

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Stanovení požadavků na geometrickou přesnost
železobetonových konstrukcí z pohledu návaznosti
na osazení výplní otvorů**

PETR ZAVADIL

2021

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. LINDA VESELÁ, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne _____

Petr Zavadil

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Lindě Veselé, Ph.D. za její cenné rady a čas, který mi věnovala při řešení dané problematiky, stejně jako za poskytnutí projektové dokumentace a dalších podkladů.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Zavadil</u>	Jméno: <u>Petr</u>	Osobní číslo: <u>458303</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Stanovení požadavků na geometrickou přesnost železobetonových konstrukcí z pohledu návaznosti na osazení výplní otvorů</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Determination of requirements for geometric accuracy of concrete structures from the point of view of connection to the construction openings for windows and external doors</u>	
Pokyny pro vypracování: 1) Rešerše českých i zahraničních podkladů k problematice geometrické přesnosti betonových konstrukcí a otvorů pro okna a vnější dveře 2) Analýza podkladů a popis stávajícího stavu v rámci českých technických norem a porovnání se stavem zahraničních technických norem 3) Analýza požadavků na geometrickou přesnost betonových konstrukcí a otvorů pro okna a vnější dveře v rámci smluvních podkladů (projektová dokumentace, smluvní podmínky, technicko kvalitativní podmínky) na vybraných projektech 4) Zpracování návrhu postupu na řešení kontroly geometrické přesnosti otvorů pro okna a vnější dveře z pohledu provádění betonových konstrukcí	
Seznam doporučené literatury: Technické normy ČSN (ČSN EN 13670, ČSN 74 6077), technické normy DIN, BS, Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, Zákon č. 89/2012 Sb. občanský zákoník	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Linda Veselá, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>15.2.2021</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>16.5.2021</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
..... Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
..... Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá stanovením požadavků a analýzou geometrické přesnosti železobetonových konstrukcí z pohledu návaznosti na osazení výplní otvorů. V teoretické části se autor zabývá legislativními a normovými požadavky z oblasti geometrické přesnosti obecně. Následuje rozbor v oblasti geometrické přesnosti železobetonových konstrukcí a otvorů v nich, jak z pohledu českých technických norem, tak z pohledu německých a britských norem. Praktická část spočívá v analýze vybraných projektů z hlediska smluvních požadavků na geometrickou přesnost betonových konstrukcí a otvorů pro okna a dveře. Praktickou část zakončuje návrh postupu řešení kontrol geometrické přesnosti této problematiky.

Klíčová slova:

geometrická přesnost, železobetonové konstrukce, okna, vnější dveře, stavební otvory, smluvní požadavky

ANNOTATION

The bachelor's thesis deals with setting the requirements and analysis of the geometric accuracy of reinforced concrete structures from the point of view of to the construction openings for windows and external doors. In the theoretical part, the author deals with legislative and standard requirements in the field of geometric accuracy in general. The following is an analysis of the geometric accuracy of reinforced concrete structures and openings in them, both from the point of view of Czech technical standards so from the point of view of German and British standards. The practical part consists of the analysis of selected projects in terms of contractual requirements for the geometric accuracy of concrete structures and openings for windows and doors. The practical part concludes with a design for the solution of geometric accuracy checks of this issue.

Keywords:

geometric accuracy, reinforced concrete structures, wall openings, windows, external doors, contractual requirements

OBSAH

ÚVOD	9
1. LEGISLATIVNÍ ZÁKLAD	11
2. GEOMETRICKÁ PŘESNOST OBECNĚ	13
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY	15
2.2 NORMY GEOMETRICKÉ PŘESNOSTI	16
3. GEOMETRICKÁ PŘESNOST ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ A OTVORŮ	18
3.1 PODLE ČESKÝCH NOREM	18
3.1.1 ČSN EN 13 670 – Provádění železobetonových konstrukcí.....	18
3.1.2 ČSN 73 0210-2 – Přesnost monolitických betonových konstrukcí.....	24
3.1.3 ČSN 73 0210-1 – Přesnost osazení	26
3.1.4 ČSN 74 6077 – okna a vnější dveře – požadavky na zabudování.....	28
3.1.5 Shrnutí českých technických norem.....	33
3.2 PODLE ZAHRANIČNÍCH NOREM	35
3.2.1 Německé normy – DIN 18 202.....	35
3.2.2 Britské normy – BS EN 13 670	38
3.3 ŘEŠENÍ NESOULADU NOREM ČSN EN 13 670 A ČSN 74 6077 .	40
4. ANALÝZA SMLUVNÍCH POŽADAVKŮ VYBRANÝCH PROJEKTŮ	41
4.1 KARDIOCENTRUM V ÚSTÍ NAD LABEM	41
4.2 NÁVŠTEVNÍ CENTRUM KRNAP VE VRCHLABÍ	42
4.3 NEMOCNICE PELHŘIMOV	44
4.4 CENTRUM PŘÍRODOVĚDNÝCH A TECHNICÝCH OBORŮ UJEP ÚSTÍ NAD LABEM	45
4.5 SHRnutí ANALÝZY PROJEKTŮ	47

5. NÁVRH ŘEŠENÍ KONTROLY KVALITY	48
5.1 NÁVRH ZKOUŠEK A KONTROL	49
ZÁVĚR.....	53
POUŽITÁ LITERATURA	55
SEZNAM OBRÁZKŮ	57

ÚVOD

Geometrická přesnost výstavby je jedním z významných parametrů, který má vliv na konečnou kvalitu stavebního díla. Má vliv nejen na životnost stavby, ale i na životnost, respektive kvalitu provedení jednotlivých konstrukčních prvků a zejména také stavebních procesů a konstrukcí, které na sebe bezprostředně navazují a vzájemně se ovlivňují. Dále přispívá k plynulosti a ekonomické předvídatelnosti výstavby, a to zejména minimalizací nečekaných událostí.

Pokud je kontrola geometrické přesnosti zanedbána, případné nedokonalosti a nepřesnosti mohou být hned na první pohled zřejmé. V lepším případě mohou kazit celkový estetický vzhled stavebního díla, v horším případě mohou zapříčinit ztížení provozu a plnění funkcí stavebního díla, a to buď z uživatelského, statického, nebo legislativního hlediska. Nedodržení se často promítá ve zpoždění stavby, které zapříčiňuje překročení ekonomického plánu a případně zvýšení spotřeby materiálu, nebo má budoucí fyzický charakter, tedy objekt bude potřebovat častější servisní zásahy, výměny jednotlivých stavebních dílců a celkové snížení životnosti.

V případě nedostatečné kvality díla bývá mnohdy problém vzniklé vady prokázat, jelikož normy zabývající se geometrickou přesností mohou být poměrně nejasné, dokonce i protiřečící. V projektové dokumentaci se specifikace geometrické přesnosti často odbývá pouhým odkazem na plané normy. V mnoha normách bývá uvedeno více kvalitativních tříd provedení a pouhé odkázání se na normu bez uvedení bližší specifikace požadavku na geometrickou přesnost je tedy nedostačující. [11]

V této práci se zabývám analýzou požadavků na geometrickou přesnost železobetonových konstrukcí z pohledu návaznosti na osazování výplní otvorů, zejména oken a dveří. Teoretický základ práce

se opírá o informační základnu platných českých norem a literatury zaměřené na obecné téma geometrické přesnosti ve stavebnictví. Dále v práci porovnávám stav českých technických norem s německými normami DIN a britskými normami BS.

Cílem této bakalářské práce je analýza požadavků na geometrickou přesnost železobetonových konstrukcí a otvorů pro okna a dveře v rámci smluvních požadavků na vybraných projektech a následné zpracování návrhu postupu řešení kontroly geometrické přesnosti otvorů pro okna a dveře při provádění železobetonových konstrukcí.

1. LEGISLATIVNÍ ZÁKLAD

Povinnosti a odpovědnost projektanta

Odovědnost projektanta je uvedena v § 159 stavebního zákona, tedy že „projektant odpovídá za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace a proveditelnost stavby podle této dokumentace, jakož i za technickou a ekonomickou úroveň projektu technologického zařízení, včetně vlivů na životní prostředí.“ [12] Zároveň podle vyhlášky 268/2009 Sb., musí návrh splňovat požadavky na odolnost a stabilitu, požární bezpečnost, bezpečnost při užívání a další. [14]

Dále je ve stavebním zákoně uvedeno, že projektant musí při návrhu zohlednit platné právní předpisy a obecné požadavky na výstavbu. Pokud projektant nedisponuje znalostmi v určité odbornosti, má povinnost ke zpracovávání projektové dokumentace přizvat osobu, která těmito odbornými znalostmi disponuje a bude za ně odpovědná. Projektant však stále zodpovídá za projektovou dokumentaci jako celek. [12] V případě prokázání viny na vadě díla, je projektant podle občanského zákoníku povinen nahradit vzniklou škodu, pokud neprokáže, že vada nevznikla jeho přičiněním. [13]

Povinnosti a odpovědnost zhotovitele

Zhotovitel stavby má podle § 160 stavebního zákona povinnost provádět stavbu na základě rozhodnutí nebo jiného opatření stavebního úřadu, a to podle ověřené projektové dokumentace. Je povinen dodržet a řídit se obecnými požadavky na výstavbu, případně jinými technickými předpisy a technickými normami a ostatními požadavky, ke kterým se zavázal ve smlouvě o dílo. Dále je povinen zajistit dodržování BOZP a ochrany životního prostředí dle zvláštních právních předpisů. [12] Dle občanského zákoníku, odpovídá zhotovitel za stav stavebního díla do jeho předání. Je povinen umožnit kontroly

díla objednatelem za podmínek a s takovou četností, která byla smluvně sjednána. Pokud se projeví vady díla, nesou za ně zodpovědnost společně se zhotovitelem také podzhotovitelé, dodavatel stavební dokumentace (projektant) a osoba provádějící dozor nad stavbou, ledaže by prokázali, že vada díla nevznikla jejich přičiněním. [13]

Projektová dokumentace

Projektová dokumentace musí být podle stavebního zákona zpracována osobou s autorizací v daném oboru. Musí být úplná a mít strukturu podle platné vyhlášky 499/2006 Sb. pro daný stupeň projektové dokumentace. Stavební dílo má být realizováno podle projektové dokumentace pro provádění stavby, jejíž rozsah a obsah je určený v příloze č. 13 této vyhlášky. [15]

Pokud dojde během realizace stavby ke změně technických norem nebo jiných technických či právních předpisů, podle níž byla projektová dokumentace zpracována, posuzuje se stavba podle technických norem a předpisů platných v době zpracování projektové dokumentace. [13]

Závaznost technických norem

Z právního hlediska nejsou technické normy v České republice závazné, jsou pouze doporučené. Avšak mohou být učiněny závazné na základě vyhlášky či zákona, a to buď v celém rozsahu nebo pouze jejich část. Projektant by se ale přesto měl norem držet, jelikož v případě výskytu vady díla bude muset své rozhodnutí, se jimi neřídit, náležitě odůvodnit. Zhotovitel se normami při výstavbě řídit musí, pokud jsou učiněny závazné zákonem nebo vyhláškou a pokud je jejich dodržení smluvně sjednané.

2. GEOMETRICKÁ PŘESNOST OBECNĚ

Geometrická přesnost výstavby je jedním z významných parametrů, který má vliv na konečnou kvalitu stavebního díla. Definováním požadavků na jednotlivé stavební prvky a konstrukce a jejich následnou kontrolou při realizaci dostáváme stavební dílo vysoké jakosti. Na jakost neboli kvalitu provedení, můžeme nahlížet z mnoha úhlů, například z hlediska bezpečnosti provozu, spolehlivosti a trvanlivosti konstrukcí, nebo třeba i estetiky. [1]

Abychom dokázali hodnotit geometrickou přesnost je potřeba znát pro tuto disciplínu její požadavky. Proč je důležité je dodržet a co může nastat při jejich nedodržení. Tyto požadavky nám říkají, jakou přesnost musí mít geometrické parametry jednotlivých konstrukcí, aby nebyla limitována schopnost těchto konstrukcí plnit jejich funkci. Je tedy třeba znát u každé jednotlivé konstrukce jejich funkční geometrické parametry, například jejich rozměry, a jejich mezní hodnoty, tj. u každé konstrukce je třeba znát odchylky, nebo tolerance jejich geometrických parametrů. Pokud by došlo k překročení těchto odchylek, nebo tolerancí, mohlo by se stát, že daná konstrukce nebude schopná správně plnit svoji funkci, nebo bude docházet k častějším poruchám a ke snížení životnosti. [1]

Čím vyšší jsou nároky na funkční parametry, tj. čím menší jsou povolené odchylky a tolerance, tím méně možností máme, jak danou konstrukci zrealizovat [1]. U přísnějších požadavků na geometrickou přesnost ztrácíme možnost použití například některých materiálů nebo technologií, které jednoduše nedosahují svou technologickou podstatou výroby, nebo vyhotovení, požadovaných odchylek nebo tolerancí a musíme hledat takové materiály a technologie, které těmto přísnějším požadavkům dokážou vyhovět.

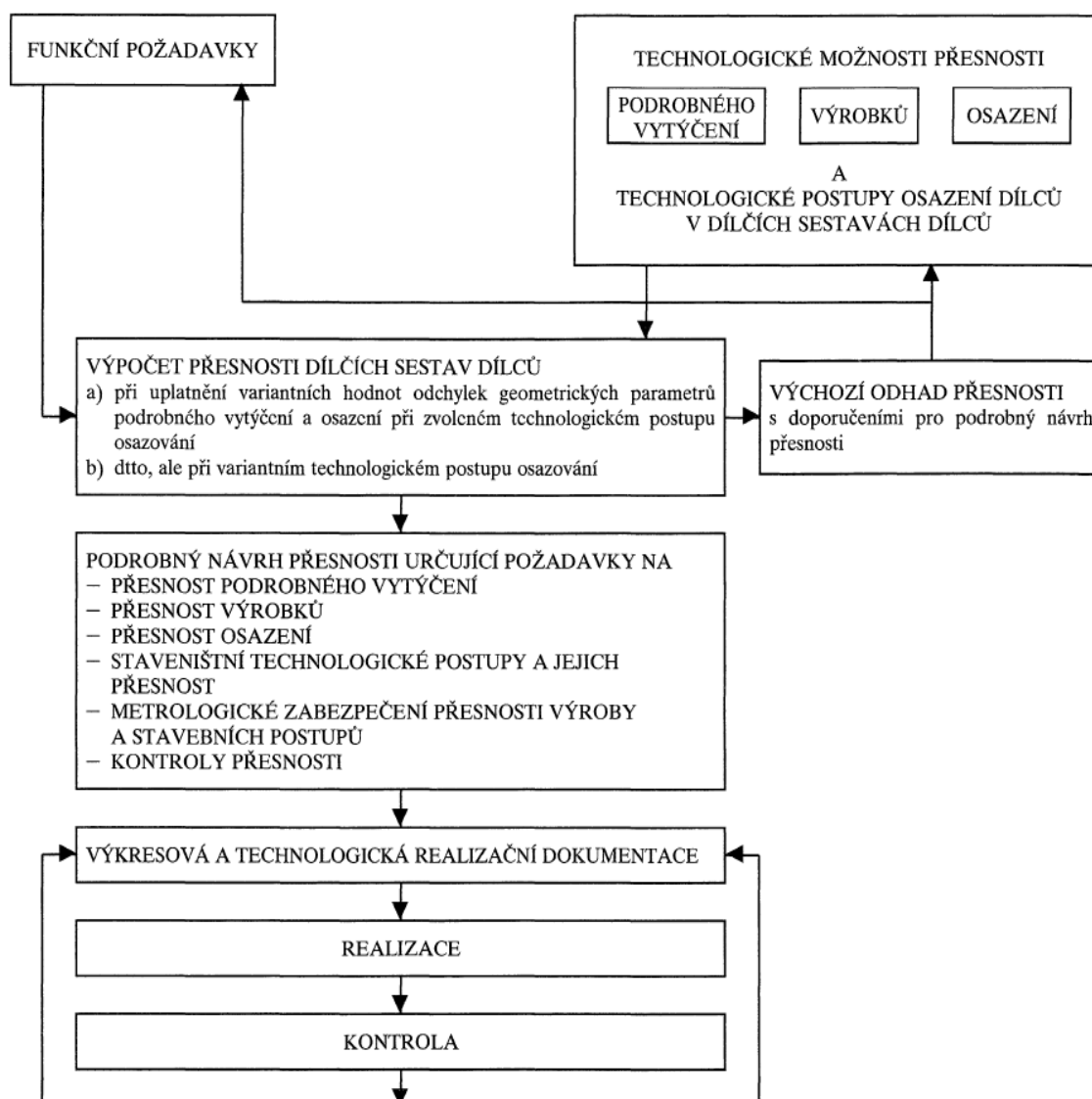
Musíme se tedy zamýšlet nad zhotovitelností a jak jí případně při použití zvolené technologie dosáhnout. [1] Analyzovat by se také měl samotný požadavek, a to z hlediska reálnosti. Například pokud by v požadavku na geometrickou přesnost stálo, že otvory pro okna musí být vyhotoveny s přesností 0,1 mm, tak je tento požadavek v této přesnosti nerealizovatelný.

Je třeba se dobře seznámit s přesností výroby, které obvykle dosahují jednotlivé konstrukce, stavební dílce a prvky, které zamýšlíme používat a dále také s jakou obvyklou přesností se vytyčují, rozměřují a osazují do již zhotovených konstrukcí.

Úkolem optimalizačního procesu pro navrhování je, aby požadavky na jednotlivé konstrukční prvky byly v souladu, tedy aby v první řadě byly uskutečnitelné, měřitelné a aby dohromady splňovaly předepsané celkové požadavky. [1] Po úspěšném návrhu systému geometrické přesnosti následuje samotná realizace, respektive vyhotovení výkresové realizační dokumentace, kde budou požadavky na jednotlivé stavební konstrukce uvedeny.

Při samotné realizační části je třeba důsledně kontrolovat dodržení stanovených požadavků geometrické přesnosti a že realizované konstrukce se drží ve svých stanovených dovolených odchylkách, nebo tolerancích. Kontroly se provádějí podle vypracovaného kontrolního a zkušebního plánu.

Na obrázku 1 je znázorněno schéma posloupnosti dílčích činností při návrhu geometrické přesnosti a dále její kontroly dodržování v praxi



Obrázek 1 - obr. 1 - Schéma návrhu geometrické přesnosti, ČSN 73 0205 [2]

2.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Pro lepší přehlednost a pochopení problematiky je zde výčet pojmů, které jsou použity v technických normách a které budou použity i v této práci:

„Geometrický parametr – je délková nebo úhlová veličina. Pro vyjádření tvaru dílců, konstrukcí, rovinných úhlů se používá termín „rozměr“ nebo

„úhel“ Geometrický parametr (dimension) vymezuje rozsah veličiny v daném směru, přímce nebo úhlu.” [3]

„Hodnota geometrického parametru – hodnota geometrického parametru vyjádřená, v měrných jednotkách.” [3]

„Vztažná délka – předepsaná délka, na kterou se vztahuje hodnota odchylky tvaru skutečného profilu či plochy, k referenčnímu geometrickému útvaru.” [3]

„Mezní odchylka – parametr, který může nabývat kladných i záporných hodnot (bývá většinou uváděn se znaménkem „±“, např. ±10 mm nebo +3 mm / -1 mm). O tuto hodnotu může být zmenšen, resp. zvětšen základní rozměr. Mezní odchylkou se vyjadřují především odchylky délkových rozměrů, půdorysné polohy, umístění otvorů apod.” [11]

„Tolerance – absolutní hodnota rozdílu mezních odchylek (např. mezní odchylka ±5 mm může v absolutní hodnotě nabývat tolerance až 10 mm).” [11]

Prováděcí třída – kvalitativní začlenění požadavků na betonové konstrukce z hlediska mechanické odolnosti, rovinnosti, jednotnosti povrchu, požadavků na ošetřování a kontrolu a dalších požadavků

2.2 NORMY GEOMETRICKÉ PŘESNOSTI

České normy zabývající se geometrickou přesností výstavby se u nás začaly zpracovávat po roce 1980 a vycházely z mezinárodních ISO norem. Jejich zpracováním se zabývala Technická normalizační komise 24 – Geometrická přesnost staveb. V současné době jsou přebírány ISO normy, které mají potenciál použití jako normy Evropské. [1]

Rozdělení norem geometrické přesnosti ve výstavbě:

- **Základní normy souboru**

- ČSN 73 0202:1995 Základní ustanovení
- ČSN ISO 1803:1999 Stavební konstrukce. Názvosloví

- **Normy pro navrhování**

- ČSN 73 0205:1995 Navrhování geometrické přesnosti
- ČSN 01 3405:1989 Výkresy ve stavebnictví. Označování charakteristik přesnosti

- ISO 6284:1985 Označování přesnosti ve stavebních a konstrukčních výkresech

- ČSN 01 3419:1987 Výkresy ve stavebnictví. Vytyčovací výkresy staveb

- **Normy realizačních procesů**

- ČSN 73 0210-1:1992 Přesnost osazení
- ČSN 73 0210-2:1993 Přesnost monolit. betonových konstrukcí
- ČSN 73 0420-1:2002 Přesnost vytyčování staveb – Část 1
- ČSN 73 0420-2:2002 Přesnost vytyčování staveb – Část 2
- ČSN 73 2520:1993 Drsnost stavebních povrchů

- **Normy pro kontrolu a hodnocení – vybrané**

- ČSN 73 0212-1:1996 Základní ustanovení
- ČSN 73 0212-3:1996 Pozemní stavební objekty
- ČSN 73 0212-6:1993 Statická analýza a přejímka
- ČSN ISO 7077:1996 Měřické metody – všeobecné zásady
- a další

3. GEOMETRICKÁ PŘESNOST ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ A OTVORŮ

V této kapitole se budu věnovat analýze současného stavu technických norem, které se zabývají problematikou přesnosti betonových konstrukcí obecně, zvláště pak problematikou otvorů v těchto konstrukcích a také problematikou přesnosti osazování výplní otvorů, tedy oken a dveří. Nejdříve se zaměřím na české technické normy, následovat budou technické normy zahraniční, a to konkrétně německé normy DIN a britské normy BS.

3.1 PODLE ČESKÝCH NOREM

3.1.1 ČSN EN 13 670 – PROVÁDĚNÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Základní normou z oblasti problematiky je norma **ČSN EN 13 670 – Provádění železobetonových konstrukcí**. Předmětem této normy je zavedení společných ustanovení při provádění betonových konstrukcí, a to jak pro monolitické, tak pro prefabrikované betonové konstrukce. Dále budou uvedeny kapitoly, které souvisí s geometrickou přesností.

Management provádění

V kapitole 4. v části Předpoklady jsou sepsány požadavky na provádění betonových konstrukcí obecně. V části Dokumentace jsou zmíněny požadavky a parametry na dokumentaci potřebnou při provádění železobetonových konstrukcí:[5]

- Prováděcí dokumentace
- Plán kvality
- Dokumentace provádění
- Zvláštní dokumentace

V rámci plánu kvality norma uvádí způsoby měření a kontroly pro 3 různé prováděcí třídy kvality a jejich požadavky. Dále uvádí možnost existence pouze jednoho plánu kvality zahrnujícího veškeré činnosti, nebo připouští možnost souhrnného plánu a samostatných dílčích plánů kvality pro jednotlivé fáze nebo činnosti, které doplňují souhrnný plán kvality. [5]

	Prováděcí třída 1	Prováděcí třída 2	Prováděcí třída 3
Způsob kontroly	vizuální kontrola a namátkové měření	vizuální kontrola a soustavné a pravidelné měření důležitých konstrukcí	vizuální kontrola; detailní kontrola všech prací významných pro nosnost a trvanlivost konstrukce
Subjekt provádějící kontrolu	vnitřní kontrola	vnitřní kontrola kontrola ve shodě s postupy zhotovitele případně dodatečné požadavky podle prováděcí specifikace	vnitřní kontrola kontrola ve shodě s postupy zhotovitele dodatečné požadavky podle prováděcí specifikace
Rozsah	celá stavba	vedle vnitřní kontroly musí být soustavná a pravidelná kontrola stavby	vedle vnitřní kontroly musí být soustavná a pravidelná kontrola stavby
Kontrolní zpráva	nepožaduje se	požaduje se	
Geometrie provedení	nepožaduje se	podle prováděcí specifikace	

Obrázek 2 – Způsob a dokumentace kontrol, ČSN EN 13 670 [5]

Předmět	Prováděcí třída 1	Prováděcí třída 2	Prováděcí třída 3
Lešení, bednění, skruže a podpěrné lešení	podle požadavků uvedených v kapitole 5		
Zabetonované prvky	podle požadavků uvedených v části 5.6		
Betonářská výztuž	podle požadavků uvedených v kapitole 6		
Předpínací výztuž	v této třídě se nepoužívá	podle požadavků uvedených v kapitole 7	
Staveništní doprava, ukládání a ošetřování betonu	podle požadavků uvedených v kapitole 8		
Osazení prefabrikovaných dílců	podle požadavků uvedených v kapitole 9		

Obrázek 3 – Předměty pro kontrolu provádění, ČSN EN 13 670 [5]

Předmět	Prováděcí třída 1	Prováděcí třída 2	Prováděcí třída 3
Lešení, bednění, skruže a podpěrné lešení ^a	podle 5.1 a 5.2		
Betonářská výztuž ^a	podle 6.2		
Složky pro předpínací systém ^a	v této třídě není třeba	podle 7.2	
Čerstvý beton, ^{a,c} transportbeton nebo vyrobený na staveništi	podle 8.1 a 8.3 při převážení transportbetonu se musí předložit dodací list.		
Jiné ^{a,b}	podle prováděcí specifikace		
Prefabrikované dílce ^a	podle 9.2 a 9.3		
Kontrolní zpráva	nepožaduje se	požaduje se	
^a Výrobky označené značkou CE, nebo s certifikací certifikačním orgánem, se musí porovnat s dodacím listem a vizuálně kontrolovat. Při pochybnosti se musí provést další kontrola pro ověření, že výrobek vyhovuje své specifikaci. Ostatní výrobky se musí podrobit kontrole a převážacími zkouškami, jak je stanoveno v prováděcí specifikaci. ^b Například zabetonované ocelové součásti apod. ^c Používá-li se beton předepsaného složení, kontrolují se příslušné vlastnosti zkouškami.			

Obrázek 4 – Kontrola materiálů a výrobků, ČSN EN 13 670 [5]

Norma uvádí, že prováděcí třída může být jednotná pro celou konstrukci nebo objekt, nebo může mít každý element, technologie či materiál odlišnou prováděcí třídu. [5]

Geometrické tolerance

V kapitole 10. jsou zmíněny požadavky na geometrickou přesnost. Geometrické parametry hotové konstrukce se musí pohybovat v mezích maximálních dovolených odchylek, aby bylo zabráněno nežádoucím účinkům na: [5]

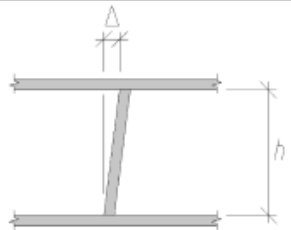
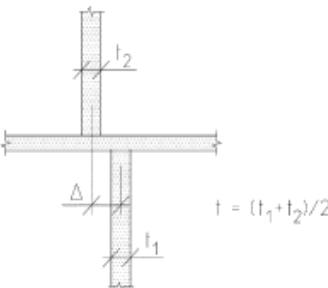
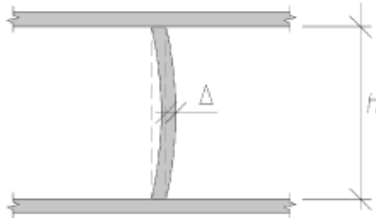
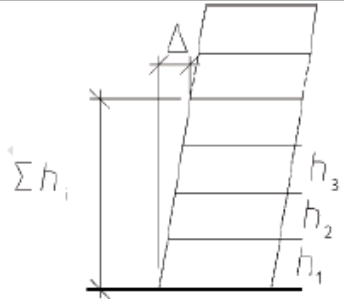
- Mechanickou odolnost a stabilitu (provozní i dočasný stav)
- Provozní vlastnosti konstrukce při jejím používání
- Sestavitelnost jednotlivých prvků při montáži

Zde je patrné, že geometrická přesnost vyhotovení přímo ovlivňuje jak statickou stránku stěn a v nich umístěných otvorů, tak zabudovatelnost budoucích otvorových výplní.

Povolené mezní geometrické odchylky by měly být uvedeny v prováděcí dokumentaci. Případné požadavky na zvláštní tolerance musí být specifikovány v prováděcí dokumentaci s vysvětlujícím komentářem zahrnujícím:[5]

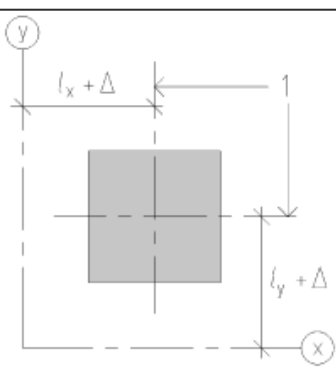
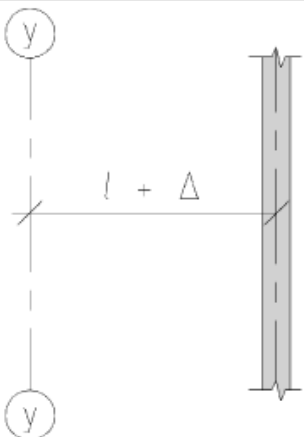

- Změny mezních odchylek oproti normovým požadavkům
- Druhy dalších kontrolovaných odchylek s jejichmi dovolenými hodnotami
- Jestli tyto hodnoty platí pro celou konstrukci, nebo jen pro její část
- Jestli je možné použít na odchylky tzv. „obalový princip“

Dále jsou v normě uvedeny dovolené mezní odchylky pro jednotlivé konstrukční části a prvky. Zde si dovolím uvést pouze požadavky na stěny a sloupy, jelikož ty mohou mít vliv na geometrickou přesnost otvorů.

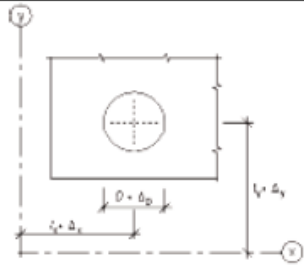
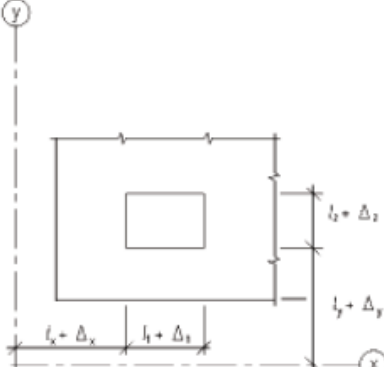

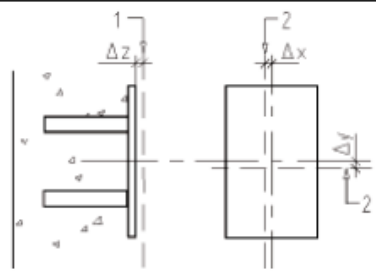
Číslo	Druh odchylky	Popis	Mezní odchylka Δ
			Toleranční třída 1
a	 <p>h – světlá výška</p>	<p>Vychýlení sloupu nebo stěny v některé rovině v jedno- nebo více- podlažní budově</p> <p>$h \leq 10$ m $h > 10$ m</p>	<p>větší z 15 mm nebo $h/400$ 25 mm nebo $h/600$</p>
b	 <p>$t = (t_1 + t_2) / 2$</p>	<p>Odchylka mezi středy</p>	<p>větší z $t/30$ nebo 15 mm ale ne více než 30 mm</p>
c		<p>Zakřivení sloupu nebo stěny v úrovni podlaží</p>	<p>větší z $h/300$ nebo 15 mm ale ne více než 30 mm</p>
d	 <p>$\sum h_i$ – součet výšek uvažovaných podlaží</p>	<p>Poloha sloupu nebo stěny v některém podlaží vícepodlažní konstrukce od svislice jdoucí jejich středem v rovině základu</p> <p>n je počet podlaží, kde $n > 1$</p>	<p>menší z 50 mm nebo $\sum h / (200 n^{1/2})$</p>

Obrázek 5 – Mezní odchylky, ČSN EN 13 670 [5]

Příloha G obsahuje další hodnoty geometrické tolerance. Z celkového výčtu zde uvádím doplňující tolerance pro stěny a sloupy, a nakonec tolerance pro otvory.

Číslo	Druh odchylky	Popis	Mezní odchylka Δ
			Toleranční třída 1
a	 <p>1 osy sloupu (vodorovný řez) y sekundární přímka ve směru y x sekundární přímka ve směru x</p>	poloha sloupu v půdorysu, vztahená k sekundárním přímkám	± 25 mm
b	 <p>y sekundární přímka ve směru y</p>	poloha stěny v půdorysu, vztahená k sekundární přímce	± 25 mm
c		volný prostor mezi sousedními sloupy nebo stěnami	větší z ^{a)} ± 20 mm nebo $\pm l / 600$, ale ne větší než 60 mm
<p>^{a)} POZNÁMKA Přísnější tolerance pro polohu má být požadována pro sloupy a stěny podporující prefabrikované dílce v závislosti na délkové toleranci podporovaného prvku a požadované délce uložení.</p>			

Obrázek 6 – Mezní odchylky 2, ČSN EN 13 670 [5]

Číslo	Druh odchyly	Popis	Dovolená odchylna Δ
			Toleranční třída 1
a	 <p>Δ_x a Δ_y odchylna od sekundární přímky ve směru x a y Δ_D odchylna od průměru</p>	<p>otvory a vložky pro potrubí</p> <p>Δ_x a Δ_y Δ_D</p>	<p>± 25 mm ± 10 mm pokud není jinak stanoveno v prováděcí specifikaci</p>
b	 <p>Δ_x a Δ_y odchylna od sekundární přímky ve směru x a y Δ_1 a Δ_2 odchylna otvoru alternativně měřena k osám otvoru jako v případě a</p>	<p>otvor nebo výstupek</p> <p>Δ_x a Δ_y, Δ_1 a Δ_2</p>	<p>± 25 mm pokud není jinak stanoveno v prováděcí specifikaci</p>
c	 <p>l_1 vzdálenost mezi skupinami šroubů l_2 vzdálenost mezi šrouby uvnitř skupiny l_3 volná délka šroubu</p>	<p>kotevní šrouby a podobné vložky</p> <p>umístění šroubů a střed skupiny šroubů</p> <p>vnitřní vzdálenost mezi šrouby ve skupině</p> <p>volná délka šroubů</p> <p>naklonění</p>	<p>$\Delta_1 = \pm 10$ mm $\Delta_2 = \pm 3$ mm $\Delta_3 = +25$ mm -5 mm $\Delta_5 =$ větší z 5 mm nebo $l_3 / 200$ pokud není jinak stanoveno v prováděcí specifikaci</p>
d	 <p>1 jmenovité umístění ve výšce 2 jmenovité umístění v poloze</p>	<p>kotevní desky a podobné vložky</p> <p>odchylna v poloze</p> <p>odchylna ve výšce</p>	<p>Δ_x, $\Delta_y = \pm 20$ mm $\Delta_z = \pm 10$ mm pokud není jinak stanoveno v prováděcí specifikaci</p>

Obrázek 7 - Mezní odchylny 3, ČSN EN 13 670 [5]

3.1.2 ČSN 73 0210-2 – PŘESNOST MONOLITICKÝCH BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Tato norma je již neplatná a byla nahrazena normou ČSN 13 670, avšak je stále projektanty využívána.

Obecně se tato norma zabývá stanovením zásad určování mezních odchylek a tolerancí geometrických parametrů při provádění monolitických betonových konstrukcí a při sestavování bednění. V příloze uvádí doporučené hodnoty mezních odchylek a tolerancí vybraných geometrických parametrů monolitických betonových konstrukcí. [6]

Hodnoty mezních odchylek a tolerancí geometrických parametrů jsou stanoveny s ohledem na požadavky na provoz a funkci konstrukce. Je třeba také myslet na to, aby tyto hodnoty byly kompatibilní s hodnotami mezních odchylek a tolerancí návazných prací. [6]

Mezní odchylky a tolerance ovlivňují rozměry, tvar, polohu a orientaci realizované konstrukce. Zpravidla se tyto geometrické parametry stanovují pro hrubé konstrukce bez dalších stavebních úprav. Obecně při stanovování přesnosti geometrických parametrů by se mělo vycházet s následujícími zásadami: [6]

- Vycházet z technických a technologických možností monolitických konstrukcí ve smyslu ekonomie
- Požadovat pouze nezbytně nutnou přesnost
- Vzít v úvahu možnost následné úpravy konstrukcí nenákladnými procesy k dosažení požadované přesnosti

Při provádění monolitické betonové konstrukce hraje velkou roli přesnost zhotovení bednění a jeho dostatečná fixace, aby nedošlo ke změně polohy například z důvodu zatížení od čerstvého betonu, od

vibrací, povolení spojů, dotvarování a smršťování betonu do doby, než bude možné konstrukci odbednit. [6]

Následující obrázek pochází z přílohy A této normy a jsou zde vypsány doporučené hodnoty mezních odchylek a tolerancí vybraných geometrických parametrů vztahujících se k přesnosti polohy konstrukcí.

Tabulka A.1.1 – Mezní odchylky celkových rozměrů a polohy konstrukcí (hodnoty v mm)

Předmět		Základní rozměry v m				
		do 4	nad 4 do 8	nad 8 do 16	nad 16 do 25	nad 25
1		2	3	4	5	6
1	Rozměry v půdorysu, např. délky, šířky	±12	±15	±20	±25	±30
2	Rozměry v nárysu, např. výšky podlaží, podest, vzdál. úložných ploch	±15	±15	±20	±30	±30
3	Světlé rozměry v půdorysu, např. rozměry mezi podporami (sloupy, stěnami atd.)	±15	±20	±25	±30	
4	Světlé rozměry v nárysu, např. mezi podlahou a stropem, mezi průvlaky atd.	±20	±20	±30		
5	Světlé rozměry otvorů, např. pro okna, dveře apod.	±12	±16			

Obrázek 8 – Mezní odchylky celkových rozměrů a polohy, ČSN 73 0210-2 [6]

Na následujícím obrázku je uvedena hodnota tolerance pro místní přímot hrán a koutů stěn a otvorů v nich.

Tabulka A.2.3 – Tolerance místní přímotí (hodnoty v mm)

Předmět		Na vztažnou délku 2 m
1		2
1	Hrany a kouty (stěny, stropy, otvory atd.)	6
2	Hrany průvlaků, trámů, sloupů	8

Obrázek 9 – Tolerance místní přímotí, ČSN 73 0210-2 [6]

3.1.3 ČSN 73 0210-1 – PŘESNOST OSAZENÍ

Obsahem této normy je stanovení obecných zásad pro geometrickou přesnost osazování stavebních dílců a bednění. Definuje základní názvosloví spojené s osazováním stavebních dílců: [8]

„Osazení: souhrn operací, jimiž je dílec uveden a fixován do prostorové polohy stanovené projektovou dokumentací s požadovanou přesností.“ [8]

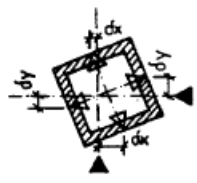


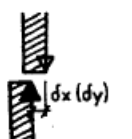
„Montážní značka: vyznačený nebo smluvený bod, hrana, ryska, nebo čára na montážní rovině a ve výškové úrovni, případně na pomocné konstrukci, na dílci nebo konstrukci.“ [8]

„Stavební dílec: výrobek pro stavební části staveb rozměrově a tvarově určený, různého stupně dokončenosti.“ [8]

„Dílec bednění: výrobek pro bednění monolitické betonové konstrukce stavební části staveb, rozměrově a tvarově určený.“ [8]

Přesnost osazení stavebního dílce do konstrukce je ovlivněna mezními odchylkami ve směru os x, y a z. Tyto odchylky popisují dovolené prostorové posuny stavebního dílce při osazování. K těmto odchýlkám patří také pootočení kolem zmíněných os. Hodnoty mezních odchylek jsou odvozeny od konkrétní potřeby geometrické přesnosti osazení jednotlivých stavebních dílců, nebo bednění, v závislosti na jejich ovlivnění funkčnosti konstrukce se zohledněním řešení styků a spojů.

Hodnoty mezních odchylek osazení stavebních dílců uvádí normy v informační příloze A. Dále jsou uvedeny hodnoty mezních odchylek pro osazení dílců bednění.

Druh dílce	Ve vodorovné rovině		V předepsané výškové úrovni		Svislost		
		$\delta x,$ δy		δz	$\delta h_x,$ δh_y		
1. Uzavřené průřezy pro sloupy	<i>Osa</i>		+8	Horní hrana a)	± 10	$\pm \frac{h}{200}$ (max. 30)	
	2. Desky svislého bednění	<i>Vnitřní hrany opěrných prvků při použití distančních prvků</i>		+3 -0	Horní hrana od pomocné výškové úrovně b)		± 15
		<i>Vnitřní hrana opěrné plochy</i>		± 8			
		<i>Stejnolehlé svislé hrany ve spáře</i>		5			
3. Desky vodorovného bednění				Horní líc od pomocné výškové úrovně	± 10	-	
				Horní hrany ve spáře	5		

 h – výška dílce l – svislá vzdálenost montážních značek

Obrázek 10 – Orientační hodnoty mezních odchylek shody montážních značek při osazení dílců bednění, ČSN 73 0210-1 [8]

3.1.4 ČSN 74 6077 – OKNA A VNĚJŠÍ DVEŘE – POŽADAVKY NA ZABUDOVÁNÍ

Obsahem této normy jsou požadavky na návrh, provádění a kontrolu zabudování výplní otvorů, jmenovitě oken, okenních sestav a vnějších dveří. Požadavky se vztahují na novostavby, rekonstrukce i stavební úpravy. [7]

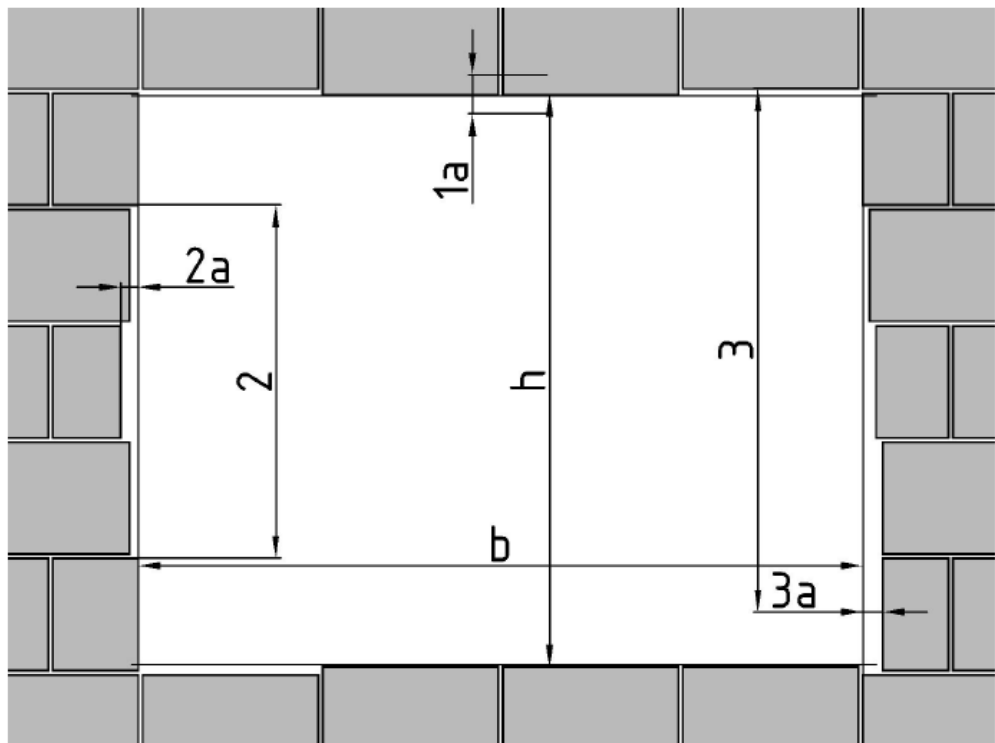
Obecné požadavky

Informace o zabudování výrobku do konstrukce musí být uvedeny v projektové dokumentaci. Jedná se zejména o tyto informace:

- poloha výrobku ve stavebním otvoru
- tvar, rozměry a tolerance stavebních otvorů
- způsob upevnění výrobku
- provedení připojovací spáry
- provedení vnitřního a vnějšího ostění, parapetů, nadpraží

Stavební otvor, geometrická přesnost rozměrů a tvaru

Stavební otvor je otvor v konstrukci, do kterého je zamýšleno zabudovat stavební prvek. V našem případě se do otvoru budou zabudovávat okna a vnější dveře. Při provádění stavebního otvoru musí být kladen důraz na polohu a způsob zabudování stavebního výrobku a na provedení připojovací spáry. [7]



Legenda

- b šířka stavebního otvoru
- h výška stavebního otvoru
- 1a mezní odchylka rozměru stavebního otvoru (\pm) – tabulka 1
- 2 vztažná délka
- 2a tolerance rovinnosti – tabulka 2
- 3 vztažná délka
- 3a tolerance svislosti, vodorovnosti ostění – tabulka 3

Obrázek 11 – Geometrická přesnost stavebního otvoru, ČSN 74 6077 [7]

Pokud naměřené rozměry nejsou v souladu s projektovou dokumentací, je třeba přistoupit k úpravě stavebního otvoru. Mezní odchylky a tolerance pro stavební otvor jsou uvedeny v následujících tabulkách. Při překročení těchto hodnot, je nutné před montáží oken nebo dveří stavební otvor upravit tak, aby tyto hodnoty splňoval.[7]

Tabulka 1 – Mezní odchylky pro rozměry stavebního otvoru

Jmenovité rozměry stavebního otvoru [m]	do 1 m	od 1 m do 3 m	od 3 m do 6 m
	Mezní odchylka (mm)		
Stavební otvor s neupraveným povrchem	± 10	± 12	± 16
Stavební otvor s upraveným povrchem	± 8	± 10	± 12

Obrázek 12 – Tolerance a mezní odchylky stavebního otvoru, ČSN 74 6077 [7]

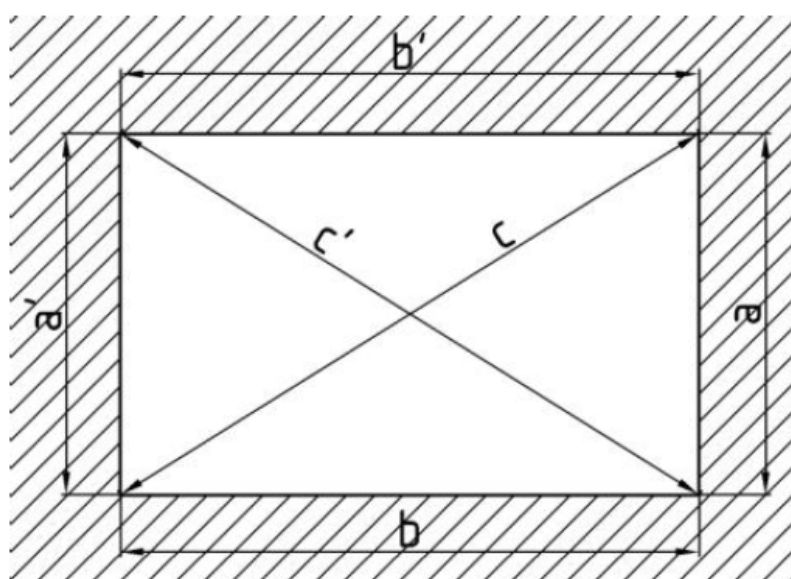
Tabulka 2 – Tolerance rovinnosti ostění stavebního otvoru

Vztažný rozměr [m]	do 0,1 m	do 1 m	do 4 m	do 10 m
	Tolerance (mm)			
Stavební otvor s neupraveným povrchem	5	10	15	25
Stavební otvor s upraveným povrchem	3	5	10	20

Tolerance pro jednotlivé vztažné rozměry platí současně

Tabulka 3 – Tolerance svislosti a vodorovnosti ostění stavebního otvoru

Vztažný rozměr [m]	do 0,5 m	od 0,5 m do 1 m	od 1 m do 3 m	od 3 m do 6 m
	Tolerance [mm]			
Odklon hrany	3	6	8	12



Obrázek 3 – Zjišťování pravouhlosti stavebních otvorů – tolerance úhlopříček

Tabulka 4 – Tolerance pravouhlosti stavebního otvoru

Vztažný rozměr [m] větší z rozměrů a a b	do 1 m	od 1 m do 3 m	od 3 m do 6 m
	Tolerance [mm] = $ c - c' $		
Rozdíl úhlopříček	6	8	12

Obrázek 13 – Tolerance a mezní odchylky stavebního otvoru, ČSN 74 6077 [7]

Stavební otvor pro vnější dveře

Výroba vnějších dveří, respektive jejich rozměry se stanovují podle rozměrů stavebního otvoru v projektové dokumentaci. Je tedy nutné tyto rozměry dodržet. Při realizaci se v úrovni jednoho metru od hrubé podlahy zakresluje referenční výška, od které se potom odměřuje

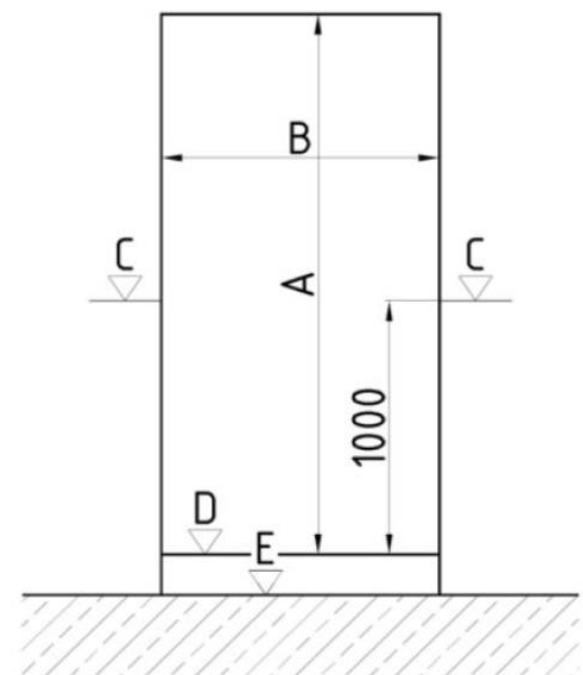
výška osazení vůči hrubé podlaze. Je nutné vzít v potaz stavební tolerance rovinnosti hrubé podlahy při vyměřování výšky čisté podlahy, nebo při zaměřování otvoru pro balkonové dveře, nebo dveře či okna se spodní hranou rámu u podlahy. [7]

Šířka stavebního otvoru v sobě zohledňuje:

- šířku profilu rámu
- šířku připojovací spáry
- šířkový rozměr dveřního křídla

Výška stavebního otvoru v sobě zohledňuje:

- šířku horního profilu rámu
- šířku připojovací spáry



Legenda

- A výška od úrovně čisté podlahy ke spodní hraně stavebního otvoru
- B šířka stavebního otvoru
- C referenční výška (srovnávací rovina)
- D úroveň čisté podlahy
- E úroveň hrubé podlahy

Obrázek 14 – Rozměry stavebního otvoru pro dveře, ČSN 74 6077 [7]

To vše je potřeba zohlednit z důvodu zajištění požadované průchozí šířky a výšky, které jsou předepsané jinými normami či právními předpisy. [7]

Přesnost zabudování výrobku

Obecně platí, že není možné, aby zabudování oken a vnějších dveří mělo za důsledek zhoršení jejich funkčních vlastností. Stejně není možné, aby bylo ohroženo zdraví a bezpečnost osob při používání.

Tabulka maximálních odchylek a tolerancí zabudování výrobků:

	Vztažná vzdálenost	Maximální přípustná odchylka/tolerance
Odchylka rovinnosti rámu pro délku a šířku výrobku	do 2 000 mm	3 mm
	nad 2 000 mm	5 mm
Odchylka svislosti a vodorovnosti rámu výrobku	do 3 000 mm	2 mm/m
	maximálně	3 mm/m
Tolerance pravoúhlosti rámu	do 1 500 x 2 200 (š*v)	3 mm
	nad 1 500 x 2 200 (š*v) do výšky 3 000 mm	5 mm

[7]

Tolerance se netýká průhybu profilů způsobeného teplotní roztažností. U pásových oken dilatačně spojených se hodnoty v tabulce vztahují vždy na jednotlivé rámy, ze kterých je pásové okno zhotoveno. [7]

Požadavky na provedení

Norma uvádí požadavky na provedení povrchu bočních ploch stavebních otvorů. Ty požadavky jsou následující:

- čistý, suchý
- hladký, nezvlněný
- pevný, nosný, bez trhlin, prohlubní a vypuklin
- bez materiálů snižujících přilnavost izolačních materiálů

Před osazením stavebního výrobku do stavebního otvoru se doporučuje opatřit povrchy ostění a nadpraží penetračním nátěrem. [7]

Kontrola při zabudování výrobků

V průběhu realizace je důležitá průběžná kontrola osazení výrobků. Průběh a výsledek kontroly je zapsán ve formě předávacího protokolu. Kontroluje se zejména:

- Provedení a vlastnosti stavebního otvoru
- Svislost, vodorovnost a pravoúhlost osazení
- Ukotvení výrobku ve stavební otvoru
- Připojovací spára, její provedení před zakrytím následnými stavebními pracemi
- Funkčnost stavebního výrobku (otevírání, zavírání, doléhání, další funkce)
- Vzhled s ohledem na možné kosmetické poškození v průběhu montáže

[7]

3.1.5 SHRUTÍ ČESKÝCH TECHNICKÝCH NOREM

Porovnání ČSN 13 670 a ČSN 73 0210-2

Z výše zmíněných technických norem z oblasti geometrické přesnosti zohledňujících otvory v monolitické konstrukci je stěžejní ČSN 13 670. Předkládá postupy pro návrh a následnou kontrolu geometrické přesnosti včetně požadavků na projektovou dokumentaci. V kapitole 10 - Geometrické tolerance přímo definuje hodnoty mezních odchylek u jednotlivých konstrukcí. V příloze jsou potom uvedeny mezní odchylky a tolerance jednotlivých geometrických parametrů konstrukcí.

Norma ČSN 73 0210-2 je už v současnosti neplatná a byla nahrazena právě výše zmíněnou ČSN 13 670.

Tyto normy se liší, vzhledem k tématu geometrické přesnosti, způsobem definování maximálních hodnot mezních odchylek konstrukcí. V ČSN 13 670 je pro otvor uvedena dovolená mezní odchylka ± 25 mm bez vztahu k rozměrům otvoru. V ČSN 73 0210-2 je mezní odchylka definovaná ve vztahu k rozměrům otvoru, a to ± 12 mm do 4 m rozměru otvoru, nebo ± 16 mm mezi 4-8 m rozměru otvoru. Z tohoto pohledu je ČSN 13 670 benevolentnější, jelikož definuje pouze mezní odchylku ± 25 mm bez ohledu na rozměry otvoru. Stejnou situaci lze vidět u polohové a rozměrové mezní odchylky pro stěny a sloupy. V ČSN 13 670 je uvedeno ± 25 mm bez ohledu na rozměry konstrukcí. V ČSN 73 0210-2 je znovu více mezních odchylek podle rozměrů konstrukce, např. ± 12 mm do 4 m nebo ± 30 mm nad 25 m rozměru konstrukce.

ČSN 73 0210-2 tedy měla přísnější požadavky na geometrickou přesnost, a to jak pro otvory, tak pro rozměry a polohu konstrukcí.

Porovnání ČSN 13 670 a ČSN 74 6077

Podstatou ČSN 74 6077 je definování požadavků na návrh, provádění a kontrolu zabudování výplní otvorů, jmenovitě oken, okenních sestav a vnějších dveří. Zároveň uvádí mezní odchylky geometrických parametrů pro otvory v konstrukcích.

Pokud se omezíme pouze na problematiku rozměrů otvoru, shledáme nesoulad mezi touto normou a ČSN 13 670. Jak již bylo zmíněno, dle ČSN 13 670 je mezní odchylka pro rozměry otvoru v betonové konstrukci ± 25 mm. Avšak ČSN 74 6077 požaduje přísnější mezní odchylky, viz obrázek č. 12. Požadované mezní odchylky se pohybují mezi 8–16 mm v závislosti na rozměrech stavebního otvoru. Může nastat situace, kdy stavební otvor o rozměrech mezi 1-3 m bude dosahovat mezní odchylky 20 mm, a tedy defacto splňovat mezní odchylku ± 25 mm danou ČSN 13 670, ale už nebude splňovat požadavek ± 12 mm (10 mm) daný ČSN 74 6077 pro instalaci otvorové výplně. Této

situaci je nutné se vyhnout za pomoci specifikace požadavků na geometrickou přesnost, resp. jejich zpřísnění ve smyslu ČSN 74 6077, ve smluvních podmínkách, jak pro projektanta, tak pro zhotovitele.

Norma	Otvor		Stěna, sloup	
	Odchylka polohy	Odchylka rozměrů	Odchylka polohy	Odchylka rozměrů
ČSN EN 13 670	±25 mm			
ČSN 73 0210-2	±12 mm do 4 m, ±16 mm do 8 m		±12 mm do 4 m, ±15 do 8 m, ±20 mm do 16, ±25 mm do 25 m, ±30 mm nad 25 m	
ČSN 74 6077	±10 mm do 1 m, ±12 mm do 3 m, ±16 mm do 6 m		/	

3.2 PODLE ZAHRANIČNÍCH NOREM

Následující kapitoly se věnují analýze zahraničních normových podkladů zabývajících se problematikou geometrické přesnosti monolitických betonových konstrukcí a v nich umístěných otvorů

3.2.1 NĚMECKÉ NORMY – DIN 18 202

DIN 18 202 je německá norma zabývajících se geometrickou přesností v pozemním stavitelství. Stanovuje požadavky na odchylky rozměrů a polohy, pravoúhlosti, rovinnosti povrchu a způsobu kontroly těchto požadavků. Obsahem se částečně protíná s ČSN 73 0210-2, která z této normy čerpala.

Z oblasti problematiky stavebních otvorů, se stejně jako ČSN 13 670 i ČSN 73 0210-2 vyjadřuje k mezní odchylkám rozměrů konstrukce. Na následujícím obrázku jsou uvedeny v bodech

5 a 6 mezní odchyly pro otvory s nedokončenými a dokončenými povrchy.

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bezug	Grenzabweichungen in mm bei Nennmaßen in m					
		bis 1	über 1 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 15	über 15 bis 30	über 30 ^a
1	Maße im Grundriss, z. B. Längen, Breiten, Achs- und Rastermaße (siehe 6.3.1)	± 10	± 12	± 16	± 20	± 24	± 30
2	Maße im Aufriss, z. B. Geschosshöhen, Podesthöhen, Abstände von Aufstandsflächen und Konsolen (siehe 6.3.2)	± 10	± 16	± 16	± 20	± 30	± 30
3	Lichte Maße im Grundriss, z. B. Maße zwischen Stützen, Pfeilern usw. (siehe 6.3.3)	± 12	± 16	± 20	± 24	± 30	—
4	Lichte Maße im Aufriss, z. B. unter Decken und Unterzügen (siehe 6.3.4)	± 16	± 20	± 20	± 30	—	—
5	Öffnungen, z. B. für Fenster, Außentüren ^b , Einbauelemente (siehe 6.3.5)	± 10	± 12	± 16	—	—	—
6	Öffnungen wie vor, jedoch mit oberflächenfertigen Leibungen (siehe 6.3.5)	± 8	± 10	± 12	—	—	—

^a Diese Grenzabweichungen können bei Nennmaßen bis etwa 60 m angewendet werden. Bei größeren Abmessungen sind besondere Überlegungen erforderlich.
^b Innentüren siehe DIN 18100.

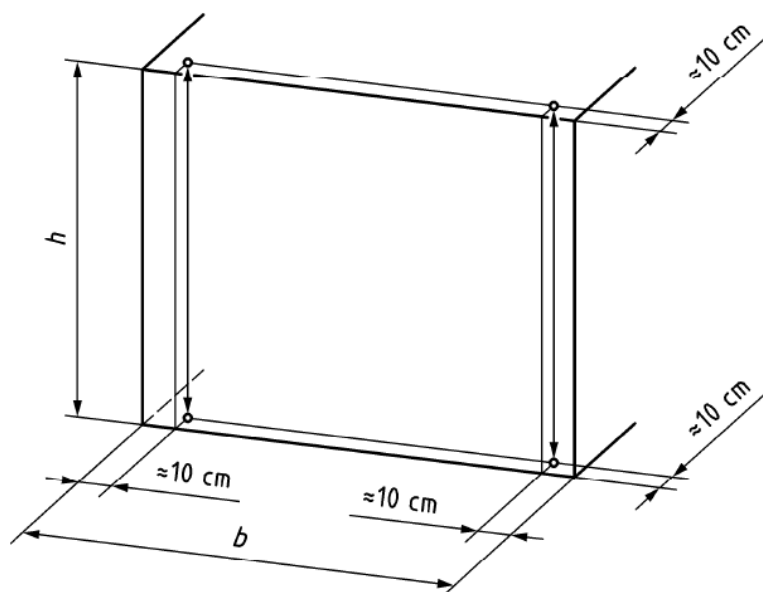
Obrázek 15 – Dovolené mezní odchyly, DIN 18 202 [9]

Zde je možné si všimnout, že hodnoty v bodě 5, tj. mezní odchyly pro stavební otvor s nedokončenými povrchy, jsou podobné jako hodnoty v ČSN 73 0210-2, avšak jsou zde rozdílné vztažné délky. [9]

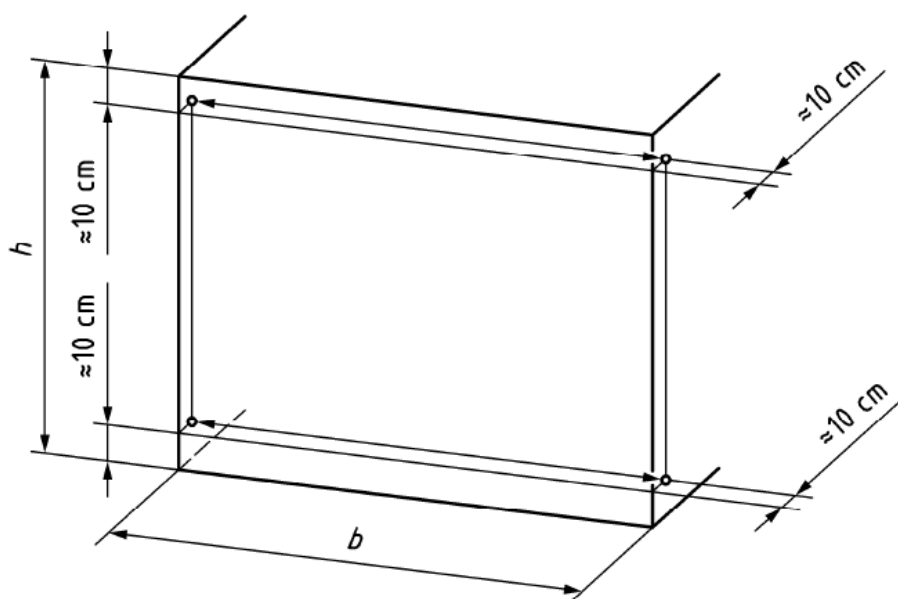
Rozdílem je také zohlednění odchyly pro otvory o rozměrech menších jak 1 m. Hodnoty v DIN 18 202 jsou tedy přísnější než v ČSN 73 0210-2 a tím pádem i ČSN 13 670. [9]

Norma	Otvor		Stěna, sloup	
	Odchylyka polohy	Odchylyka rozměrů	Odchylyka polohy	Odchylyka rozměrů
ČSN EN 13 670	±25 mm			
DIN 18 202	±10 mm do 1 m, ±12 mm do 3 m, ±16 mm do 6		±10 mm do 1 m, ±12 do 3 m, ±16 mm do 6, ±20 mm do 30 m, ±30 nad 30 m	

Tabulka z německé normy dále odkazuje na způsob měření otvorů. Šířka, resp. délka otvoru se měří vždy 10 cm od rohové hrany otvoru, jak je znázorněno na následujících obrázcích. [9]



Obrázek 16 – Měření rozměrů otvoru, DIN 18 202 [9]



Obrázek 17 – Měření rozměrů otvoru 2, DIN 18 202 [9]

3.2.2 BRITSKÉ NORMY – BS EN 13 670

Britská norma BS EN 13 670 vychází ze stejnojmenné evropské normy zabývající se prováděním železobetonových konstrukcí, která odpovídá ČSN EN 13 670.

Management provádění

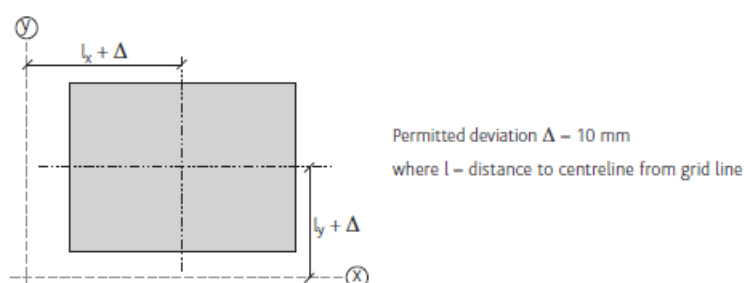
Zde oproti české verzi této normy nejsou žádné rozdíly. Jsou vyžadovány stejné prováděcí dokumenty:

- Prováděcí dokumentace
- Dokumentace provádění
- Plán kvality (podle BS EN ISO 9000)
- Zvláštní dokumentace

Geometrické tolerance

Stejně jako v české verzi normy, i zde jsou zmíněny požadavky na geometrickou přesnost a mezní dovolené odchylky jednotlivých konstrukčních prvků. Velká část hodnot mezních odchylek se shoduje, avšak v následujících odstavcích se zaměřím na rozdíly, které se týkají geometrické přesnosti otvorů.

Jako první zde uvádím mezní odchylky pozice stěn a sloupů. Podle ČSN 13 670 je maximální mezní odchylka stanovena na ± 25 mm. BS EN 13 670 je přísnější a maximální mezní odchylku stanovuje na ± 10 mm. [16]



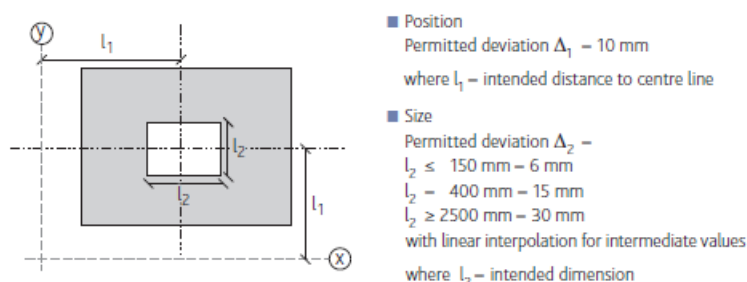
Obrázek 18 – Dovolené mezní odchylky polohy, BS EN 13 670 [16]

Druhý rozdíl je v maximální mezní odchylce protilehlých stěn a sloupů. ČSN 13 670 i BS EN 13 670 uvádí hodnotu mezní odchylky ± 20 mm nebo $l/600$ (l = osová vzdálenost), ale britská norma mezní odchylku omezuje maximální hodnotou ± 40 mm, oproti ± 60 mm v české normě. [16]



Obrázek 19 – Dovolené mezní odchylky osových vzdáleností, BS EN 13 670 [16]

Nakonec poslední rozdíl nastává u mezních odchylek rozměrů stavebního otvoru. ČSN 13 670 požaduje hodnotu všech mezních odchylek do ± 25 mm. Britská BS EN 13 670 rozděluje odchylky na odchylky pozice otvoru, s maximální hodnotou ± 10 mm, a odchylky rozměru otvoru, s odchylkami viz. následující obrázek. [16]



Obrázek 20 – Dovolené mezní odchylky otvorů, BS EN 13 670 [16]

Britská verze je tedy znovu přísnější než česká, a to především přísnějším omezením rozměrově menších otvorů, kde česká norma figuruje s neměnnou hodnotou mezní odchylky v celé rozměrové škále.

Norma	Otvor		Stěna, sloup	
	Odchylka polohy	Odchylka rozměrů	Odchylka polohy	Odchylka rozměrů
ČSN EN 13 670	± 25 mm			
BS EN 13 670	± 10 mm do 1 m, ± 12 mm do 3 m, ± 16 mm do 6		± 10 mm do 1 m, ± 12 do 3 m, ± 16 mm do 6, ± 20 mm do 30 m, ± 30 nad 30 m	

3.3 ŘEŠENÍ NESOULADU NOREM ČSN EN 13 670 A ČSN 74 6077

Jak tedy docílit, aby dokončené stavební otvory dosahovali předepsané přesnosti dle požadavků ČSN 74 6077?

Jedním způsobem je již zmíněné zpřísnění požadavku na geometrickou přesnost z ± 25 mm na požadavky v ČSN 74 6077 ve smlouvě o dílo. Ostatně, norma ČSN EN 13 670, respektive v normě zmíněné odchylky, vychází z norem pro navrhování, a proto odchylka ± 25 mm by měla být odchylkou limitní, jejíž překročení by znamenalo nesplnění statických parametrů návrhu a mělo by následovat statické posouzení, zda překročení odchylky je vůbec pro konstrukci přípustné. Proto norma dále říká, že pokud jsou stanoveny přísnější požadavky na geometrickou přesnost, například v případě normy ČSN 73 0210-1 ohledně přesnosti bednění, nebo v případě normy ČSN 74 6077, měly by být dodrženy právě tyto přísnější požadavky.

Někdy je však velmi náročné těchto přesností přes veškerou snahu dosáhnout, ať už z tlaku na snížení nákladů, kdy se místo systémových bednicích vložek otvorů použije nesystémové tesařské řešení, nebo z jiných důvodů. Proto se nabízí druhé řešení, které spočívá v zohlednění již v projekční fázi. Projektant jednoduše navrhne otvor větší a před realizací osazení výplně se otvor vyrovná do potřebného rozměru maltou. Je to ovšem řešení, které stojí peníze, a proto se s ním musí počítat už rovnou ve výkazu výměr a musí být jasně uvedeno ve smlouvě o dílo. V tomto případě odpadá možnost, že otvor bude pro osazení výplně příliš malý a také maltové vyrovnání otvoru je častokrát technologicky jednodušší než jeho případné zvětšování.

4. ANALÝZA SMLUVNÍCH POŽADAVKŮ VYBRANÝCH PROJEKTŮ

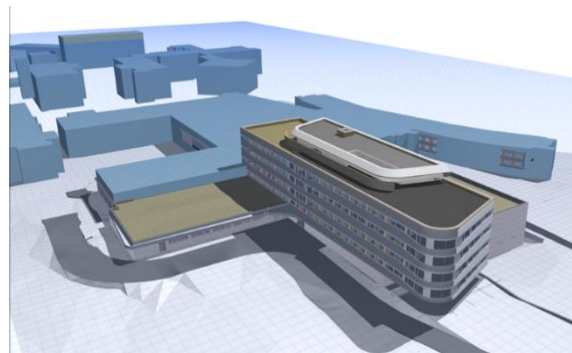
V následující části se budu zabývat analýzou vybraných projektů z hlediska požadavků na geometrickou přesnost. Bude mě zajímat, zda a případně jaký požadavek bude v projektové dokumentaci uveden, případně jakým způsobem budou specifikovány smluvní požadavky na geometrickou přesnost.

4.1 KARDIOCENTRUM V ÚSTÍ NAD LABEM

Prvním z projektů je stavba budovy Kardiocentra v areálu Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem. Předmětem projektu je rozšíření stávajících bloků a stavba nového 7 podlažního objektu Kardiocentra. Rozsah zakázky je 1,35 miliardy korun.



Obrázek 22 – Kardiocentrum vizualizace 1 [O21]



Obrázek 21 – Kardiocentrum vizualizace 2 [O22]

Z konstrukčního hlediska je stavba navržena jako železobetonový monolit kombinovaného systému se sloupy, stěnami a obousměrně pnutými stropními deskami se sloupovými hlavicemi. Sloupy jsou čtvercového průřezu 400x400 mm. Obvodové a vnitřní stěny jsou navrženy v tloušťkách 200, 250 a 300 mm. Budova bude mít plochou nepochozí střechu s fóliovou hydroizolací a zateplení objektu bude realizováno kontaktním zateplovacím systémem.

Analýza požadavků na geometrickou přesnost

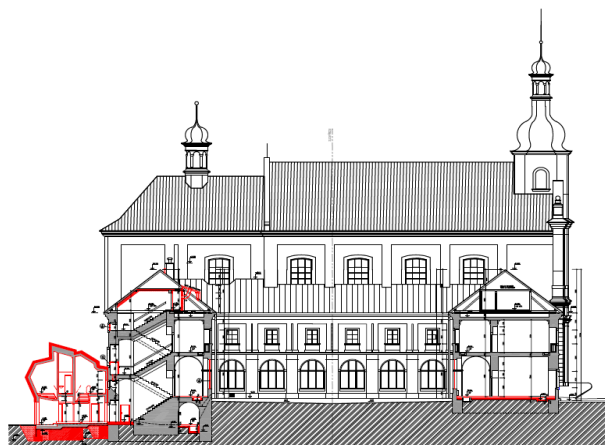
V technické zprávě hned na začátku v kapitole Projektové podklady je zmíněno, že projektové řešení bylo zpracováno na základě ČSN EN 13 670 a ČSN 73 0210-2.

Dále se v kapitole Technologické podmínky výstavby – Přesnost výstavby dočteme, že na normu ČSN EN 13 670 je zde odkazováno pouze ve smyslu specifikací vlastností materiálu, výroby a shody. Kdežto geometrická přesnost je navržena s odkazem na požadavky v ČSN 73 0210-2. Je tedy stanovené, že mezní odchylky geometrické přesnosti se budou posuzovat právě podle přísnějších požadavků této normy.

V projektové dokumentaci je také uvedeno, že je zakázáno provádět jakékoliv následné úpravy vedoucí k oslabení stěn i sloupů, například zabrušováním krycí vrstvy výztuže. Z toho plyne větší důraz na přesnost vyhotovení stavebních otvorů, jelikož je tímto zakázáno otvor přebroušením zvětšovat.

4.2 NÁVŠTEVNÍ CENTRUM KRNP VE VRCHLABÍ

Druhým z projektů je stavba návštěvnického centra KRNP v blízkosti památkově chráněného objektu bývalého kláštera a kostela sv. Augustína. V objektu se nachází Krkonošské muzeum. Pro provoz muzea je navržen nový vstup. Jedná se o kombinaci skleněného foyer s objemem stylizované skály. Nosná konstrukce je navržena jako železobetonový monolitický skelet a s železobetonovou



Obrázek 23 – Centrum KRNP, řez [O23]

skořepinou tvoří jednotný prostorový celek.

Konkrétně suterénní obvodové stěny jsou navrženy v tloušťkách 250 a 300 mm. Nosnou konstrukci 1. NP tvoří tři dvojice železobetonových kruhových sloupů o průměru 350 mm. Celou stavbu obklopuje nepravidelná obvodová železobetonová skořepina. Stejně tak střecha je tvořena stejnou konstrukcí.



Obrázek 24 – Centrum KRMAP, vizualizace [O24]

Předpokladem zhotovení takto složité konstrukce je využití atypického bednění. Vzhledem k pohledovosti konstrukce je třeba předložit k posouzení spárořez bednicích dílců.

Analýza požadavků na geometrickou přesnost

Projektová dokumentace se v oblasti geometrické přesnosti odkazuje na požadavky ČSN EN 13 670 s doplňující informací, že tyto požadavky platí, pokud nejsou v dokumentaci profesí požadovány přísnější limity. V rámci železobetonových konstrukcí projektová dokumentace požaduje pouze požadavky z ČSN EN 13 670. Také říká, že je nutné uvažovat zmenšení geometrických odchylek v místech, kde to není vyloženě uvedeno, ale jejich nedodržení by bránilo provedení konstrukce dle projektu. Není ovšem řečeno, co přesně se tím myslí.

Dále se zde dočteme, že dodavatel je povinen provádět při realizaci kontrolní měření postaveného bednění a všech železobetonových dílů a zpracovávat o nich protokoly. Projektová dokumentace specifikuje použití kvalitního systémového bednění s příčnými ztracenými spojkami a pro nepravidelné konstrukce použití atypického bednění dle návrhu dodavatele bednění.

Nakonec je zde zmínka o dodatečných úpravách konstrukce. Povoleny jsou pouze prostupy o průměru 150 mm, nebo čtvercové 150x150 mm, případně drážky do hloubky 20 mm. Veškeré další úpravy přesahující tyto hodnoty musejí být odsouhlaseny statikem, nebo provedeny v rámci betonáže.

4.3 NEMOCNICE PELHŘIMOV

Třetím z projektů je Pavilon dětského, gynekologicko-porodnického a neurologického oddělení nacházejícího se v areálu krajské nemocnice Pelhřimov. Jedná se o pěti podlažní objekt, přičemž jedno podlaží je zapuštěné pod úroveň terénu. Půdorysné rozměry jsou 57 x 38 m s celkovou výškou 20,6m. Objekt bude v nadzemních podlažích propojen s okolními budovami nadzemními koridory, v podzemí se nachází parkovací plochy, které umožní příjezd a výjezd z budovy. Střecha je plochá.



Obrázek 26 – Nemocnice Pelhřimov, vizualizace 1 [O25]



Obrázek 25 – Nemocnice Pelhřimov, vizualizace 2 [O26]

Z konstrukčního hlediska se jedná o železobetonový skelet v parteru objektu a železobetonový skelet doplněný o železobetonové obvodové zdi tloušťky 180 mm ve vyšších podlažích.

Analýza požadavků na geometrickou přesnost

Technická zpráva obecně uvádí reprezentativní seznam základních norem, mezi nimiž jsou pro problematiku relevantní ČSN 13 670, ČSN 73 0202, ČSN 73 0205 ČSN 74 6077, a zároveň však říká, že tento seznam neobsahuje a ani nemůže obsahovat veškeré technické a právní normy, avšak to neznamená, že nebudou účastníky výstavby dodrženy.

Z oblasti geometrické přesnosti železobetonových konstrukcí se tedy technická zpráva odkazuje na normu ČSN EN 13 670 a její požadavky. Ovšem co se týká otvorů pro okna a vnější dveře, ty se musí řídit požadavky v normě ČSN 74 6077. Jak je uvedené v ČSN EN 13 670, pokud na konstrukci odkazuje norma s přísnějšími požadavky, v našem případě normy ČSN 74 6077, uplatní se požadavky přísnější.

4.4 CENTRUM PŘÍRODOVĚDNÝCH A TECHNICÝCH OBORŮ UJEP ÚSTÍ NAD LABEM

Čtvrtým z projektů je Centrum přírodovědných a technických oborů Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Jedná se o objekt ve tvaru L. Celkové půdorysné rozměry činí 106x49 m. Celkový počet podlaží je 8.

Objekt je navržen jako železobetonová monolitická konstrukce rozdělená na dva dilatační celky z důvodu problematických základových poměrů.



Obrázek 27 – UJEP, vizualizace 1 [O27]



Obrázek 28 – UJEP, vizualizace 2 [O28]

Analýza požadavků na geometrickou přesnost

V technické zprávě v obecném seznamu použitých platných norem nalezneme z norem vztahujících se k problematice pouze normu ČSN EN 13 670. Je zde odkaz na část dokumentace s názvem D.1.1.c.2 Technické specifikace, avšak v tomto dokumentu se odkazují zpět na technickou zprávu z oblasti železobetonových stěn a sloupů bez jakékoliv další specifikace požadavků. Stejná situace je u výplní otvorů. Technická zpráva pouze detailně popisuje parametry použitých výrobků, ale neuvádí žádné požadavky na geometrickou přesnost s odkazem na normu. Pouze se odkazuje na další část zadávací dokumentace, kde jsou ovšem pouze detailně vypsány veškeré výplně otvorů.

Jelikož byla v zadávací dokumentaci zmíněna pouze ČSN EN 13 670, budou uplatněny požadavky na geometrickou přesnost z této normy. Norma sice říká, že pokud na konstrukci odkazuje norma s přísnějšími požadavky, uplatní se požadavky přísnější, ale v tomto případě nebyla zmíněna žádná jiná norma, a tak zůstávají platné požadavky v ČSN EN 13 670.

4.5 SHRNU TÍ ANALÝZY PROJEKTŮ

Z analýzy smluvních požadavků na geometrickou přesnost vybraných projektů vyplývá, že všechny se odkazují na v současné době platnou ČSN 13 670 s tím, že dále specifikují přísnější požadavky podle ČSN 73 0210-2 nebo ČSN 74 6077. Avšak v případě návštěvního centra KRNAP je tato specifikace požadována velmi obecně a v případě Centra přírodovědných a technických oborů UJEP úplně chybí. V případech Kardiocentra a návštěvního centra KRNAP se zadávací dokumentace zmiňuje také o zákazu dodatečných úprav hotových konstrukcí.

projekt	hlavní požadavek	doplňující požadavek	upřesnění
Kardiocentrum Ústí nad Labem	ČSN EN 13 670	ČSN 73 0210-2	zákaz dodatečných úprav
Návštěvní centrum KRNAP	ČSN EN 13 670	/	omezení dodatečných úprav
Nemocnice Pelhřimov	ČSN EN 13 670	ČSN 74 6077	/
Centrum přírodovědných a technických oborů UJEP	ČSN EN 13 670	/	/

5. NÁVRH ŘEŠENÍ KONTROLY KVALITY

Systém kontroly kvality, jak už bylo několikrát uvedeno, je velmi důležitým materiálem projektové dokumentace. Kontrolu kvality stavebního díla můžeme rozdělit do následujících kategorií dle časové posloupnosti:

- Kontrola stavební připravenosti – kontrola před zahájením realizace
- Kontrola realizace – kontrola v průběhu výrobního procesu stavby
- Kontrola dokončené konstrukce – povýrobní kontrola [17]

Kontrola stavební připravenosti

Kontrola stavební připravenosti se zabývá posouzením obdržené projektové dokumentace z hlediska konstrukční proveditelnosti, vhodnosti použité technologie, ekonomiky stavby, ale také i z hlediska legislativy a platných technických norem. V tomto stádiu se vyhodnocují a stanovují požadavky na kontrolu kvality konkrétních technologií nebo konstrukcí prováděné během realizace stavby. Také v této etapě má možnost zhotovitel určitým způsobem a do určité míry ovlivnit podobu projektového řešení a případně navrhnout změny a přispět tak k budoucí kvalitě provedení stavebního díla. [17]

Kontrola realizace

Kontrola v průběhu realizačních prací má dbát na to, aby byly konstrukce zhotovovány správně a bez závad a v rámci geometrické přesnosti dané normovými požadavky nebo smluvními požadavky. Dále je také třeba dbát na to, aby si tuto jakost konstrukce či stavební prvky udržely během celé realizace a nebyly v průběhu znehodnoceny. [17]

Při realizaci je třeba dbát na:

1. Kontrolu vstupních stavebních materiálů a dílců – zkoušení a kontrola shody s výrobcem deklarovanými parametry
2. Kontrolu technologické kázně při provádění
3. Kontrolu hotových konstrukcí

Nezbytnou součástí je vyhotovování kvalitativních zkoušek a měření, stejně tak evidence a uchovávání jejich výsledků společně s přenesením do projektové dokumentace, především zápisem do stavebního deníku. [17]

Kontrola dokončené konstrukce

V této poslední etapě se kontroluje stavební dílo jako celek. Realizační etapa je zakončena kolaudací, při které se kontroluje, zda byla stavba provedena v souladu s projektovou dokumentací schválenou v rámci stavebního povolení. Dále po úspěšném zkolaudování začíná fáze užívání stavebního objektu a s tím spojená záruční doba, po kterou je zhotovitel povinen odstranit vzniklé nedostatky a vady dle zákonných ustanovení či smluvních podmínek. [17]

5.1 NÁVRH ZKOUŠEK A KONTROL

V následující kapitole se budu zabývat návrhem kontrol a jejich posloupností za účelem zabezpečení požadované geometrické přesnosti vyhotovení železobetonových konstrukcí a otvorů pro okna a dveře v nich. Při návrhu kontrol se budu podrobněji zabývat pouze kontrolami, které mají přímý vliv na geometrickou přesnost. Ostatní kontroly budou pouze zmíněné.

	Předmět kontroly/zkoušky	Průběh kontroly, požadavky a kritéria, hodnoty a tolerance	Četnost kontroly evidence a odpovědnost
A	Kontrola projektové dokumentace		

Tato kontrola předchází realizační části. Jedná se o seznámení se s projektovou dokumentací, odsouhlasení technologických postupů a další, nicméně tento úkon jako takový nemá přímý vliv na výslednou geometrickou přesnost konstrukce.

B	Kontrola bednění		
1.	Kontrola správného vytyčení obvodu konstrukce	Vytyčení dle PD, dostatečný počet bodů pro umožnění montáže bednění	Celkový rozsah konstrukcí, geodetický protokol, stavbyvedoucí
2.	Kontrola bednění, jednotlivé díly	Vizuální kontrola, očištění, odmaštění, ošetření odbedňovacím přípravkem	Všechny části bednicího systému, záznam do stavebního deníku stavbyvedoucí, mistr
3.	Kontrola prostorové tuhosti, stability a těsnosti	Kontrola tuhosti bednění, stabilizačních podpěr, rádlovacích tyčí, kontrola utěsnění spojů	Fyzická a vizuální kontrola v plném rozsahu, záznam do stavebního deníku stavbyvedoucí, mistr
4.	Kontrola geometrie bednění svislých konstrukcí	Kontrola dle ČSN 73 0210-1, tab. A.4.: odchylka polohy ± 8 mm, odchylka svislosti $\pm h/200$ (max 30 mm), odchylka přímé návaznosti desek bednění 5 mm Požadavky na přesnost hotové konstrukce dle ČSN 74 6077, viz. bod 7	Měření laserovým dálkoměrem, 2 m latí, metrem, v plném rozsahu, záznam do stavebního deníku stavbyvedoucí, mistr

5.	Kontrola geometrie bednění otvorů	Kontrola dle ČSN 73 0210-1, tab. A.4.: odchylka polohy ± 8 mm, odchylka svislosti $\pm h/200$ (max 30 mm), odchylka přímé návaznosti desek bednění 5 mm Požadavky na přesnost hotové konstrukce dle ČSN 74 6077, viz. bod 7	Kontrola vodováhou, úhelníkem, laserovým dálkoměrem, každý otvor, záznam do stavebního deníku stavbyvedoucí, mistr
----	-----------------------------------	--	---

Před započítáním sestavování bednění svislých konstrukcí je třeba přesně vytyčit jejich polohu. Následuje kontrola stavu samotného bednění, které musí být ve vyhovujícím mechanickém stavu, čisté a ve správných požadovaných rozměrech. Poté se přistoupí ke stavbě bednění, společně s vyvázáním výztuže a následnou kompletací bednění. Nyní je třeba zkontrolovat tuhost, stabilitu a těsnost bednění, aby dokázalo odolávat tlaku čerstvého betonu. Jako poslední se kontroluje geometrie postaveného bednění. Kontroluje se správná poloha, svislost a rozměry bednění, dále poloha, rozměry a umístění otvorů v bednění pro budoucí stavební otvory v konstrukci.

C	Kontrola výztuže
---	------------------

Zde pouze zmiňuji kontrolu výztuže bez podrobného rozboru jednotlivých kontrol, jelikož výztuž nemá ze své podstaty přímý vliv na výslednou geometrickou přesnost hotové konstrukce a otvorů v ní.

D	Kontrola betonáže
---	-------------------

Zde platí to stejné jako u výztuže, viz. předchozí bod.

E				Kontrola hotové konstrukce		
6.	Kontrola geometrie svislých konstrukcí	Dle ČSN 13 670 Odchylka svislosti větší z $h/400$ nebo 15 mm (10.4), odchylka místní rovinnosti 9 mm na 2 m (obr. G.5 a). Odchylka půdorysné polohy ± 25 mm (obr. G.2 a, b), odchylka vzdálenosti protilehlých konstrukcí ± 20 mm, (obr. G.2 c)	Vizuální kontrola, měření laserovým dálkoměrem, vodováhou, 2 m latí na podložkách, délkové měřidlo, v případě pochybností či požadavků na minimální rozměry záznam do stavebního deníku stavbyvedoucí			
7.	Kontrola geometrie otvorů	Dle ČSN 13 670 odchylka polohy ± 25 mm (obr. G.6 b) Dle ČSN 74 6077 odchylky rozměrů otvoru ± 10 mm do 1 m, ± 12 mm do 3 m, ± 16 mm do 6 m (tab. 1), odchylka pravoúhlosti otvoru 6 mm do 1 m, 8 mm do 3 m, 12 mm do 6 m (tab. 3)	Vizuální kontrola, vodováhou, délkové měřidlo, úhelník, každý otvor, záznam do stavebního deníku stavbyvedoucí			

Nyní přichází na řadu kontrola již hotové železobetonové konstrukce a otvorů v ní. Provede se kontrola polohy, svislosti a místní rovinnosti konstrukce. Ovšem nejdůležitější bude kontrola geometrické přesnosti otvoru, konkrétně kontrola polohy, rozměrů a pravoúhlosti ostění.

ZÁVĚR

Z oblasti kvality výstavby je to právě geometrická přesnost, která při jejím důsledném dodržování má vliv nejen na životnost stavby, ale také její bezproblémovou proveditelnost a ekonomickou předvídatelnost. V případě zanedbání kontroly mohou nastat problémy ze statického, estetického nebo legislativního hlediska.

Analýzou oblasti českých norem a shrnutím jejich požadavků v této práci jsem došel k závěru, že v současné době jsou stěžejní ČSN EN 13 670 pro železobetonové konstrukce a ČSN 74 6077 pro stavební otvory a otvorové výplně. ČSN 13 670 je co do požadavků méně přísná oproti předchozí normě ČSN 73 0210-2, nicméně říká, že pokud jsou stanoveny přísnější požadavky na geometrickou přesnost, například v případě normy ČSN 73 0210-1 ohledně přesnosti bednění, nebo v případě normy ČSN 74 6077, měly by být dodrženy právě tyto přísnější požadavky.

Při porovnání zahraničních norem jsem se došel ke zjištění, že jak německá technická norma DIN 18 202, tak i britská technická norma BS EN 13 670 uvádějí přísnější požadavky než ČSN EN 13 670, avšak ta se odkazuje na přísnější požadavky, viz. předchozí odstavec.

Analýzou smluvních požadavků na geometrickou přesnost vybraných projektů jsem zjistil, že všechny se odkazují na v současné době platnou ČSN 13 670 s tím, že dále specifikují přísnější požadavky podle ČSN 73 0210-2 nebo ČSN 74 6077. Avšak v jednom případě je tato specifikace požadována velmi obecně a v jednom případě úplně chybí. Ve dvou případech se zadávací dokumentace zmiňuje také o zákazu dodatečných úprav hotových konstrukcí.

Nakonec jsem sestavil návrh zkoušek a kontrol, kde jsem detailně uvedl a popsal způsoby jejich provádění s odkazy na technické normy

a na jejich konkrétní požadavky. V této kapitole jsem se zaměřil pouze na kontroly a zkoušky, které mají přímý vliv na geometrickou přesnost.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] MATĚJKA, Zdeněk a Václav ŠANDA. Přesnost geometrických parametrů ve výstavbě. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2006. ISBN 80-86769-61-5.

[2] ČSN 73 0205 (730205) A Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti. Praha: Český normalizační institut, 1995.

[3] ČSN ISO 1803 (730201) A Pozemní stavby – Tolerance – Vyjadřování přesnosti rozměrů – Zásady a názvosloví. Praha: Český normalizační institut, 1999.

[4] ČSN 73 0202 (730202) A Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení. Praha: Český normalizační institut, 1995.

[5] ČSN EN 13670 (732400) A Provádění betonových konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

[6] ČSN 73 0210-2 (730210) N Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 2, Přesnost monolitických betonových konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 1993.

[7] ČSN 74 6077 (746077) A Okna a vnější dveře – Požadavky na zabudování. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.]

[8] ČSN 73 0210-1 (730210) A Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1, Přesnost osazení. Praha: Český normalizační institut, 1992.

- [9] DIN 18202:2013-10. *Toleranzen im Hochbau – Bauwerke*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 2013
- [10] BS 13670:2009 Execution of concrete structures British-Adopted European Standard, 2010, ISBN: 9780580670671
- [11] MAŠLÁR, Daniel a Linda VESELÁ. Geometrická přesnost ve stavebnictví. ATELIER DEK [online]. 2015 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/geometrick%C3%A1-p%C5%99esnost-ve-stavebnictv%C3%AD-653>
- [12] Zákon č. 183/2006 Sb., stavební zákon
- [13] Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník
- [14] Vyhláška 268/2006, o technických požadavcích na výstavbu
- [15] Vyhláška 499/2006, o dokumentaci staveb
- [16] Building Construction – National Structural Concrete Specification, Dostupné z: <https://construct.org.uk/wpcontent/uploads/2020/11/NSCS-Edition-4.pdf>, (17. března, 2021), ISBN: 978904818960
- [17] Multimediální učebnice Příprava a realizace objektů a staveb – Kapitola 11 Zabezpečení kvality stavebního díla [online], [4.4.2021], dostupné z: <http://technologie.fsv.cvut.cz/aitom/podklady/online-priprava/kap11/frame11.html>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - obr. 1 - Schéma návrhu geometrické přesnosti, ČSN 73 0205 [2]	15
Obrázek 2 – Způsob a dokumentace kontrol, ČSN EN 13 670 [5]	19
Obrázek 3 – Předměty pro kontrolu provádění, ČSN EN 13 670 [5]	19
Obrázek 4 – Kontrola materiálů a výrobků, ČSN EN 13 670 [5]	19
Obrázek 5 – Mezní odchylky, ČSN EN 13 670 [5]	21
Obrázek 6 – Mezní odchylky 2, ČSN EN 13 670 [5]	22
Obrázek 7 - Mezní odchylky 3, ČSN EN 13 670 [5]	23
Obrázek 8 – Mezní odchylky celkových rozměrů a polohy, ČSN 73 0210-2 [6]	25
Obrázek 9 – Tolerance místní přímosti, ČSN 73 0210-2 [6]	25
Obrázek 10 – Orientační hodnoty mezních odchylek shody montážních značek při osazení dílců bednění, ČSN 73 0210-1 [8]	27
Obrázek 11 – Geometrická přesnost stavebního otvoru, ČSN 74 6077 [7]	29
Obrázek 12 – Tolerance a mezní odchylky stavebního otvoru, ČSN 74 6077 [7]	29
Obrázek 13 – Tolerance a mezní odchylky stavebního otvoru, ČSN 74 6077 [7]	30
Obrázek 14 – Rozměry stavebního otvoru pro dveře, ČSN 74 6077 [7] ..	31

Obrázek 15 – Dovolené mezní odchylky, DIN 18 202 [9].....	36
Obrázek 16 – Měření rozměrů otvoru, DIN 18 202 [9].....	37
Obrázek 17 – Měření rozměrů otvoru 2, DIN 18 202 [9].....	37
Obrázek 18 – Dovolené mezní odchylky polohy, BS EN 13 670 [16]	38
Obrázek 19 – Dovolené mezní odchylky osových vzdáleností, BS EN 13 670 [16]	39
Obrázek 20 – Dovolené mezní odchylky otvorů, BS EN 13 670 [16].....	39
Obrázek 22 – Kardiocentrum vizualizace 2 [O22].....	41
Obrázek 21 – Kardiocentrum vizualizace 1 [O21]	41
Obrázek 23 – Centrum KRNAP, řez [O23].....	42
Obrázek 24 – Centrum KRNAP, vizualizace [O24]	43
Obrázek 26 – Nemocnice Pelhřimov, vizualizace 2 [O26]	44
Obrázek 25 – Nemocnice Pelhřimov, vizualizace 1 [O25]	44
Obrázek 27 – UJEP, vizualizace 1 [O27]	45
Obrázek 28 – UJEP, vizualizace 2 [O28].....	46

[O21] Dostupné online [17.4. 2021] z:

https://www.kzcr.eu/Data/Files/800x600x0/ec136357-8f34-4431-854e-0bdb91a6c0f-vizualizace__kardio__mnul.png?download=true

[O22] Dostupné online [17.4. 2021] z:

https://www.kzcr.eu/Data/Files/800x600x0/ec136357-8f34-4431-854e-0bdb91a6c0f-2020__mnul__kar-3_.jpg?download=true&cname=Vizualizace%20nov%C3%A9ho%20pa

vilonu%20v%20are%C3%A1lu%20%C3%BAsteck%C3%A9%20Masaryko
vy%20nemocnice.

[O23] Dostupné z: Součástí projektové dokumentace.

[O24] Dostupné online [17.4. 2021] z:

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/RkFHZSMBLSKjgIXk0__Gobu-fk5T-t2sFA8rHGwXNeZcdIfiywmmTvUn2cRH6__yobeKapZWBV68eQsBmVlz4Uwema-7Wu__RrokI8ZJZV7bAz3ZFY4wir87aYCBbMohWGfSOvSfwD07tDmGc3__zVCwJo9yA

[O25] Dostupné online [17.4. 2021] z:

<https://www.stavbaweb.cz/35/architectobjectfile/08/50/66/pelhrimov3.jpg>

[O26] Dostupné online [17.4. 2021] z:

<https://www.stavbaweb.cz/35/architectobjectfile/08/50/65/pelhrimov2.jpg>

[O27] Dostupné online [17.4. 2021] z: https://prf.ujep.cz/wp-content/uploads/2020/06/2020-06__cpto__pokus.jpg

[O28] Dostupné online [17.4. 2021] z:

http://cpto.ujep.cz/images/pic/2kolo/Pelcakpartner__2__kolo__1000.jpg