou dány rozměry (tvarem) konkrétní obráběné součásti
 - Technologické – určují technologii obrábění s ohledem na optimální řezné podmínky
 - Pomocné – zahrnují ostatní informace nutné k výrobě součásti
 - Ostatní – jsou další informace důležité v orientaci v programu

Stavba CNC programu

- Program se skládá z vět neboli bloků. Každá věta obsahuje slovo, které popisuje jeden příkaz (adresa) a číselný kód. Dále obsahuje programovatelné funkce



Význam nejpoužívanějších adres

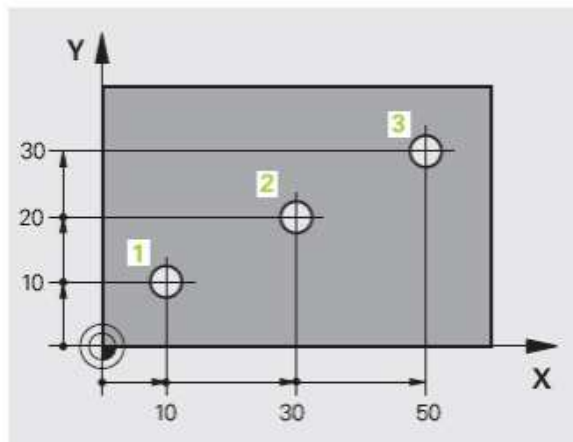
Písmeno	Význam
N	Číslo bloku (může či nemusí být uvedeno, slouží pro lepší orientaci v programu)
X, Y, Z	Základní osy souřadného systému (souřadnice v osách X, Y, Z)
A, B, C	Rotace kolem základních os
U, V, W	Paralelní pohyb se základními osami
G	Přípravná funkce (geometrická), zadávají se geometrické informace (přímka, kruh)
M	Pomocné funkce (přípravné), spouštějí činnost strojních mechanismů (zapnutí a vypnutí otáček, řezné kapaliny)
F	Rychlost posuvu (udává se v mm na otáčku nebo v mm za minutu nebo v mm na zub)
S	Otáčky vřetena nebo hodnota konstantní řezné rychlosti (záleží na systému)
T	Volba nástroje
R	Hodnota rádiusu nebo polární souřadnice

Způsoby programování

- Pro tvorbu CNC programů používáme následující způsoby programování – jsou psány v kartézských souřadnicích
- Při tvorbě programu se snažíme, aby popis dráhy nástroje byl co nejjednodušší. Většinou používáme způsob programování ABSOLUTNÍ, někdy (například při tvorbě podprogramu nebo při řetězcovém kótování součásti) volíme způsob programování INKREMENTÁLNÍ (přírůstkový).

Absolutní programování - G90

Souřadnice všech programovaných bodů se zadávají k předem zvolenému počátku souřadnic tzv. NULOVÉMU BODU (kótování od základny).

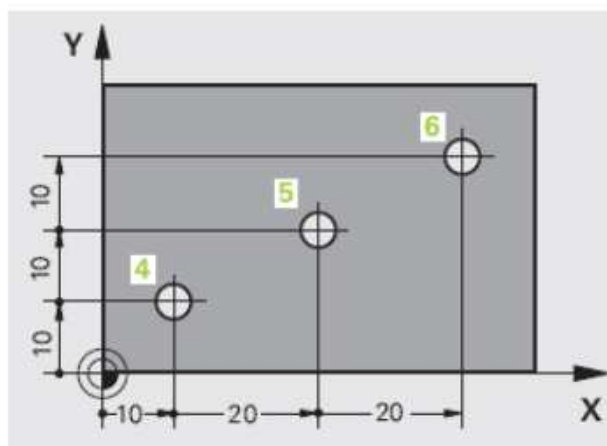


Určení polohy bodů v absolutních souřadnicích

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
1	10	10
2	30	20
3	50	30

Inkrementální programování G91

Souřadnice všech programovaných bodů se zadávají vzhledem k PŘEDCHOZÍMU BODU (naposledy naprogramovanému bodu nástroje), tzn. každý předchozí bod je současně považován za bod nulový (řetězcové kótování).



Určení polohy bodů
v inkrementálních souřadnicích

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
4	10	10
5	20	10
6	20	10

Přípravné funkce (G- funkce)

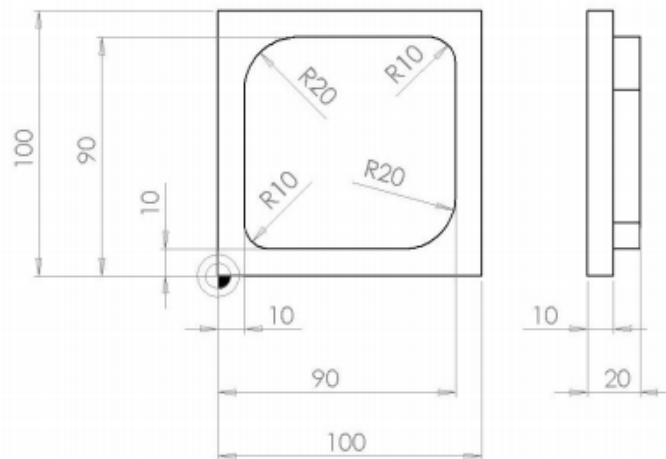
Funkce	Význam
G00	Rychloposuv - lineární interpolace maximálním posuvem
G01	Lineární interpolace – pohyb po přímce zadanou hodnotou posuvu F
G02	Kruhová interpolace - pohyb po kružnici v směru hodinových ručiček (CW - clockwise)
G03	Kruhová interpolace - pohyb po kružnici proti směru hodinových ručiček (CCW - counterclockwise)
G17	Volba pracovní roviny X/Y
G18	Volba pracovní roviny Z/X
G19	Volba pracovní roviny Y/Z
G40	Bez korekce rádiusu
G41	Korekce dráhy nástroje vlevo od obrysu (sousedné frézování)
G42	Korekce dráhy nástroje vpravo od obrysu (nesousedné frézování)
G54 - G57	Absolutní posunutí nulového bodu
G90	Absolutní programování
G91	Inkrementální (přírůstkové) programování
G92	Omezení otáček stroje
G94	Posuv v milimetrech za minutu [min^{-1}]
G95	Posuv v milimetrech za jednu otáčku [mm]
G96	Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = \text{konst.}$
G97	Vypnutí konstantní řezné rychlosti $n = \text{konst.}$

Pomocné funkce (M- funkce)

Funkce	Význam
M00	Programové zastavení. STOP vykonávání programu včetně zastavení vřetena a chlazení do doby opětovného startu stroje.
M03	Spuštění otáček vřetena ve směru hodinových ručiček. (CW)
M04	Spuštění otáček vřetena proti směru hodinových ručiček. (CCW)
M05	Zastavení otáček vřetena.
M06	Výměna nástroje.
M08	Zapnutí chlazení.
M09	Vypnutí chlazení.
M17	Konec podprogramu.
M30	Konec programu

Příklad ISO - programování

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
1	Čelní válcová fréza stopková Ø 30 mm			Frézování rovinných ploch	HSS

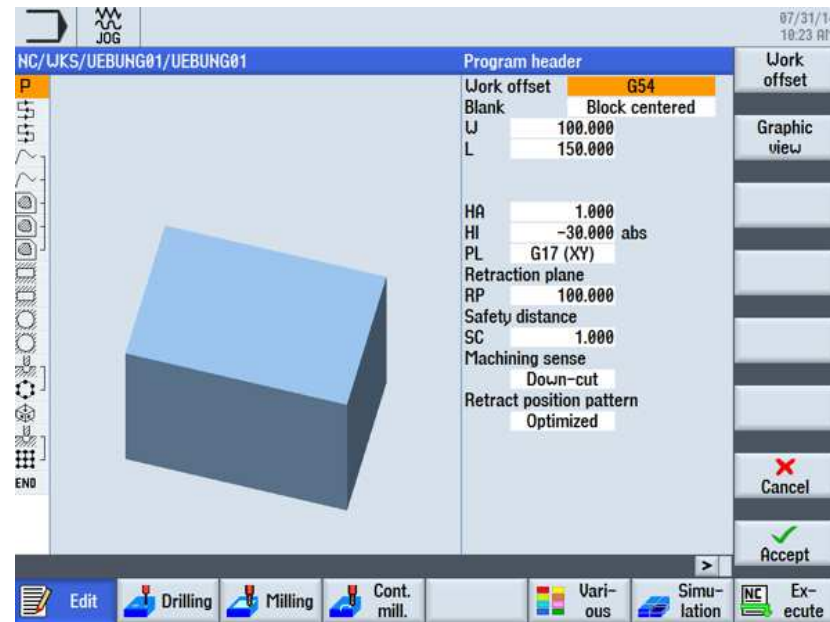
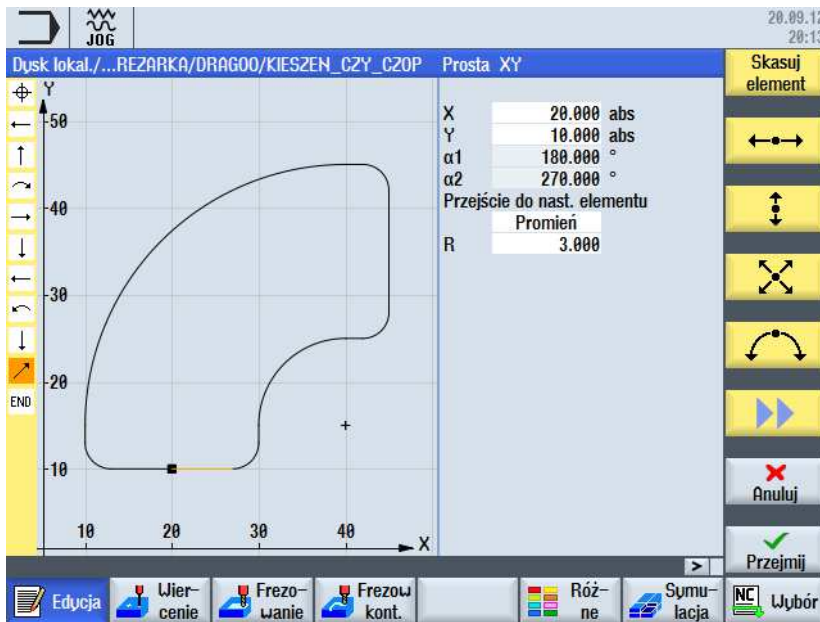
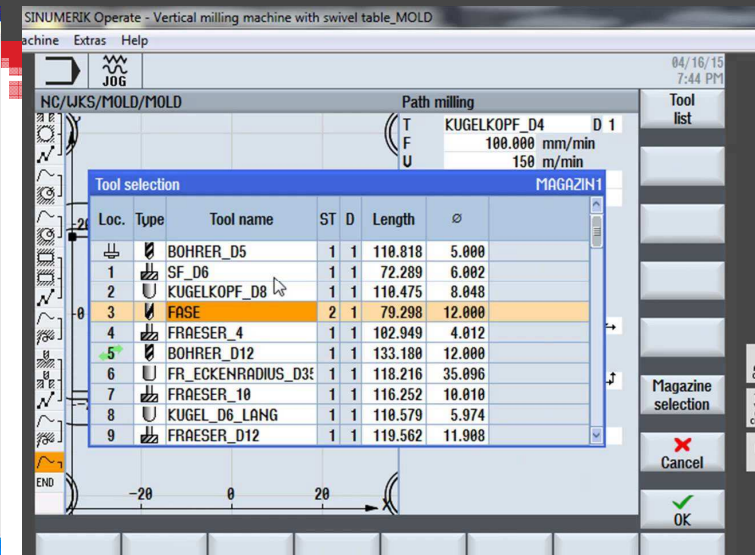
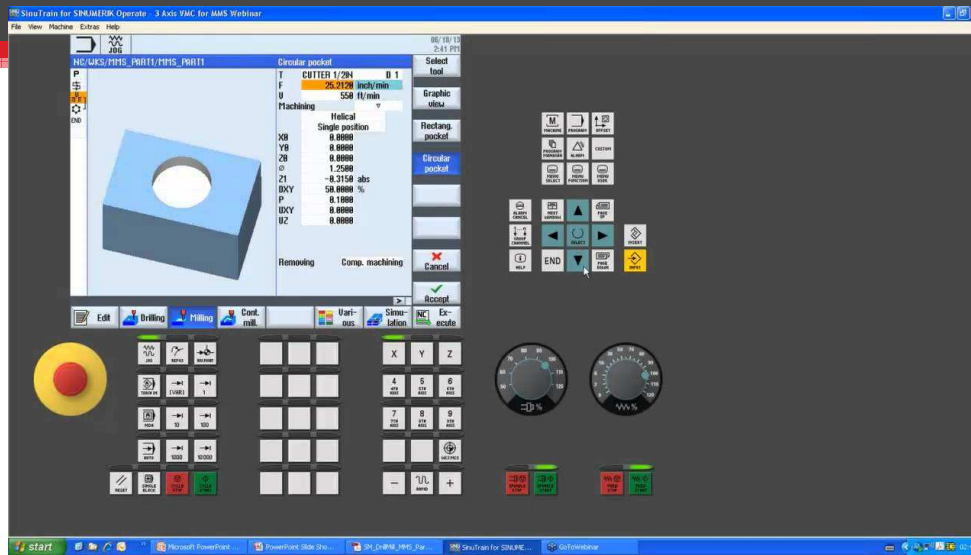


```

N001 G90 G54 G17
N005 G30 X0 Y0 Z-20
N010 G31 X100 Y100 Z0
N015 G00 X100 Y100 Z100 G40
N020 M06 T01 D1 G97 S220 M03
N025 G00 X-17 Y-17 Z5 M08

N030 G00 X-17 Y-17 Z-10
N033 G01 X10 Y0 Z-10 F50
N035 G01 X10 Y30 Z-10 F50 G41
N040 G01 X10 Y70 Z-10 F50
N050 G02 X30 Y90 Z-10 R20 F50
N055 G01 X80 Y90 Z-10 F50
N060 G02 X90 Y80 Z-10 R10 F50
N065 G01 X90 Y30 Z-10 F50
N070 G02 X70 Y10 Z-10 R20 F50
N075 G01 X20 Y10 Z-10 F50
N080 G02 X10 Y20 Z-10 R10 F50
N085 G00 X10 Y20 Z5
N090 G00 X100 Y100 Z0 G40
N095 G00 X100 Y100 Z100
N100 M30
    
```

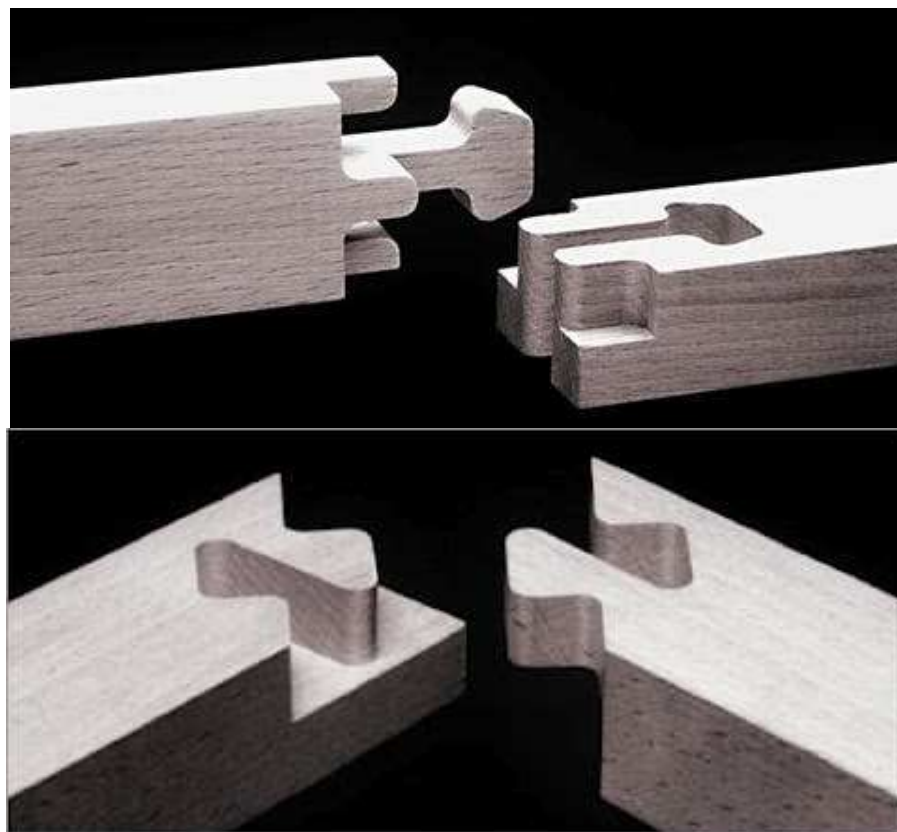
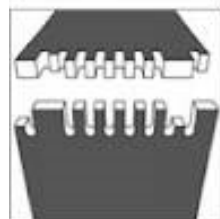
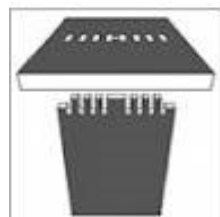
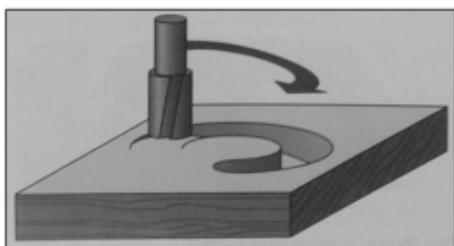
Dialog



https://www.youtube.com/watch?v=Cf_kiLUEz9I

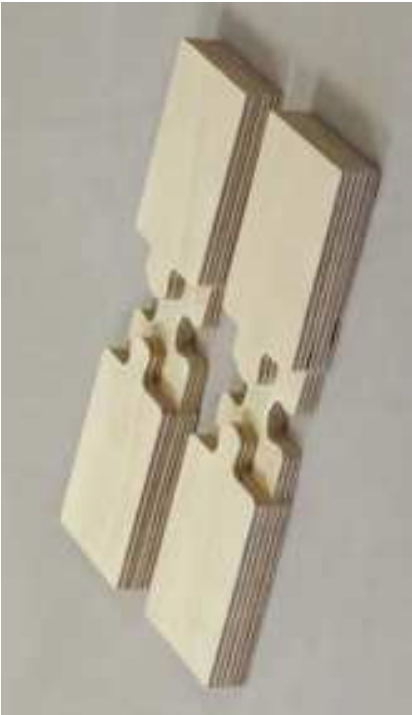
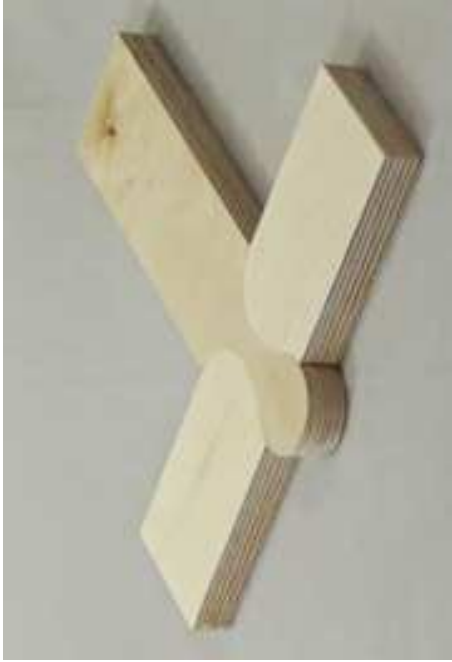
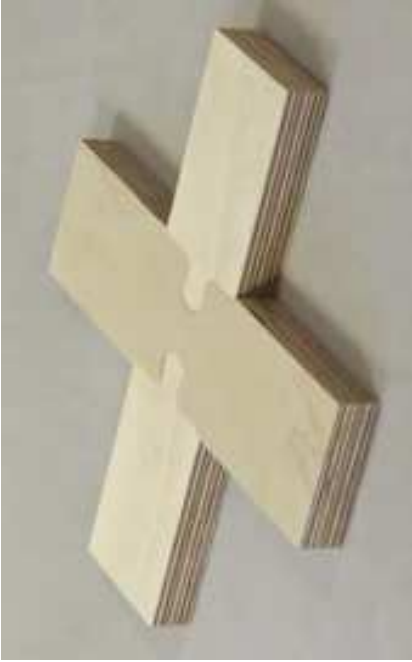
Spoje

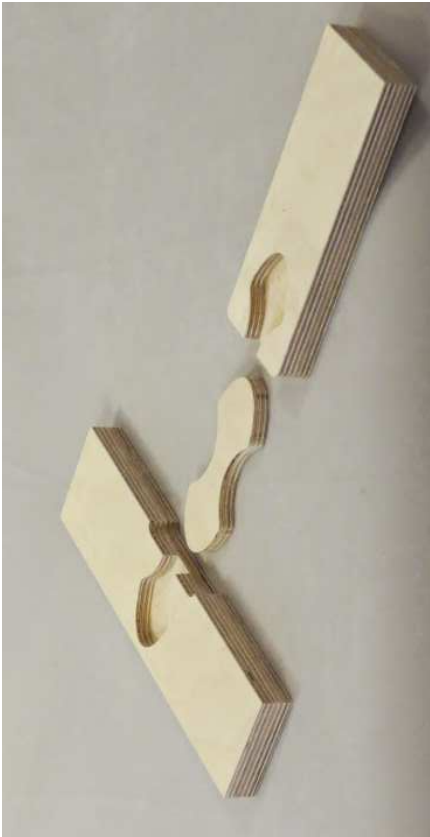
typické svými zaoblenými hranami (rotační pohyb frézy)



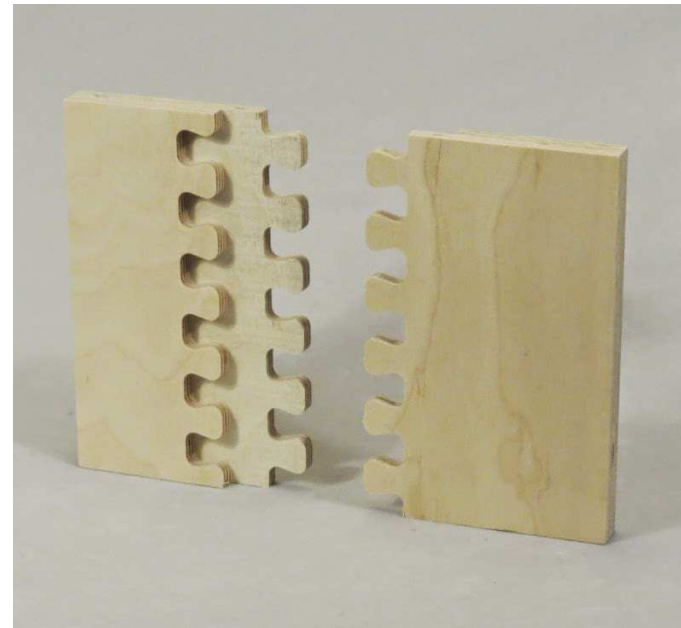
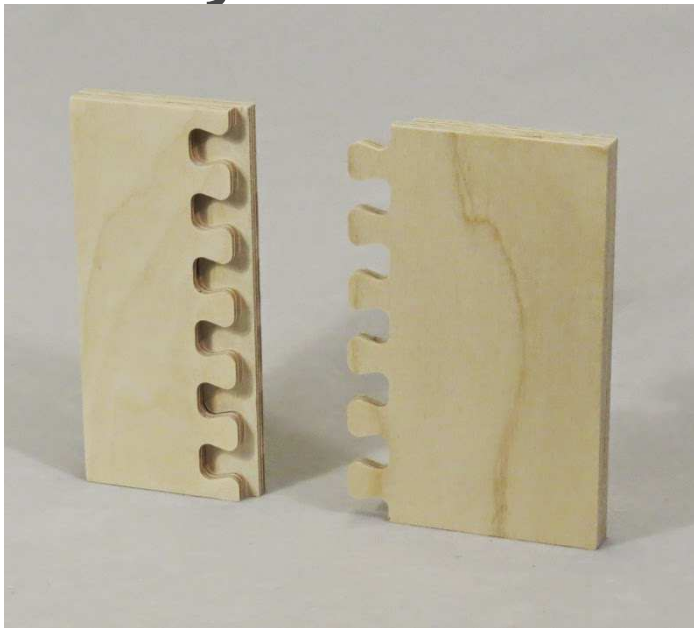
Spoje rámových konstrukcí

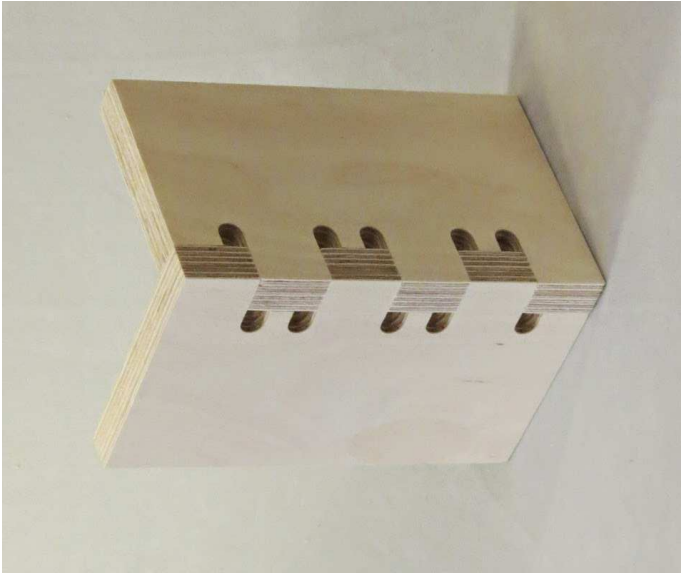


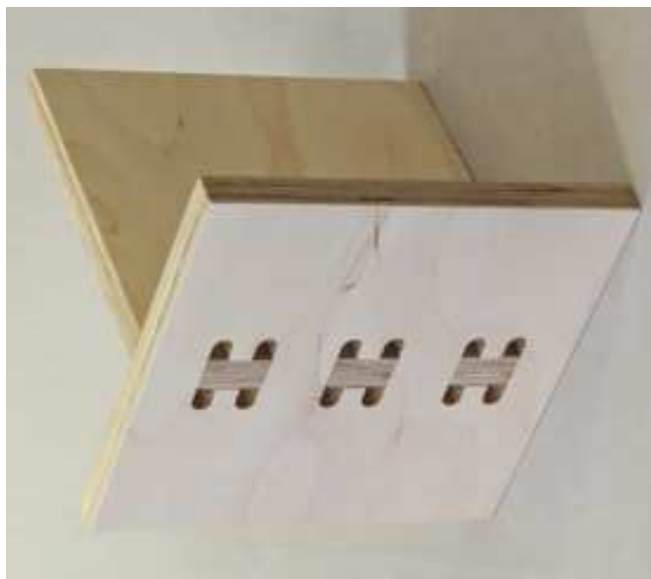




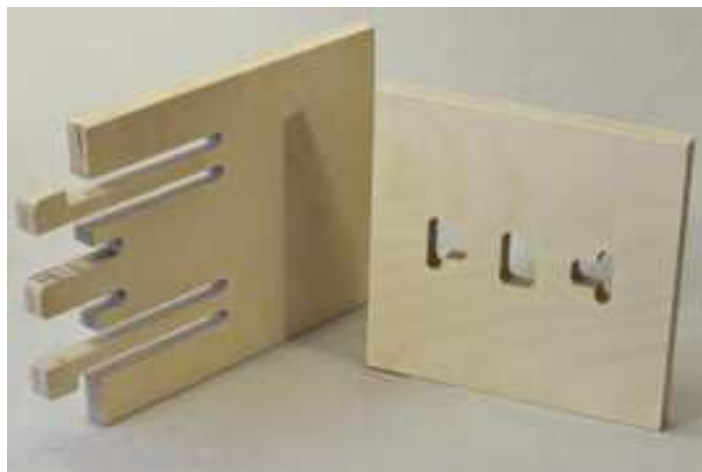
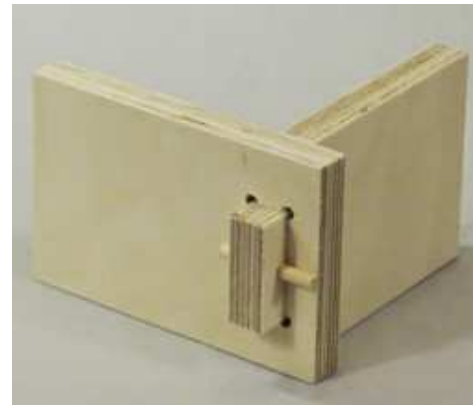
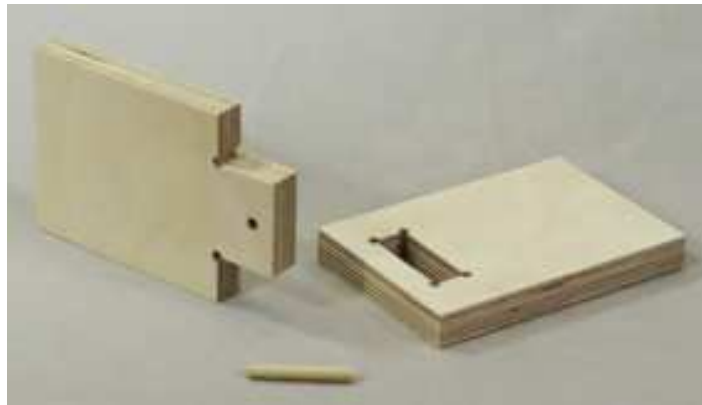
Spoje plošných konstrukcí



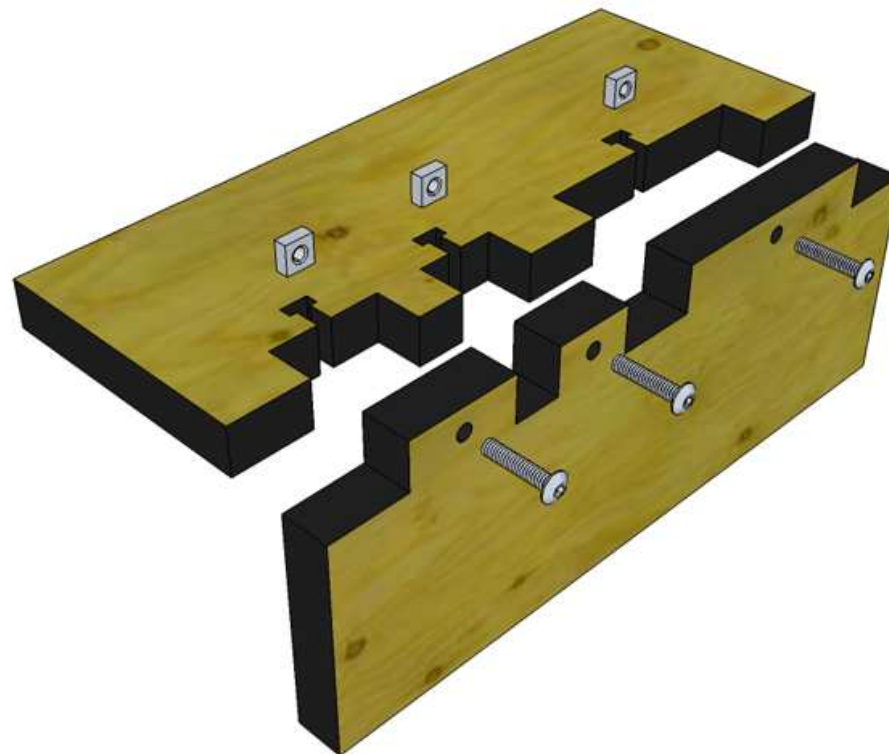




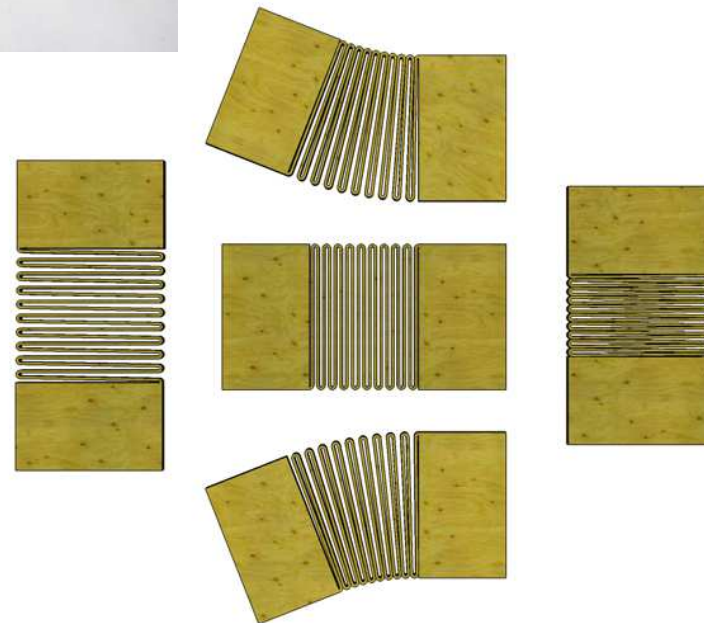
Demontovatelné



Demontovatelné s kováním



„CNC ohýbání“



CNC nábytek

- CNC furniture
- Nejčastěji se pod pojmem CNC nábytek rozumí nábytek vyráběný z překližovaných materiálů pomocí CNC obráběcích center
- Další možností je vyfrézování tvaru křesla přímo z masivního dřeva



Stúl



Židle

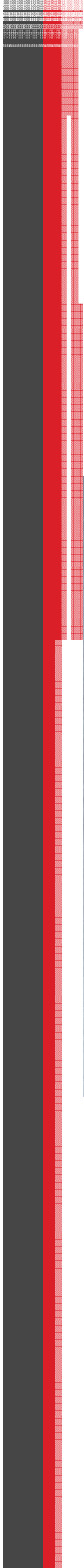






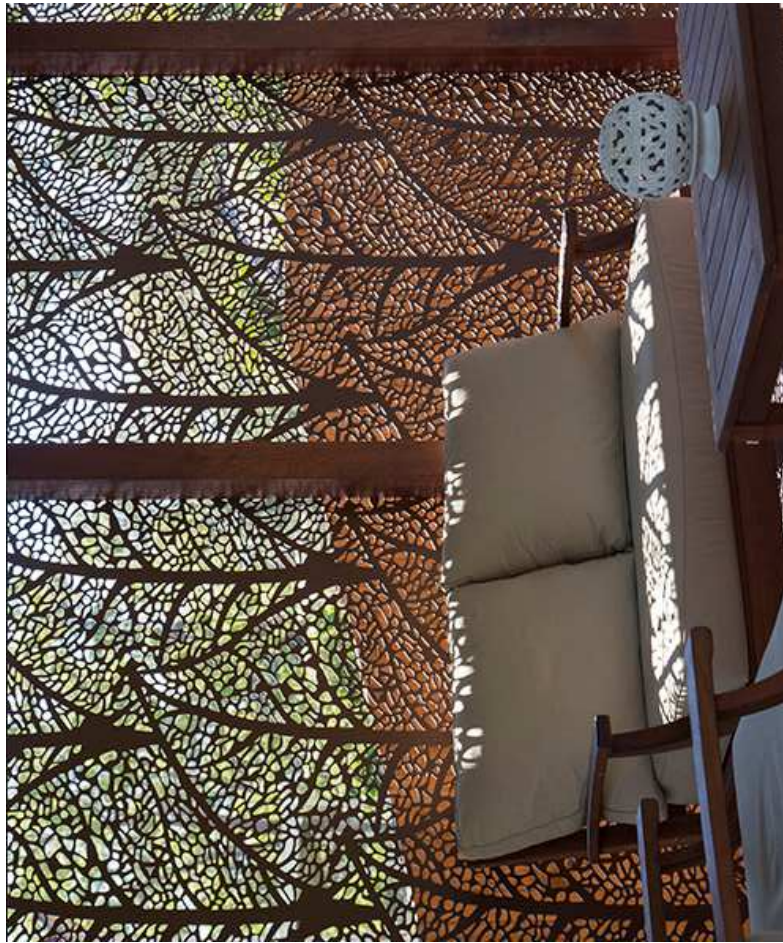
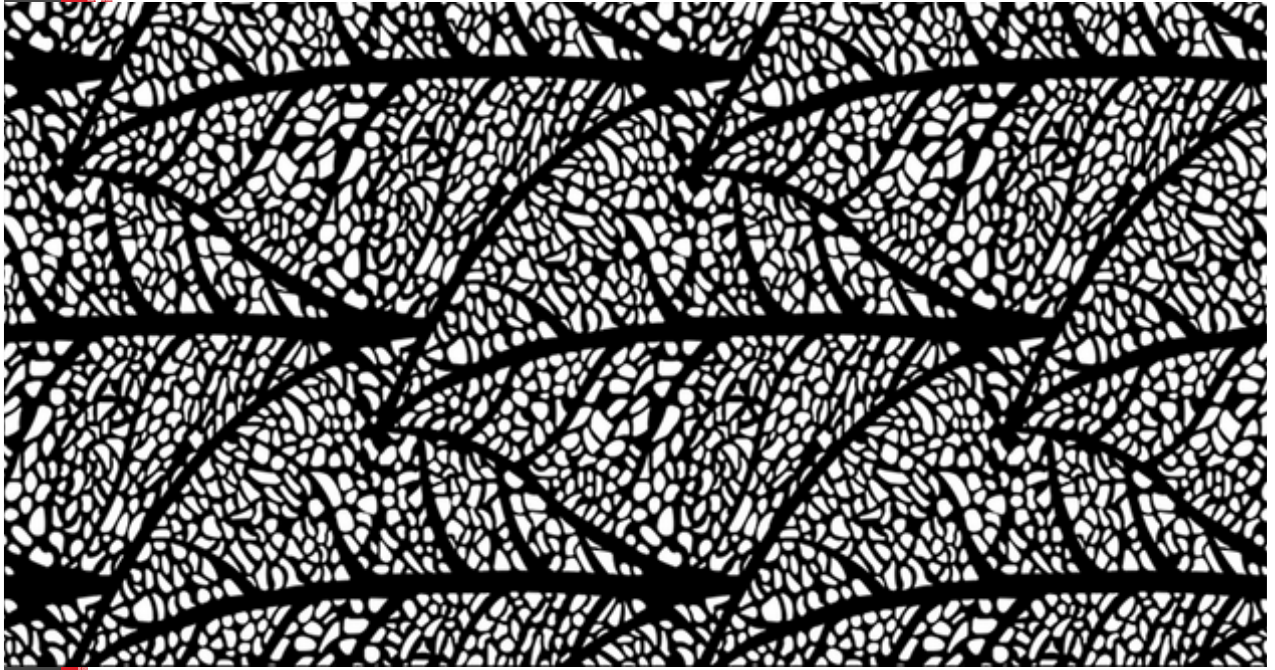


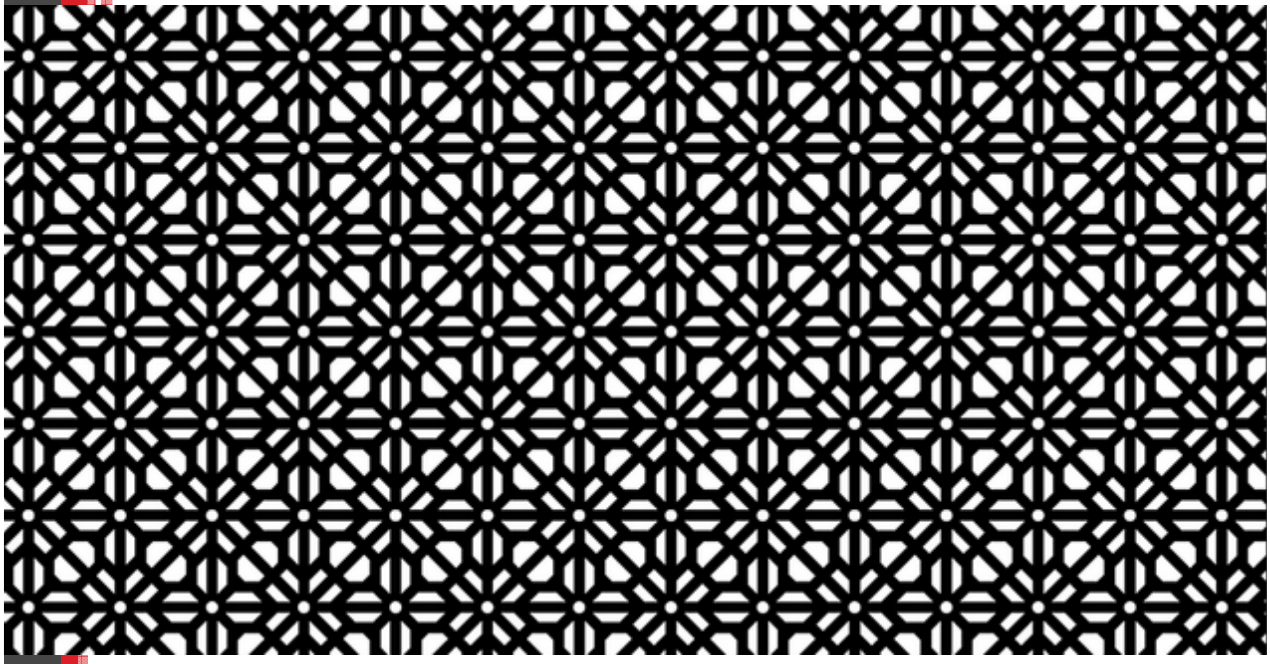
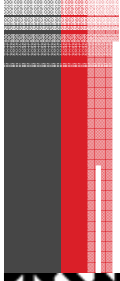


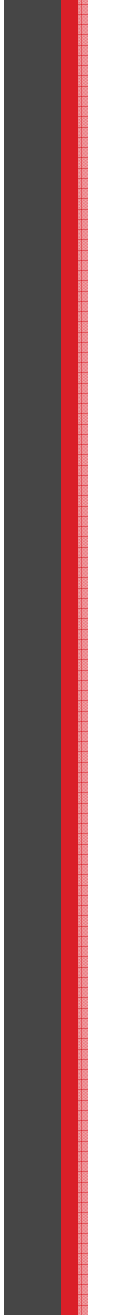
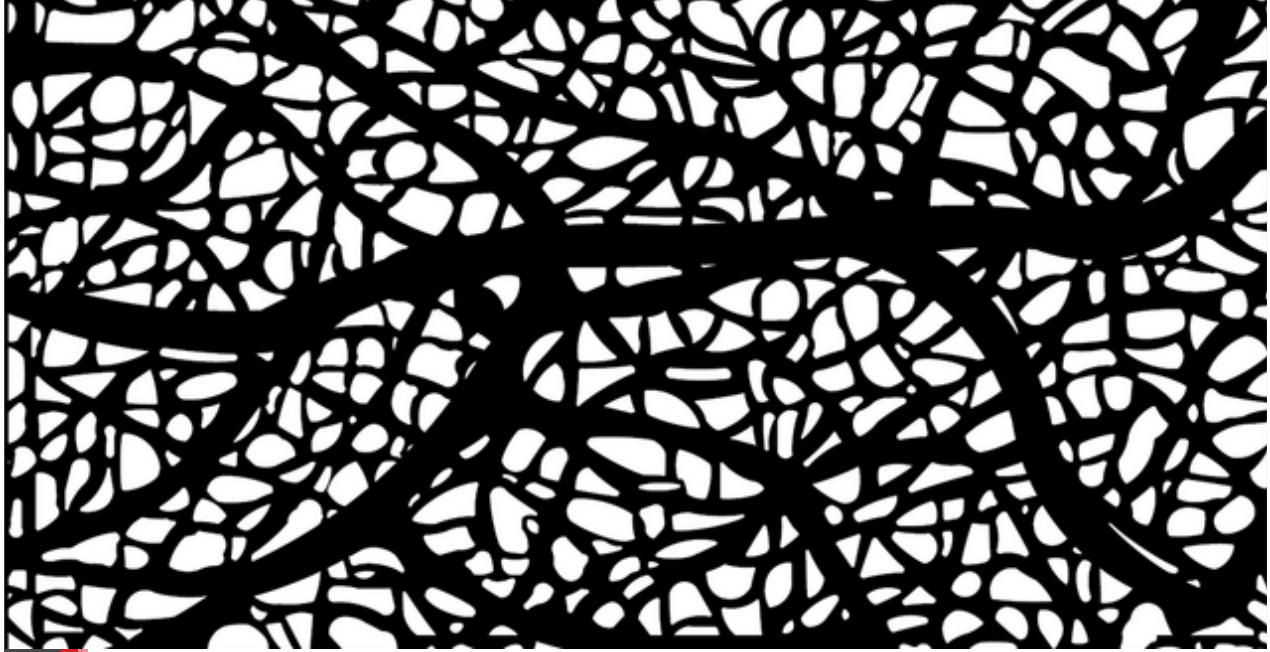
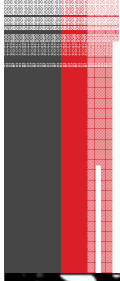


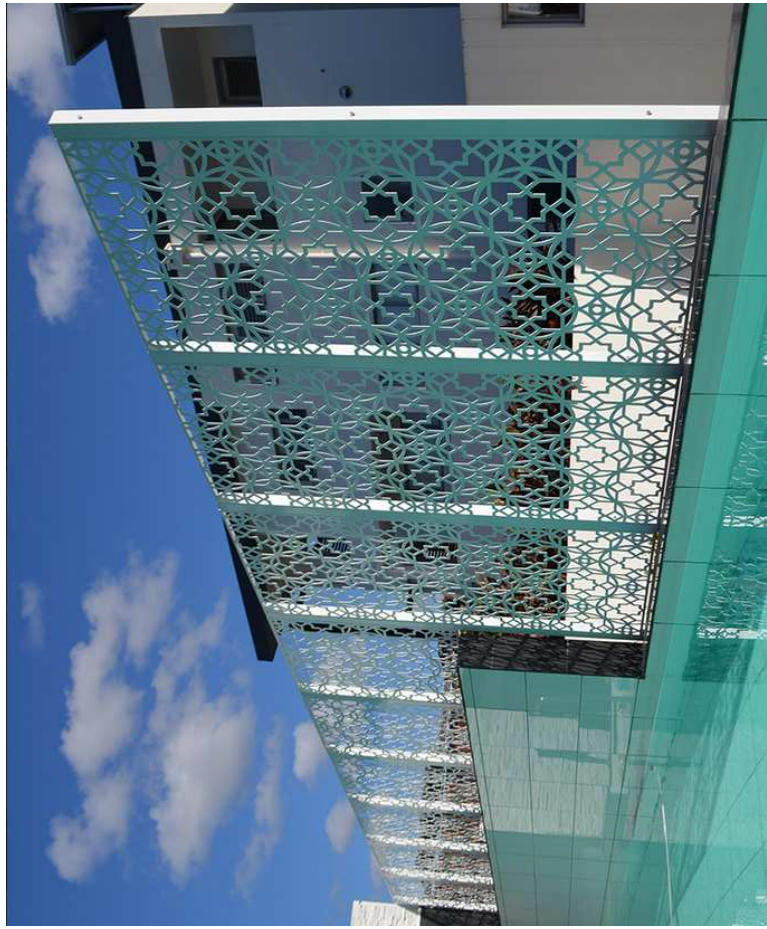
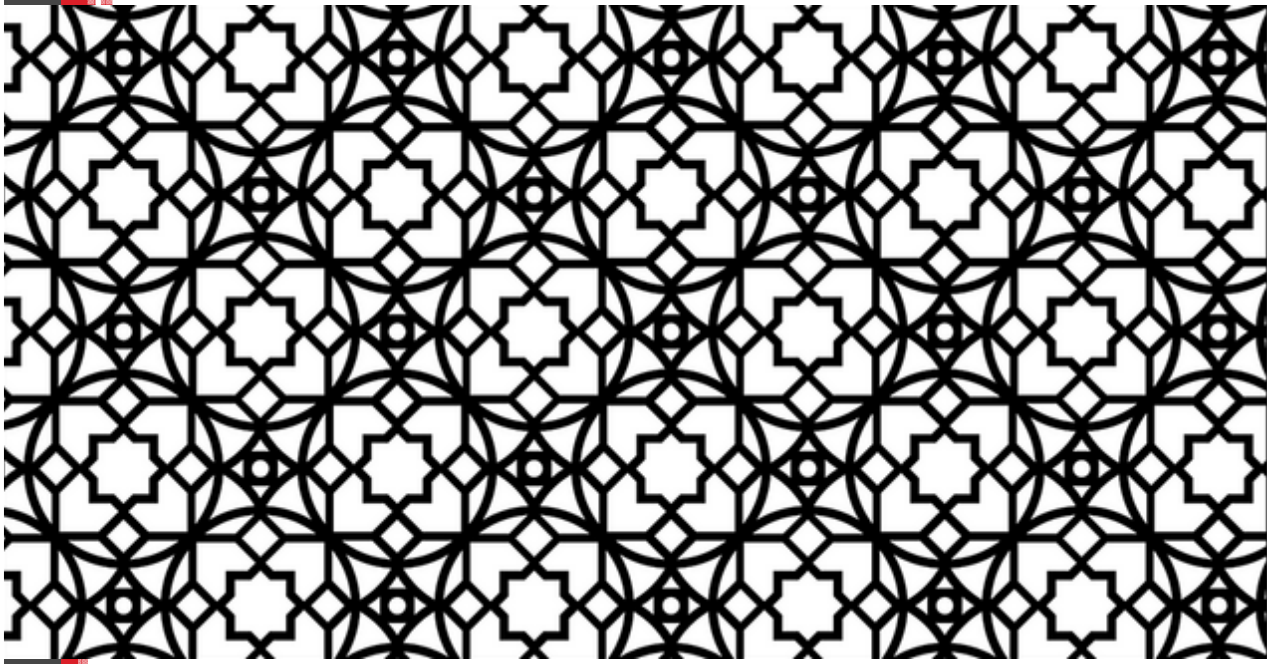
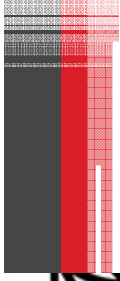
CNC panely

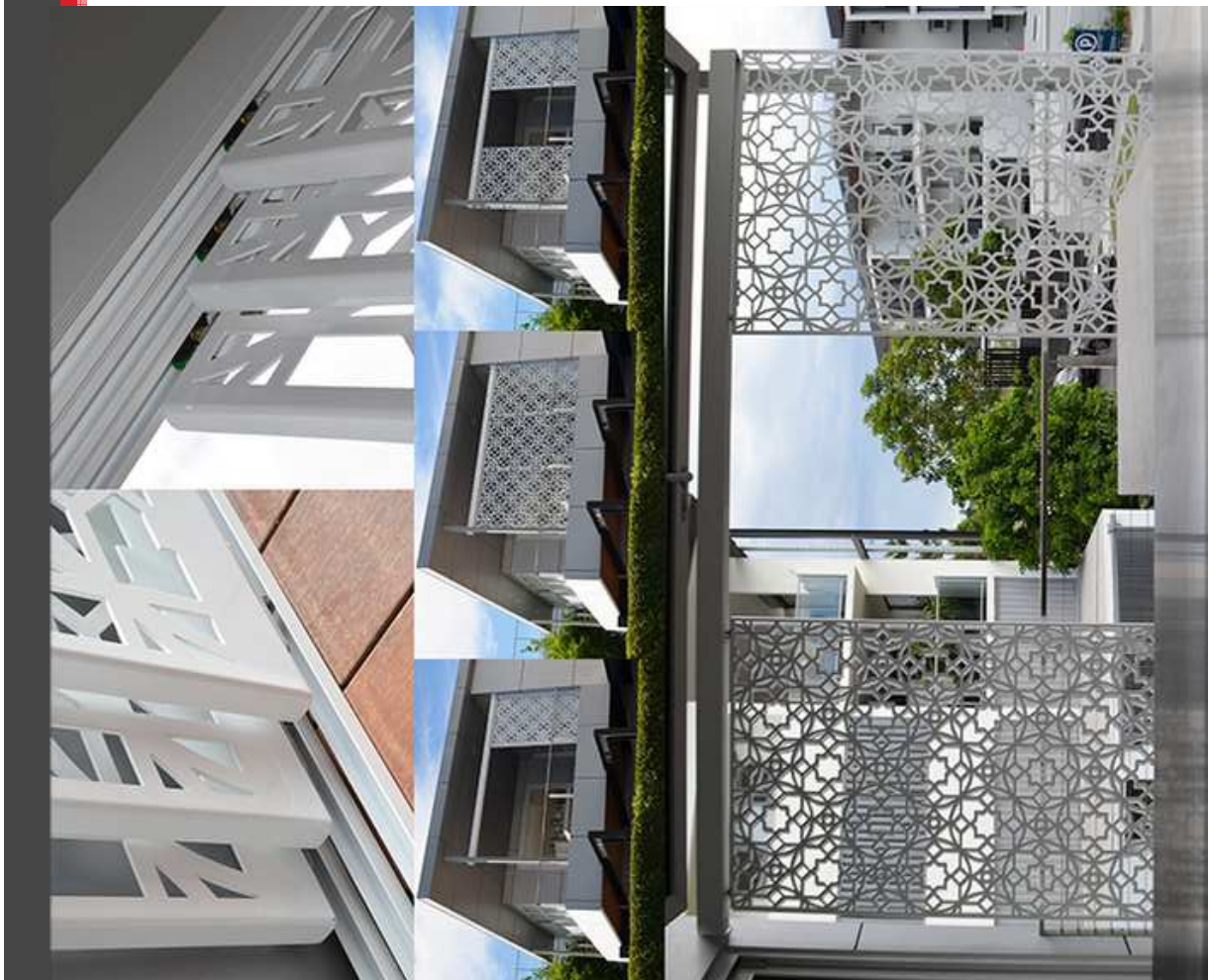
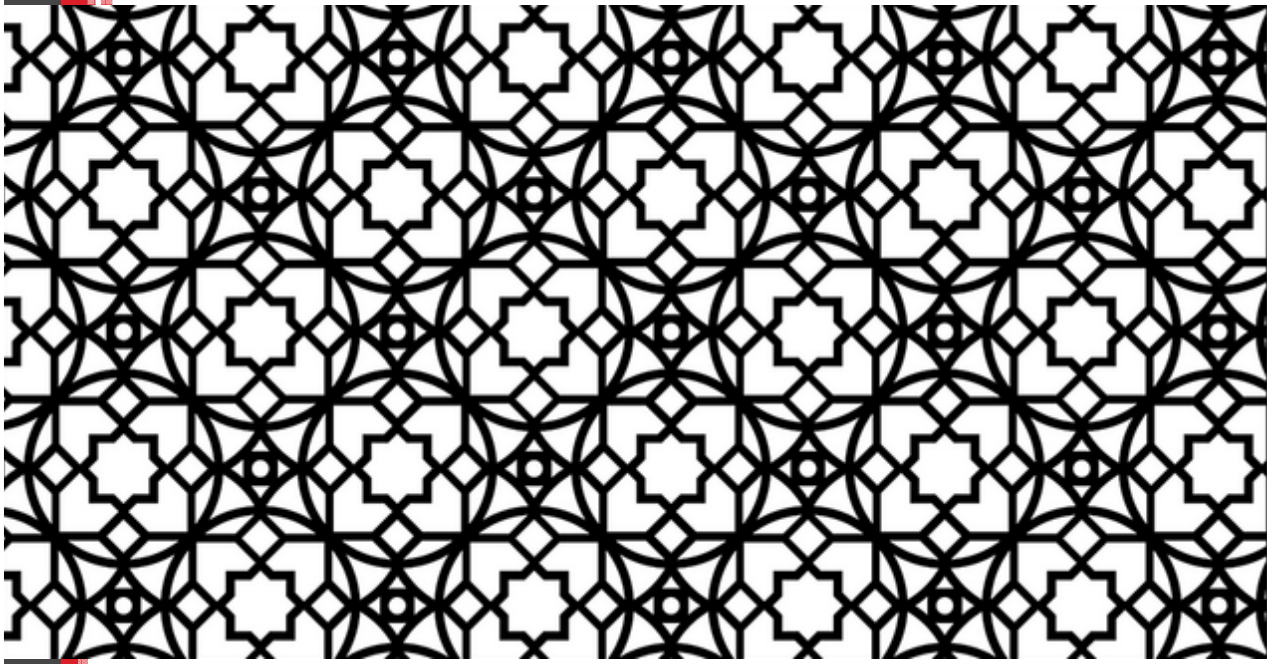
- Také CNC panels
- Dělicí příčky
- Ploty
- Brány
- Sluneční clony
- Zástěny
- Výplně
- Obklady stěn









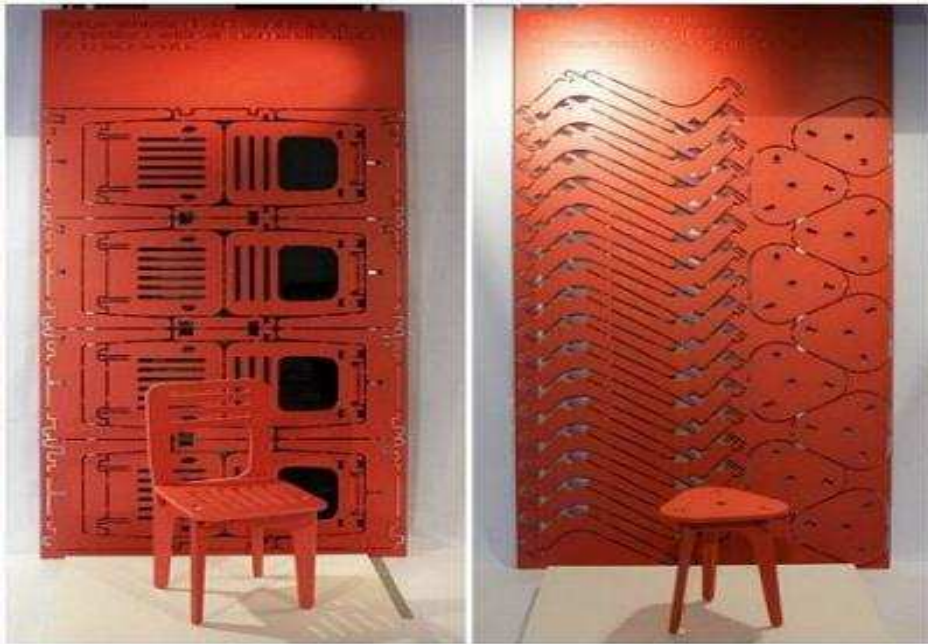




Další oblasti využití CNC

- Lodě
- Automobilový průmysl
- Hudební nástroje
- Zbraně
- Sportovní potřeby – páčky, kola
- Drobné předměty - brýle, hodinky
- Předměty do domácnosti – dekorace – vázy, misky, apod.

MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ MATERIÁLU



— silla Conc 36



DŘEVOŘEZBY, DŘEVĚNÉ ORNAMENTY, DŘEVĚNÉ RELIÉFY - CNC 3D frézování



dřevořezba - erb



řezba - dřevěná dvířka



řezba - kasetová výplň dveří



řezba - opěradlo židle

Děkuji za pozornost