



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



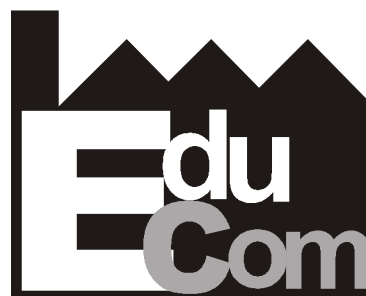
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento materiál vznikl jako součást projektu
EduCom, který je spolufinancován Evropským
sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.*

Závěr, shrnutí a výstupy pro další předměty projektu EduCom

Ing. Petr Keller, Ph.D.
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

Systemy CAD/CAM

Technická univerzita v Liberci a partneři
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.

TU v Liberci



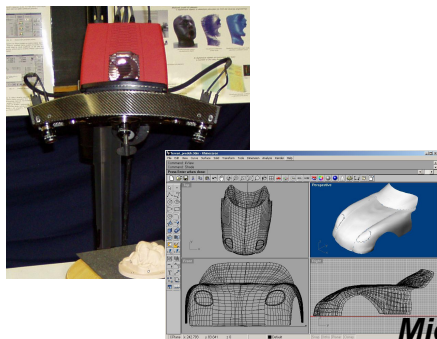
PRECIOSA



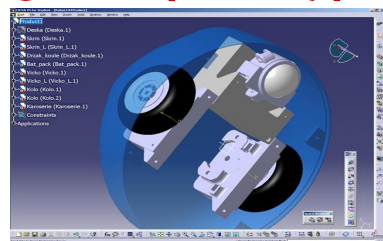
Obsah přednášky

1. Projekt EduCom – shrnutí
2. Systémy CAD/CAM – od konstrukce po hotový výrobek
3. Forward a Reverse Engineering
4. 3D digitalizace
5. Výstupy ze systémů CAD/CAM
6. Závěr

3D digitalizace

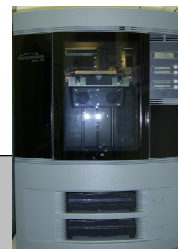


Digitální prototyp



Pro-Engineer
Catia V5

Rapid Prototyping

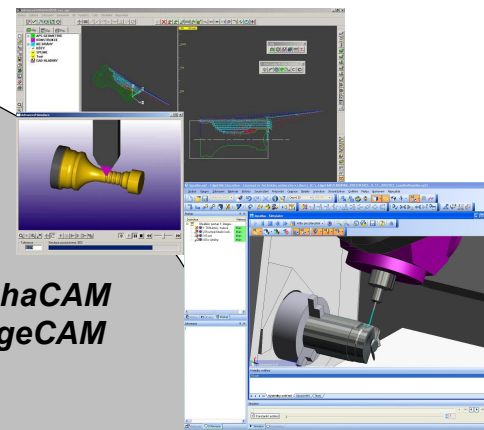


Dimension
Objet

Prototyp



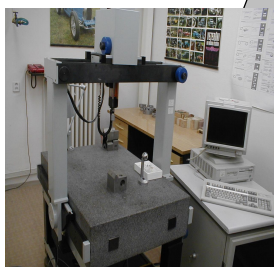
Návrh technologie - NC program



AlphaCAM
EdgeCAM

Matflow
FastDesign
Witness

3D kontrola



Souřadnicový
měřicí stroj
Somet Berox

stroje Emco
Mazak Integrex

Výroba dílů

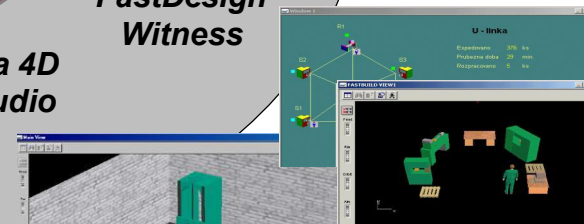
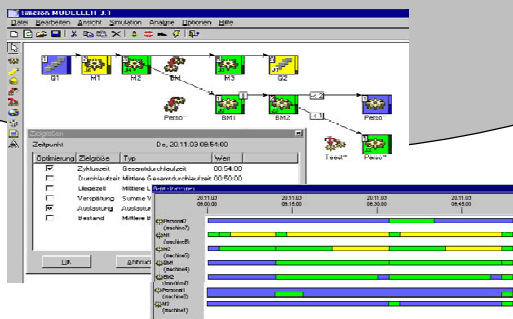


Komplexní pohled na výrobní systém



AROP
simcron

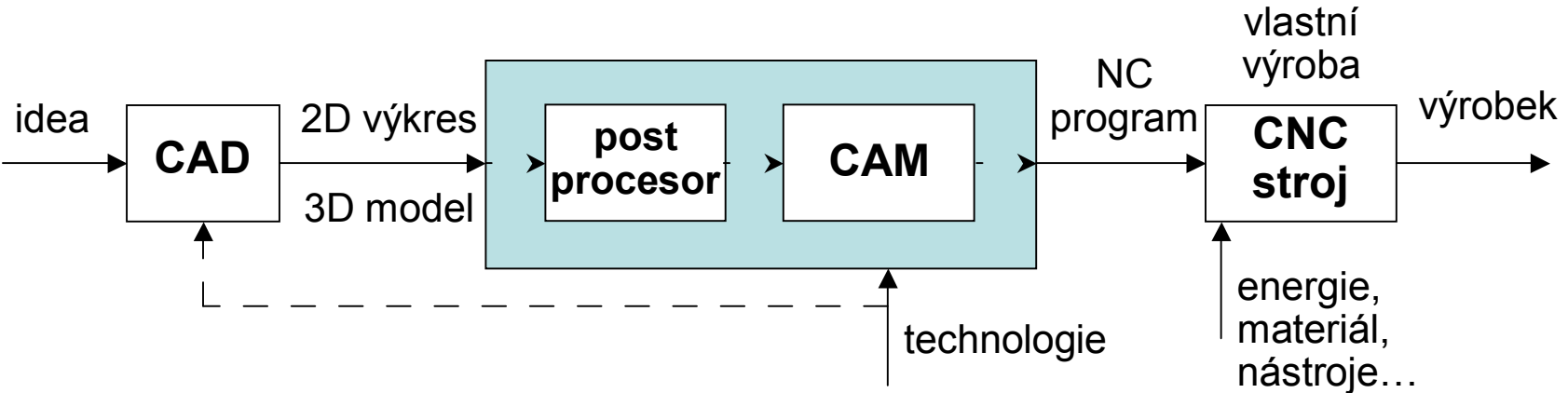
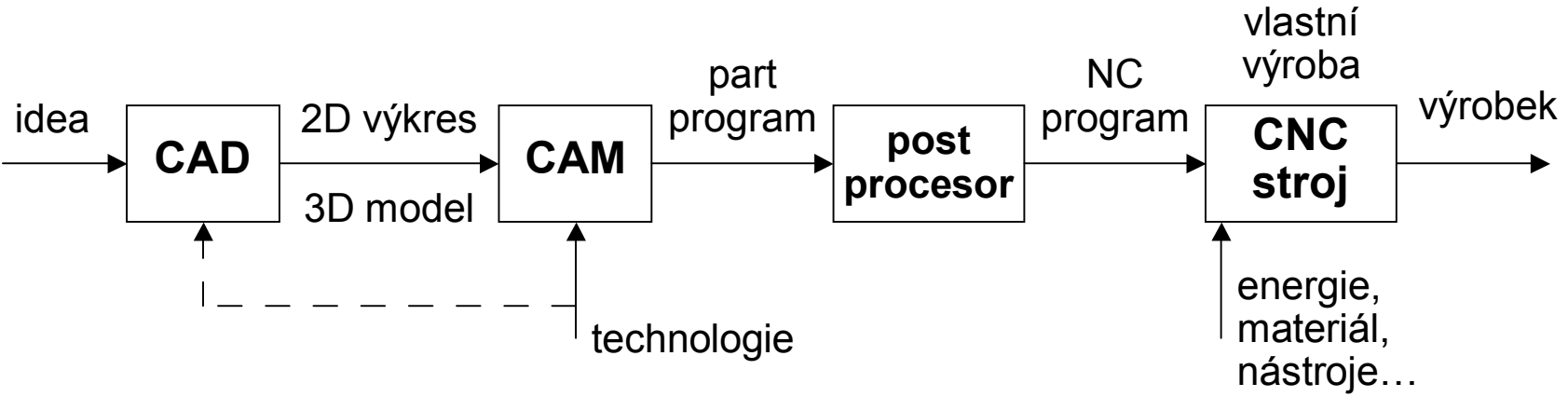
Mantra 4D
3D Studio



Virtuální dílna

Plán výroby

Tvorba NC programu pomocí systémů CAD/CAM



Konstrukce

- **dopředné inženýrství (Forward Engineering)**
2D výkres nebo 3D model součásti vzniká přímo, dnes většinou pomocí CAD programů
(obvykle konstrukční směr)
- **zpětné inženýrství (Reverse Engineering)**
3D model součásti vzniká na základě digitalizace reálné makety, příp. modelu nebo i přímo součásti
(obvykle směr designu)

3D digitalizace (ve strojním inženýrství)

- dotekově

- převážně pomocí souřadnicových měřicích strojů (i CNC řízených), případně pomocí měřicích ramen
- přesné měření, ale pomalé, relativně málo bodů za daný čas, problém s korekcí souřadnic při použití např. kulového doteku

- bezdotekově

- většinou pomocí optických skenerů
- rychlé a relativně přesné měření, ale problémy s okolním osvětlením a měřenými povrchy (lesklé povrchy nebo průhledné součásti obvykle nelze měřit přímo)

3D digitalizace (ve strojním inženýrství)

- dotekově



souřadnicový měřicí stroj



měřicí rameno

3D digitalizace (ve strojním inženýrství)

REVscan

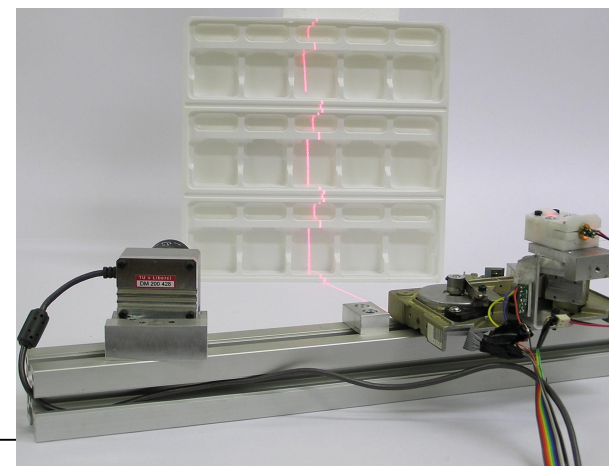
- bezdotekově (optické skenery)



Atos II

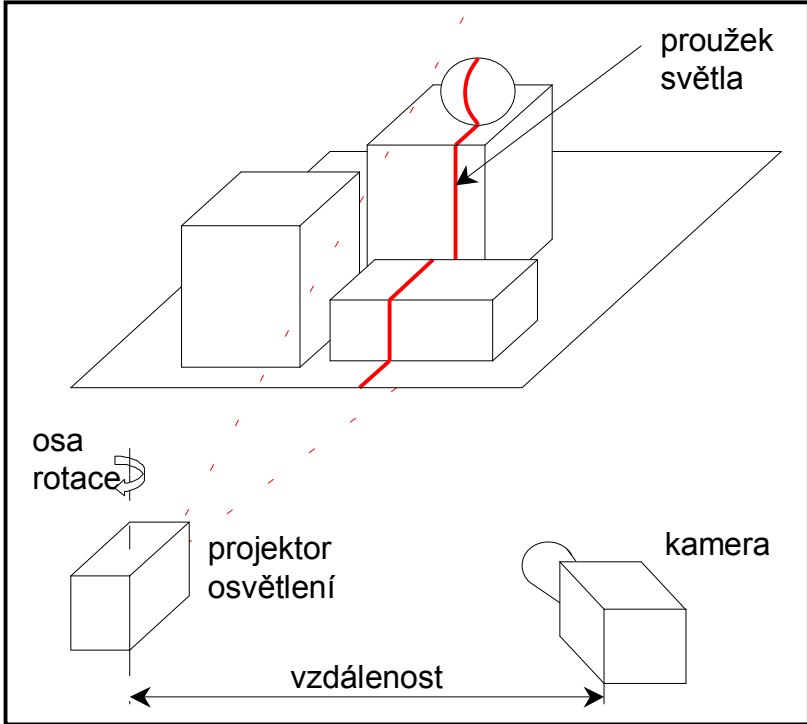
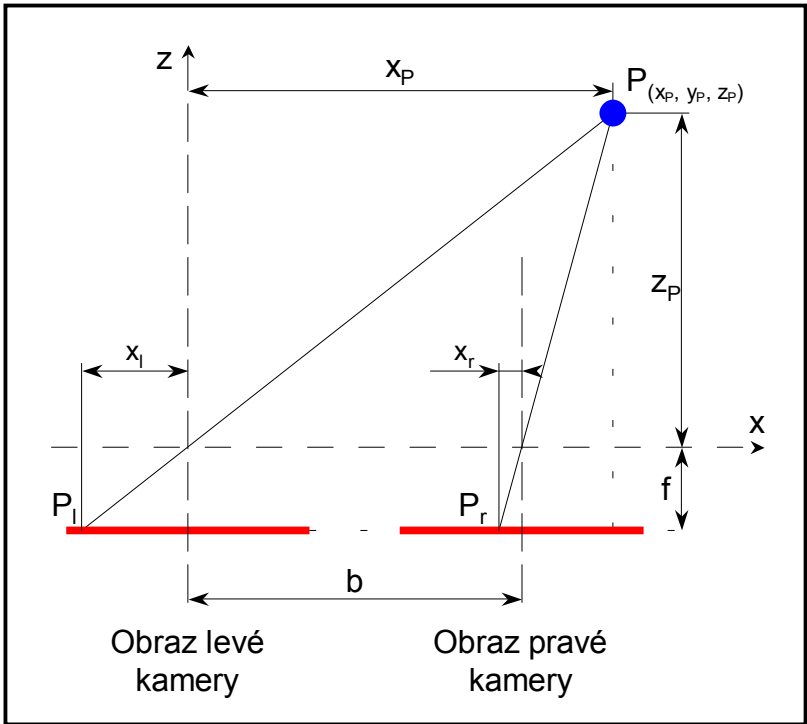


vlastní vývoj na KVS

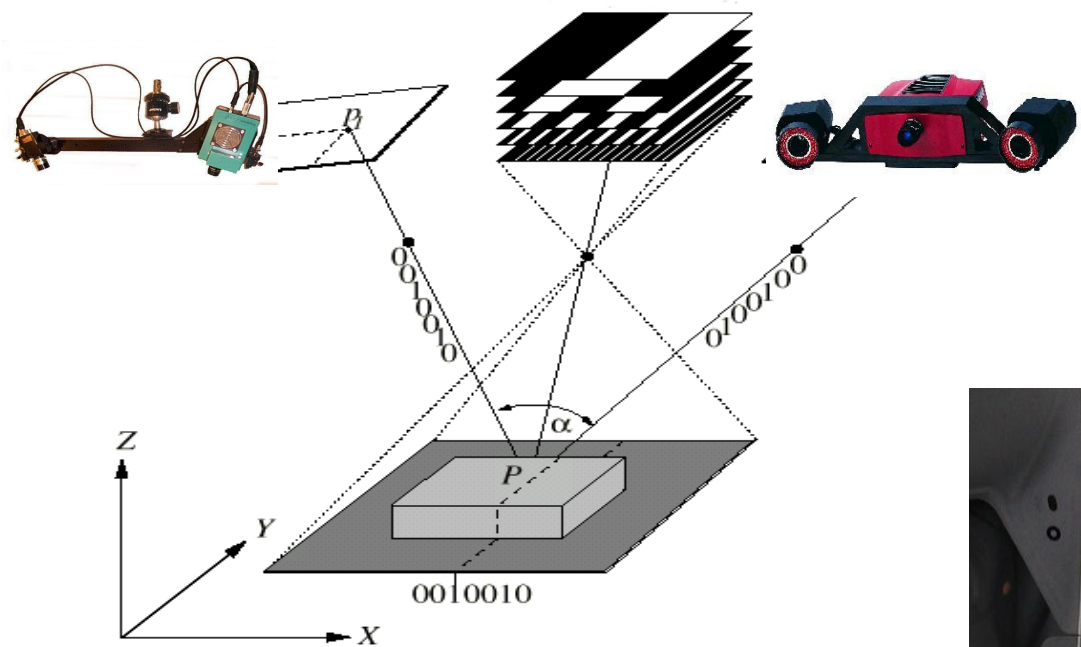


Optické skenery – základní principy

- stereovidění
- projekce proužků světla



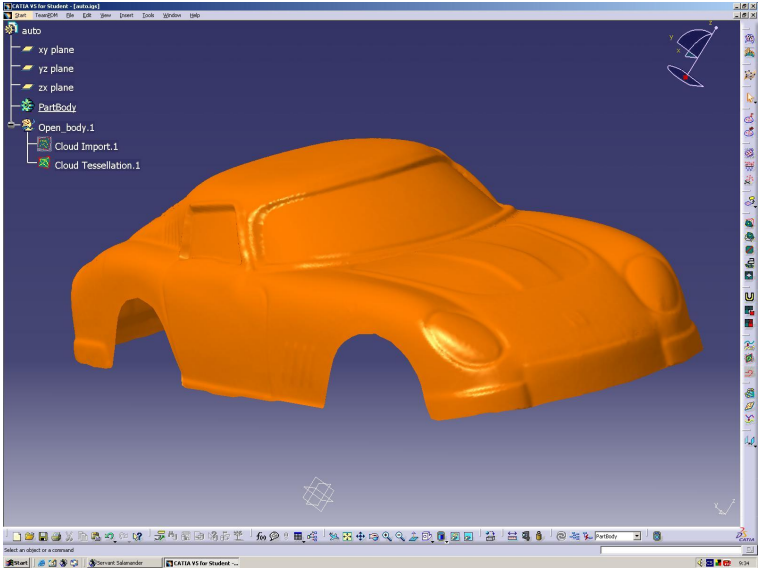
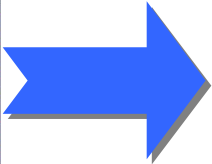
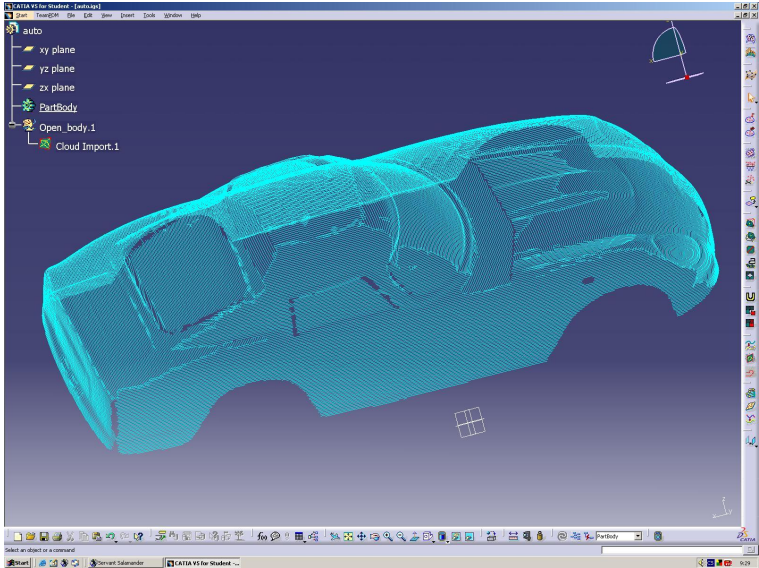
Základní princip projekce proužků světla



Výsledky měření a zpracování naměřených dat

mrak bodů měřeného povrchu

polygonální vyhlazený model



Snímky obrazovek CAD/CAM/CAE systému **CATIA V5** - modul Digitized Shape Editor

Shrnutí optické digitalizace

Hlavní výhody optického skenování:

- vysoká rychlost měření
- objektivita měření
- nezávislost výsledků na tuhosti součásti, její hmotnosti, teplotě apod.

Základní nevýhoda tohoto měření:

- velká citlivost na vnější vlivy, především okolní světlo a nečistoty
- problematické měření v dutinách, hlubokých dírách apod., kam kamery skeneru nevidí

Příklad Reverse Engineeringu z praxe

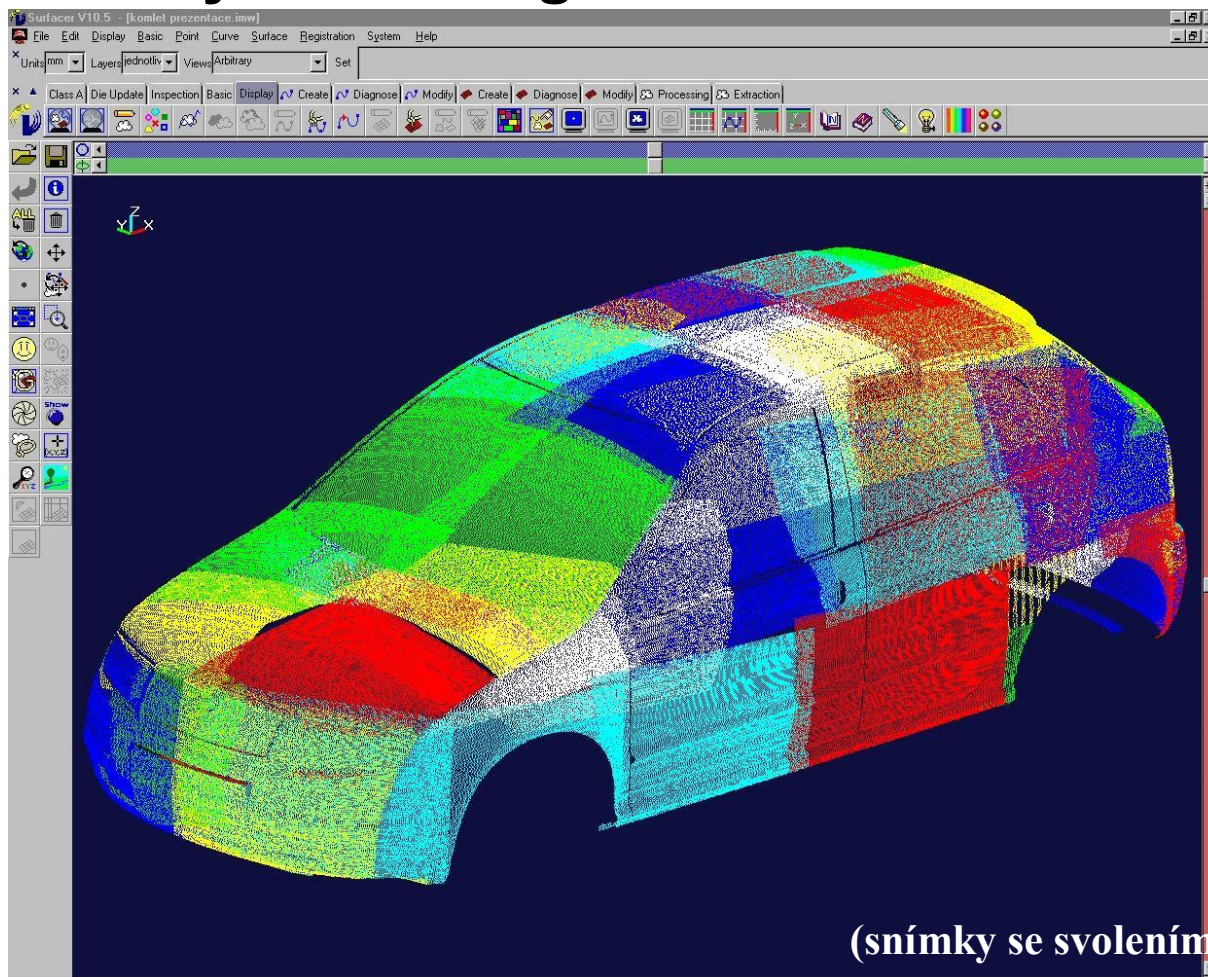
„Hliněný model“ karoserie Škoda Fabia



(snímky se svolením Škoda Auto a.s.)

Příklad Reverse Engineeringu z praxe

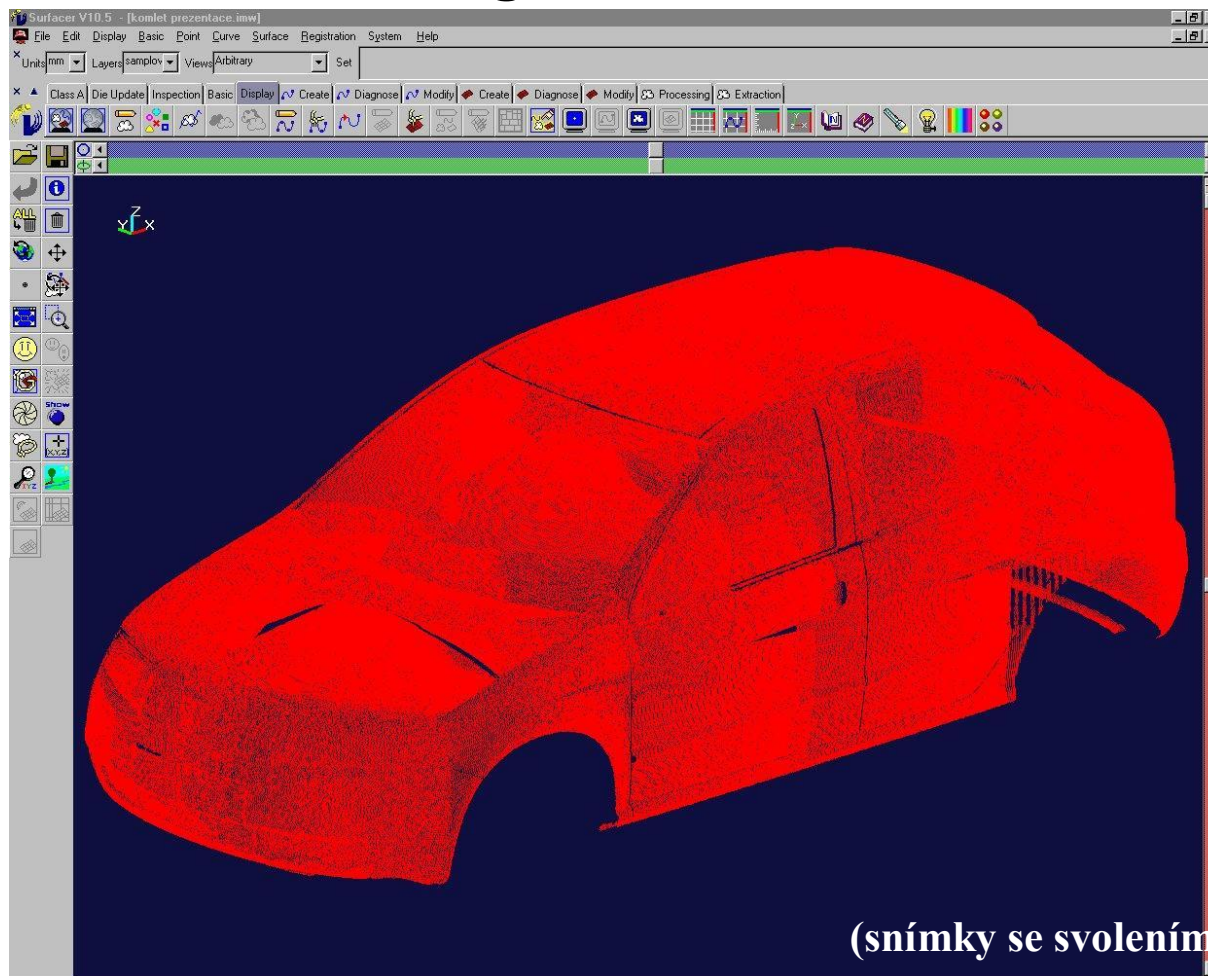
Jednotlivé mraky bodů z digitalizace karoserie Škoda Fabia



(snímky se svolením Škoda Auto a.s.)

Příklad Reverse Engineeringu z praxe

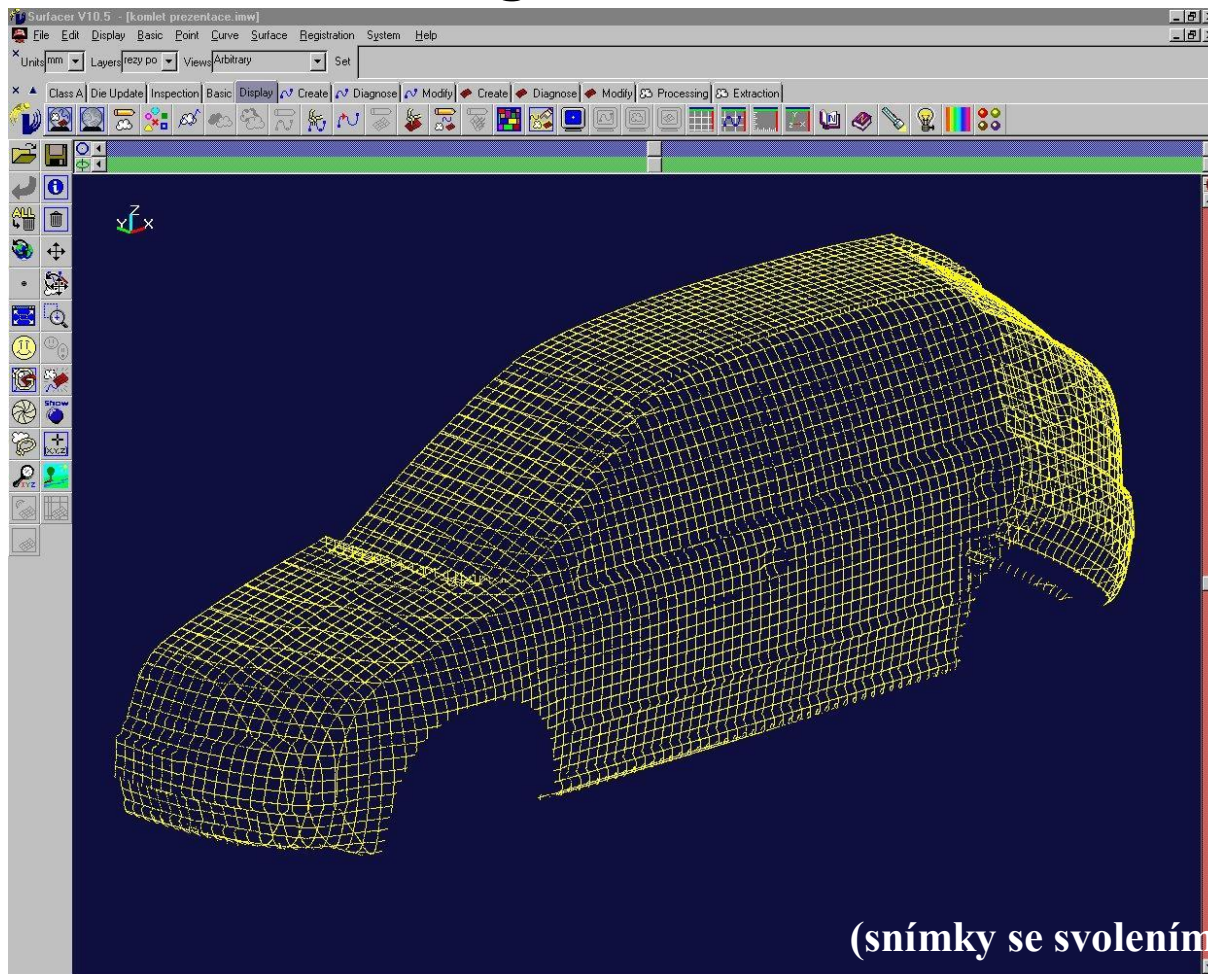
Úprava mraků bodů z digitalizace karoserie Škoda Fabia



(snímky se svolením Škoda Auto a.s.)

Příklad Reverse Engineeringu z praxe

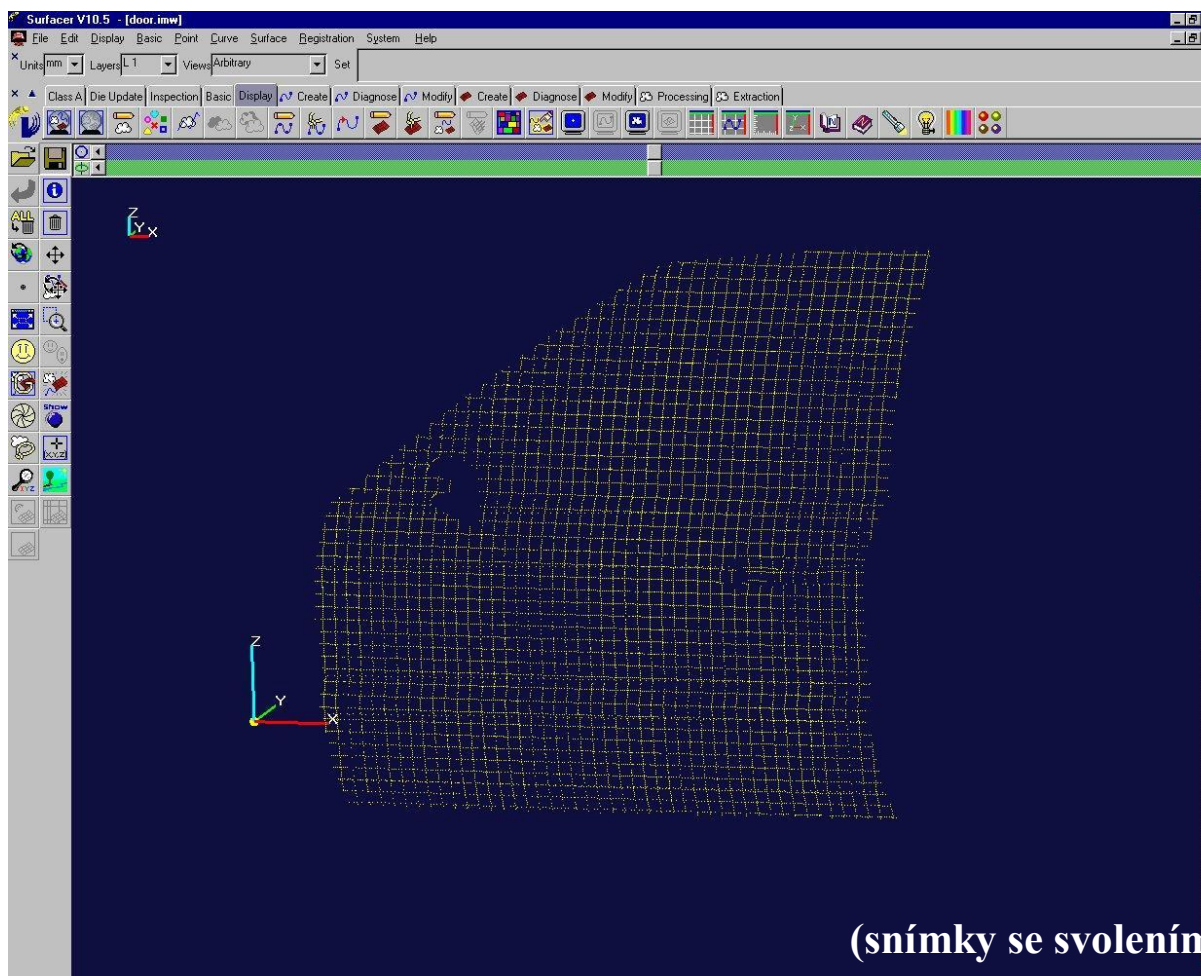
Filtrace mraků bodů z digitalizace karoserie Škoda Fabia



(snímky se svolením Škoda Auto a.s.)

Příklad Reverse Engineeringu z praxe

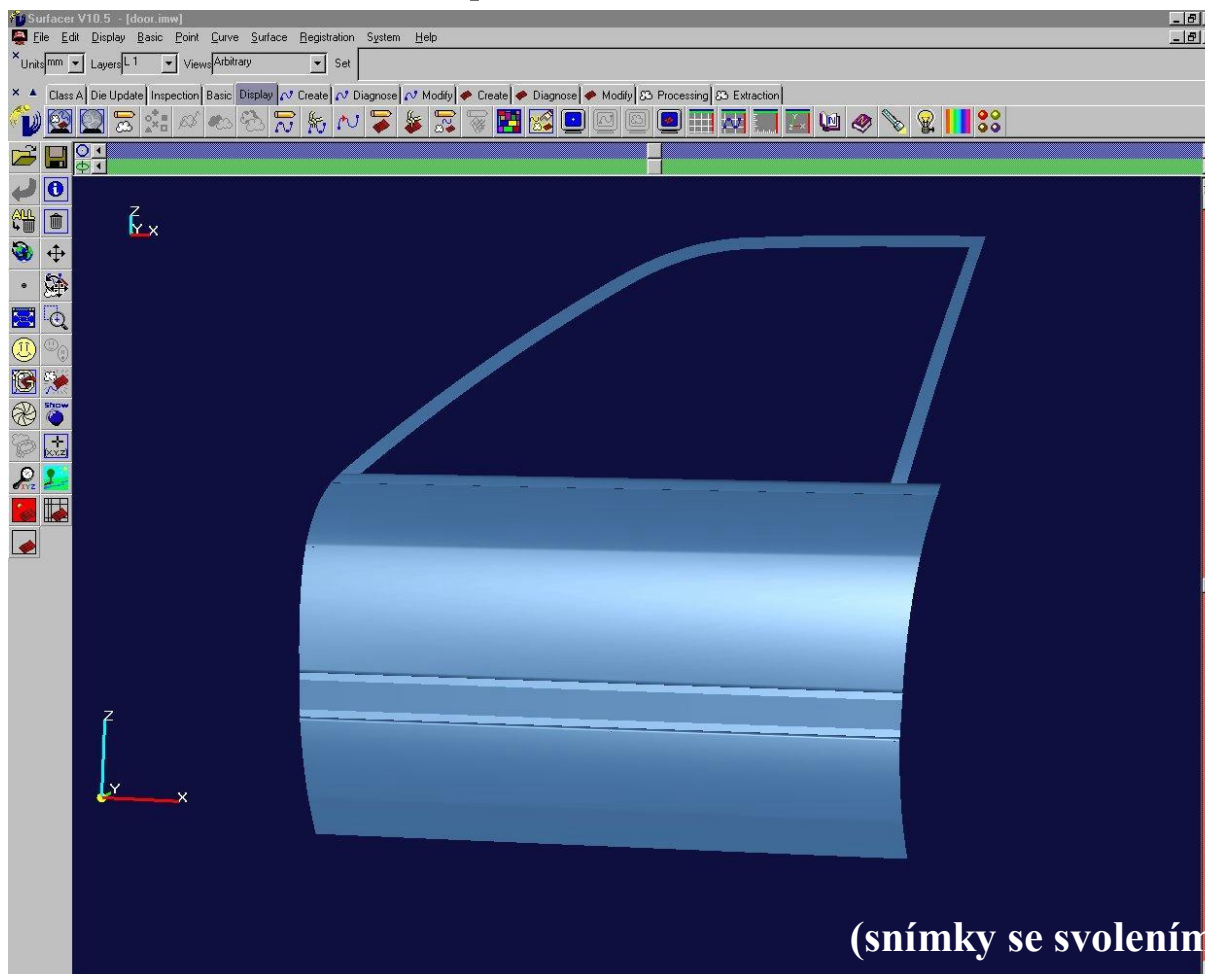
Rozdělení mraků bodů z digitalizace karoserie Škoda Fabia na jednotlivé konstrukční celky



(snímky se svolením Škoda Auto a.s.)

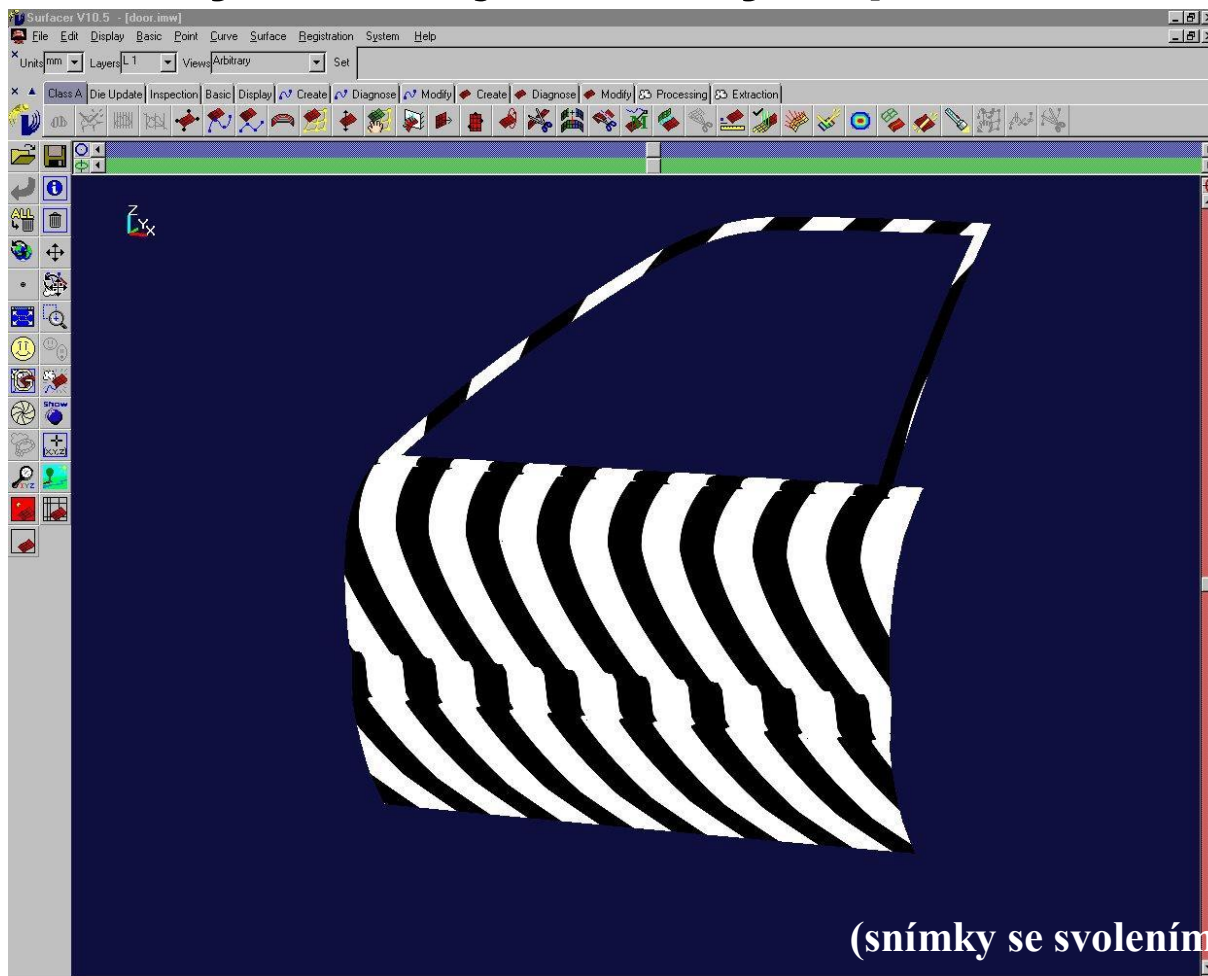
Příklad Reverse Engineeringu z praxe

Proložení ploch mrakem bodů



Příklad Reverse Engineeringu z praxe

Kontrola vyhlazení jednotlivých ploch karoserie



(snímky se svolením Škoda Auto a.s.)

Systemy CAD/CAM – výstupy pro další použití

1. NC program pro výrobu na CNC strojích

```

Editor - [Strelec.ANC]
Soubor Úpravy Zobrazit Porovnání Nastavení Nástroje Okno nápověda

; Pozice nástroje : 1   Popis nástroje: 01_Levy (Levý kopírovací nůž)
; Pozice nástroje : 2   Popis nástroje: 02_Pravý (Pravý kopírovací nůž)
; Pozice nástroje : 5   Popis nástroje: 05_Zapichovací_05 (Zapichovací nůž - levá špička)
; Pozice nástroje : 4   Popis nástroje: 04_Upichovací_04 (Upichovací nůž - pravá špička)

* Nazev stroje:   EMCO TURN E-120P
* Nazev soucasti: Strelec
* Programator:
* Datum:         16/12/11
* Cas:           08:49:34
*
* Celkovy strojni cas (bez vymen nástroje): 1.961   minut
*****

START
%0001
N0010 G71 G53 G59

; Levý kopírovací nůž
N0020 T0101
N0030 G92 S2500
N0040 G96 M04 S120
N0050 G00 X23.730 Z2.367 M08 G95
N0060 X22.000
N0070 Z0.068
N0080 G01 X0.300 F150
N0090 X-0.029 Z0.154
N0100 Z0.950
N0110 G00 X1.971 Z1.950
N0120 X22.000
N0130 Z-0.814
N0140 G01 X2.989
N0150 X2.975 Z-0.808
N0160 X2.618 Z-0.668
N0170 X2.026 Z-0.454

Připraven
NUM Přepis: 0000001 001
  
```

Systemy CAD/CAM – výstupy pro další použití

2. Informace o technologii, stroji, nástrojích, časech

```

Editor - [Strelec.ANC]
Soubor Úpravy Zobrazit Porovnání Nastavení Nástroje Okno Nápověda

; Pozice nástroje : 1   Popis nástroje: 01_Levý (Levý kopírovací nůž)
; Pozice nástroje : 2   Popis nástroje: 02_Pravý (Pravý kopírovací nůž)
; Pozice nástroje : 5   Popis nástroje: 05_Zapichovací_05 (Zapichovací nůž - levá špička)
; Pozice nástroje : 4   Popis nástroje: 04_Upichovací_04 (Upichovací nůž - pravá špička)

* Navez stroje:   EMCO TURN E-120P
* Navez soucasti: Strelec
* Programator:
* Datum:         16/12/11
* Cas:           08:49:34
*
* Celkovy strojni cas (bez vymen nastroju): 1.961   minut
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

START
%0001
N0010 G71 G53 G59

; Levý kopírovací nůž
N0020 T0101
N0030 G92 S2500
N0040 G96 M04 S120
N0050 G00 X23.730 Z2.367 M08 G95
N0060 X22.000
N0070 Z0.068
N0080 G01 X0.300 F150
N0090 X-0.029 Z0.154
N0100 Z0.950
N0110 G00 X1.971 Z1.950
N0120 X22.000
N0130 Z-0.814
N0140 G01 X2.989
N0150 X2.975 Z-0.808
N0160 X2.618 Z-0.668
N0170 X2.026 Z-0.454
  
```

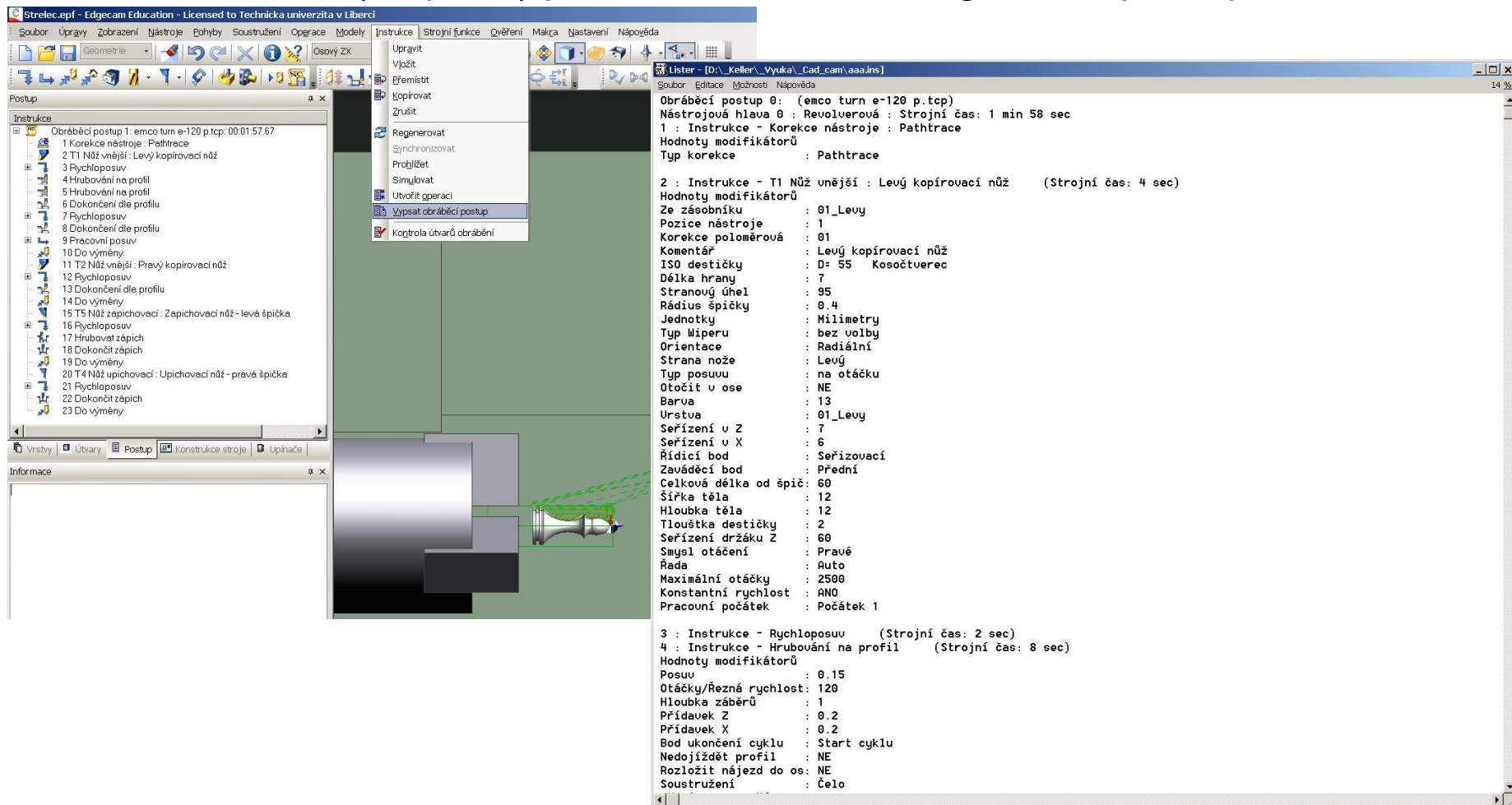
Z NC programu:
(vše v hlavičce programu)

- a) Použité nástroje
- b) Použitý stroj
- c) Název součásti
- d) Teoretická doba výroby

- údaje např. pro
zaplánování
zakázky apod.

Systemy CAD/CAM – výstupy pro další použití

3. Generování (až příliš) podrobného technologického postupu



The screenshot displays the Edgcam software interface. On the left, a tree view lists manufacturing instructions for 'emco turn e-120 p.tcp'. A context menu is open over the 'Vypsat obráběcí postup' (Export cutting process) option. The main window shows a 3D model of a part with green toolpaths. On the right, a 'Listér' (List) window displays the following data:

```

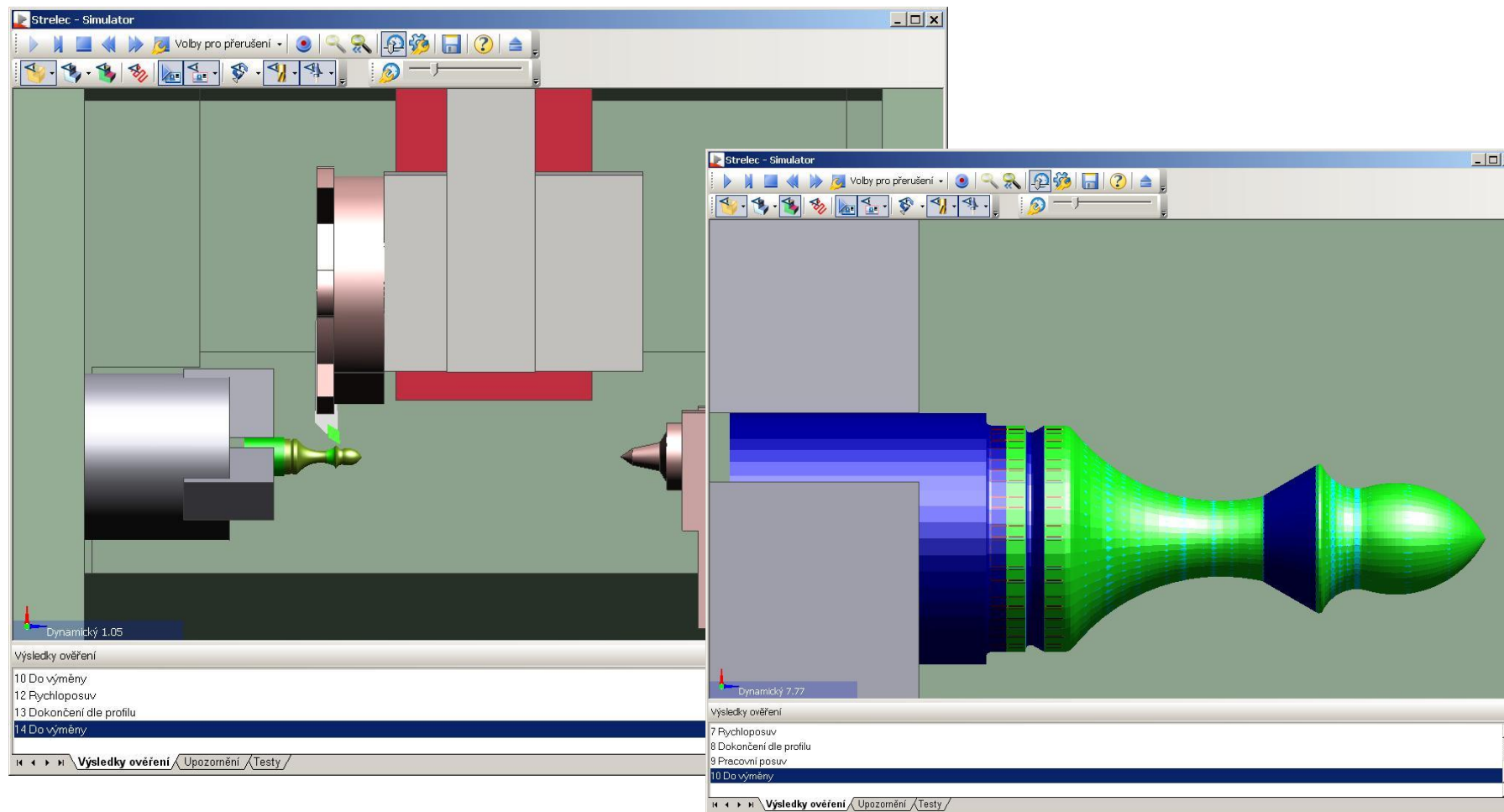
Obráběcí postup 0: (emco turn e-120 p.tcp)
Nástrojová hlava 0 : Revolverová : Strojní čas: 1 min 58 sec
1 : Instrukce - Korekce nástroje : Pathtrace
Hodnoty modifikátorů
Typ korekce      : Pathtrace

2 : Instrukce - T1 Nůž vnější : Levý kopírovací nůž      (Strojní čas: 4 sec)
Hodnoty modifikátorů
Ze zásobníku    : 01_Levy
Pozice nástroje : 1
Korekce poloměrová : 01
Komentář        : Levý kopírovací nůž
ISO destičky    : D= 55   Kosočtverec
Délka hrany     : 7
Stranový úhel  : 95
Rádus špičky   : 0.4
Jednotky        : Milimetry
Typ Wiperu     : bez volby
Orientace       : Radiální
Strana nože    : Levý
Typ posuvu     : na otáčku
Otočit v ose   : NE
Barva          : 13
Urstua         : 01_Levy
Seřizování v Z : 7
Seřizování v X : 6
Řídící bod     : Seřizovací
Zaváděcí bod   : Přední
Celková délka od špič : 60
Šířka těla    : 12
Hloubka těla   : 12
Tloušťka destičky : 2
Seřizování držáku Z : 60
Smysl otáčení  : Pravé
Řada           : Auto
Maximální otáčky : 2500
Konstantní rychlost : ANO
Pracovní počátek : Počátek 1

3 : Instrukce - Rychloposuv      (Strojní čas: 2 sec)
4 : Instrukce - Hrubování na profil (Strojní čas: 8 sec)
Hodnoty modifikátorů
Posuv          : 0.15
Otáčky/Rezná rychlost: 120
Hloubka záběrů : 1
Přídavek Z    : 0.2
Přídavek X    : 0.2
Bod ukončení cyklu : Start cyklu
Nedojíždět profil : NE
Rozložit nájezd do os : NE
Soustružení   : Čelo
  
```

Systemy CAD/CAM – výstupy pro další použití

4. Ověření technologie, přesnosti výroby, kolizí apod.



Děkuji za pozornost



Tato přednáška byla inovována v rámci projektu EduCom
CZ.1.07/2.2.00/15.0089

EduCom - Inovace studijních programů s ohledem na
požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního
vzdělávacího systému "Výukový podnik"