

STATIKA A NOSNÉ KONSTRUKCE

ATBP - úvod k bakalářské práci
29.02.2024

Upozornění:

Tato prezentace je pouze pracovním školním materiálem, u zobrazení nejsou ošetřena autorská práva fotografií a grafů. Nešířte ji prosím proto mimo akademickou obec ČVUT. Děkuji.

Obecná hlediska navrhování:

Funkčnost
Proveditelnost
Odolnost (pevnost, tuhost) **a stabilita**
Estetický vzhled
Hospodárnost
(včetně vlivu na životní prostředí)



Doporučení pro návrh koncepce nosné konstrukce stavby

Lorenz, Karel: Navrhování nosných konstrukcí.
Praha: ČKAIT, 2015.

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ROZMĚRŮ

Orientační rozměry železobetonových prvků pro pozemní stavby

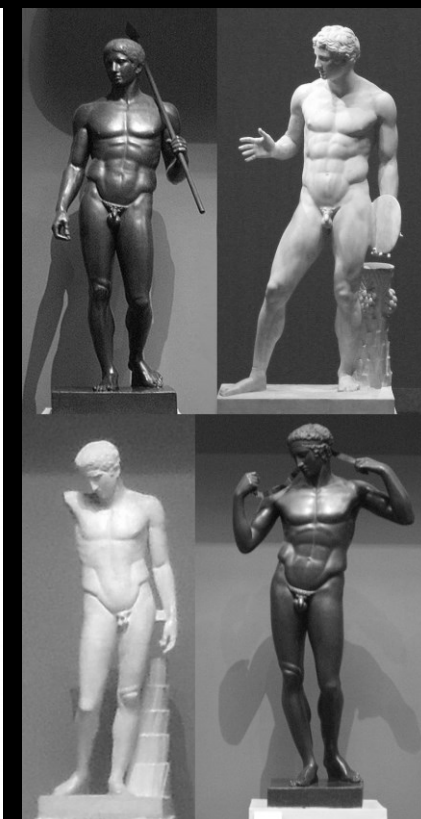
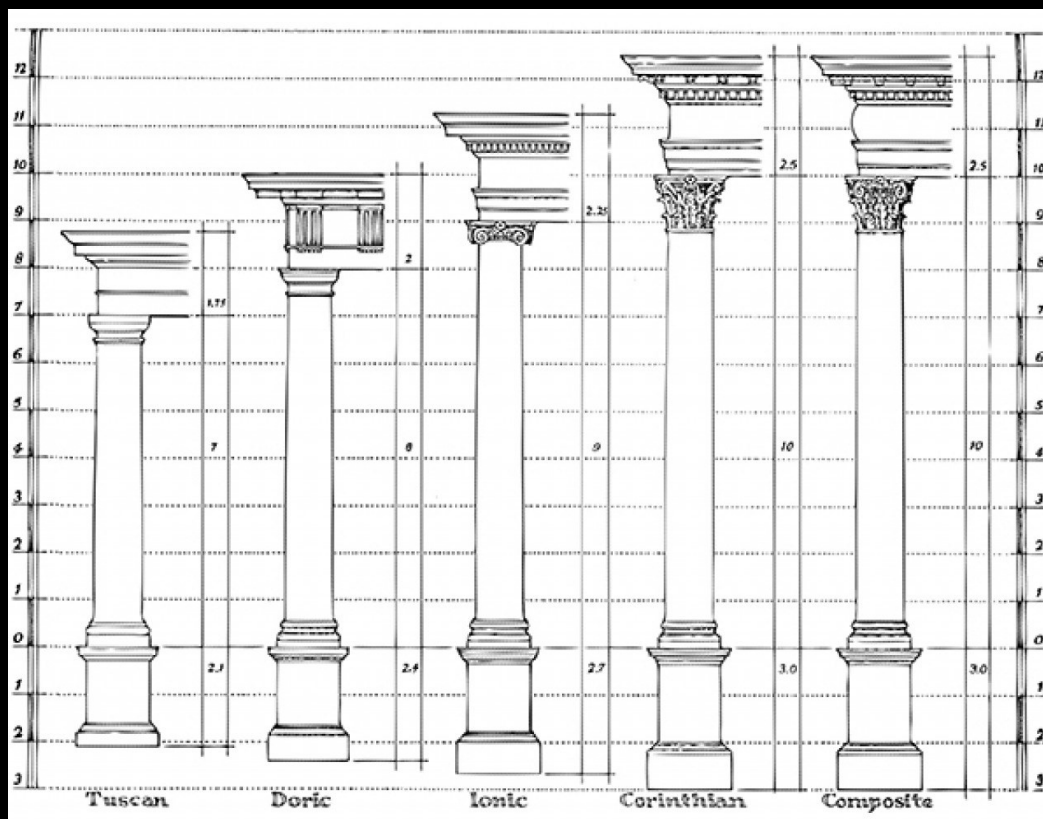
Desky	Výška desky	Minimální výška
desky působící v jednom směru:		
prostě uložené	$h = L/25 \sim L/20$	60 mm ... pro $L \leq 1$ m
spojité nebo vetknuté	$h = L/35 \sim 1/30$	70 mm ... pro $1 < L \leq 1.5$ m
konzolové přístřešky	$h = L/14$	80 mm ... pro $L > 1.5$ m
konzolové namáhané pohyblivým zatížením	$h = L/10$	
desky křížem vyztužené:		100 mm
po obvodě prostě uložené	$h = 1.1(L_1+L_2)/75$	
po obvodě vetknuté nebo spojitě	$h = 1.2(L_1+L_2)/105$	
desky lokálně podepřené:		
desky bezhřibové	$h = L_2/33$	160 mm
desky hřibové	$h = (L_2 - 2c)/35$	120 mm
Kde: $L_1 < L_2$ c je účinná šířka viditelné hlavice		

Trámy	Výška trámu	Šířka trámu
žebra trámového stropu	$h = L/17 \sim L/15$	$b = (0.33 \sim 0.4)h$
žebra trámového stropu na velká zatížení	$h = L/15 \sim L/10$	$b = (0.33 \sim 0.4)h$

Průvlaky	Výška průvlaku	Šířka průvlaku
stropní	$h = L/12 \sim L/8$	$b = (0.4 \sim 0.5)h$
stropní pro běžná zatížení	$h = L/10$	$b = 0.5h$
střešní a méně zatížené	$h = L/15 \sim L/12$	$b = (0.4 \sim 0.5)h$

Sloupy	Podmínka	Poměr stran
Vitní sloup	$A_c = N_{Ed} / 0.8f_{cd}$	$b/h = 1.0 \sim 1.5$
Krajní sloup		$b/h = 1.5 \sim 2.0$
Nejmenší rozměr sloupu betonovaného na místě je 200 mm.		

Předběžný návrh dimenzí nosné konstrukce ve studii k bakalářské práci -> je možné vycházet z empirických vzorců (ty jsou sestaveny na základě poměrových pravidel)



Namáhání hlavního nosného systému	Prostorové uspořádání	Statický systém	Schéma	Charakteristické průřezy
Ohyb	rovinné konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> • nosníky plnostěnné příhradové • rámy plnostěnné příhradové 		BETON OCEL DŘEVO
	prostorové konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> • rošty plnostěnné příhradové • desky plné příhradové • lomenice 		BETON OCEL DŘEVO
Tlak	rovinné konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> • oblouky plnostěnné příhradové 		BETON OCEL DŘEVO
	prostorové konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> • skořepina plnostěnná • síťová klenba • skořepiny krátké dlouhé rotační 		BETON OCEL PROFIL, PLECH DŘEVO LAMELY

Namáhání hlavního nosného systému	Prostorové uspořádání	Statický systém	Schéma	Charakteristické průřezy
Tah	rovinné konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> • ohebné vlákno • lanový vazník 		OCEL PATENTOVANÝ DRÁT, LANA, KABELY
	prostorové konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> • lanové systémy, sítě • membrány 		OCEL AL SLITINY PLASTICKÉ HMOTY TKANINY, FÓLIE

Rozdělení podle namáhání hlavního nosného systému



Stropy
= ohýbané
konstrukce

**Doporučená
rozpětí
podle
materiálového
řešení**

Tab. 3.2 Doporučená rozpětí stropů

Specifikace podle konstrukce materiálu	Druh stropu	Tloušťka nosné stropní konstrukce h [mm]	Doporučené rozpětí ℓ [m]
Dřevěné stropy	dřevěný strop trámový, povalový, fošnový, vídeňský	250 – 500	3 – 5,5
Keramické stropy	polomontované stropy z nosníků a keramických vložek	210 – 290	1,5 – 8,0
	keramické panely	230	1,25 – 7,0
Spražené stropy	spražená ocelobetonová konstrukce – ocelové nosníky + trapézové plechy + železobetonová deska	250 – 550	3,0 – 7,5
Železobetonové stropy	jednosměrně pnutá plná železobetonová deska	50 – 250	< 3,5
	jednosměrně pnutá vylehčená železobetonová deska (např. podélnými otvory)	65 – 250	0,6 – 6,6
	obousměrně pnutá plná železobetonová deska	100 – 300	3,0 – 7,2
	žebrová deska (s dutými tvarovkami v jednom směru)	150 – 400	4,0 – 12,0
	roštová deska (s dutými tvarovkami v obou směrech)	150 – 450	6,0 – 12,0
	hříbový strop	150 – 350	4,0 – 10,0
Stropy z předpjatého betonu	předpjaté stropní panely	250 – 300	2,0 – 12,0

Tab. 3.3 Minimální tloušťky stropních konstrukcí [mm]

Stropy z keramických panelů	215
Polomontované keramické stropy s vložkami Miako	210
Jednosměrně pnuté železobetonové desky	
• do rozpětí 1,0 m	50
• do rozpětí 1,5 m	60
• při rozpětí 1,5 m a větších	70
Hříbové stropy	160
Bezhříbové bodově podepřené desky bez deskového zesílení	160
Bezhříbové desky s deskovým zesílením	120

Tab. 3.12 Železobetonové a železobetonové předpjaté desky

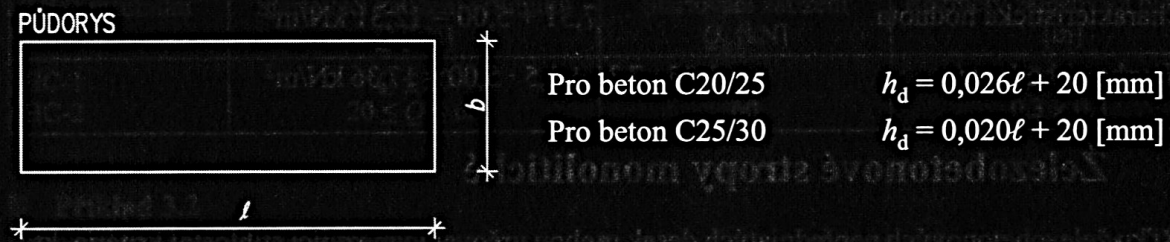
ŽB desky

Prvek		Nákres	Tloušťka h_d [mm]	Rozpětí ℓ [m]	Poměr ℓ/h_d [-]
Jednosměrně pnutá žebrová deska	• železobetonová		225 – 600	4,0 – 12,0	18 – 26
	• železobetonová předpjatá		300 – 450	10,0 – 18,0	30 – 38
Jednosměrně pnutá deska s trámy	• železobetonová		150 – 300	3,0 – 7,0	20 – 25
Deska pnutá v obou směrech	• železobetonová		100 – 250	3,0 – 11,0	28 – 35
Kazetová deska pnutá v obou směrech	• železobetonová		350 – 650	6,0 – 15,0	18 – 24
	• železobetonová předpjatá		450 – 650	9,0 – 22,0	25 – 32

Tab. 3.10 Jednosměrně pnuté desky

Prvek		Nákres	Tloušťka h_d [mm]	Rozpětí ℓ [m]	Poměr ℓ/h_d [-]
Jednosměrně pnutá deska	• železobetonová		100 – 250	2,0 – 7,0	22 – 32
	• železobetonová předpjatá		125 – 200	5,0 – 9,0	38 – 45

Jednosměrně pnuté desky jsou hospodárné na rozpětí zhruba do 3 metrů. Nejsou vyloučeny desky s větším rozpětím, ale je třeba upozornit na to, že v těchto případech bývá výhodnější volit jinou stropní konstrukci.



Obr. 3.2 Půdorys stropu s poměrem $b : \ell < 1 : 2$

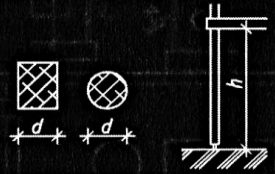
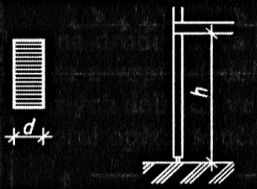
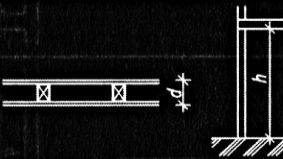
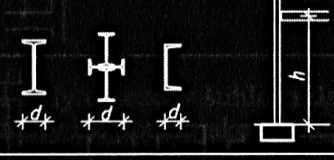
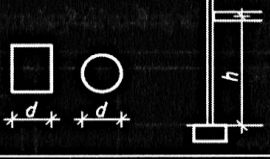

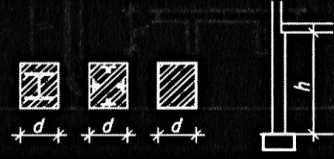
Jestliže je deska spojitá o více než o dvou polích, může se zmenšit její tloušťka o 20 %.

Podrobnější návrh pro různá řešení železobetonových stropů

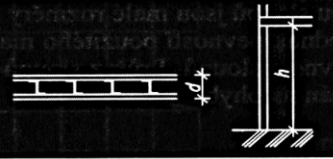
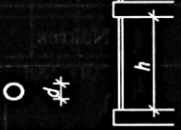
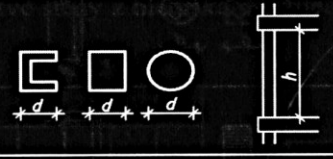
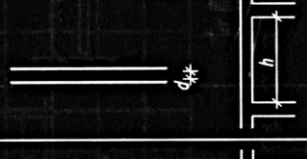
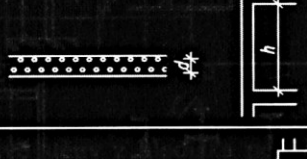
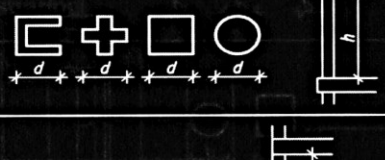
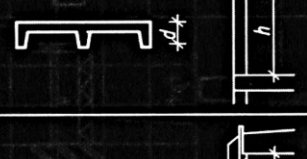
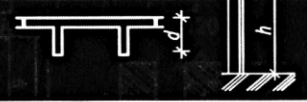
Lorenz, Karel:
 Navrhování nosných konstrukcí.
 Praha: ČKAIT, 2015.

Tab. 8.1 Přehled sloupů

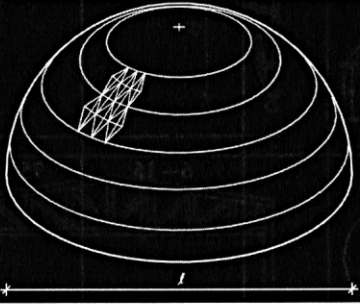
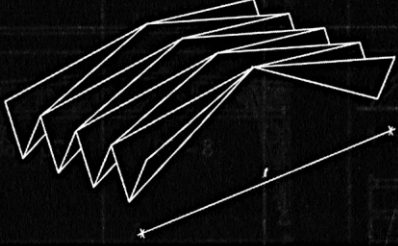
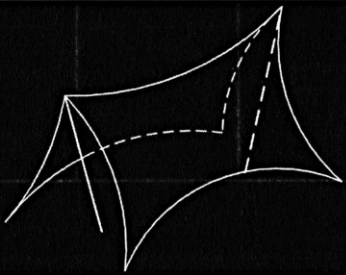
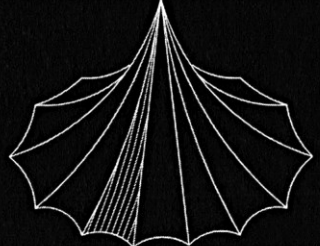
Sloupy

Prvek		Nákres	Typická výška h [m]	Poměr h/d [-]
Dřevěný	sloup z řeziva		2 – 4	15 – 30
	lamelové průřezy sloupů		2 – 4	15 – 30
	žebra v panelech		2 – 4	20 – 35
Ocelový	válcovaný otevřený profil • jednopodlažní • vícepodlažní		2 – 8 2 – 4	20 – 25 17 – 18
	válcovaný uzavřený profil • jednopodlažní • vícepodlažní		2 – 8 2 – 4	20 – 25 17 – 28
	členěný průřez		4 – 10	20 – 25
	spřažený průřez		4 – 10	6 – 15

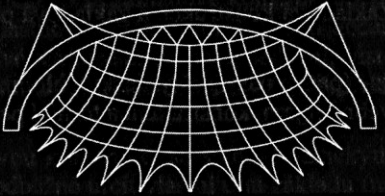
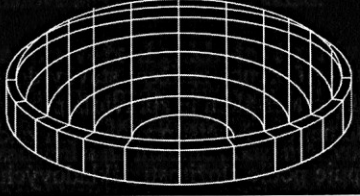
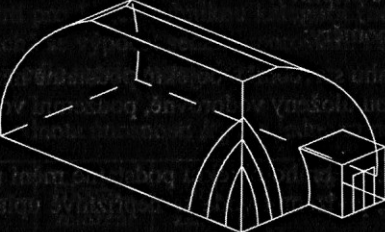
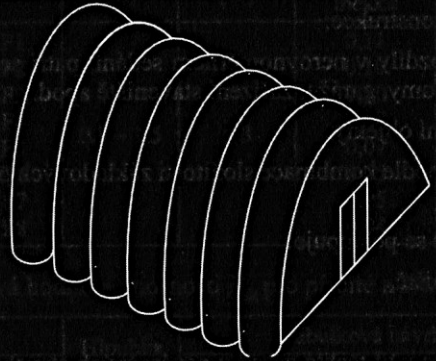
Tab. 8.1 Pokračování

Prvek		Nákres	Typická výška h [m]	Poměr h/d [-]
Ocelový	žebrový panel		2 – 8	15 – 50
	závěs z vysokopevnostní oceli		1 – 40	–
Železobetonový	monolitický sloup • jednopodlažní • vícepodlažní		2 – 8 2 – 4	12 – 18 6 – 15
	monolitická stěna		2 – 4	18 – 25
	stěna z mezerovitého betonu		2 – 3	10 – 15
	prefabrikované sloupky • jednopodlažní • vícepodlažní		2 – 8 2 – 4	10 – 15 8 – 15
	prefabrikovaný stěnový nosný panel		2 – 4	20 – 25
	prefabrikovaný stěnový žebrový panel		4 – 8	15 – 25

Prostorové konstrukce (TAH – TLAK – OHYB)

Provedení	Obrázek	Rozpětí l [m]	Poznámka
Kupole, bane z tvarovaných panelů		4 – 20	Kupole mohou mít buď pravouhlý, nebo kruhový půdorys
Lomenice z tvarovaných desek		5 – 20	Vyrobí se spojením 2 – 3 typů tvarovaných desek
Provedení	Obrázek	Rozpětí l [m]	Poloměr zakřivení [m]
Tkaninový stan		9 – 18	25 – 35
Lanový vyztužený stan		18 – 60	80 – 100

Tab. 10.11 Pokračování

Provedení	Obrázek	Rozpětí l [m]	Poloměr zakřivení [m]
Sít z předpjaté oceli s tkaninovým překrytím		25 – 100	100 – 300
Lany podepřená nafukovací (přetlaková) hala		90 – 180	80 – 100
Nafukovací (přetlaková) hala		15 – 45	Povrch membrány má mít tvar kupole a je předpjatý v každém bodě
Pneumatický rám (přetlaková žebra)		6 – 18	K dosažení potřebné nosnosti a tuhosti je nutný vysoký přetlak v žebrech

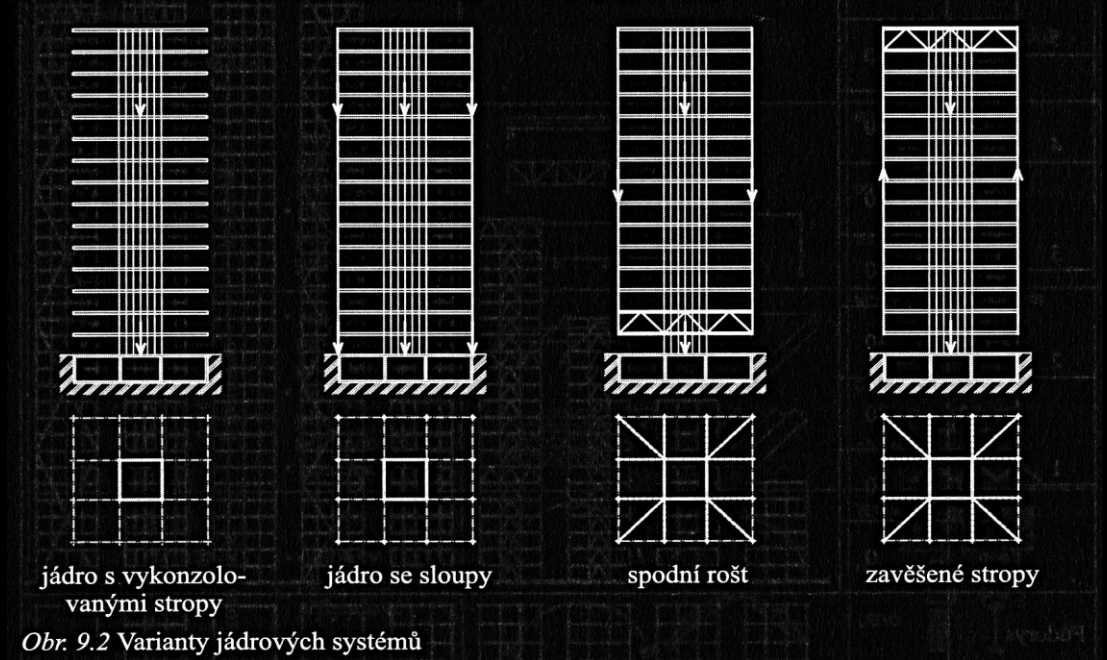
Lorenz, Karel:
Navrhování nosných konstrukcí.
Praha: ČKAIT, 2015.

Prostorové ztužení konstrukcí

Nosná konstrukce		Nákres	Počet podlaží	Poměr H/V
Ocelové	patrové tuhé rámy		< 24	4 – 5
	zavětrování s měkkými vazbami		5 – 20	6 – 8
	zavětrování s tuhými rámy		10 – 40	3 – 4
	zavětrování s propojenými sloupy		40 – 60	5 – 7
	rámová komůrka		30 – 80	5 – 7

Nosná konstrukce		Nákres	Počet podlaží	Poměr H/V
	přhradová komůrka		60 – 110	5 – 7

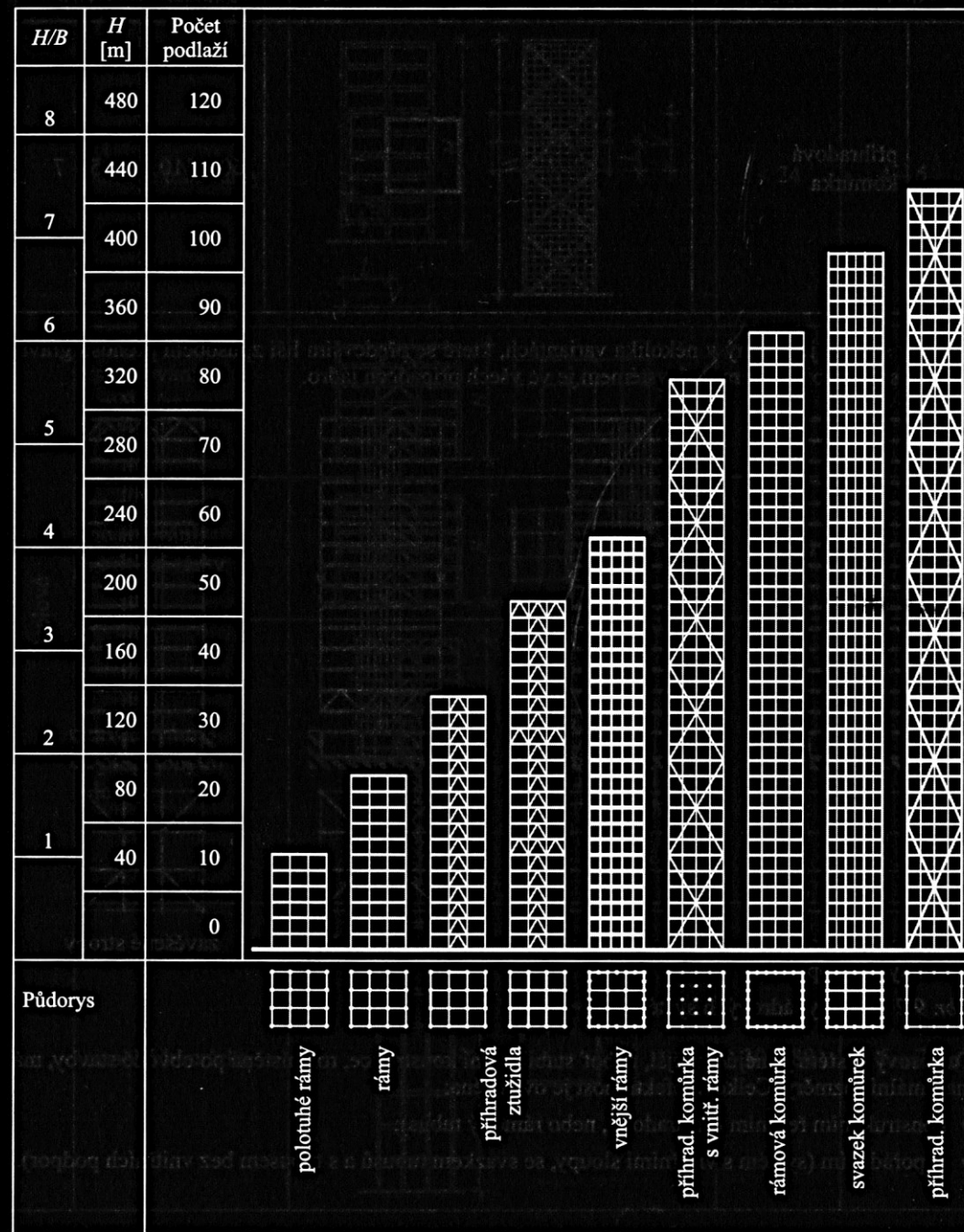
Jádrový systém je možný v několika variantách, které se především liší způsobem přenosu gravitačních sil – stabilizačním podsystémem je ve všech případech jádro.



Lorenz, Karel:
Navrhování nosných konstrukcí.
Praha: ČKAIT, 2015.

Výškové konstrukce

Tab. 9.3 Srovnání konstrukčních systémů



FACULTY
OF ARCHITECTURE
CTU IN PRAGUE

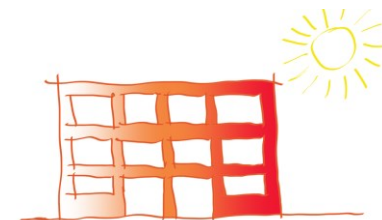
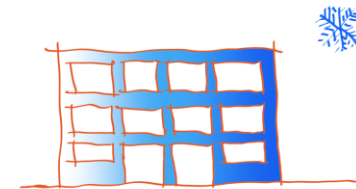
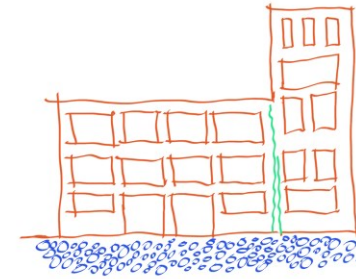
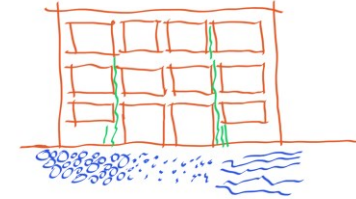
Lorenz, Karel:
Navrhování nosných konstrukcí.
Praha: ČKAIT, 2015.

Kontrola konceptu nosné konstrukce stavby

1) Dilatace stavby

Budovu dilatujeme:

- a) z důvodu změn v podloží
 - nehomogenita podloží
 - rozdílná tíha různých částí stavby
- b) z důvodu objemových změn
 - tepelné změny (max délka konstrukce 45-50 m)
 - technologické změny (dotvarování betonu, sesychání dřeva apod.)

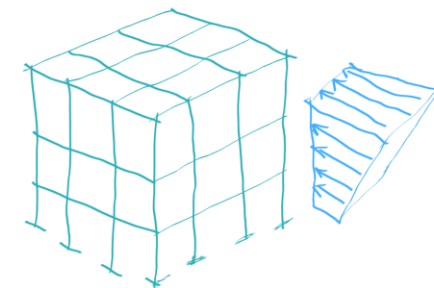
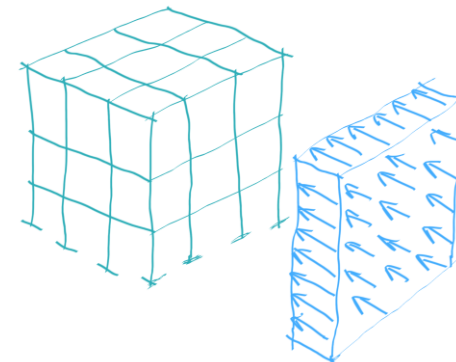
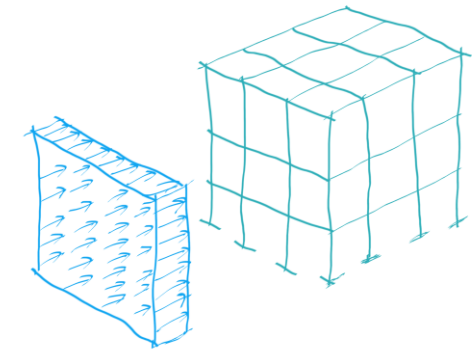
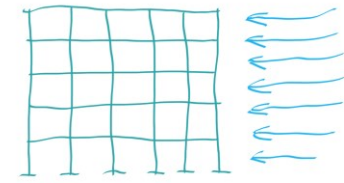


Kontrola konceptu nosné konstrukce stavby

2) Prostorová tuhost

U každého objektu (dilatačního celku) musí být zajištěna jeho prostorová tuhost, a to hlavně z důvodu vykrytí vodorovných sil (např. vítr, pohyb osob a strojů, zemětřesení). Ztužující prvky musejí být přítomny ve všech třech na sobě vzájemně kolmých rovinách, tj.:

- a) v podélné svislé rovině (rovinách)
- b) v příčné svislé rovině (rovinách)
- c) ve vodorovné rovině (rovinách)

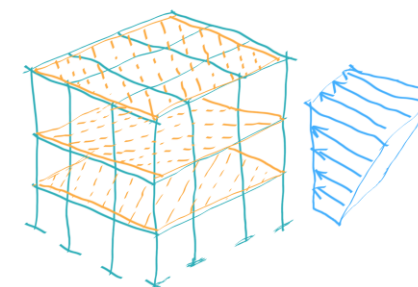
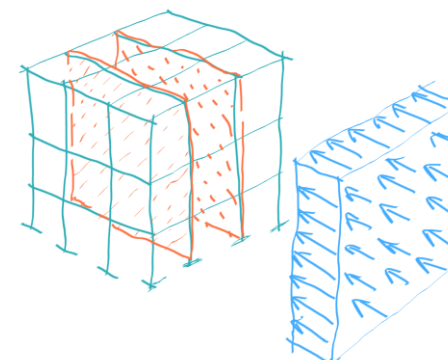
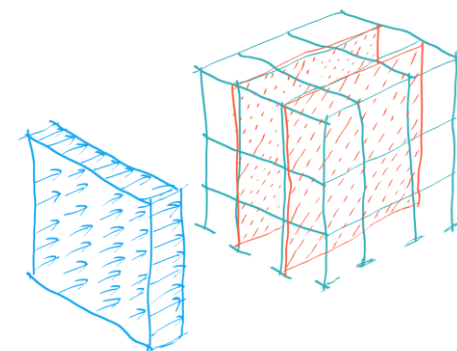
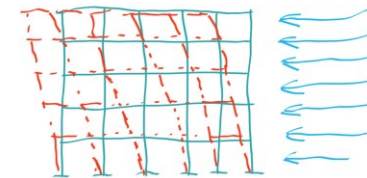


Kontrola konceptu nosné konstrukce stavby

2) Prostorová tuhost

U každého objektu (dilatačního celku) musí být zajištěna jeho prostorová tuhost, a to hlavně z důvodu vykrytí vodorovných sil (např. vítr, pohyb osob a strojů, zemětřesení). Ztužující prvky musejí být přítomny ve všech třech na sobě vzájemně kolmých rovinách, tj.:

- a) v podélné svislé rovině (rovinách)
- b) v příčné svislé rovině (rovinách)
- c) ve vodorovné rovině (rovinách)



Kontrola konceptu nosné konstrukce stavby

3) Svislé nosné prvky

Prostřednictvím svislých nosných prvků se přenáší zatížení působící v konstrukci do základů a odtud do podloží. Dimenze svislých nosných prvků bude předmětem výpočtu. V tomto kroku je třeba rozvrhnout polohu svislých nosných prvků:

- a) Vzdálenost svislých nosných prvků (rozpětí) závisí mj. na únosnosti stropní konstrukce (při běžných zatíženích a běžných výškách stropní konstrukce je možné orientačně předpokládat rozpětí pro: dřevěné stropy cca 5-6 m, železobeton 6-8 m, předpjatý železobeton 9-12 m, ocel 5-15 m; konkrétní rozměry samozřejmě závisí na konstrukčním řešení a na jeho statickém posouzení).
- b) Svislé nosné prvky mají být umístěny v celém objektu nad sebou; pokud jsou v některém podlaží posunuty, začíná se zatížení přenášet nejenom osově (tj. tlakem nebo tahem), ale navíc i se vznikem smyku a ohybu, případně kroucení, což je vše velmi nevhodné (srov.: únosnost prvku na tlak vs. únosnost stejného prvku na ohyb nebo kroucení)
- c) Svislé nosné prvky je vhodné umísťovat do konstrukčních os (ne nutně ortogonálních), protože potom je možné využít výhod spojitosti průvlaků a desek. Tím je návrh hospodárnější.



Kontrola konceptu nosné konstrukce stavby

4) Vodorovné nosné prvky (stropní a střešní desky)

Prostřednictvím vodorovných nosných prvků se přenáší proměnné a stálé zatížení do svislých nosných konstrukcí, poté do základů a do podloží. Dimenze vodorovných nosných prvků bude předmětem výpočtu. V tomto kroku je třeba rozdělit stropní konstrukci na jednotlivé desky:

a) Prvky:

- a) **Deska** je nosný prvek, který má délku a šířku výrazně větší než tloušťku a je namáhán převážně příčně ke své ploše.
- b) **Stěna** je rovněž nosným prvkem, který má délku a šířku výrazně větší než tloušťku, ale je namáhána převážně v rovině své plochy.
- c) **Sloup** je nosný prvek, který má šířku a hloubku výrazně menší než výšku a je převážně namáhán tlakem nebo tahem ve své nejdelší ose.
- d) **Průvlak** je nosný prvek, který má rovněž šířku a hloubku výrazně menší než výšku, ale je převážně namáhán ohybem podle své nejdelší osy.

- b) Pro sloupový nosný systém je třeba vytvořit soustavu průvlaků (v tomto kroku o nich uvažujeme jako o přiznaných; na základě výpočtu bude později možné je za určitých podmínek změnit na skryté). V případě stěnového systému se průvlaky vkládají tam, kde by stropní deska měla příliš velké rozpětí. Průvlaky (a stěny) podepírají jednotlivé desky po jejich obvodech, v případě, že deska přesahuje přes průvlak (stěnu), je tento přesah chápán jako konzola.
- c) Konstrukce spojující různé úrovně (schodiště, rampy) a šachty (výtahové, instalační) jsou otvory ve stropní desce. Tyto otvory nesmějí přecházet přes průvlaky, s nimiž počítáme jako s podporami desek.



Kontrola konceptu nosné konstrukce stavby

5) Základy

Svislé nosné konstrukce se opírají do základů, jejichž konstrukční řešení závisí na konkrétním podloží, hladině podzemní vody, na řešení nadzemní a podzemní částí stavby, apod. Nejběžnějšími základovými konstrukcemi z hlediska statiky jsou:

- a) Plošné základy (základové desky a vany)
- b) Liniové základy (základové pasy a patky)
- c) Hlubkové základy (piloty, studny, kesony ap.)

V případě vyšší hladiny podzemní vody a při uzavřeném suterénu je nutné uvažovat i o možném vztlaku podle Archimedova zákona.



Podklady ke zpracování konstrukčně statické části BP

Podklady, které je potřeba připravit ke zpracování konstrukčně statické části BP:

- studie objektu (náčrty: uvažovaná dispoziční řešení jednotlivých podlaží, řezy, pohledy)
- situace pozemku (většinou 1:200-1:500, v případě řadové zástavby nebo zástavby proluky i polohy sousedních objektů, jejich výšky a hloubky pod terénem)
- situace širších vztahů (většinou 1:1000-1:5000), terénní výškové poměry, úroveň ustálené hladiny podzemní vody, případně geologické poměry (jsou-li k dispozici))
- zakreslení uvažovaných nosných konstrukcí v jednotlivých podlažích na skicovací, případně pauzovací papír (postačuje 1:100, u velkých objektů 1:200)



Zpracování konstrukčně statické části BP

Konstrukčně statické řešení bakalářské práce bude zpracováno podle individuálního zadání, které student obdrží po úvodních konzultacích a po vyjasnění nosného systému a konstrukčních materiálů své práce. Individuální zadání obsahuje v souladu s Přílohou 12, část D.1.2., původní vyhl. 499/2006 Sb., o projektové dokumentaci staveb, (předpis zrušen k 1.1.2024, příprava nového), tři základní části:

a) Technická zpráva - popis navrženého konstrukčního systému stavby od způsobu založení, přes svislé nosné konstrukce, vodorovné konstrukce a konstrukce spojující různé úrovně až po způsob prostorového ztužení konstrukce, výsledek průzkumu stávajícího stavu nosného systému stavby při návrhu změny stavby; navržené materiály a hlavní konstrukční prvky; popis atypických konstrukcí; hodnoty užitečných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce; seznam použitých podkladů, norem, technických předpisů apod.

b) Výkresová část - obvykle 3-4 výkresy obsahující řešení stropních konstrukcí, průvlaků, sloupů nebo pilířů (např. tvar monolitických betonových konstrukcí; výkresy sestav dílců montované betonové konstrukce; výkresy sestav kovových a dřevěných konstrukcí apod.) a detailů

c) Statické posouzení - obvykle návrh a posouzení 3-4 nosných prvků (např. stropní desky, průvlaků, sloupů, pilíře, střešního vazníku apod.)



Zpracování konstrukčně statické části BP

Pamatujte, že kvalifikační (bakalářská/diplomová) práce jsou vaše samostatné práce. Vedení konstrukčně statické části práce zajišťují pedagogové, kteří vám pomáhají najít vhodné konstrukční řešení, v bakalářské práci vám zadávají výpočty a výkresy, jimiž prokazujete, že jste si v průběhu bakalářského studia osvojili principy návrhu nosných konstrukcí a že je dokážete aplikovat. V případě, že to je potřeba, radí vám v průběhu zpracování bakalářské/diplomové práce s vašimi postupy a případnými nejasnostmi. V závěru předkládáte konstrukčně statické řešení své bakalářské práce ke kontrole, pedagogové zkontrolují, zda bylo zadání práce splněno. Diplomovou práci ke kontrole nepředkládáte.



Děkuji vám za pozornost

Upozornění:

Tato prezentace je pouze pracovním školním materiálem, u zobrazení nejsou ošetřena autorská práva fotografií a grafů. Nešířte jej prosím proto mimo akademickou obec ČVUT. Děkuji.



**FACULTY
OF ARCHITECTURE
CTU IN PRAGUE**