

Fakulta strojní ČVUT - Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta strojní

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie



Strojírenská metrologie
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Tomáš Novotný

Studijní program: Výroba a ekonomika ve strojírenství

Studijní obor: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: Ing. BcA. Podaný Jan, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. BcA. Janu Podanému, Ph.D. za cenné rady, připomínky a vedení při práci. Také bych rád poděkoval firmě MÜLLER-TECHNIK, kde jsem měřil moji praktickou část bakalářské práce. Zvláště rád bych poděkoval Ivu Taboříkovi za pomoc při měření a za vysvětlení při měření praktické části.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku souřadnicových měřicích strojů. V první části ve své bakalářské práci se budu zabírat historií souřadnicových měřicích strojů.

V další části popíšu historii společnosti Mitutoyo, která je výrobcem stroje, na kterém bude měřena praktická část.

Ve třetí, a také nejdelší části, se budu zabývat tím, z čeho se skládá souřadnicový měřicí stroj, jaké jsou typy a jak a co se s ním měří.

Ve čtvrté části se budu zabývat praktickým měřením.

Klíčová slova

SMS, souřadnicová měřicí technika, sonda, software.

Abstract

This bachelor thesis is focused on problems of coordinate measuring machines. In the first part of my bachelor thesis I will write about history of coordinate measuring machines.

In the second part I will write about history of company Mitutoyo, which is a manufacturer of a machine. On this machine will be measured practical part of my bachelor thesis.

In the third part and the longest part I will write about structure of coordinate measuring machine. I will tell about types and how and that we can measure.

In the fourth part I will write about practical elements.

Words

CCM, coordinate measuring machines, probe, software.

Obsah

<i>Úvod</i>	7
1 Historie	8
1.1 Historie SMS	8
1.2 Historie Mitutoyo	8
2 Popis SMS	10
2.1 Vliv faktorů na SMS	10
2.2 Složení SMS	10
2.3 Hlavní mechanické prvky souřadnicových strojů	11
2.3.1 Rám:	11
2.3.2 Pracovní deska:	11
2.3.3 Sloupy, mostní konstrukce, portály:	11
2.3.4 Pinola:	11
2.3.5 Pohyblivé části:	12
3 Rozdělení SMS	13
3.1 Rozdělení SMS podle konstrukce:	13
3.1.1 Jednosouřadnicový měřicí stroj	13
3.1.2 Dvousouřadnicový měřicí stroj	13
3.1.3 Třísouřadnicové měřicí stroje	13
3.2 Uspořádání SMS	14
3.3 Rozdělení SMS podle provedení dle normy ČSN EN ISO 10 360 – 1	14
3.3.1 Stojanový typ	14
3.3.2 Výložníkový typ	14
3.3.3 Portálový typ	14
3.3.4 Mostový typ	15
4 Části souřadnicové měřicího stroje	15
4.1 Upnutí měřicího prvku	15
4.1.1 Upínací prvky	16
4.2 Senzory SMS	16
4.2.1 SMS senzory jsou spínací a měřicí.	16
4.2.2 Optické a dotykové senzory	17
4.3 Snímací systémy	17
4.3.1 Složení	17
4.4 Měřicí dotyky	19
4.5 Materiál kuličky	19
4.6 Materiál stopky	20

5	<i>Ovlivnění měření</i>	20
5.1	Kalibrace doteků	20
5.2	Typy doteků	21
5.2.1	Prímé	21
5.2.2	Hvězdicové	21
5.2.3	Diskové	22
5.2.4	Válcové	22
5.3	Řídicí systém	22
5.4	Princip souřadnicového měření	23
5.5	Základní geometrické útvary	24
5.6	Využití SMS při měření geometrických tolerancí	24
5.6.1	Tolerance tvaru	24
5.6.2	Tolerance směru	25
5.6.3	Tolerance umístění	25
5.6.4	Tolerance házení	25
6	<i>Praktická část</i>	26
6.1	O firmě	26
6.2	Měřený díl	27
6.3	Přípravek	28
6.4	Měřicí stroj	28
6.5	Snímací systém	29
6.6	Materiál a velikost kuličky	30
6.7	Software	30
6.8	Samotné měření	30
6.8.1	Příprava stroje	30
6.8.2	Příprava programu	30
6.8.3	Upnutí a kalibrace přípravku	31
6.8.4	Pohledy a body měření	32
6.8.5	Skenování bodů	32
6.8.6	Vytvoření grafů	32
6.9	Vyhodnocení a závěr	37
Zdroje:		38
<i>Seznam obrázků</i>		40
<i>Seznam grafů</i>		41
<i>Seznam příloh</i>		42

Úvod

Souřadnicové měření spadá do kategorie, která se nazývá metrologie. *Metrologie je vědní a technická disciplína, která zahrnuje všechny poznatky a činnosti z oblasti měření.*[1]

Souřadnicové měřicí stroje představují jednu z nejvýznamnějších inovací v oblasti měření. Souřadnicové měření je velmi přesné měření, které dokáže dosáhnout velmi přesných tolerancí. Je vyžadována univerzálnost, pružnost a automatizace, proto se rozvíjejí 3D souřadnicové stroje. [2]

Na souřadnicových měřicích strojích se měří tak, že si vhodně zvolíme základní (počáteční) bod v prostoru a ostatní body, které naměříme na součásti, a určujeme je pomocí souřadnic v osách X, Y, Z.

Souřadnicové měřicí stroje dokážou změřit nejen jednoduché rozměry, ale i rozměry náročnějších parametrů, které bychom nezměřili bez těchto moderních a velmi přesných strojů. I když jsou tyto stroje velmi přesné, nikdy nezměří úplně přesně daný rozměr. Podle mě se toho ani nikdy nedočkáme, aby nám nějaký stroj nebo přístroj změřil přesně jmenovitý rozměr.

1 Historie

1.1 Historie SMS

Souřadnicové měřicí stroje jsou vyrobeny z pohledu metrologie od měřicích mikroskopů a z pohledu konstrukce od NC frézek. První souřadnicové stroje se objevily v Evropě v roce 1964. Používaly se ale pouze v metrologické laboratoři, ale docela rychle se začaly prosazovat i v různých dílnách, kde se uplatňovaly jejich přednosti proti konvenční měřicí technice. Proto se výrobci souřadnicových měřicích strojů museli vypořádat s problémy v dílnách, jako je například kolísání teploty, chvění a otřesy. Změna nastala tehdy, když vyrobili jednoduché souřadnicové stroje, které dokážou ovládat i výrobci na výrobních strojích. Nastala změna také u výroby složitějších měřicích strojů s ohledem na dílenské prostředí. Také ve způsobu snímání došlo ke změnám. Do této doby se používaly především hlavy dotykové, ale postupem času se stále častěji začaly používat hlavy optické, které jsou rychlejší, i když méně přesné. S dalším rozvojem se začaly souřadnicové stroje uplatňovat ve více a více disciplínách a došlo k rychlému zavedení SMS do strojírenství. Ve velkých firmách jsou desítky až stovky souřadnicových měřicích strojů. Ale i v malých firmách se objeví minimálně jeden souřadnicový stroj. [3]



Obrázek 1: souřadnicový měřicí stroj [3]

1.2 Historie Mitutoyo

Je jméno japonské firmy, která se zaměřuje na měření součástek. První písemná zmínka se datuje k roku 1934, kdy Yehan Numata založil výzkumnou laboratoř Kamata v Tokiu pro

výrobu mikrometrů, která však byla zničena v roce 1945 kvůli válečným škodám. V roce 1936 byla založena továrna v Tokiu a byla pojmenována Mitutoyo Manufacture. K roku 1940 se datuje založení továrny Mizonokuchi v Kawasaki, tato továrna sloužila pro masovou výrobu mikrometrů. Továrna Mizonokuchi byla první továrnou, které bylo povoleno užívat označení JIS. Zkratka JIS je z anglického Japanese Industrial Standards, japonská průmyslová norma.

V roce 1949 začala výroba posuvných měřítok a postupem času (do 10 let) byla zahájena výroba svinovaných metrů, brusných měrek, výškových kalibrů, úchylkoměrů, výškoměrů a páčkových úchylkoměrů.

V roce 1961 nastává výroba elektronických úchylkoměrů a výroba dutinoměrů. O rok později firma začala vyrábět tester na drsnost povrchu a číselníkové posuvné měřidlo.

Rok 1968 přinesl vývoj a výrobu 2D souřadnicových měřících strojů.



Obrázek 2: Historie Mitutoyo [4]

S rokem 1971 byl vyvinut horizontální souřadnicový stroj. A o pět let později byl vyvinut CNC souřadnicový měřící stroj. V roce 1975 byl otevřen Mitutoyo institut metrologie.

Postupem času byla zahájena výroba Digimatic výškoměrů (řada HD), Digimatic úchylkoměrů (řada ID) a Digimatic posuvných měřítok (řada CD). A v roce 1987 přišel do výroby bezkontaktní souřadnicový stroj.

Rok 2002 přinesl založení firmy Mitutoyo Česko s.r.o.

V roce 2003 jako první na světě firma Mitutoyo zahájila výrobu řady CNC přístrojů na měření tvaru. [4]

Dodnes má společnost Mitutoyo jasný a nekompromisní cíl poskytovat vysoce kvalitní výrobky, tento cíl ji provázel od skromných začátků z roku 1934 až dodnes, kdy se stala předním dodavatelem metrologického zařízení ve světě. [5]

2 Popis SMS

2.1 Vliv faktorů na SMS

Měření na SMS ovlivňuje měřicí přístroj, musíme uvážit, který přístroj je pro nás nejlepší – musíme zjistit jaká osa přístroje je pro nás ideální, dále hmotnost přístroje, která se nám hodí, aby nebyl zbytečně těžký. Dále musíme uvážit, co budeme měřit a díky tomu uvážit měřicí rozsah a délku měřicího systému. Také musíme zapřemýšlet jaký systém měřicí hlavice je pro nás nejlepší a pořídit si správný software.

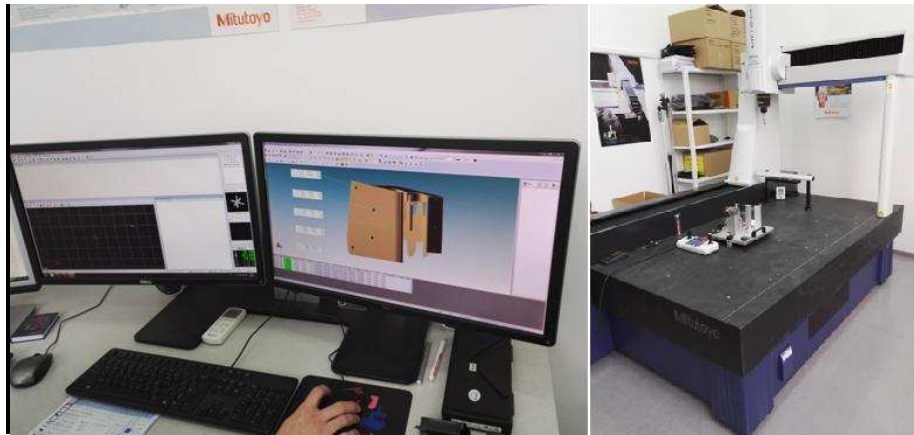
Dále bychom si měli rozmyslet, kam přístroj uložíme, aby se zde neměnila teplota. Teplota v místnosti by se měla neustále pohybovat kolem 20°C, také by nebylo vhodné mít v místnosti ještě nějaké stroje nebo motory, které vyvolávají vibrace. Místnost by měla být čistá a pokud možno co nejvíce bezprašná.

U měřené součásti bychom měli znát odchylky tvaru, vlnitost a drsnost. Dále bychom měli vzít v potaz rozměry součásti a hmotnost.

Ten, kdo stroj obsluhuje, by měl být znalý, ohleduplný ke stroji, měl by mít naplánované, jak danou součást bude měřit. [7,8]

2.2 Složení SMS

Každý souřadnicový měřicí je složený z dílčích subsystémů (pohonný systém, odměřovací systém, snímací systém i s výměníkem snímačů, řídicí systém, počítač, software), které jsou propojeny.[7,8]



Obrázek 3: Dílčí subsystémy

2.3 Hlavní mechanické prvky souřadnicových strojů

2.3.1 Rám:

- Je většinou nějaký svařenec.
- Musí splnit vysoké nároky na tuhost při dynamickém zatížení.
- Když je souřadnicový stroj velký natolik, že nemá rám, tak se nahrazuje základovou deskou, která se zabuduje do podlahy.

2.3.2 Pracovní deska:

- Vyrobeny ze žuly nebo z granitu.
- Horní plocha je broušená a jsou v ní závity, pomocí nich, šroubů a upínek se připevní ke stolu měřený dílec.
- Při případném poškození by měla být deska lehce opravitelná, dále by měla být odolná proti korozi, měla by mít minimální teplotní roztažnost a vysokou životnost a trvanlivost. [7,8]

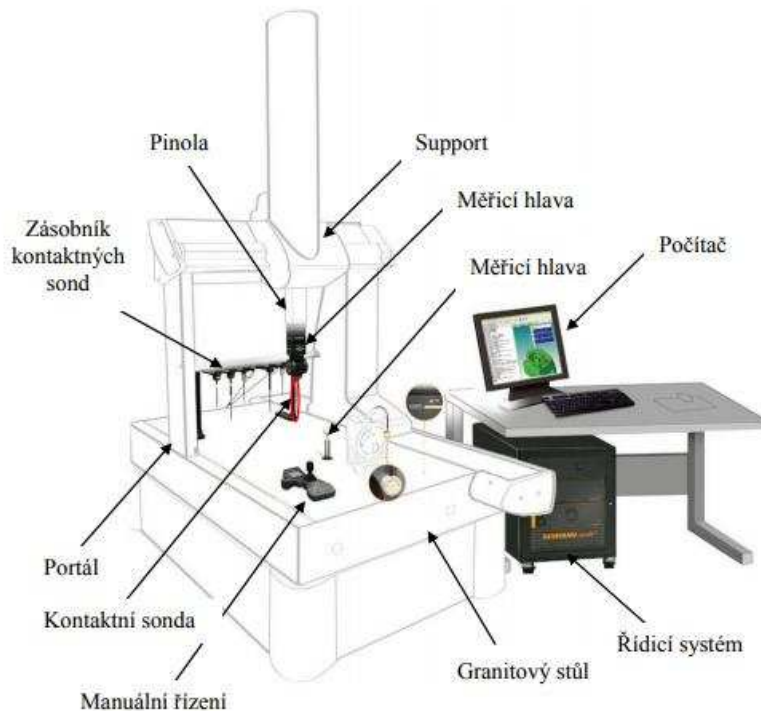
2.3.3 Sloupy, mostní konstrukce, portály:

- Většinou svařence.
- Musí být dostatečná tuhost, rozměrová a tvarová stálost.
- Mosty tvoří profily podle ČSN 42 6936. [7,8]

2.3.4 Pinola:

- Litinová nebo duralová tyč profilu H.

- Vyvažování je mechanické, dvěma souměrnými závažími.
- Vyrobeno z oceli nebo z přírodního kamene.
- Vertikální nebo horizontální – kruhový nebo čtvercový průřez. [7,8]



Obrázek 4: Popis základních částí souřadnicového měřicího stroje [8]

2.3.5 Pohyblivé části:

- Ukládají se na vedení, aby měly co nejmenší tření s minimálním opotřebením a maximální tuhostí celého zařízení.
- Dělí se:
 - **kluzné vedení**
 - Složitější provedení → dražší SMS
 - Problémy svodem a těsněním oleje
 - Problémy s odvodem tepla
 - Je nutné neustále promazávat → velký odpor
 - **Aerostatické vedení**
 - Nejsou potíže s odvodem oleje
 - Nízké tření při vysokých rychlostech
 - Pohyb není trhavý

- Špatné čištění vzduchu
- Snížená odolnost proti korozi
- Značná tuhost

- **valivé vedení**
 - Nejvhodnější provedení
 - Odolnost proti opotřebení
 - Malé tření
 - Rovnoměrnost pohybů
 - Vysoká tuhost
 - Vhodné pro malé i větší zatížení

[7,8]

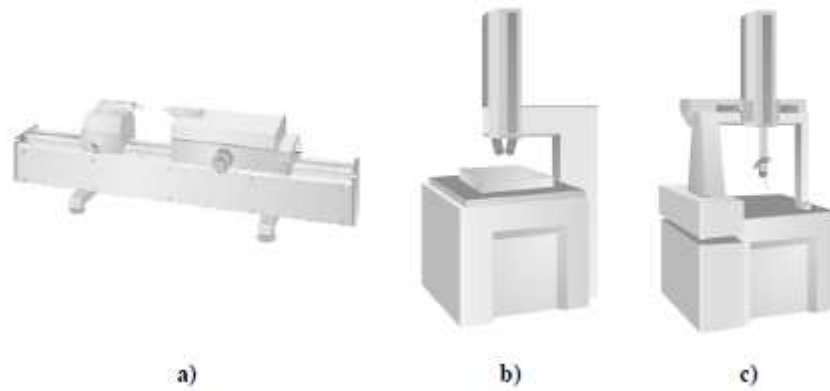
3 Rozdělení SMS

3.1 Rozdělení SMS podle konstrukce:

3.1.1 Jednosouřadnicový měřicí stroj – dá se měřit jen v jedné ose (x). Dá se dosáhnout velmi malá chyba v celkovém rozsahu, a to i když měříme velký rozměr. (Délkoměry).

3.1.2 Dvousouřadnicový měřicí stroj – dá se měřit ve dvou osách, které jsou na sebe kolmé (x, y). Toto měření je v 2D a nejčastěji jsou používány mikroskopy, profilprojektory a skenery. Mikroskopy mohou být propojené s počítačem a mohou mít optoelektronický odměřovací systém, okulár s nitkovým křížem nebo CCD kameru.

3.1.3 Třísouřadnicové měřicí stroje - dá se měřit ve třech osách, které jsou na sebe kolmé (x, y, z). Toto měření je v prostoru tedy ve 3D. [6,7]



Obrázek 5: Typy CMM podle konstrukce: a) jednosouřadnicový CMM, b) dvousouřadnicový CMM, c) třísouřadnicový CMM [8]

3.2 Uspořádání SMS

Souřadnicové měřicí stroje se dělí na 3D měřicí stroje s kartézským uspořádáním, které jsou využívány nejvíce, nebo mobilní ruční zařízení s nekartézským uspořádáním, což jsou souřadnicové stroje, které jsou přenosné a mají kloubová ramena, laserové trakery, bezdrátové sondy, ruční bezkontaktní skenery a skenery s bílým světlem.

Dále v mé bakalářské práci se budu zabývat pouze SMS s kartézským uspořádáním.

3.3 Rozdělení SMS podle provedení dle normy ČSN EN ISO 10 360 – 1

3.3.1 Stojanový typ

- Malý rozsah měření.
- Spíše pro laboratorní měření.
- Přené měření díky pevné konstrukci.
- Součást se upíná na stůl, který se pohybuje ve směru osy x a y. Pinola se pohybuje ve směru z.

3.3.2 Výložníkový typ

- Dobrý přístup k měřené součásti.
- Možno měřit delší součásti.

3.3.3 Portálový typ

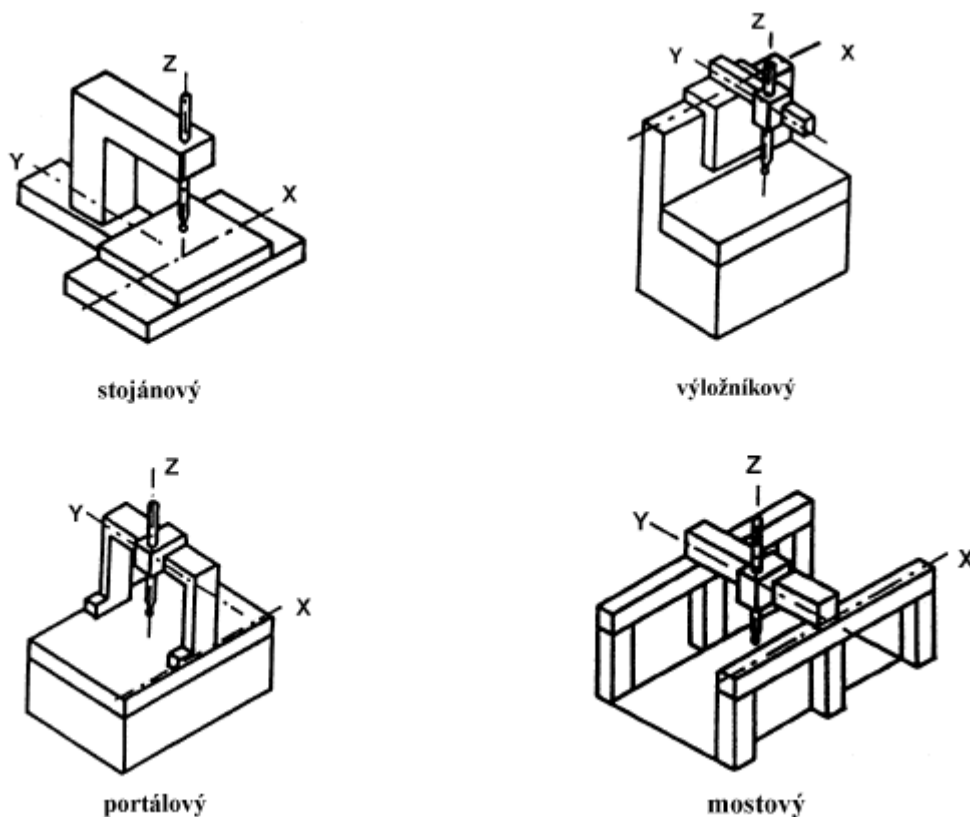
- Špatný přístup k součásti.

- Střední či velké součásti.
- Vysoká přesnost díky dobré tuhosti.
- Vyrábí se buď s pevným portálem a s pohyblivým portálem.

3.3.4 Mostový typ

- Použití pro velmi velké výrobky (24m)
- Přístupnost k součásti
- Nižší přesnost
- Použití automobilový a letecký průmysl

[6,7]



Obrázek 6: Základní typy souřadnicových měřicích strojů [7]

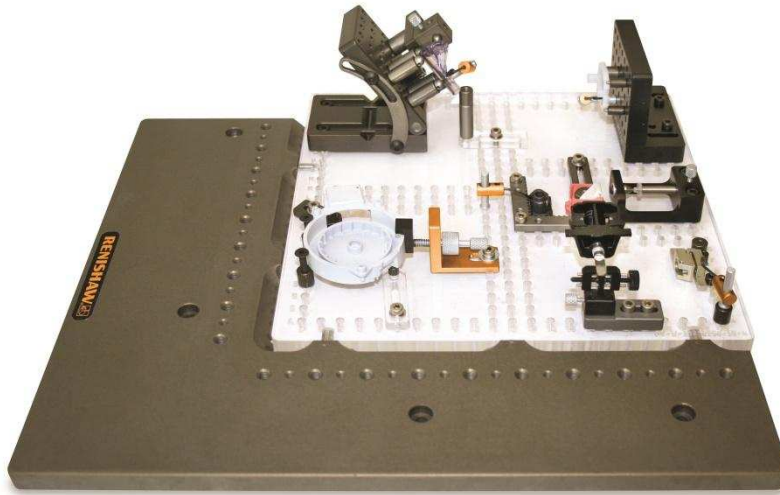
4 Části souřadnicové měřicího stroje

4.1 Upnutí měřicího prvku

Existuje mnoho způsobů, jak upnout materiál k souřadnicovému měřicímu stroji, je důležité, aby byly přístupné všechny měřicí charakteristiky. Upnutí by mělo být co nejvíce tuhé, aby se

součást nemohla hnout, a aby se neovlivňovaly výsledky měření. Upnutí nesmí deformovat měření, jelikož by to mělo negativní vliv na měření. Upnutí součásti na souřadnicový měřicí stroj je problematika, kterou se zabývá každá firma, která má ve vlastnictví souřadnicový měřicí stroj. [9]

4.1.1 Upínací prvky – jednoúčelové upínače, svěráky, různé upínky, stavebnicové upínače a mnoho dalších.[9]



Obrázek 7: upínací systém [15]

4.2 Senzory SMS

Slouží k zachycení primárního signálu z měřené součástky. Když si vybíráme senzory, musíme dbát na podmínky měřené součástky, jako je například citlivost objektu na dotyk, velikost měřených geometrických prvků, počet měřených bodů. Při výběru senzoru, také záleží na měřicím úkolu. Jsou mechanické, optické, elektronické a softwarové součástky a jsou různě komplexní. [9]

4.2.1 SMS senzory jsou spínací a měřicí.

Spínací senzory – při snímání bodu spustí signál, který způsobí, že si přečtou v systému měřicí dráhu a určí souřadnice. Je nutný pohyb ve směru os, aby se zjistily souřadnice → dynamický princip měření.[9]

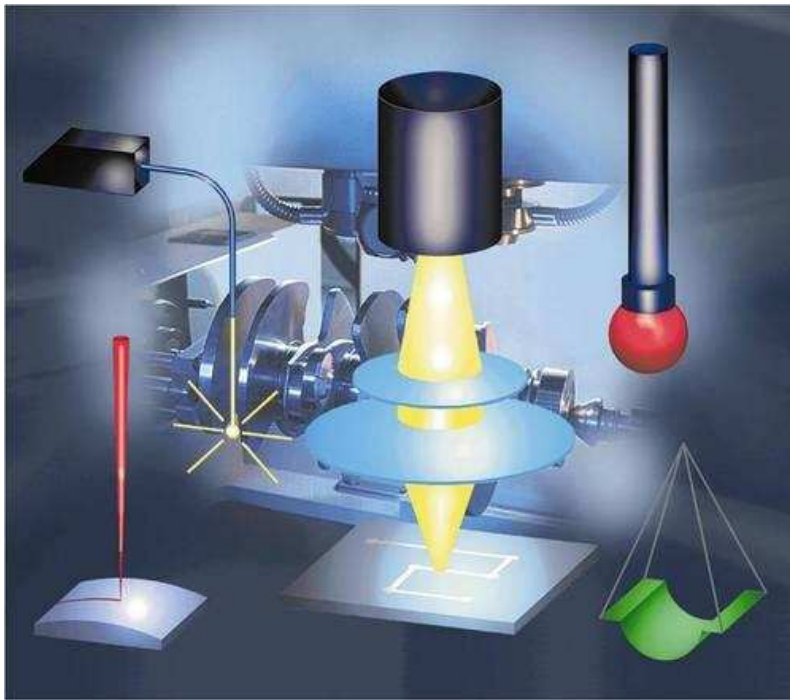
Měřicí senzory – interně zabudovaný vlastní několikamilimetrový rozsah měření. Určení bodu objektu proběhne překrytím naměřených hodnot senzoru a přečtených souřadnic měřicího stroje. Je to možné i tehdy, když je souřadnicový stroj v klidu, ale je nutné, aby byl v rozsahu měření → statický princip měření [9]

4.2.2 Optické a dotykové senzory

- Rozdělení přenosu primárního signálu.

Optické senzory – přenášejí se informace pomocí světla (například laser)

Dotykové senzory – tvoří se informace dotykem měřené součásti se snímacím prvkem (většinou snímací koule). [9]



Obrázek 8: senzory SMS [16]

4.3 Snímací systémy

Slouží ke snímání bodů. Pomocí měřicího programu vyhodnotíme a získáme numerickou informaci o měřené veličině. Snímací systém se spojený s pinolou.

4.3.1 Složení

- Snímací hlava
- Prodloužení snímací hlavy
- Systém výměny snímací hlavy
- Snímací dotyk
- Systém výměny snímacího dotyku
- Prodloužení snímacího dotyku
-

Hlavice snímacího systému

- **Pevné hlavice** – nedají se natáčet → vyšší přesnost
- **Indexovatelné hlavice** – dají se přesně polohovat v pracovním prostoru. Sondu lze otáčet v osách a zajistit požadovanou polohu.
 - *Motorické hlavice*
 - *Manuální hlavice*

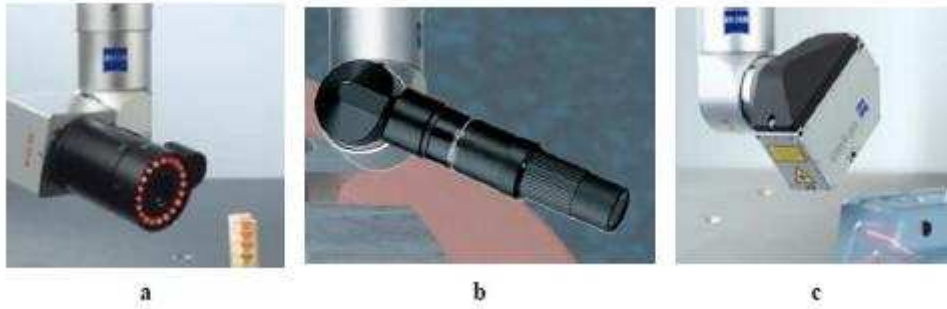


Obrázek 9: Snímací hlavice a) Pevná, b) Indexovatelná, c) Manuální [8]

Rozdělení snímacích hlavic

- **Dotykové snímací systémy**
 - využívají dotykové senzory
- **Bezdotykové systémy**
 - využívají optické senzory
 - Laserové systémy
 - Kamerové systémy
 - Počítačová tomografie

[6]

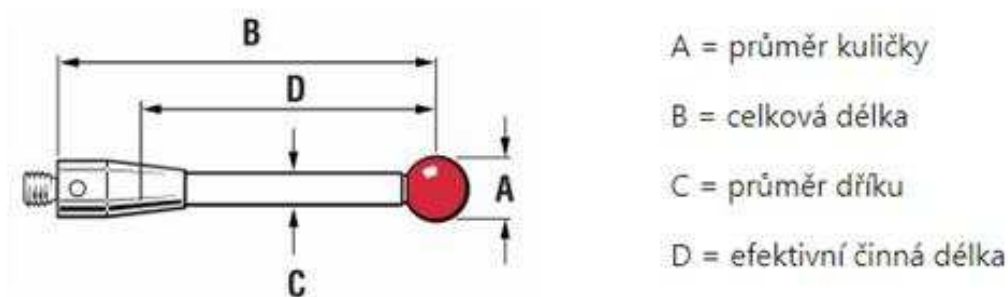


Obrázek 10: Typy systémů měřicí hlavy a) 2D optický kamerový, b) optický bodový, c) laserový čárový [8]

4.4 Měřicí dotyky

- Typ a rozměr dotyku závisí na snímaném materiálu. Nejdůležitější je tuhost a dokonalý tvar měřicí kuličky a materiál kuličky.
 - o Měl by být co nejkratší dotyk, aby nedocházelo k průhybu.
 - o Měli bychom volit co nejmenší počet prodlužovacích nástavců, aby se nám zbytečně nezvětšovala nepřesnost měření.
 - o Měla by se volit co největší kulička, a tím pádem větší průměr stopky, to vede k větší tuhosti dotyku.

[11]

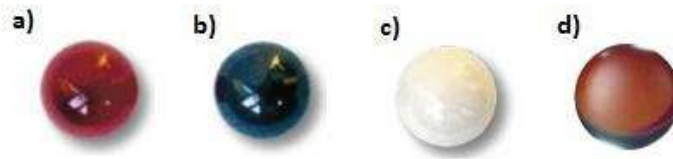


Obrázek 11: Dotyky [11]

4.5 Materiál kuličky

Nejčastěji se volí rubín, ale jsou dva důvody, kdy se doporučuje jiný materiál. Při používání skenovací aplikaci na hliník → na kuličce se usazuje hliník (používá se nitrid křemíku). A druhý případ je při skenování materiálů z litiny → dochází k opotřebení povrchu (používá se oxid zirkoničitý). Nitrid křemíku má hodně společných vlastností s rubínem, ale působení s ocelí vzniká značné opotřebení otěrem. Oxid zirkoničitý je ideální materiál pro agresivní aplikace u litinových součástek. Diamant je extrémně tvrdý a hladký, tím pádem udržuje

minimální opotřebení. S diamantem je nepřesnější a neekonomičtější měření. Jediná nevýhoda diamantu je, že je drahý. [6]

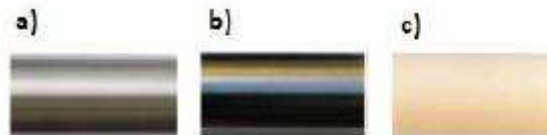


Obrázek 12: Materiály kuliček a) rubín, b) nitrid křemíku, c) oxid zirkoničitý, d) diamant [6]

4.6 Materiál stopky

Nejběžnějším materiálem s průměrem kuličky od 2 mm a délkou do 30 mm je nerezová ocel. Zajišťuje optimální poměr hmotnosti a tuhosti. Pokud je průměr kuličky menší než 1 mm nebo je hrot až 50 mm dlouhý, má nejlepší tuhost karbid wolframu. Dále se může používat keramika, která má přibližně stejnou tuhost jako ocel a je lehčí než karbid wolframu.

[12]



Obrázek 13: Materiály stopky a) ocel, b) karbid wolframu, c) keramika [6]

5 Ovlivnění měření

5.1 Kalibrace doteků

Před zahájením měření je bezpodmínečně nutné přesné kalibrování sondy pro všechny měřicí postupy. Dotýkáme se postupně jednoho referenčního bodu. Referencí je kulička o známém průměru → kalibrační koule. Přesné rozměry koule se zadávají do softwaru. [12]



Obrázek 14: Kalibrace doteků [12]

5.2 Typy doteků

Typy doteků dělíme na přímé, hvězdicové, doteky s hrotem, keramické, diskové, válcové a mohou být ještě další atypické doteky.

5.2.1 Přímé – Nejčastěji používaný, nejjednodušší tvar, vhodný pro většinu snímacích aplikací.



Obrázek 15: Přímý dotek [14]

5.2.2 Hvězdicové – Je to provedení s více doteky na jednom středovém doteku. Používá se to i pro různé složitější operace, včetně povrchu a otvorů.



Obrázek 16: Hvězdicový dotek [14]

5.2.3 Diskové – použití u zápichů a drážek.



Obrázek 17: Diskový dotek [14]

5.2.4 Válcové - Používají se pro měření otvorů v plechu, lisovaných dílců a tenkých obrobků, u kterých nelze zaručit řádný kontakt s kuličkou doteku. Kromě toho je lze využít také pro měření závitů a lokalizovat středy závitových otvorů. [6,14]



Obrázek 18: Válcový dotek [14]

5.3 Řídicí systém

Je mozkiem celého zařízení. Hlavní úlohou je koordinace pohybu pohyblivých částí stroje. Musí zabezpečit plynulý a jemný pohyb, proto je to velmi složitá úloha. Při kontaktu měřicího

dotyku se součástí musí stroj odměřit okamžité souřadnice bodu dotyku při konstantní síle měření.

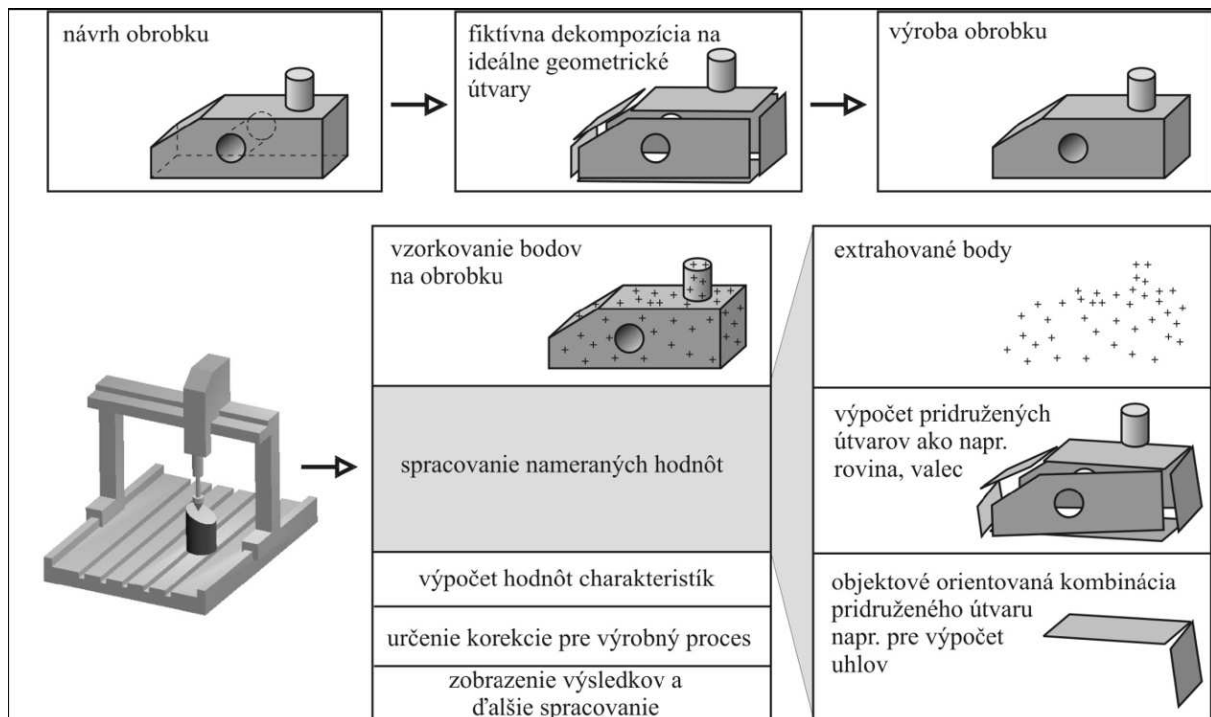
Řídicí pohyby SMS můžeme ovládat manuálně, dále manuálně s podporou řídicího programu, pak motorizovaně s podporou řídicího programu a automatické ovládání pohybu, což je kontrolované přímo počítačem.

Rozdělujeme způsob vedení podle způsobu vedení dotyku se způsobu řízení na:

- Řízení od bodu k bodu
- Dráhové řízení
- Tvarové řízení
- Vektorové řízení [6]

5.4 Princip souřadnicového měření


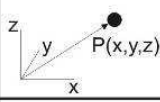
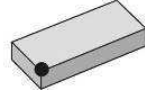

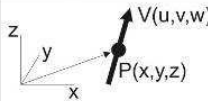


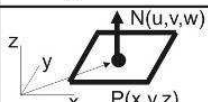


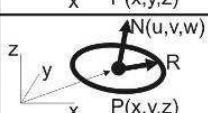


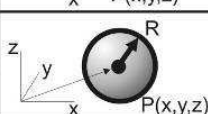


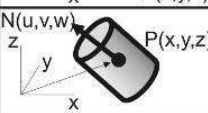


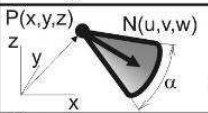


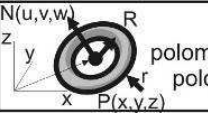

Před samostatným měřením bychom měli prostudovat důkladně výkresovou dokumentaci. Dále bychom měli určit souřadný systém, jestli bude kartézský nebo polární. Také se musí rozložit součást na základní geometrické elementy. A na konci měření se musí všechny výsledky měření objevit v protokolu. [6]



Obrázek 19: Princip souřadnicového měření [6]

5.5 Základní geometrické útvary

Každý geometrický prvek má nějaký počet minimálních bodů, který musíme načíst. Vždy je lepší, aby bylo načteno více bodů, než je minimální počet.

Útvary	Príklady a popisujúce parametre	Minimálny počet bodov pre definovanie	Príklady v praxi
Bod 	 pozičný vektor $P(x,y,z)$	1	 roh hranola (priesečník troch pravouhlých rovin)
Priamka 	 bod smer $V(u,v,w)$ $P(x,y,z)$	2	 hrana hranola (priesečník dvoch pravouhlých rovin)
Rovina 	 bod kolmica $N(u,v,w)$ $P(x,y,z)$	3	 rovina hranola
Kružnica 	 bod kolmica polomer $N(u,v,w)$ R $P(x,y,z)$	3	 vzťažná kružnica dier
Guľa 	 bod polomer R $P(x,y,z)$	4	 upínanie príviesného vozíka
Válec 	 bod smer polomer $N(u,v,w)$ R $P(x,y,z)$	5	 hriadeľ
Kužeľ 	 bod smer uhol kužeľa $N(u,v,w)$ α $P(x,y,z)$	6	 upínací kužeľ vŕtačky
Anuloid 	 bod, smer polomer prstenca polomer vodiča $N(u,v,w)$ R r $P(x,y,z)$	7	 zaoblenie na válci

Obrázek 20: Základní geometrické útvary [6]

5.6 Využití SMS při měření geometrických tolerancí

5.6.1 Tolerance tvaru

- Přímost - toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými přímkami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance přímosti.
- Rovinnost - toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými plochami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovinnosti.

- Kruhovitost - toleranční pole je omezeno v dané rovině průřezu dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými od sebe o šířku mezikruží rovnou toleranci kruhovitosti.
- Válcovitost - toleranční prostor je omezen dvěma sousými válci vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance válcovitosti.

5.6.2 Tolerance směru

- Rovnoběžnost - toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými plochami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovnoběžnosti.
- Kolmost - toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými rovinami, které jsou kolmé na rovinu, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kolmosti.
- Sklon - toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými rovinami, které jsou nakloněné na rovinu, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance sklonu.

5.6.3 Tolerance umístění

- Poloha – toleranční prostor je vyhovující, když osa prvku leží v prakticky přesné poloze uvnitř válce.
- Soustřednost a sousost - Osa tolerovaného prvku musí ležet uvnitř válcového tolerančního pole o průměru rovném toleranci sousosti t jeho osa je shodná se základní osou.
- Souměrnost - toleranční prostor je omezen dvěma souměrnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance soustřednosti.

5.6.4 Tolerance házení

- Kruhové házení - toleranční prostor je omezen dvěma soustřednými rovinami a každý bod kružnice musí při rotaci ležet mezi nimi.
- Celkové házení - toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými rovinami a každý bod kružnice musí při rotaci ležet mezi nimi.

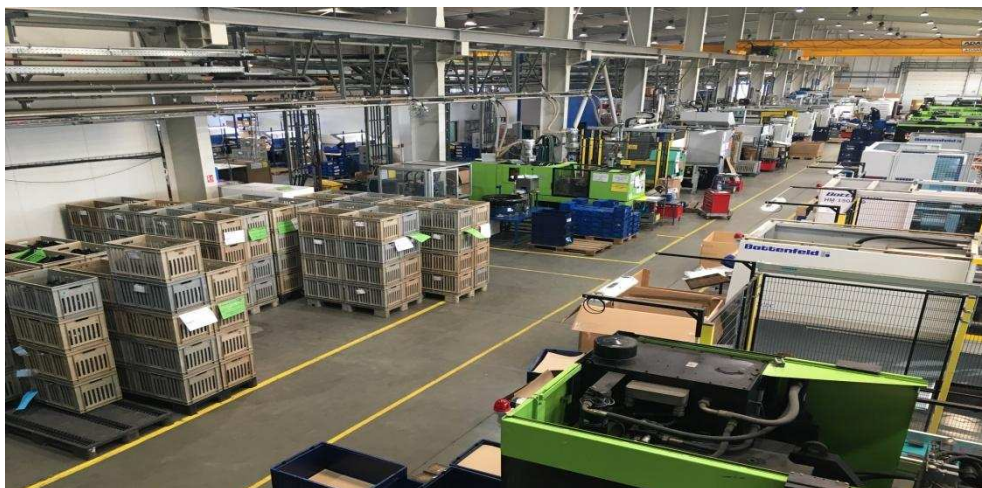
[10,17]

6 Praktická část

6.1 O firmě

Moje praktická část se odehrávala mimo fakultu, ve firmě MÜLLER-TECHNIK. MÜLLER-TECHNIK je firma, která se zaměřuje na výrobu plastových dílů a plastových krytek. Většina z nich patří do nově vyrábějících se aut. Firma se nachází asi 1 km od Lán. Tato firma má hlavní sídlo v Německu a další velká hala je také v Polsku. Firma má celkově asi 550 zaměstnanců, polovina z nich je zaměstnaná v Německu a z té poloviny je třetina v České republice, takže v ČR je okolo 100 zaměstnanců. Zajímavé je, že MÜLLER-TECHNIK v České republice vydělává více než MÜLLER-TECHNIK v Polsku.

Firma MÜLLER-TECHNIK v České republice vyrábí pro Audi, BMW, VW, Volvo, Fiat, Alfa Romeo, Renault a další.



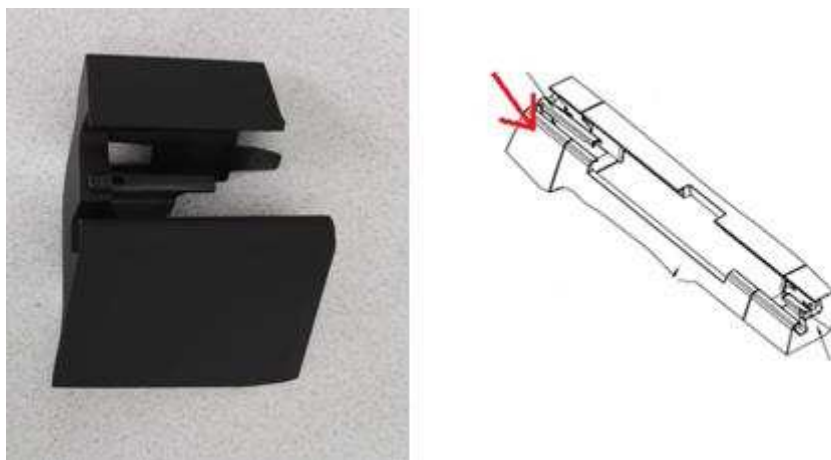
Obrázek 21: MÜLLER-TECHNIK ČR



Obrázek 22: Výroba ČR

6.2 Měřený díl

Měřil jsem díl, který se používá na krytku motůrku u posuvu předních sedadel. Jedná se o úplně nový výrobek, který se ještě nevyrábí velkosériově. Díl je do vozu Audi A8, které není ještě v prodeji. Měření probíhalo na přípravku, jenž byl pevně připevněn na stole. Měřili jsme na čtyřech pohledech, ale vše probíhalo na jedno upnutí. Výrobek jsem změřil 5x a druhé měření probíhalo tak, že jsem každý díl změřil jednou a dal tam znovu nový ten samý díl. V prvním případě se bude projevovat chyba přístroje a ve druhém se projeví přesnost přípravku a opakovatelnost výrobku.



Obrázek 23: Měřený díl

6.3 Přípravek

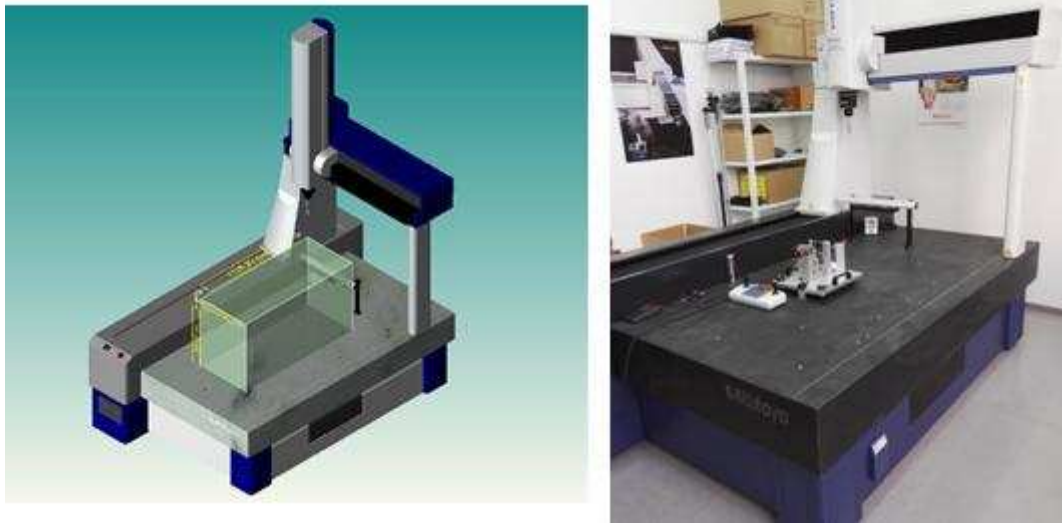
Přípravek byl vyrobený přesně na míru v Číně, ale již při prvním upínání jsme zjistili, že štítky na přípravku byly proházené s jinými. Jelikož díly byly velmi podobné, a tím pádem i přípravky, museli jsme odmontovat štítky a namontovat je na správný přípravek. Při zvolení správného přípravku byl měřený kus pevně připevněný, nehýbal se, ani s ním nešlo pohnout.



Obrázek 24: Přípravek

6.4 Měřicí stroj

Měření probíhalo na měřicím souřadnicovém stroji Mitutoyo. Stroj patří do řady Crysta-Apex S. Patří do kategorie mostové konstrukce. Stroj má vysokou tuhost. Na tomto stroji lze měřit velice přesně a rychle. Přístroj umožňuje měření při teplotách 18 - 26 °C, jelikož přístroj má integrovanou teplotní kompenzaci. Výsledky budou automaticky upraveny na referenční teplotu 20 °C. Dále obsahuje skleněná pravítka s vysokým rozlišením 0,1 μm. Stroj má žulový stůl se závitovými otvory M8. Dále obsahuje multi-funkční panel včetně dvou joystickových páček a potenciometru rychlosti. Stroj má vzduchová ložiska na vedení všech os.



Obrázek 25: SMS

6.5 Snímací systém

U této řady lze použít snímací systémy kontaktní (spínací dotykové, skenovací) i bezkontaktní (optické, laserové). U mého měření byl použit systém kontaktní. Používali jsme sondu Renishaw SP25M. Tento měřicí systém má dva snímače v jednom – skenovací a spínací dotykové měření. Tento systém povoluje výměnu modulů díky zásobníku, který je součástí stroje, proto lze optimalizovat měřicí výkon pro jakkoliv dlouhé dotyky až do délky 400 mm. Dále sonda má ochranu proti kolizím, dále umožňuje rychlý a jednoduchý cyklus kalibrace. Je ideální pro měření profilů a tvaru. Byla použita motoristická hlavice, která zvyšuje flexibilitu měření a zkracuje čas měřicího cyklu.



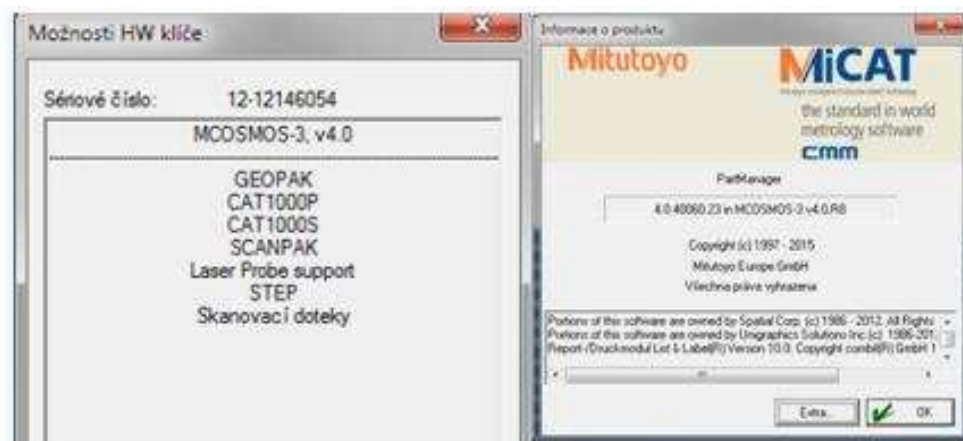
Obrázek 26: Snímací systém

6.6 Materiál a velikost kuličky

Používali jsme rubínovou kuličku o průměru 2 mm.

6.7 Software

Ve firmě používají software MCOSMOS-3.-v4.0. Je to modulový systém pro všechny druhy měření. MCOSMOS-3 znamená, že je software v plné verzi, tím pádem obsahuje Part Manager, GEOPAK, CAT1000P, CAT1000S a SCANPAK. Tento software umožňuje provádět měření na základě 3D modelu výrobku, což značně zjednodušuje a zproduktivňuje měření. GEOPAK je programování určitého měření. CAT1000P a CAT1000S je rozšíření programování pro CAD modely. SCANPAK umožňuje grafické protokoly a převod CAD +NC



Obrázek 27: MCOSMOS

6.8 Samotné měření

6.8.1 Příprava stroje

Při příchodu do firmy jsem byl proškolen o bezpečnosti práce. Následně jsem měl za úkol zkontrolovat teplotu, klimatizaci jsem nastavil na 20 °C, což je referenční teplota, sice stroj má automatický přepočítání teploty, ale kvůli přesnějšímu měření jsme nastavili referenční teplotu. Následně jsme zapnuli vzduch do stroje a dále jsme samostatný stroj.

6.8.2 Příprava programu

V programu MCOSMOS jsem založil novou složku, a v ní jsem potom vytvořil nový díl a pojmenoval jej. Potom jsem vložil model měřeného dílu, a následně otevřel GEOPAK.

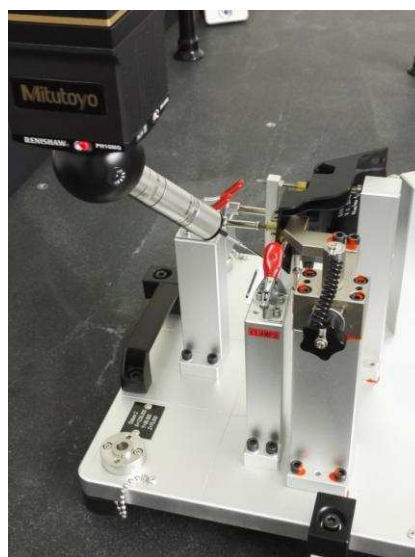
6.8.3 Upnutí a kalibrace přípravku

Když jsme měli hotovou přípravu, upnuli jsme přípravek na žulový stůl, a to pomocí šroubů se závitem M8. Přípravek jsme upnuli zhruba na prostředek stolu. Následně jsme nastavili vyrovnání přípravku pomocí RPS bodů. RPS body je systém referenčních měřicích bodů, podle kterých se kontroluje vzájemná poloha dílů v autě. Předpokládáme, že auto má ideální RPS vyrovnání. Podezříváme jen nepřesnost měřeného dílu. Sondu jsme kalibrovat nemuseli, jelikož již byla kalibrovaná dříve.



Obrázek 28: RPS

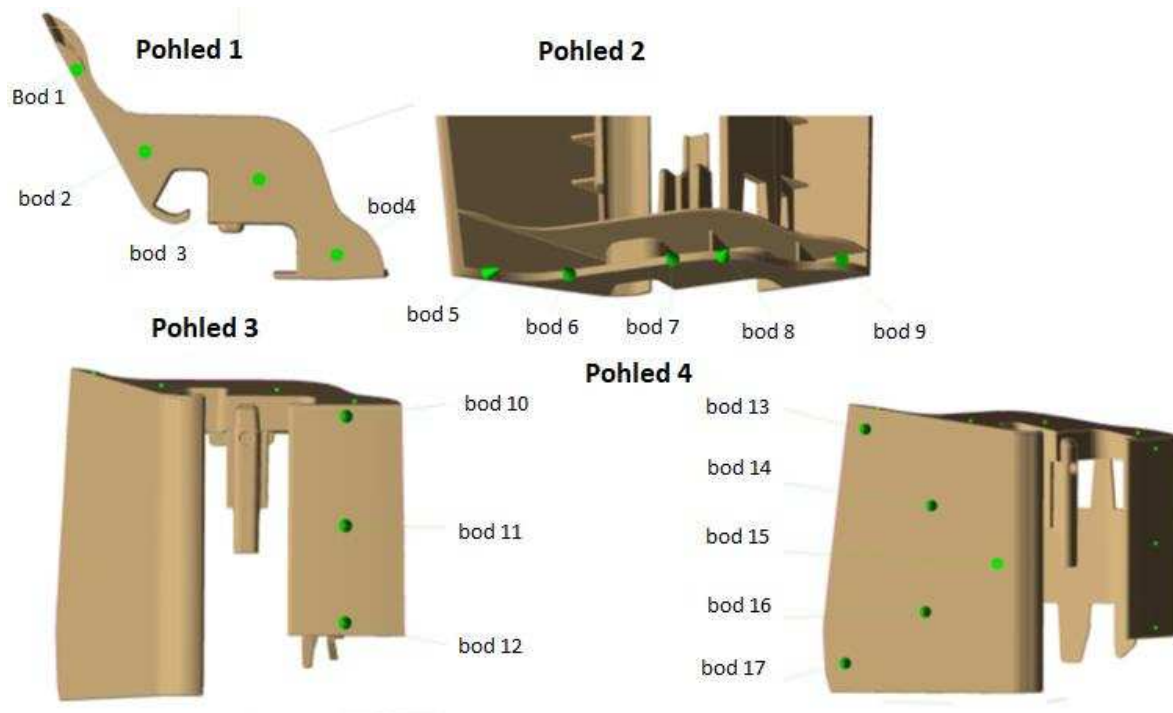
Následně jsme upnuli díl, který jsme měřili. Určili jsme si výchozí pozici, kam jel stroj rychloposuvem a potom jsme manuálně naskenovali body, které jsme chtěli měřit. Sondu jsme museli několikrát natáčet, aby se kulička dostala bez kolize k požadovanému bodu. Po naskenování bodů pustíme program, ale zpomalíme rychlost a kontrolujeme sondu, aby nedošlo ke kolizi. Kdyby se nám zdálo, že ke kolizi dojde, zastavíme program.



Obrázek 29: Nakloněná sonda

6.8.4 Pohledy a body měření

Měření probíhalo pomocí sedmnácti bodů na čtyřech pohledech.



Obrázek 30: Pohledy a body měření

6.8.5 Skenování bodů

Jestliže nenastala žádná kolize, spustíme program znova, již při větší rychlosti, ale stále kontrolujeme. Naskenované body, které jsme naměřili, se zapíše do protokolu, ve kterém srovnám grafický pohled a uloží protokol. Další měření probíhá na stejném dílu a ani nepřeučínám měřený díl, jen spustím znova program a uloží protokol pod jiným názvem. Toto měření provedu pětkrát. Po pátém měření vložím nový díl a následně zase spustím program. Uložím pod jiným názvem a vyměním díl za jiný. Toto měření také provedu pětkrát.

6.8.6 Vytvoření grafů

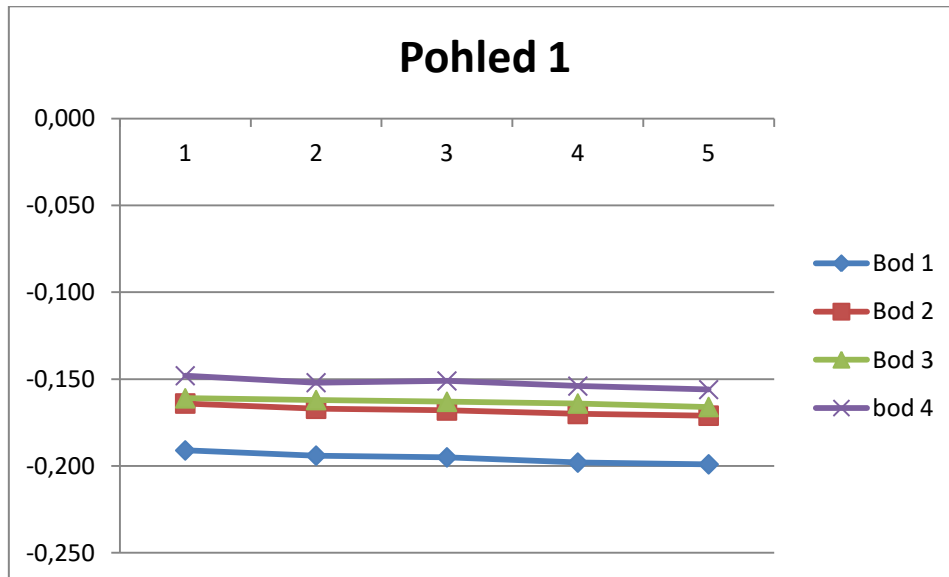
Všechny naměřené celkové odchylky jsem zapsal do Microsoft Excel a vytvořil následující grafy. Porovnával jsem mezi sebou hodnoty, které byly měřeny na dílu, který se nepřeučínával. Následně jsem srovnával hodnoty na dílech, které jsem přeučínával.

	CAD-Nominal	Measured	Deviation
X	1424.012	1423.939	-0.073
Y	235.188	235.023	-0.145
Z	-99.532	-99.446	0.086
4	*		-0.184

Obrázek 31: Odchylka

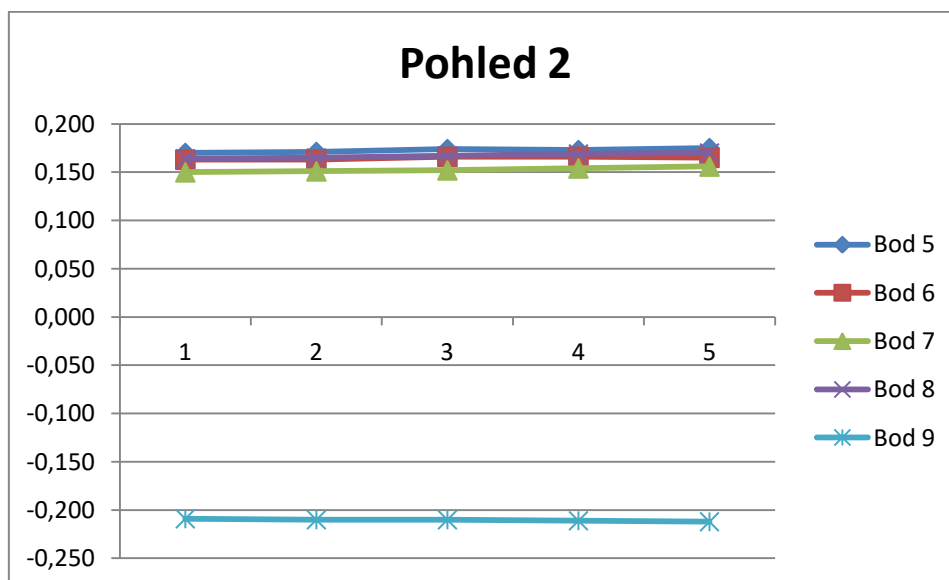
1. Měření (viz příloha 1 – příloha 5)

Měření probíhalo na stále stejném dílu, který byl po dobu pěti měření stále upnutý, nikdo s ním nemanipuloval. Zde zkoumáme opakovatelnost stroje.



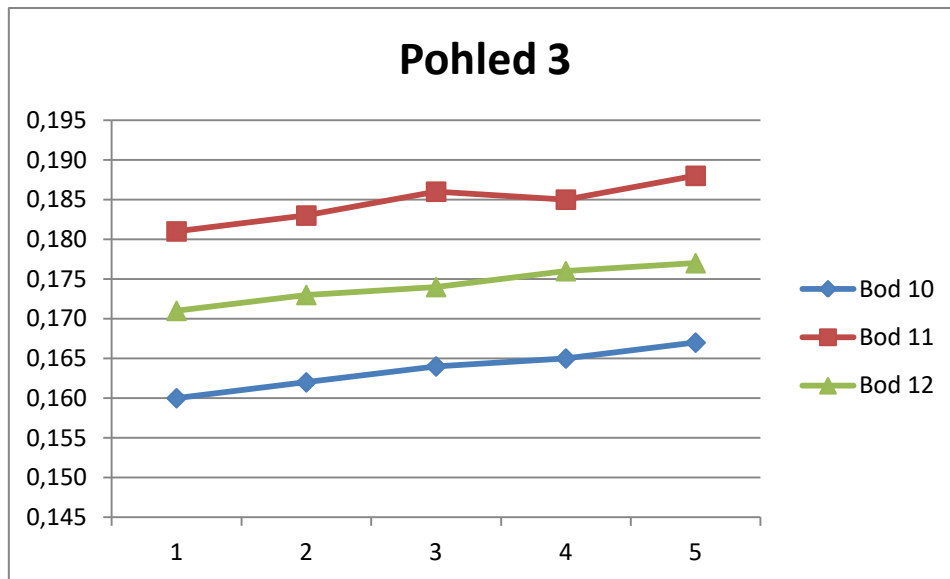
Graf 1: Měření 1 - pohled 1

Je možno říci, že měření je skoro stejné.



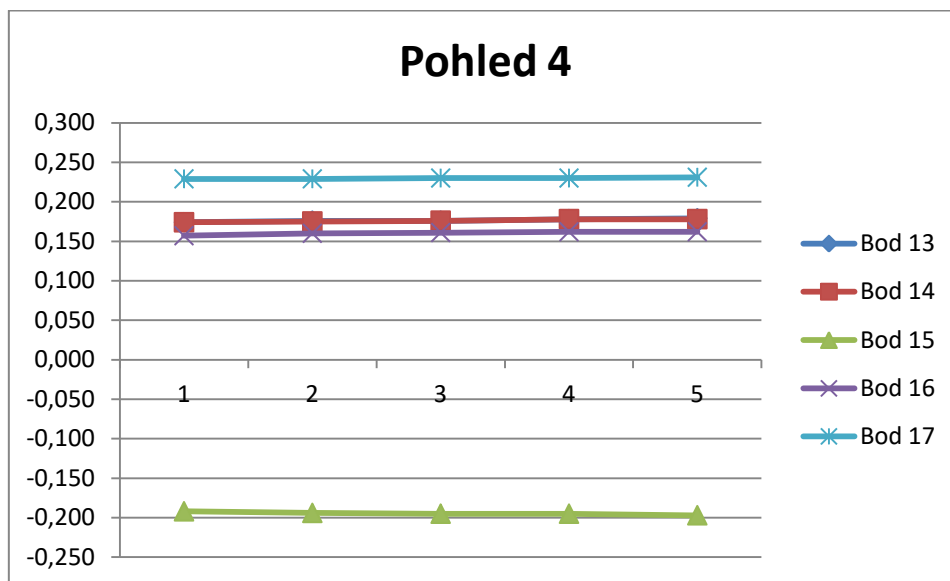
Graf 2: Měření 1 - pohled 2

Taktéž u pohledu 2. Měření je takřka totožné.



Graf 3: Měření 1 - pohled 3

Zde vidíme minimální skoky. Ale je to jen o 0,005 mm.

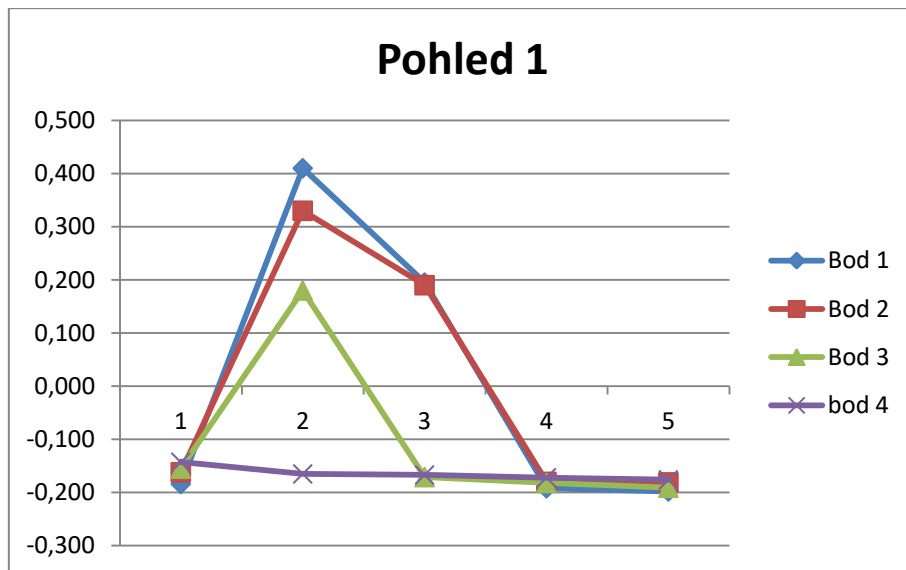


Graf 4: Měření 1 - pohled 4

Zde jsou skoro přímky. Měření je velmi podobné.

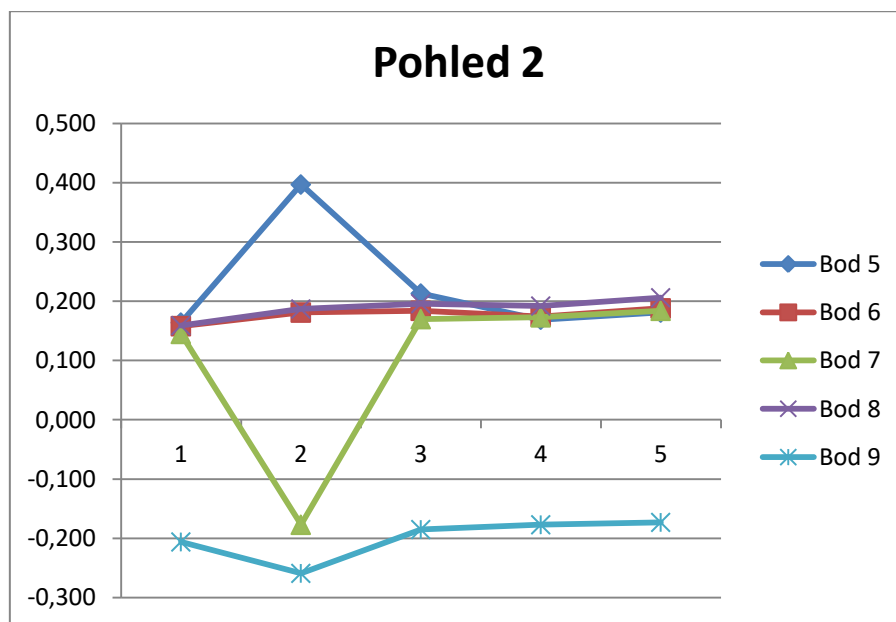
2. měření (viz příloha 6 – příloha 10)

Měření probíhalo vždy na jiném díle. Vždy jsem změřil jeden a upnul zase jiný. Zde jsem zkoumal opakovatelnost dílu a přesnost upínání přípravku.



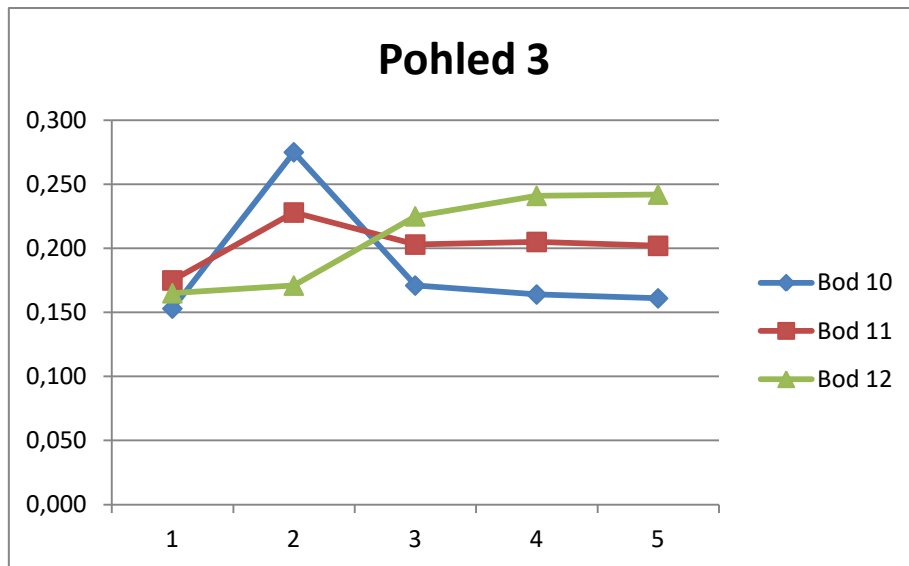
Graf 5: Měření 2 - pohled 1

V tomto pohledu je vidět větší odchylky ve druhém měření, což může být způsobeno špatně upnutým dílem.



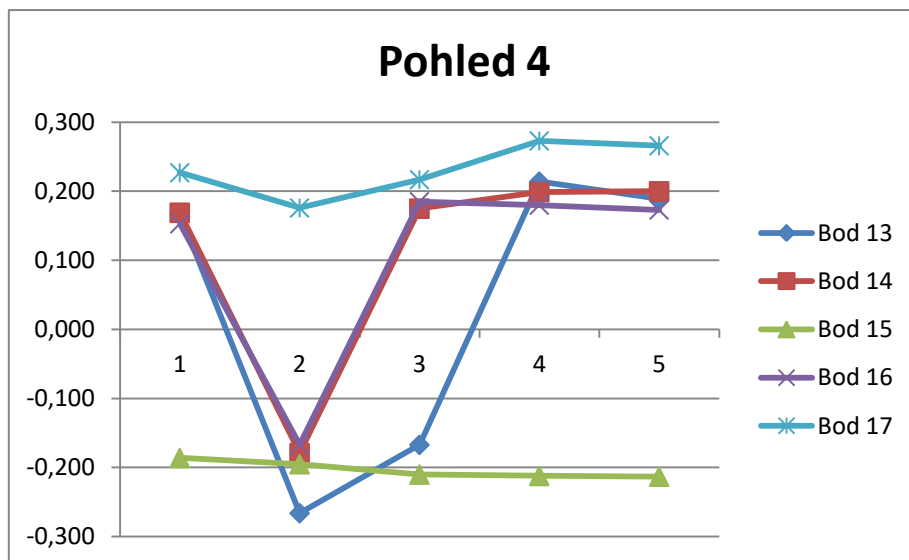
Graf 6: Měření 2 - pohled 2

Stále zde vidíme, že druhý pokus je nejvíce liší.



Graf 7: Měření 2 - pohled 3

V tomto pohledu se liší už více pokusů měření, ale druhý pokus zase nejvíce, až na bod číslo 12. Nepřesnost v bodě 12 bych dal za vinu nepřesné výrobě.



Graf 8: Měření 2 - pohled 4

Zde vidíme, že také druhé měření se nejvíce odlišuje.

6.9 Vyhodnocení a závěr

Všechny naměřené hodnoty byly v toleranci. Tolerance tohoto měření byla $\pm 0,8$ mm.

Z grafů vyplývá, že při měření číslo jedna se opakovaly skoro stejné hodnoty, odchylky byly velmi minimální, proto se jedná o dobrou opakovatelnost stroje. Ale přece jen nějaké byly. Každé měření je minimálně odlišné, proto nemůžeme říct, jaké měření je přesnější. Z toho vyplývá, že ani tento velmi přesný stroj neměří zcela přesně, jelikož vždy naměřil malinko jiné hodnoty.

Z měření číslo dva vyplývá, že opakovatelnost měřeného dílu, nebo opakovatelnost v upnutí dílu na přípravku není zcela ideální. Druhé měření se velmi odlišovalo od ostatních. Ale všechna data byla naměřena v toleranci 0,8 mm, takže vše bylo vyhovující. Podle mého se jednalo větší o nepřesnost přípravku, jelikož nikdy není možné jej dát úplně přesně stejně, jako v předchozím pokusu. Ale je skoro i jisté, že každý díl také není stejný. Takže se spojily tyto dvě nepřesnosti. Doporučil bych přesnější přípravek v upínání měřeného předmětu, páčky se mi zdály, že nejsou dostatečně přesné.

Zdroje:

- [1] Vysoká škola chemicko-technologická [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: https://vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/el_pomucky.html
- [2] Mitutoyo, *Souřadnicové měřicí stroje: špičková technologie pro nejvyšší přesnost 2006*, katalog.
- [3] Souřadnicová měřicí technika [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/souradnicova-merici-technika.html>
- [4] Historie Mitutoyo [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: http://www.mitutoyo.cz/cs_cz/corporate/history/
- [5] Mitutoyo [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: http://www.mitutoyo.cz/cs_cz/corporate/mitutoyo-corporation/
- [6] ČEPOVÁ, Lenka a PETŘKOVSKÁ, Lenka. *Legislativa ve strojírenské metrologii a přesné měření 3D ploch: studijní opora*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011, 125 s. ISBN 978-80-248-2514-4.
- [7] TICHÁ, Š. *Strojírenská metrologie – část 1*. VŠB – TU Ostrava, 2004.
- [8] Souřadnicové měřicí stroje – TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI – Fakulta strojní – katedra výrobních systémů a automatizace
- [9] CHRISTOPH, Ralf a NEUMANN, Hans Joachim. *Multisenzorová souřadnicová měřicí technika*. Uherské Hradiště: L. V. Print, 2008, 106 s.
- [10] BERÁNEK, Libor. ČVUT V PRAZE, Fakulta strojní, ústav technologie obrábění, projektování a metrologie. *Strojírenská metrologie*. Praha, 2016/2017.
- [11] Doteky pro měření [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: <http://www.renishaw.cz/cs/doteky-pro-mereni--6628>
- [12] Kalibrace doteku [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: <http://www.renishaw.cz/cs/kalibrace-doteku--6633>
- [13] Renishaw, Průvodce technologií souřadnicového měřicího stroje [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: <http://resources.renishaw.com/cs/download/kapesni-pruvodce-vysvetleni-snimacich-technologie-souradnicovych-mericich-stroju--18558>
- [14] Typy doteků [online]. [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: <http://www.renishaw.cz/cs/typy-doteku--6627>

[15] Upínací přípravky Renishaw [online]. [cit. 2017-07-10].

Dostupné z: <http://www.renishaw.cz/cs/upinaci-pripravky-renishawupinani-dilcu-na-souradnicovych-mericich-strojich--20993>

[16] Senzory a příslušenství Werth [online]. [cit. 2017-07-10].

Dostupné z: <http://www.merici-pristroje.cz/senzory-a-prislusenstvi/>

[17] Geometrické tolerance [online]. [cit. 2017-07-10].

Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/geometricke-tolerance>

Seznam obrázků

Obrázek 1: souřadnicový měřicí stroj [3]	8
Obrázek 2: Historie Mitutoyo [4]	9
Obrázek 3: Dílčí subsystémy	11
Obrázek 4: Popis základních částí souřadnicového měřicího stroje [8]	12
Obrázek 5: Typy CMM podle konstrukce: a) jednosouřadnicový CMM, b) dvousouřadnicový CMM, c) třísouřadnicový CMM [8]	14
Obrázek 6: Základní typy souřadnicových měřicích strojů [7]	15
Obrázek 7: upínací systém [15]	16
Obrázek 8: senzory SMS [16]	17
Obrázek 9: Snímací hlavice a) Pevná, b) Indexovatelná, c) Manuální [8]	18
Obrázek 10: Typy systémů měřicí hlavy a) 2D optický kamerový, b) optický bodový, c) laserový čárový [8]	19
Obrázek 11: Dotyky [11]	19
Obrázek 12: Materiály kuliček a) rubín, b) nitrid křemíku, c) oxid zirkoničitý, d) diamant [6]	20
Obrázek 13: Materiály stopky a) ocel, b) karbid wolframu, c) keramika [6]	20
Obrázek 14: Kalibrace doteků [12]	21
Obrázek 15: Přímý dotek [14]	21
Obrázek 16: Hvězdicový dotek [14]	21
Obrázek 17: Diskový dotek [14]	22
Obrázek 18: Válcový dotek [14]	22
Obrázek 19: Princip souřadnicového měření [6]	23
Obrázek 20: Základní geometrické útvary [6]	24
Obrázek 21: MÜLLER-TECHNIK ČR	26
Obrázek 22: Výroba ČR	27
Obrázek 23: Měřený díl	27
Obrázek 24: Přípravek	28
Obrázek 25: SMS	29
Obrázek 26: Snímací systém	29
Obrázek 27: MCOSMOS	30
Obrázek 28: RPS	31
Obrázek 29: Nakloněná sonda	31
Obrázek 30: Pohledy a body měření	32
Obrázek 31: Odchylka	32

Seznam grafů

<i>Graf 1: Měření 1 - pohled 1</i>	33
<i>Graf 2: Měření 1 - pohled 2</i>	33
<i>Graf 3: Měření 1 - pohled 3</i>	34
<i>Graf 4: Měření 1 - pohled 4</i>	34
<i>Graf 5: Měření 2 - pohled 1</i>	35
<i>Graf 6: Měření 2 - pohled 2</i>	35
<i>Graf 7: Měření 2 - pohled 3</i>	36
<i>Graf 8: Měření 2 - pohled 4</i>	36

Seznam příloh

Příloha 1:	Protokol 1 – Měření 1_1
Příloha 2:	Protokol 2 – Měření 1_2
Příloha 3:	Protokol 3 – Měření 1_3
Příloha 4:	Protokol 4 – Měření 1_4
Příloha 5:	Protokol 5 – Měření 1_5
Příloha 6:	Protokol 6 – Měření 2_1
Příloha 7:	Protokol 7 – Měření 2_2
Příloha 8:	Protokol 8 – Měření 2_3
Příloha 9:	Protokol 9 – Měření 2_4
Příloha 10:	Protokol 10 – Měření 2_5
Příloha 11:	Kontrolní seznam pro instalaci souřadnicového měřicího stroje
Příloha 12:	Výtisk dílčího programu CNC
Příloha 13:	Výtisk dílčího programu vyrovnání RPS (přípravek)
Příloha 14:	Kalibrační list výrobce

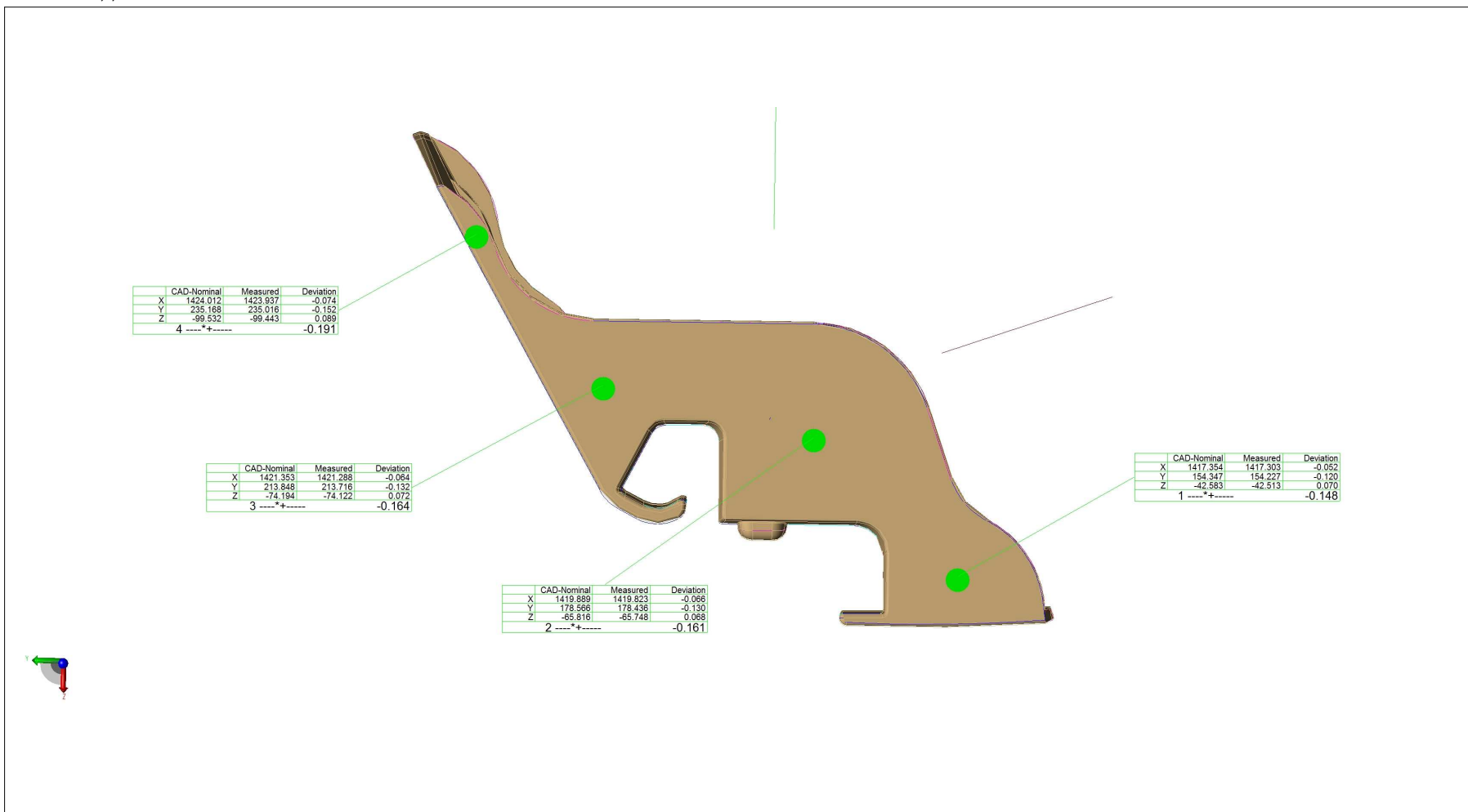
Příloha 1

Příloha 1



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 1/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

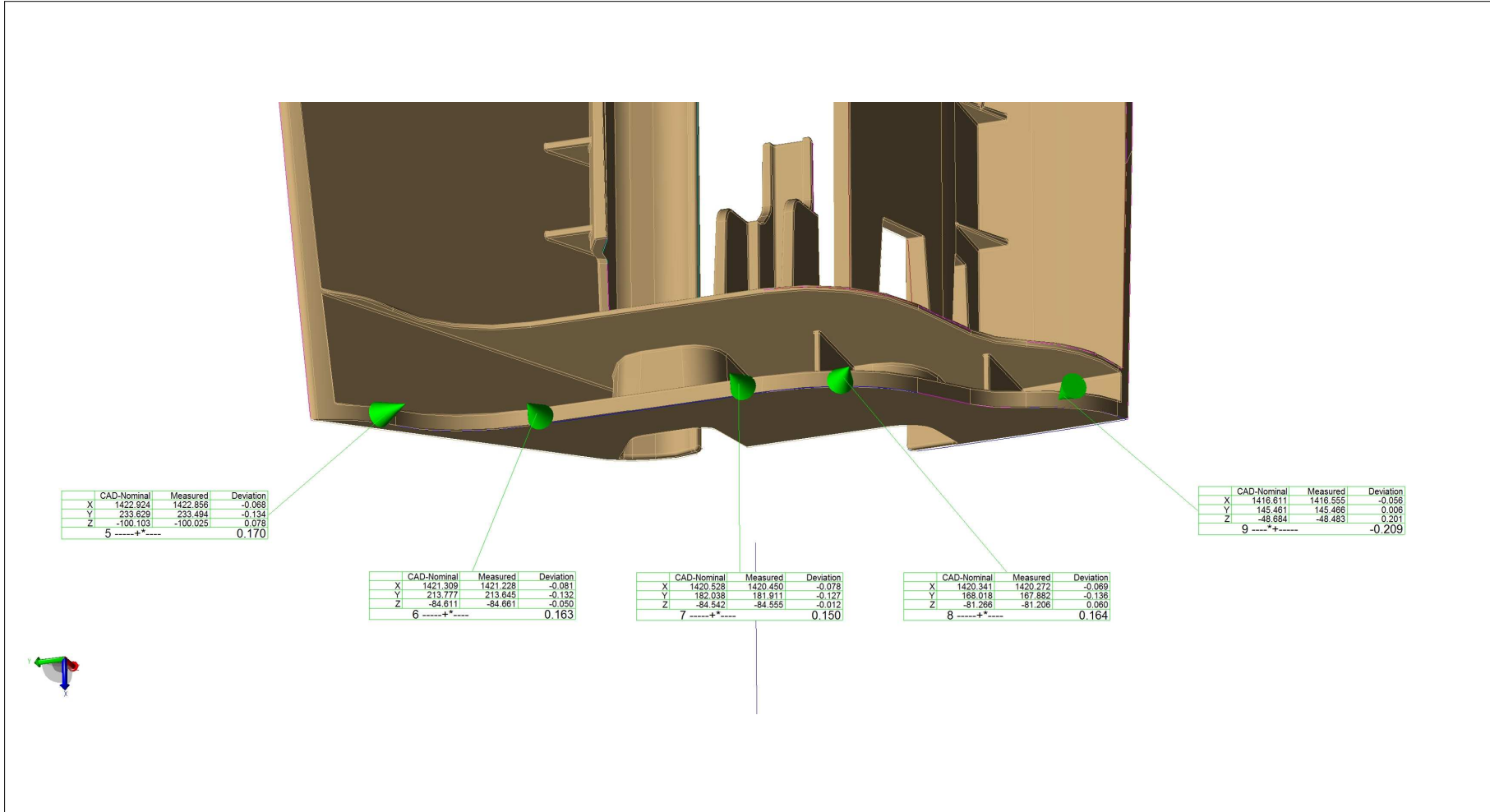


Příloha 1



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 1/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

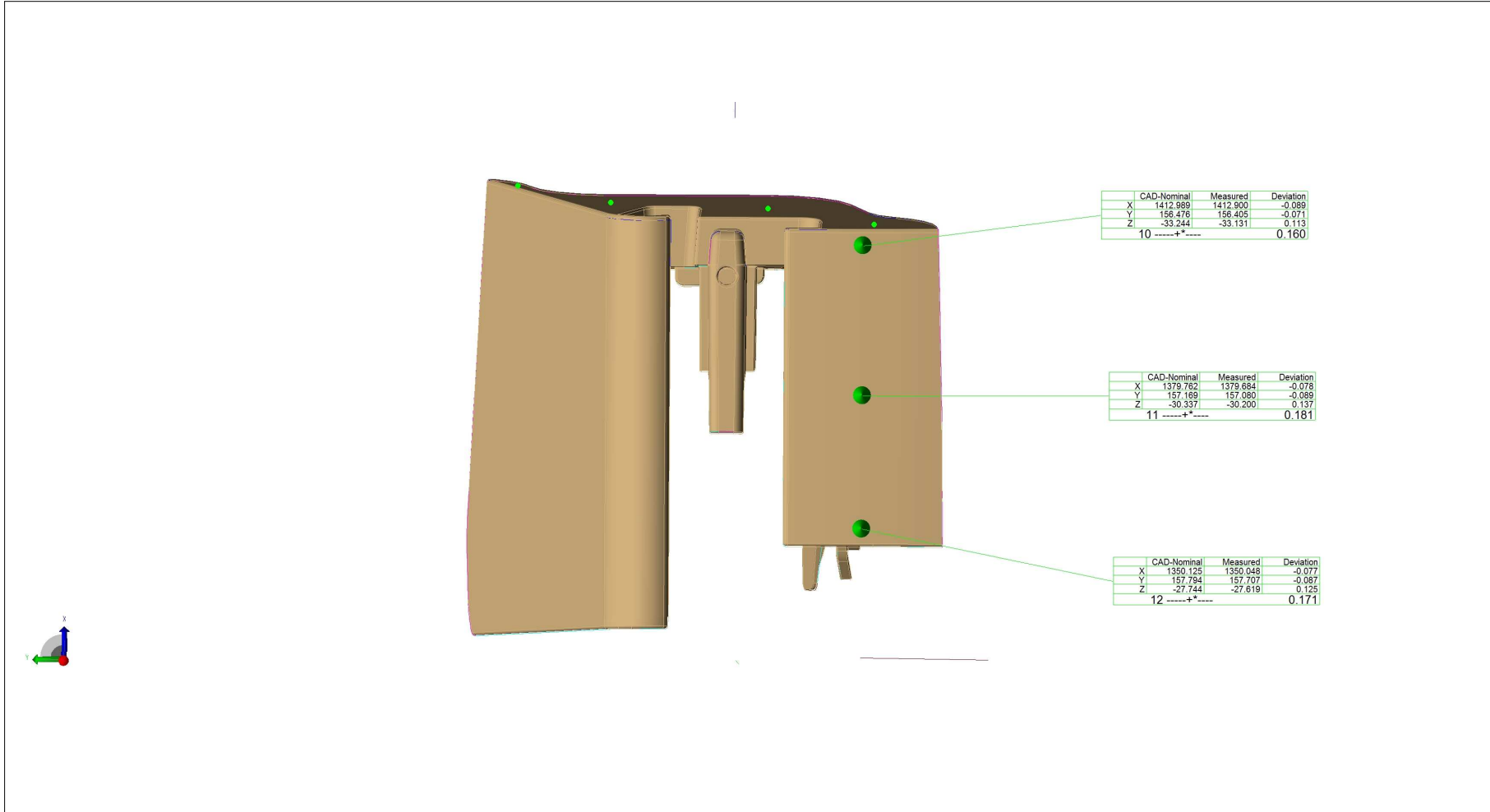
Pos. 1001, ,



Příloha 1

MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 1/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

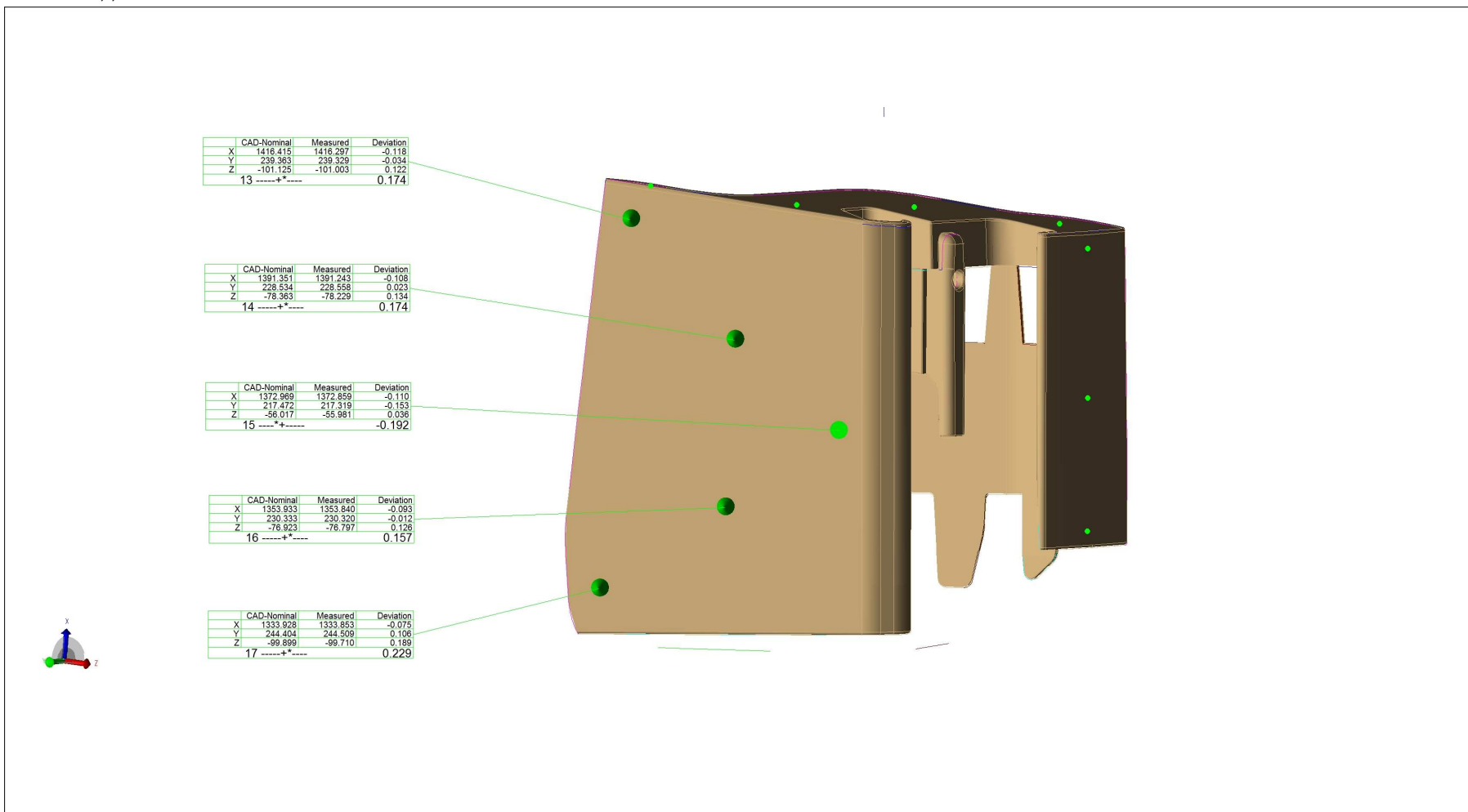


Příloha 1



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 1/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



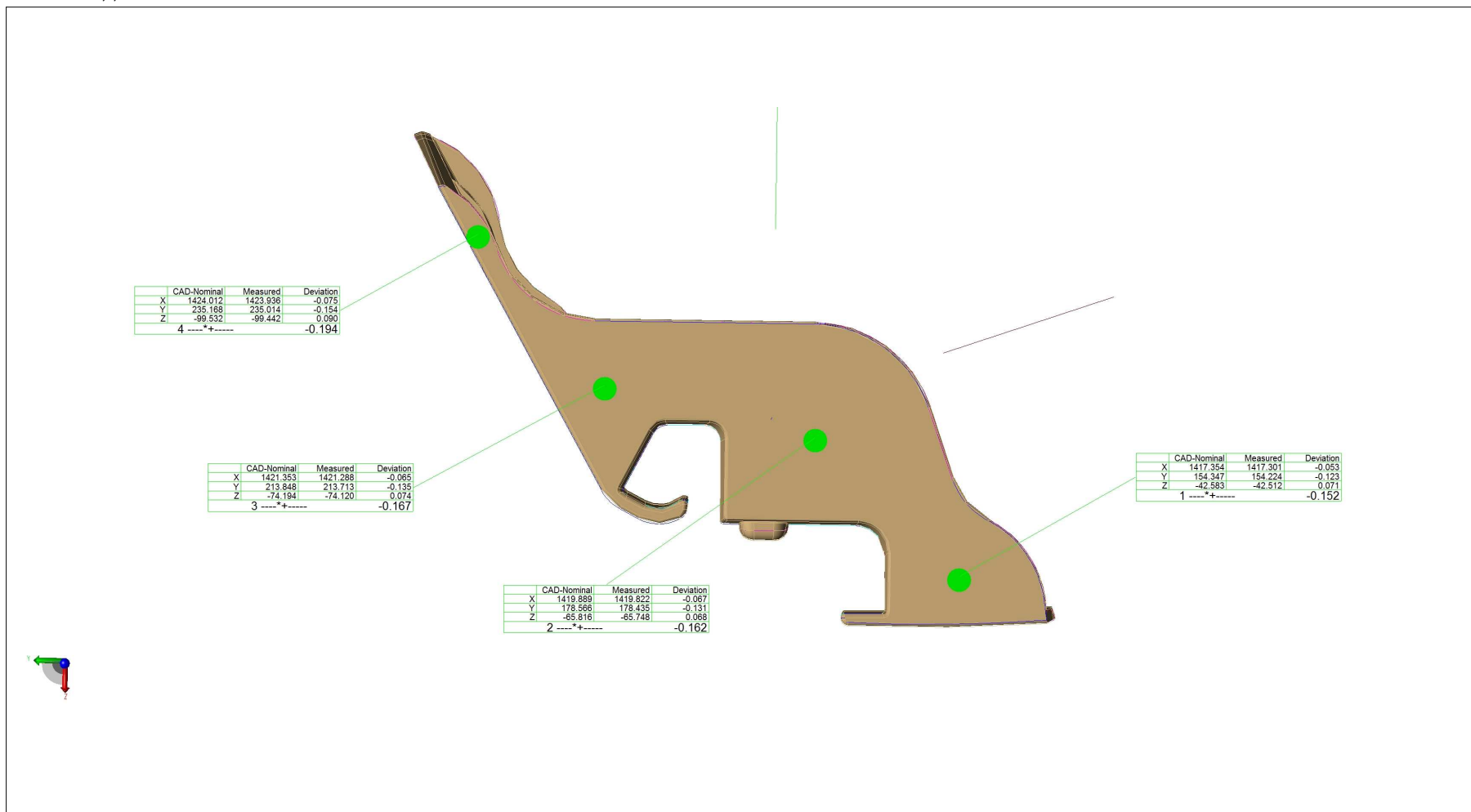
Příloha 2

Příloha 2



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 2/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

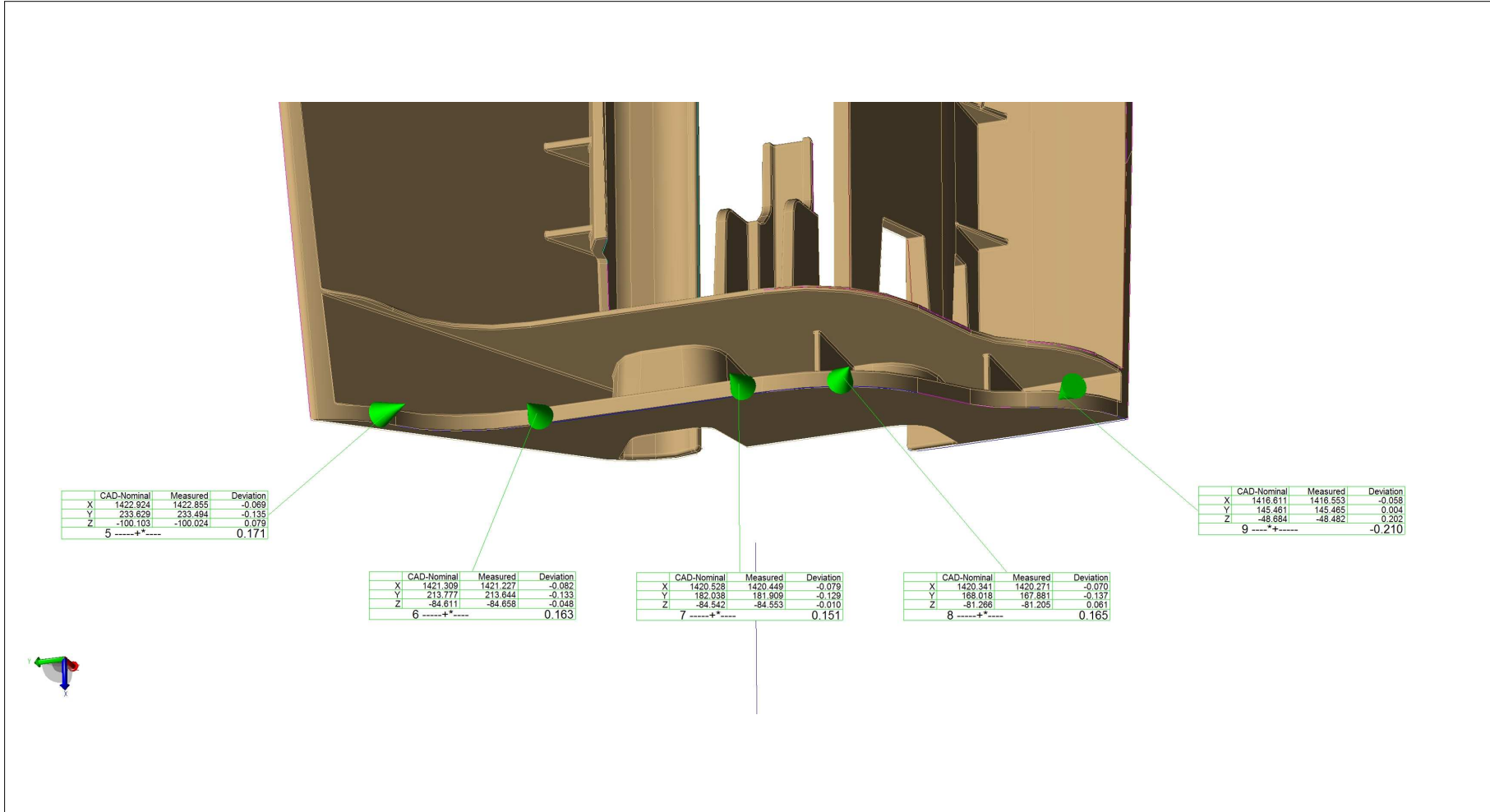


Příloha 2



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 2/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

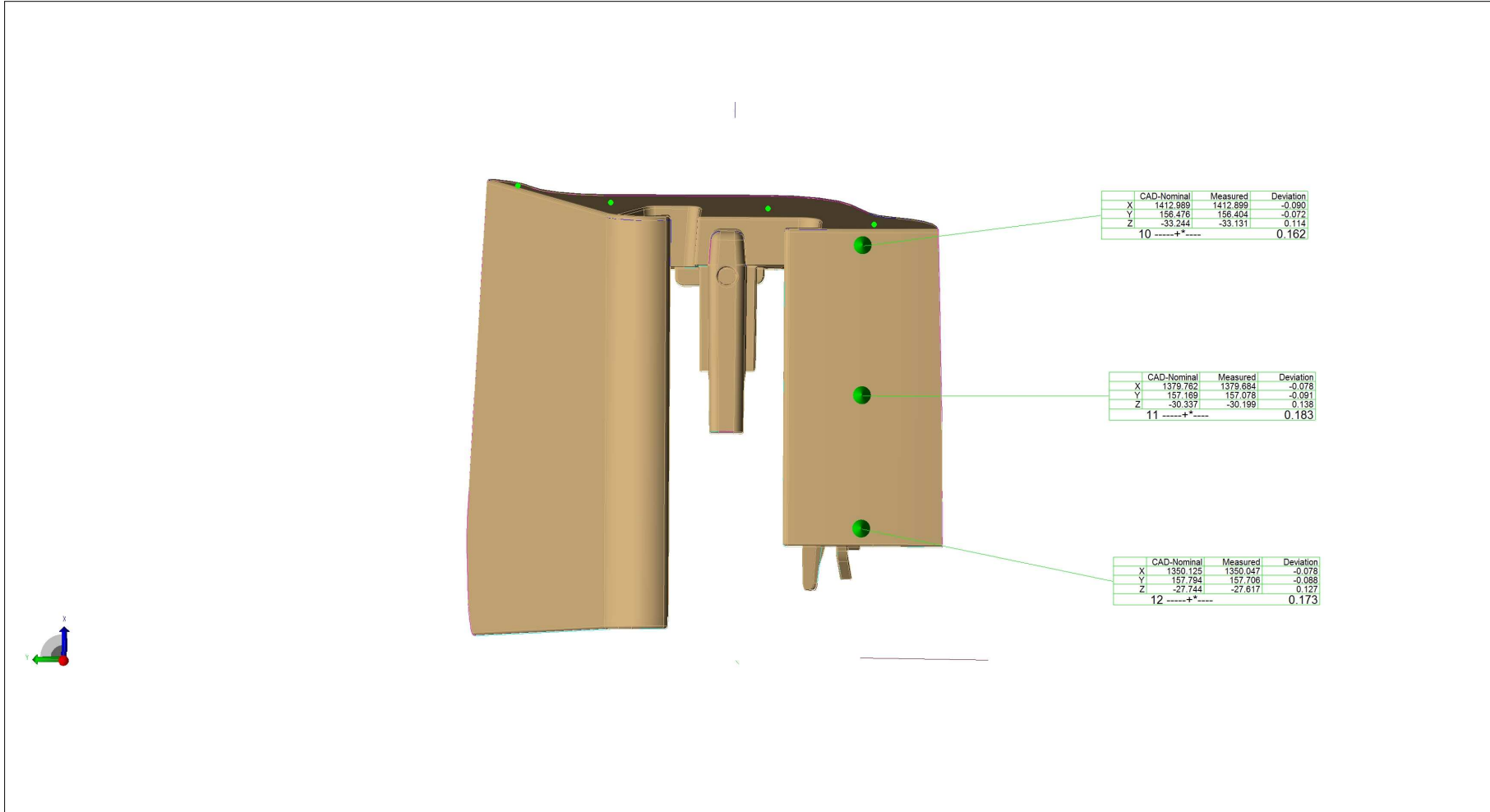


Příloha 2



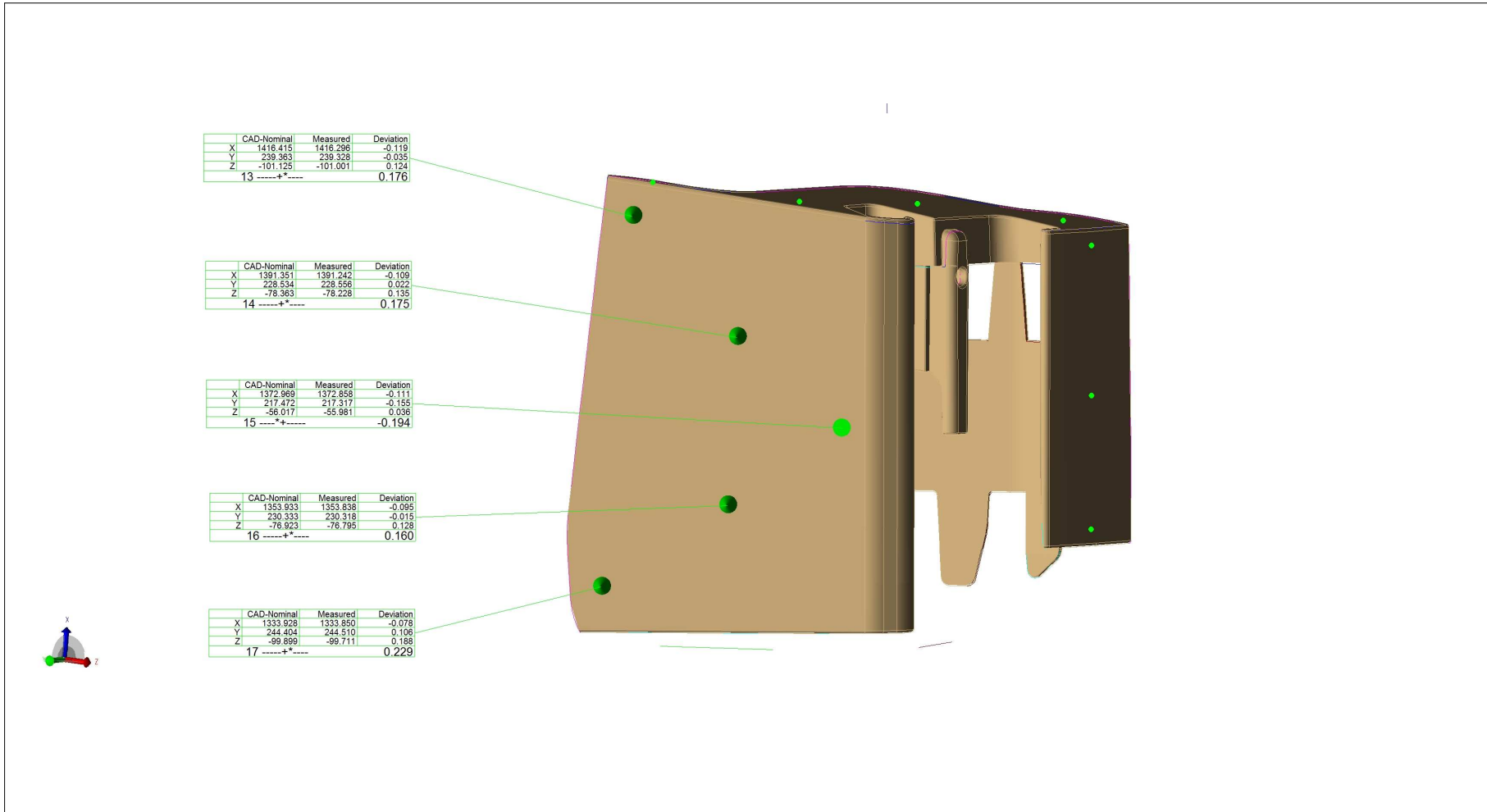
MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 2/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 2/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



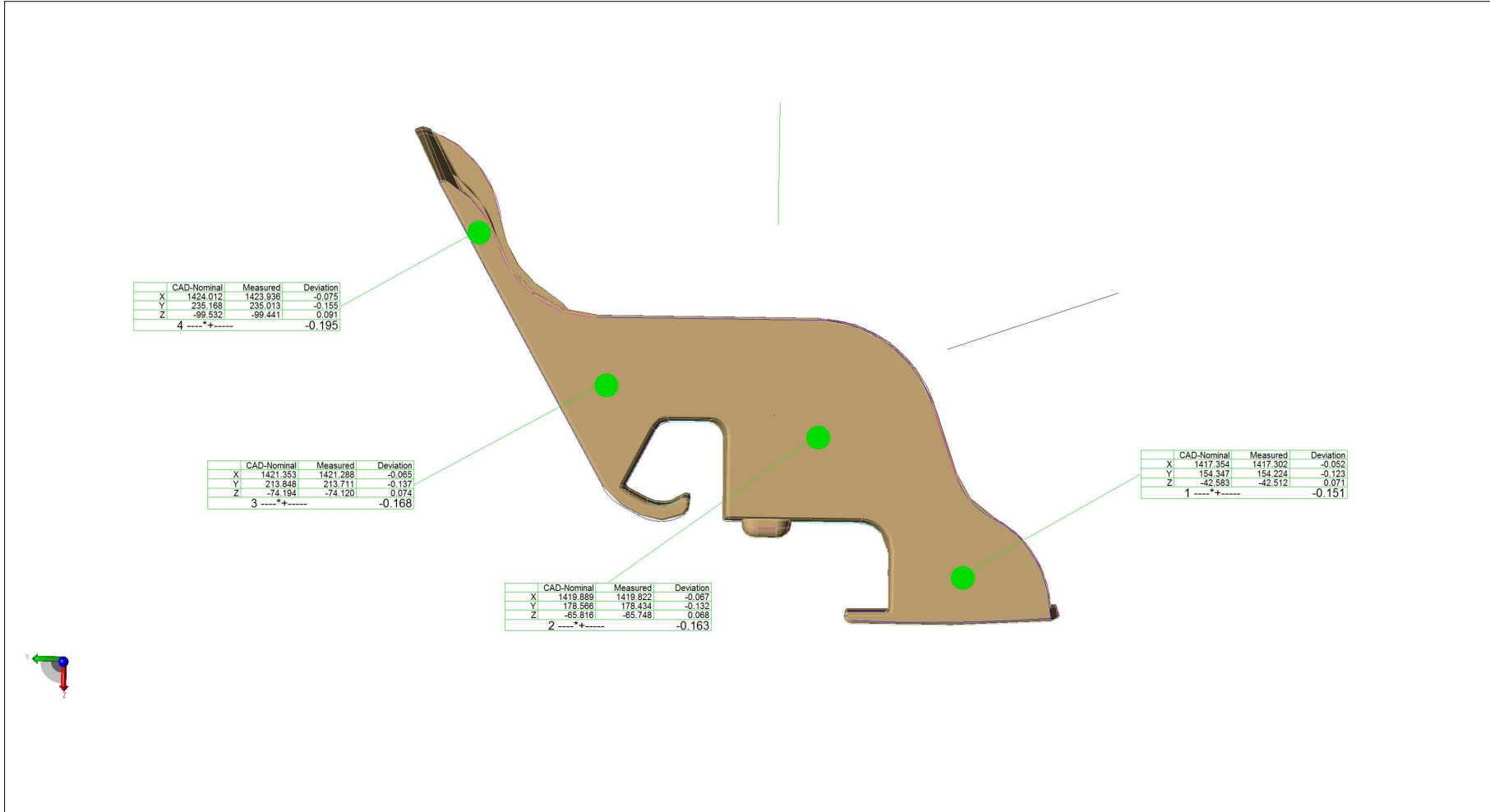
Příloha 3

Příloha 3



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 3/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

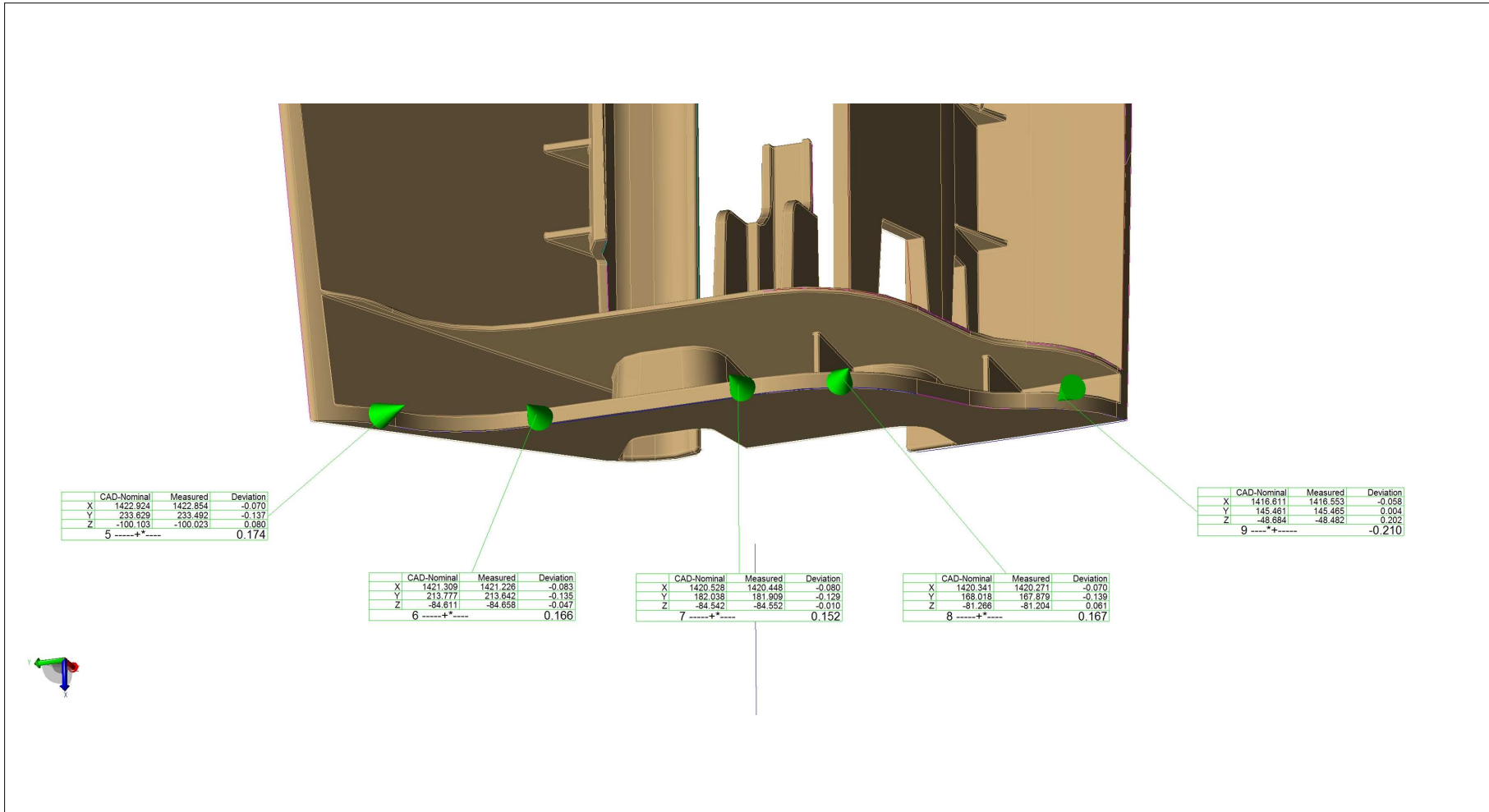


Příloha 3



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 3/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

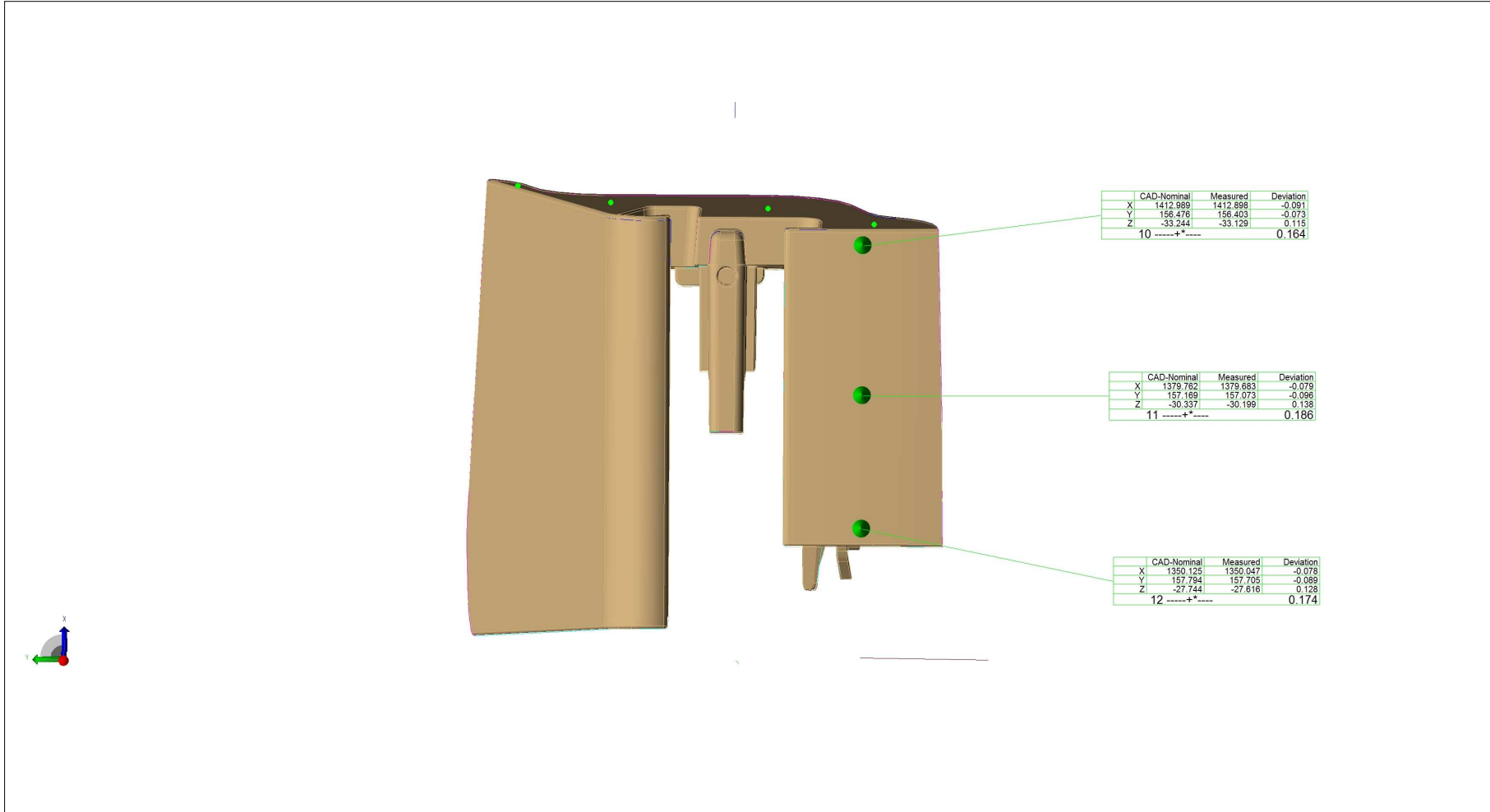


Příloha 3



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 3/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

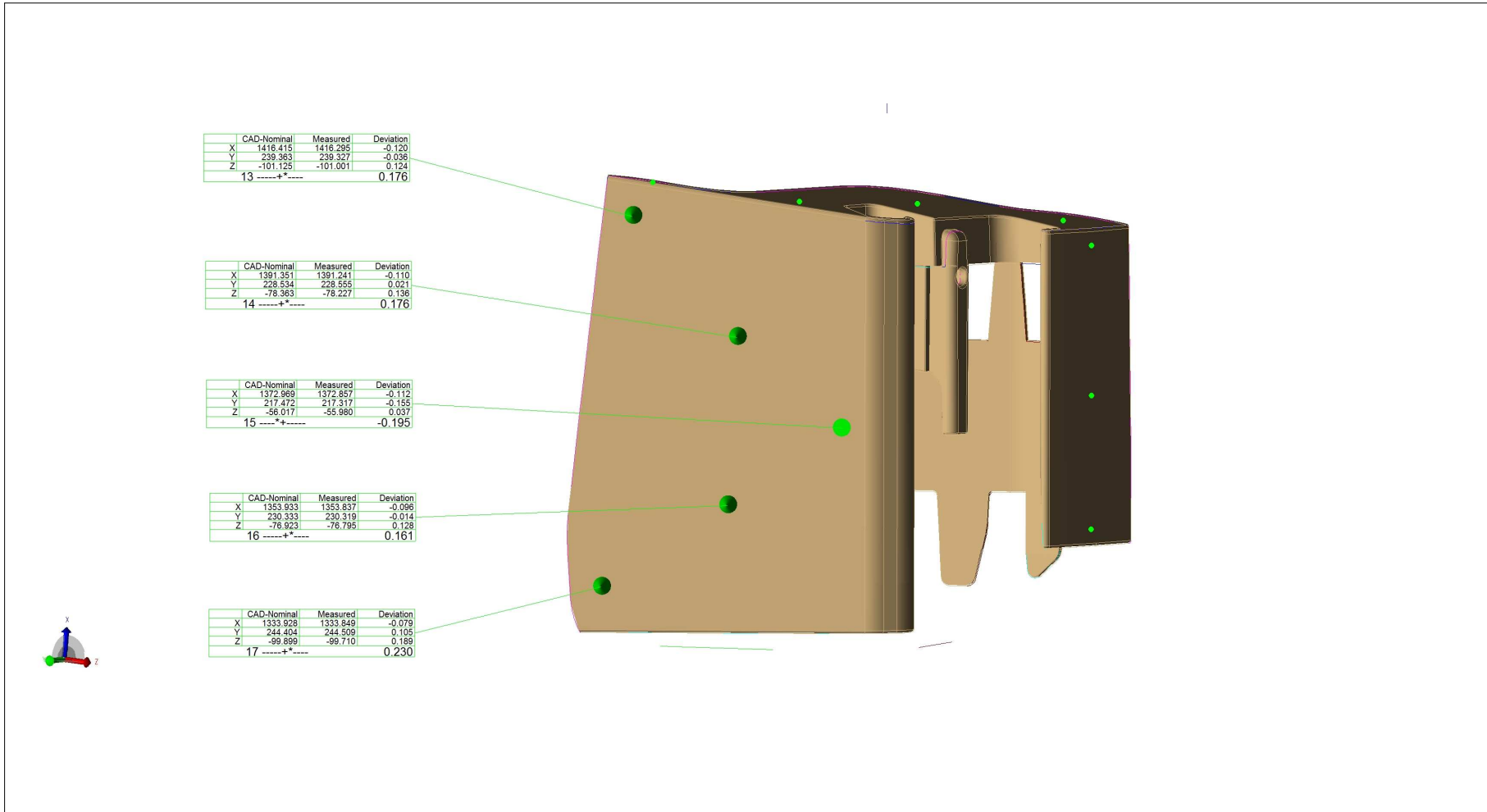


Příloha 3



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 3/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



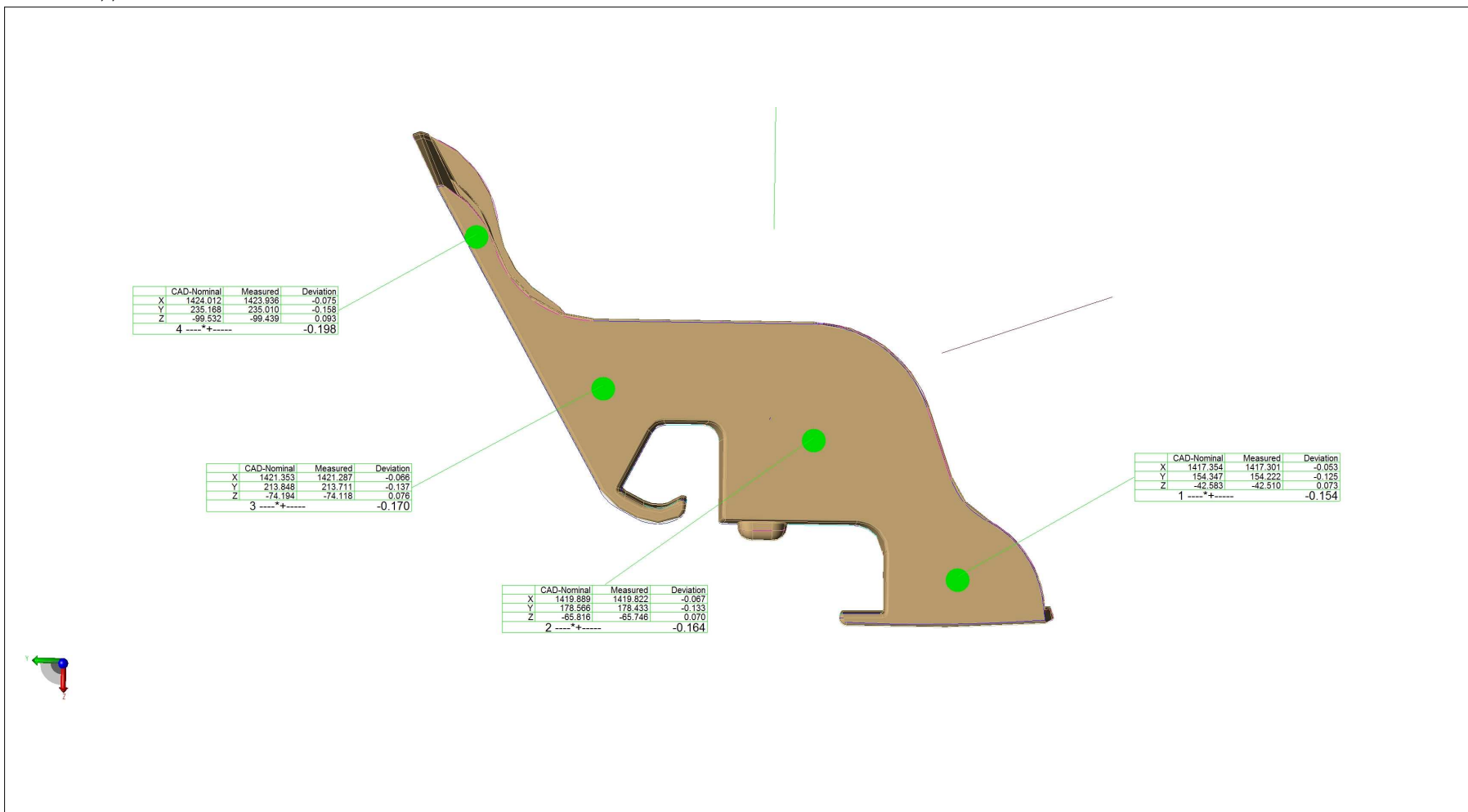
Příloha 4

Příloha 4



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 4/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

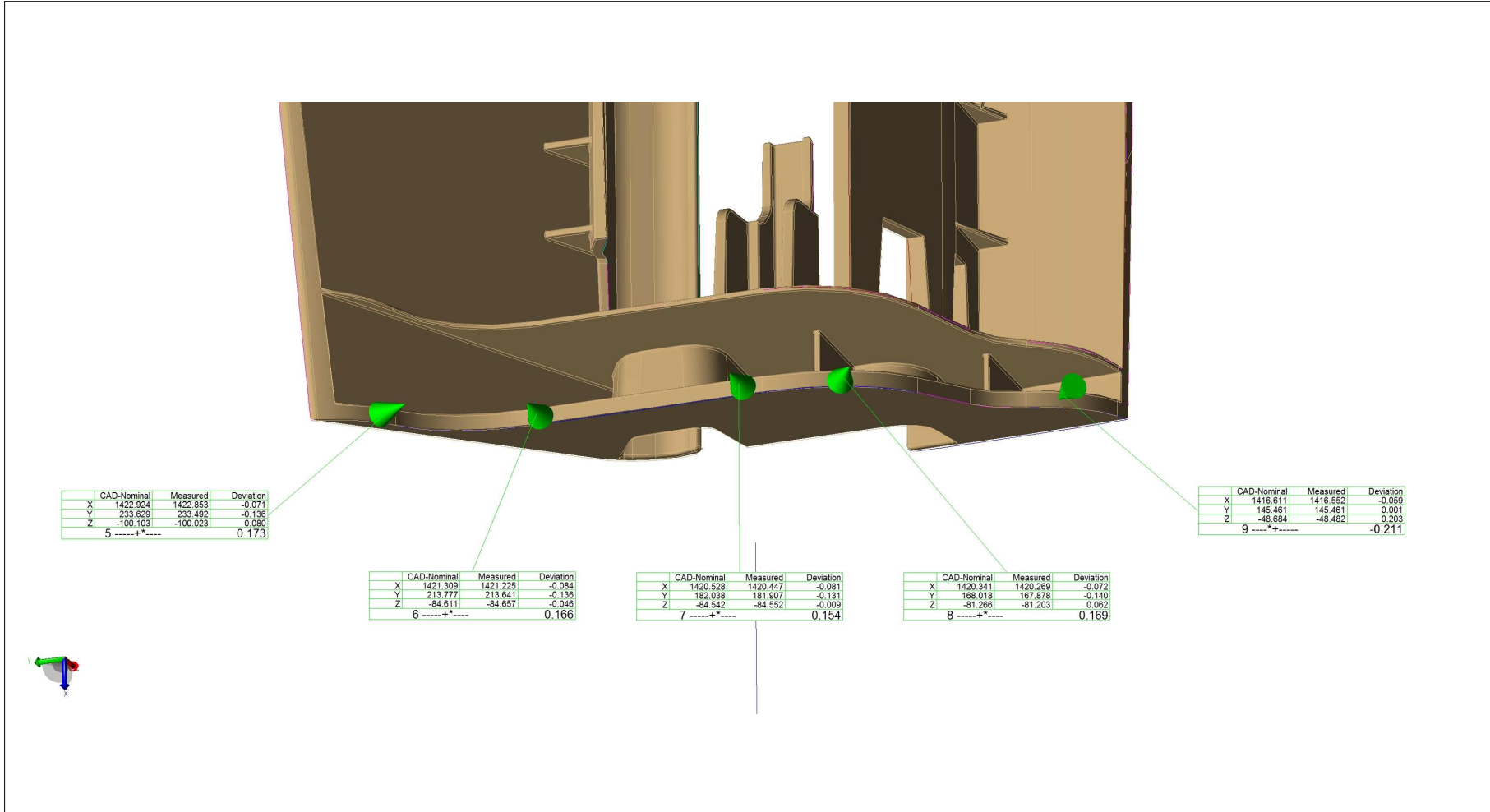


Příloha 4



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 4/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

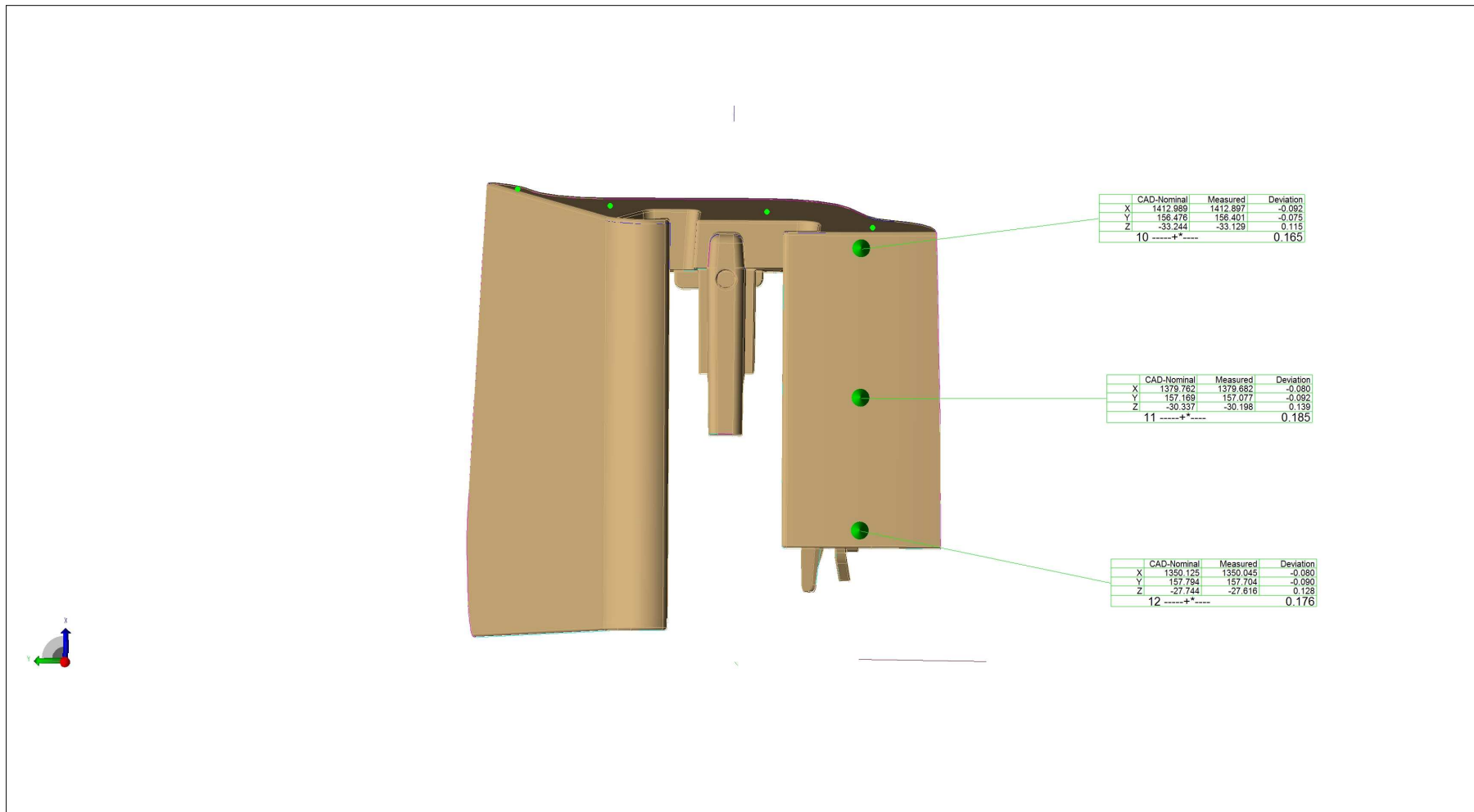


Příloha 4



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 4/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

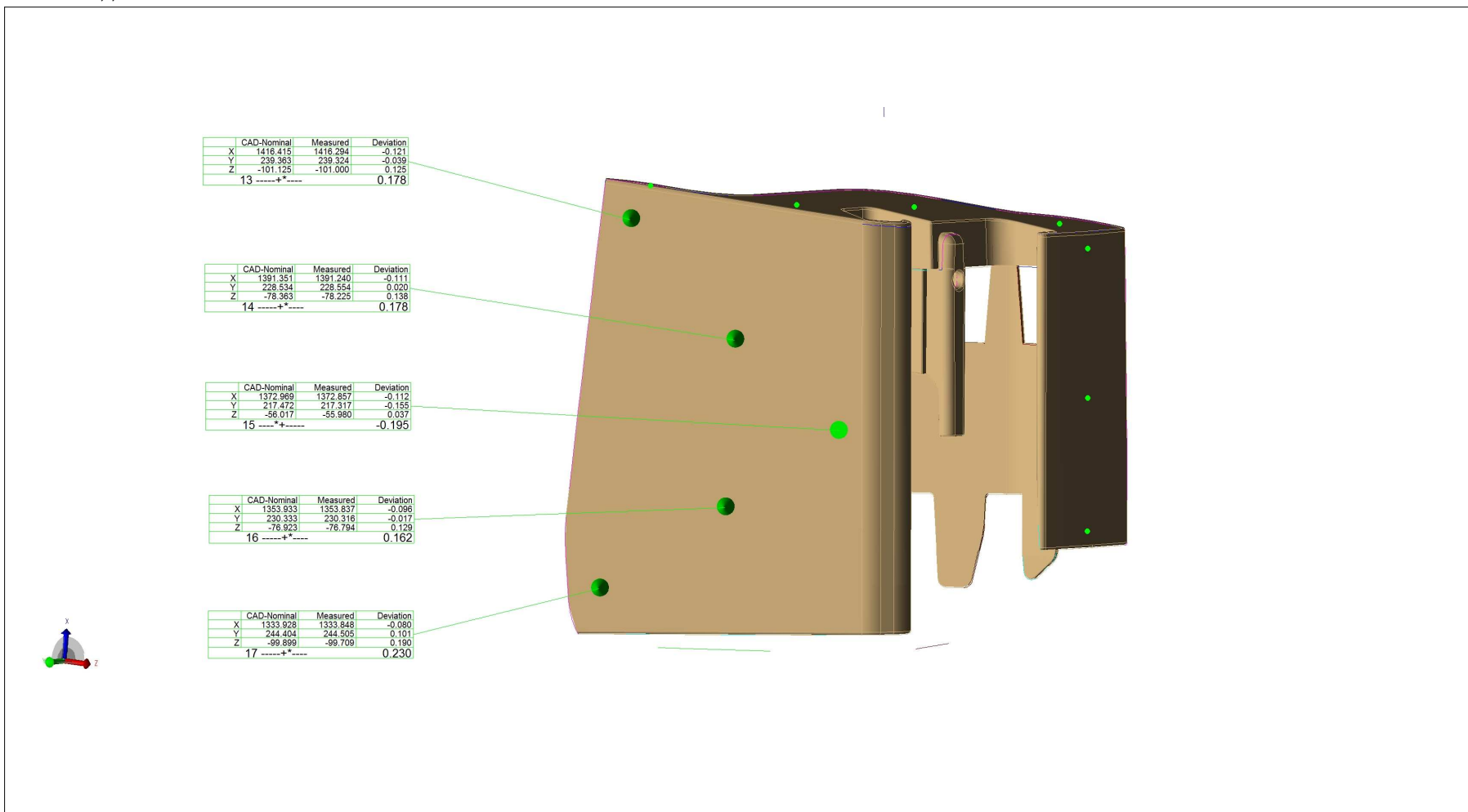


Příloha 4



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 4/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



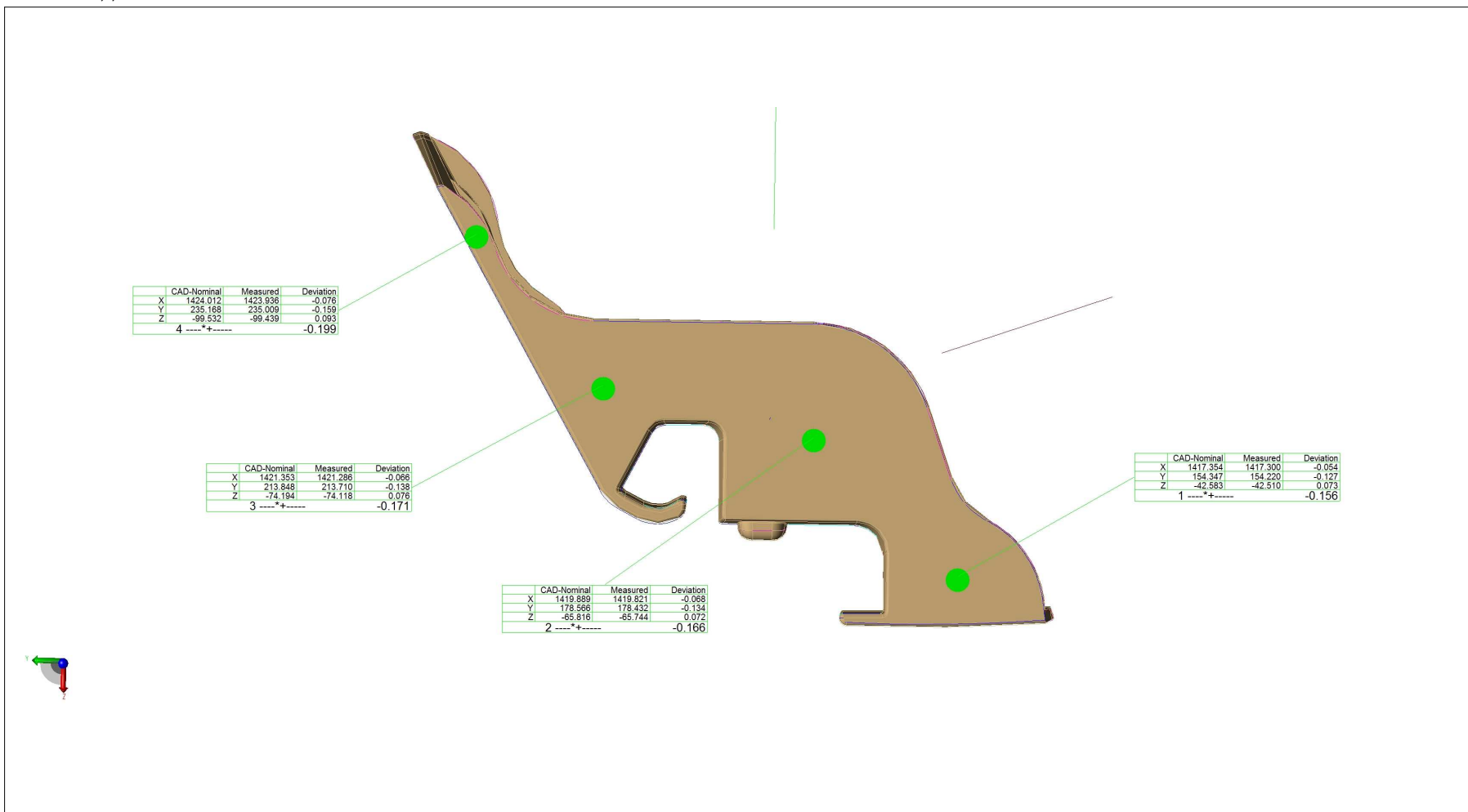
Příloha 5

Příloha 5



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 5/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

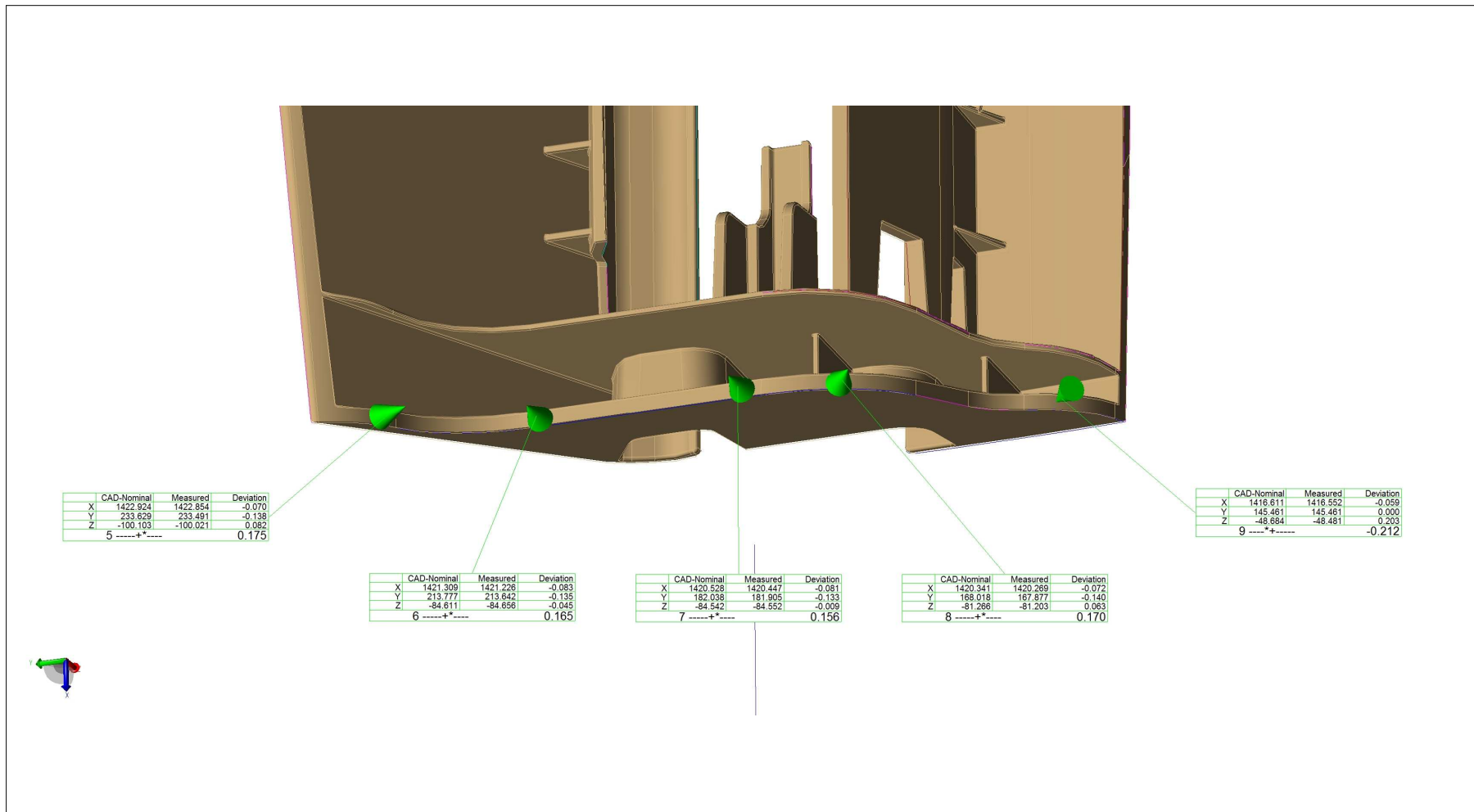


Příloha 5



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 5/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

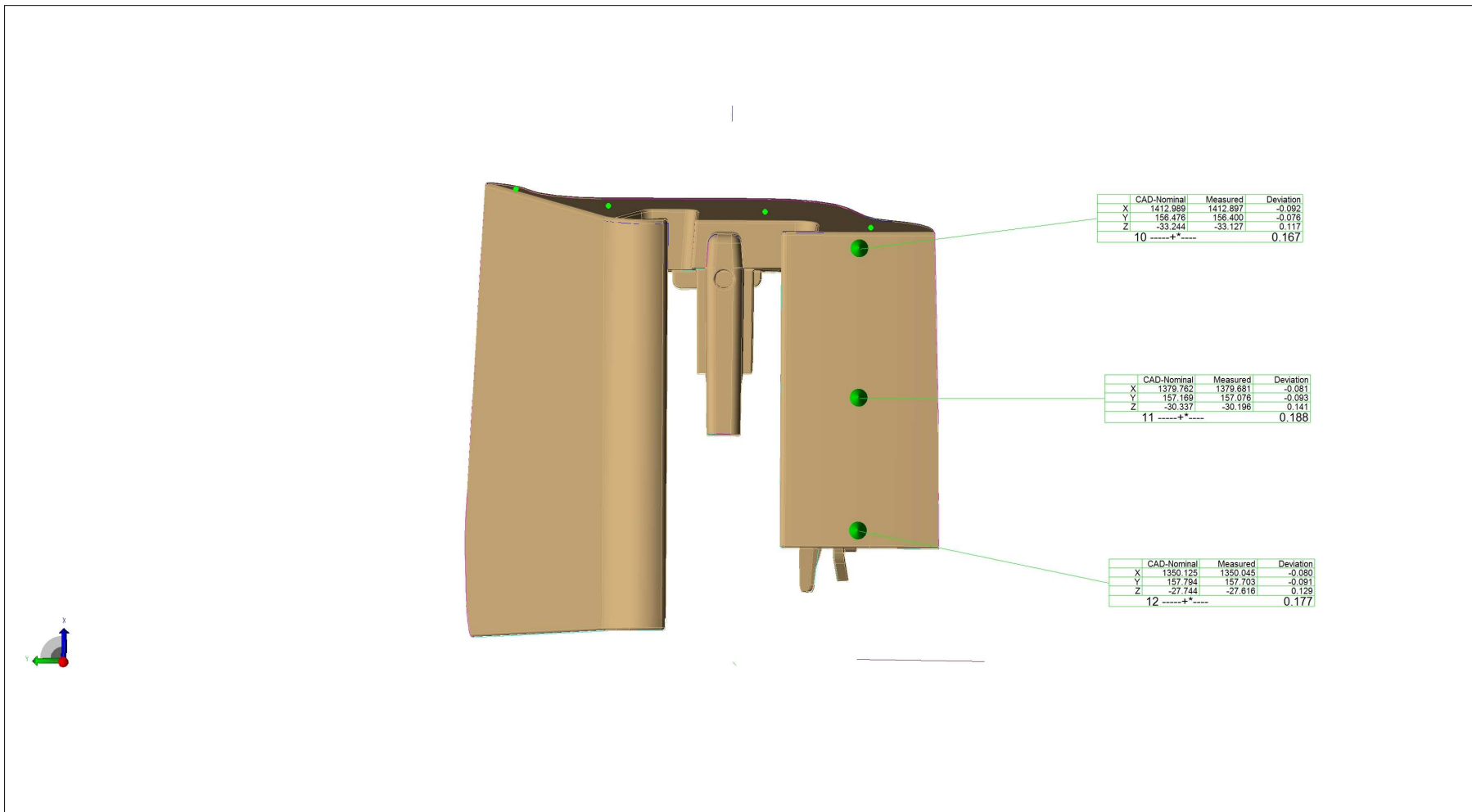


Příloha 5



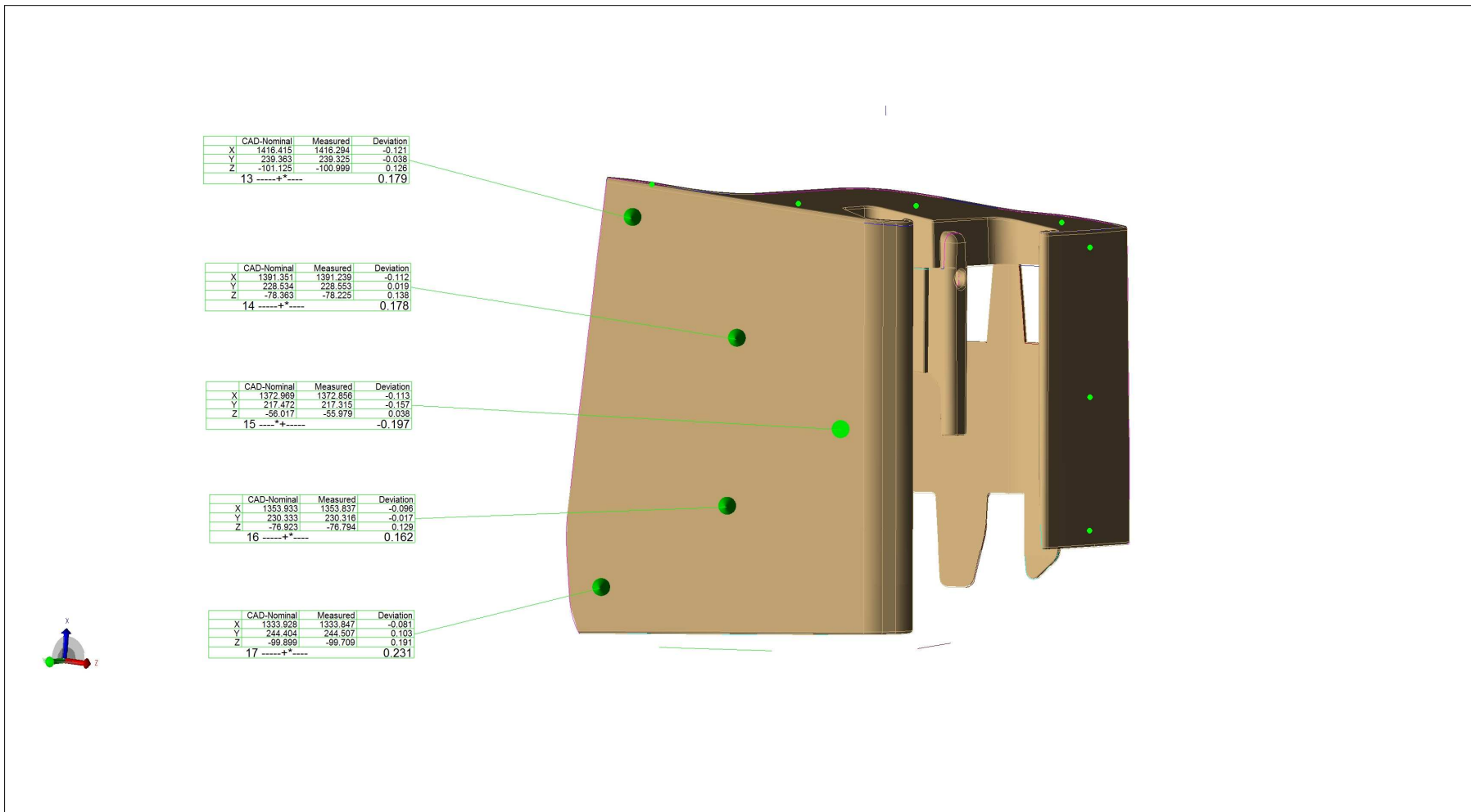
MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 5/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 5/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



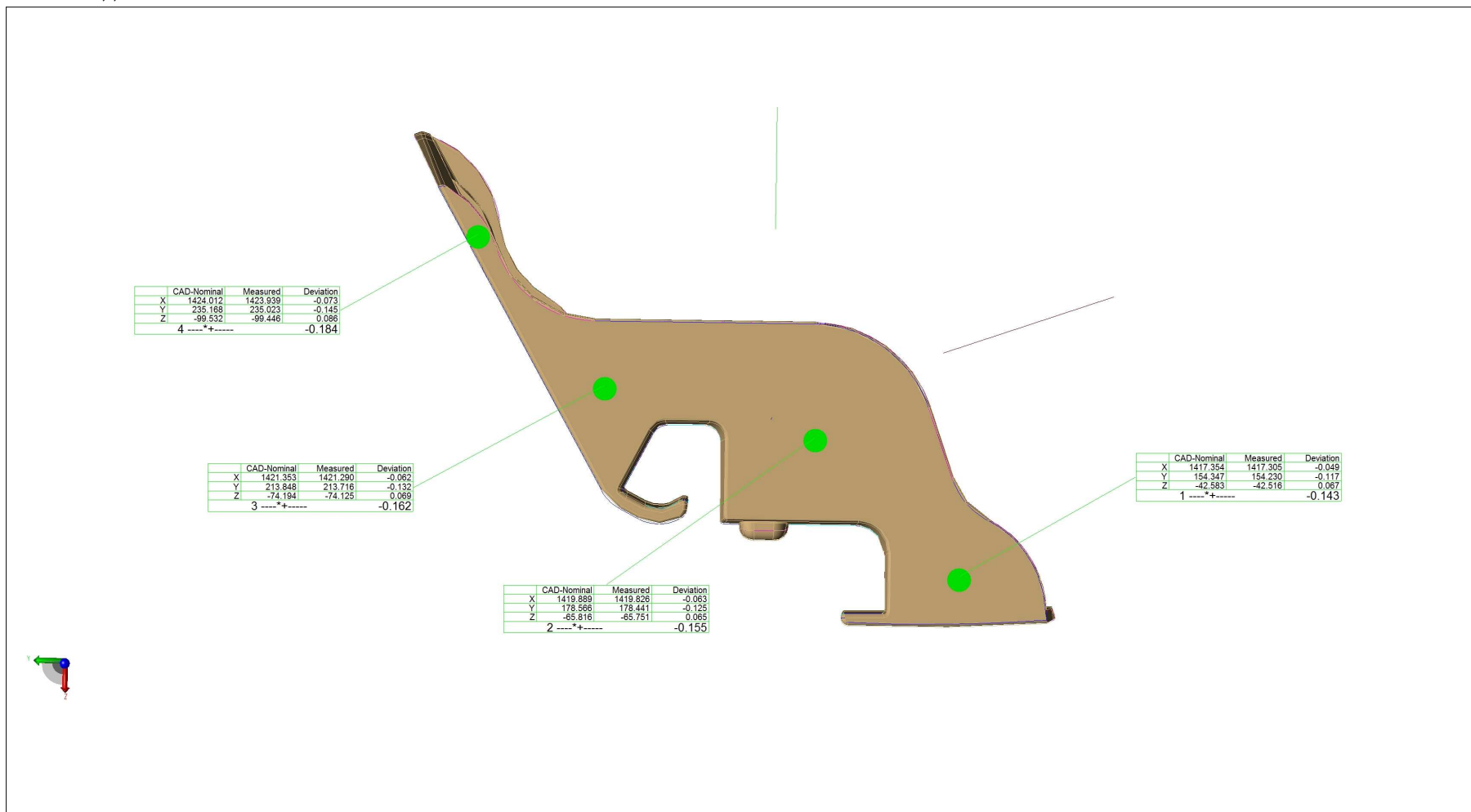
Příloha 6

Příloha 6



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 6/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

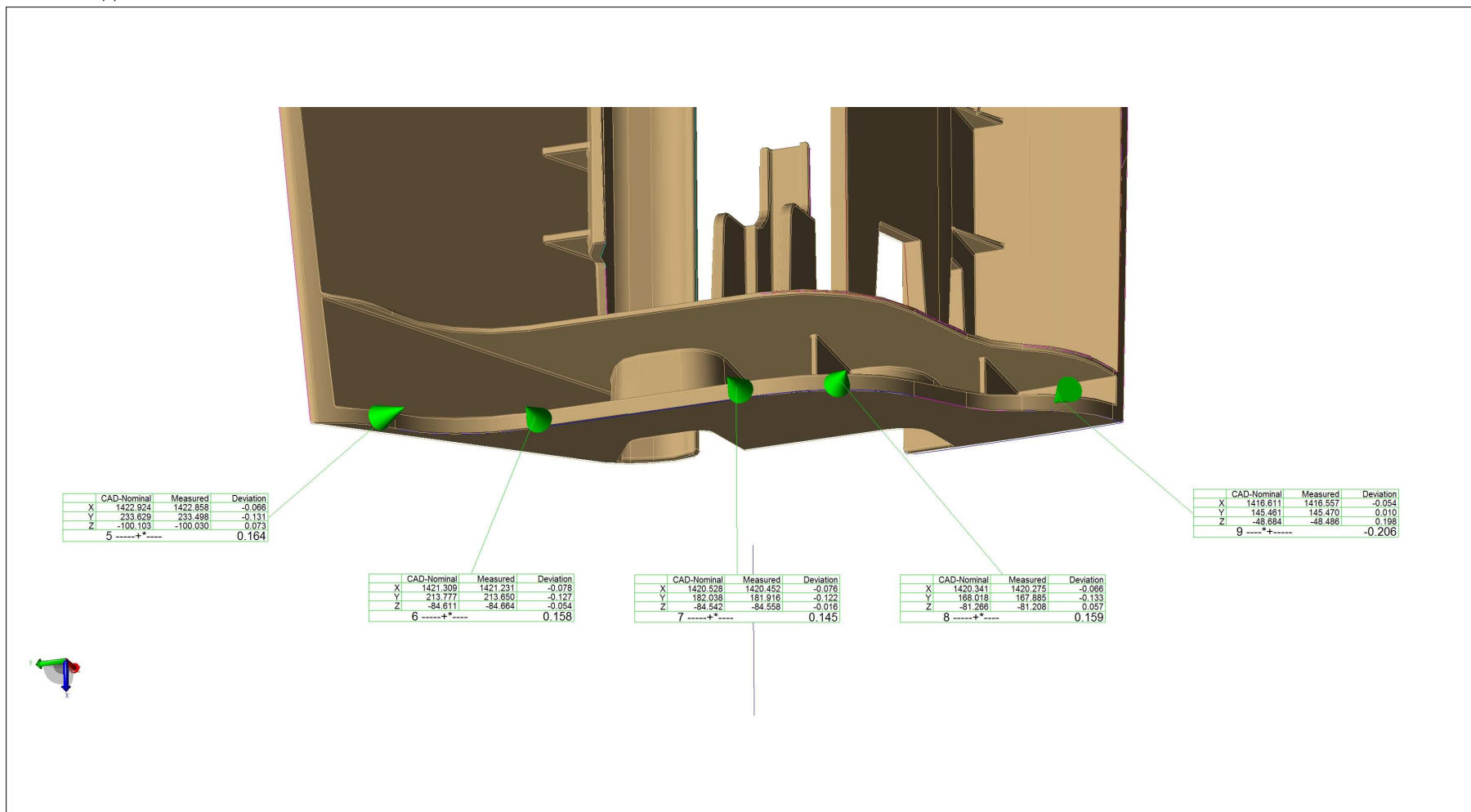


Příloha 6



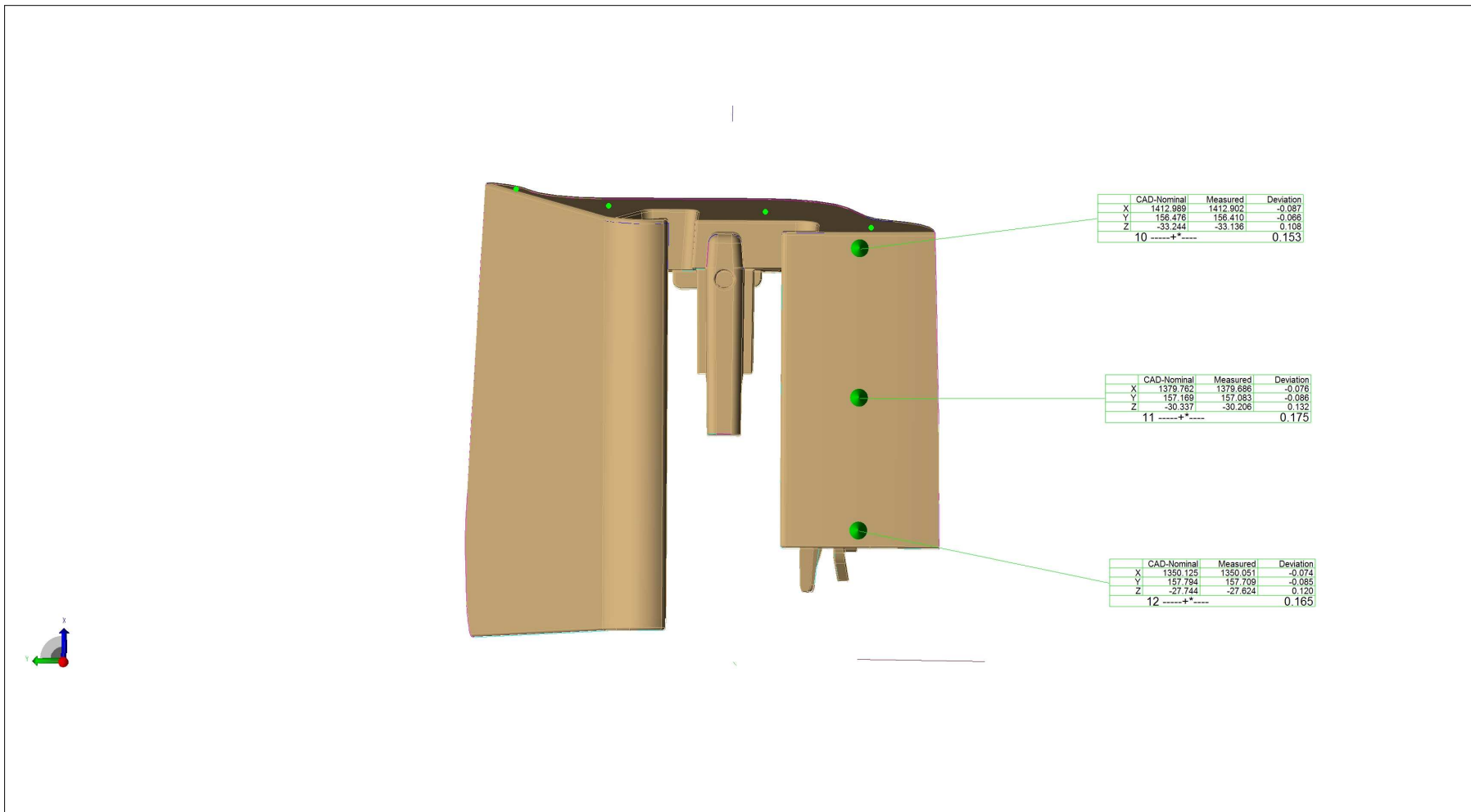
MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 6/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 6/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

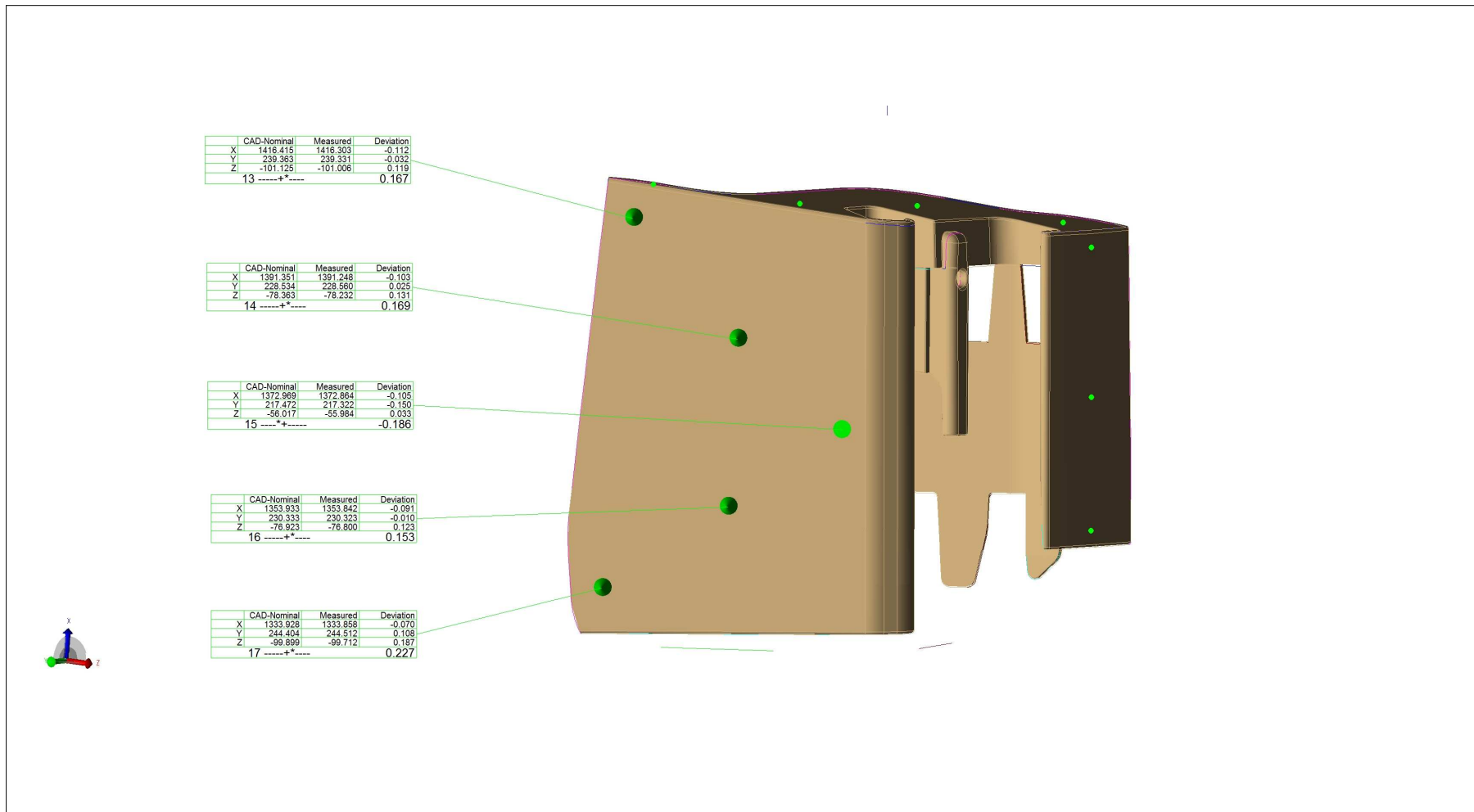


Příloha 6



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 6/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



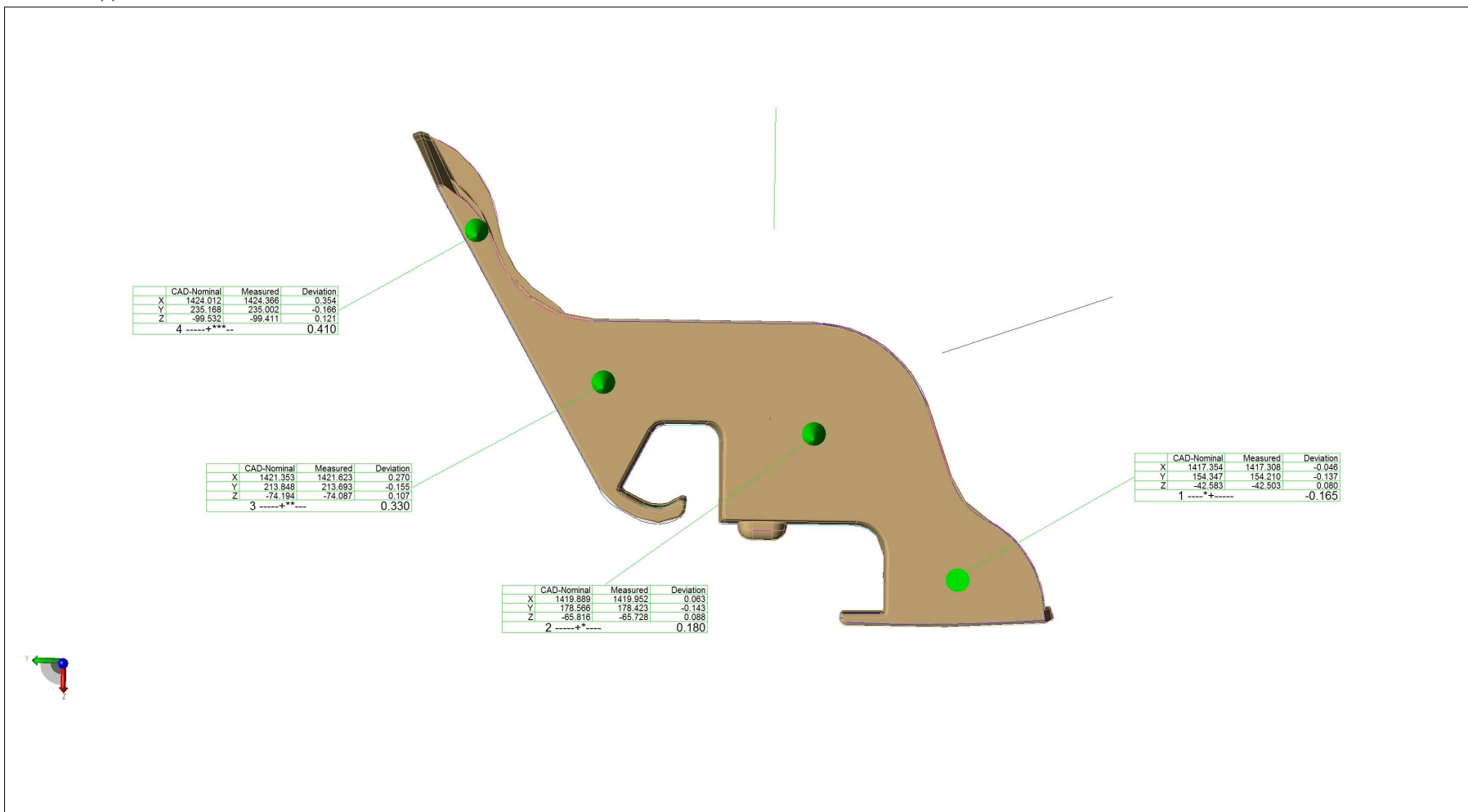
Příloha 7

Příloha 7



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 7/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

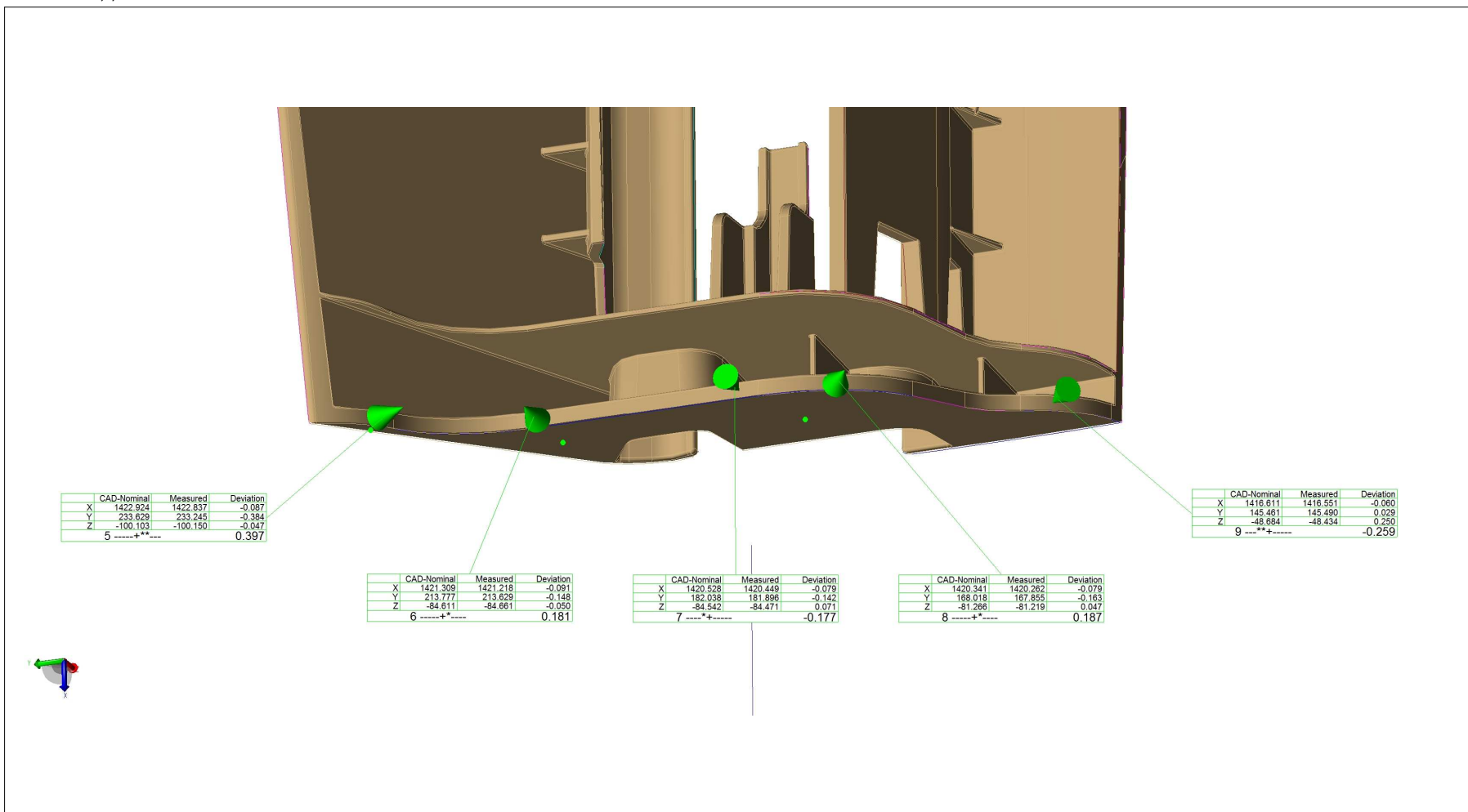


Príloha 7



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 7/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

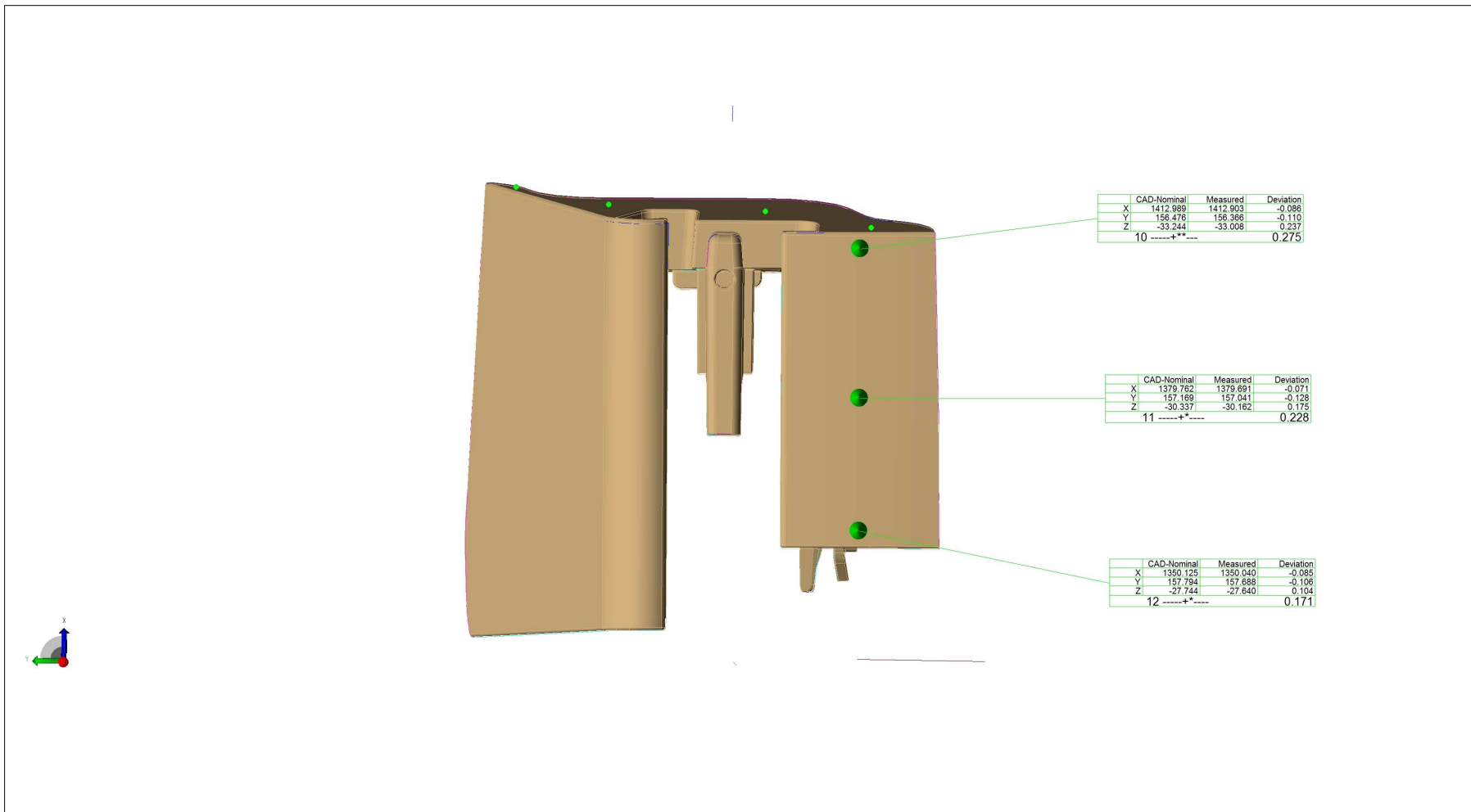


Příloha 7



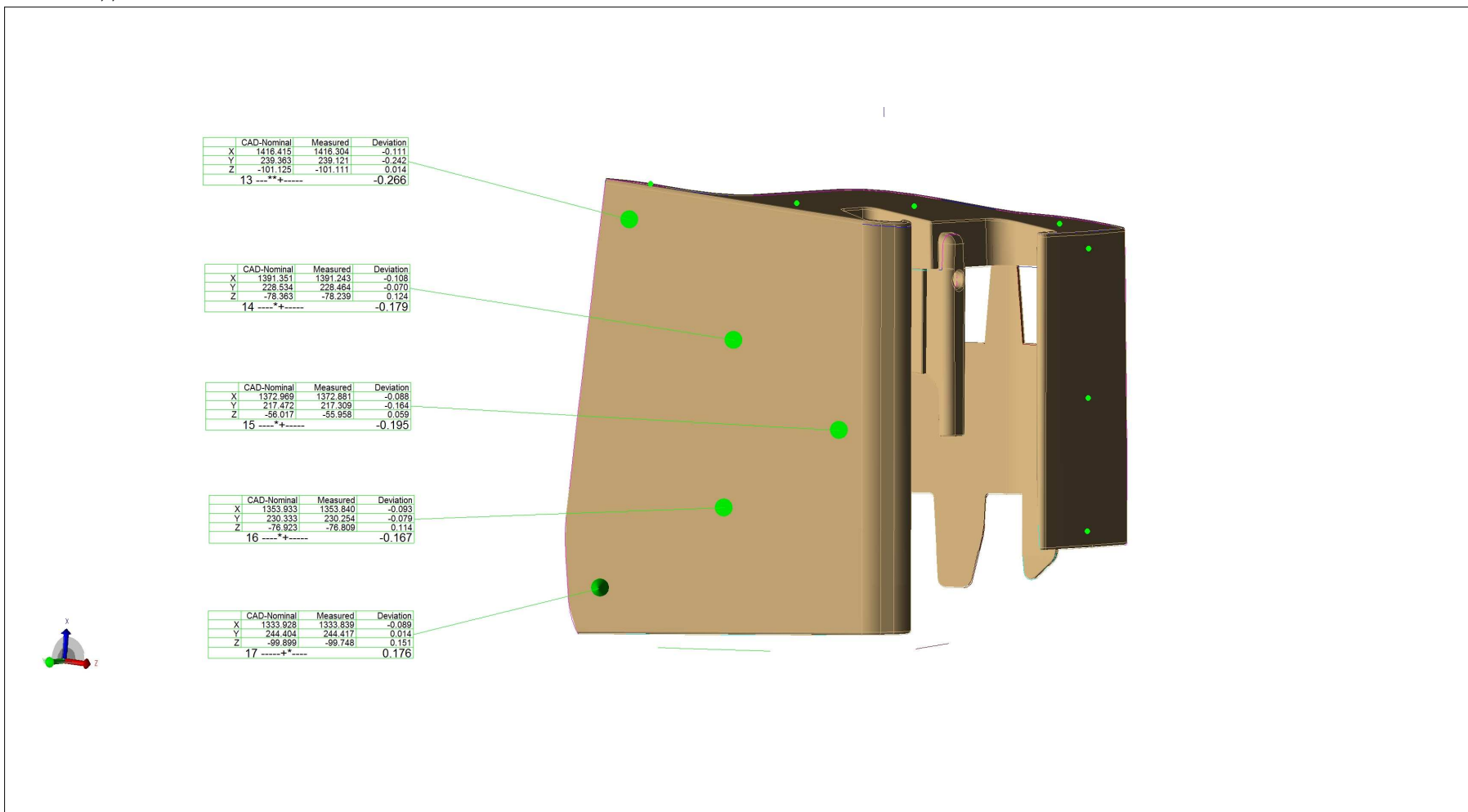
MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 7/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 7/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



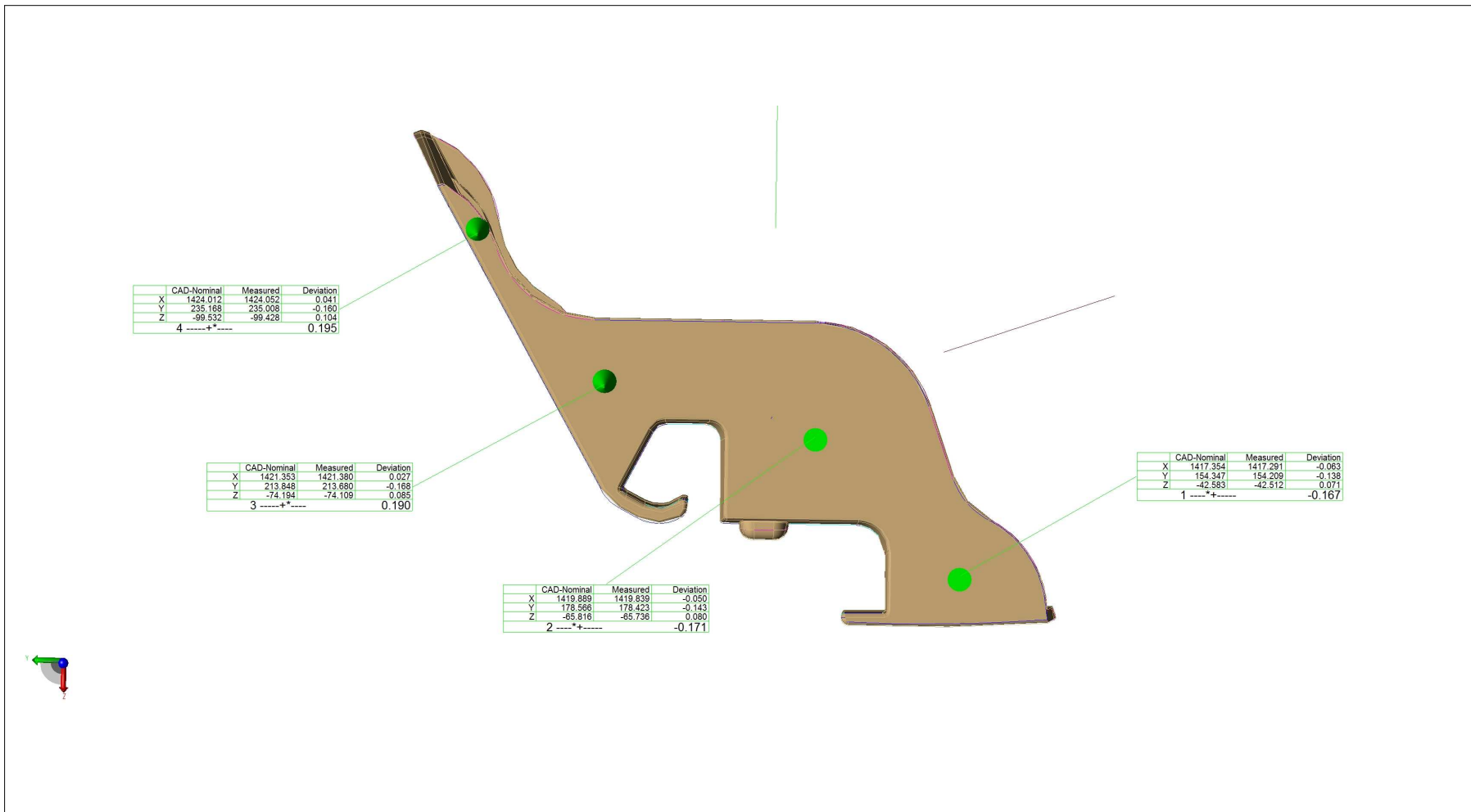
Příloha 8

Příloha 8



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 8/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

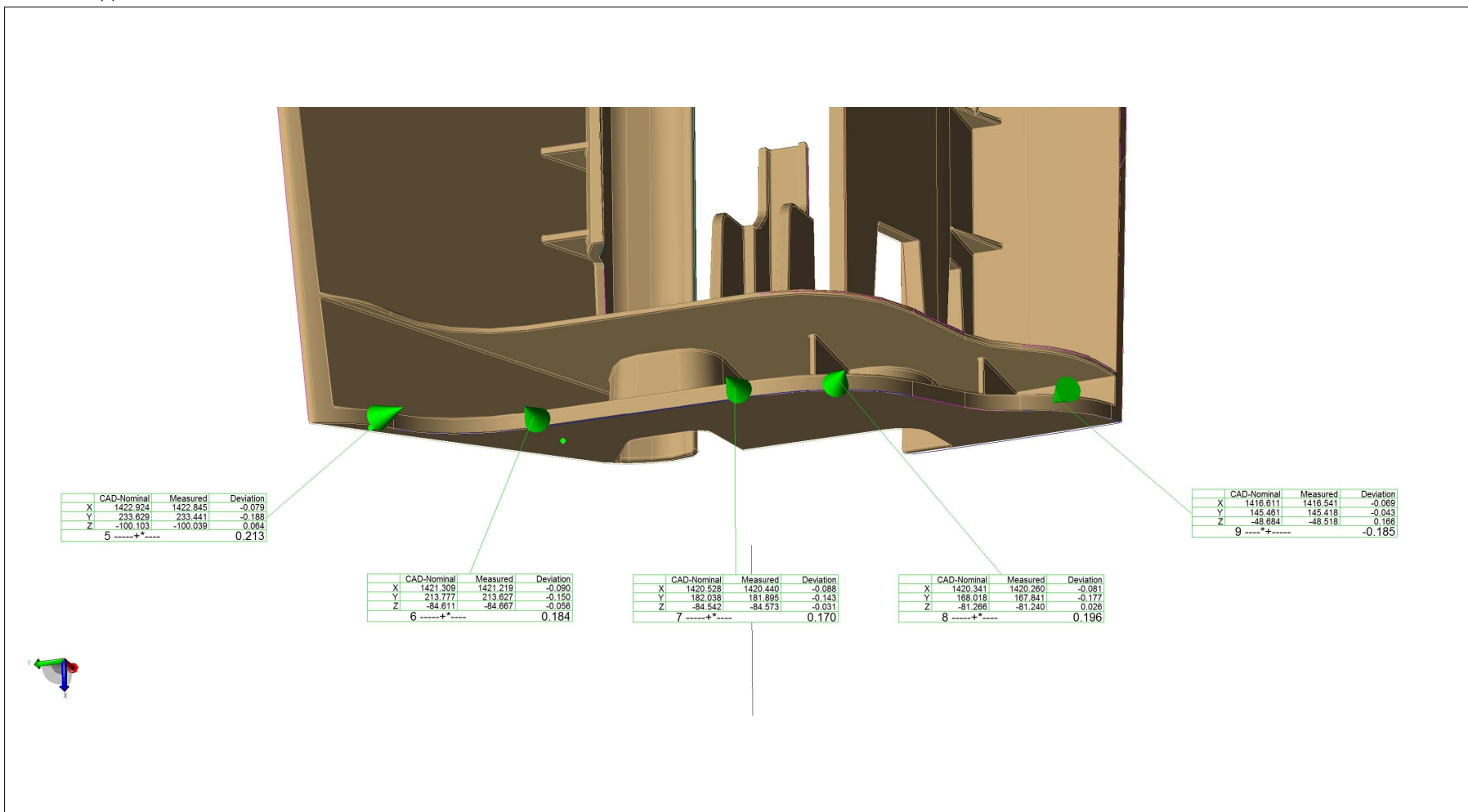


Příloha 8



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 8/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

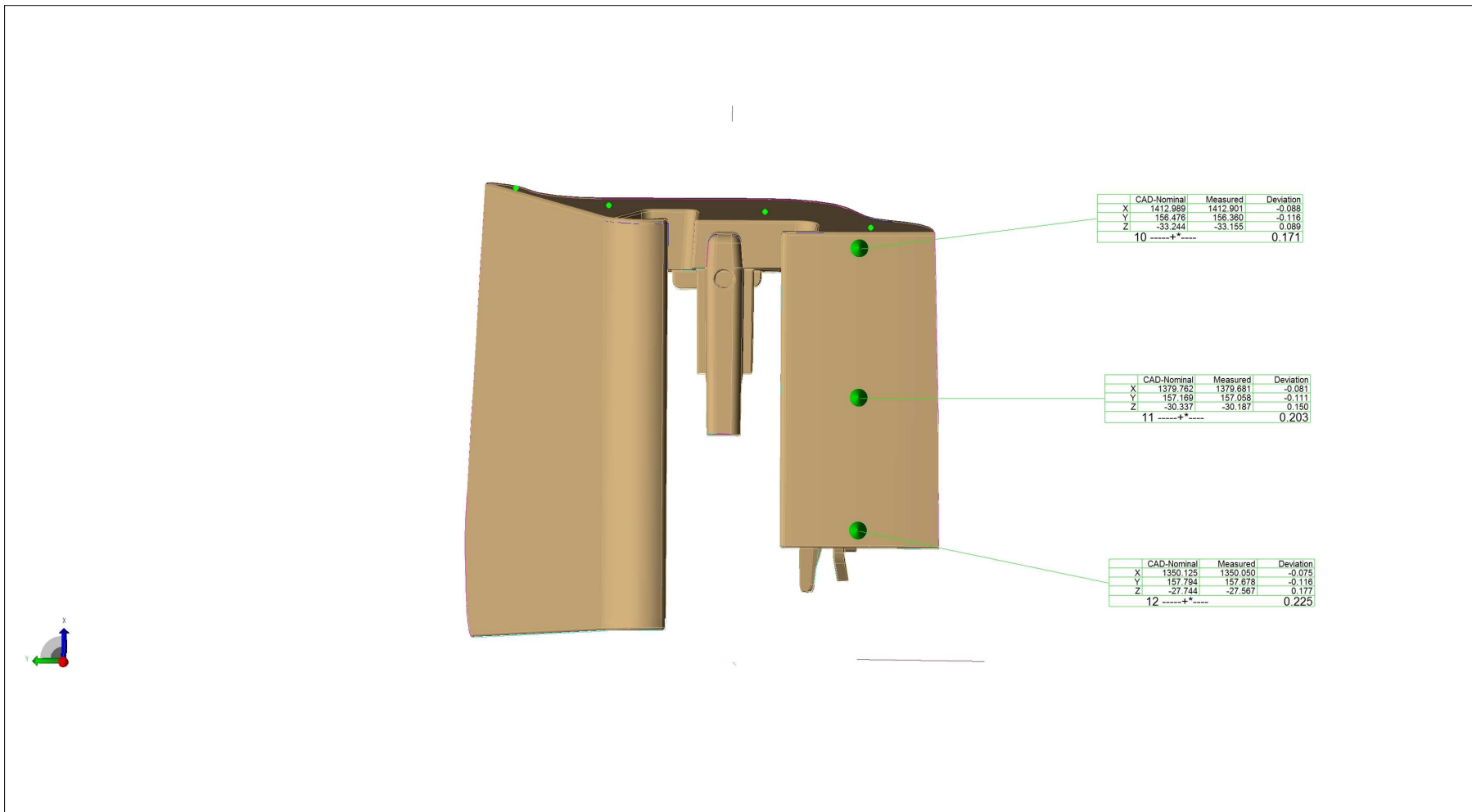


Příloha 8



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 8/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

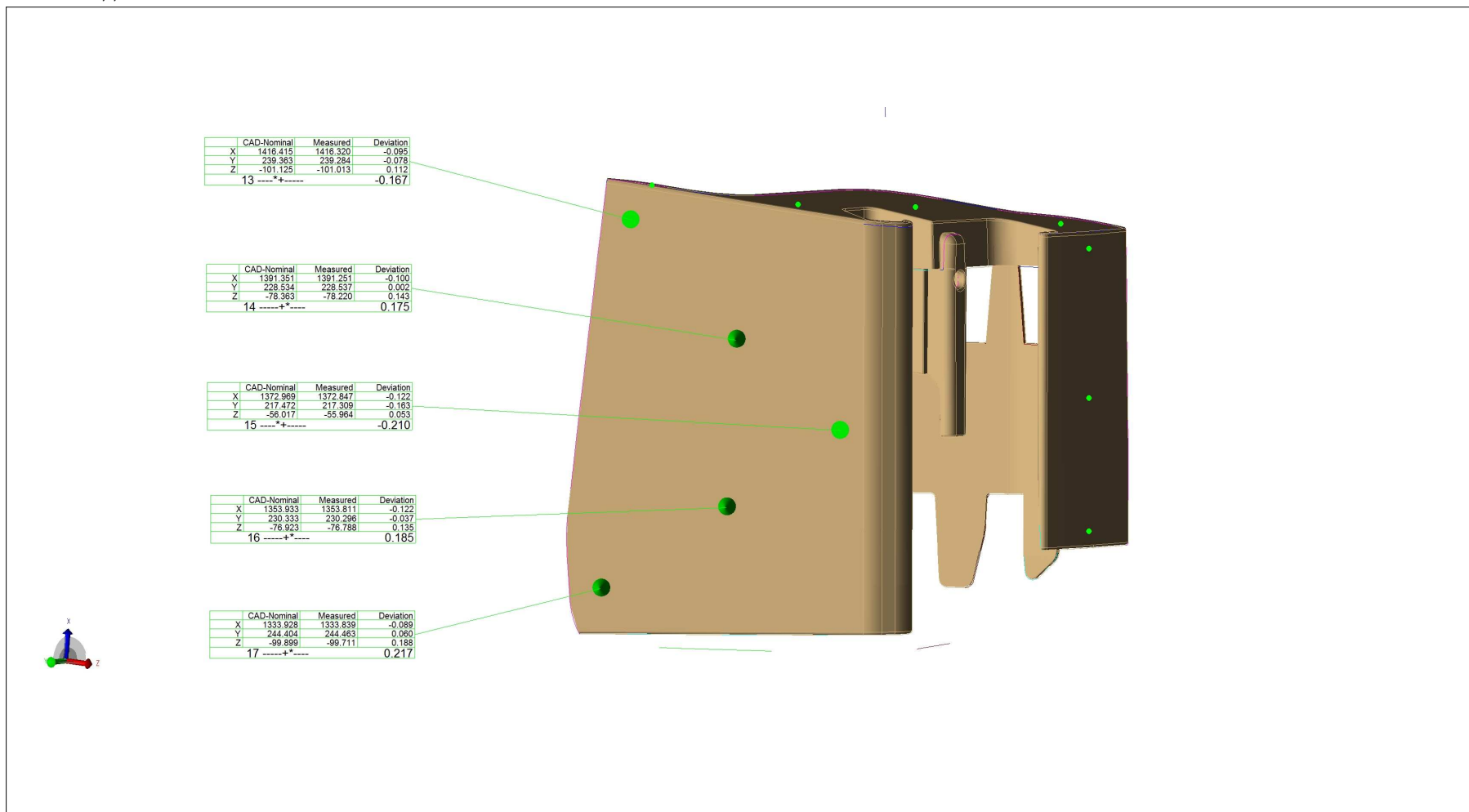


Příloha 8



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 8/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



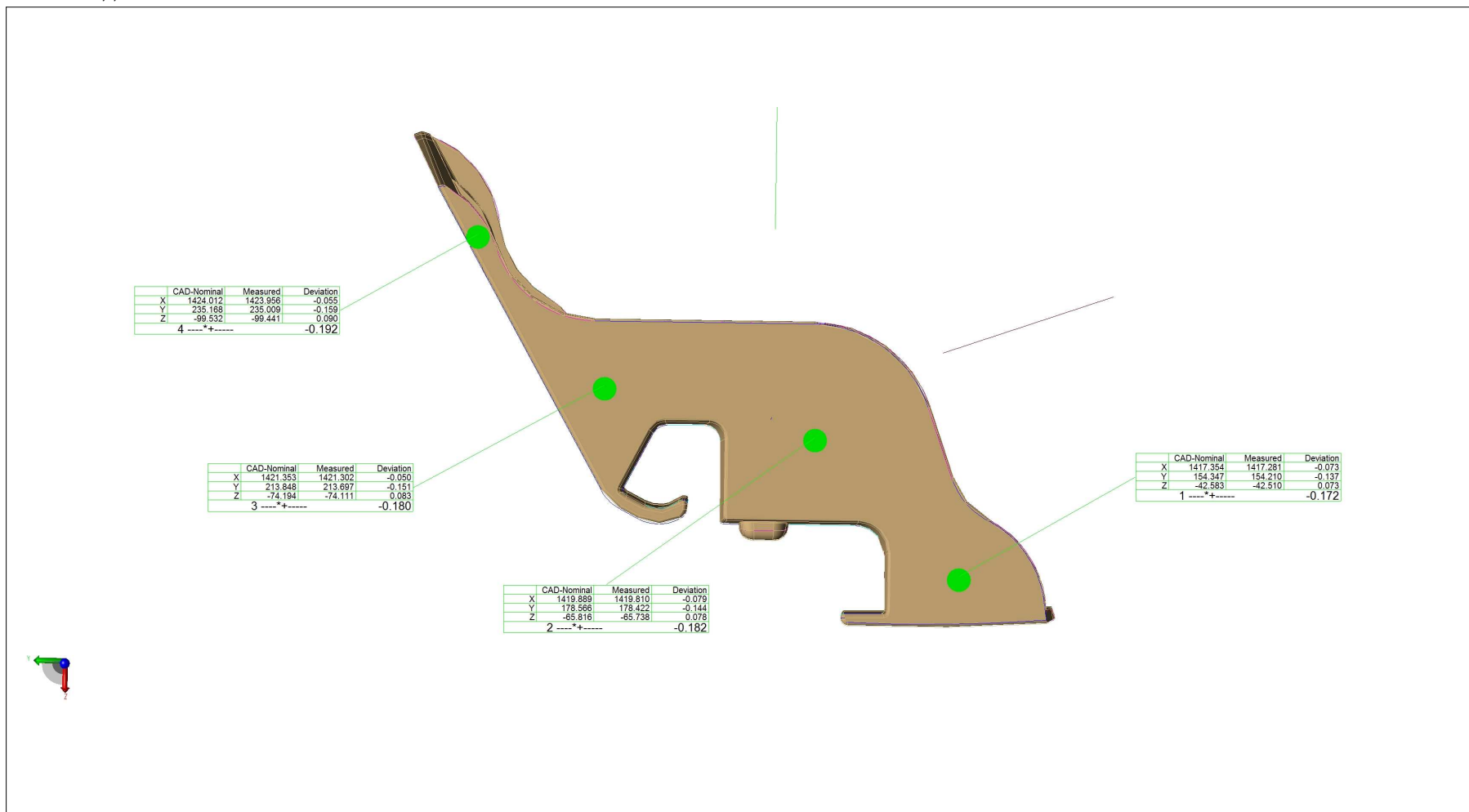
Příloha 9

Příloha 9



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 9/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

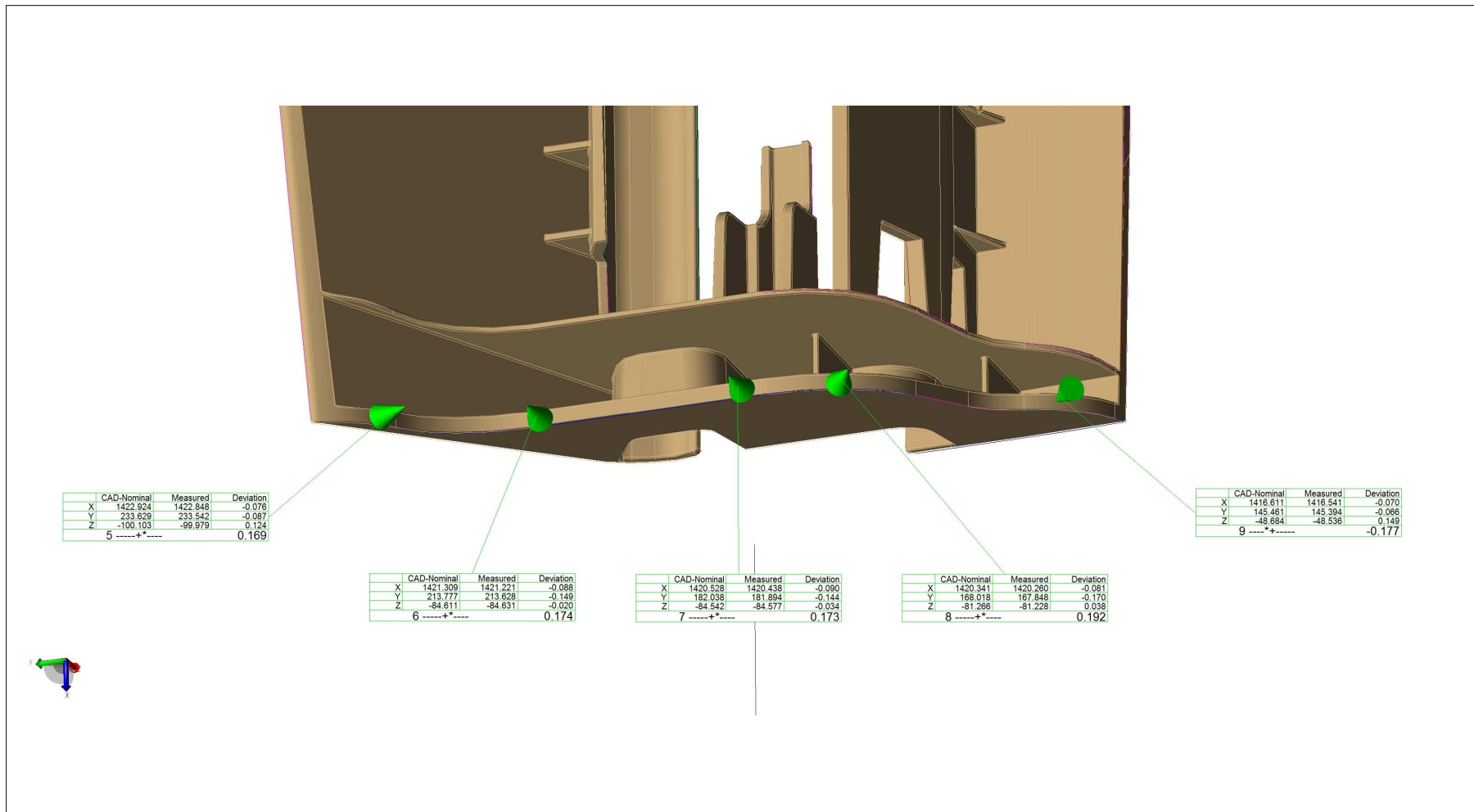
Pos. 1001, ,



Příloha 9

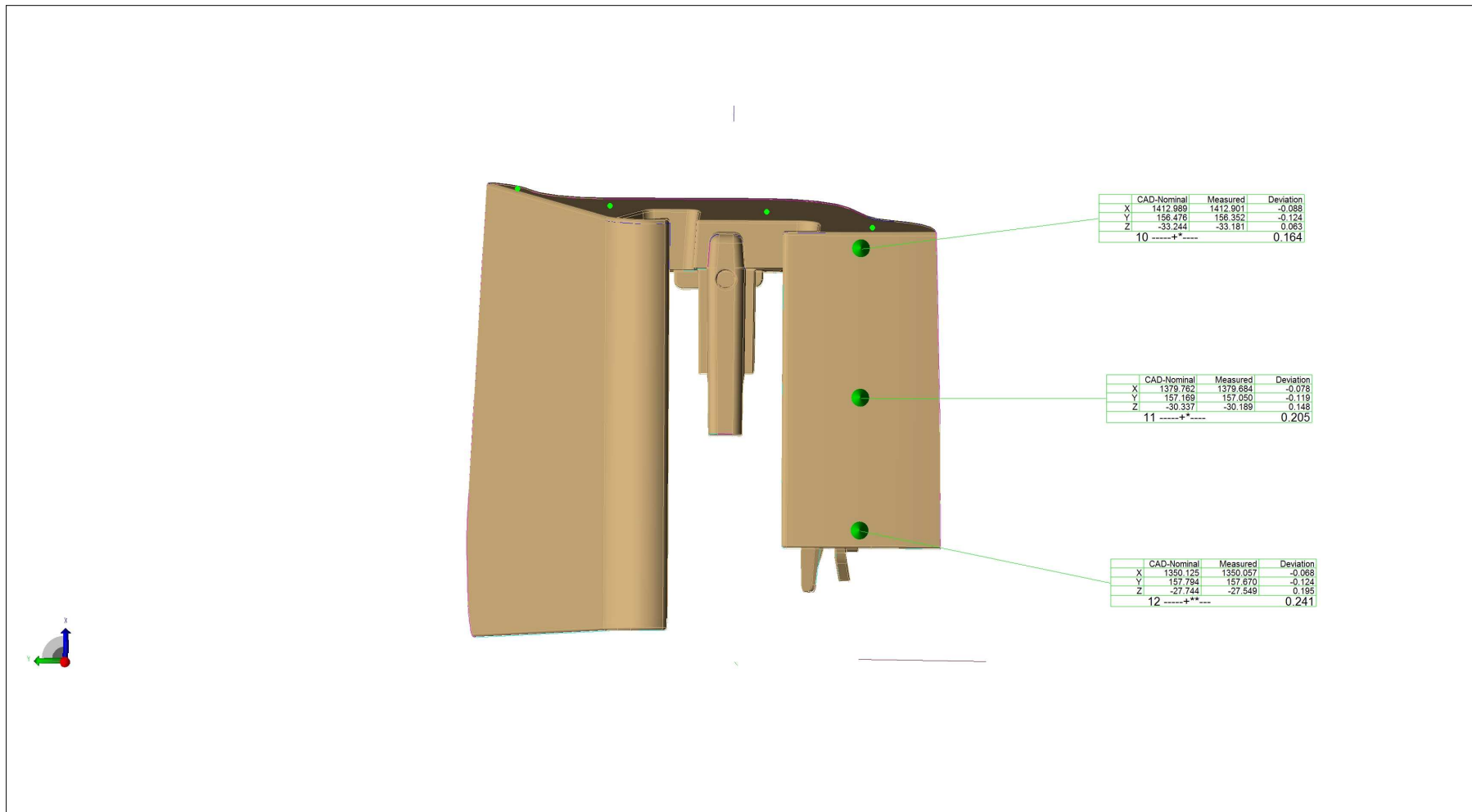
MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 9/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



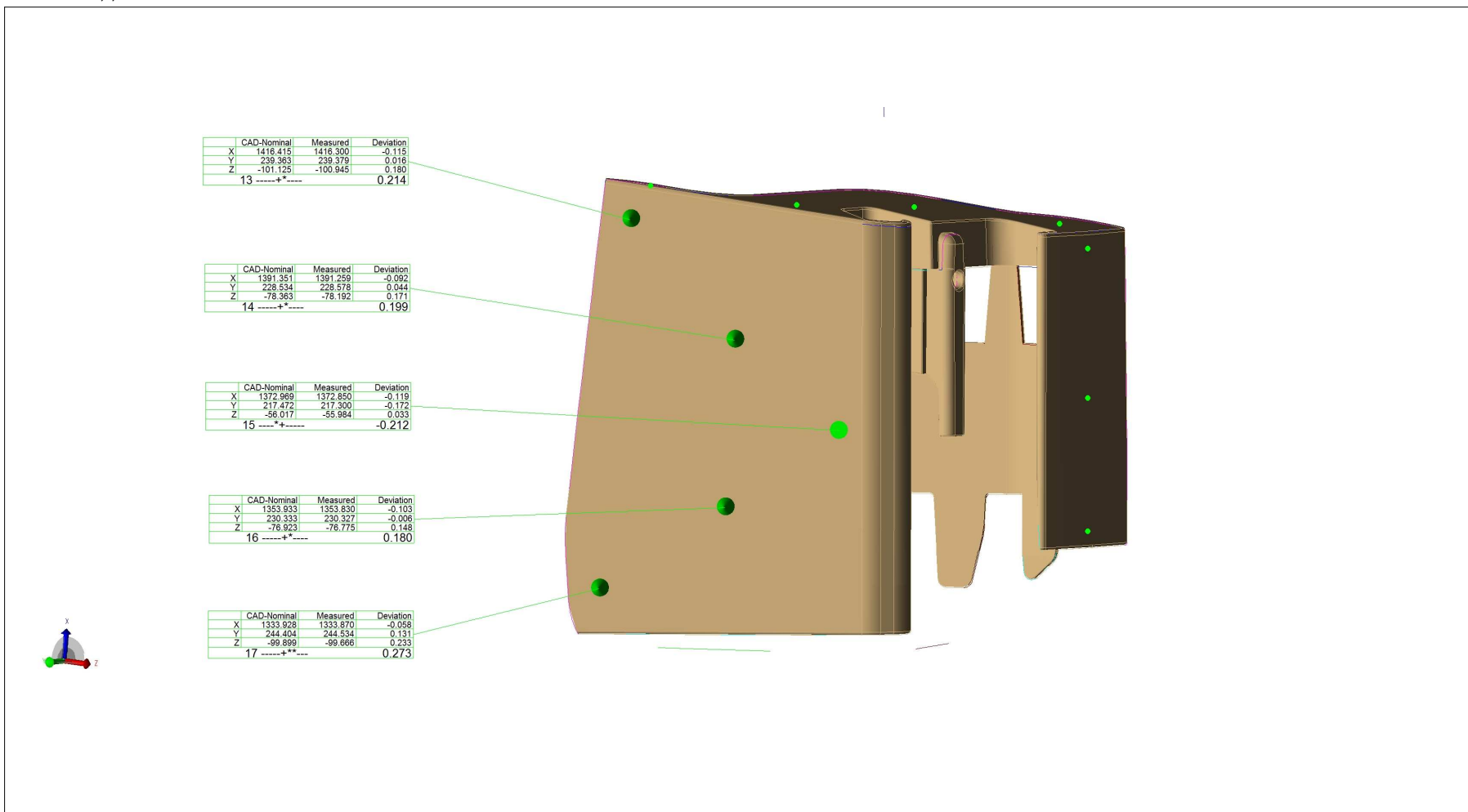
MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 9/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 9/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



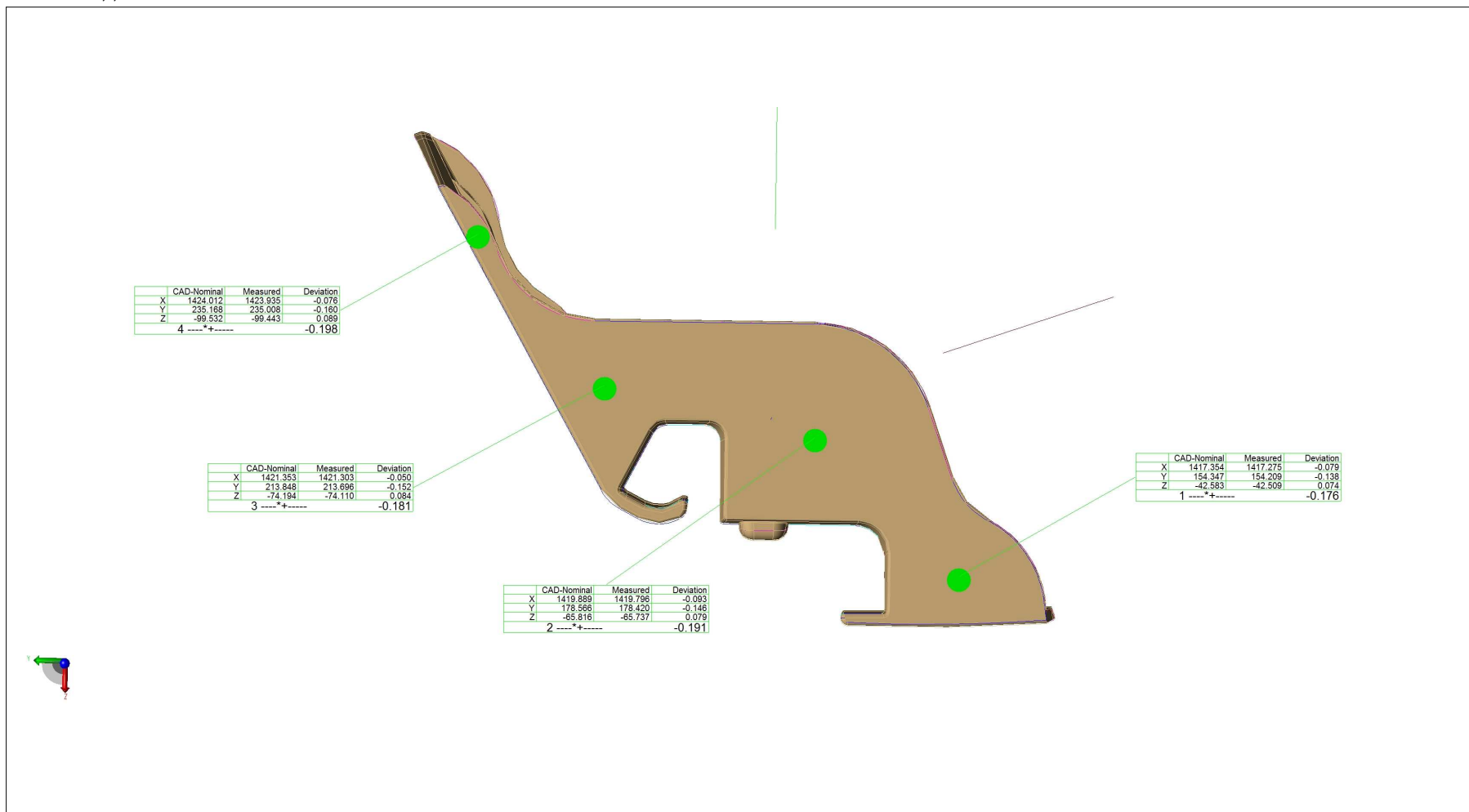
Příloha 10

Příloha 10



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 10/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

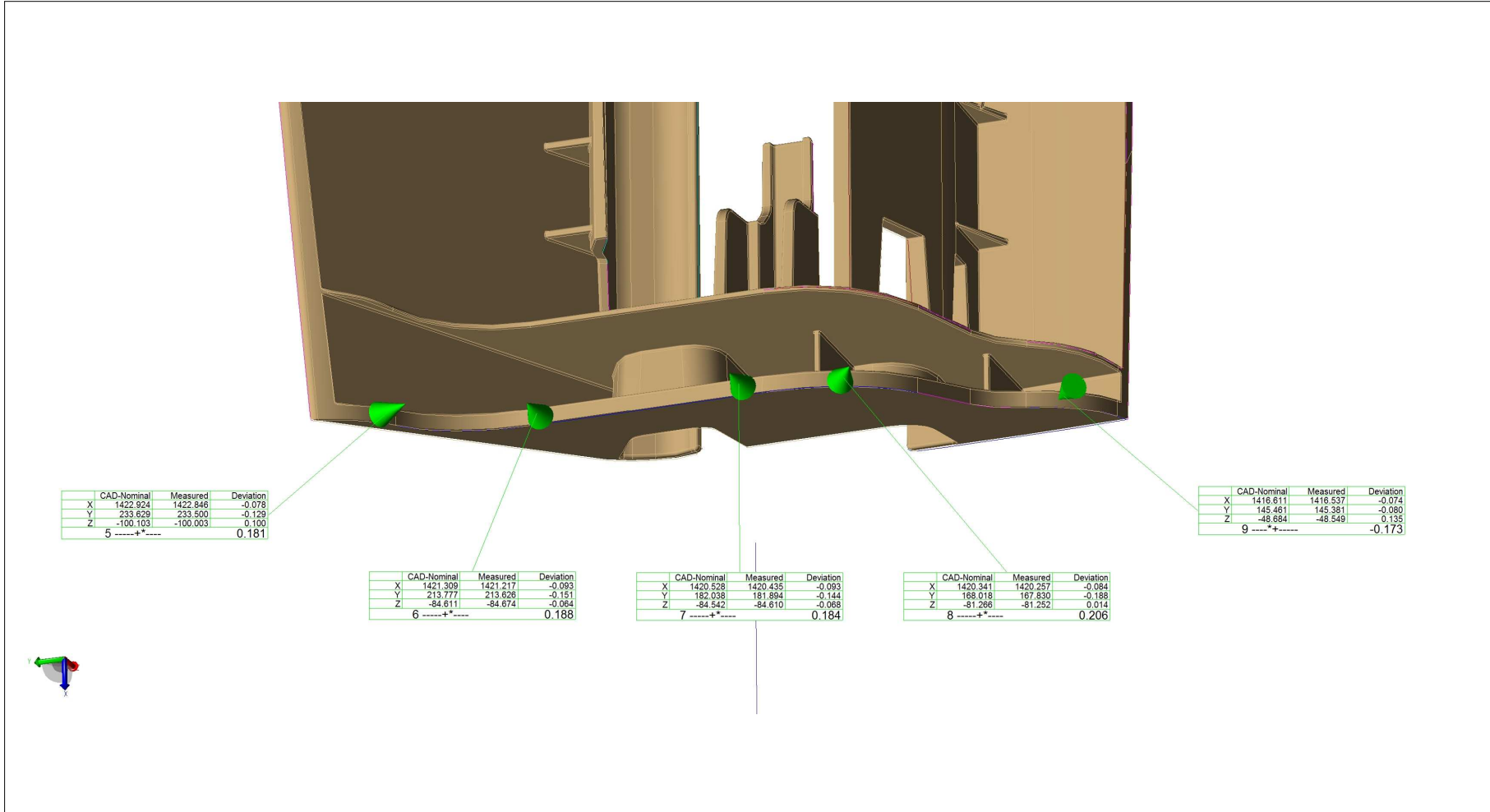


Příloha 10



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 10/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

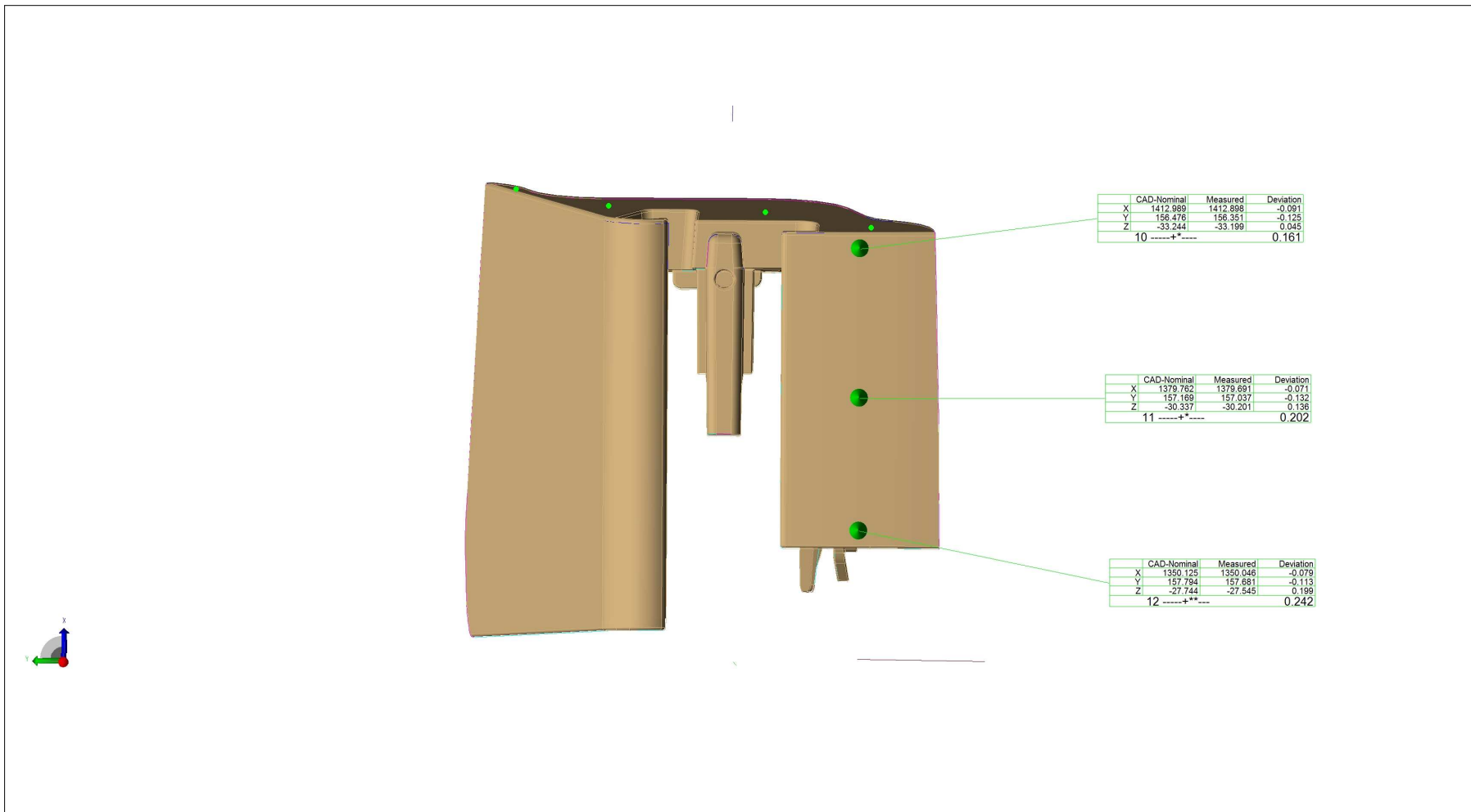


Příloha 10



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 10/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,

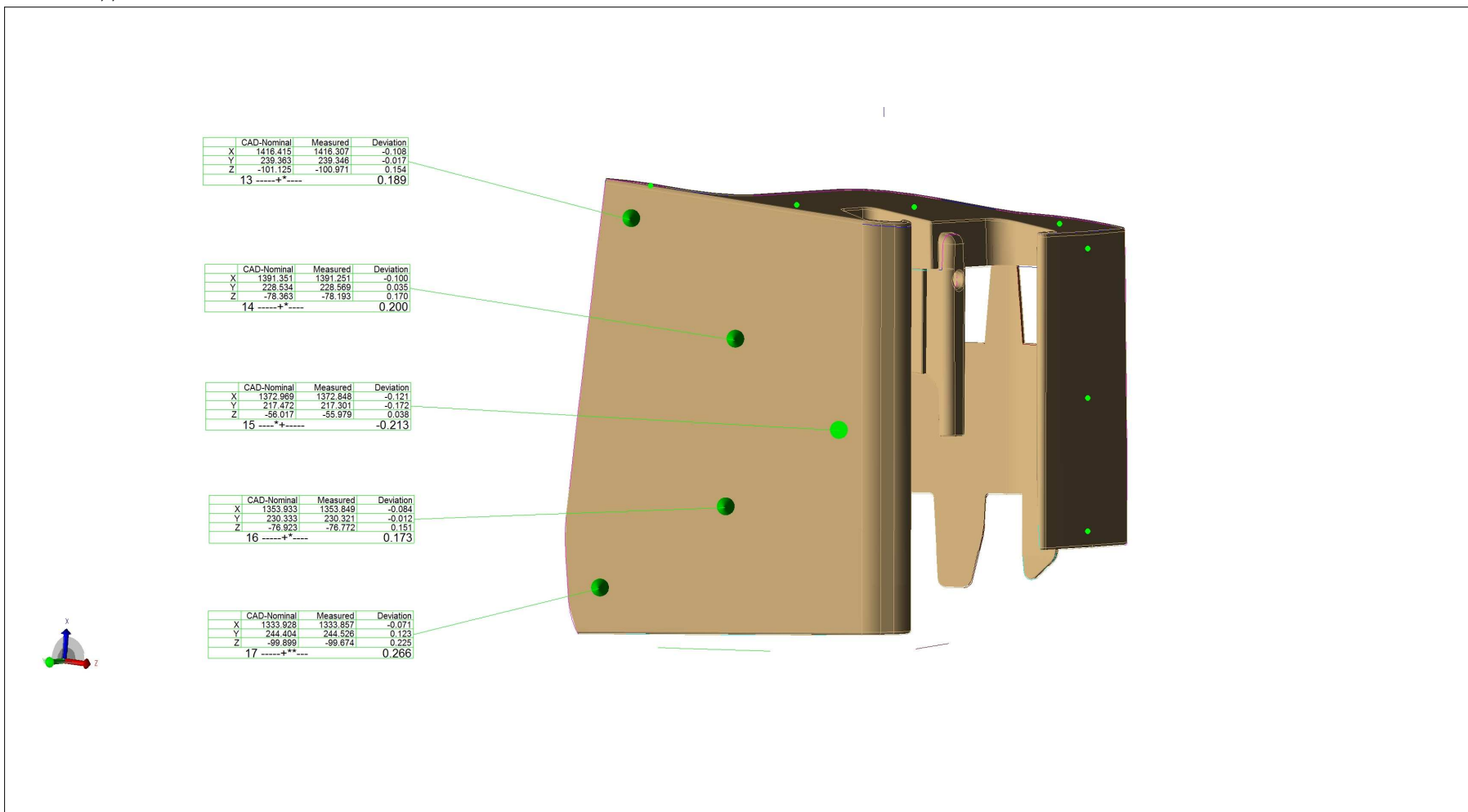


Příloha 10



MT-CZ / DE Part No. :	Muster/Cavity : 10/L
Part Name :	Date : 03.04.2017
Customer's Part No. :	Meas. Technician : Tomáš Novotný
Drawing No. :	Note : Pos.1001

Pos. 1001, ,



Příloha 11

Zákazník: **Müller-Technik CZ s.r.o.**

Přístroj: **CRYSTA-Apex S9168**

Sériové číslo:

KONTROLNÍ SEZNAM PRO INSTALACI SOUŘADNICOVÉHO MĚŘICÍHO STROJE

Vážený zákazníku,

před vyplněním tohoto kontrolního seznamu pro instalaci SMS, Vás žádáme o pečlivé přečtení údajů o instalaci.

Poznámka: ZÁKAZNÍK MUSÍ ZAJISTIT VHODNÝ VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK A KVALIFIKOVANÉHO ŘIDIČE

	Ano	Ne
1. Instalační prostor je zřejmý	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Paletový vozík je k dispozici	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Instalační cesta je zřejmá	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Instalační cesta je bez schodů	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Instalační cesta je bez ramp	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Instalace je v přízemí	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Přívod vzduchu neobsahuje olej	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Přívod vzduchu neobsahuje vlhkost	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Přívod energie je 230V ± 10%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Umístění stroje je bez vibrací	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Instalace SMS v laboratorním prostředí	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Instalace SMS ve výrobním prostředí	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13. Specifikace rozložení zatížení je dostačující	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Min. šířka omezení podél cesty instalace	<input type="text" value="2000 mm"/>	
15. Min. výška omezení podél cesty instalace	<input type="text" value="3640 mm"/>	
16. Výška stropu v místě instalace	<input type="text" value="3640 mm"/>	
17. Tlak vzduchu v potrubí	<input type="text" value="min. 0,65 MPa"/>	
18. Okolní teplota v místě instalace	<input type="text" value="nyní dle haly, bude 21 - 22 °C"/>	
19. Předběžné datum instalace	<input type="text" value="vykládka 20.5.2015, KW 22"/>	
20. Upřednostňované datum instalace	<input type="text" value="26. - 28.5.2015"/>	

Potvrzuji, že zajistíme vhodný vysokozdvižný vozík a kvalifikovaného řidiče v den instalace.

Jméno, příjmení a podpis: Ivo Tábořík



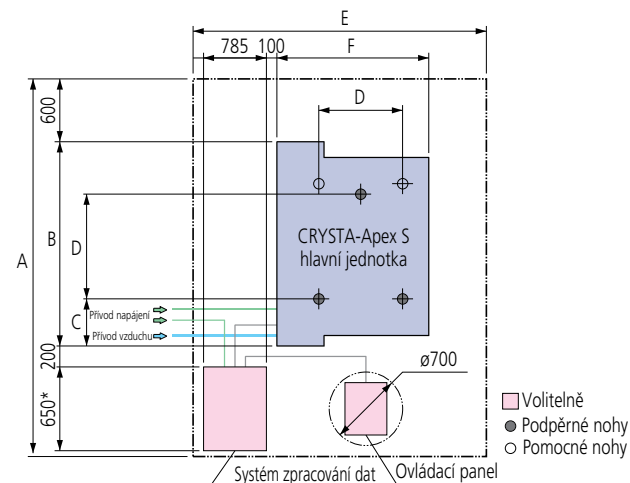
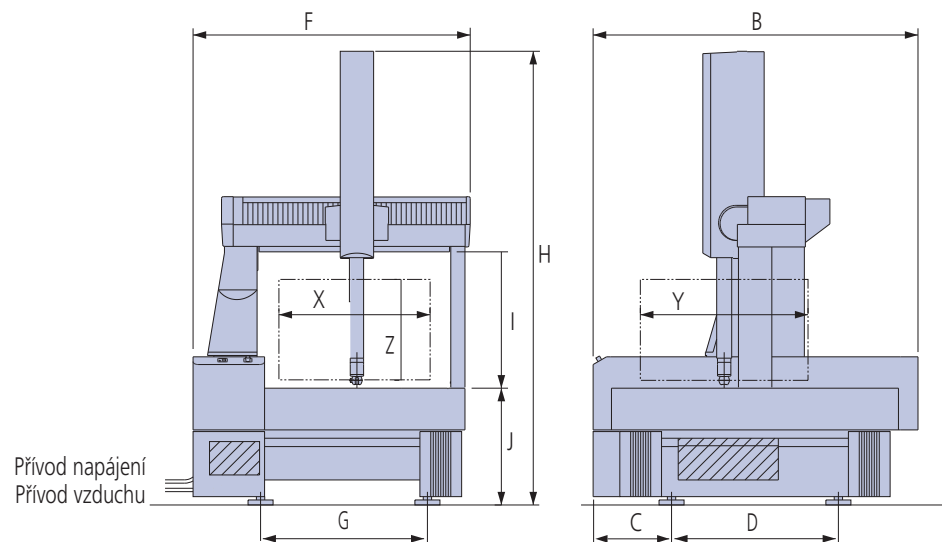
Datum:

14. 05. 2015

Jakékoli připomínky nebo předpokládané problémové oblasti:

Rozměry

Označení	Crysta-Apex S		Crysta-Apex S		Crysta-Apex S		Crysta-Apex S		Crysta-Apex S					
	544	574	776	7106	9106 (Z600)	9108 (Z800)	9166 (Z600)	9168 (Z800)	9206 (Z600)	9208 (Z800)	121210	122010	123010	
Hmotnost (včetně ovládacího zařízení a instalační plošiny)	515 kg	625 kg	1675 kg	1951 kg	2231 kg (Z=600 mm)	2261 kg (Z=800 mm)	2868 kg (Z=600 mm)	2898 kg (Z=800 mm)	3912 kg (Z=600 mm)	3942 kg (Z=800 mm)	4050 kg	6150 kg	9110 kg	
Přívod vzduchu	Tlak	0,4 MPa		0,4 MPa		0,4 MPa						0,4 MPa		
	Spotřeba	50 L/min za norm. pod. (přívod vzduchu: 100 L/min)		60 L/min za norm. pod. (přívod vzduchu: 120 L/min)		60 L/min za norm. pod. (přívod vzduchu: 120 L/min)						100 L/min za norm. pod. (přívod vzduchu: 150 L/min)		
Rozměry (jednotky: mm)	A	3200	3500	3300	3600	3600	3600	4300	4700	4700	4155	4955	5955	
	B	1122	1458	1650	1950	1950	1950	2690	3090	3090	2545	3345	4345	
	C		173,5		420	470	470	700	800	800	420	725	920	
	D	713	1013	800	1000	1000	1000	1320	1500	1500	1700	1890	2500	
	E		2900		2900	2900	3200	3200	3200	3200	3830	3830	3830	
	F		1082		1470	1670	1670	1670	1670	1670		2200		
	G		722		800	1000	1000	1000	1000	1000		1345		
	H		2185		2730	2730	3130	2730	3130	2730	3130		3645	
	I		550		810	800	1000	800	1000	800	1000		1200	
	J		750		700	700	700	700	700	700		600		



* Při použití podložky pro myš: 850 mm
Při použití 2 monitorů je použit jednoúčelový držák: 1,0 mm

Jednotky: mm

Příloha 12

Admin	3.4.2017 14:27
-------	----------------

1	Změna sestavy doteku	Číslo sestavy doteku = 7
2	Změna doteku	1
3	Vyvolat souřad. sys.	151
4	CNC parametry a CNC zap.	Přejezdová rychlost = 200.0000 Rychlost měření = 2.0000 Bezpečnostní vzdálenost = 3.0000
5	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1795.0000 Y = 885.0000 Z = 215.0000
6	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1795.0000 Y = 150.0196 Z = -36.4375
7	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1462.6473 Y = 150.5284 Z = -36.3125
8	Bod	Bod (1) Kompenzační bod
9	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1417.3543 Y = 154.3470 Z = -42.5830 Úhel X = 174:51:39 Úhel Y = 88:49:08 Úhel Z = 95:00:04
10	Element hotov	
11	Tolerance Poloha	Element = Bod (1) Šířka tolerance = 0.8000
12	Bod	Bod (2) Kompenzační bod
13	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1419.8891 Y = 178.5660 Z = -65.8160 Úhel X = 174:51:39 Úhel Y = 88:49:08 Úhel Z = 95:00:04
14	Element hotov	
15	Tolerance Poloha	Element = Bod (2) Šířka tolerance = 0.8000
16	Bod	Bod (3) Kompenzační bod
17	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1421.3526 Y = 213.8480 Z = -74.1940 Úhel X = 174:51:39 Úhel Y = 88:49:08 Úhel Z = 95:00:04
18	Element hotov	
19	Tolerance Poloha	Element = Bod (3) Šířka tolerance = 0.8000
20	Bod	Bod (4) Kompenzační bod
21	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1424.0115 Y = 235.1680 Z = -99.5320 Úhel X = 174:51:39 Úhel Y = 88:49:08 Úhel Z = 95:00:04
22	Element hotov	
23	Tolerance Poloha	Element = Bod (4) Šířka tolerance = 0.8000
24	Layout pro protokol (3D-TOL)	Layout 399

		Admin	3.4.2017 14:27
25	Bod	Bod (5) Kompenzační bod	
26	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1432.7772 Y = 235.0786 Z = -99.1849	
27	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1432.7689 Y = 230.1335 Z = -102.0730	
28	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1422.9240 Y = 233.6289 Z = -100.1031 Úhel X = 88:09:29 Úhel Y = 29:30:56 Úhel Z = 60:33:13	
29	Element hotov		
30	Tolerance Poloha	Element = Bod (5) Šířka tolerance = 0.8000	
31	Bod	Bod (6) Kompenzační bod	
32	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1421.3090 Y = 213.7770 Z = -84.6107 Úhel X = 85:00:00 Úhel Y = 90:00:00 Úhel Z = 5:00:00	
33	Element hotov		
34	Tolerance Poloha	Element = Bod (6) Šířka tolerance = 0.8000	
35	Bod	Bod (7) Kompenzační bod	
36	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1420.5280 Y = 182.0380 Z = -84.5424 Úhel X = 85:00:00 Úhel Y = 90:00:00 Úhel Z = 5:00:00	
37	Element hotov		
38	Tolerance Poloha	Element = Bod (7) Šířka tolerance = 0.8000	
39	Bod	Bod (8) Kompenzační bod	
40	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1428.8611 Y = 182.0254 Z = -88.5305	
41	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1428.8388 Y = 165.8442 Z = -84.6219	
42	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1420.3410 Y = 168.0177 Z = -81.2655 Úhel X = 85:47:38 Úhel Y = 57:18:15 Úhel Z = 33:02:02	
43	Element hotov		
44	Tolerance Poloha	Element = Bod (8) Šířka tolerance = 0.8000	
45	Bod	Bod (9) Kompenzační bod	
46	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1428.4235 Y = 165.8453 Z = -84.6214	
47	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1428.4015 Y = 142.7118 Z = -51.5998	

Admin	3.4.2017 14:27
-------	----------------

48	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1416.6110 Y = 145.4607 Z = -48.6843 Úhel X = 86:23:29 Úhel Y = 46:55:58 Úhel Z = 43:17:41
49	Element hotov	
50	Tolerance Poloha	Element = Bod (9) Šířka tolerance = 0.8000
51	Layout pro protokol (3D-TOL)	Layout 400
52	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1539.9888 Y = 136.0027 Z = -56.8923
53	Změna doteku	18
54	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1733.4397 Y = 111.7782 Z = 7.0025
55	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1412.3002 Y = 112.2477 Z = 7.1162
56	Bod	Bod (10) Kompenzační bod
57	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1412.9890 Y = 156.4760 Z = -33.2440 Úhel X = 94:58:08 Úhel Y = 88:35:01 Úhel Z = 174:49:56
58	Element hotov	
59	Tolerance Poloha	Element = Bod (10) Šířka tolerance = 0.8000
60	Bod	Bod (11) Kompenzační bod
61	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1379.7620 Y = 157.1690 Z = -30.3371 Úhel X = 94:58:08 Úhel Y = 88:34:57 Úhel Z = 174:49:55
62	Element hotov	
63	Tolerance Poloha	Element = Bod (11) Šířka tolerance = 0.8000
64	Bod	Bod (12) Kompenzační bod
65	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1350.1250 Y = 157.7940 Z = -27.7441 Úhel X = 94:58:08 Úhel Y = 88:34:59 Úhel Z = 174:49:55
66	Element hotov	
67	Tolerance Poloha	Element = Bod (12) Šířka tolerance = 0.8000
68	Layout pro protokol (3D-TOL)	Layout 401
69	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1350.4640 Y = 148.7612 Z = -8.0437
70	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1783.8845 Y = 148.1267 Z = -8.1995
71	Změna doteku	21

		Admin	3.4.2017 14:27
72	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1647.1372 Y = 278.8774 Z = -91.1995	
73	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1418.9008 Y = 279.2111 Z = -91.1175	
74	Bod	Bod (13) Kompenzační bod	
75	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1416.4150 Y = 239.3627 Z = -101.1252 Úhel X = 93:28:22 Úhel Y = 150:54:33 Úhel Z = 118:50:34	
76	Element hotov		
77	Tolerance Poloha	Element = Bod (13) Šířka tolerance = 0.8000	
78	Bod	Bod (14) Kompenzační bod	
79	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1391.3510 Y = 228.5341 Z = -78.3629 Úhel X = 93:28:22 Úhel Y = 150:54:33 Úhel Z = 118:50:34	
80	Element hotov		
81	Tolerance Poloha	Element = Bod (14) Šířka tolerance = 0.8000	
82	Bod	Bod (15) Kompenzační bod	
83	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1372.9690 Y = 217.4722 Z = -56.0169 Úhel X = 93:28:22 Úhel Y = 150:54:33 Úhel Z = 118:50:34	
84	Element hotov		
85	Tolerance Poloha	Element = Bod (15) Šířka tolerance = 0.8000	
86	Bod	Bod (16) Kompenzační bod	
87	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1353.9330 Y = 230.3329 Z = -76.9230 Úhel X = 93:28:22 Úhel Y = 150:54:33 Úhel Z = 118:50:34	
88	Element hotov		
89	Tolerance Poloha	Element = Bod (16) Šířka tolerance = 0.8000	
90	Bod	Bod (17) Kompenzační bod	
91	Měřit bod CNC Dotykový bod se směrem	X = 1333.9280 Y = 244.4036 Z = -99.8992 Úhel X = 93:28:22 Úhel Y = 150:54:33 Úhel Z = 118:50:34	
92	Element hotov		
93	Tolerance Poloha	Element = Bod (17) Šířka tolerance = 0.8000	
94	Layout pro protokol (3D-TOL)	Layout 402	

Příloha 12

270037_3D CNC

Výtisk dílčího programu

Admin	3.4.2017 14:27
-------	----------------

95	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1334.1788 Y = 251.4898 Z = -88.9967
96	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1861.6915 Y = 250.7184 Z = -89.1853
97	Změna doteku	1
98	Přejet se strojem Absolutní pojezd	X = 1795.0000 Y = 885.0000 Z = 215.0000
99	Zadání dat hlavičky	
100	Výdej protokolu (3D-TOL)	CAT1000\Mitutoyo\A-MuellerCAT C:\DATA\3D stroj\AU651\270037_0098-0017L_4N1.881.349\270037_0098-0

Příloha 13

Admin

3.4.2017 14:25

1	Změna sestavy doteku	Číslo sestavy doteku = 7
2	Změna doteku	1
3	Kružnice	Kružnice 1 (1) Gauss
4	Manuální měřený bod	Počet bodů = 4
5	Element hotov	
6	Rovina	Rovina 1 (1) Gauss
7	Manuální měřený bod	Počet bodů = 4
8	Element hotov	
9	Element řezu Bod	Bod 1 (1) Z-Max; Rovina 1 (1); Kružnice 1 (1)
10	Kružnice	Kružnice 2 (2) Gauss
11	Manuální měřený bod	Počet bodů = 4
12	Element hotov	
13	Rovina	Rovina 2 (2) Gauss
14	Manuální měřený bod	Počet bodů = 4
15	Element hotov	
16	Element řezu Bod	Bod 2 (2) Z-Max; Rovina 2 (2); Kružnice 2 (2)
17	Kružnice	Kružnice 3 (3) Gauss
18	Manuální měřený bod	Počet bodů = 4
19	Element hotov	
20	Rovina	Rovina 3 (3) Gauss
21	Manuální měřený bod	Počet bodů = 4
22	Element hotov	
23	Element řezu Bod	Bod 3 (3) Z-Max; Rovina 3 (3); Kružnice 3 (3)
24	RPS-vyrovnání	Bod 1 (1) Bod 2 (2) Bod 3 (3)
25	Uložit souřad. sys.	151

Příloha 14

Mitutoyo Česko s.r.o.
subsidiary company of
dceřinná společnost
Mitutoyo Europe GmbH



TÜVRheinland®
CERT
 ISO 9001

1605-MCZ2-012

Certificate No.
 Číslo kalibračního listu

Proprietary calibration certificate
Kalibrační list výrobce

Object
 Přístroj

Coordinate measuring machine
 Souřadnicový měřicí stroj

Manufacturer
 Výrobce

Mitutoyo

Type
 Typ

CRT-A S9168

Serial number
 Výrobní číslo

61741263

Inventory number
 Inventární číslo

O-025

Number of pages of the
 certificate
 Počet listů certifikátu

5

Customer
 Zákazník

Müller - Technik CZ s.r.o.

Department
 Oddělení

Metrologie

Street
 Ulice

Zámecká 122

City
 Město

270 61 Lány

This calibration certificate documents the traceability to national and international standards, with realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
Tento kalibrační certifikát bere na vědomí národní a mezinárodní standardy, a používá měrné jednotky Mezinárodní soustavy jednotek (SI).

The user obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Uživatel se zavazuje kalibrovat přístroj ve vhodných intervalech.

This calibration certificate may not reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Tento kalibrační list nesmí být kopírován jinak než v plné verzi, kromě výjimek s povolením kalibrační laboratoře. Kalibrační list bez razítka a podpisu není platný.

Seal
 Razítko



Person responsible
 Odpovědná osoba

Sládek Lubomír

Date of calibration
 Datum kalibrace

25.05.2016

Proprietary calibration certificate Kalibrační list výrobce

Technical data

Technická data

Measuring range:	X-Axis	=	905	mm
Měřicí rozsah:	Y-Axis	=	1605	mm
	Z-Axis	=	805	mm

Resolution of length measuring system:
 Rozlišení délkového měřicího systému: **0.0001 mm**

Probe system 1: **SP25** Probe system 2: -
 Dotekový systém 1: Dotekový systém 2:

Serial number: **790N52** Serial number: -
 Výrobní číslo: Výrobní číslo:

	Stylus A:	Stylus B:	Stylus C:
Nominal diameter (Ball): Jmenovitý průměr (koule):	Ø 4 mm	Ø 4 mm	Ø 4 mm
Shaft length : Délka dřívku :	50 mm	50 mm	50 mm

Max. permissible error according to EN ISO 10360-2:2009, EN ISO 10360-4:2000, EN ISO 10360-5:2010
Max. dovolené chyby dle EN ISO 10360-2:2009, EN ISO 10360-4:2000, EN ISO 10360-5:2010

Length meas.err. with zero ram offset Chyba měření s nulovou vzd.osy od hrotu	$E_{0,MPE} = (1.7 + 4.0 * L / 1000) \mu m$
Length meas. err. with ram offset 150mm Chyba měření pro vzd. 150mm osy od hrotu	$E_{150,MPE} = (1.7 + 4.0 * L / 1000) \mu m$
Repeatability range of E_0 Opakované rozpětí chyby při měření délky E_0	$R_{0,MPL} = 1.7 \mu m$
Single stylus form error: Chyba tvaru jednotlivého doteku:	$P_{FTU,MPE} = 1.7 \mu m$
Scanning probing error : Chyba skenující sondy :	$MPE_{THP} = 2.3 \mu m$
Scanning duration: Délka skenování (čas):	$MPT_{\tau} = 60 s$

Inspection procedure

Inspekční postup

The coordinate measuring machine has been checked according to the factory inspection specification PK13-029 according to EN ISO 10360-2:2009, ISO 10360-4:2000, ISO 10360-5:2010 as well as VDI/VDE 2617. The acceptance /confirmation inspection of the coordinate measuring machine has (Checkmaster) by probing two opposite measuring points vertical to one of the two planes and in inverse probe direction.

Souřadnicový měřicí stroj byl zkontrolován podle továrního kontrolního předpisu PK13 - 029 shodně s ISO 10 360-2:2009, ISO 10360-4:2000, ISO 10360-5:2010 stejně tak s VDI/VDE 2617. Ověření souřadnicového měřicího stroje je měřením dvou protilehlých míst svíslých k jedné ze dvou ploch (Checkmaster) a v opačném směru snímání sondy.

The probe system has been checked with a reference ball. 25 points were probed on a hemisphere and the maximum radius deviations (form deviation) of the Gaussian sphere have been calculated.

Dotekový systém je zkoušen na referenční kouli. 25 bodů bylo nasnímáno na polokouli a maximální úchyly poloměrů (odchylky tvaru) od Gaussovy koule byly vypočítány.

For determination of the scanning probing error the maximum radius deviations (form deviation) of the gaussian sphere were checked on the reference ball in four specified measuring planes within one hemisphere. The scanning duration τ is documented.

Pro stanovení chyby skenovací sondy byly kontrolovány maximální odchylky poloměrů (odchylka tvaru) Gaussovy koule na referenční kouli ve čtyřech specifikovaných rovinách uvnitř jedné polokoule. Délka skenování τ je doložena.



1605-MCZ2-012

Certificate No.
 Číslo kalibračního listu

Proprietary calibration certificate Kalibrační list výrobce

Uncertainty of measurement

Nejistota měření

For probing error:
 Pro chybu sondy: $U_P = 0.3\mu\text{m}$

For the error of length measurement:
 Pro chybu délkového měření: $U_E = 0.1 + 0.5 \cdot L/1000 \mu\text{m}$

For the scanning probing error:
 Pro chybu skenovací sondy: $U_{THP} = 0.6\mu\text{m}$

It results from the standard uncertainty of measurement by multiplication with the factor $k = 2$ for an overlapping probability of 95%.

Ta vyplývá ze standardní nejistoty měření násobením činitelem $k = 2$ pro přesahující pravděpodobnost 95%.

According to the DKD-directive DKD-3 it has been calculated by the component of the uncertainty of measurement of calibration of the used standards, the calibration method and the environment conditions.

Podle DKD - směrnice DKD-3 byla vypočítána součást nejistoty měření použitých kalibračních normálů, kalibrační metody a podmínky prostředí.

The length data are valid for the temperature specified in the calibration certificate. Temperature-compensated coordinate measuring machines are based on the 20°C reference temperature.

Délkové výsledky měření jsou platné při teplotě uvedené v kalibračním listu. Teplotní kompenzace souřadnicového měřicího stroje vychází z referenční teploty 20°C.

Traceability

Poznámka

The traceability of the used normals is guaranteed by the comparative measurement with reference standards, whose reference to national normals is verified in accordance with the international unity system (SI).

Použité normály mají záruku přesnosti porovnávacím měřením s referenčními etalony, jejichž odkazy na národní normály jsou ověřené a v souladu s mezinárodním systémem jednotek (SI).

Working standards

Pracovní normály

Standard Normál	Ident.-No. číslo	Výrobní	No. of calibration certificate Číslo kalibračního listu	No. of checking gauges and measuring tools	Číslo kontrolních měrek a měřidel
Reference ball	L6919		T-00401141	-	
Laser (2)	747V79		747V79-150519-00	-	
Compensator (2)	879V26		879V26-150521-00	-	
Checkmaster	0900087		T-00401139	-	
Sensor (2)	939A19		939A19-150522-00	-	
Sensor (2)	937J24		937J24-150521-00	-	
Thermometer	08910282		08910282/001	-	

Proprietary calibration certificate
Kalibrační list výrobce

Measurement results

Výsledky měření

Touching deviation P (Probe system 1B)
Odchylka doteku P (dotekový systém 1B)

Maximum permissible error $P_{FTU,MPE}$ Maximální povolená chyba $P_{FTU,MPE}$	1.70 μm
Measurement result P_{FTU} Výsledek měření P_{FTU}	0.81 μm

Error of length measurement E_0 (Probe system 1A)

Chyba délkového měření E_0 (dotekový systém 1A)

Position of the step gauge Poloha schodové měřky (direction, směr)	max. error of measurement <i>max. chyba měření</i> (μm)	on length na délce (mm)	permissible error povolená odchylka (μm)	max. measured length max. měřená délka (mm)
1	1.53	90	2.06	730
2	1.30	1290	6.86	1290
3	2.34	650	4.30	650
4	3.44	1610	8.14	1610
5	3.05	1610	8.14	1610
6	3.65	1610	8.14	1610
7	3.60	1610	8.14	1610

Error length measurement E_{150}

Chyba délkového měření E_{150}

Position of step gauge Poloha schodové měřky (direction, směr)	max. error of measurement <i>max. chyba měření</i> (μm)	on length na délce (mm)	permissible error povolená odchylka (μm)	max. measured length max. měřená délka (μm)
1	0.69	590	4.06	770
2	2.94	770	4.78	770

Scanning error THP (Probe sytem 2C)

Chyba skenování THP (dotekový systém 2C)

Permissible error of meas. MPE_{THP} Povolená chyba měření MPE_{THP}	2.3 μm
Result of measurement THP Výsledek měření THP	0.84 μm
Scanning duration τ Délka skenování τ	49 s

Repeatable range of length measur. R_0

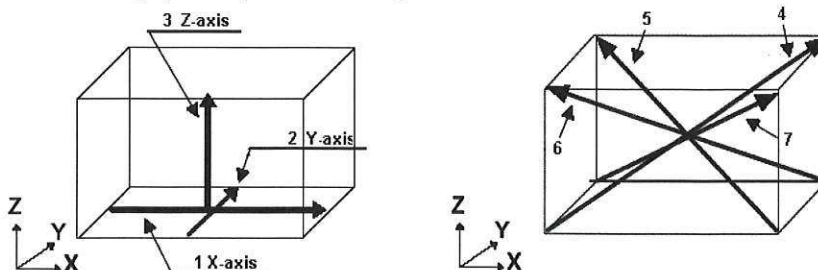
Opak. rozsah chyby při měř. délky R_0

Permissible limit $R_{0,MPL}$ Povolená mez $R_{0,MPL}$	1.70 μm
Result of meas. R_0 Výsledek měření R_0	1.16 μm

Ambient temperature in $^{\circ}\text{C}$ Okolní teplota $^{\circ}\text{C}$	Max.	25.63	Min.	24.21
Automatic temperature compensation Automatická teplotní kompenzace	Yes	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Position of the step gauge (direction) within the measurement volume

Poloha schodové měřky (směr) v měřeném prostoru



The indicated data are valid for the time of the inspection.

Naměřené hodnoty jsou platné po dobu inspekce.

Mitutoyo Česko s.r.o.
subsidiary company of
dceřinná společnost
Mitutoyo Europe GmbH



TÜVRheinland®
CERT
 ISO 9001

1605-MCZ2-012

Certificate No.
 Číslo kalibračního listu

Proprietary calibration certificate
Kalibrační list výrobce

Total inspection result:
Celkové výsledky inspekce:

Inspection seal granted <i>Kalibrační známka vystavena</i>	Yes	✓	No	
CMM is in accordance with the factory standard <i>SMS je v souladu s továrním standardem</i>	Yes	✓	No	
CMM is in accordance with the customer's standard <i>SMS je v souladu se standardem zákazníka</i>	Yes	✓	No	

Calibration certificate with protocol <i>Kalibrační list s výsledky měření</i>		Date: <i>Datum:</i>	Pages: <i>počet stránek:</i>
Calibration certificate without protocol <i>Kalibrační list bez výsledků měření</i>	✓	25.05.2016	5
		see remarks <i>čti poznámky</i>	

Remarks:
Poznámky:

Special agreements:
Zvláštní ujednání: