
POZEMNÍ STAVITELSTVÍ II

KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY PODLAŽNÍCH BUDOV SYSTÉMY KOMBINOVANÉ

**Ústav stavitelství I
Fakulta architektury
České vysoké učení technické v Praze**

Ing. Vladimír Jirka, Ph.D.

poslední aktualizace: rok 2016



KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY
PODLAŽNÍCH BUDOV
KOMBINOVANÉ



Možnosti vytváření kombinovaných konstrukčních systémů

kombinace staticko konstruktivní (svislých nosných prvků)

§ dle druhu – kombinace stěn, sloupů, rámtů, příhradových rámtů, prostorových stěnových konstrukcí (jader)

§ dle rozvinutí v poloze

§ horizontální

§ užití různých druhů nosných prvků v témže podlaží

§ kombinace těchto v ortogonální příčné či podélné orientaci (u stěn a rámtů) či neortogonální (trojúhelníky, víceúhelníky)

§ vertikální

§ kombinace podlaží tvořených odlišnými nosnými prvky (stěny, sloupy, prostorové buňky)

§ kombinace podlaží odlišného půdorysného tvaru či velikosti (ustupující nebo převislá podlaží)

§ kombinace podlaží s nosnými prvky rozmístěnými v odlišných koordinačních rozměrech (např. krabicový stěnový systém vs. sloupové haly)

kombinace materiálová

§ systémů z pálené keramiky, lehčeného betonu, železobetonových, kovových, dřevěných event. smíšených

§ nosného systému s materiálově odlišnou stavební částí:

§ se stropy

§ schodišti, výtahovými šachtami

§ střešní nadstavbou

§ představenou podnoží

§ podzemními garážemi apod.

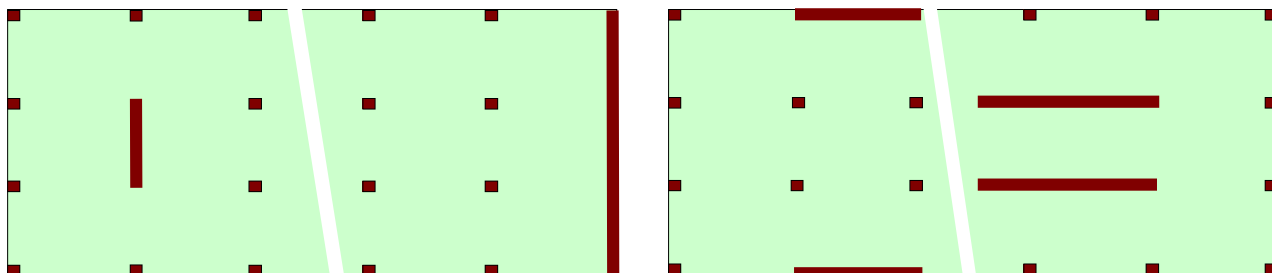


kombinace technologická – syst. zděných, monolitických, montovaných prefabrikátů, montovaných prostorových prvků

kombinované půdorysně: stavby vysoké až 50 podlaží

skelet se ztužujícími stěnami (příčně či podélně)
skelet s tuhým jádrem (jedním nebo více)

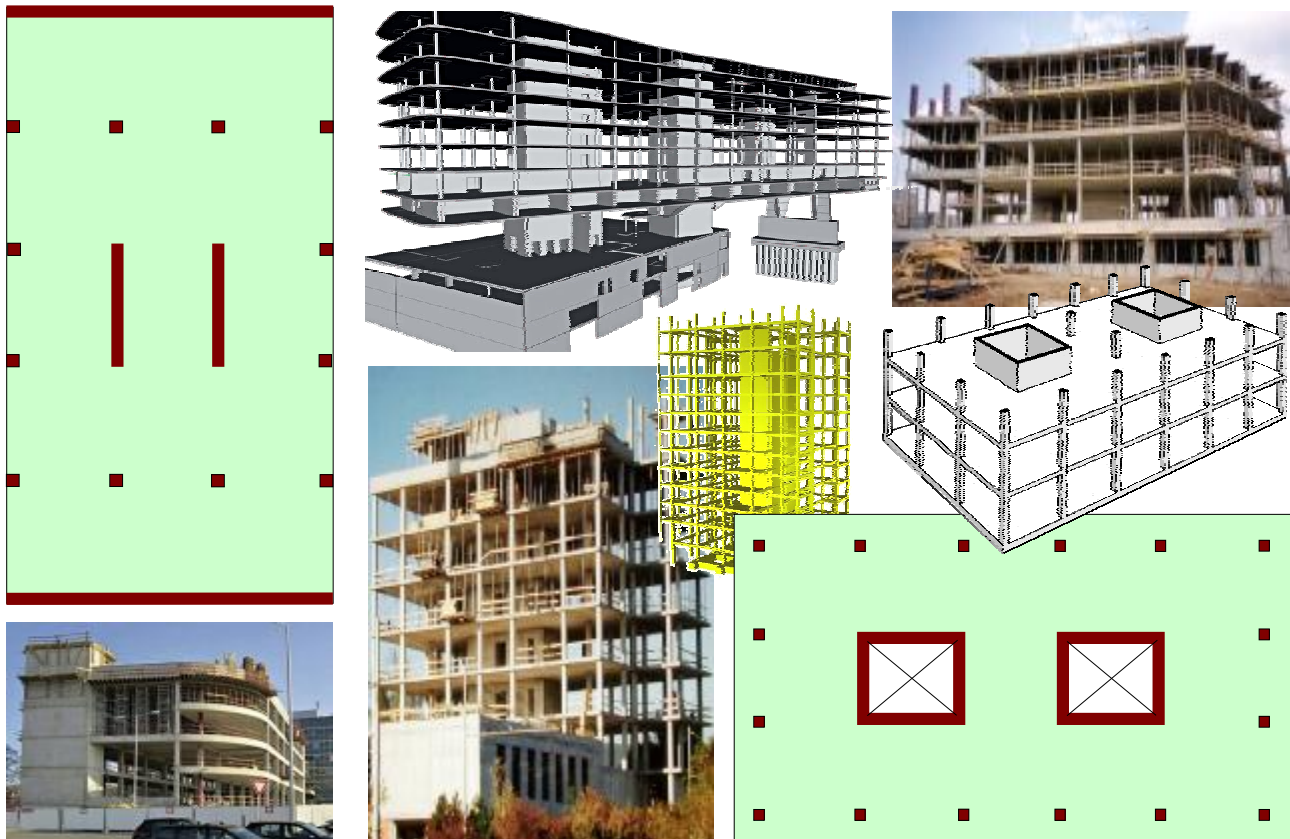
se ztužujícími stěnami: příčnými či podélnými, situovanými uvnitř či na obvodě



Technologicky lze stěny vytvářet společně s konstrukcemi skeletu (sloupy, průvlaky, stropními deskami) nebo dodatečně montovat a spřáhnout s již existujícími prvky. Vhodné je spojení ztužujících stěn s konstrukcemi schodišť.



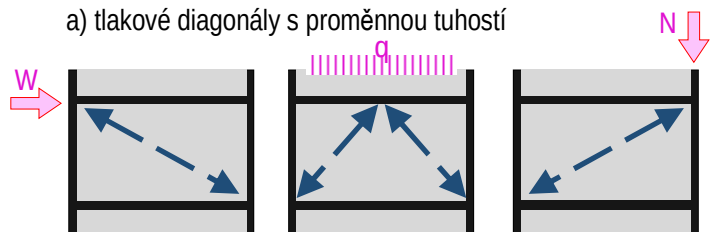
s kombinovanou orientací ztužujících stěn či s tuhými jádry



Ztužující stěny mohou být řešeny jako: stěny vložené mezi sloupy a průvlaky nebo stropní desky nebo jako samostatné stěny nahrazující současně rámy. Stěnové ztužidlo může být, v závislosti na vzdálenosti sloupů, tvořeno jedním nebo více dílci v podlaží. Podle způsobu spojení ztužujících stěn se sloupy a stropní konstrukcí (s průvlaky, deskami) rozlišujeme (viz obrázky).

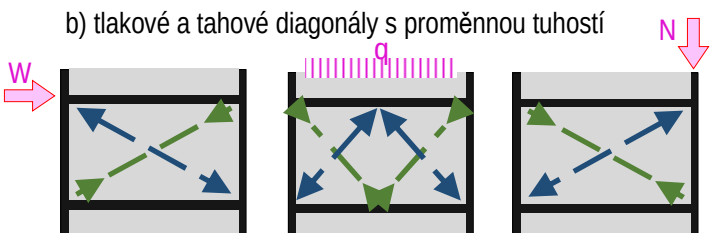
- Stěnu volně vloženou do rámového pole, která je pouze "stabilizována" v rámovém poli proti překlopení. Styky mezi sloupy, popř. stropní konstrukcí a ztužující stěnou (výplní, diafragmou), nejsou schopné přenášet smykové a tahové síly vznikající spolupůsobením obou konstrukcí. Ztužující stěna působí jako volně vložený tuhý plošný prvek bránící deformaci (zkosení) rámového pole. Vložená stěna působí jako "tlaková" diagonála.

a) tlakové diagonály s proměnnou tuhostí



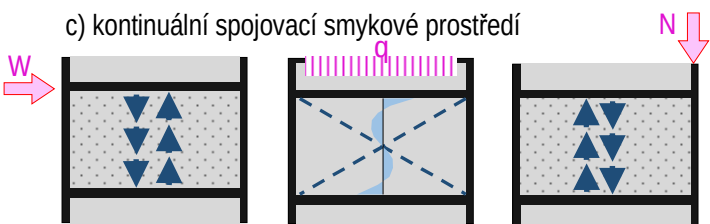
- Diafragma spojená neposuvně se sloupy a posuvně se stropní konstrukcí (případ vysoké přičle s velkou smykovou a ohybovou tuhostí, která přenáší smyk a ohyb způsobený rozdílným zatížením sloupů, avšak nepodílí se přímo na přenášení normálových napětí přenášených sloupy).

b) tlakové a tahové diagonály s proměnnou tuhostí



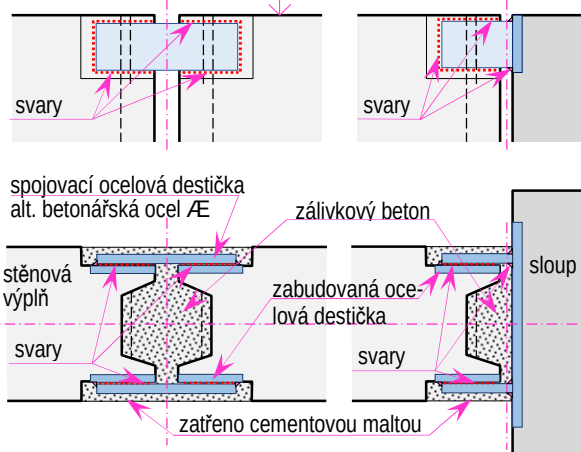
- Diafragma neposuvně spojená se sloupy a se stropní konstrukcí (s rámovu příčlí apod.); takto vložená diafragma působí jako "tlaková i tahová" diagonála.

c) kontinuální spojovací smykové prostředí



Stěny, které přímo nahrazují rámy, mají obvykle stejnou tloušťku jako sloupy a jsou situovány v modulové osnově sloupů tak, aby mohly navazovat na sousední sloupy. Stěny přenášejí odpovídající část zatížení stropní konstrukce, které zvyšuje stabilitu těchto ztužujících stěn.

Styky mezi ztužujícími stěnami (výplněmi) a nosnou sloupovou konstrukcí, popř. styky mezi jednotlivými díly ztužujících stěn, jsou řešeny obdobně jako styky stěnových dílců (styky jsou namáhány převážně smykem). Často jsou používány svařované spoje mezi zabudovanými kotevními ocelovými destičkami.



stěny nahrazující rámy
(nahore a vpravo)
stěna vložená do rámu
(dole)



Vertikálně kombinované systémy

§ potřeba odlišného provozního využívání jednotlivých podlaží v objektu nebo některé části objektu.

§ integrování funkcí s rozdílnými nároky na velikost místností, na variabilitu členění vnitřního prostoru během užívání budovy.

například: v parteru umístění obchodů, kanceláří, různých služeb a veřejností navštěvovaných provozoven, ve vyšších podlažích se situují byty, v nejvyšších různé ateliery, solária, vyhlídkové terasy, apod.

§ potřebám obytných částí, lůžkových částí hotelů a nemocnic a tam kde jsou potřeba menší prostory vyhovují více **stěnové** systémy. Nárokům na variabilitu členění a velikost provozních prostorů (obchod, služby) vyhovují **sloupové** ev. horizontálně kombinované systémy.

*víceúčelové (polyfunkční) integrované domy,
schéma dle studie, Bratislava 1980*

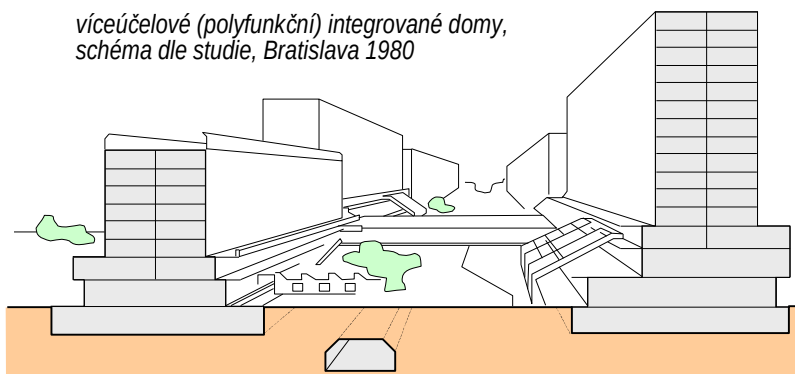
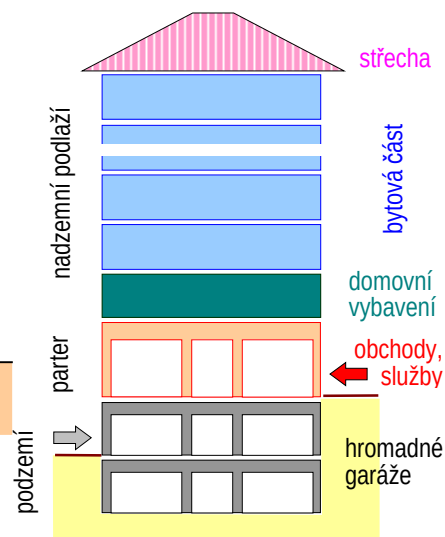
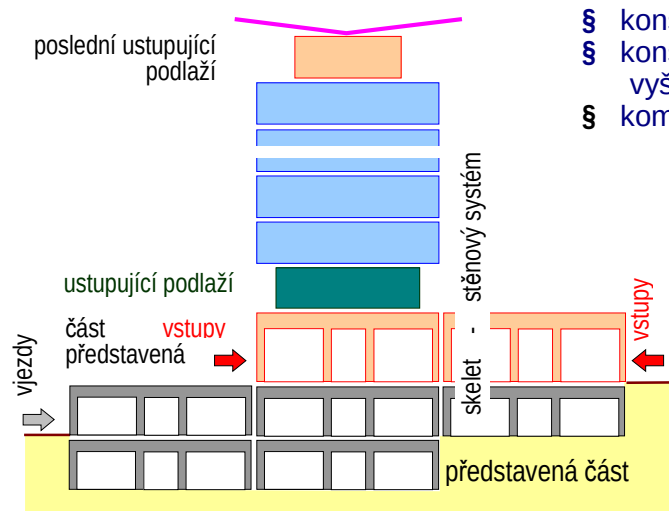
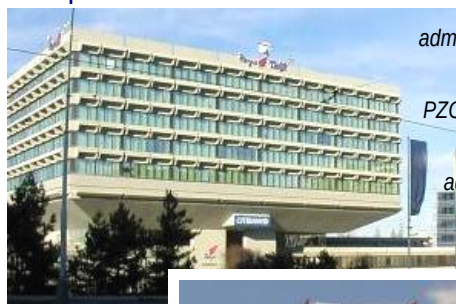


schéma (řez) vertikálně kombinované konstrukce ®
příklady řazení částí budovy, funkcí a konstrukčních systémů





- § konstrukčně i tvarově odlišný parter, podzemí
- § konstrukčně, tvarově i materiálově odlišná nejvyšší podlaží
- § kombinace předchozího



administrativní komplex
bývalé
PZO Koospol,
Praha,
Evropská
adaptovaný



využití kostrové podnože při výstavbě v záplavovém území

Výstavba obytných či občanských budov se v záplavovém území zásadně **nedoporučuje**.

Nejde-li jinak, je třeba zvolit takovou variantu konstrukce domu, aby jej velká voda neodnesla a škody byly minimální.

Nejcitlivější část domu, obytný či užitný prostor nutno situovat nad hladinu možné zátopové vody.

Vodou ohroženou část využít k funkcím, které lze rychle evakuovat a jejichž zaplavení znamená přijatelnou míru škod.



Možná řešení:

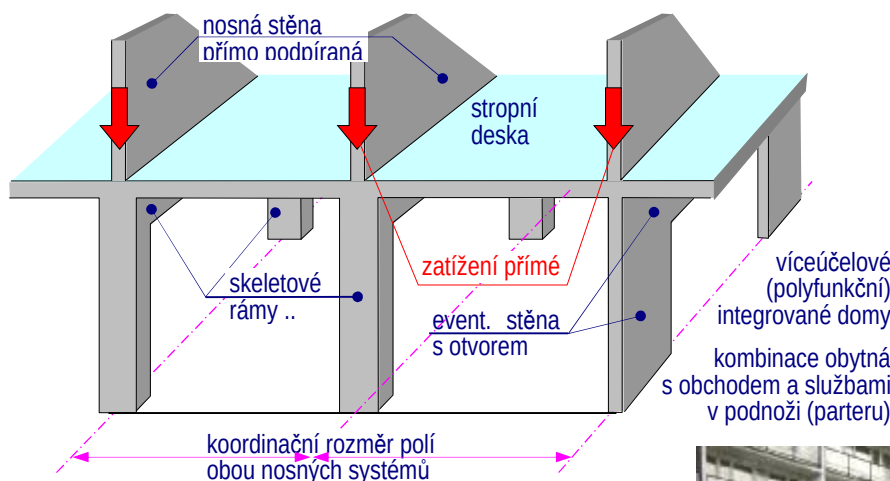
Prostor pod budovou zaujímají volné vstupní haly, korza, odpočinková zákoutí, mobilní kiosky, krytá parkovací stání, případně lehce vykliditelné skladovací prostory. Spodní podpůrnou část tvoří ocelové diagonální sloupy vyztvihující nad terén základnu, železobetonovou desku, pro vystavění vlastního domu. Podnož poskytuje dostatečnou nosnost, odolnost proti tlaku vody, umožňuje volné proudění vody pod domem. Tímto řešením se rovněž výrazně snižuje tlak vodní masy na konstrukci. Obytná část vystavěná na železobetonové platformě je podle ní výrazně stavebně nezávislá. Lze použít řadu konstrukčních řešení, od dřevostavby přes prvky ze zdících materiálů až po monolitické či montované železobetonové systémy.



Statické podchycení stěnové části skeletovou rámovou podnoží v parteru

dva konstrukční principy:

- § přímé podepření každé příčné ev. podélné stěny
- § nepřímé podepření příčných stěn prostřednictvím roznášecí kce



Přímé podepření je zajištěno buďto rámy nebo stěnami. Volba rámové konstrukce závisí na hloubce objektu.

§ do 12 m ... vystačí dvousloupový rám

§ >12 m řešíme rám třísloupový.

Jde-li o stěny - počítat s provozními nároky na větší otvory v nich. Jejich tloušťku navrhovat stejnou jako má stěnová soustava ve vyšších bytových podlažích.



Bratislava, Petržalka, Slovensko, 70.léta 20.stol.

Nepřímé podepření

Ize zajistit několika způsoby odvislými od:

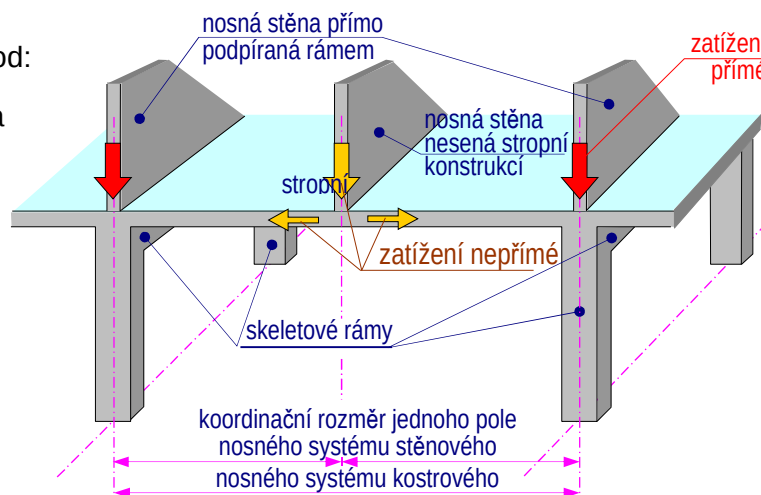
- § počtu podlaží,
- § rozponu soustavy ve stěnové části a
- § požadovaných rozponů v parteru.

Může to být:

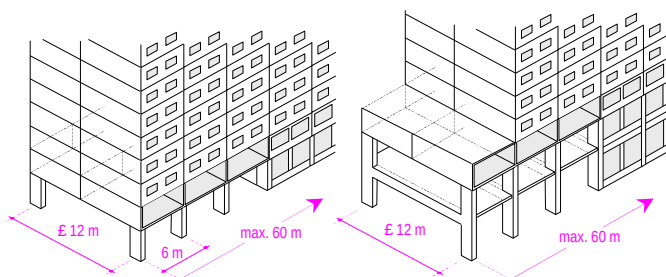
- stropní deskou,
- trámkovou deskou,
- roštovou deskou,
- celopodlažní prostorovou konstrukcí



obytné domy
Záhřeb, Chor-
vatsko 1985



kombinace soustavy stěnové se skeletem v podnoží



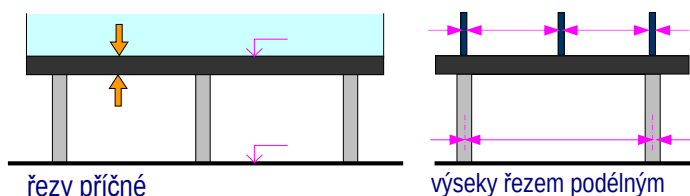
polyfunkční domy P 1.24 BA, Bratislava, Slovensko



obytný dům s před-
stavenou podnoží a
etážovými byty
v Kladně, Sítňe, arch
.Hilský, 1970

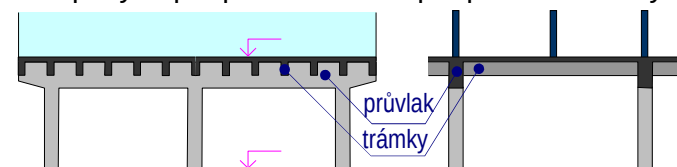
A Stropní deska:

Z hlediska enormní spotřeby betonu a oceli (tloušťka desky) lze toto řešení považovat za výjimečné a nedoporučuje se je uplatňovat ve větší míře



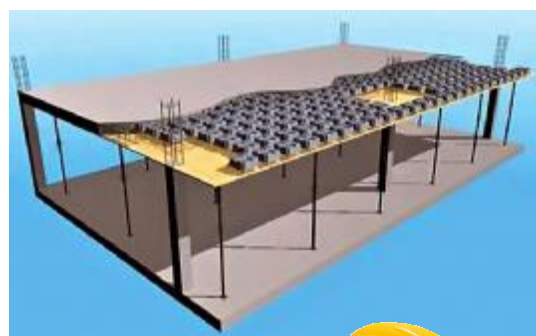
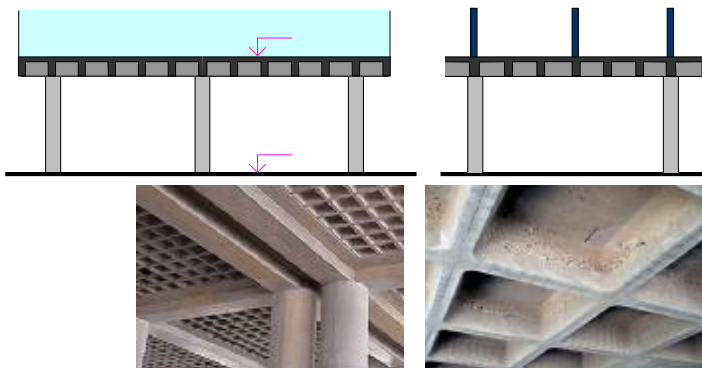
B Trámková deska:

Sestává z osnovy podélných trámů a lze ji použít v kombinaci s příčně orientovaným průvlakem na sloupových podporách nebo s podporami stěnovými



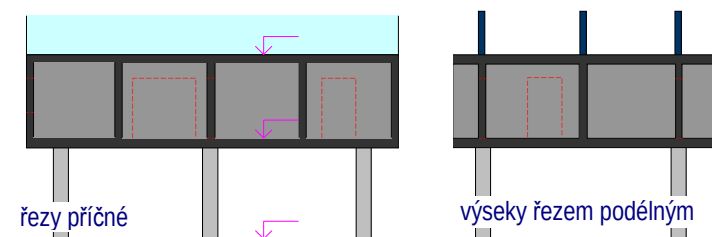
C Roštová deska:

Sestává z osnovy příčných a podélných trámek, uplatnění v kombinaci se sloupovými podporami.



D Celopodlažní prostorová konstrukce:

Problémem roznášecí stěnové železobetonové monolitické konstrukce o výšce celého jednoho podlaží může být potřeba provozních otvorů v dotčené úrovni. Jedná se v podstatě o předchozí variantu v jiném hmotnostním a rozměrovém měřítku



Tuhost podnože Eliminuje projevy nepříznivých účinků lokálních poruch napjatosti v napojení stěn na rámy v parteru:

Návaznost ztužujících stěn zachovat po celé výšce objektu.

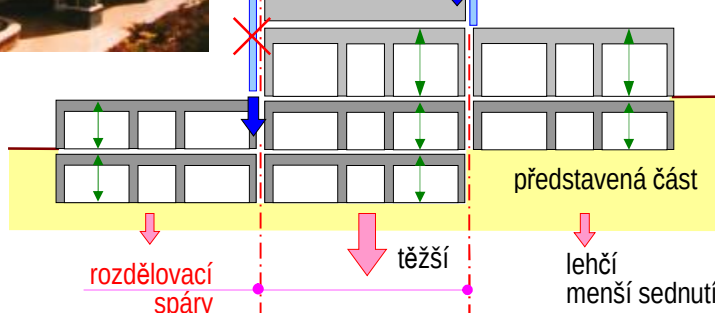
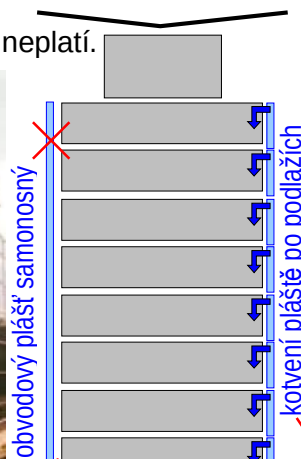
Při přímém podchycení je nezbytné, **aby související prvky ležely v téže rovině** a na celou hloubku objektu.

Pro nepřímé podchycení mezilehlých stěn toto neplatí.

Obvodový plášť nijak nepropojovat s představnými částmi podnože – přináší to konstrukční obtíže. **Kotvit v každém podlaží** na příčných nosných stěnách tak, aby na ně bylo přeneseno veškeré zatížení obvod. pláště.

Představené části podnože od vlastního objektu **oddilovat** spárami, neboť roz-díl v poklesu základů vlivem různých zatížení je značný.

Je výhodné aby **skelet této části navazoval**, v podélném směru, na koordináční osnovu (modulaci) objektu hlavního. Stejně by mělo platit i pro konstrukční výšky a počty podlaží.



kombinace stavebních systémů z hlediska užitého materiálu

Soustava o jediném převažujícím materiálu umožňuje jednotnou technologii, údržbu a má stejnou životnost prvků.



Z hlediska vývoje je nejstarší kombinace konstrukcí kamenných a dřevěných. Oba tyto materiály se v okolí lidských sídel nejvíce vyskytovaly a také proto byly používány a vzájemně kombinovány. Což je činěno dodnes.

Kámen, odolávající lépe tlaku, byl použit na nosné vertikální konstrukce, dřevo, s lepšími tahovými vlastnostmi, na horizontální nosníky, ale hodilo se i na dílčí svislé podpory.



Kombinace dřeva s hliněnými zdíci prvky, z pálené či nepálené hlíny (vepřovic) přinesla hrázdné stavby a také dřevěné stropy ve zděných budovách.

Rovněž veškeré zastřešení budov bylo řešeno pomocí dřevěných konstrukcí krovů nesených zděnou stěnovou stavbou.

Roku 1748 H.Cort použil na zpracování litiny metodu pudlování, čímž položil základy průmyslové výroby nízkouhlíkového pudlovaného železa, které bylo předchůdcem dnešní oceli. Nastalo tak období intenzivního pronikání kovu do stavebních konstrukcí. A tím i jeho kombinování s doposud používanými materiály.



Zprvu šlo o kombinaci prvkovou, tedy zlepšení vlastností existujících konstrukcí efektivnějším přenesením tahových sil, neboť železo a ocel má vynikající vlastnosti právě v tahu.

Vložením táhel do klenebních oblouků byly zajištěny horizontální reakce v patě oblouku, v uložení na svislých podporách. Odpadla tím potřeba různých opěrných systémů, známých z dob románských či gotiky.

Vložením armovací oceli do tažené části vodorovných nosníků.

Využití větší únosnosti v kombinaci se dřevem k uvolnění podkroví při snaze o jeho větší využití.

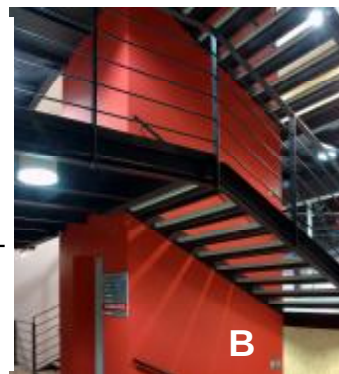
Vytváření tuhých styčníků v konstrukcích dřevěných skeletů.

Odlehčené nástavby a přístavby betonových budov, apod.





Kombinace stavebních soustav na bázi železobetonu se soustavami ocelovými, kde jedna soustava bývá primární (zajišťuje hlavní nosné prvky) a druhá sekundární (realizují se v ní následné konstrukce, ale stále nosného charakteru). Například:
 A - ocelový skelet s železobetonovými stropními panely, jádry, ztužujícími stěnami
 B - železobetonový skelet s vloženým ocelovým schodištěm, ocelovým zastřešením dvorany,
 C - železobetonové stěny a na nich ocelový traverzový strop



Delta nosník. Při montáži stropu z betonových dílců se na příruby jeho spodní pásnice uloží stropní filigránové panely, provede se dodatečné vyztužení spráhovací a kleštinovou výztuží a ocelový prvek se zabetonuje. Konstrukce spřažené. Jako o takových lze mluvit, obsahují-li prvky zajišťující úzké spolupůsobení obou součástí. K této spolupráci bývá třeba zajistit přenos smykových sil.



kombinace ucelených částí staveb s odlišným konstrukčním systémem, materiálovou bází, případně obojím

Transparentní nástavba budovy v Ostravě, Zámecké ulici
 doplňuje zástavbu nároží. Na zděný dům z 1. pol. 20. století je aplikován skelet, pravděpodobně ocelový.



nástavba činžovní vily z r.1935 v Ostravě Zábřehu.
 Na tradiční zděný stěnový objekt je aplikována nástavba mezonetového bytu. Ocel či dřevokonstrukce.



Polyfunkční budova v Ostravě Bludovicích kombinuje železobetonový skelet s ocelovou kostrovou konstrukcí vloženého komunikačního krčku i s příhradovou ocelovou konstrukcí zastřešení.

Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě k původní zděné stěnové budově přibyla nová prosklená vstupní hala vytvořená ocelovou konstrukcí.



Správní a vstupní objekt ostravské ZOO.

Kombinace zděné stěnové konstrukce se železobetonovým skeletem, na nich spočívá dřevěná kostrová nástavba.



Ostrava, podchod na Plzeňské ulici. Kombinace zděné betonové konstrukce se železobetonovým skeletem.

Nemocnice ve Vítkovicích, pavilon F. Ocelové evakuační schodiště.



Studenthotel Daarwijk, Amsterdam, 2012
Kombinace železobetonové konstrukce s prefabrikovanými modulárními prvky. (přístavba)



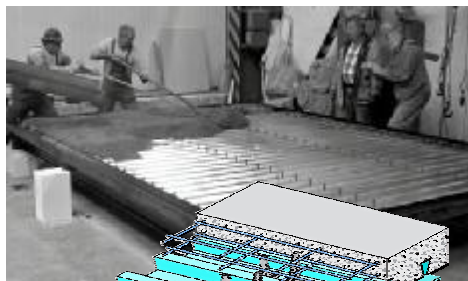
kombinace technologií při provádění konstrukčních systémů

Nejčastější možností je společné využití monolitických železobetonových konstrukcí s montáží prefabrikátů z různých materiálů. Například:

A - provedení nosné části (sloupů, průvlaků, ztužidel, jader či stěn) monoliticky; stropy, schodišťové prvky, plášť pak montáží prefabrikátů



C - nosnou konstrukci smontovat z ocelových prvků vč. trapézových plechů a stropy dokončit zalitím plechů a spřáhovacích prvků betonovou směsí



B - nosnou konstrukci smontovat z prefabrikovaných dílců, vč. filigránových stropních desek a stropy dokončit zalitím (spřažením) filigránové výztuže

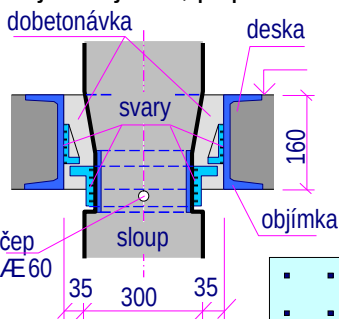


D - vertikální konstrukce lze i vyzdít (smontovat) z cihel či tvárnice a stropy s věnci realizovat monoliticky

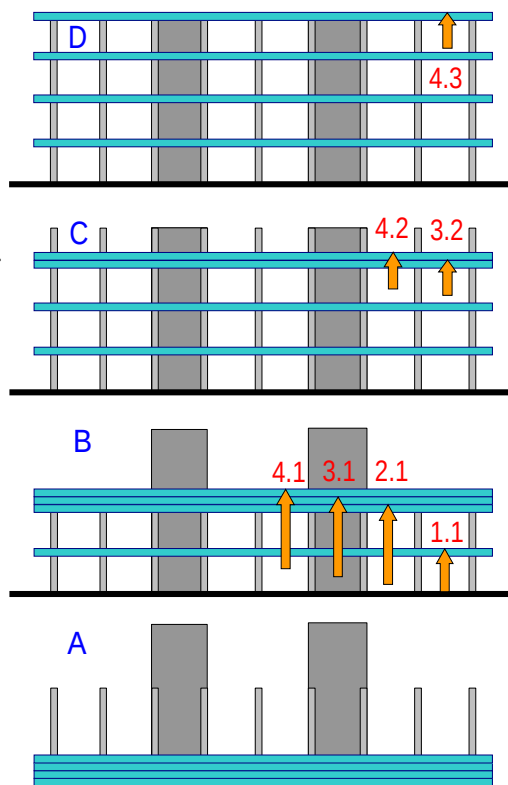
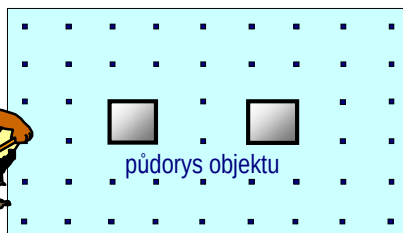


Kombinace technologická

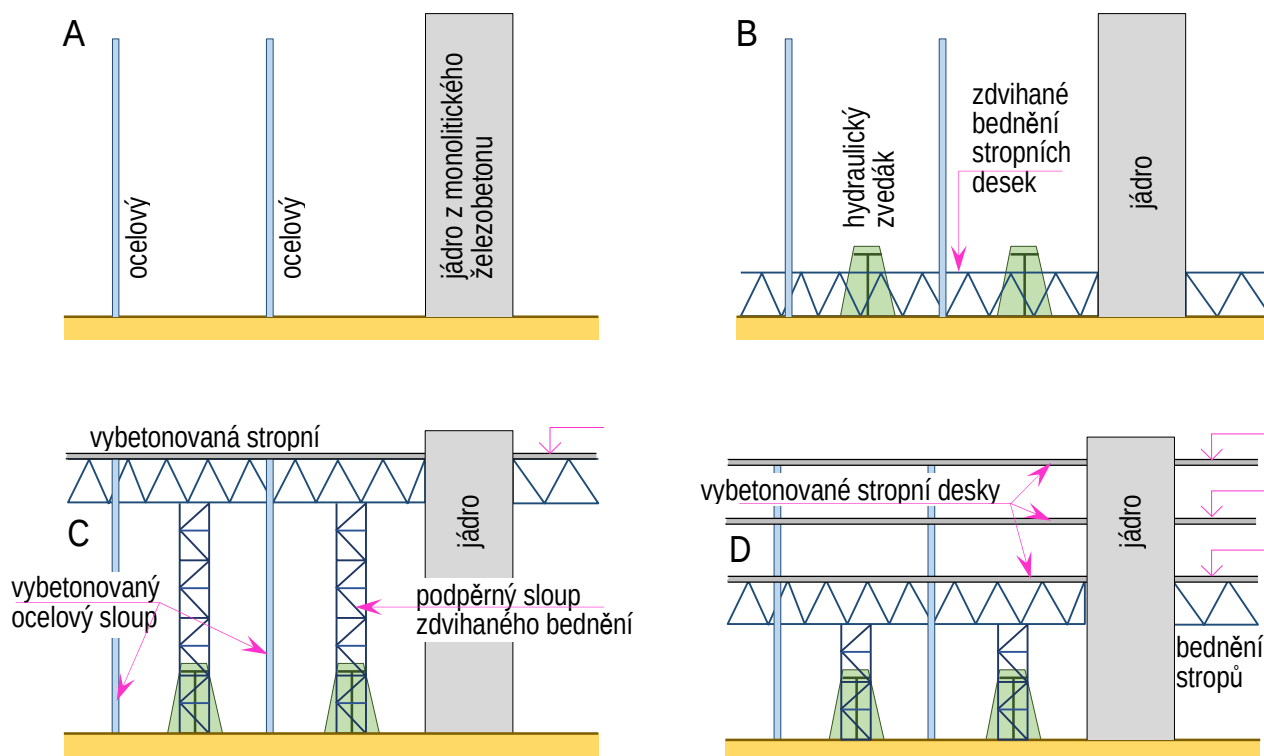
Technologie „zdvíhaných stropů“ kombinuje postup výroby železobetonové konstrukce monolitickou cestou s následnou montáží. Stropní desky se betonují ve snadno přístupné úrovni přízemí - jedna na druhé se separační mezi-
vrstvou (A). Po dosažení požadované pevnosti poslední z nich se všechny synchronizovaně začnou zdvihat po předem vztyčených, stabilizovaných sloupech a prostorových jádrech (B). U vícepodlažních budov je třeba sloupy nastavovat. V určené poloze se nejnižše položená deska zajistí definitivními styky s vertikálními podporami (C, D). Během zdvihání musí být zajištěna celková stabilita konstrukce, čemuž nejvíce napomáhá dvojice vzpomínaných ztužujících jader, případně lanová táhla.



Nutnou součástí stropních desek jsou zvedací objímky, které umožňují zvedání desek podél svislých podpor a uchycení desek na nich. Musí spolehlivě zajistit smyková napětí i ohybové momenty v místech podepření stropu.



technologie provádění kombinovaného skeletového systému „Skelet LIFT-FORM“

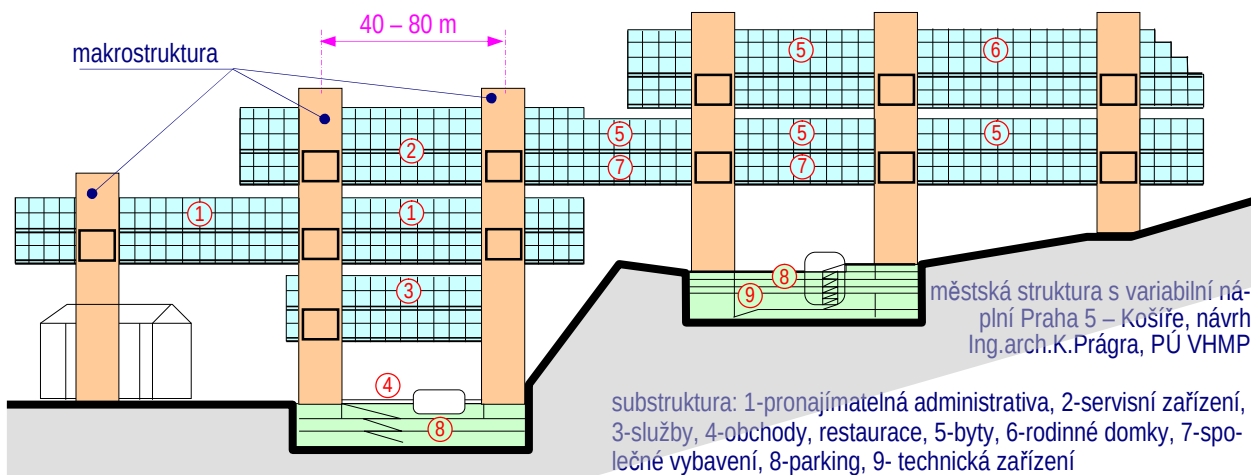


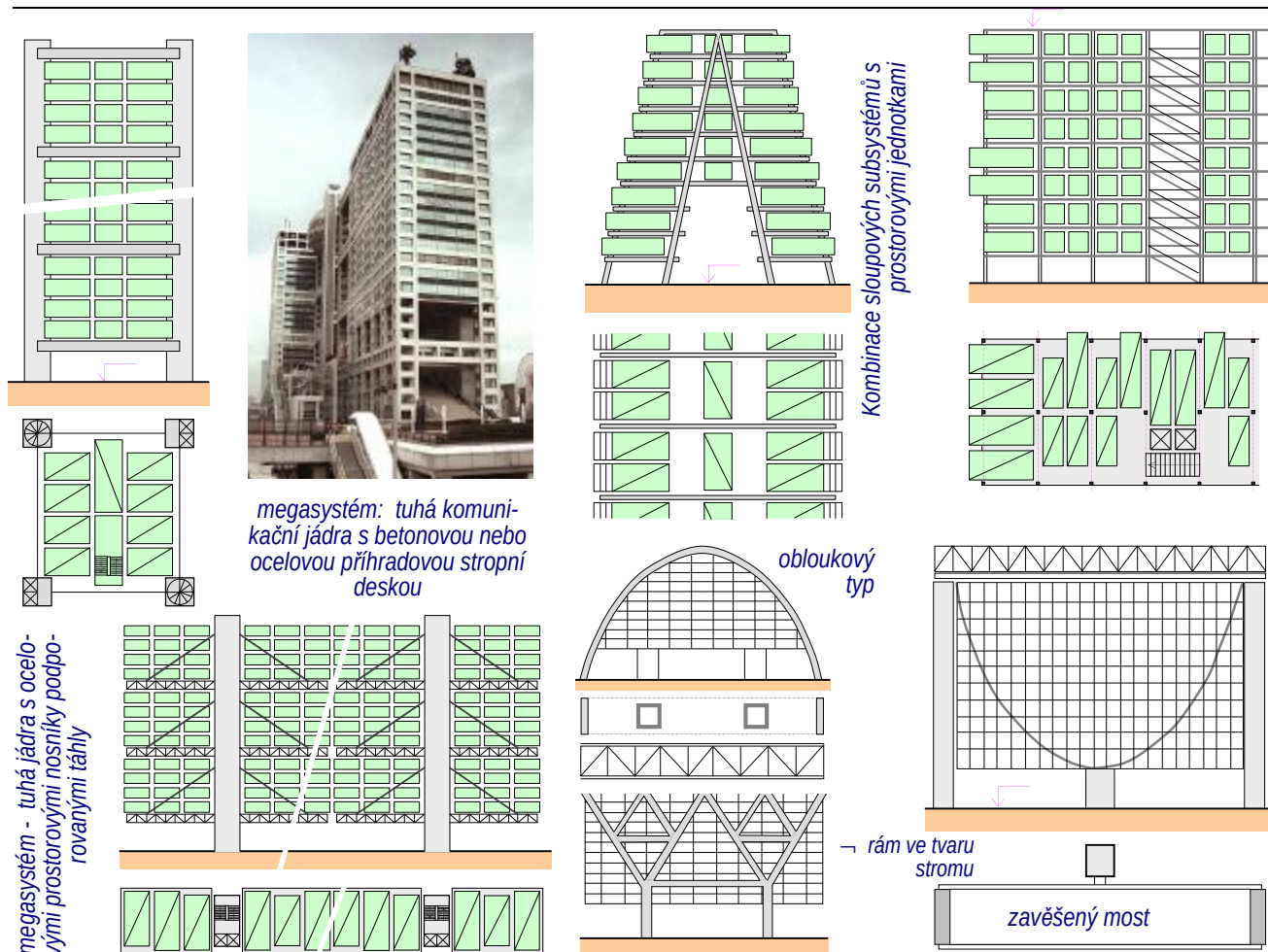
Kombinace nosného supersystému s doplňujícími kompletizačními subsystémy

Supersystémy (megasytémy) jsou alternativním hledáním řešení urbanistických problémů zítřka, jsou nosnou částí obytné megastruktury, tvořené dále dopravou, inženýrskými sítěmi, oddechovými prostory atd. Pro takto pojaté kombinace je charakteristické:

- § oddělení funkce nosné a provozní,
- § odstranění pevných konstrukčních a funkčních vazeb mezi nosnými a kompletizačními subsystémy
- § spojení životnosti nosného systému s jeho fyzikálními vlastnostmi
- § spojení životnosti kompletizačních systémů s jejich užitkovou a provozní funkcí
- § životnost nosného systému několikanásobně převyšuje životnost kompletizačních systémů
- § malá závislost dispozičního řešení na nosném systému umožňující jeho variabilitu proměnnou v čase

Hlavní konstrukce vytváří základní nosný systém (**makrostrukturu**) do kterého jsou osazovány jiné (subtilnější, vmontovatelné) konstrukční systémy příp. i kompletizované prostorové buňky, fungující jako kanceláře, hotelové pokoje s příslušenstvím, byty apod. (**substruktura**). Umožňuje to nekonfliktní zaměnitelnost během doby užívání celého komplexu a maximální flexibilitu.





(Horniaková & kol. *Konstrukce pozemných staveb*, SNTL 1988)

Použité prameny a doporučená literatura:

- § prof. Ing. Petr Hájek, CSc. a kol. **Konstrukce pozemných staveb 10**
Nosné konstrukce I, skriptum FSv ČVUT – 2002
- § Čapek M., Růžička M.: **Montované betonové skeletové konstrukce**
SNTL Praha 1976
- § D. Neumann, U. Weinbrenner, U. Hestermann, L. Rogen:
Stavební konstrukce I, nakladatelství JAGA Bratislava 2005, 33. vydání
- § Ing. Jan Kalousek, CSc., Ing. Karel Lorenz, CSc. **Konstrukční systémy II**
FA ČVUT, 1981
- § Lýdia Horniaková a kolektiv: **Konstrukce pozemných staveb**,
Alfa vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava,
SNTL nakladateľství technické literatury Praha – 1988
- § <http://www.msstavby.cz/>
- § <http://bydleni.idnes.cz/>

Fotografie a jiná grafika:

- § katalogové podklady a webové stránky řady domácích a zahraničních firem ...
- § časopisy *Stavba* a *Materiály pro stavbu*, Springer Media CZ, 1998-2007

μ

základní teze této přednášky jsou ke stažení
na webových stránkách ústavu Stavitelství I
na adrese: <http://15123.fa.cvut.cz>

