

Univerzitet u Novom Sadu  
Fakultet tehničkih nauka

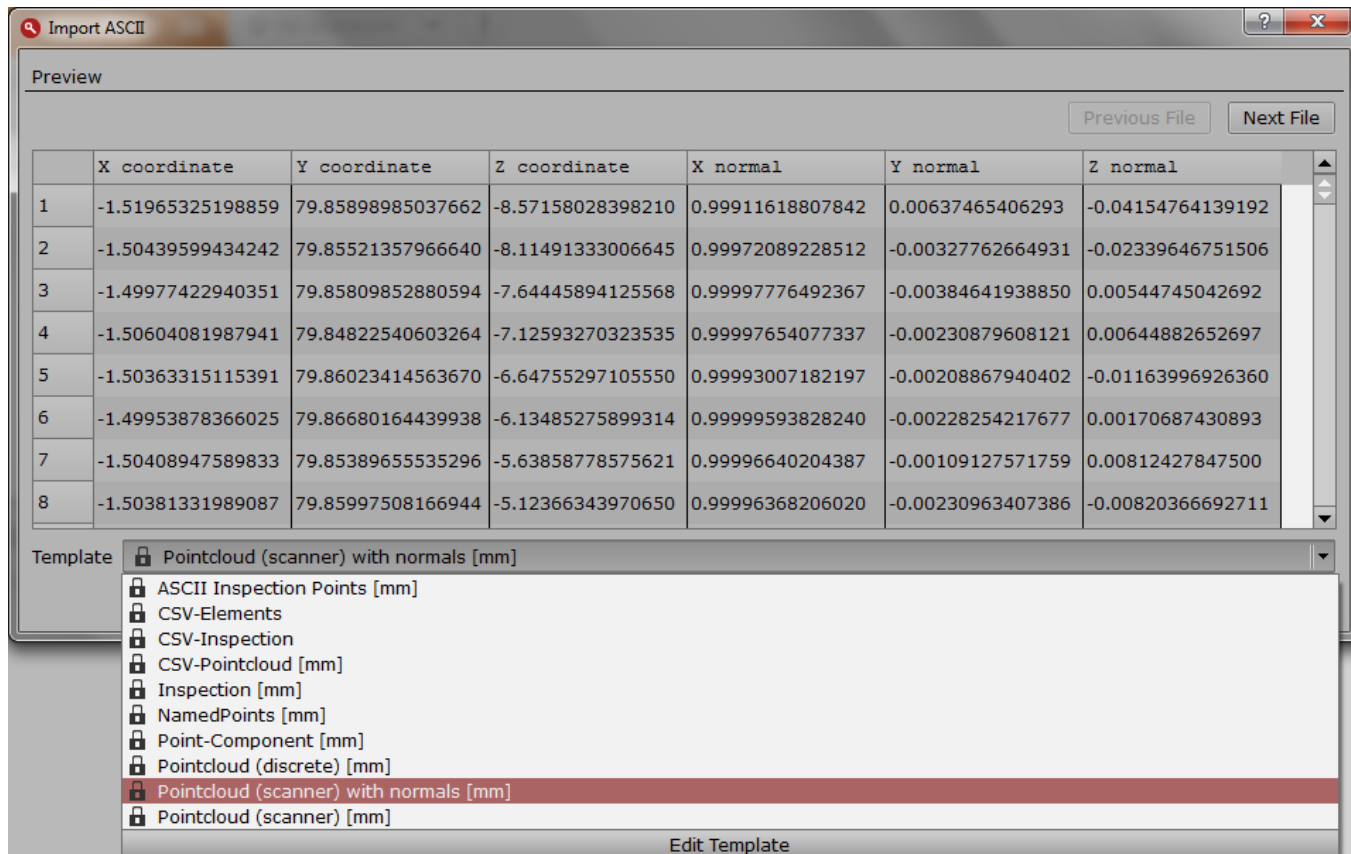
Pre-procesiranje oblaka tačaka,  
poligonizacija i obrada poligonalnih 3D  
modela

-Vežbe-

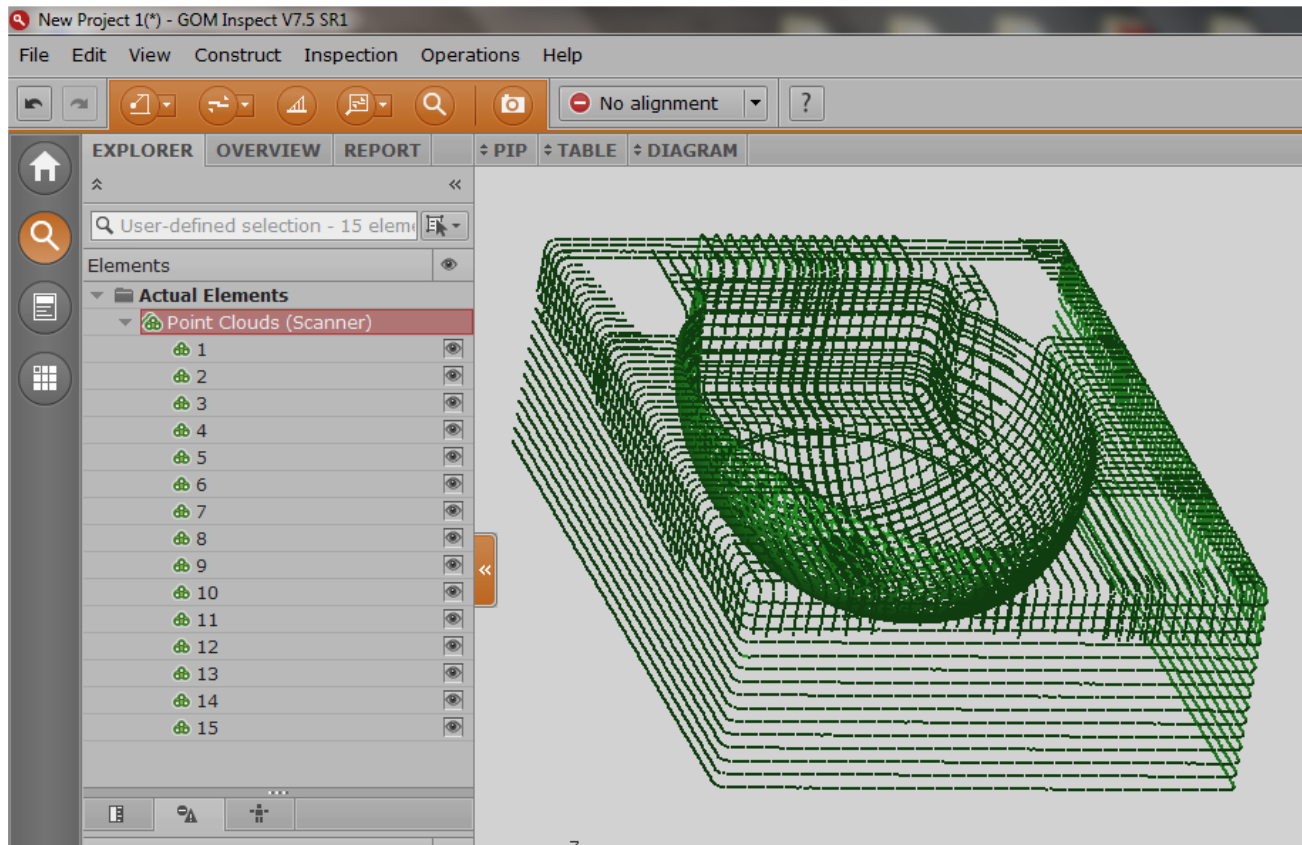
Doc. dr Mario Šokac

- *GOM Inspect* je softver koji je namenjen za 3D inspekciju i obradu mrežnih modela, kao i za analizu dimenzija 3D oblaka tačaka dobijenih pomoću skenera sa belom svetlošću, laserskim skenerima, CT tehnologijom i drugim izvorima.
- **GOM Inspect softver omogućava:**
  - ✓ učitavanje CAD modela u: IGES, STEP, JT-Open i drugim formatima,
  - ✓ poravnavanja modela u softveru: automatako pre-poravnavanje, RPS (Reference Point System), 3-2-1 poravnavanje, ravan-linija-tačka, best-fit opcija i hijerarhijska poravnavanja,
  - ✓ poređenje CAD modela: površine, sekcije, tačke itd.
  - ✓ generisanje CAD primitiva: linije, ravni, krugovi, cilindri itd.
  - ✓ 2D analiza,
  - ✓ mogućnost inspekcije: dimenzija, uglova, prečnika itd.
  - ✓ pravljenje izveštaja: tabele, PDF datoteke.

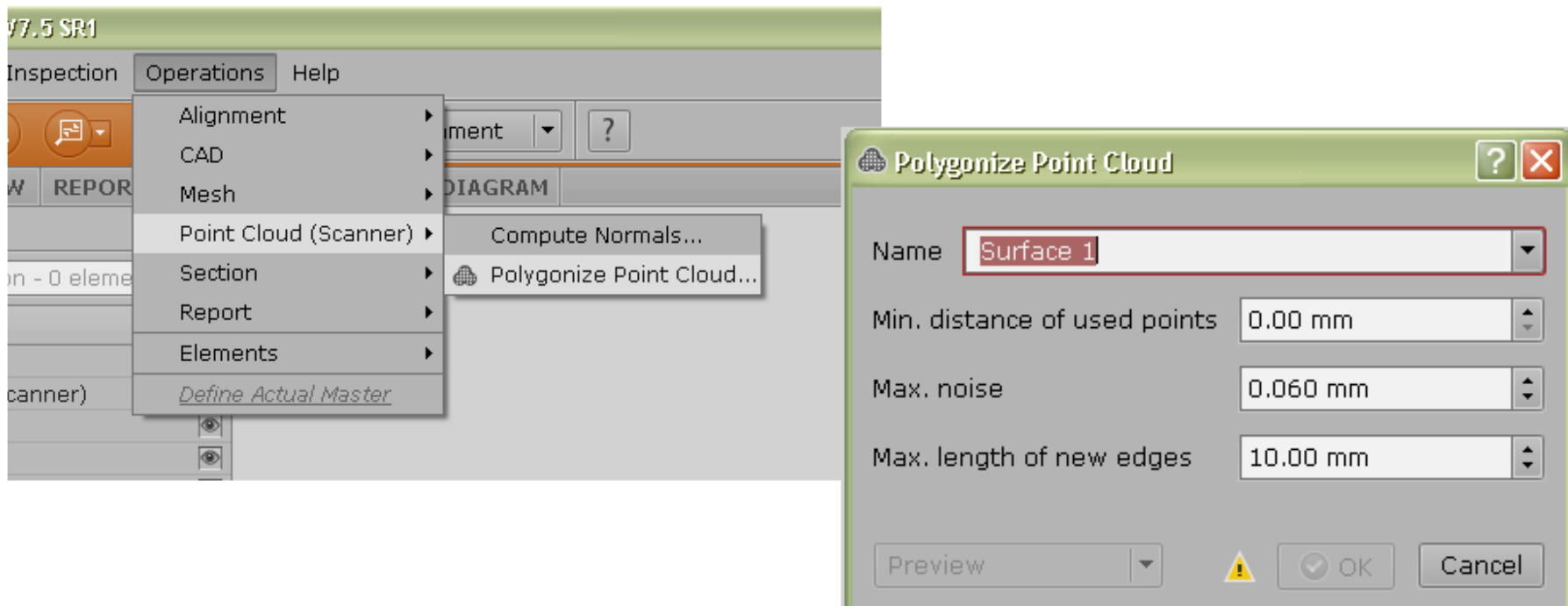
- Pri radu u ovom softveru prvi korak predstavlja učitavanje generisanog oblaka tačaka na KMM, koje su sačuvane u **(.txt)** formatu zapisa. Prilikom učitavanja oblaka tačaka u softver *GOM Inspect* nije prethodno potrebno modifikovati (.txt) fajlove, jer softver omogućuje učitavanje oblaka tačaka zajedno sa njihovim vektorima normala



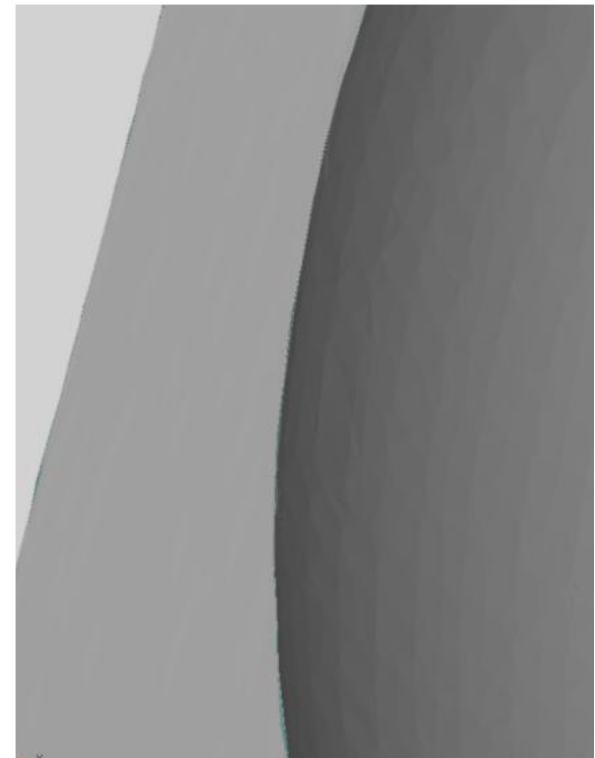
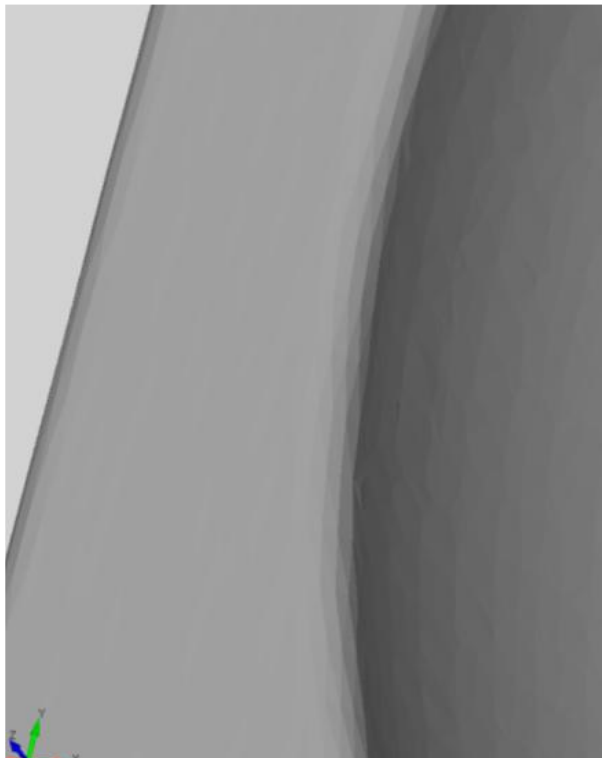
- Nakon što se oblak tačaka otvori u softveru, svi skenirani segmenti, dobijeni na KMM sa generisanim tačkama, su prikazani u radnom prostoru sa leve strane (slika 2). Ovde se mogu svaki posebno selektovati kako bi se izvršila njihova obrada kao i njihovo uključivanje/isključivanje radi lakšeg snalaženja u radnom okruženju



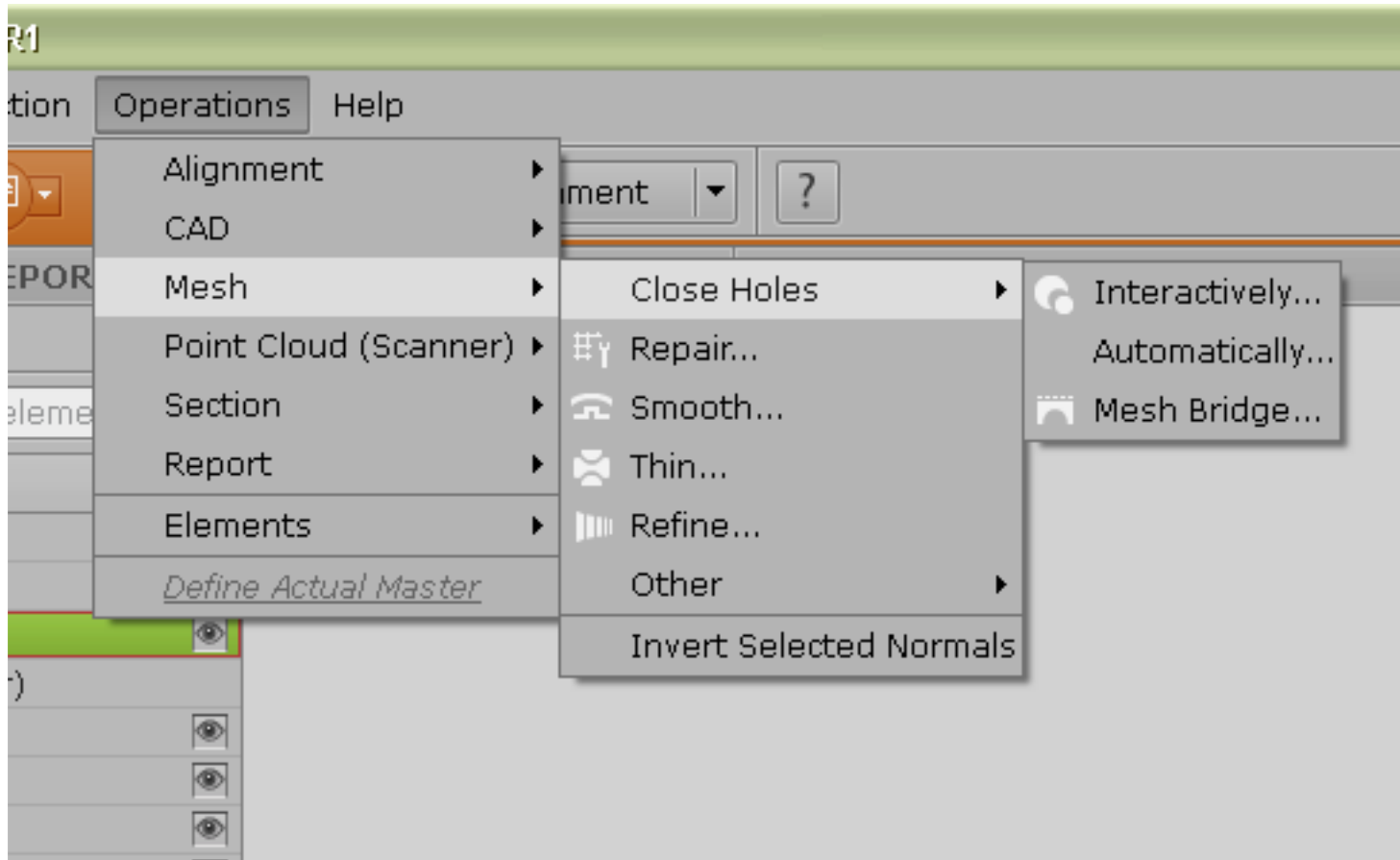
- Nakon što se učita oblak tačaka u softver, mogu da se izvrši redukovanje oblaka tačaka (brisanje suvišnih tačaka, ukoliko ih ima) pre nego što se krene na sledeći korak, a to je generisanje poligonalne mreže.
- Prvo je potrebno selektovati oblak tačaka, a nakon toga se izabere opcija *Operations/Point Cloud (Scanner)/ Polygonize Point Cloud* gde se zatim prikaže dijalog okvir u kojem je potrebno podesiti određene parametre kao što su min. udaljenost između tačaka, max. dozvoljen šum i min. dužina ivica generisanih poligona.



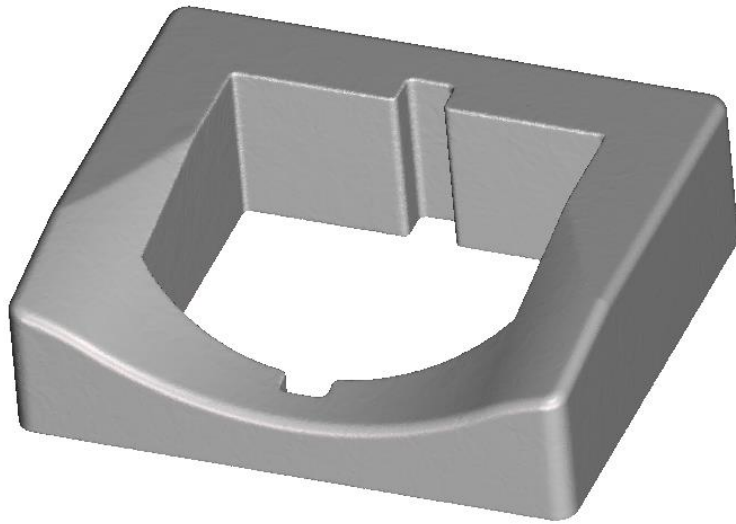
- Kada se potvrdi sa *OK* prikaže se poligonizovani model objekta. Pre nego što se nastavi sa daljim radom je potrebno izvršiti **korekciju modela za veličinu radijusa mernog pipka** koji je korišćen kod postupka 3D digitalizacije na KMM (npr. ako je prečnik sfere mernog pipka  $D=1,5$  mm, onda korekcija radijusa iznosi  $0,75$  mm), za to se koristi opcija *Operation/Mesh/Other/Offset*



- Nakon ovoga se može pristupiti modifikaciji i obradi poligonalne mreže, a za tu svrhu se koriste napredni alati koje softver *GOM Inspect* nudi. Neki od alata koji se koriste su zatvaranje rupa, uklanjanje šuma na 3D modelu, peglanje 3D modela, smanjenje/povećanje broja poligona 3D modela itd.



- Kao rezultat obrade u ovom softveru dobija se finalni 3D poligonalni mode radnog predmeta spreman za dalji postupak parametarskog modeliranja.





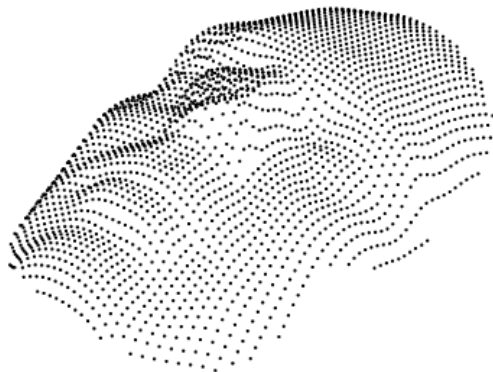
# Rekonstrukcija površina

- Osnovna funkcija je generisanje površinskih 3D modela na osnovu oblaka tačaka digitalizovanih radnih predmeta ili poligonalnih 3D modela.
- Danas se za rekonstrukciju površina koriste različiti softveri koji sadrže module koji se koriste za ovaj vid rekonstrukcije.
- **Rekonstrukcija površine se može izvesti na bazi:**
  - Generisanog oblaka tačaka i
  - generisanog poligonalnog 3D modela.

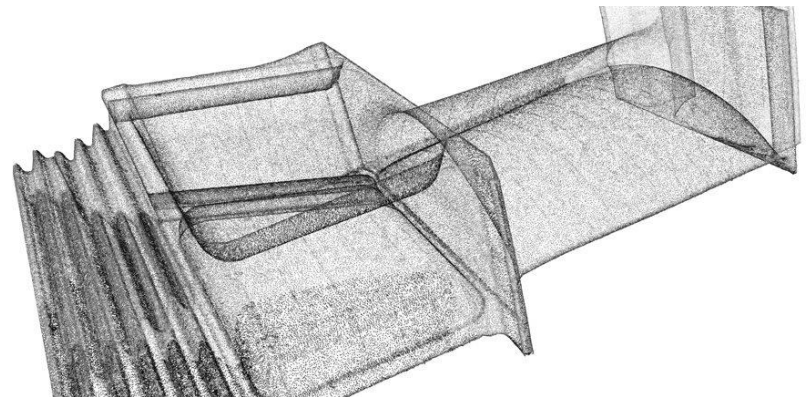
# Oblak tačaka

- ***Oblak tačaka treba da je pravilno uređen (u vidu tačaka na ekvidistantnom/jednakom rastojanju i postavljenim u pravim ravnima) kako bi bio pogodan za rekonstruisanje površina primenom ove metodologije.***
- Kada su u pitanju poligonalni 3D modeli, svi se mogu rekonstruisati primenom ove metode.

Pogodan oblak  
tačaka

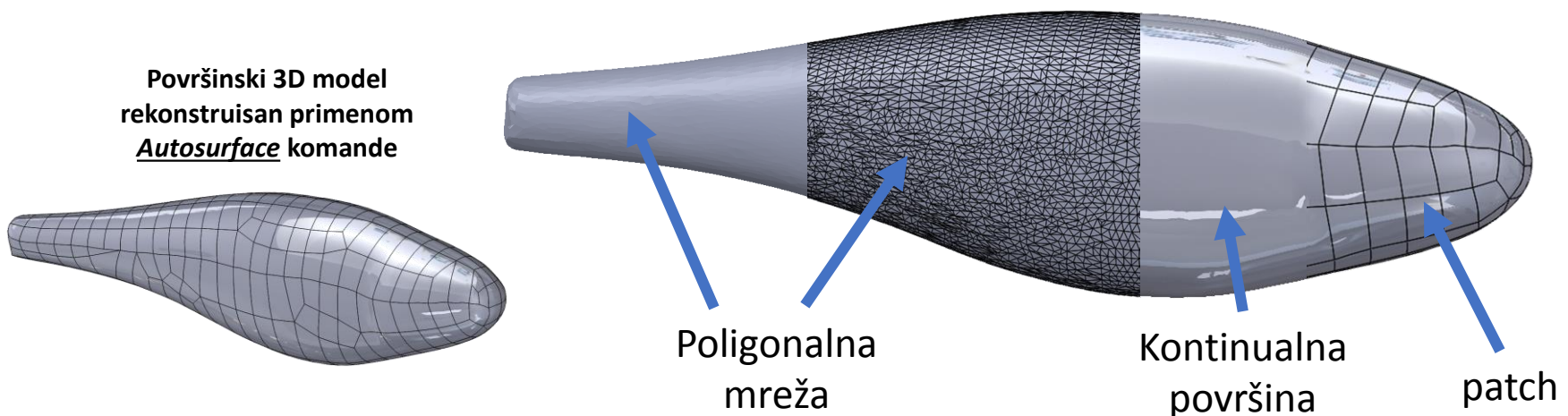


Nepogodan oblak  
tačaka



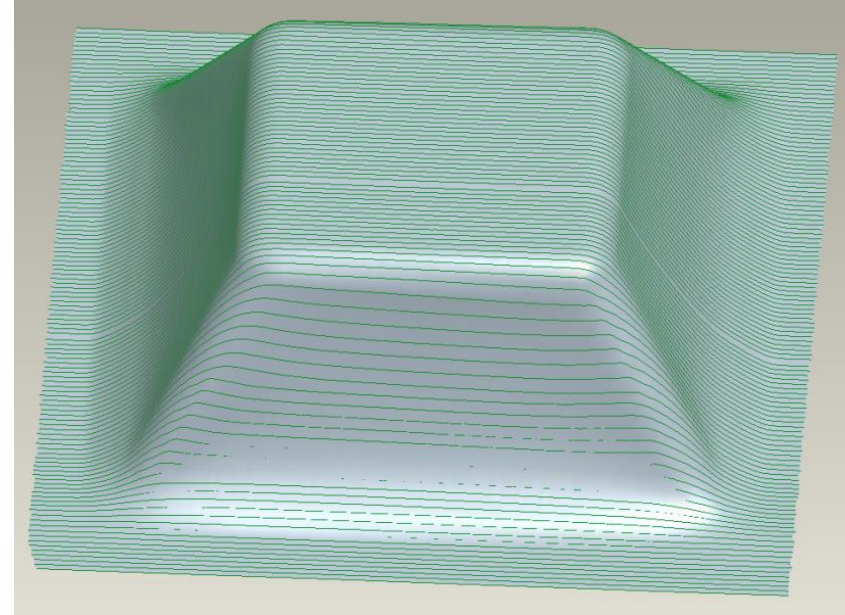
# SolidWorks softver

- U okviru SolidWorks softvera, za ovaj tip rekonstrukcije površine koristi se **ScanTo3D** modul.
- **Modul je zasnovan na metodologiji poprečnih preseka** – prilaz generisanja površina kroz poprečne krive – takozvano blendovanje
- **Rekonstrukcija površina u softveru SolidWorks se može izvesti na dva načina:**
  - Primenom *Autosurface* komande (generiše se aproksimirana površina koja „naleže“ na poligonalnu mrežu u vidu pečeva (eng. patch)) i
  - Generisanjem poprečno presečnih (ili prostornih) krivih preko poligonalnog modela (dobija se kontinualna površina 3D modela).

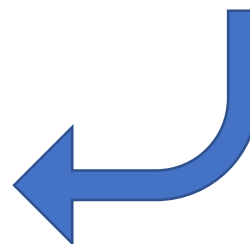
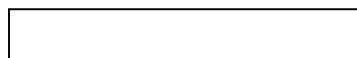
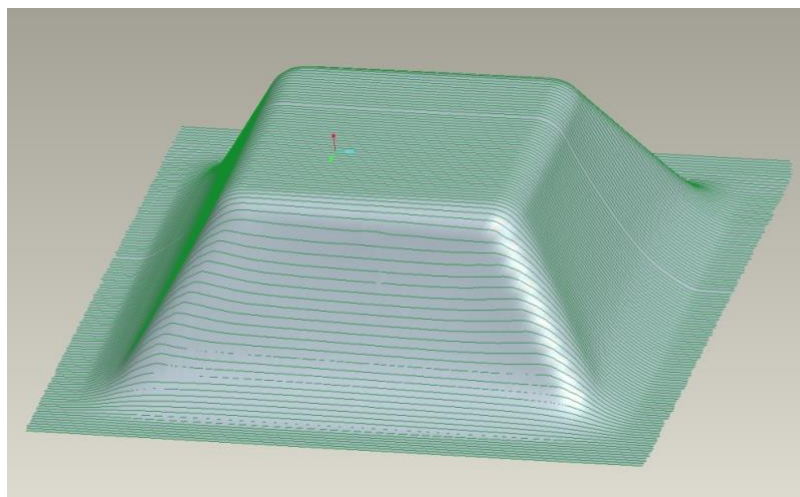
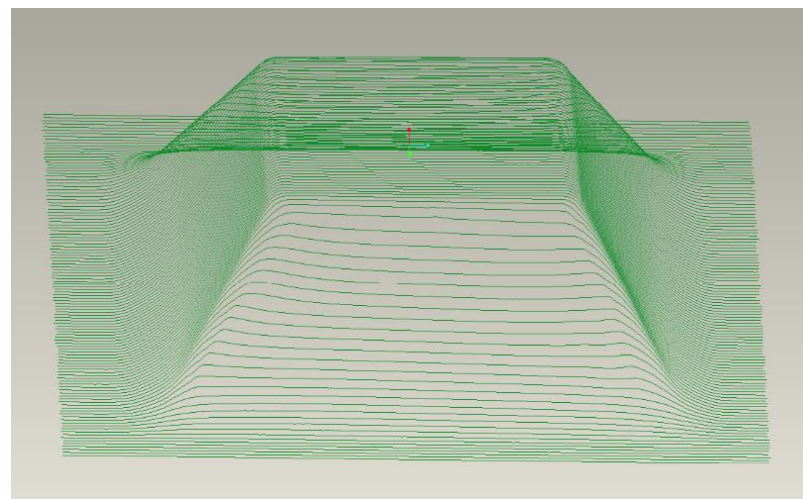
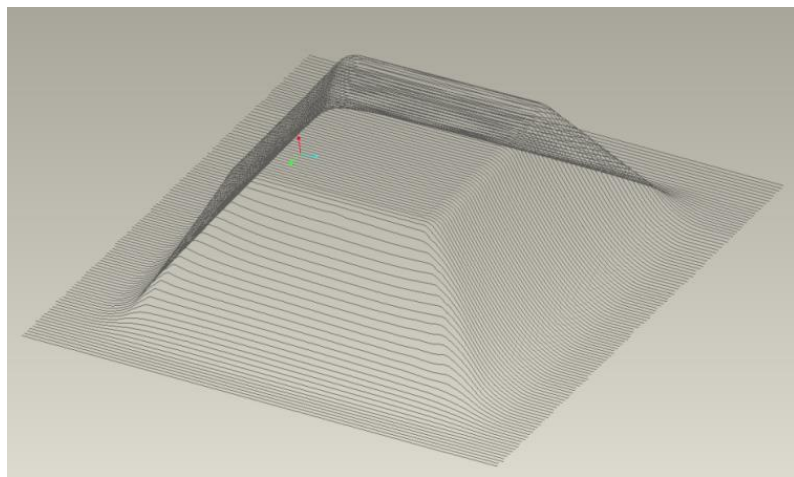


# Postupak rekonstrukcije površine

- Potrebno je selektovati sve sekcijske krive na osnovu kojih želi da se rekonstruiše površina.
- Treba **obratiti pažnju** na redosled odabira sekcijskih krivih, moraju se selektovati jedna za drugom bez preskakanja jer će to rezultovati dobijanjem nepravilne površine digitalizovanog radnog predmeta.
- **Gustina poprečno presečnih ravni** ima veliki uticaj na tačnost generisane 3D površine digitalizovanog radnog komada.
- Razlog tome jeste usled toga što se većim rastojanjem između ravni gubi na detaljima prilikom rekonstrukcije površine digitalizovanog radnog predmeta.



# Rekonstrukcija površine u modulu Pro/SCAN-TOOLS (PTC Creo)





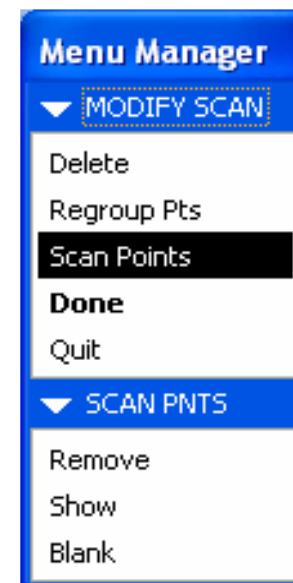
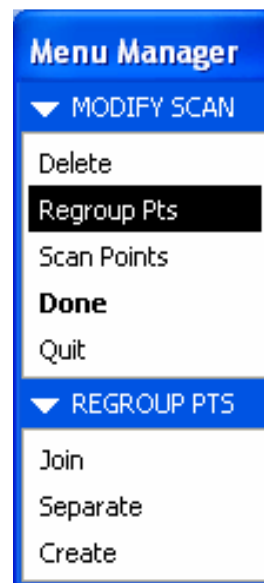
# Učitavanje oblaka tačaka

- Oblak tačaka digitalizovanog radnog predmeta se u modulu Pro/SCAN TOOLS učitava u **(.pts)** formatu zapisa.
- U drugim softverima često je dovoljan običan **.txt** format zapisa.

```
21.txt - Notepad
File Edit Format View Help
-81. 76316380760000 6.55717164377000 5.63031426887000 0.10183770305035 -0.17455875268003 -0.3724236808110
-81. 76407605342000 6.83200149283000 5.5850908165000 0.39001795270000 -0.44691953173000 -0.92429278075
-81. 7727240869000 7.01703505338000 5.54546116933000 0.38597833369000 -0.05820044949900 -0.88125732358
-81. 78251265356000 7.2114758879000 5.48732922331000 0.49237734860000 -0.93156371420000 -0.80243308711
-81. 78057975857000 7.39894640914000 5.41841330342000 0.47357913155960 -0.33958281125000 -0.8413835790053
-81. 78617479936000 7.63226254837000 5.32227641036000 0.45404246431600 -0.80810632448000 -0.8344710627047
-81. 77996864095000 7.78611992099000 5.25132074169000 0.46959412133000 -0.48258857645600 -0.78600061393
-81. 77335236032000 7.99589518329000 5.13635851659000 0.48391290757700 -0.45592585497400 -0.749718235518
-81. 75838360883000 8.17401342521000 5.02653733586000 0.48285306295700 -0.48115726405600 -0.713983401137
-81. 75161307079000 8.35583623508000 4.90174751982000 0.49766335395200 -0.57590272724440 -0.69042715904
-81. 74919809175000 8.52998679286000 4.76592559321000 0.49693557706200 -0.59741082966000 -0.684548163085
-81. 76131530642000 8.67448971204000 4.64445674970000 0.51056430426900 -0.54135398228800 -0.663220039349
-81. 76344695295000 8.82523173008000 4.51102674387000 0.51988515090700 -0.56328704689900 -0.641810329886
-81. 77485213951000 8.97958809391000 4.36374872119000 0.52742940689500 -0.59583708888200 -0.606322198879
-81. 76379319704000 9.12392848636000 4.21625653695000 0.53103982105800 -0.63481077806900 -0.561691254061
-81. 77027251007000 9.26742902416000 4.04746701362000 0.53805357169200 -0.64563491563000 -0.542001360689
-81. 75934852307000 9.39410124309000 3.89964635358000 0.54662251818700 -0.66661670423300 -0.519365868182
-81. 75332991228000 9.51822635779000 3.74471424380000 0.54353183406200 -0.67234868707600 -0.502865672057
-81. 75621950638000 9.64218592517000 3.57037948385000 0.53680155366910 -0.68731299126050 -0.4893317996719
-81. 75825775200002 9.76166702111000 3.39445142625000 0.54345339501600 -0.70643834602100 -0.4534402953013
-81. 75390023931000 9.85856711898000 3.24259057428000 0.54349677410790 -0.71212456331030 -0.4443645993064
-81. 75501909442000 9.97957730112000 3.04825114247000 0.54446235216200 -0.71966024821100 -0.4180183905122
-81. 75065624287000 10.07641703293000 2.87356082653000 0.55435554001300 -0.73508835700180 -0.3902714630009
-81. 757824448269000 10.18219183136000 2.66960944378000 0.55026072231920 -0.73644779925700 -0.3935700079138
-81. 76260113986000 10.27073720961000 2.48600876290000 0.55167165281760 -0.75564607424100 -0.3530683210112
-81. 75164788566171000 10.36136365171000 2.29453692524000 0.55006395950150 -0.77535859602100 -0.3102527196008
-81. 74611967270000 10.43551688938000 2.11446485868000 0.54922236111000 -0.77691151851550 -0.307821954061
-81. 74842496794000 10.51091828863000 1.91766255140000 0.54990155500030 -0.78615798500500 -0.282070865002
-81. 74537114333000 10.58129865861000 1.71380038345000 0.54157008839770 -0.79390967396700 -0.2764200514988
-81. 75347086272000 10.63287243024000 1.52795982517000 0.53687908991200 -0.8148094708091700 -0.25841808983
-81. 74559938769002 10.69079482112000 1.36987356033000 0.54977441518710 -0.80312377038120 -0.22948307946
-81. 74588193374000 10.74714406058000 1.17459550862000 0.55664631218400 -0.80313815726600 -0.212450077070
-81. 74100326579000 10.79968719679000 0.96916515190000 0.55104100512300 -0.81059694418000 -0.198206699044
-81. 744235009108768000 10.85381308767000 0.7698827349000 0.53687908991200 -0.82369834571100 -0.18270496008
-81. 74339831865000 10.88455382755000 0.5774617590000 0.50140708519300 -0.84943022432800 -0.160068406062
-81. 74315940161000 10.92602993041000 0.36257951922000 0.47286141993800 -0.86622941988600 -0.158496718979
-81. 73902962701000 10.9622899046000 0.16595343403000 0.43329542012300 -0.88782650025300 -0.153240434044
-81. 74862873578000 10.99486952917000 -0.0523982532000 0.34571102513600 -0.9076514849930700 -0.144265731048
-81. 74349173517000 11.02651040320000 -0.25424437711000 0.30993245987700 -0.90978569796950 -0.137641611957
-81. 74480052962000 11.05287927171000 -0.44981247769000 0.35481328099600 -0.90926896998900 -0.133966638999
-81. 74409574449000 11.07786756869000 -0.65471501995000 0.39712679691300 -0.93723483537300 -0.13603468319667
-81. 74351171001000 11.10211282031000 -0.84452438290800 0.43478701034900 -0.94382980849000 -0.138861479005
-81. 74126095883000 11.12661670473000 -1.05622417540000 -0.29615440301400 -0.95893220905000 -0.14168724960065
-81. 74444353447000 11.14164454505000 -1.24010844080000 0.48477024502900 -0.94989723211100 -0.139881015010
-81. 74482802886000 11.16085258895000 -1.45740122997000 0.49637879289950 -0.72528762353700 -0.771168428063
-81. 74930673389002 11.17388649518000 -1.66301659928000 0.42666099676580 -0.98550841680000 -0.027293958987
-81. 74537721913002 11.18824039601000 -1.85935739804000 0.90675047411400 -0.9796331475555700 -0.0629438046272
-81. 74371004912000 11.19918546045000 -2.05656564052000 0.47503664077300 -0.9835672321587000 -0.0442456131895
-81. 74322573397000 11.20756611364000 -2.25934041530000 0.16273903325330 -0.9858655043156000 -0.0398147616698
-81. 7439920351000 11.2143118685000 -2.45054396112000 0.14820376186900 -0.98880151312600 -0.027293958987
-81. 74421027025000 11.2177204519000 -2.65140571134000 0.13526075471900 -0.9907608995054000 -0.098675346298
-81. 75056519943000 11.21931455239000 -2.86633455243000 0.12719982215930 -0.9917659648608000 -0.0148484402499
-81. 74573388930000 11.22189493267000 -3.08135020032000 0.1260297390899100 -0.9919858708192600 -0.00897423867999
```

# Generisanje poprečno-presečnih krivih

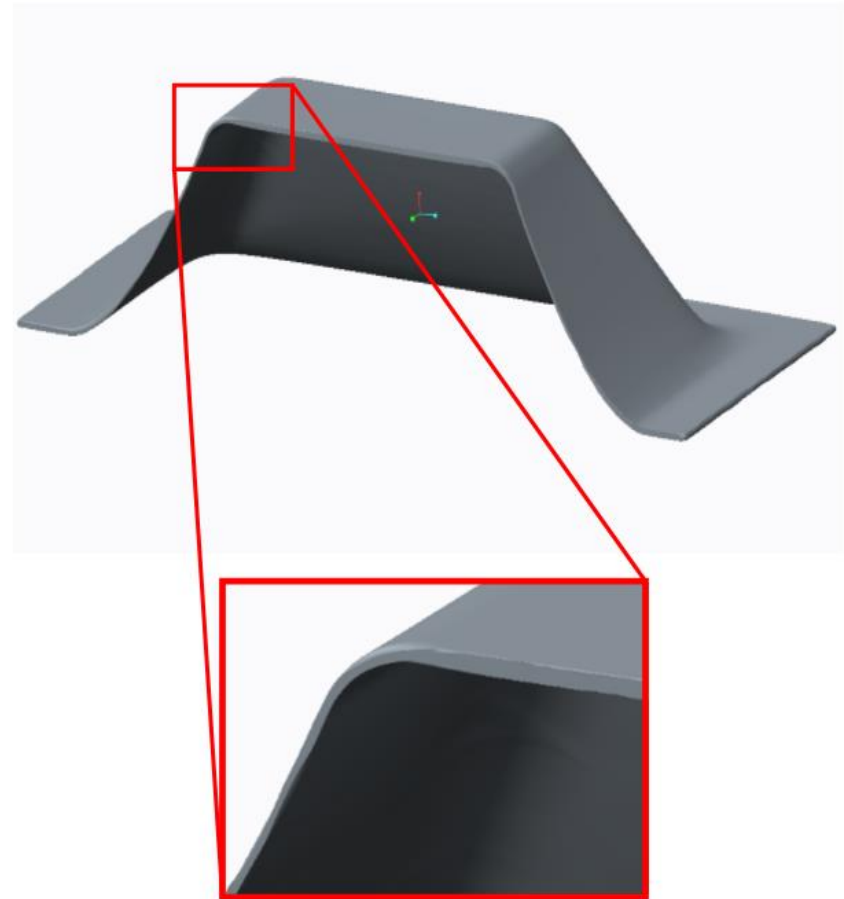
- Primenom različitih alata u softverima moguće je izvršiti manipulisanje sa učitanim oblakom tačaka ili poligonalnim 3D modelom.
- Neki od alata su:
  - brisanje krivih,
  - spajanje i razdvajanje sekcija sa tačkama,
  - brisanje tačaka i prikaz tačaka.





# Generisanje zapremiskog 3D modela

- Kod PTC Creo softvera koristi se **Solidify** komanda za generisanje zapreminskih (CAD) modela.
- Kod SolidWorks softvera koristi se **Knit** opcija.



**HVALA NA PAŽNJI!**