

Ing. Václav Šanda
Úředně oprávněný zeměměřický inženýr
Předseda TNK 24 a člen TNK 35
GEFOS, a.s.
Kundratka 17, 180 82 Praha 8
Tel.:+420 602157621
E-mail: vaclav.sanda@gefos.cz

Geometrická přesnost výrobků resp. služeb je jedním z parametrů jejich celkové kvality, které jsou přesně nedefinovatelné a tím pádem jednoznačně prokazatelné a tedy jednoznačně kontrolovatelné, neboť se jedná o zhmotnělé, a fyzikálně realizovatelné jednotky.

Základním problémem dokladování dodržení výsledné přesnosti výrobku resp. služby a tím pádem průběžným dodržováním technologické kázně v průběhu vlastní výroby je:

- a) Nedefinování, již na počátku, o jaký geometrický parametr jde a proč (funkční parametr).
- b) Nevyjasnění použité terminologie a jejího obsahu - přesné vydefinování daného parametru tzn. jde o = Odchylku x Mezní odchylku x Toleranci. Terminologie je bohatá, nejednoznačná a při použití různých národních předpisů (z různých států) i tedy i zavádějící. Terminologie bohužel není exaktní věda a tím pádem se musíme hned na začátku shodnout na tom jak co pojmenujeme a jaký tomu dáme obsah.
- c) Nevyjasněný vztah mezi chtěným a možným za, pro daný výrobek resp. službu, reálnou cenu. Obecně lze říci, že zvýšení požadavků o řád (z „cm“ na „mm“) představuje z hlediska nákladů na měření z důvodu zvýšení pracnosti s kvadrátem tzn. minimálně 4x až 6x. Při požadavcích na měření v řádu desetin milimetru jde o zvýšení 10 až 15x oproti stavu na cca 5 mm (jde o individuální posouzení a možnosti).

V roce 2010/2011 Technicko normalizační komise ÚNMZ č. 24 – Geometrická přesnost ve výstavbě realizovala Rozborový úkol s názvem „Stanovení odchylek a tolerancí různých typů konstrukcí u pozemních stavebních objektů, včetně řešení dopadů nových ČSN EN (Eurokódy) na původní ČSN řady 73 02xx“.

V rámci tohoto úkolu se posuzovaly normy uvedené v tabulce 1.

V rámci tohoto úkolu se dospělo ke zjištění, že jedním ze základních problémů zavádění těchto norem do ČSN resp. do systému norem v ČR je obrovská nejednoznačnost v překladu termínů do českého jazyka. Hlavně se zde jedná o překlad pojmu tolerance, kde v anglickém kontextu (jeden pojem = mnoho významů) to znamená obecné přesnost (geometrickou přesnost) ale v češtině to může být dle kontextu několik pojmů – Odchylka x Mezní odchylka x Tolerance. A zde nastává obrovský problém.

Geometrická veličina	rovinný úhel, délka a jejich modifikace (ČSN 73 0420-1)
Geometrický parametr	veličina definovaná v daném směru, přímce nebo úhlu ((ČSN ISO 1803) POZOR – Geometrickým parametrem NEJSOU SOUŘADNICE – souřadnice mohou být pouze zprostředkující veličiny.
Odchylka – δ_x	algebraická rozdíl mezi skutečným rozměrem a odpovídajícím základním rozměrem (ČSN ISO 1803)
Mezní odchylka - δ_{xmez}	algebraický rozdíl mezi mezní a nominální hodnotou (ČSN 73 0202)
Tolerance - T_x	algebraický rozdíl mezi horním mezním rozměrem a dolním mezním rozměrem (ČSN ISO 1803)
Směrodatná odchylka σ_x	jedná se o charakteristiku přesnosti měření geometrického parametru

Pro představu, co dané texty reálně představují, si ukážeme na běžném výrobku, kde předpokládáme, že je požadováno symetrické rozdělení odchylek (velikost hodnoty do plusu i do mínusu) jsou stejně veliké a jedná se o činnost, kterou lze středně obtížně kontrolně změřit.

Při vlastním měření se vždy vychází z odchylky – tedy hodnoty „a“ požadovaného parametru a k tomu se přizpůsobuje požadavek na přesnost vlastního úkonu měření, což zde v další úvaze pro jednoznačnost pochopení vynechám.

Obecně platí (ČSN 73 0202):

$$\delta_{xmez} = t \cdot \delta_x \quad (\text{kdy } t < 2; 3 > \text{ dle náročnosti měření})$$

$$T_x = 2 \delta_{xmez} = 2 \cdot t \cdot \delta_x$$

Tedy pro představu“

Má-li „odchylka parametru x“ hodnotu (velikost) $\delta_x = \pm a$

pak „mezní odchylka“ má, pro běžný interval spolehlivosti $t=2,5$, hodnotu

(velikost)..... $\delta_{xmez} = 2,5a$

a následně „tolerance“ má, pro běžný interval spolehlivosti $t=2,5$, hodnotu

(velikost) $T_x = 5a$

Je tedy podstatné, zda hodnota např. 5 mm v délce nosníku představuje v reálu

Odchylku 5mm = a tedy **a = 5 mm**

nebo Mezní odchylkuresp. 5mm = 2,5a z toho plyne **a = 2**

nebo Toleranciresp. 5mm = 5a z čehož plyne , že **a = 1 mm**

Vycházíme-li z toho, že každá odchylka je nutně zatížena směrodatnou odchylkou (přesnost měření) celého komplexu dílčích úkonů, který souhrnně nazýváme „měření“, pak vidíme, jak rozdílně musíme volit přesnost měření. Přitom zvyšování požadavků na přesnost znamená vyšší cenu měření a to proto, že se musí nasadit nové přesnější a tedy dražší přístroje, nebo se musí prodloužit doba měření a musí se použít přesnější přípravky. Obecně lze říci, že zvýšení přesnosti 2x znamená zvýšení nákladů na měření 3 a 4x.

Z toho je vidět, že vyjasnění si terminologie a parametrů je klíčovou otázkou pro prokazování kvality a tedy i klíčovou otázkou pro předání a převzetí díla bez vad a nedostatků. Zde se již nezmiňuji o časových, přístrojových a jiných podmínkách nutných pro měření s danou kvalitou a tím i o finančních nákladech na provedení předávacího měření. V reálu však nejde jen o náklady na kontrolní měření pro předání, ale i o přímé měření ve výrobě spolu s náklady na splnění dalších podmínky ve výrobě. Špatně nastavené funkční parametry spolu s nereálnými požadavky na geometrickou přesnost daného díla mohou podstatným způsobem ovlivnit celý proces výstavby a to nejen časově ale hlavně nákladově. Stejně negativně se projeví nezakomponování časových nároků na řízení a kontrolu geometrické přesnosti do časového harmonogramu resp. do síťového grafu. V ČR není dosud obvyklé, aby tyto časové nároky byly zakalkulovány do času jednotlivého výkonu a již vůbec ne do globálních časů. Se zvyšujícími se požadavky objednatelů staveb (investorů) na přesné a jednoznačné dokladování těchto kontrolních činností s výsledkem „splňuje/nespĺňuje zadané geometrické parametry“ jako výchozího podkladu pro rozhodnutí o odsouhlasení dílčí nebo celkové kvality geometrických parametrů dané stavby a tím i finanční vyrovnání.

Geometrické parametry jsou relativně jednoduché průkazní parametry, které lze spolehlivě měřit = hodnotit. Je-li předepsán nějaký geometrický parametr a tento se na začátku nepřenesse do terénu (na stavbu) a na konci dané etapy nekontroluje, jedná se o zbytečný parametr. I zde platí, že méně znamená více.