

Petr Hájek a kolektiv

# Pozemní stavitelství I

pro SPŠ stavební

Základní požadavky  
a konstrukční systémy budov



## Pozemní stavitelství I–VIII pro SPŠ stavební

Výstavba budov zaznamenala v posledních dvaceti letech výrazné změny v koncepci navrhování, v užívaných materiálech, technologiích i postupech návrhu konstrukcí. Uvedený vývoj je motivem pro vydání nového souboru učebnic, který je přednostně určen pro výuku studentů na středních odborných školách stavebního zaměření, ale může sloužit i jako základní studijní materiál pro jiné formy studia. Široká tematika navrhování budov je rozdělena do osmi dílů, které postupně seznámí studenty s aktuálním stavem a trendy jednotlivých oblastí, ale současně i se způsoby stavění v předchozích obdobích, jejichž znalost je nutnou podmínkou pro efektivní navrhování rekonstrukcí a modernizací budov.

Soubor učebnic je členěn na jednotlivá témata zahrnující problémové celky navrhování budov. Jednotlivé školy si vytvořily vlastní školní vzdělávací programy, které se mohou lišit. Proto nebylo cílem vytvořit univerzální sled učebnic odpovídající jednotlivým rokům studia, nýbrž poskytnout soubor učebnic, ze kterých si vyučující vyberou části vhodné zapadající do jejich učebního plánu.

Soubor učebnic je členěn takto:

- Pozemní stavitelství I** – **Základní požadavky a konstrukční systémy budov,**
- Pozemní stavitelství II** – **Nosné konstrukce budov – svislé, stropní a předsazené,**
- Pozemní stavitelství III** – **Schodiště, základové konstrukce, spodní stavba,**
- Pozemní stavitelství IV** – **Zastřešení budov, obvodové pláště, výplně otvorů,**
- Pozemní stavitelství V** – **Kompletační konstrukce,**
- Pozemní stavitelství VI** – **Stavební fyzika, zdravotní nezávadnost a požární bezpečnost staveb,**
- Pozemní stavitelství VII** – **Technická zařízení budov,**
- Pozemní stavitelství VIII** – **Typologie budov, udržitelná výstavba.**

Rychlý vývoj techniky vyžaduje soustavné sledování nových informací v daných oblastech. Proto je třeba neomezovat se na informace předkládané v učebnicích, ale studovat i odbornou literaturu, časopisy, informace na internetu, a to vše včetně zahraničních. Proto jsou u hlavních kapitol uvedeny slovníčky se základními termíny v angličtině, které mohou usnadnit orientaci v zahraničních informačních zdrojích.

Autory souboru učebnic jsou specialisté z Fakulty stavební ČVUT v Praze, kteří se snaží aktuální informace o stavu a vývojových trendech výstavby budov podat co nejsrozumitelnější formou. Záměrem je poskytnout kvalitní vzdělání v oblasti pozemních staveb pro odborníky, kteří odcházejí přímo do stavební praxe a současně připravit nové zájemce pro studium na vysoké škole a zajistit tak novou generaci projektantů a stavitelů vysoce kvalitních budov respektujících současné požadavky udržitelného rozvoje společnosti.

Petr Hájek  
Jan Růžička  
Jiří Pazderka  
Ctislav Fiala



# Pozemní stavitelství I

pro SPŠ stavební

Základní požadavky  
a konstrukční systémy budov

Věnováno mému tátovi Ing. arch. Václavu Hájkovi, který po dlouhé období vedl autorské kolektivy zpracovávající učebnice pro střední průmyslové školy, a který mě k psaní těchto učebnic přivedl a tuto štafetu mně postupně předal.

Petr Hájek

Učebnici připravil autorský kolektiv pracovníků Katedry konstrukcí pozemních staveb, Fakulty stavební, ČVUT v Praze: Prof. Ing. Petr Hájek, CSc. (vedoucí kolektivu), Ing. Ctislav Fiala, PhD., Ing. Jiří Pazderka, PhD., Ing. Jan Růžička, PhD.  
Spolupráce Michal Nývlt  
Lektorovala Ing. Alena Kračmarová, CSc.



Petr Hájek a kolektiv

# Pozemní stavitelství I

pro SPŠ stavební

Základní požadavky a konstrukční systémy budov

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Vydala Grada Publishing, a. s.  
U Průhonu 22, Praha 7  
obchod@grada.cz, www.grada.cz  
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 134 264 400  
jako svou 5648. publikaci

Odpovědná redaktorka Eva Škrabalová  
Grafická úprava a sazba Eva Hradiláková  
Fotografie na obálce Prof. Ing. Petr Hájek, CSc.  
Fotografie v textu z archivu autorů  
Ilustrace z archivu autora a Wieneberger cihlářský průmysl, a.s.  
Počet stran 144  
První vydání, Praha 2014  
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.  
© Grada Publishing, a. s., 2014  
Cover Design © Eva Hradiláková, 2014

*Vše, co je v knize uvedeno, bylo autory napsáno v upřímné snaze zprostředkovat čtenářům přístupnou formou co nejlepší informace. Z jejich praktického uplatnění nevyplývají pro autory ani pro redakci žádné právní důsledky. Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.*

## **Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

*Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována ani šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **restně stíháno**.*

ISBN 978-80-247-5101-6

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-9435-8 (ve formátu PDF)

ISBN 978-80-247-9436-5 (ve formátu EPUB)

# Obsah

Předmluva .....	8
<b>1 Základní třídění pozemních staveb .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Funkční třídění pozemních staveb .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Materiálové třídění .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Dřevěné konstrukce .....	11
1.2.2 Konstrukce z kamene .....	13
1.2.3 Konstrukce z keramických a jílových materiálů .....	14
1.2.4 Betonové konstrukce .....	15
1.2.5 Kovové konstrukce .....	17
1.2.6 Materiálově a technologicky kombinované konstrukce .....	18
<b>1.3 Technologické třídění .....</b>	<b>19</b>
1.3.1 Zděné konstrukce .....	19
1.3.2 Monolitické konstrukce .....	19
1.3.3 Prefabrikované konstrukce .....	20
1.3.4 Prefa-monolitické konstrukce .....	21
<b>1.4 Stavebně-konstrukční třídění .....</b>	<b>22</b>
<b>2 Požadavky na pozemní stavby .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Architektonické požadavky .....</b>	<b>27</b>
2.1.1 Urbanistické požadavky .....	27
2.1.2 Provozní požadavky .....	29
2.1.3 Estetické požadavky .....	29
2.1.4 Požadavky památkové péče .....	30
<b>2.2 Technické požadavky na spolehlivost, bezpečnost a trvanlivost staveb ...</b>	<b>31</b>
2.2.1 Mechanická odolnost a stabilita .....	31
2.2.2 Požární bezpečnost staveb .....	33
2.2.3 Trvanlivost stavebních konstrukcí z hlediska odolnosti proti vnějším vlivům ...	34
2.2.4 Bezpečnost při užívání staveb .....	36
<b>2.3 Technické požadavky na kvalitu vnitřního prostředí .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Hygiena vnitřního prostředí .....	37
2.3.2 Denní a umělé osvětlení .....	38
2.3.3 Tepelná ochrana budov a úspora energie .....	39
2.3.4 Ochrana proti hluku a vibracím, akustické mikroklima .....	43

<b>2.4 Technologické požadavky na provádění staveb</b>	44
<b>2.5 Ekologické požadavky</b>	45
<b>2.6 Ekonomické požadavky</b>	46
<b>3 Principy navrhování budov</b>	49
<b>3.1 Modulová koordinace, unifikace a typizace</b>	49
3.1.1 Modulová koordinace	50
3.1.2 Unifikace rozměrů	54
3.1.3 Typizace	54
<b>3.2 Otevřený a uzavřený systém</b>	55
<b>3.3 Systémový model objektu</b>	56
<b>3.4 Životnost staveb</b>	57
<b>3.5 Vývoj stavebnictví</b>	60
3.5.1 Historický vývoj stavění	61
3.5.2 Průmyslová výroba dílců a staveb	62
<b>3.6 Tendence a směry vývoje pozemních staveb</b>	64
<b>4 Konstrukční systém – prvky a principy</b>	67
<b>4.1 Konstrukční systém a jeho funkce</b>	67
4.1.1 Základní funkce konstrukčního systému	68
4.1.2 Volba konstrukčního systému	69
<b>4.2 Účinky zatížení na konstrukční systém</b>	70
<b>4.3 Konstrukční prvky nosných systémů</b>	72
<b>4.4 Spolupůsobení konstrukčních prvků</b>	75
4.4.1 Styk kompletačních konstrukcí s nosným systémem	76
4.4.2 Spolupůsobení stěnových výplní s rámovou konstrukcí	76
<b>5 Konstrukční systémy jedno- a vícepodlažních budov</b>	77
<b>5.1 Konstrukční, materiálové a technologické třídění</b>	79
<b>5.2 Stěnové systémy</b>	83
5.2.1 Zděné stěnové systémy	83
5.2.2 Monolitické stěnové systémy	86
5.2.3 Prefabrikované stěnové systémy	89
5.2.4 Prefa-monolitické stěnové systémy	95

<b>5.3 Sloupové systémy</b>	95
5.3.1 Zděný sloupový systém	96
5.3.2 Monolitický sloupový systém	96
5.3.3 Prefabrikovaný sloupový systém	98
5.3.4 Prefa-monolitický skeletový systém	107
<b>5.4 Kombinované systémy</b>	108
<b>5.6 Prostorová prefabrikace</b>	109
<b>6 Konstrukční systémy halových staveb</b>	111
<b>6.1 Konstrukční, materiálové a technologické řešení halových staveb</b>	113
6.1.1 Základní třídění a statické působení	114
6.1.2 Nosné systémy jedno-, dvou-, tří- a víceúhňové	117
6.1.3 Prostorová tuhost halových konstrukcí	118
6.1.4 Konstrukční řešení obvodových plášťů halových staveb	119
<b>6.2 Ohýbané konstrukční systémy halových staveb</b>	120
6.2.1 Deskové soustavy	121
6.2.2 Vazníkové soustavy	122
6.2.3 Rámové soustavy	124
<b>6.3 Tlačené konstrukční systémy halových staveb</b>	125
6.3.1 Obloukové soustavy	127
6.3.2 Plošné tlačené konstrukce	128
6.3.3 Prutové a lomenicové soustavy	129
<b>6.4 Tažené konstrukční systémy halových staveb</b>	130
6.4.1 Visuté soustavy	131
6.4.2 Soustavy nesené přetlakem vzduchu	132
<b>7 Konstrukční systémy výškových budov a superkonstrukce</b>	135
<b>7.1 Konstrukční systémy výškových budov</b>	135
Konstrukční a materiálové řešení	136
<b>7.2 Superkonstrukce</b>	139
<b>Literatura</b>	141
<b>Rejstřík</b>	143

# Předmluva

První díl učebnice Pozemní stavitelství si klade za cíl uvést do problematiky navrhování budov studenty, kteří se poprvé setkávají s tímto oborem. Úkolem je seznámit je se základní terminologií, tříděním, požadavky na budovy a podat základní přehled o konstrukčních systémech budov.

Úplné pochopení některých kapitol této učebnice však vyžaduje podrobnější znalosti o prvcích konstrukcí a jejich chování a budou pro studenty lépe pochopitelné až ve vyšších ročnících studia. Do počátku studia se proto doporučuje zařadit především kapitoly jedna až tři a obecnější informace z kapitoly pět. Ostatní kapitoly bude lépe zařadit až do výuky vyšších ročníků.

Učebnice je rozdělena do sedmi kapitol. První tři kapitoly jsou úvodem do tematiky zabývající se základním tříděním pozemních staveb, požadavky kladenými na jejich navrhování a hlavními principy navrhování včetně historického vývoje a tendencí a směrů dalšího vývoje pozemních staveb. Kapitola čtyři obecně popisuje konstrukční systém, jeho prvky a jejich vzájemné spolupůsobení. Zbývající tři kapitoly obsahují přehled konstrukčních systémů budov. Je zřejmé, že konstrukční systémy budov se skládají z jednotlivých prvků a subsystémů, o kterých je pojednáno detailněji až v dalších dílech. Proto je přehled konstrukčních systémů podán více v obecné rovině a pro snadnější pochopení doplněn příklady a fotografiemi z praxe. Řada konstrukčních řešení však bude do důsledku vysvětlena až v následujících dílech. Autoři proto doporučují studentům i jejich vyučujícím, aby se ve výuce pozemního stavitelství k této části průběžně vraceli i v průběhu studia dalších témat a nově získané specifické informace propojovali s obecnějšími informacemi o charakteru a působení konstrukčních systémů. Toto je také základním principem metody integrovaného navrhování budov, která se snaží v rámci jednoho návrhového procesu pojmut všechny důležité informace s cílem dosažení optimálního celkového řešení budovy.

Při psaní učebnice se vycházelo z předchozích učebních textů zpracovávaných pod vedením hlavního autora. Všechny texty i obrázky byly přepracovány a aktualizovány s ohledem na vývoj stavebnictví a potřeby této učebnice. V každém případě bych rád poděkoval všem předchozím spoluautorům za to, že svojí prací také svým způsobem přispěli k obsahu této učebnice. Především bych chtěl vyjádřit dík spoluautorům skript Konstrukce pozemních staveb 1, jmenovitě Ing. Marcele Pavlíkové, CSc. a doc. Ing. Vladimíru Žďárovi, CSc. z jejichž kapitol bylo čerpáno nejvíce. Lektorce Ing. Aleně Kračmarové, CSc. děkuji za pečlivé přečtení a cenné připomínky.

Praha, červenec 2014

Petr Hájek



# Základní třídění pozemních staveb

# 1

## 1.1 Funkční třídění pozemních staveb

## 1.2 Materiálové třídění

## 1.3 Technologické třídění

## 1.4 Stavebněkonstrukční třídění

Stavebnictví se dělí na čtyři základní obory: pozemní stavitelství, průmyslové stavitelství, inženýrské stavitelství a vodní stavitelství. Produkty stavební činnosti jsou stavební objekty, které lze podle charakteru a účelu rozdělit do čtyř skupin:

- **pozemní stavby:** stavby pro bydlení, občanské stavby, stavby pro průmysl, energetiku a zemědělství,
- **dopravní stavby a podzemní stavby:** silnice, mosty, tunely, železnice aj.,
- **vodohospodářské stavby:** přehrady, meliorace, úpravy vodních toků aj.,
- **speciální stavby:** stožáry, podzemní kolektory aj.

## slovníček

obytná budova – residential building  
kancelářská budova – office building  
průmyslová budova – industrial building  
zemědělská budova – agricultural building  
dřevěná konstrukce – timber structure  
kamenná konstrukce – stone structure  
betonová konstrukce – concrete structure  
ocelová konstrukce – steel structure  
kombinovaná konstrukce – composite structure  
zděná konstrukce – masonry structure  
monolitická konstrukce – cast in-situ structure  
prefabrikovaná konstrukce – prefabricated structure  
nosná konstrukce – load-bearing structure

# 1.1 Funkční třídění pozemních staveb

Z hlediska účelu (tj. hlavní funkce), pro který se objekt staví, lze rozdělit pozemní stavby do následujících skupin a podskupin:



Obr. 1.1 Bytový dům – energeticky pasivní



Obr. 1.2 Budova výzkumného centra



Obr. 1.3 Vícepodlažní výrobní objekt

## Stavby pro bydlení:

- obytné domy: bytové domy (obr. 1.1), rodinné domy,
- stavby pro individuální rekreaci: chaty, rekreační domky, chalupy aj.

## Občanské stavby:

- stavby pro zdravotnictví a sociální péči: nemocnice, polikliniky, jesle, hospice, domy s pečovatelskou službou aj.,
- školské stavby: mateřské školy, školy aj.,
- sportovní stavby: tělocvičny, sportovní haly, fitness centra, hřiště, stadiony, aquaparky, koupaliště, jízdárny, loděnice aj.,
- stavby pro vědu, kulturu a osvětu: divadla, kina, multikina, knihovny, galerie, výstavní sítě, muzea, výstaviště, výzkumné laboratoře, archivy, výzkumná centra (obr. 1.2), aj.,
- stavby pro duchovní rozvoj člověka: kostely, kaple, kláštery, synagogy, poutní domy,
- stavby pro služby a obchod: prodejny, obchodní domy, hypermarkety, banky, restaurace,
- stavby pro dočasné ubytování: hotely, penziony, ubytovny, hostely, motely aj.,
- budovy pro dopravu a spoje: odbavovací haly letišť a nádraží, pošty aj.,
- administrativní budovy.

## Průmyslové stavby:

- výrobní objekty: výrobní haly, vícepodlažní výrobní objekty (obr. 1.3), živnostenské dílny,
- skladovací objekty,
- budovy pro energetiku: kotelny, transformovny, čerpací stanice aj.

### Zemědělské stavby:

- stavby pro živočišnou a rostlinnou výrobu: stáje (obr. 1.4), seníky, skleníky, sklady.

Obr. 1.4 Ocelová konstrukce haly pro zimní ustájení skotu během výstavby



## 1.2 Materiálové třídění

Z materiálového hlediska dělíme konstrukce pozemních staveb na pět základních skupin:

- dřevěné konstrukce,
- konstrukce z kamene,
- konstrukce z keramických materiálů,
- betonové konstrukce,
- kovové konstrukce.

Materiály a jejich kombinace je třeba volit tak, aby výsledná konstrukce byla co nejefektivnější.

Současné, ale i historické stavby mají často **konstrukce kombinované** z různých materiálů. Z historie známe například smíšené kameno-cihelné konstrukce, v současnosti se uplatňují např. konstrukce ocelo-betonové, sklo-betonové, dřevo-betonové.

Kompletační konstrukce a v některých případech i nosné konstrukce nebo jejich části mohou využívat i další materiály, jako např. konstrukce a materiály na bázi dřevní hmoty, skla, konstrukce a materiály na bázi plastu, konstrukce a materiály na bázi textilií a uhlíkových vláken, pryže, surových přírodních jílů atd.

Kromě vyjmenovaných skupin existují i konstrukce na bázi netradičních nebo historických materiálů, jako jsou nepálená hlína, rákos, sláma, bambus, led, papyrusové listy, textilie, kůže apod. Některé z nich se znovu objevují jako alternativní materiály při navrhování staveb šetrných k životnímu prostředí (sláma, nepálená hlína aj.).

### 1.2.1 Dřevěné konstrukce

Dřevo patří mezi nejstarší konstrukční materiály používané pro výstavbu. Z hlediska materiálového dělíme konstrukce dřeva do třech skupin:

- konstrukce z hraněného a deskového řeziva,
- konstrukce lepené z hraněného řeziva a z dřevěných lamel (lamelové konstrukce),
- konstrukce na bázi dřevní hmoty (z překližek, z aglomerovaného dřeva aj.).



Obr. 1.5 Dřevostavba rodinného domu s lehkým sloupkovým systémem



Obr. 1.6 Dřevěná konstrukce haly z lepených lamelových prvků



Obr. 1.7 Jednoduchý dřevěný trámový strop

### Výhody:

- přírodní materiál vhodný z hlediska ekologického stavění,
- estetická kvalita,
- snadná zpracovatelnost a montáž konstrukce, jednoduché styky,
- možnost lepení prvků,
- možnost snadné demontáže a odstranění konstrukce a následné recyklace materiálu,
- výborné statické vlastnosti ve vztahu k malé hmotnosti prvků,
- malá objemová hmotnost, snadná doprava a manipulace,
- nízké dopravní náklady,
- velká variabilita použití,
- dobré tepelnětechnické vlastnosti,
- snadná dostupnost (v určitém místě a čase).

### Nevýhody:

- malý modul pružnosti a z toho vyplývající značná deformovatelnost,
- omezená únosnost – nevhodné pro velká zatížení,

- hořlavost dřeva, omezení výšky stavby z požárních důvodů, potřeba protipožární ochrany,
- nasákavost, degradace dřeva v důsledku zvýšené vlhkosti,
- objemové změny vlivem vlhkosti (i vzdušné),
- biodegradace dřeva v důsledku působení vlhkosti, napadení dřevokaznými houbami a dřevokazným hmyzem,
- různé zbarvení jednotlivých dřevěných prvků vlivem stárnutí, pokud jsou použity jako pohledová plocha v exteriéru.

### Použití:

- moderní energeticky úsporné domy rodinné domy do 2-3 podlaží (obr. 1.5),
- stavby bytové, administrativní, školské, sklady, výrobní haly, sportovní haly pro výzkum a zkušebnictví (obr. 1.6) atd. (nutno zohlednit specifika dřevostaveb – především požární bezpečnost, akustické požadavky, prostorovou tuhost a únosnost),
- dřevěné stropní konstrukce a krovky – tradiční i novodobé (obr. 1.7),
- historické stavby, lidové stavby.

V závislosti na dostupnosti suroviny jsou moderní dřevostavby v některých částech světa značně rozšířeny (např. Rakousko, Německo, Švýcarsko, Skandinávie, USA, Kanada). Zpravidla jsou zohledněny místní stavební tradice a další lokální specifika. V ČR se novodobé dřevěné konstrukce

používají při výstavbě rodinných a menších bytových domů, na konstrukce hal, sbíjené konstrukce zastřešení, krovy, dřevěné stropy atd.

## 1.2.2 Konstrukce z kamene

Kámen stejně jako dřevo patří k nejstarším konstrukčním materiálům. Kamenné konstrukce dále dělíme na:

- konstrukce z lomového kamene (*obr. 1.8*),
- konstrukce z opracovaného kamene,
- konstrukce z gabionů.

### Výhody:

- přírodní materiál v určitých oblastech snadno dostupný,
- estetická kvalita,
- velká pevnost v tlaku (v závislosti na druhu kamene),
- velká životnost, trvanlivost,
- velká tepelná jímavost materiálu (akumulace),
- nehořlavost,
- možnost recyklace.

### Nevýhody:

- vysoká cena opracovaného kamene,
- vhodné pouze pro tlačené konstrukce,
- velká objemová hmotnost, velké dopravní náklady, větší nároky na manipulaci na staveništi,
- malý tepelný odpor,
- kámen je často zdrojem radonu – riziko zvýšené radioaktivity,
- velká pracnost,
- omezení výstavby v zimním období.

### Použití:

- nyní: gabiony (drátěné kontejnery naplněné lomovým kamenem – *obr. 1.10*), kamenné obklady a dlažby, fasádní pláště reprezentativních budov,
- dříve: klenby, kamenné sloupy (*obr. 1.9*) a stěny, opěrné stěny, schodiště, konstrukce základů.



Obr. 1.8 Kamenné zdivo z lomového kamene



Obr. 1.9 Antický kamenný chrám



Obr. 1.10 Plot u rodinného domu z gabionů

### 1.2.3 Konstrukce z keramických a jílových materiálů

Konstrukce z keramických a jílových materiálů se dále dělí na:

- konstrukce z cihel a cihelných tvárnic,
- cihelné konstrukce vyztužené a předpjaté,
- konstrukce z nepálené hlíny.



Obr. 1.11 Cihelná klenba



Obr. 1.12 Zdivo z keramických dutinových tvárnic



Obr. 1.13 Akumulační vyzdívká z nepálených cihel v Centru ekologických aktivit – Sluňákov

#### Výhody:

- materiál na bázi přírodních surovin vhodný z hlediska ekologického stavění,
- základní keramické stavební prvky jsou menších rozměrů (cihly, tvárnice, keramické stropní vložky apod.); z toho vyplývá vyšší variabilita návrhu konstrukce,
- jednoduchá výstavba, snadná zpracovatelnost, malé nároky na těžkou stavební mechanizaci,
- variabilita povrchových úprav, snadné omítání,
- menší objemová hmotnost než u betonu a kamene, menší dopravní náklady, menší nároky na manipulaci na staveništi,
- dobrá únosnost v tlaku,
- dobré tepelně-technické vlastnosti: větší tepelný odpor v závislosti na vylehčení keramiky dutinami,
- nehořlavost, velká odolnost proti ohni, některé keramické materiály jsou vhodné i pro konstrukce vystavené velkému žáru,
- malá teplotní roztažnost a z toho vyplývající možnost větších dilatačních úseků.

#### Nevýhody:

- velká pracnost zděných konstrukcí,
- minimální únosnost zdiva a vlastních keramických prvků v tahu,
- menší únosnost v tlaku – omezení výšky staveb (zejména u hodně vylehčených tepelně-izolačních dutinových tvárnic),

- v závislosti na výchozí surovině může být keramika zdrojem radonu a tím radioaktivity,
- omezení výstavby v zimním období,
- u konstrukcí z nepálené hlíny vysoká citlivost na styk s vodou a vlhkostí.

#### Použití:

- nosné a tepelně izolační zdivo nižších objektů (obr. 1.12),
- nenosné svíslé konstrukce (příčky, obvodové pláště apod.),
- konstrukce z nepálené hlíny (obr. 1.13)
- keramické tvarovky jako výplň žebrových a kazetových stropů (obr. 1.14),
- keramické obklady a dlažby.
- historické stavby; do pol. 20. stol. nejběžnější stavební materiál (cihla pálená plná), cihelné klenby, cihelné zdivo (obr. 1.11).

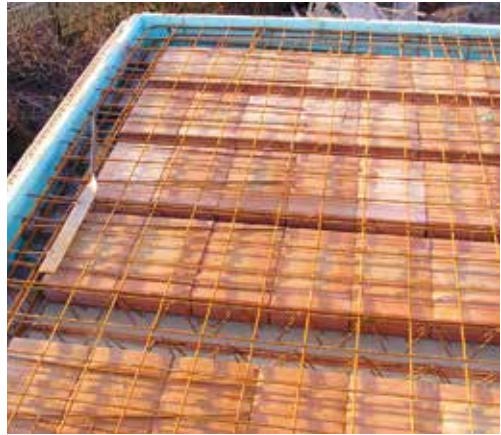
### 1.2.4 Betonové konstrukce

Betonové konstrukce se podle druhu betonu a technologie jeho zpracování dále dělí na:

- konstrukce z prostého betonu,
- konstrukce železobetonové,
- konstrukce z předpjatého betonu,
- konstrukce ze speciálních betonů – vysokohodnotných, ultra vysokohodnotných, lehkých, vyztužených textilními výztužemi apod.,
- betonové prvky pro zděné konstrukce a výplně stropů – prvky z lehčeného betonu (pórobetonové nebo s lehčeným kamenivem), vápenopískové prvky, atd.

#### Výhody:

- materiál, jehož vlastnosti lze předem navrhnout vhodnou volbou poměru a kvality jednotlivých složek,
- možnost téměř libovolného tvarování konstrukcí, vysoká variabilita návrhu,
- velká pevnost v tlaku,



Obr. 1.14 Stropní konstrukce s výplní z keramických vložek



Obr. 1.15 Monolitická železobetonová konstrukce při výstavbě – lokálně podepřená stropní deska s rovným podhledem



Obr. 1.16 Prefabrikované železobetonové prvky dvouramenného schodiště



Obr. 1.17 Prefabrikovaná železobetonová konstrukce jednopodlažní haly s plnostěnnými vazníky průřezu T



Obr. 1.18 Železobetonová konstrukce výškové budovy Burdž Chalífa během výstavby v roce 2008

- možnost vyztužování betonu ocelí vzhledem k přibližně shodnému koeficientu teplotní roztažnosti – podmínka existence železobetonu,
- možnost předpínání betonu – předpjatý beton,
- železobeton: velká pevnost v ohybu i tahu (vzhledem k vyztužení ocelí),
- nehořlavost, velká protipožární odolnost (beton do určité míry chrání výztužnou ocel před žářem),
- možnost realizace ve vlhkém prostředí event. přímo ve vodě,
- velká životnost a trvanlivost materiálu,
- velká tepelná jímavost materiálu (akumulace),
- monolitické konstrukce: možnost variabilního tvarování konstrukce přímo na stavbě, nižší dopravní náklady,
- prefabrikované konstrukce: rychlá výstavba, možnost montáže i v zimním období, menší staveništní pracnost.

#### **Nevýhody:**

- minimální tepelný odpor – nutnost tepelné izolace obvodových konstrukcí z betonu; nebezpečí vzniku tepelných mostů,
- reologické změny betonu – smršťování a dotvarování konstrukčních prvků,
- monolitické konstrukce: velká staveništní pracnost – pracné a nákladné bednění, nutné technologické přestávky z důvodu zatvrdnutí betonu před odbedněním, omezení výstavby v zimním období,
- prefabrikované konstrukce: velké dopravní náklady, potřeba těžké mechanizace pro dopravu i na staveništi,
- degradace povrchových vrstev betonu v důsledku karbonatce, následná koroze výztuže, nákladná sanace,
- technicky i ekonomicky náročná demontáž a demolice,
- nákladná recyklace materiálu.



**Použití:**

- v současné době nejrozšířenější stavební materiál především pro nosné konstrukce,
- monolitické konstrukce (*obr. 1.15*): sloupové a stěnové systémy, železobetonové stropy, skořepiny, základy, opěrné stěny, schodiště,
- prefabrikované konstrukce (*obr. 1.17*): sloupové a stěnové systémy, stropní panely, schodišťové dílce (*obr. 1.16*), prostorová prefabrikace, předepnuté konstrukce,
- zděné konstrukce a skládané stropy z betonových, pórobetonových tvárnic, tvárnic z lehčného betonu, vápenopískových tvárnic, atd.,
- spřažené prefa-monolitické konstrukce,
- betonové základy,
- výškové stavby – nejvyšší budova světa: Burdž Chalífa 828m (do výšky 650m železobeton), Dubaj, SAE (2010) – *obr. 1.18*.

**1.2.5 Kovové konstrukce**

Kovové konstrukce se podle druhu kovu dále dělí na:

- ocelové konstrukce,
- konstrukce z litiny,
- konstrukce z ostatních kovů a kovových slitin (hliník, dural).

**Výhody:**

- rychlá montáž nevyžadující technologické přestávky,
- montáž lze realizovat v zimě i v nepříznivém počasí,
- prvky konstrukce jsou předem vyrobeny s velkou přesností,
- menší staveništní pracnost, menší dopravní náklady a nároky na manipulaci na staveništi,
- nehořlavý materiál,
- snadná a rychlá demontáž konstrukce, snadná recyklace,
- relativně malá vlastní tíha konstrukčních prvků vzhledem k jejich dimenzím a únosnosti,
- ocelové konstrukce: velká únosnost oceli v tahu, tlaku a ohybu při relativně malých průřezích prvků, možnost realizace velkých rozponů stropů, zastřešení a konstrukcí velkých výšek,
- litinové konstrukce: velká únosnost v tlaku, litina nekoroduje,
- možnost výhodné kombinace ocelových prvků s betonem (spřažené stropy ocelobetonové apod.).



Obr. 1.19 Ocelová stropní konstrukce z nosníků průřezu I a profilovaných plechů



Obr. 1.20 Ocelový vícepodlažní skelet administrativní budovy



Obr. 1.21 Ocelová konstrukce haly (Incheon, Seoul, Jižní Korea). Příhradové oblouky podepírají zasklení letištní haly

### Nevýhody:

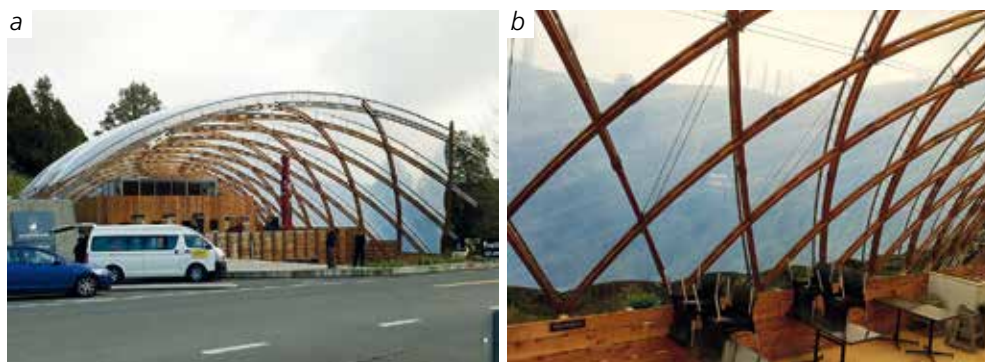
- při vysokých teplotách ztráta pevnosti oceli – nutnost protipožární ochrany,
- ocel koroduje – nutnost ochrany a údržby,
- náročnost na přesnost návrhu i realizace,
- v některých případech doprava rozměrných prvků.

### Použití:

- ocel: nosné konstrukce o velkých rozponech, zatíženích a výškách, – běžné vícepatlažní budovy: ocelové stropy (obr. 1.19), ocelové skelety (obr. 1.20),
- halové objekty: ocelové haly (obr. 1.21), ocelové vazníky, ocelové příhradové vazníky aj.,
- litina: druhá polovina 19. století, v současnosti se používá méně často,
- ostatní kovy: hliníkové konstrukce lehkých obvodových plášťů a oken, oplechování z pozinkovaného plechu, mědi apod.,
- tažené konstrukce zastřešení o rozponech až 200m i více bez vnitřní podpory.

## 1.2.6 Materiálově a technologicky kombinované konstrukce

Při návrhu konstrukčního systému je snaha o optimální využití vlastností konstrukčních materiálů. Proto se s výhodou využívá kombinace různých konstrukčních materiálů a prvků. Typickým příkladem je využití vysoké únosnosti oceli v tahu a betonu v tlaku. Běžný železobetonový průřez vychází z uvedeného principu – ocelová výztuž přenáší tah na tažené straně ohýbaného průřezu a beton přenáší tlak na tlačené straně. Ze stejného principu vychází i spřažená ocelobetonová stropní konstrukce, kde ocelový nosník a trapézový ocelový plech na spodní straně přenášejí tah a nabetonovaná deska přenáší tlak. Obdobně se využívá kombinace dřevěných



Obr. 1.22 Halová konstrukce (GlowwormCaves, Waitomo, Nový Zéland) tvořená prostorovou soustavou oblouků z lepeného lamelového dřeva, ztužená ocelovými táhly a zakrytá dvouplášťovou membránovou konstrukcí z transparentní plastové fólie; a – celkový pohled, b – detail konstrukce