



Воведување на метрологија во системот на работа на ФАКОМ

Проф. д-р Тихомир Николовски

Зоран Делев

Ненад Кралевски

Зоран Симјановски



Кои сме ние?

- Водечка компанија за челични конструкции и индустриска опрема во Југоисточна Европа;
- Годишно производство и монтажа на околу 30.000 ЕТ челични конструкции и индустриска и специјална опрема;
- 70-80% конструкции и опрема за извоз;
- Повеќе од 500.000 тони произведени и/или монтирани челични конструкции и опрема;
- 50 години традиција во светот на челикот.

5 години традиција

Geo WILD MAK



50
1960 - 2010

ВО СВЕТОТ НА ЧЕЛИКОТ

Скопје, 19 ноември 2010 година



Кои сме ние?

- **Фабрички хали - 24000 m²**
Отворени складишта - 8000 m²
14 мостни кранови со носивост 8-40 тони
10 автодигалки со носивост 40-300 тони



Производните хали на ФАКОМ

5 години традиција

Geo WILD MAK



Кои сме ние?

- Искусни инженери, заварувачи, бравари, оператори и специјалисти:
 - 60 инженери
 - 330 работници во РЕ Производство
 - 240 работници во РЕ Монтажа.



Произведен погон КЗ



Отворено складиште
за готови конструкции



Скопски Легури



Со што располагаме?

- FIM компатибилни машини и друга опрема:
 - 4 CNC гас и плазма машини за сечење
 - CNC авт. линија за сечење и дупчење
 - CNC машина за обработка цевки $\Phi < 600 \text{ mm}$
- Друга опрема и машини:
 - 3 Борверка со р.д. 2500 до 10500 mm
 - 2 автоматски линии за заварени профили
 - 3 стационарни и мобилни линии за ERP
 - Линија за тенкосидни пресеци и лимови
 - Целокупна опрема за најсложени проекти

5 години традиција

Ge WILD MAK

Ф **О** **А** **Ж** **О** **М**

Што изведуваме?

- Индустриски објекти



Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

Geo WILD MAK



Што изведуваме?

- Јавни и спортски објекти



Пливачки базен Младост



Стадион Црвена Звезда Белград



Градски трговски центар
Скопје
60000 м2, 5000 тони



Национална арена Филип II Скопје

Скопје, 19 ноември 2010 година

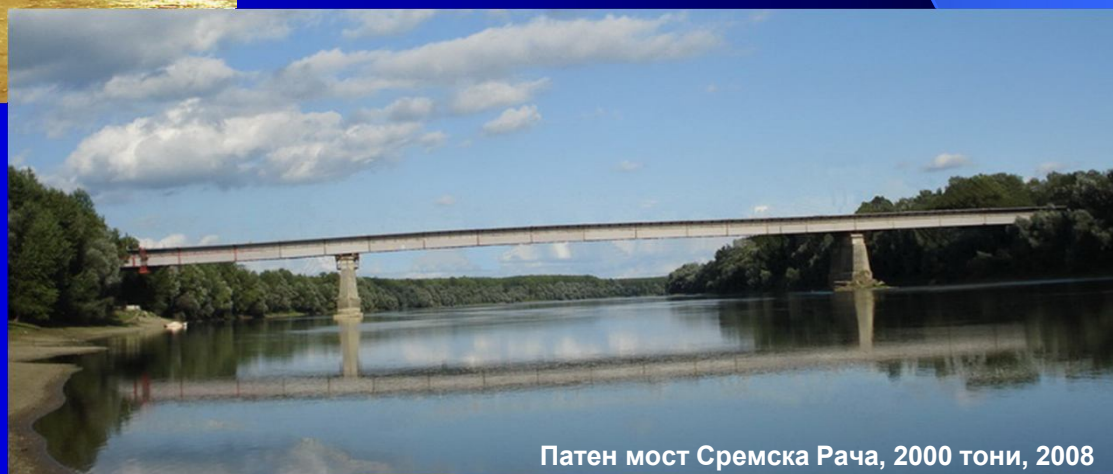
5 години традиција

Geo WILD MAK

Ф **ФАКОМ**

Што изведуваме?

- Железнички и патни мостови



Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

Geo WILD MAK



Што произведуваме?

- Заварени профили за бродоградба и други намени



Производен погон К3



Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

Geo WILD MAK



Што произведуваме?

- Рударски машини, специјална опрема, садови под притисок, цевководи ...



Багерот CRC2000 во РЕК Битола

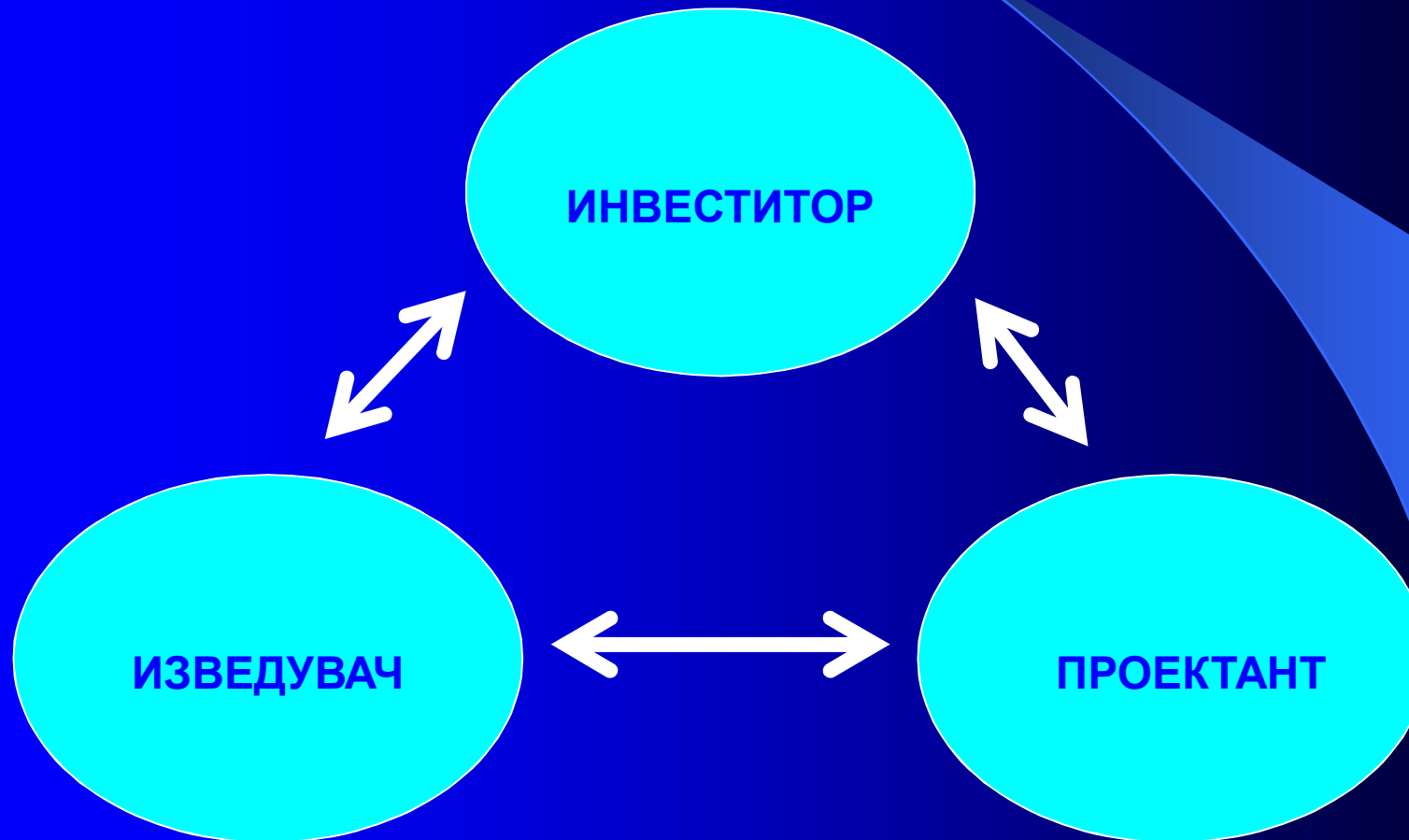


Рафинерија ОКТА

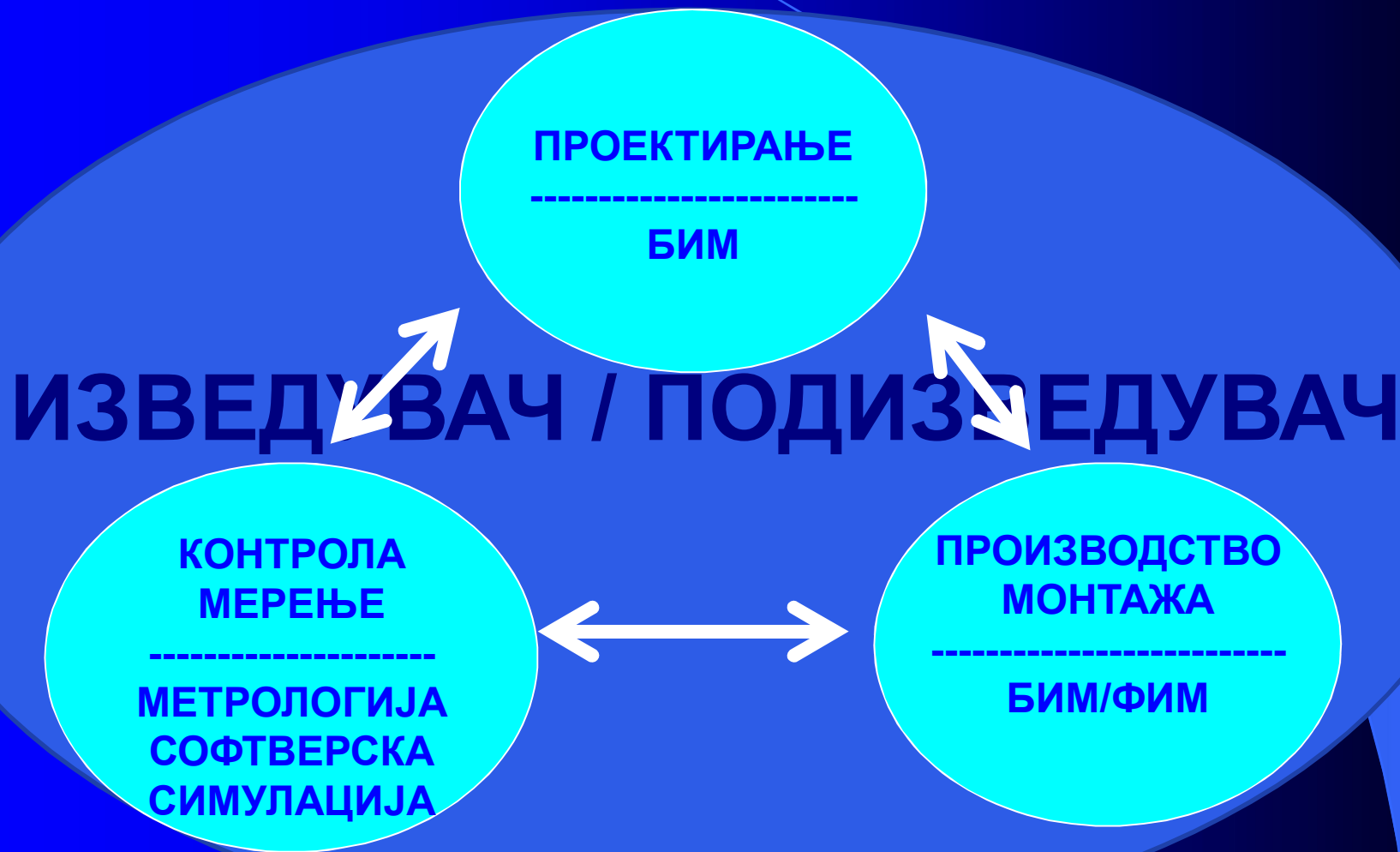
Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

Geo WILD MAK



Скопје, 19 ноември 2010 година





Зошто BIM / FIM?

- Градење на мултидимензионален *МОДЕЛ*
 - **Дигитална форма пред изведба**
 - **3D** Простор- Проектирање и разработка
 - **4D** Време- фази /секвенци во производство и монтажа
 - **5D** проценка на трошоци (cost estimate)
 - **6D** life cycle management
 - **7D** заштита (пожари и др)



Зошто Метрологија ?

- Следење и контрола при изработката и оформувањето на геометријата на проектираниот модел
- Изработка на 3D дигитален модел на производот
- Споредба меѓу проектираниот модел и моделот на производот





Зошто Метрологија ?

- Реверзибилен процес на проектирање на 3D модел
- Виртуелна монтажа

Симулација на пробна монтажа на веќе произведените конструкции или опрема





Критериуми за изборот на инструмент

- Да се вклопува во VIM/FIM концептот
- Да ги задоволува потребите за мерење на машински делови и градежни објекти
- Да биде едноставен за работа
- Да биде преносен

Со ова изборот се сведе на неколку инструменти од широката палета на Leica



Критериуми за изборот на софтвер за обработка на резултатите

- Да се добие 3D вредност на измерените резултати во реално време
- Да може да се прави лесна споредба помеѓу изработеното и проектираното
- Да може да се прави т.н. виртуелна (пробна) монтажа
- Компатибилност то платформата Autodesk



Дилема?

- Single point measurement
- Point Cloud measurement



Кој инструмент?

- Беа тестирани неколку производи на LeicaGeosystems
 - Leica Absolute Tracker AT 401
 - Leica Absolute Tracker AT 901
 - Leica Total Station TDRA 6000
 - Leica Laser ScanStation C10
- Практична демонстрација на перформансите на инструментите во просториите на Факом





Кој софтвер?

- Беа тестирани неколку софтверски решенија
 - A.M.S. products - DCP-100
 - Wilcox Associates - PC-DMIS
 - Metrologic group - Metrolog/Microlog
 - Innovmetric - PolyWorks
- Практична демонстрација на перформансите на софтверот во просториите на Факом

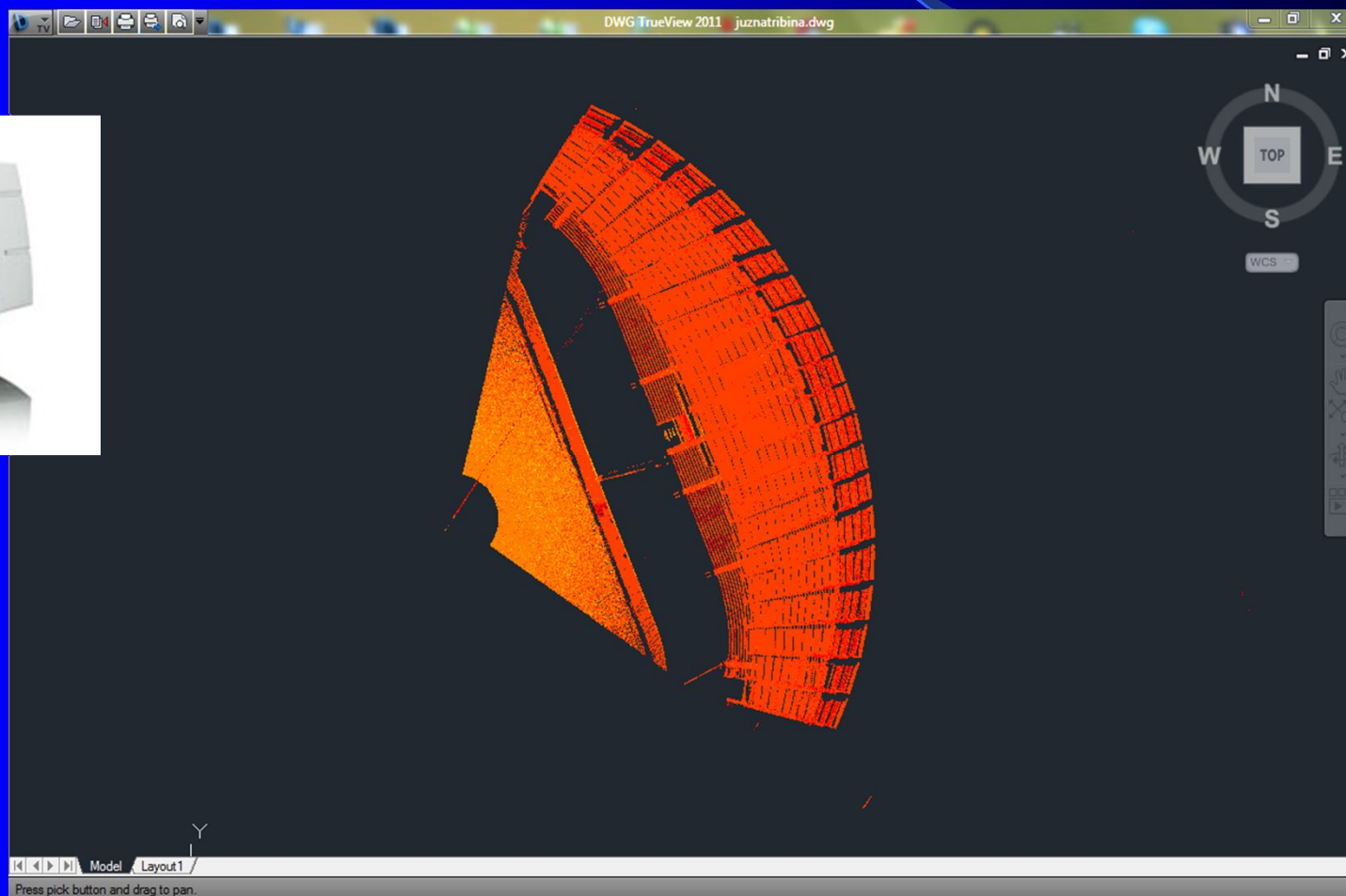


5 години традиција

Geo WILD MAK



Стадион Јужна трибина



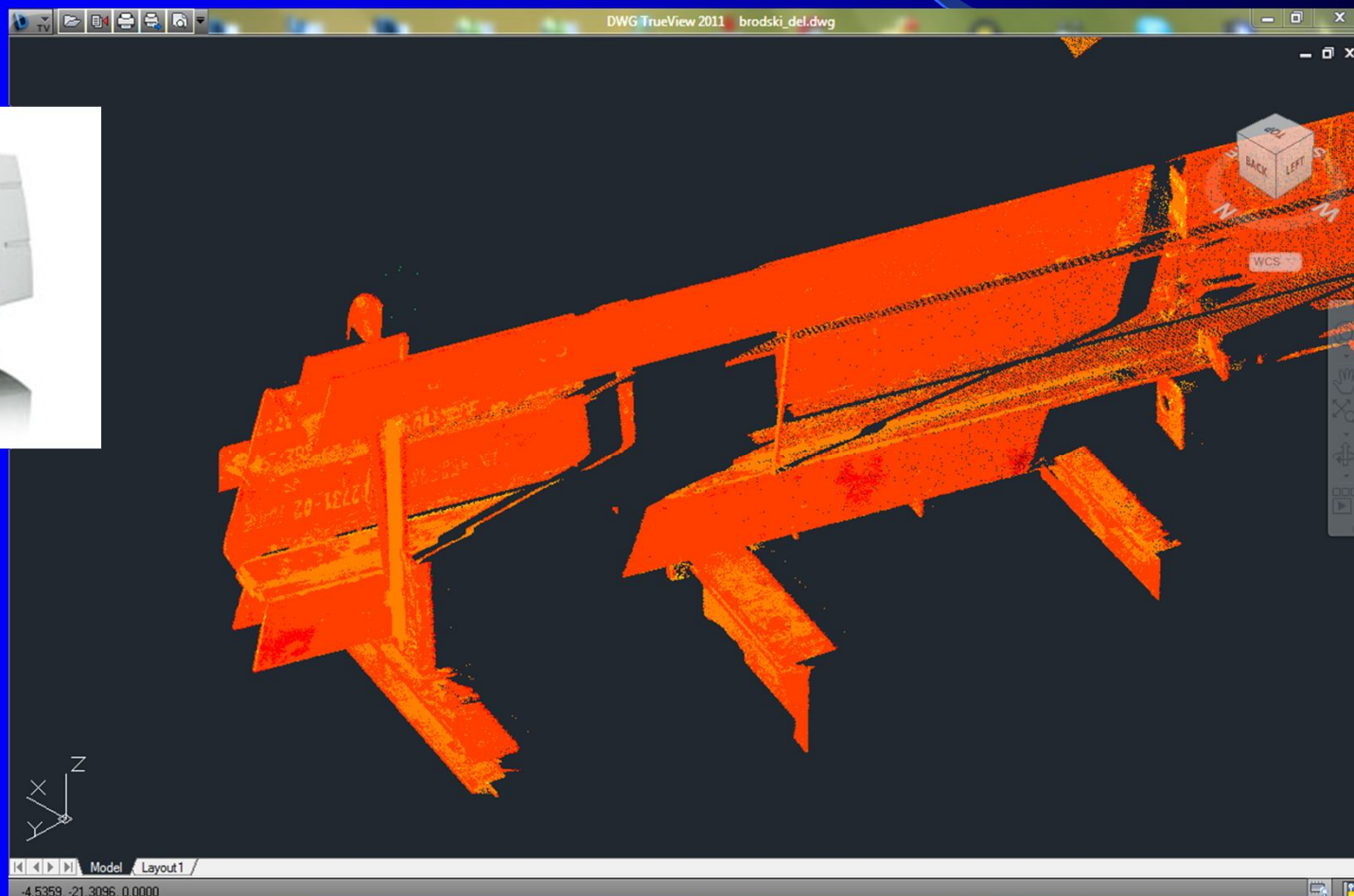
Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

Geo WILD MAK



Страница од затворач



Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

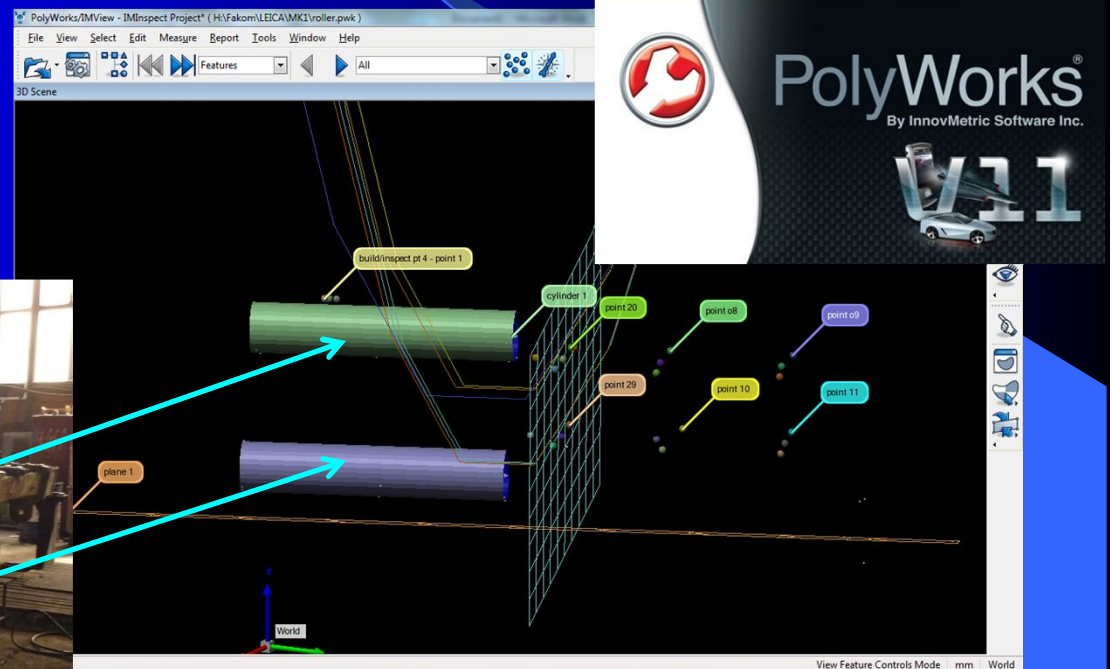
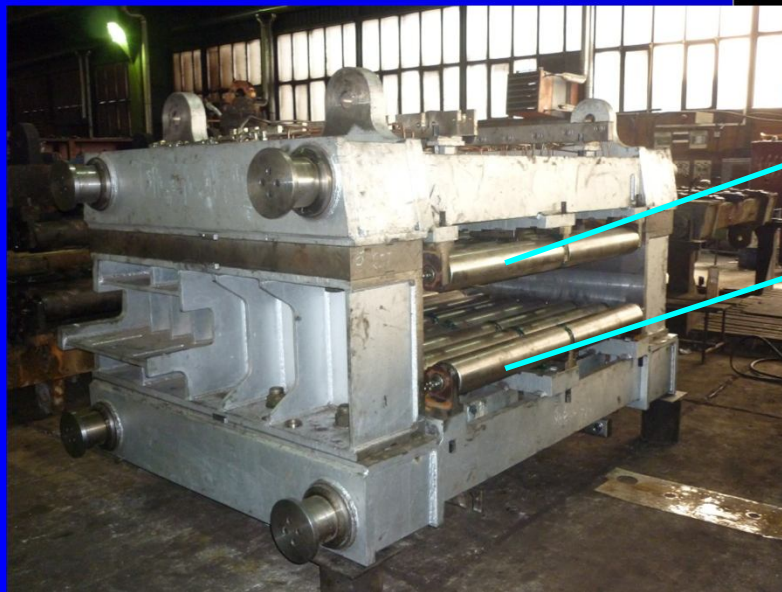
Geo WILD MAK



Вертикален кристализатор



- Физички изглед на делот кој се мери



- 3D модел на кристализаторот во Polyworks



Резултати од вертикален кристализатор

- По извршените мерења направена е споредба на измерените вредности

Table Preview - Cylinder Cylinder

Table Type Cylinder to Cylinder			
Units	Millimeters		
CSYS	World		
Name	cylinder 2 -meas-		
Type	Cylinder		
Radius	72.517		
Axis Pt	-3226.995	-1715.053	-394.043
Axis Orientation	-0.342	0.940	-0.004
Angle with X	110.006		
Angle with Y	20.007		
Angle with Z	90.201		
#Points	15		
Mean	-0.000		
StdDev	0.011		
RMS Error	0.011		
Name	cylinder 1 -meas-		
Type	Cylinder		
Radius	72.485		
Axis Pt	-3272.785	-1707.538	6.719
Axis Orientation	-0.340	0.940	-0.003
Angle with X	109.906		
Angle with Y	19.907		
Angle with Z	90.174		
#Points	18		
Mean	0.000		
StdDev	0.015		
RMS Error	0.014		
Angle between axes	0.104		
Min distance between axes	398.306		
Closest mid-point	8270.627	-33437.810	-83.163

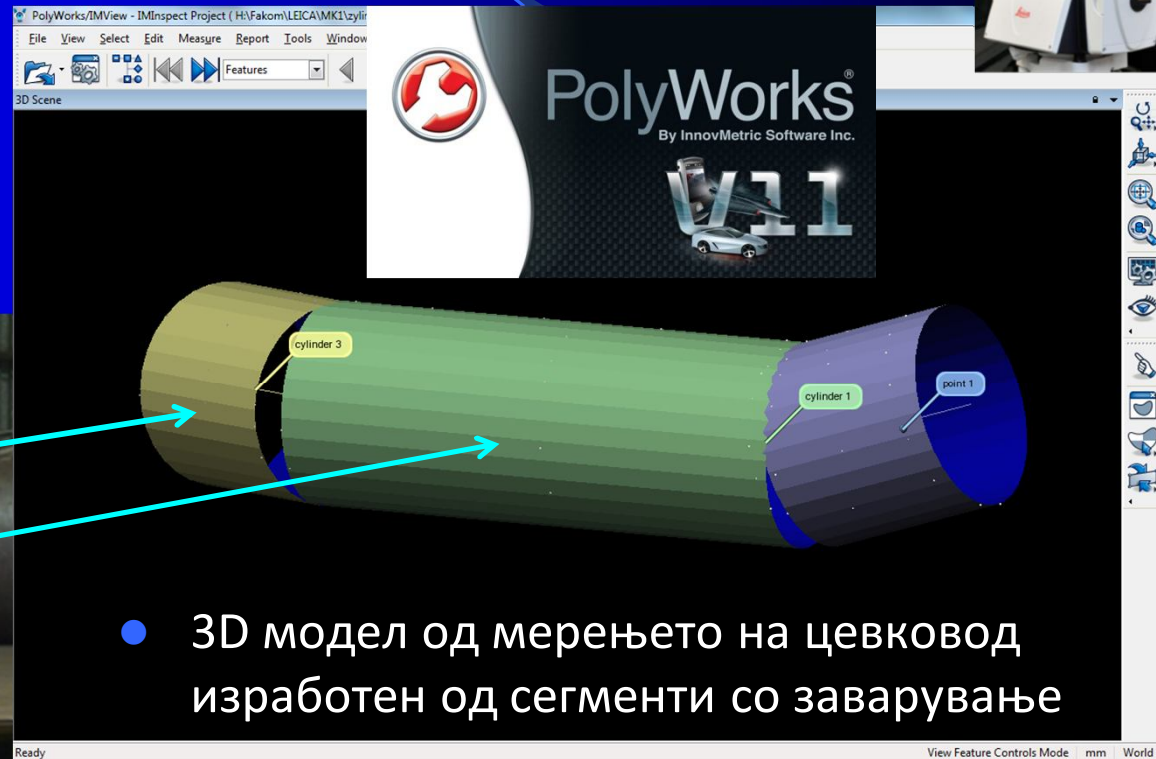
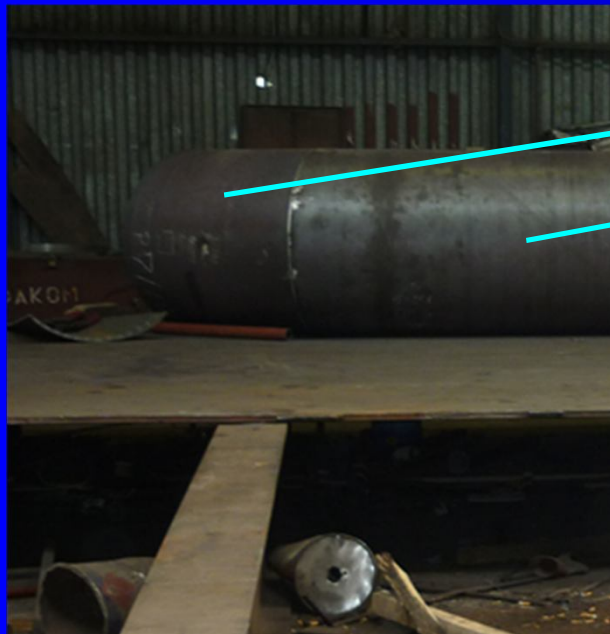
Close





Цевковод

- Цевковод изработен од сегменти со заварување



- 3D модел од мерењето на цевковод изработен од сегменти со заварување



5 години традиција

Geo WILD MAK



Резултати од цевковод

Table Preview - Cylinder Cylinder

Table Type Cylinder to Cylinder			
Units	Millimeters		
CSYS	World		
Name	cylinder 1 -meas-		
Type	Cylinder		
Radius	456.407		
Axis Pt	-641.951	7228.908	-95.078
Axis Orientation	-0.963	-0.269	-0.000
Angle with X	164.391		
Angle with Y	105.609		
Angle with Z	90.012		
#Points	22		
Mean	0.000		
StdDev	0.532		
RMS Error	0.520		
Name	cylinder 2 -meas-		
Type	Cylinder		
Radius	457.168		
Axis Pt	146.820	7389.681	158.688
Axis Orientation	-0.933	-0.187	-0.306
Angle between axes	18.326		
Min distance between axes	1.475		
Closest mid-point	-624.833	7234.436	-94.907

Close



PolyWorks[®]
By InnovMetric Software Inc.



Скопје, 19 ноември 2010 година



Столб за кранска патека



- Цртеж на столб за кранска патека

Stoľb vo red "A" (red10 и 29) и
Stoľb vo red "F" (red 10 и 29) и

Opens an IMInspect project

View Feature Controls Mode mm World

- Резултати од реално измерениот столб



Резултати од столб за кранска патека

Table Preview - Plane Plane

Table Type Plane to Plane				
Units	Millimeters			
CSYS	World			
Name	plane 2 -meas-			
Type	Plane			
A,B,C,D	1.000	-0.000	-0.000	-0.000
Origin	0.000	-0.000	-0.000	
NI	1.000	-0.000	-0.000	
Angle with X	0.000			
Angle with Y	90.000			
Angle with Z	90.000			
#Points	6			
Mean	0.000			
StdDev	0.100			
RMS Error	0.091			
Name	plane 5 -meas-			
Type	Plane			
A,B,C,D	1.000	-0.008	-0.005	-8059.800
Origin	8059.467	-64.205	-37.438	
NI	1.000	-0.008	-0.005	
Angle with X	0.528			
Angle with Y	90.456			
Angle with Z	90.266			
#Points	7			
Mean	-0.000			
StdDev	0.048			
RMS Error	0.044			
Angle between normals	0.528			

Table Preview - Point Vector (2)

Table Type Point to Vector			
Units	Millimeters		
CSYS	World		
Name	point 3 -meas-		
Type	Point		
Pt	11901.535	-82.365	1631.061
Name	vector 4 -meas-		
Type	Vector		
Origin	11702.382	-82.796	1646.892
Orientation	0.997	0.002	-0.081
Length	399.943		
Angle with X	4.656		
Angle with Y	89.878		
Angle with Z	94.654		
#Points			
Mean			
StdDev			
RMS Error			
Distance between vector and point	0.381		





Резултати од столб за кранска патека

Table Preview - Circle Plane (2)

Table Type Circle to Plane				
Units	Millimeters			
CSYS	World			
Name	circle 6 - meas-			
Type	Circle			
Radius	12.674			
Center	12486.777	-153.087	1456.837	
Orientation	0.996	-0.013	-0.083	
Angle with X	4.814			
Angle with Y	90.764			
Angle with Z	94.752			
#Points				
Mean				
StdDev				
RMS Error				
Name	plane 3 - meas-			
Type	Plane			
A,B,C,D	-0.001	-0.002	1.000	783.982
Origin	0.749	1.427	-783.980	
NI	-0.001	-0.002	1.000	
Angle with X	90.055			
Angle with Y	90.104			
Angle with Z	0.118			
#Points	5			
Mean	-0.000			
StdDev	0.310			
RMS Error	0.277			
Angle between normal and axis	94.806			
Distance between plane and center	2229.165			

Close

Table Preview - Vector

Table Type Vector			
Units	Millimeters		
CSYS	World		
Name	vector 1 - meas-		
Type	Vector		
Origin	11702.396	-82.794	1647.057
Orientation	0.997	0.002	-0.081
Length	399.943		
Angle with X	4.632		
Angle with Y	89.877		
Angle with Z	94.630		
#Points			
Mean			
StdDev			
RMS Error			

Close



PolyWorks
By InnovMetric Software Inc.

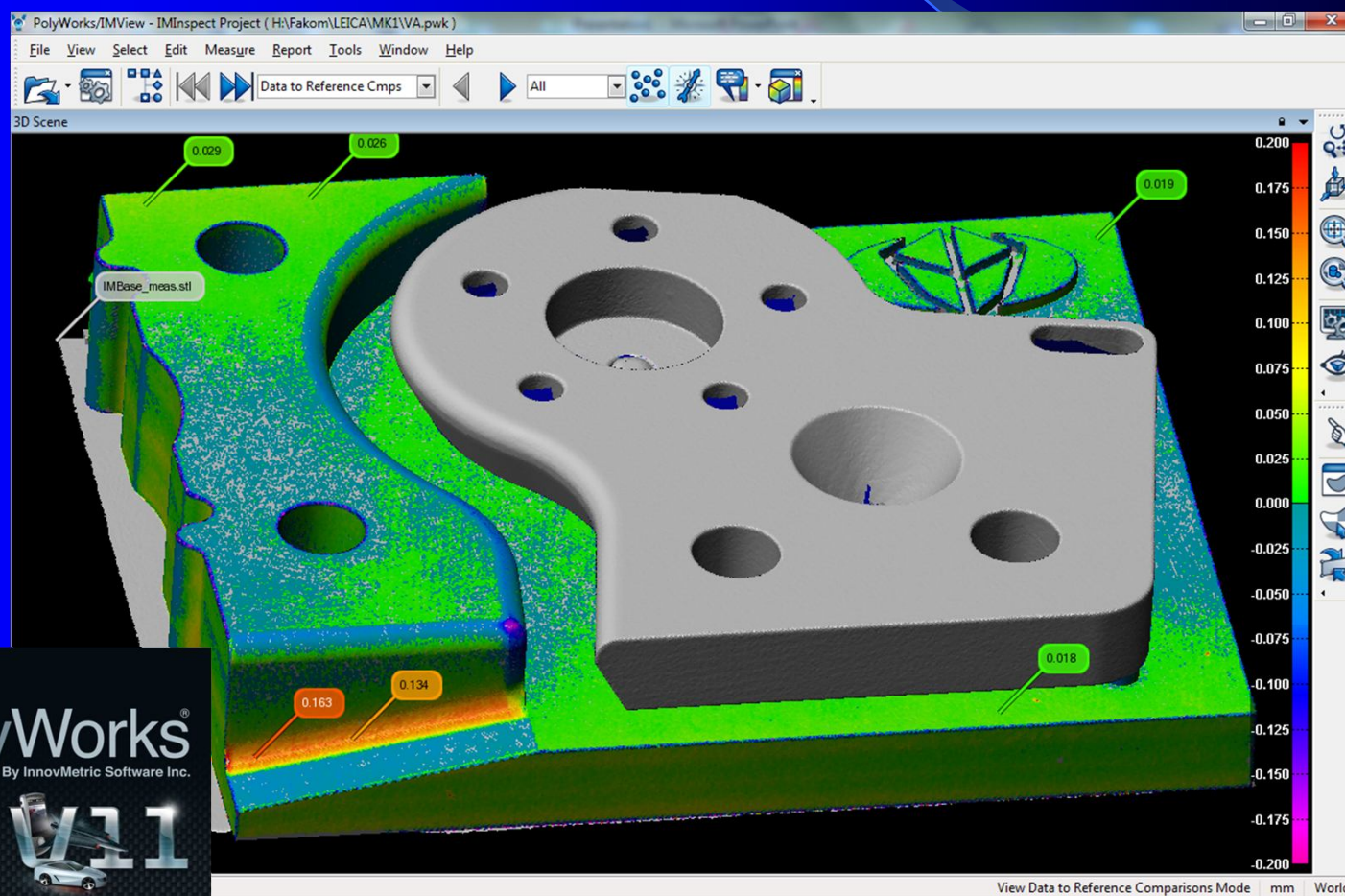


5 години традиција

Geo WILD MAK



Виртуелна монтажа



PolyWorks®
By InnovMetric Software Inc.



Скопје, 19 ноември 2010 година

5 години традиција

Geo WILD MAK



Резултати од виртуелна монтажа

Table Type Data to Reference (Data Point)	
Cmp Object(s)	IMBlock_meas.stl, IMBase_meas.stl
CSYS	World
Alignment	Different
Ref	IMBase.igs
Virtual Surface	
Effective Surface(s)	
Max Distance	4.000
Max Angle	45.000
Tol+	0.500
Tol-	-0.500
Error direction	Shortest Distance
#Points	295381
Mean	0.038
StdDev	0.412
Pts within +/- (1 * StdDev)	289745 (98.092%)
Pts within +/- (2 * StdDev)	289783 (98.105%)
Pts within +/- (3 * StdDev)	289843 (98.125%)
Pts within +/- (4 * StdDev)	290179 (98.239%)
Pts within +/- (5 * StdDev)	290637 (98.394%)
Pts within +/- (6 * StdDev)	291443 (98.667%)
Surface Out of Tol	1.315%

Close

Table Type Plane to Plane				
Units	Millimeters			
CSYS	World			
Name	plane 1 -meas-			
Type	Plane			
A,B,C,D	-0.000	1.000	0.000	-25.414
Origin	-0.006	25.414	0.007	
NI	-0.000	1.000	0.000	
Angle with X	90.013			
Angle with Y	0.020			
Angle with Z	89.985			
#Points	24464			
Mean	0.000			
StdDev	0.010			
RMS Error	0.010			
Name	plane 2 -meas-			
Type	Plane			
A,B,C,D	-0.000	1.000	-0.001	-27.380
Origin	-0.007	27.380	-0.021	
NI	-0.000	1.000	-0.001	
Angle with X	90.014			
Angle with Y	0.046			
Angle with Z	90.044			
#Points	69477			
Mean	0.000			
StdDev	0.005			
RMS Error	0.005			
Angle between normals	0.059			

Close



Скопје, 19 ноември 2010 година



Заклучок

- Избрани се два инструменти
 - Leica Absolute Tracker AT401
 - Leica Total Station TDRA 6000
- Избран е софтвер за обработка на измерените резултати
 - InnovMetric Polyworks Inspector/Modeler





БЛАГОДАРАМ НА ВНИМАНИЕТО