

GEOMETRICKÉ PŘESNOSTI – NEPŘESNOSTI

V POZEMNÍM STAVITELSTVÍ (3. DÍL)

Při hodnocení geometrických přesností se používá terminologie: **mezní odchylka** a **tolerance**. Mezní odchylka je parametr, který může nabývat kladných a záporných hodnot a převážně se označuje znaménkem „±“, například ± 16 mm nebo také $+6$ mm či -6 mm. O tuto hodnotu může být zvětšen nebo zmenšen základní rozměr. Mezní odchylkou se vyjadřují především odchylky délkových rozměrů, umístění otvorů, půdorysné polohy apod.



Tolerance je absolutní hodnota rozdílu mezních odchylek, například mezní odchylka ± 6 mm může v absolutní hodnotě nabývat tolerance až 10 mm. Hodnota uvedená v normě ČSN bez znaménka $\pm$, tolerance v absolutní hodnotě, může nabývat kladných a záporných hodnot pouze pokud se vydělí dvěma, například tolerance 12 mm nemůže nabývat hodnot ± 12 mm, ale nabývá hodnot ± 6 mm, popřípadě $+0$ / -10 mm.

Obecnou zásadou při navrhování pozemních staveb, konstrukcí a stavebních dílců z hlediska geometrické přesnosti je vždy hospodárnost, kontrolovatelnost a reálná možnost provedení. Pokud se budou zvyšovat požadavky na geometrickou přesnost, budou se značně zvyšovat i náklady na výrobu a realizaci, z tohoto důvodu je nutné najít optimální cenu, která bude součtem nákladů na zabezpečení geometrické přesnosti a nákladů na nepříznivé následky případných geometrických nepřesností. Projektant by tedy měl nalézt takové konstrukční řešení stavebního objektu (dispozice, tvar, materiál, spoje a technologický postup), aby pokud možno omezil nepříznivý vliv objemových změn. Například u stavebních konstrukcí z velkorozměrových prvků (rozměr větší než 2000 mm) se mohou významně uplatňovat časově nezávislé objemové změny v důsledku smršťování, nabývání, teploty a přetvoření v důsledku zatížení včetně dotvarování.

Z hlediska závislosti objemových změn na čase se rozlišují:

- ✓ **vrátané objemové změny** – vliv teploty a okamžitá přetvoření od zatížení;
- ✓ **nevratné objemové změny** – smršťování, nabývání, dotvarování.

Tabulka: Doporučené teploty pro stanovení účinků teploty.

Druh stavební konstrukce	Výchozí teploty (°C)	Montážní teploty (°C)	Provozní teploty (°C)
Obvodový plášť	+15	+7 až +35	-15 až +70
Vnitřní nechráněné konstrukce			-10 až +30
Vnitřní chráněné konstrukce			+5 až +25

Jak už bylo v předchozích dílech uvedeno a zdůrazněno, kontrolou geometrické přesnosti stavebních objektů a jejich částí se musí zabývat projektová dokumentace.

Charakteristiky přesnosti délkových, výškových a úhlových rozměrů se předepisují v projektové dokumentaci některým z těchto způsobů:

- ✓ číselnými hodnotami za základními hodnotami geometrických parametrů vyjádřených kótami;
- ✓ číselnými hodnotami uvedenými u každého obrazu na výkresu, popřípadě nad podpisovým polem výkresu (např.: výše uvedené mezní odchylky rozměru ± 16 mm) tedy, mají-li mít všechny rozměry shodné odchylky;
- ✓ uvedením čísla příslušné technické normy nad podpisovým polem, popřípadě v legendě na výkresu (např.: přesnost délkových a výškových rozměrů – ČSN 73 0205);
- ✓ specifikací požadavků na přesnost jednotlivých rozměrů nad podpisovým polem, popřípadě v legendě na výkresu, kde se uvede rozsah rozměrů a k nim se přiřadí požadavky na jejich přesnost.

Všechny výše uvedené charakteristiky přesnosti se mohou předepisovat v projektové dokumentaci kombinací podle prvního bodu (připisování odchylek ke kótám) a podle třetího a čtvrtého bodu (uvedení odkazu na normu, popřípadě specifikaci odchylek). Všechny charakteristiky přesnosti orientace a polohy stavebních prvků se tedy předepisují v projektové dokumentaci grafickými značkami a číselnými hodnotami převážně na výkresech určených pro realizaci stavebních objektů nebo pro výrobu jejich částí. Mezní odchylky úhlových rozměrů se předepisují pouze číselnými hodnotami s označením jednotek (stupňů, minut, vteřin) a musí se vyjadřovat celými čísly. Mezní odchylky úhlových rozměrů se zapisují podle shodných pravidel jako odchylky délkových rozměrů. Jestliže je nutné předepsat jeden mezní rozměr (ten druhý není omezen ve

směru zvětšení nebo zmenšení jakoukoliv podmínkou), píše se za tento rozměr odpovídající značka „min“ nebo „max“.

Při stanovování charakteristik přesnosti geometrických rozměrů je nutné mít vždy na paměti **realnost jejich dosažení**. To znamená, že je nutné při návrhu zvážit nejen s jakou přesností (jednotlivých rozměrů a tvarů) vstupují do procesu na staveništi stavební dílce a výrobky zhotovené předem, ale i jaká bude přesnost přístrojů, pomůcek, které budou použity při vytyčování, rozměřování a osazování, a jaká bude přesnost vlastních stavebních procesů na staveništi. Metody a pomůcky využívané pro kontrolu jakosti stavebních dílců a konstrukcí musí zajišťovat výsledky opakujících se měření totožného parametru v mezích daných přesností kontrolních měření. Postupy a základní požadavky na kontrolu přesnosti jsou uvedeny v ČSN 73 0212 – Přesnost geometrických parametrů ve výstavbě. Kontrola přesnosti.

Pro kontrolu na stavebním objektu používáme měřické pomůcky. ČSN ISO 7078 (73 0230) – Pozemní stavby. Postupy měření a vytyčování. Níže uvádíme základní pomůcky, přístroje a měřidla používaná při kontrole geometrických přesností – nepřesností v pozemním stavitelství, se kterými se můžete setkat při výstavbě.

Olovnice – nástroj sloužící k provázování bodů pomocí svislé záměry umístěné na svislé ose přístroje je určen k měření svislých vzdáleností (výška, hloubka). Olovnice jsou vhodné pro hrubou centraci nad daným bodem. Skládají se z provázku, lana a těžkého ocelového závaží převážně ve tvaru válce, který je v dolní části zahrocený. Olovnice optické či laserové se využívají především u výškových budov, výtahových šachet nebo komínů, kde je potřeba přesně přenést body do výšky.

Vodováha – slouží k určování nebo kontrole vodorovných nebo svislých rovin a malých výškových rozdílů a vodorovnosti. Základem běžné vodováhy (bublínkové) je trubicová libela. Jedná se o skleněnou trubičku ve tvaru válce, která je z větší části naplněna kapalinou a uvnitř je vzduchová bublina, která se v kapalině pohybuje v závislosti na naklonění trubičky. Libely jsou seřizené elektronicky a jsou velmi citlivé. Vodováhy mohou být plastové nebo hliníkové s přesností 0,5 mm/m nebo 1,0 mm/m ve standardní poloze a 0,5 mm/m nebo 0,75 mm/m v převrácené poloze. Existují také laserové vodováhy s přesností měření libelou 0,25 mm/m ve standardní pozici a pro laser 0,15 mm/m. V laserové vodováze může být také zabudován digitální sklonoměr.

Hadicová vodováha – slouží k měření rovinnosti a nivelace výškových bodů. Skládá se ze dvou průhledných trubic spojených hadicí. Hadice je naplněna vodou a provázováním hladin v trubicích lze určit shodnou výšku dvou vzdálených míst. Hadicové vodováhy mohou být také s elektronickým měřením.

Nivelační přístroj – jedná se měřicí přístroj se zabudovaným dalekohledem, jehož záměrnou osu lze uvést do vodorovné polohy. Využívá se především v geodézii a slouží k určování výškových bodů nebo společných rovin.

Teodolit – přístroj na přesné měření a vytyčování vodorovných a výškových úhlů. V teodolitu je také optika se záměrnou osou a stupnicemi, které jsou otočné a umožňují prostorové zaměření. Teodolity jsou také doplněny o dálkoměry, optické dostředovače, magnetické usměrňovače, libely atd.

Měřický klínek – měřický klínek slouží k základnímu přesnému měření a odměřování nerovností, štěrbin, drážek a spár, je vyroben z kovové slitiny se záměrnou osou, určen je pro měření v rozmezí 0–27 mm.



Listová spároměrka – měřická pomůcka tvořená několika tenkými ocelovými plíšky, které mají různou tloušťku a využívají se pro měření malých vzdáleností mezi plochami nebo body.

Úhelník – měrný nástroj ve tvaru L ze dřeva či kovu, určený především pro vytyčování pravých úhlů.

Úhломěr – úhlooměry jsou mechanické a elektronické. U mechanických jsou měřené hodnoty odečítány na kruhové stupnici, u elektronických přístrojů jsou naměřené hodnoty zobrazovány na LCD displeji.

Kapesní ocelové svinovací měřidlo – kapesní metr – měřidlo o délce až 10 m, které je dělené po 1 mm, používá se pro přímé měření délek.

Měřické pásmo – používá se k měření délek. Jedná se o pásku z oceli nebo plastu s vyznačenou měrnou stupnicí, pásmo se svinuje a podle uložení rozlišujeme pásma na vidlici a v pouzdře. Pásmo v pouzdře je chráněno před okolními vlivy, ale je s ním horší manipulace.

Dálkoměr – je určen pro měření vzdálenosti. Dálkoměry mohou být laserové nebo ultrazvukové. Laserové slouží k rychlému, přesnému a jednoduchému měření bez nutnosti měřit délku pásmem. Jsou koncipovány pro měření s přesností několika milimetrů v rozsahu od 0,05 m až 200 m. V dálkoměrech je obvykle zabudována libela ke zjištění vodorovné roviny a s přístrojem lze provést výpočet plošných a objemových hodnot měřených prostor.

Sklonoměr – slouží k měření odchylek nebo úhlů od vodorovných nebo svislých rovin – sklonů. Sklon je udáván obvykle ve stupních. Sklonoměr může být mechanický nebo elektronický.

Tento malý výčet základních pomůcek pro měření a kontrolu geometrických nepřesností by se dal doplnit o další a další měrné pomůcky, jako jsou například vlhkoměr, trasoměr, geologické kladivo, měrka na trhliny, Schmidtovo kladivo – tvrdoměr a další.

Při hodnocení geometrických přesností na stavebním objektu pak využíváme stejná kritéria, jako jsou kritéria pro posouzení, jež jsou specifikována v následujících dokumentech:

- ✓ projektová dokumentace (pokud není v rozporu s českými technickými normami, právním předpisy, technologickými předpisy výrobce daného materiálu);
- ✓ české technické normy (specifikují konkrétní požadavky na jednotlivé části stavby, použité materiály a zařízení předměty, mimo jiné se jedná i o přípustné odchylky, které zpravidla v projektové dokumentaci nejsou konkretizovány, i když některé normy to připouští); v případě, že souběžně s českými normami platí pro provádění i norma evropská, a v podkladech pro zpracování není jednoznačně uvedeno, která norma má být použita, není uvedeno ani v žádném právním předpisu, tak se pro posouzení použije technická norma, která uvádí pravidla blíže specifikovaná pro technickou praxi;
- ✓ právní předpisy (které specifikují požadavky na stavbu nebo její části);
- ✓ technické listy výrobce použitého materiálu (technické listy upřesňují požadavky na provedení);
- ✓ technické postupy (specifikují způsoby montáže – aplikace daného materiálu).

Jak jsme již několikrát uváděli, při hodnocení geometrických přesností je potřeba vycházet z výše uvedených dokumentů a podkladů, které jsou platné v době zahájení realizace stavebního díla a jsou

zaznamenány ve smlouvě o dílo nebo ve stavebním deníku, a to z důvodu, že v podkladech či dokumentech v pozdějším znění mohou být odlišné požadavky, jež nemohly být zohledněny při samotné projektové činnosti stavebního objektu, a tudíž ani při posuzování stavebního díla.

Ing. Michal Berka, MBA
Foto: archiv autora



Použitá literatura

- ✓ MATĚJKA, Z. a ŠANDA, V.: *Přesnost geometrických parametrů ve výstavbě*. Informační centrum ČKAIT, s.r.o., Praha, 2006, vydání první. 80 stran. ISBN 80-86769-61-5.
- ✓ KOLEKTIV AUTORŮ: *Stavitelství do kapsy*. Informační centrum ČKAIT, s.r.o., Praha, 2018, vydání první. 80 stran. ISBN 978-80-88265-08-5.
- ✓ BERKA, M.: *Stavební rozpočty pro nestavbaře*. Nakladatelství Nová Forma s.r.o., Praha, 2021, vydání první. 82 stran. ISBN 978-80-7612-334-2.
- ✓ *Technické normy ČSN; Občanský zákoník č. 89/2012 Sb.; Stavební zákon č. 183/2006 Sb.; č. 283/2021 Sb.; vyhláška č. 499/2006 Sb.*