

Zděné konstrukce II

Zdivo a související konstrukce stavby v roce 2021



Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

NÁZEV: ZDĚNÉ KONSTRUKCE II

Autor: Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

Vydala:

Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

1. vydání, 84 stran
Plzeň, listopad 2021

ISBN 978-80-261- 0480-3

© Západočeská univerzita v Plzni

Obsah

1. Zděné stavby	4
2. Cihly pro zděné stavby	7
3. Tradiční zdivo	13
4. Malty.....	17
5. Stěny jako základ zděné stavby.....	19
6. Stropní konstrukce a zděné stěny	28
7. Střechy a zděné stěny.....	31
8. Působení zastřešení na zděné stěny	35
9. Zděné příčky na stavbách.....	38
10. Otvory ve zděných stavbách.....	42
11. Instalace ve zděných stavbách.....	43
12. Navrhování zděných staveb.....	44
13. Omezení velikosti zdiva	45
14. Konstrukční podmínky a provádění zdiva.....	47
15. Statická omezení	48
16. Modelování zděných staveb	53
17. Statické výpočty zdiva	57
18. Jednopodlažní a halové zděné stavby.....	62
19. Závěrečné doporučení pro zděné stavby	65
Přílohy – schémata a poznámky ke zdivu.....	65

Úvod

Tento text popisuje základní materiály, konstrukce a principy pro navrhování zděných staveb. Popisovaný stav odpovídá první polovině roku 2021. Publikace volně navazuje na skripta ZČU s názvem Zděné konstrukce I. Lze ji využít pro výuku v předmětech Zděné konstrukce v 5. semestru, pozemní stavby v 1. semestru magisterského studia a v dalších předmětech studia programu Stavební inženýrství na ZČU.

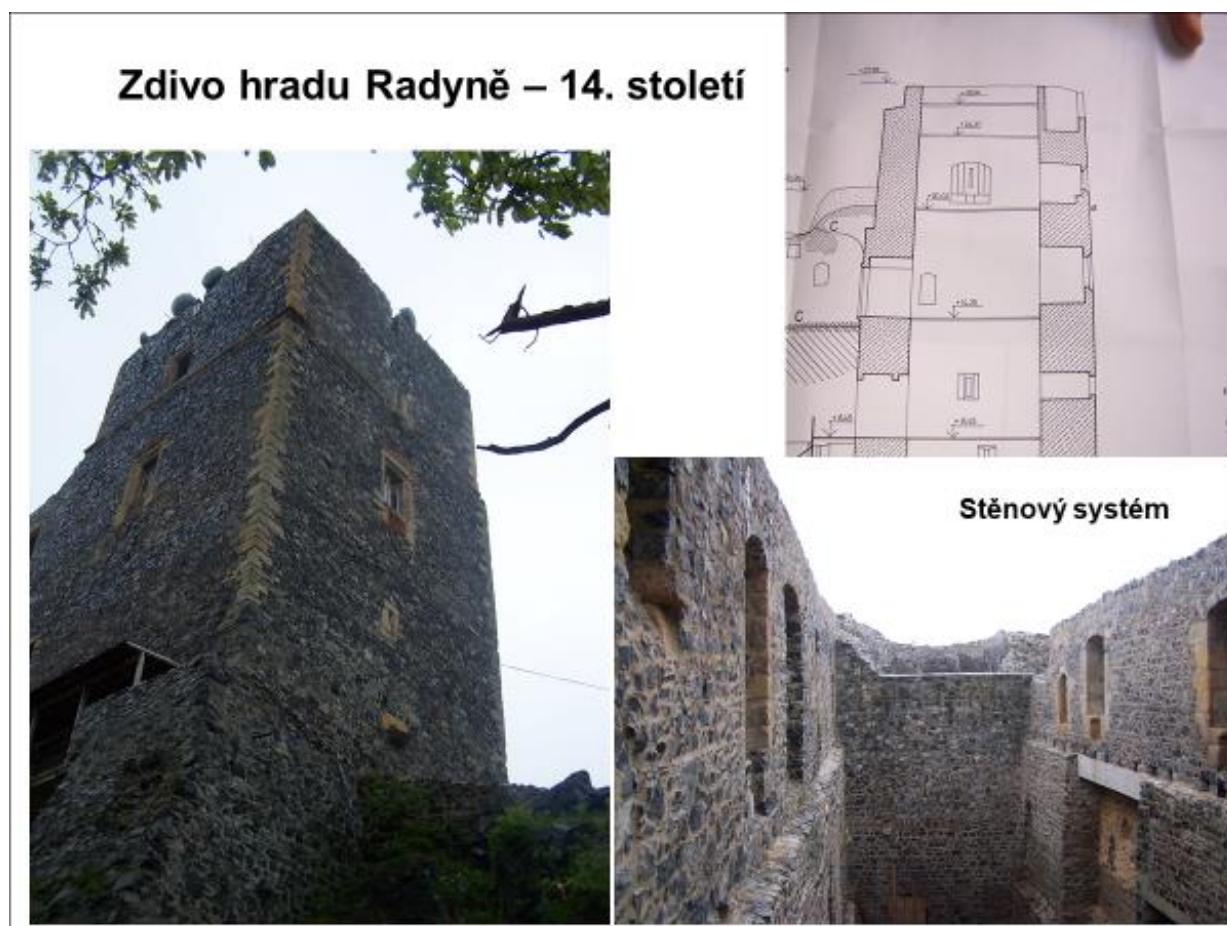
V publikaci jsou volně mimo vlastní text použity doplňující obrázky, nákresy a slajdy z přednášek v předmětu Zděné konstrukce.

1. Zděné stavby

Zděné stavby představují stavební objekty vytvořené z cihel nebo z kamene. Tato technologie výstavby byla používána v Evropě a ve světě po celá staletí především na svislé konstrukce staveb. Není téměř stavby, na níž by i dnes zdivo nebylo použito.

Zdivo vzniká spojením cihel neboli zdících prvků z vhodných stavebních materiálů. K jejich spojení je dlouhodobě používáno malty. Spojením zdících prvků jsou vytvářeny jednotlivé zděné konstrukce jako jsou například stěny a příčky. A z nich pak celé zděné stavby.

Zdivo si ale nemůžeme představit jen jako jeden z tradičních stavebních postupů nebo konstrukcí. Zdivo plní u staveb více funkcí. Vytváří stavbu, slouží jako stabilní nosná konstrukce nebo dělí vnitřní prostory. Vytváří také vnější obálku budov a představuje bariéru mezi vnějším často studeným a hlučným prostředím a vnitřním prostorem. Nelze zapomenout na architektonickou a estetickou funkci zdiva. S jeho pomocí získávají stavby nejen svoji formu a vzhled, ale i jedinečný a monumentální charakter. Pohledové zdivo s viditelnou strukturou cihel se uplatňuje přímo ve fasádách a na površích staveb.



Obr.1- Ukázka středověkého kamenného zdiva – hrad Radyně

Také dnes jsou na zdivo kladeny stejné úkoly jako v minulosti. Dnešní moderní zdivo je také zcela jiné nežli původní tradiční zdivo z kamene nebo plných cihel. Rozvoj nových technologií výstavby,

požadavky na rychlost stavění, snaha o omezení pracnosti a užívání mokrého procesu na stavbě a stavebně fyzikální požadavky ovlivnily zdivo v posledních desetiletích natolik, že dnes užíváme a navrhujeme konstrukce ze zcela jiných a sofistikovanějších zděných prvků. Proto rozlišujeme dnes cihly určené pro zděné konstrukce s nosnou, tepelně izolační, akustickou nebo dělicí funkcí. Pro návrh a realizaci dnešních zděných staveb potřebujeme použít takové řešení, které také splňuje současné právní a technické požadavky na výstavbu a zajišťuje dostatečnou spolehlivost a životnost stavby.

Snažíme se ale také zajistit dobrou vnitřní pohodu u zděných staveb. Pro dnešní dobu to znamená, aby stavby byly zdivem dobře zvukově a tepelně izolovány. Zděné budovy navrhujeme v tepelně izolačním standardu jako nízkoenergetické, pasivní nebo i s téměř nulovou spotřebou energie. Takový je nejen současný trend doby a vliv předpisů k roku 2020, ale i výhled konstruování zděných staveb do budoucna. Z technického pohledu to znamená, že různě umístěné zděné stěny budou u stavby jiného provedení.

Nosné zděné svíslé prvky jsou stále častou součástí stavebních objektů a historicky představují základ stavební technologie. Pro návrh nosnosti a provedení zděných konstrukcí dnes používáme českých a zároveň sjednocených evropských norem. To má za výhodu, že způsob označování, navrhování a používání zděných konstrukcí je pro jednotlivé státy Evropy shodný. Můžeme tak například používat cihly z různých států a navrhovat zděné stavby podle jednotných zásad a postupů. Tyto normy určené pro zdivo zjednodušeně nazýváme Eurokód 6, zkráceně EC6. Platí jako jediný předpis pro navrhování od března 2010.



Obr.2- Ukázka staveb z režných cihel a kamene

Dnešní výstavba zděných staveb není orientována pouze na užívání cihel. Výrobci zděných prvků nabízejí ucelené stavební systémy, které kromě cihel nabízejí i prvky pro překlady nad otvory ve stěnách, pro příčky, na stropní konstrukce nebo na schodiště a střešní části. Vyráběny jsou i speciální tvarovky. Cílem

těchto programů je komplex prvků od jednoho výrobce, z něhož můžete postavit celý nebo téměř celý dům v takzvané hrubé stavbě, tj. z nosných konstrukcí jako jsou stěny a stropní konstrukce. Můžeme volit z výrobních programů a systémů z pálených cihel, pórobetonu nebo z betonových či vápenopískových prvků.

U zděných staveb je možno využít výše zmíněnou nabídku a stavět z jednoho materiálu nebo můžeme cihly z různých materiálů použít na některé konstrukce stavby. Takovým případem je například použití jiných cihel na vnější stěny a na vnitřní stěny, pilíře nebo příčky. Pro použití různých typů zdiva je potřeba uvážit i vliv velikosti zatížení od stavby. Jedná se o vzdálenost stěn a otvory ve stěnách, které tyto stěny oslabují. Na více zatížené stěny a pilíře použijeme zdivo s vyšší nosností. To znamená jiný typ cihel a malty. Konečný návrh by měl provádět zkušený projektant, který uváží všechny aspekty návrhu a použití zděných konstrukcí. Nejedná se zde jen o zdivo, ale i důsledky na něj působících stropních a střešních konstrukcí.

Podíváme-li se na vlastní navrhování zděných staveb, musíme rozlišovat mezi možnostmi technického řešení pro nízkopodlažní a pro vícepodlažní stavby. Nízkopodlažní stavby do tří podlaží umožňují použití tepelně izolačních cihel s nižší pevností se značkou do P10 na obvodové stěny. Samostatnou kategorii představují jednopodlažní objekty, které musejí mít stabilní zděnou konstrukci pro uložení většinou dřevěných krovů anebo vazníků na větší rozpětí. Vícepodlažní objekty od čtyř podlaží naopak vyžadují použití cihel z únosnějších staviv s pevnostní značkou od P10 výše. Důležité již je vždy ztužení zdiva stropy a příčnými stěnami.

Zpracování projektové dokumentace stavby domu musí být podle stavebního zákona svěřeno odborně způsobilé osobě s tzv. autorizací. Takovou osobou jsou autorizovaní technici, inženýři a architekti, kteří svoji odbornost mohou prokázat kulatým razítkem se státním znakem získaným na základě zvláštních zkoušek. Odbornost zaměření jejich činnosti odpovídá ustanovením zákona 360/1992 Sb. Jednou z možností vyhledání takových osob je využití seznamu autorizovaných osob pod Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Seznam lze získat přímo na webových stránkách této komory. Odbornost autorizovaných osob je zde členěna podle oborů jejich autorizace. Pro zděné stavby je možné využít autorizaci v oboru Pozemní stavby, která obsahuje celé stavební řešení takové stavby. Pro výpočty a návrh nosných konstrukcí lze využít specialisty v oboru Statika a dynamika stavby nebo Mosty a inženýrské konstrukce.

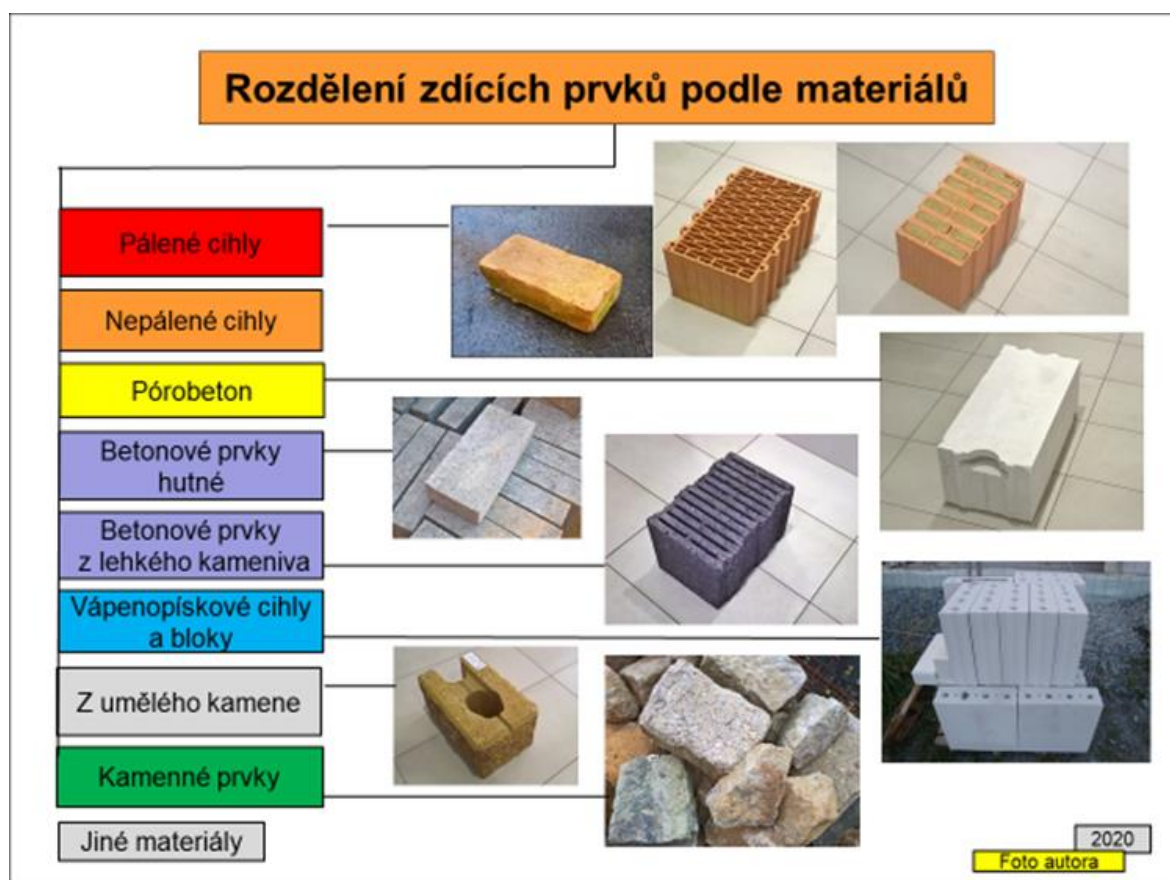
2. Cihly pro zděné stavby

Cihly vytvářejí ve stavbě nosné stěny a příčky. Mohou být z různého provedení, tvaru a velikosti. Můžeme si je představit jako plné nebo děrované cihly a dutinové bloky. Pro větší rozměry cihel je v Čechách používán termín tvárnice. Mimo cihly je pro stavby dlouhodobě užíván také kámen. Jedná se o více nebo méně opracované prvky z přírodního kamene.

Pro velkou členitost tvarů a materiálů cihel nebo kamene je užíván pro veškeré prvky pro zdění název zdící prvky. Zděné prvky ale rozdělujeme podle více hledisek. Základním členěním zdících prvků je rozdělení do skupin podle materiálu, ze kterého jsou provedeny. Toto rozdělení je často použito i v názvu celého zdiva. Známe tak zdivo kamenné, z pálených a nepálených cihel, pórobetonové, betonové, z prvků z lehkého betonu, z vápenopískových cihel a z umělého kamene. Takových skupin pro rozdělení zdiva podle materiálu může být větší množství, jak je uvedeno dále v textu, ale pro účely platné normy eurokódu 6 pro navrhování zdiva se jedná o následující:

- Pálené cihly
- Betonové cihly z hutného a lehčeného betonu
- Pórobetonové cihly
- Vápenopískové cihly
- Umělý kámen
- Prvky z přírodního kamene

Uvedené skupiny prvků jsou orientovány na nosné zděné konstrukce, čili zděné stěny zatížené stropy a střechou stavby.



Obr.3 – Základní rozdělení zdících prvků podle materiálu a EC6



Obr. 4 – Typy zdiva podle materiálu a historie vzniku

Zdící prvky

Zdící prvky rozdělujeme podle více kritérií. Základní užívané členění podle materiálu, ze kterého jsou provedeny, bylo již uvedeno. Podrobnější členění ke následující:

Tradiční plně pálené cihly plné (1600 – 2000 kg/m²)

Původní cihly svisle děrované (1200- 1600)

Současné pálené cihly nebo bloky se svislými dutinami (650 – 1800)

Současné pálené cihly s velkými svislými dutinami vyplněnými tepelnou izolací (650 - 1800)

Vápenopískové cihly plné nebo se svislými dutinami (900 – 2400)

Betonové plné cihly z hutného kameniva (1600 – 2400)

Betonové cihly a bloky s dutinami (700 – 1600)

Z betonu s kamenivem z pemzy (500 – 1300)

Z betonu s více jak 70% kamenivem z expandovaného jílu (400– 1700)

Z polystyrenbetonu (500 – 800)

Betonové prvky s jiným pórovitým kamenivem (500 – 2000)

Cihly z umělého kamene (1500 – 2500)

Cihly a tvárnice z autoklávovaného pórobetonu (300 – 1000)

Prvky z přírodního lomového kamene (1300 – 2700)

Prvky z tesaného kamene

Nepálené cihly

Cihly z jiných materiálů

V závorce jsou uvedeny objemové hmotnosti v kilogramech na metr krychlový. Podrobnější údaje o tíze lze získat pro konkrétní zdící prvky.

Cihly dále můžeme členit podle tvaru a také podle účelu, pro něž jsou navrženy. Dnes cihly rozlišujeme pro použití na následující zděné konstrukce:

- nosné stěny
 - obvodové stěny a tepelně izolační vyzdívky
 - na příčky a akustické stěny
 - pro pohledové vyzdívky
 - pro speciální použití
- a na tvarovky.

Tvary a rozměry cihel

Rozlišujeme dva typy cihel – pro zdění na vazbu a pro jednovrstvé zdění.

Ke zdění na vazbu se používají plné a děrované cihly klasických formátů. Těmito formáty je především velký formát cihel o rozměrech 290x140x65 mm a formát malý, vycházející lépe do metrické soustavy, 250 x 120x 65 mm. Tloušťka stěny vzniká složením jednotlivých cihel v jedné vrstvě zdiva na určitou tloušťku. Známe tak nejvíce užívané stěny tloušťky stěn 300 mm nebo 450 mm, popřípadě 250 mm a 375 mm při užití malého formátu cihel. Cihly jsou spojovány obyčejnou maltou. Výška vrstvy včetně malty činí 75 mm. Mimo uvedené typy existují i cihly s jinými rozměry, zejména z dovozu.

Jednovrstvé zdění představuje současný trend ve vyzdívání stěn. Cihly jsou vyráběny přímo pro určitou tloušťku stěny. Odpadá tak zdění cihel na vazbu v jedné vrstvě, dodržovat se musí jen převazby cihel ve vrstvách nad sebou. Přesah cihel má být alespoň 100 milimetrů nebo čtyři desetiny jejich výšky. Cihly vytvářejí svojí výrobní šířkou tloušťku stěny v ustálených rozměrech 175 mm, 200 mm, 240 a 250 mm, 300 mm, 375 a 380 mm, 400 mm, 440 mm a 500 mm. Délka cihel odpovídá jejich hmotnosti, obvykle je 250 mm, pro lehčí materiály jako pórobeton více. Výška cihel je v současnosti uvažována pro vyzdívanou vrstvu o výšce 250 mm. U některých typů těžších betonových cihel je snížena na 200 mm. Skutečná výška cihel se liší podle použité malty, pro obyčejnou maltu jsou cihly nižší. Mají cca 240 mm. Pro tzv. přesné zdění na tenkovrstvou maltu je výška cihel cca 248-248 mm.

Použití cihel

V současné době stavíme objekty převážně z pálených nebo vápenopískových cihel a pórobetonových nebo betonových prvků. Pro zděnou stavbu využíváme cihel buď z jednoho typu materiálu nebo jejich kombinaci. Pro jednotlivé konstrukce tak používáme různých typů cihel. Rozhoduje velikost zatížení a další technické požadavky jako tepelně izolační schopnost nebo akustické vlastnosti. Rozdílné cihly tak užíváme na nosné vnitřní stěny stavby, na obvodové zdivo nebo příčky s akustickými požadavky.

Cihly pro příčky

Tyto cihly nejsou určeny pro nosné konstrukce zatížené stropy. Proto jsou vyrobeny většinou z materiálů s nižší pevnostní značkou P2 až P10. Jejich tloušťka se pohybuje od 65 do 140 mm pokud nemusejí plnit zvýšené požadavky na zvukovou neprůzvučnost. Vzhledem k menší tloušťce zdiva, a tím i k jeho nižší váze, mohou mít cihly větší plošné rozměry. Cihly se spojují tenkovrstvou nebo obyčejnou maltou.

Cihly určené pro zvýšené akustické podmínky mají tloušťku vyšší, a to 175 mm, 240, 250 a 300 mm. Tloušťka se volí podle akustických požadavků na příčku, například u mezibytových příček je to 53 dB. Velikost akustických cihel odpovídá běžným cihlám pro nosné zděné konstrukce

Pálené cihly

Tyto cihly dnes zahrnují několik skupin prvků. Především se jedná o svisle děrované cihly pro nosné a akustické dělicí konstrukce. Tyto cihly se vyznačují silnějšími žebry mezi otvory. Pro obvodové stěny se vyrábějí cihly s velkým počtem svislých otvorů. Cihly mají slabší žebra mezi otvory. Velký počet otvorů zabezpečuje dobré tepelně izolační vlastnosti. Na zlepšení těchto vlastností je do otvorů přidávána tepelně izolační látka. Poslední skupinou jsou cihly s velkými svisle orientovanými otvory vyplněnými tepelnou izolací, konkrétně minerální vlnou. Tyto cihly jsou určeny jako tepelně izolační pro obvodové konstrukce staveb.

Pálené cihly se vyrábějí pro použití obyčejné nebo tenkovrstvé malty. Tím se liší jejich výška. Objemová hmotnost cihel kolísá podle počtu užitých otvorů mezi 6,5 až 10,5 kN/m³, u cihel pro akustické stěny je i vyšší.



Stěnový systém z pálených voštinových cihel a se střechou z příhradových dřev. nosníků



Obr.5 – Ukázky zdiva z pálených cihel – děrovaných bloků a bloků s vnitřní tepelnou izolací

Vápenopískové cihly jsou vysokopevnostní stavivo určené pro nosné svislé zděné konstrukce. Proto se užívají v menších tloušťkách 175 mm až 300 mm. Pevnostní značka cihel je běžně P20, vyrábí se i pro P12 a P25. Jedná se dnes téměř výhradně o cihly s přesnými rozměry pro použití tenkovrstvé malty. Pro obvodové konstrukce je potřeba stěnu z těchto cihel doplnit vnější tepelnou izolací.

Cihly jsou poměrně těžké, o objemové hmotnosti 18 až 22 kN/m³, při svislých otvorech i 12 až 16 kN/m³. Užívány jsou i bloky výšky 499 mm.

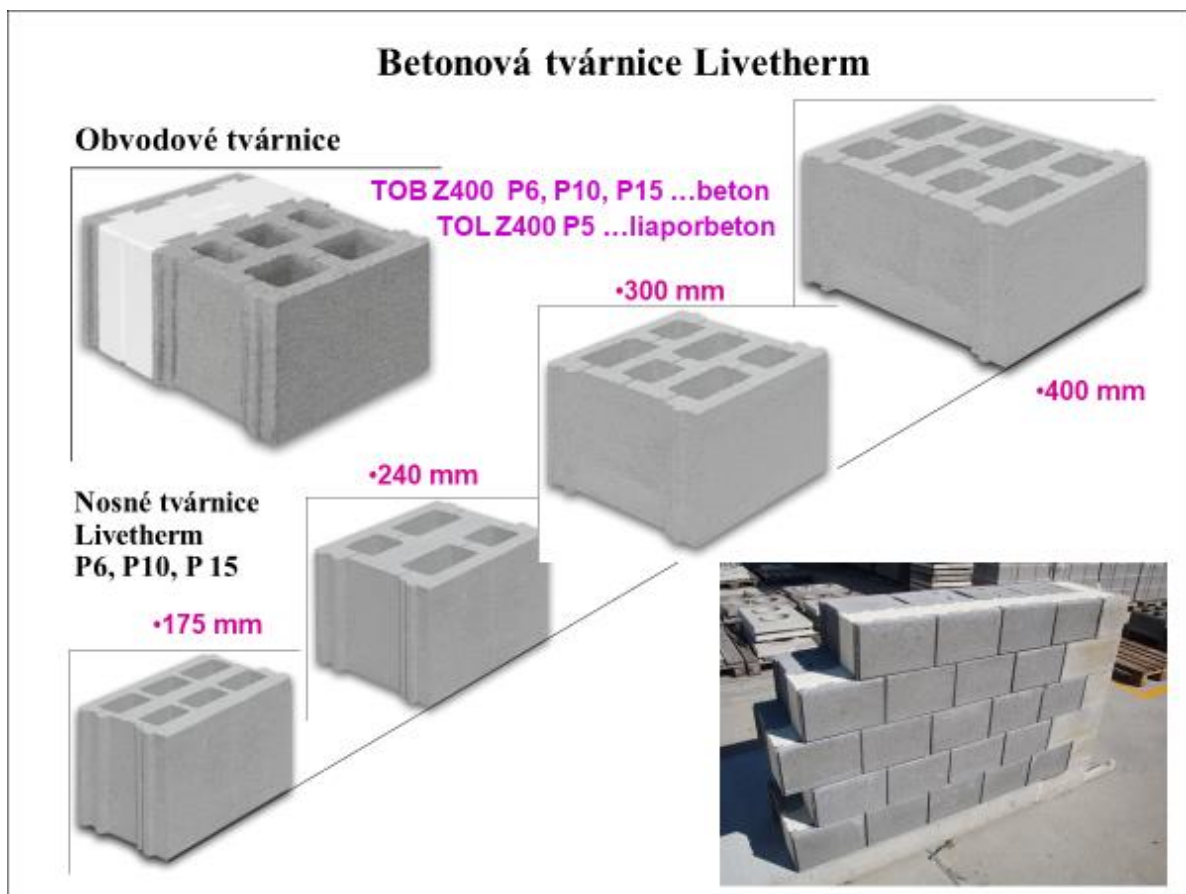


Obr. 6 – Ukázky žití vápenopískových cihel

Pórobetonové cihly představují nejlehčí řadu cihel. Jejich objemová hmotnost se pohybuje od 3 do 10 kN/m^3 . Jsou určeny pro použití tenkovrstvé malty. Výhodou jsou všesměrně shodné tepelněizolační vlastnosti a dobrá úprava velikosti seřiznutím. Vykazují nižší pevnost se značkou P2 až P3 a pro více zatížené stěny je potřeba použít vyšších pevností s označením P4 a P6 nebo jiné cihly.

Betonové cihly zahrnují tři typy prvků. Jeden z nich je vyroben za použití lehkého kameniva, druhý za použití běžného hutného betonu, třetí je doplněn integrovanou anebo dodatečnou tepelnou izolací. Všechny typy mají vylehčující svislé otvory. Ty zároveň slouží ke zlepšení tepelněizolačních vlastností. Objemová hmotnost se pohybuje podle užitého kameniva od 7 do 20 kN/m^3 , pevnostní značka od P6 do P20.

V praxi existují dnes i jiné a méně užívané typy cihel.



Obr.7 – Ukázka betonových cihel pro obvodové i vnitřní nosné stěny.



Obr.8 – Ukázka pórobetonového zdiva

3. Tradiční zdivo

Tradiční cihelné zdivo

Pod pojmem tradiční zdivo zahrnujeme zdivo kamenné a zdivo z cihel a tvárnic staršího provedení, u staveb vybudovaných přibližně do konce dvacátého století.

Cihly

Klasickým příkladem tradičního zdiva jsou plné cihly. Nejvíce užívaný je velký formát cihel o rozměrech 290x140x65 mm a malý formát o rozměrech 250x120x65 mm. V tomto formátu se vyráběly a vyrábějí pálené cihly, betonové a vápenopískové cihly. CDM, neboli pálená cihla děrovaná metrická, je formátu 240x115x113 mm (skladebně 250x125x125 mm). Je vylehčena malými průběžnými svislými otvory

Kámen

Kámen je tradičním přírodním zdícím materiálem. Pro stavby využíváme vhodných druhů kamene z vyvřelých, usazených nebo přeměněných hornin. Kámen musí vykazovat pevnost, stálost, otěruvzdornost a co nejnižší nasákavost. Kámen pro stavební účely dělíme na neopracovaný, opracovaný a tesaný. Neopracovaný je kámen lomový, opracovaný je opraven při lící viditelné straně a tesaný je do určitého tvaru, například kvádrů.



Obr.9 – Ukázka zdiva z plných cihel velkého, malého a metrického formátu



Obr.10 – Zdivo z CDm

Horniny vyvřelé představují hlubinné a výlevné vyvřeliny. Nejčastější vyvřelinou jsou granitické horniny jako žula, granodiority a křemenné diority. Nerostné složky kamene tvoří křemen, draselné živce nebo sodnovápenaté (plagioklasy). Tyto světlé minerály doplňují amfibol a biotit. Barva je většinou šedá nebo světle šedá. Struktura kamene je obvykle stejnoměrně zrnitá nebo porfyrická s velkými vyrostlicemi. Měrná hmotnost žul se pohybuje mezi 24 až 28 kN/m² a pevnost v tlaku mezi 160 až 240 MPa.

Bezkrémenné, to je syenitové horniny, představují druhou hlavní skupinu vyvřelin. Zahrnují syenit, diorit, porfyr a porfyrít, gabro, trachyt a andezit. Liší se přítomností živců. Syenit je tvrdý a trvanlivý, dobře se opracovává a dá se leštit. Jeho měrná hmotnost je 29 kN/m² a pevnost v tlaku 300 MPa. Výlevné horniny gabra jsou diabasy a čediče. Diabas je velmi tvrdý a houževnatý a tudíž těžko opracovatelný. Čediče tvoří nejrozsáhlejší výlevy. Jsou trvanlivé, ale pro kamenickou práci se nehodí. Shodně lze hodnotit i žnělce.

Horniny usazené neboli sedimentární mají převážně původ v primárně horninách vyvřelých nebo přeměněných, popřípadě v horninách již předtím jednou usazených. Základní stavební komponenty hornin tvoří stabilní minerály jako křemen, živce nebo turmalín. Usazené horniny dělíme na karbonáty (vápenec, travertin), psamity (pískovce, arkózy, droby) a slinité horniny (opuka). Horniny jsou dobře opracovatelné, zejména pískovce.

Horniny přeměněné neboli metamorfované vznikly buď jako kontaktní stykem s výlevnými a vyvřelými horninami za vysokých teplot nebo jako lokální ze sedimentárních hornin. Rozeznáváme, fylity, svory a pararuly, břidlice, dále pak hadec a mramor.

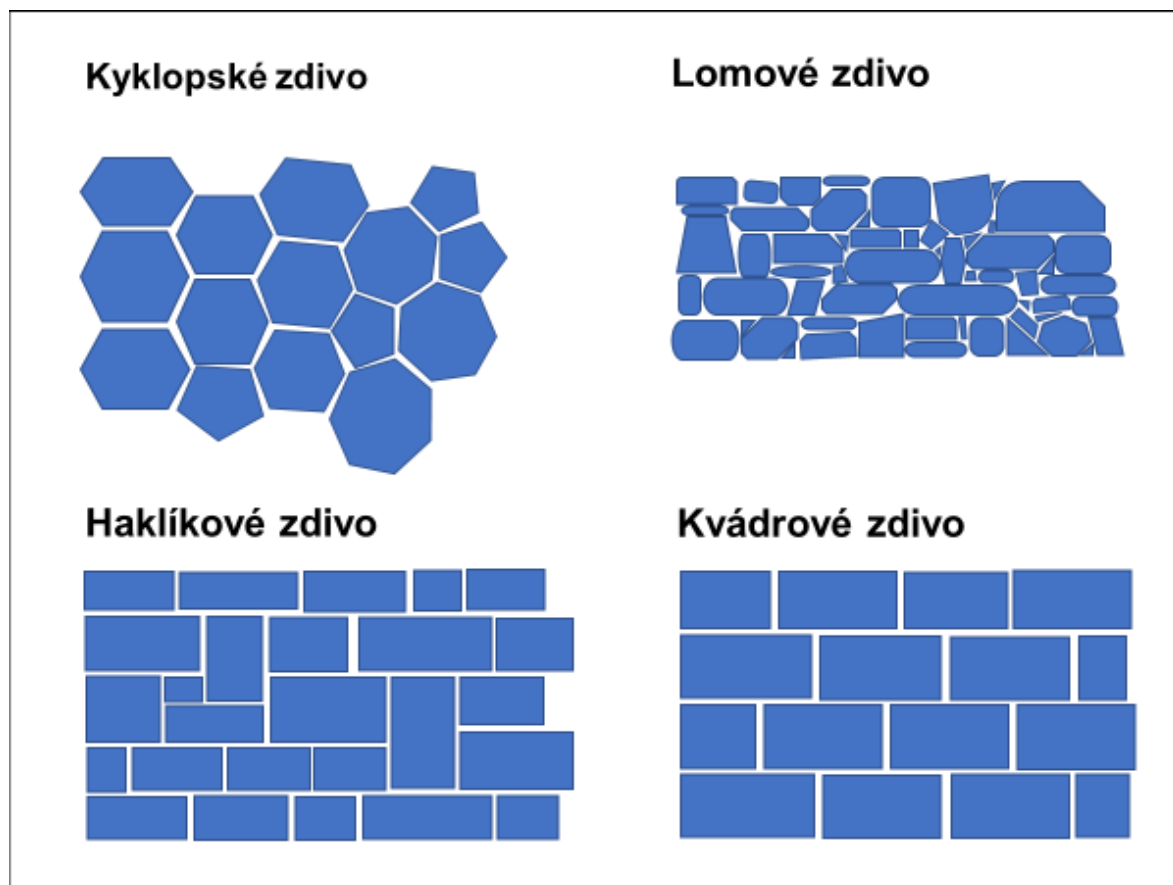
Kamenné zdivo je možné provést v několika formách odvislých od opracování a tvaru jednotlivých kamenů. Jako nejprostší je zdivo z lomového kamene sestavené z nepravidelných kusů kamene. Následuje zdivo kyklopské se spárami orientovanými vždy mezi trojici kamenů. Pravidelnost v ukládání kamenů v řadách se vyznačuje zdivo řádkové, které je známé v hrubém a čistém provedení. S převýšenými kameny nad řádky pracuje zdivo haklíkové. Vrcholným kamenickým dílem je pak zdivo kvádrové sestavované z hrubých nebo přesných kvádrů.

POŽADOVANÉ VLASTNOSTI KAMENE PRO KAMENICKOU VÝROBU
Fyzikálně mechanické vlastnosti hornin dle ČSN 72 1800 Přírodní stavební kámen pro kamenické výrobky – Technické požadavky

kamenické výrobky - Technické požadavky

Druh	Skupina Podskupina	Označení	Hornina (příklad)	Objemová hmotnost g·cm ⁻³ minimální ČSN 721154	Nasákavost v % hmotnosti ¹ - maximální ČSN 721155	Pevnost v tlaku (vysušeného kamene) Mpa minimální ČSN 721163	Pevnost v tahu za ohybu ² - (vysušeného kamene) Mpa minimální ČSN 721164	Součinitel mrazuvzdornost I v tlaku (tahu za ohybu) ³ po 25 cyklech minimální ČSN 721156
Magmatické horniny	I/a	Hlubinné světlé	Granit granodiority syenit	2,5	0,7	90	6	0,75
	I/b	Hlubinné tmavé	Diorit gabro	2,8				
	I/c	Výlevné hutné	andezit	2,5	5,5	80	6	0,75
	I/d	Výlevné pórovité	Trachyt	2	3	80	7	0,75
ryolit			1,6	9	60	5	0,75	
Sedimentární horniny	II/a	Klastické hutné	Hutný pískovec	2,5	5	40	5	0,75
	II/b	Klastické pórovité	Pórovitý pískovec opuka	1,8	15	15	2	0,75
	II/c	Klastické břidličnaté	Jilovitá břidlice	2,5	2	-	25	0,6
	II/d	Karbonátové pórovité	Pórovitý vápenec travertin	2,3	4	30	5	0,75
	II/e	Karbonátové hutné	Hutný vápenec	2,6	0,8	40	4	0,75
Metamorfované horniny	III/a	karbonátové	Krystalický vápenec	2,6	0,8	40	4	0,75
	III/b	Silikátové	Serpentinit ruly, granulit	2,5	1	60	6	0,75
	III/c	Břidlice	fylit	2,6	1,5	-	30	0,6

Obr.11- Typy kamene a jejich členění podle původní čs. normy



Obr.11- Typy kamenného zdiva



Obr.12 – Hrubé řádkové zdivo až z plochých kamenů

4. Malty

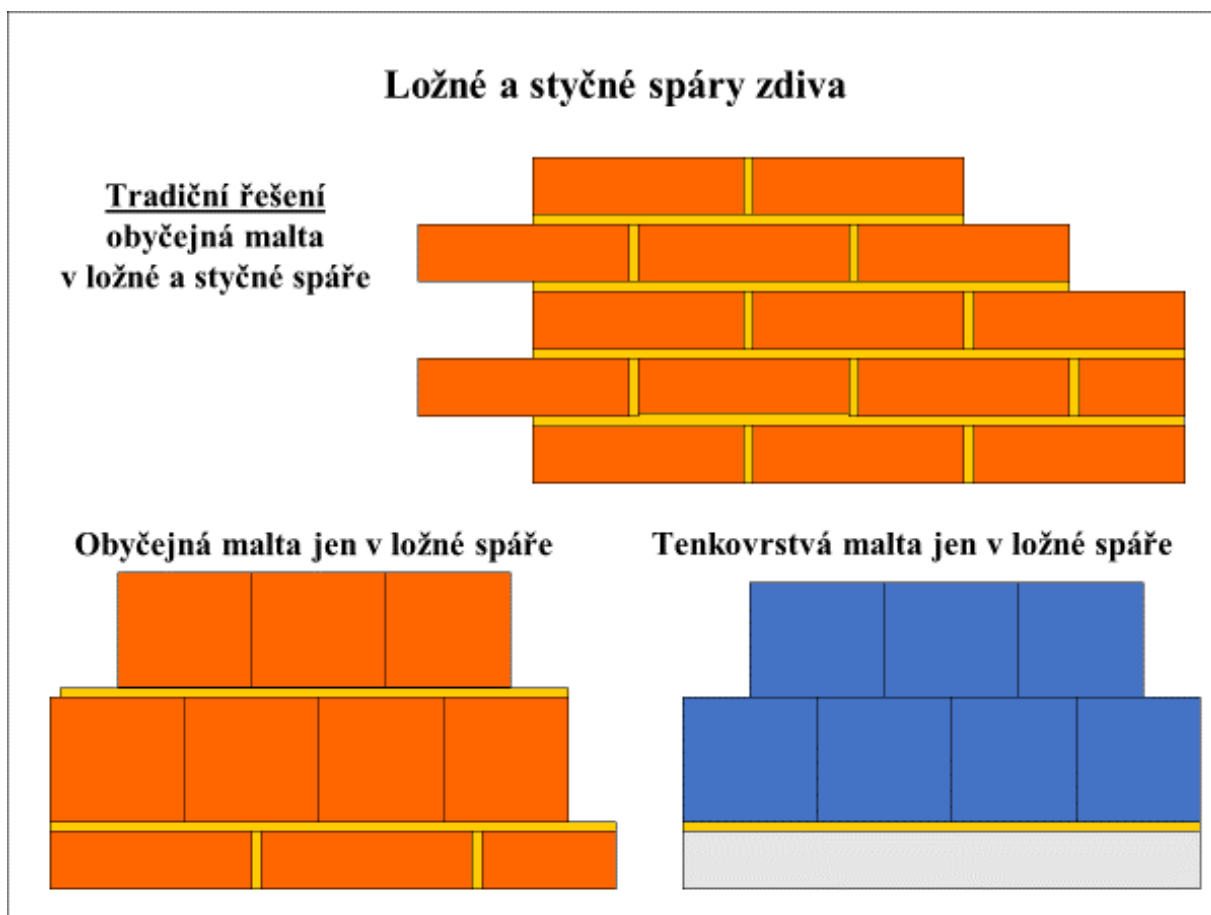
Účel malty

Malty mají ve zdivu dva základní úkoly, spojují jednotlivé cihly a vyrovnávají rozdíly mezi ne zcela stejnými cihlami nebo jinými zdícími prvky. Jejich základním účelem je spojení cihel ve vodorovné ložné spáře a svislé styčné spáře, u kamene i v šikmé spáře.

Malty

Základním úkolem malty je spojení cihel nebo kamene. Malta má dnes různé materiálové provedení a je používána i s různou tloušťkou odvislou od přesnosti výroby uvažovaných zdících prvků. Pro jejich spojení ale nemusí být užito pouze malty. Rozlišujeme také zdivo, kde je namísto malty použito zdící pěny nebo lepidla.

Existují ale i zděné stavby, kde malta nebo spojovací látka není vůbec použita. Zdivo je složené jen ze zdících prvků. Kameny nebo bloky jsou položeny na sebe nasucho nebo jsou spojeny zámky. Jedná se o stěny, bloky nebo opěrné stěny navršené z kamene, betonu nebo speciálních cihel. Důležité je přitížení vlastní hmotností zdiva.



Obr.13. – Ukázky maltování spár

Označení malt

Malty označujeme písmenem M a následným číslem vyjadřujícím pevnost malty v tlaku v MPa. Příkladem je malta označená M5 s pevností v tlaku 5 MPa. Pro dnešní zdivo používáme především malty cementové o značení M5 a M10, při tlakem extrémně namáhané konstrukci M15.

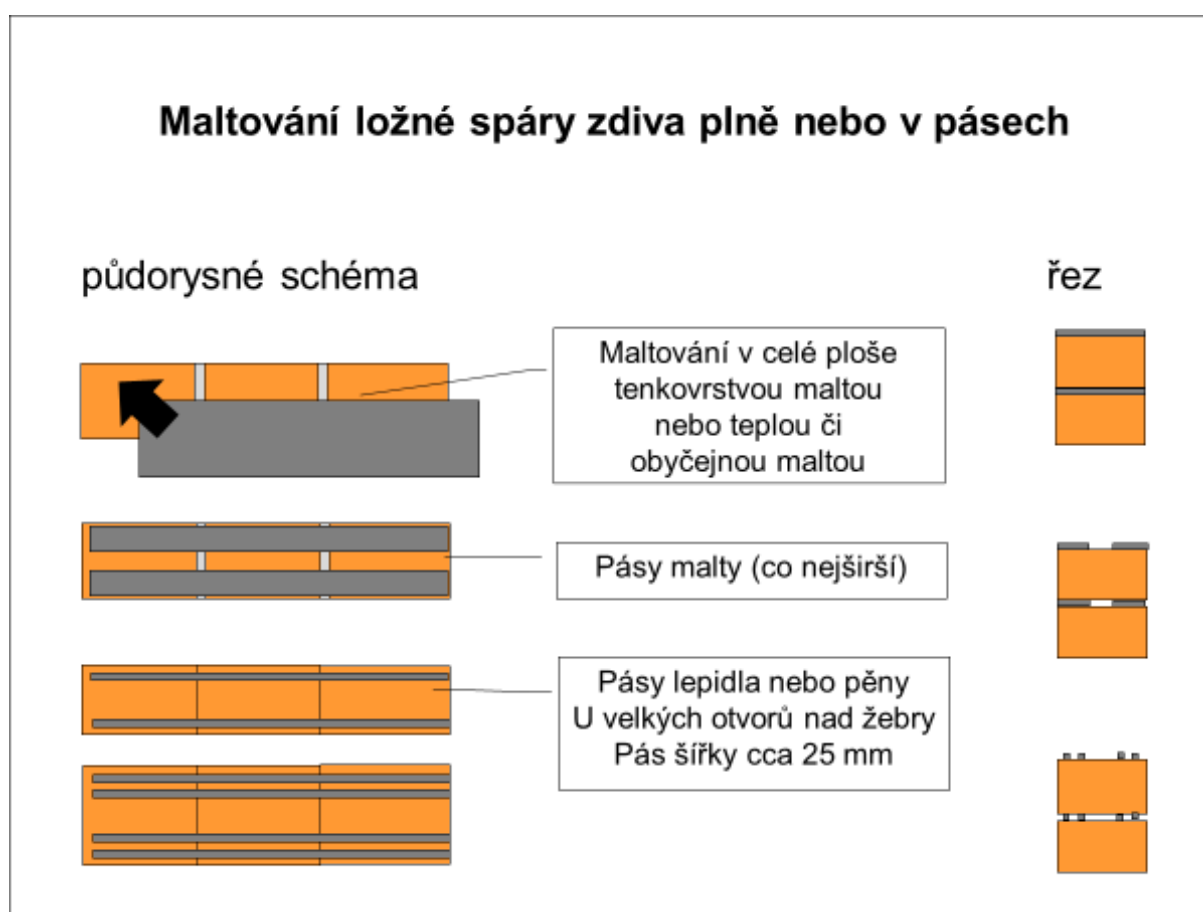
Druhy malt

Malty dnes rozlišujeme podle složení, provedení a tloušťky na tři druhy. Zmíněné tři druhy zahrnují maltu

- obyčejnou (pro klasické zdění se spárou tloušťky 8-12 mm), také jako maltu zakládací, v první spáře
- lehkou (tepelně izolační nebo také teplou či lehkou, pro zdění jako obyčejná malta)
- tenkovrstvou (pro tenké spáry při zdění z přesných cihel), to je malta neuzívanější

Použití zdící pěny

Kromě malt se dnes na stavbách používá také zdící pěny. Pěna spojuje cihly v ložné spáře obvykle jen ve dvou páslech nanesených asi 25 mm od obou líců zdiva. Pro cihly s velkými dutinami a žebry nanášíme pěnu na tyto žebra. Pověětšinou jde o 4 pásy pěny nad žebry. Při použití zdící pěny je třeba přesně deklarovat typ pěny a při realizaci požadovat doklad o její certifikaci.



Obr.14 – Způsoby maltování vodorovné spáry

Použití malt

Použití pěny a slabé vrstvy tenkovrstvé malty vyžaduje použití broušených cihel s přesnými rozměry. Mezi cihlami nesmí dojít k výškové změně v místě nad styčnou spárou, kdy by jedna cihla byla vyšší. Tím by vznikl vrub a tenká malta nebo pěna nemůže výškový rozdíl vyrovnat. Došlo by k narušení převazby cihel a nebezpečí narušení cihly poruchou se svislou trhlinou.

Malty dělíme podle eurokódu 6 na dva druhy podle kvality její přípravy. Normová definice je následující: Návrhová malta pro zdění (podle výrobce) je malta, jejíž složení a výrobní postup jsou zvoleny tak, aby zajistily požadované vlastnosti (záměr užitné hodnoty). Takovou maltu kupujeme hotovou.

Předpisová malta pro zdění podle receptury je malta, která je vyráběna ve stanoveném poměru složek a jejíž vlastnosti se předpokládají podle použitého poměru složek (záměr receptury). Takovou maltu mícháme na stavbě.

Maltu lze použít ve vodorovné spáře v celé ploše nebo v pásech. Pásky jsou vyžadovány, pokud ve středu jsou využity otvory v cihlách například pro rozvody anebo přerušeni tepelného nebo akustického toku ve spáře.

5. Stěny jako základ zděné stavby

Stěny vytvářejí základ nosné konstrukce zděné stavby. Vytvářejí podpory pro stropní a střešní konstrukce a vymezují vnitřní prostory. Stěny patří mezi svíslé nosné konstrukce, kam zahrnujeme ještě krátké stěny, pilíře a sloupy. Tyto prvky se liší svojí délkou. Jako sloupy nazýváme štíhlé prvky s poměrem tloušťky a šířky do 1:2, termínem pilíře s poměrem přibližně do 1:4. Následují krátké a průběžné stěny bez otvorů.

Pro návrh vhodné svíslé zděné konstrukce je rozhodující typ stavby, konstrukční řešení a počet podlaží. Rozlišujeme jiný přístup pro přízemní jednopodlažní stavby, stavby do tří podlaží a vícepodlažní objekty.

Jednopodlažní objekty jsou přízemní bungalovy, garáže nebo halové objekty. Jejich stěny jsou často oslabeny okenními a dveřními otvory. Doporučené řešení je v masivních stěnách nebo ve stěnách štíhlých doplněných příčnými stěnami, pilíři nebo pevnými stropy.

Nízkopodlažní stavby jsou o dvou nebo třech podlažích. Představují rodinné domy, malé bytové domy nebo kanceláře. Zděné konstrukce mohou být jednovrstvé z širších cihel s tepelně izolačními vlastnostmi nebo z cihel užších s doplněním vnější tepelné izolace.

Pro vícepodlažní objekty se jeví jako vhodnější pro vnější stěny použití únosných užších cihel s vnější tepelnou izolací. Máme možnost zvolit tloušťku izolace a tím ovlivnit energetickou náročnost celé stavby. Jednotlivé detaily konstrukce u tohoto řešení vycházejí jednodušší než za použití jednovrstvého zdiva, neboť celou plochu stěn obalí zmíněná tepelná izolace. U všech těchto typů staveb platí, že pokud návrh obsahuje velká rozpětí stropů nad 6 metrů a oslabení stěn velkými otvory, je potřeba řešení zděných konstrukcí věnovat zvýšenou pozornost. A to pro velké účinky zatížení a vzniklé pilíře s menší plochou zdiva. Základem pro návrh nosných stěn je statický výpočet.

U vnitřních stěn pracujeme s dvěma působícími faktory – se zvýšenou hodnotou zatížení od stropů a s akustickými požadavky na dělicí stěnu. Více zatížené vnitřní stěny a pilíře vzdíváme z cihel vyšších pevností, tj. z cihel s pevnostní značkou P10, P15 nebo P20. Stěny také mají obvykle menší tloušťku než stěny obvodové, a to 200, 240, 250 nebo 300 mm. U vápenopískových cihel používáme i tloušťku 175 mm. Tloušťka stěn je určena přímo použitými cihlami. Důležitým faktorem pro užití takto štíhlých stěn je opření horního konce stěny o tuhou stropní konstrukci. Takovou konstrukcí je železobetonový deskový strop, strop s dobetonávkou nebo jiný pevný strop stažený výztuží a věncem. U nízkopodlažních staveb do tří podlaží a malé vzdálenosti stěn od sebe, do čtyř metrů, mohou vyhovět i pórobetonové stěny. Musejí mít ale větší tloušťku, tj. 250 nebo 300 mm. Pórobeton lze u středních stěn nahradit i jiným únosnějším materiálem, například vápenopískovými cihlami. Vše vychází vždy ze statického výpočtu.

Vnější obvodové stěny se musejí vyrovnat s jednostranným zatížením od stropů, vnějšími klimatickými podmínkami a tepelnou ochranou domu. Obvodové stěny je možné navrhovat ve třech provedeních.

První možností je použití užších cihel vyšší pevnosti jako u vnitřních stěn a doplnění vnější tepelné izolace. Takto je výborně oddělena nosná a izolační část stěny. Bez tepelné izolace činí tloušťka stěn 175 mm, 200 mm, 240, 250 nebo 300 mm. Jedná se o pálené, betonové nebo vápenocementové cihly. Při tloušťce tepelné izolace 140 až 200 mm vychází celková tloušťka stěny s izolací mezi 315 až 500 mm.

Druhým provedením je užití cihel větší tloušťky s výraznými tepelně izolačními schopnostmi. Tyto cihly jsou určeny pro stěny o tloušťce 375, 380, 400, 440 a 500 mm a mají většinou nižší pevnostní značku

pohybující se mezi 6 až 12 MPa. Jedná se o pálené cihly s četnými malými svislými otvory nebo o pálené bloky s malými anebo velkými otvory vyplněnými tepelnou izolací. Výjimkou jsou plné pórobetonové cihly s pevnostní značkou obvykle P2 až P4 a s tloušťkou 375, 450, 500 a 550 mm.

Třetí možnost zahrnuje jedno z předchozích provedení doplněné o vnější krycí přízdívku. Ta je často provedena z lícových neboli pohledových cihel. Tyto cihly mají jiný menší formát a jsou provedeny na obyčejnou maltu. Přízdívky z nich musí být přikotvena k nosné stěně nejlépe nerezovými přichytkami. Mezi přízdívkou a stěnou nebo její izolací je nutná odvětraná mezera pro odvod vlhkosti.

V souvislosti se stěnami a uvedenými údaji je třeba si položit otázku, z čeho stavět. Existuje několik výše popsaných možností řešení zděných konstrukcí, které se liší použitým materiálem cihel. Ale pokud si máme vybrat, musíme se zabývat nejen materiálem stěn, ale i jednotlivými požadavky na celý dům a řešením stropní a střešní konstrukce. Zatímco energetické požadavky na dům limitují řešení zděné obvodové stěny co do dostatečné tepelně izolační schopnosti, vzdálenost stěn a tíha stropních konstrukcí zvyšují zatížení zdiva. Optimální rozpětí pro stropní konstrukce mezi stěnami je mezi 3,5 až 5 metry. Lze ale samozřejmě navrhnout i stropy na rozpětí větší, ale s vyšší tloušťkou anebo složitějším konstrukčním řešením. To představuje například omezení průhybu nadvýšením u skládaných stropů s dobetonávkou nebo propojením železobetonových stropů ve více polích do jedné konstrukce. Z použití různých materiálů a cihel vycházejí pro stěny následující vybraná řešení uvedená v tabulce. Volba tlouštěk zdiva závisí na velikosti zatížení a u obvodových stěn na požadavcích na tepelné izolování domu a u vnitřních stěn na akustických požadavcích.

	Obvodová stěna (mm)	Vnitřní stěna (mm)
Pálené cihly se svislými otvory	440, 499	240, 250, 300
Pálené cihly s velkými otvory vyplněnými izolací	380, 440, 500	240, 250, 300
Vápenopískové cihly	175, 200, 240, 250 + izolace	175, 200, 240, 250, 300
Pórobeton	375, 450, 500, 550	250, 300, 375 (s vyšší pevností)
Pórobeton / vpc silka	375, 450, 500, 550	250 vpc

Tab.2 – Doporučení tloušťky stěn

Vnější stěny

Zdivo je dnes prvotně navrhováno a používáno jako jednovrstvé zdivo, tzn. zdivo se zdíciemi bloky na celou nosnou tloušťku stěny. Pro takové obvodové stěny používáme v současné době dva druhy zdíciích prvků. Jedná se o bloky s cihlami jen pro nosnou funkci a s nutností doplnění tepelné izolace a o cihly a bloky se zároveň nosnou a tepelně izolační funkcí. Oba druhy s liší užívanou tloušťkou zdíciích prvků. Zatímco první typ se pohybuje většinou v tloušťkách nosné vrstvy od 175 do 300 mm, druhý typ má celkovou tloušťku od 300 mm až 375 mm do 500 mm.

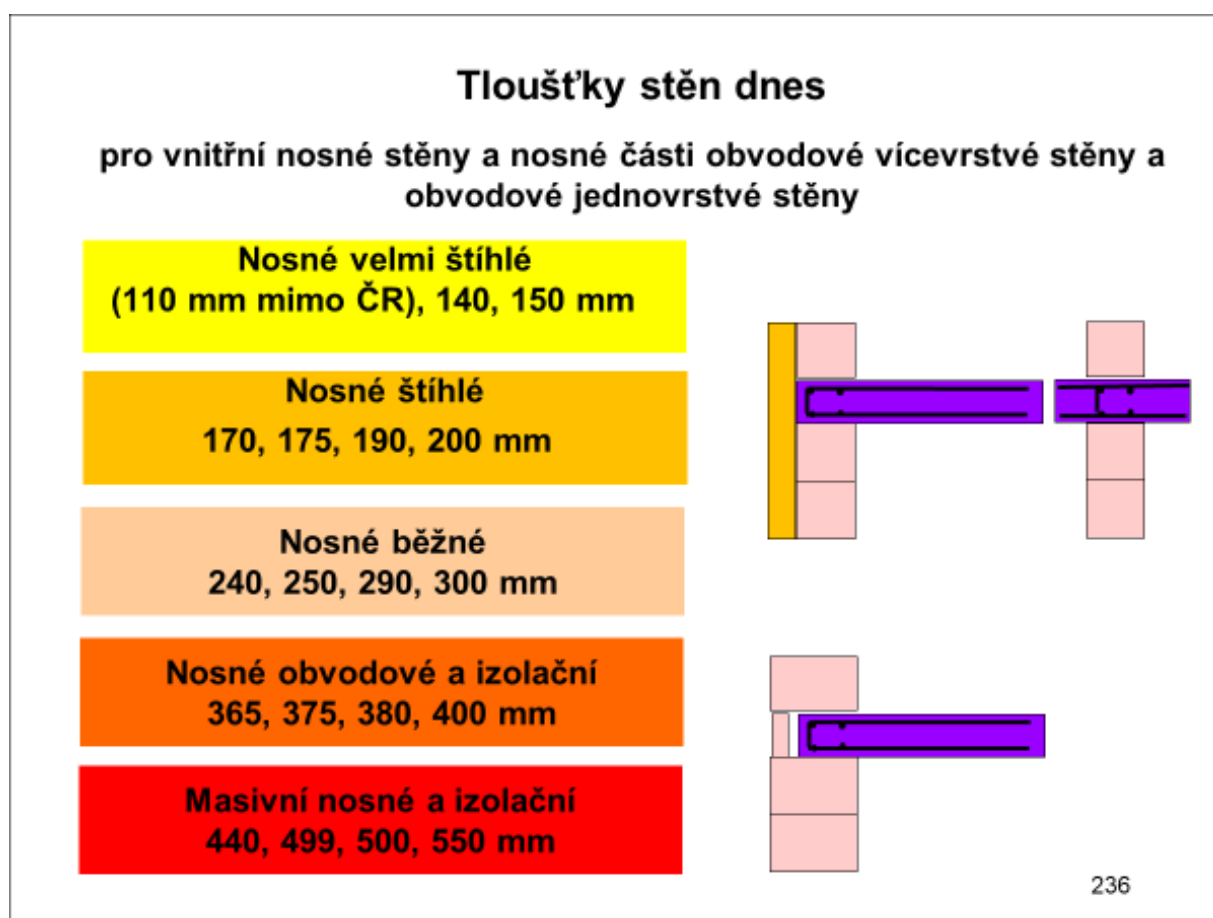
Veškeré zdícií prvky pro vnější stěny je možno rozdělit na následující typy. Uveden je vždy příklad ze zdíciích prvků vyráběných v roce 2016. Obdobné rozdělení platí i dnes, v roce 2021, s tím, že tloušťka 400 mm je omezována. Tloušťka 140 a 150 mm je opravdu hraniční a představuje výjimečné užití u nízkopodlažních staveb a pro ztužující stěny podpořené kvalitními statickými výpočty.

Typ obvodového zdiva	140	175	240	300	375	400	440	490
	150	200	250		380		450	500
	(mm)							
jednovrstvé zdivo								
jednovrstvé zdivo s vnitřní integrovanou izolací								
nízkoenergetické jednovrstvé zdivo								
zdivo s vnější izolací								

Tab. 1 – Použití zdiva podle tloušťky na obvodové konstrukce vytápěných budov (autor - 2016)

Prvky pro nosné a tepelně izolační zdivo, tj. obvodové, jsou:

- pórobeton (např. pod obchodními názvy Ytong, Porfix)
- pálené cihly s velkým počtem svislých malých vzduchových otvorů (např. firem Heluz, Wienerberger)
- pálené cihly s velkým počtem malých svislých otvorů vyplněných tepelnou izolací (Heluz family)
- pálené s velkými otvory vyplněnými tepelnou izolací (Porotherm T)
- keramzitbetonové (Liatherm)
- betonové s integrovanou vrstvou tepelné izolace (Livetherm)



Obr.15 – Rozdělení tlouštěk stěn

Vazba zdiva na stropní konstrukce

Pro uložení stropní konstrukce na zdivo existuje více řešení, přičemž je doporučeno technické řešení s monolitickým stropem, filigránovými deskami, systémovým polomontovaným stropem z vložek a trámčů anebo s panely staženými věncem. Pro snížení průhybu konstrukce a na větší střední rozpětí, tj. nad 5 metrů, doporučujeme stropy řešit jako spojitě nosníky s doplněnou horní výztuží.

U jednostranně uložených stropů na zdivo se snažíme omezit excentricitu od reakce stropu uložení stropů blíže k ose zdiva, k těžišti a k poloze výslednice svislé síly ve zdivu.

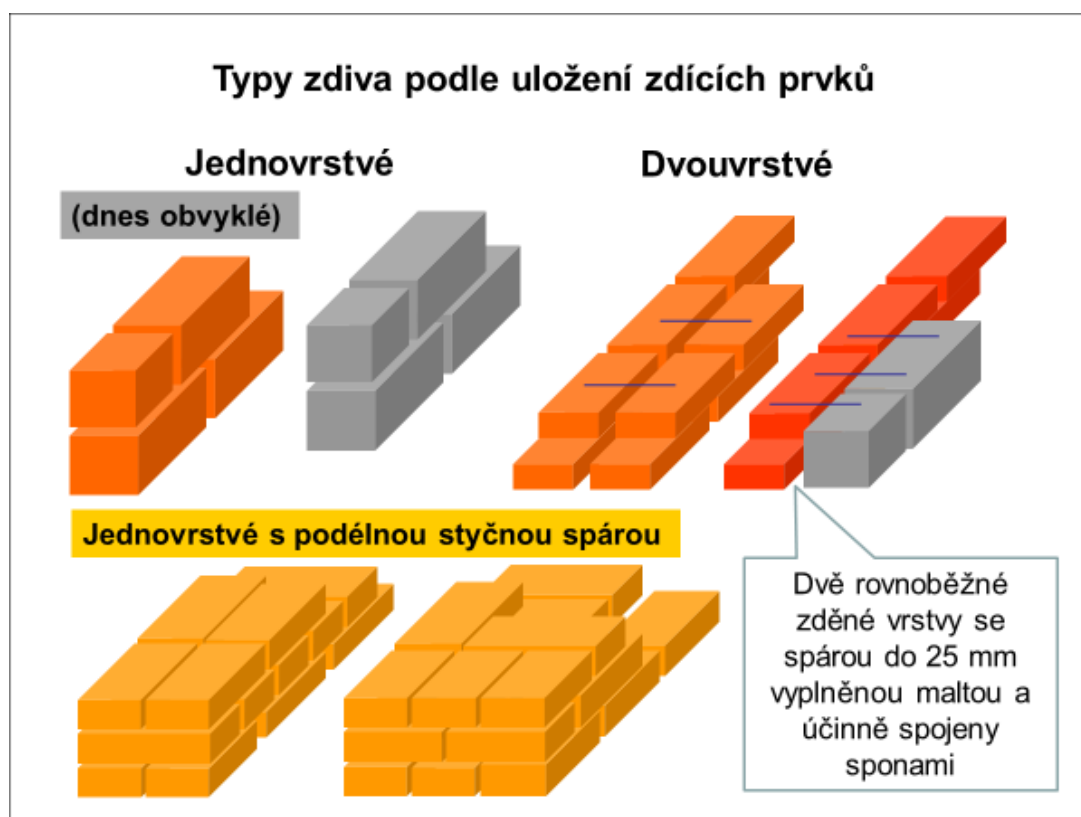
Uložení stropů	140 150	175 200	240 250	300	375 380	400	440 450	490 500
	(mm)							
na celou tloušťku zdi								
téměř na celou tloušťku								
na část stěny								
na menší část stěny								

Tab.3 – Použití zdiva pro uložení stropní konstrukce podle jeho tloušťky

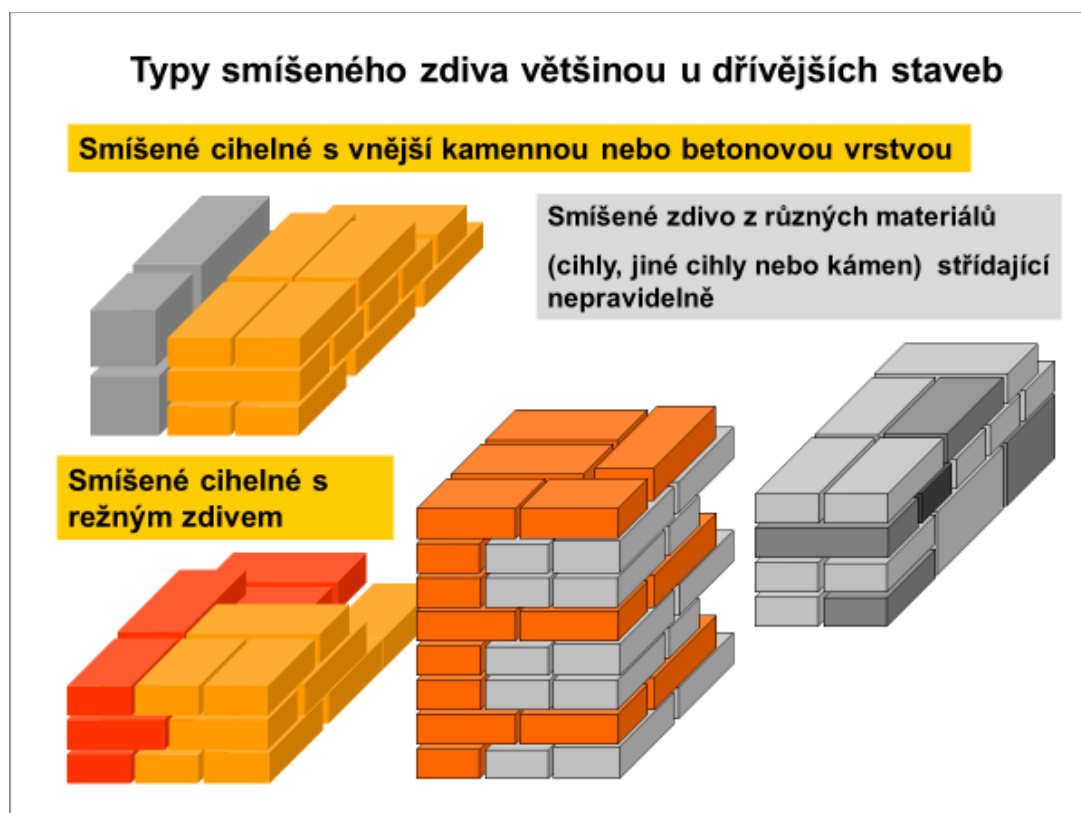


Obr.16 – Tři typy pálených bloků, s otvory a vloženou izolací

Ukázka omezení rozměrů zdiva v SRN včetně omezení rozpětí stropů (podle katalogu Ytong a německé normy EC). Tabulka ukazuje na vhodné omezení výšky štíhlých stěn pod 240 mm a na omezení rozpětí stropů na 6 metrů. Taková tabulka u nás není. Po drobné modifikaci by byla vhodná.



Obr.17 – Typy zdiva stěn



Obr.18 – Ukázky smíšeného zdiva

Ukázka omezení rozměrů zdiva u návrhu v SRN podle normy DIN EN 1996 (NA)

Das Baubuch 2013/2014, str. 471, Xella Deutschland GmbH NA = národní příloha

Č.	Nosná stěna	Tloušťka stěny t (mm)	Výška stěny h (m)	Max. rozpětí stropu (tuhého) L (m)	Max. užité zatížení stropu q (kN/m ²)
1	Vnitřní	115 – 239	do 2,75	max. 6	max. 5
2	Vnitřní	240 a více	bez omez.	6	max. 5
3	Vnější	115 – 149	do 2,75	6	max. 3
4	Vnější	150 – 174	do 2,75	6	max. 3
5	Vnější	175 – 239	do 2,75	6	max. 3
6	Vnější	240 a více	max. 12 t	max. 6	max. 5

Upřesnění

Výška objektu do 20 metrů

Uložení stropů min. $t / 2$, ale nejméně 100 mm

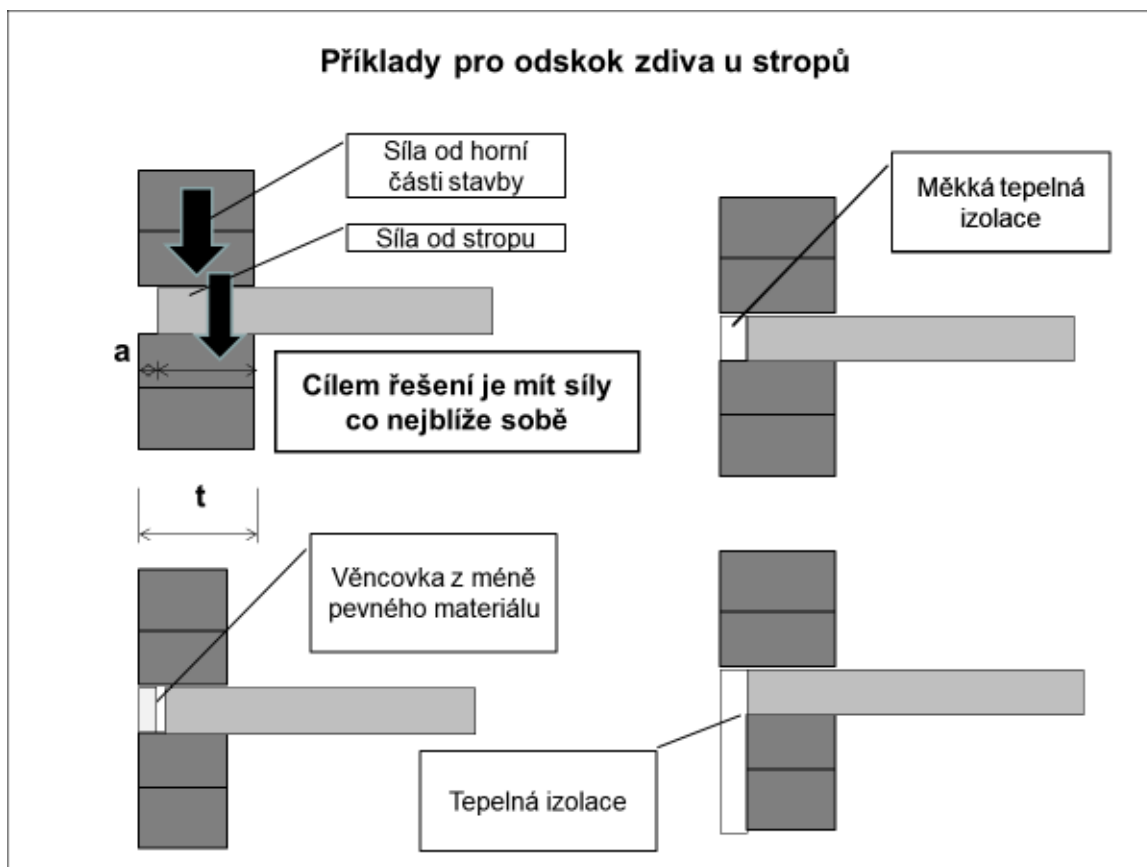
Pro řádky 3 a 4 - Maximálně dvě plná podlaží plus další půdní podlaží, se ztužujícími příčnými stěnami vzdálenými nejvýše 4,5 m od otvoru s odstupem max. 2 metry

Obr.19 – Ukázka omezení rozměrů zdiva v SRN včetně omezení rozpětí stropů (podle katalogu Ytong a německé normy EC a DIN). Tabulka vychází při použití zjednodušeného návrhu únosnosti zdiva dle EN 1996-3, ale ukazuje na vhodné omezení výšky štíhlých stěn pod 240 mm a na omezení rozpětí stropů na 6 metrů

Odskok zdiva

Častým předmětem diskuzí je odskok zdiva způsobený použitím dvou rozdílných tloušťek zdících prvků nad sebou. Důvodem je použití měkké tepelné izolace na vnější části zdiva, za věncem neb u soklu stavby. Kolik tedy můžeme zdivo odskočit? Obecně bychom mohli uvažovat, že tento odskok by měl být nejvýše roven jedné třetině tloušťky zdiva, což vytváří posun excentricity svislé síly při jejím centrickém umístění v ose zdiva o jednu šestinu jeho tloušťky.

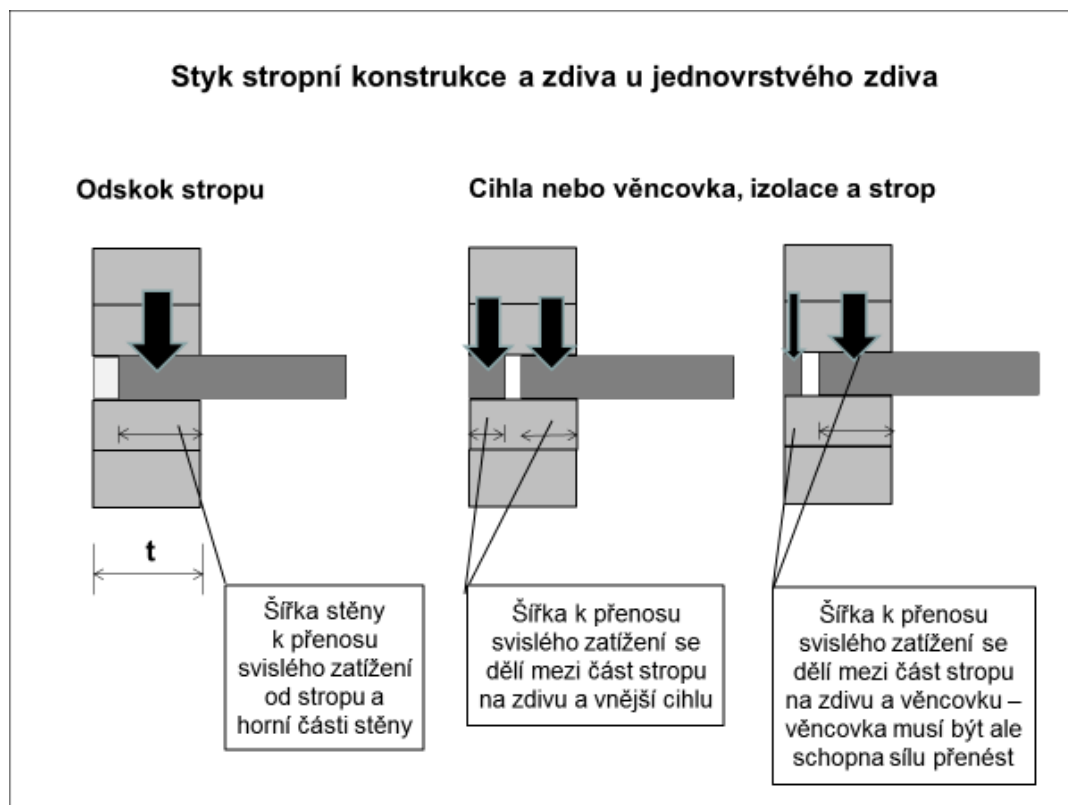
Osobně bych ale doporučoval, pokud musíme odskok řešit, volit jej menší, tak na úrovni šestiny a čtvrtiny tloušťky zdiva. Optimální je 50-60 mm, popřípadě až 80 mm. Více by nemělo být. Měli bychom použít lepší tepelnou izolaci s nižším součinitelem tepelné vodivosti λ nežli u běžných polystyrénu a minerálních vln. Důvodem omezení je zejména poloha výslednice nikoli v ose, ale obvykle mimo osu zdiva a další známé i neznámé imperfekce zdiva vznikající při výstavbě. Je třeba si také uvědomit, že svislou sílu vždy nejprve přenáší prvek s nejvyšší tuhostí, což je betonová část stropu na stěně a související věnec. Vychází to z plochy (A) a modulu pružnosti betonu (E), který se pohybuje nad 26 000 MPa. Věncovka a zdivo je s modulem řádově menším, v tisících MPa.



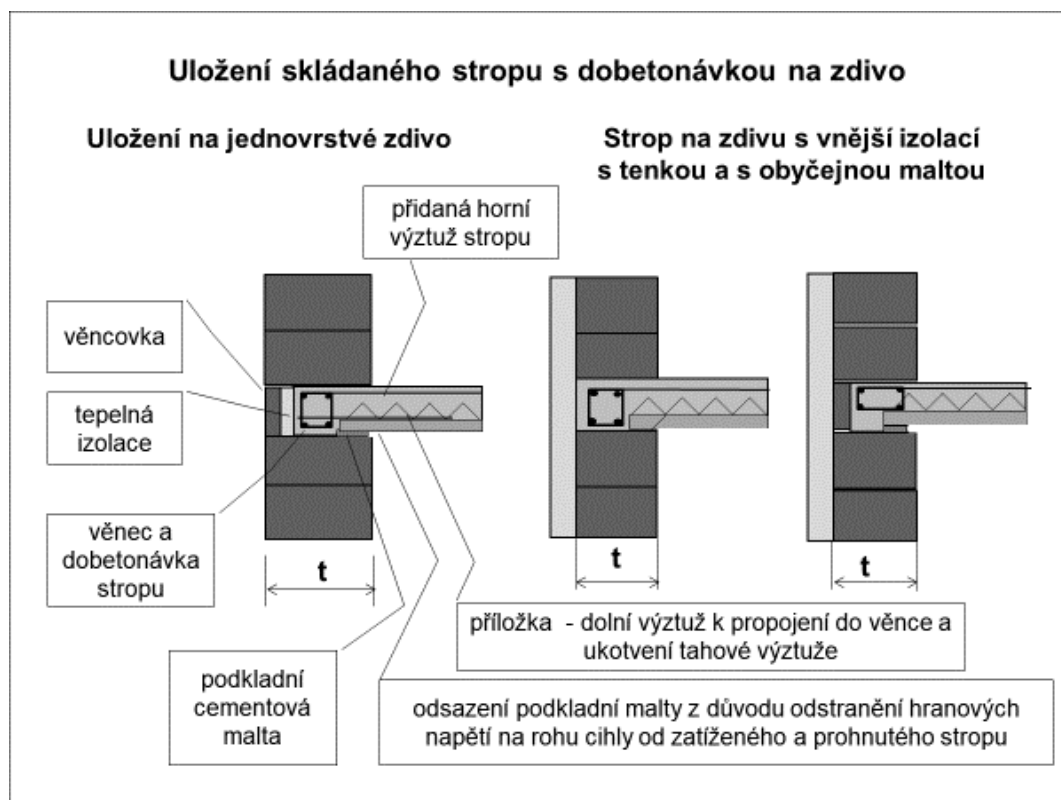
Obr. 20 – Příklady odskoků na zdivu a uložení stropů



Obr.21- Ukázka stěnového systému



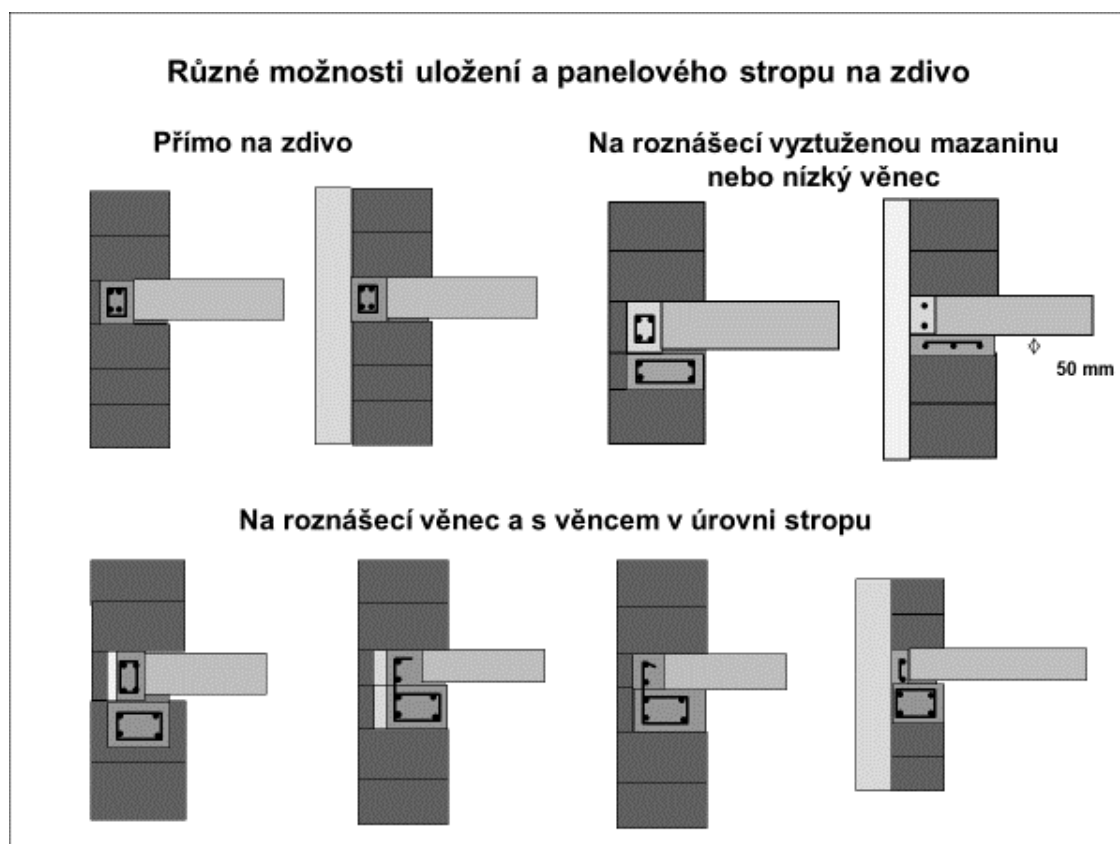
Obr. 22 – Ukázky přenosu zatížení na zdivo u uložení stropní konstrukce



Obr. 23 – Uložení skládaných stropů na zdivo



Obr.24 – Zděný stěnový systém



Obr. 25 – Různé možnosti uložení panelových stropů na zdivo včetně roznášecích věnců pod uložení

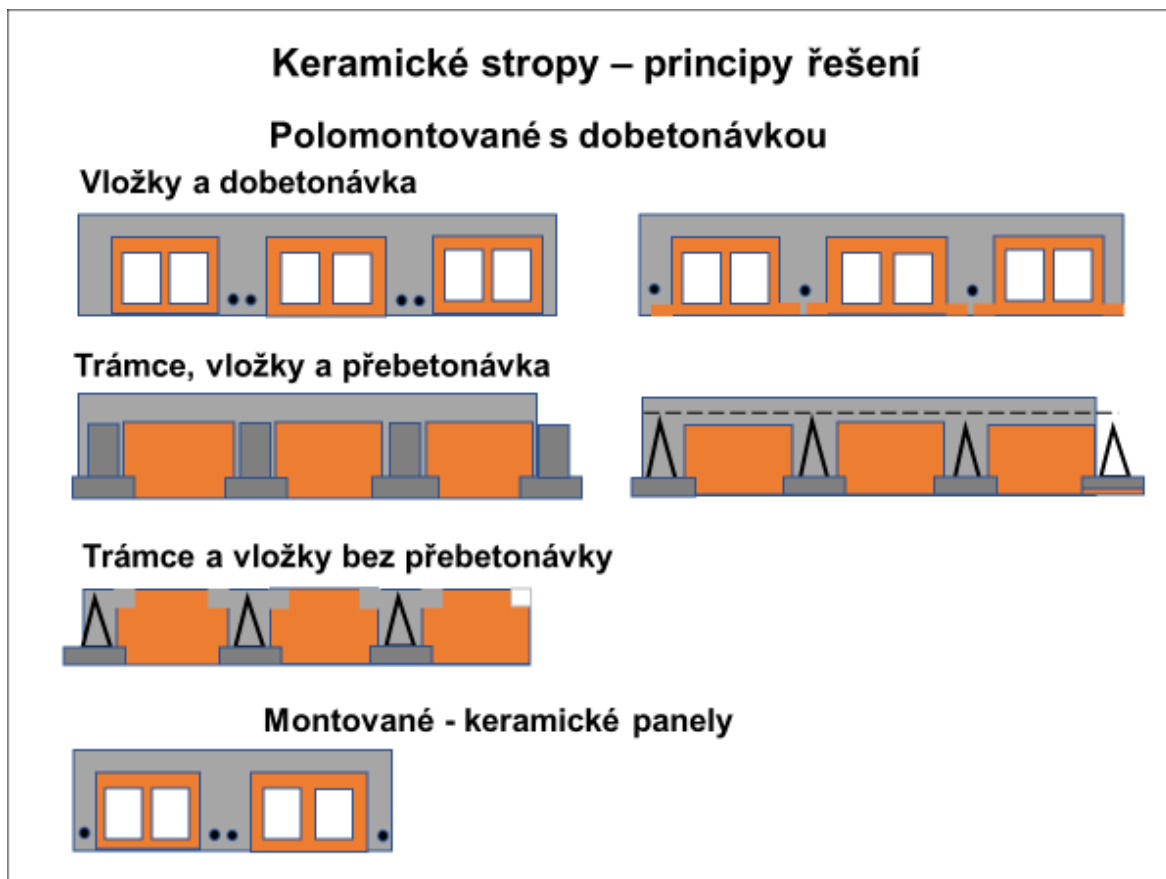
6. Stropní konstrukce a zděné stěny

Stropní konstrukci u zděné stavby pokládáme na nosné stěny. Ty mají výšku většinou 2750 mm nebo 3000 mm, což odpovídá násobku výšky 250 mm u dnešních cihel. Stěny mohou být i vyšší u staveb kanceláří a veřejných budov.

Vodorovnou stropní konstrukci můžeme volit z různých provedeníh. Prvním řešením, které se nabízí, je použití systémových stropních prvků. Téměř každý výrobce cihel nabízí v rámci svého výrobního programu tyto prvky jako doplněk ke svému sortimentu cihel. Asi nejznámější jsou stropy s vložkami nazývanými Miako.

Keramické skládané stropy s dobetonávkou v ploše

Jedná se o tradiční řešení stropní konstrukce pro menší stavby používané v Čechách již desítky let. Pro tuto technologii se podle názvu stropních vložek vžilo pojmenování Miako. Tato stropní konstrukce sestává z nosných železobetonových trámečků, mezilehlých keramických vložek a dobetonávky. Je přednostně určena pro tzv. prosté uložení, to znamená položení na protilehlé stěny u jedné místnosti. Lze ale konstrukčně ji použít i na více polí stropu nebo pro vykonzolované balkony. Nutné je ale doplnění výztuže a konstrukční úpravy. Obvyklá tloušťka celé konstrukce je 250 mm, ale u jednotlivých výrobců najdeme i tloušťky nižší od 210 mm po 290 mm. Výška nadbetonávky je z toho 60 mm, u některých systémů 40 nebo 50 mm. Nadbetonávka se vyztužuje svařovanou sítí. Vyšší tloušťka stropu je určena pro větší vzdálenost stěn. Optimální vzdálenost je do 5 metrů, realizovat lze i vzdálenost mezi 5 až 7 metry. maximální světlost mezi zdmi je až 8 metrů. Tak velké rozpětí ale přináší nižší nosnost. Nutnost je pak také nadvýšení stropní konstrukce při realizaci. To se realizuje podepřením v polovině rozpětí. Důvodem je snížení průhybu stropu.



Obr. 26 – Schémata řešení keramických stropů

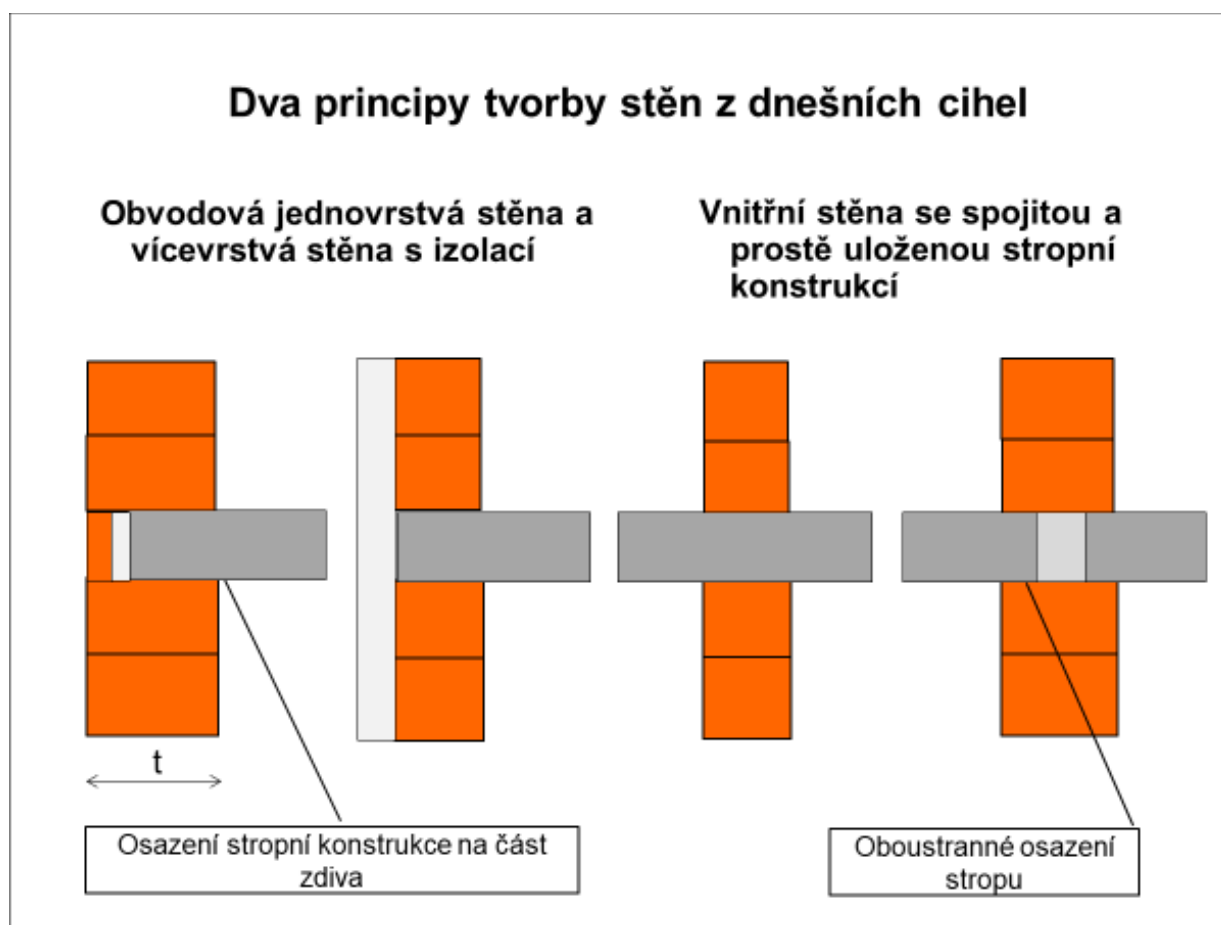
Uvedený princip stropu je vždy určen pro jednoduché jednosměrné přenesení zatížení od stropu, a to kolmo na protilehlé stěny

Keramické skládané stropy s dobetonávkou nad nosníky

Tyto stropní konstrukce jsou obdobného provedení jako stropy s celoplošnou dobetonávkou. Od nich se ale liší pouze tím, že nemají souvislé přebetonování, ale jen zálivku betonem v místě nad nosnými trámečky. Jejich tloušťka odpovídá výšce keramických vložek 250 mm.

Betonové skládané stropy s dobetonávkou

Tato konstrukce je alternativou stropu typu Miako s použitím betonových dutých vložek. Zachovány jsou nosné trámečky a dobetonávka. Tloušťky jsou od 190 po 290 mm. Tloušťka přebetonování je 40 nebo 60 mm.



Obr.27 – Uložení stropů na zdivo

Pórobetonové skládané stropy s dobetonávkou

Jedná se opět o alternativu stropu typu Miako s použitím vložek z pórobetonu. Existuje verze s horní celoplošnou přebetonávkou a bez ní, tj. s betonovou zálivkou pouze nad nosníky. Výška stropu je 250 mm.

Pokud se máme rozhodovat, který strop vybereme, je třeba zmínit, že všechny jsou funkčně i technicky podobné. Jsou určeny víceméně pro obytné budovy s menším zatížením na podlaže. Pro větší zatížení, například kanceláře a pro větší rozpětí v horní polovině uvedených limitů je možno zvýšit nosnost stropů zdvojením trámů. Zdvojení nebo i trojení nosných trámů se používá také pod příčky a sloupky krovu. Jejich použití určí projektant nebo statik podle působícího zatížení. U stropních konstrukcí bez přebetonování musíme také počítat s nižší nosností.

Další možností pro řešení stropní konstrukce je použití monolitických na místě betonovaných desek nebo železobetonových panelů.

Železobetonové stropní desky

Výhodou monolitické železobetonové desky je to, že ji můžeme provést na místě stavby v různém tvaru a i nad členitým půdorysem. Další výhodou je, že desku můžeme lokálně posílit výztuží nebo s ní vybetonovat i nosníky nebo průvlaky na zesílení stropu. Dobře můžeme navázat balkony. Desku lze uložit také na stěny po obvodě, čímž vznikne roznesení zatížení do dvou směrů. Deska je pak slabší a zatěžuje méně zděné stěny.

Pro provedení desky potřebujeme celý půdorysný prostor stropu podbednit dřevem nebo deskami, položit ocelovou výztuž, strop zabetonovat a beton ošetřovat. Položení výztuže musí odpovídat výkresům zpracovaným projektantem nebo statikem. Tloušťka desek se pohybuje mezi 160 mm až 250 mm podle velikosti rozpětí a zatížení. Stropní deska dosáhne svojí předpokládané nosnosti až po vytvrzení betonu, tj. v běžných teplotních podmínkách po 28 dnech. V závěru této doby provádíme odbednění čili rozebrání bednění. Časová přestávka na vytvrnutí betonu a demontáž bednění jsou nevýhodami této technologie.



Obr. 28 – Schéma uložení stropní konstrukce na zdivo

Filigránové desky

Cílem použití filigránových desek je odstranění bednění, které je nutné zřídit pro vybetonování stropu. Bednění je nahrazeno železobetonovými deskami o malé tloušťce, které ve stropě po betonáži zůstávají. Desky obsahují již nosnou výztuž. Vyčnívající šikmá výztuž z desky je určena pro spojení s betonem, který při betonování na filigránové desky nalijeme a zhutníme.

Stropní panely

Železobetonové stropní panely jsou efektivní stavební technologií. Výhodou použití panelů je možnost jejich téměř okamžitého použití a zatížení po položení na zdivo.

Lze je pro zděné stavby použít ve dvou variantách – jako plné nebo dutinové. Důvodem k použití dutin je vylehčení panelů. Pro rozpětí nad přibližně 5 metrů se používají předpjaté dutinové panely nazývané v Čechách typovým označením Spiroll.

Stropní konstrukce ukládáme přímo na zdivo do cementové malty nebo na podkladní pásy. Hloubky uložení je optimálně 150 mm, minimální doporučená 125 mm. Obvykle stropy na rozpětí nad 6 metrů ukládáme více. Důvodem je roznesení tíhy od stropu na větší plochu zdiva, zejména při cihlách s četnými dutinami. Maltu u líce zdiva nedáváme a necháváme odstup 10 až 25 mm. Strop tak působí blíže k ose zdiva a nehrozí porušení cihel těsně pod uložení stropu od koncentrovaného napětí.

Veškeré uvedené stropní konstrukce po obvodě na zdivu zakončujeme pozedním věncem s obvodovou výztuží. Uvedené konstrukce nazýváme deskové nebo deskové se skrytými nosníky.

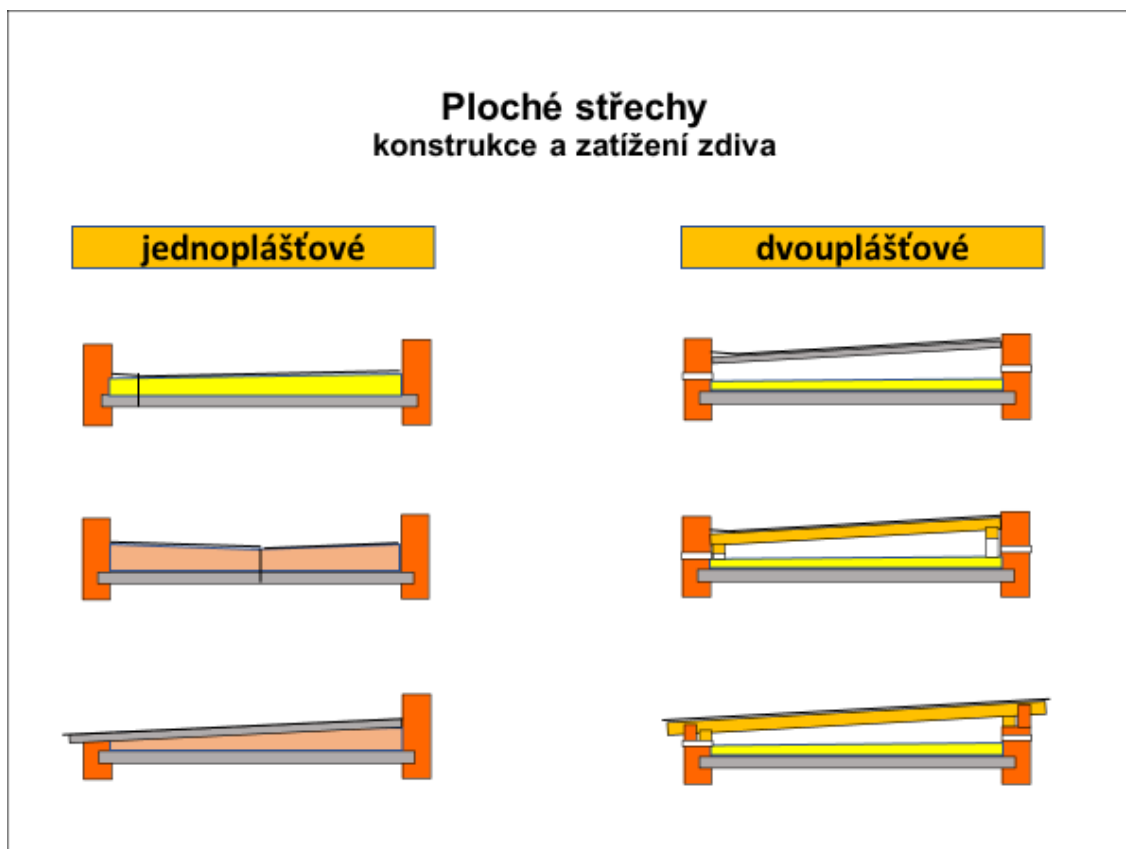
Kromě uvedených stavebních technologií můžeme stropní konstrukci vytvořit z ocelovým nebo dřevěných nosníků. Jelikož se ale jedná o úzké prvky, musíme prostor mezi nimi vyplnit nosnou deskou nebo dřevěných záklopem. To je ale již další kapitola v řešení zděných staveb.

Střechy a zděné stěny

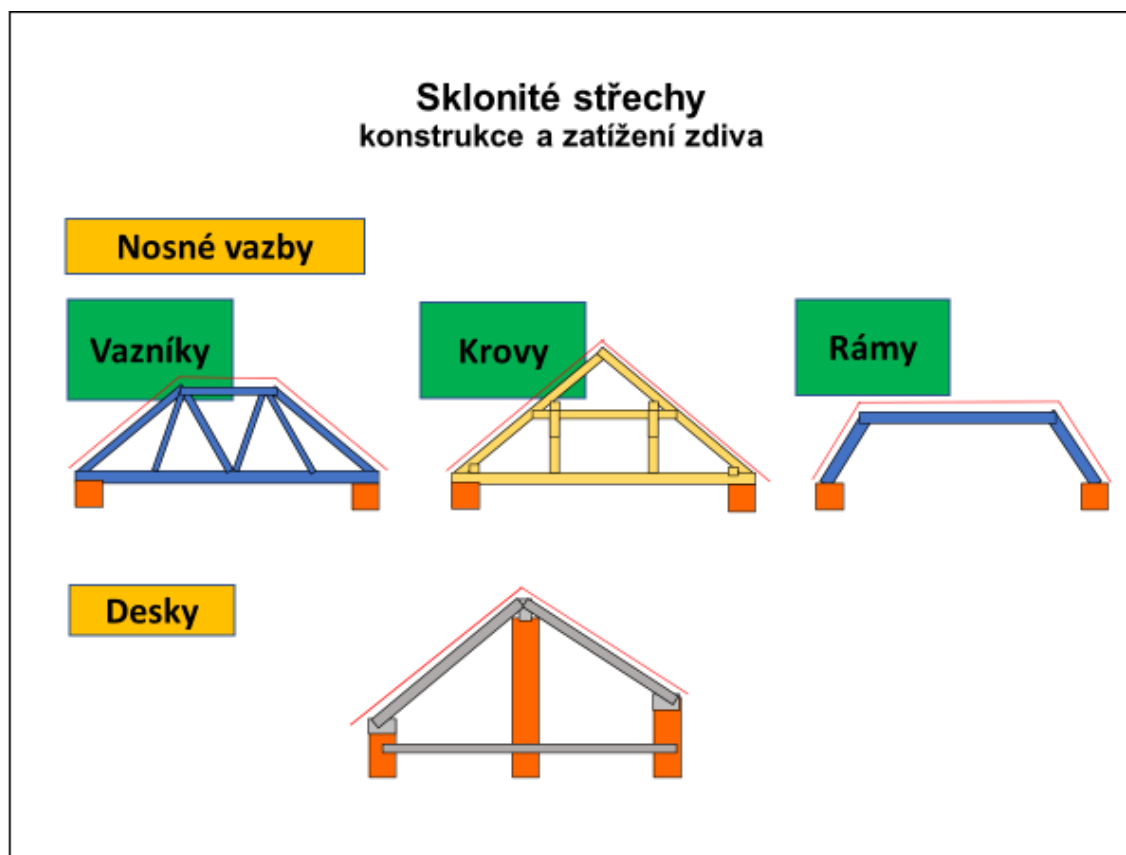
K zastřešení zděných budov můžeme využít obou nejběžnějších typů střech, a to jak střechy sklonité, tak střechy ploché. Pro oba typy platí, že střešní konstrukci můžeme vytvořit nad pevným stropem nebo samostatně.

Plochá střecha s pevným stropem

V tomto případě řešení střechy nad zděným objektem provedeme pevnou stropní konstrukci jedním z dříve již popsanych způsobů. Na konstrukci stropu se provedou vrstvy střechy s tepelnou izolací a se spádem zakončené povlakovou krytinou. Uvedenou skladbu lze upravit pro vrchní krycí násyp z drobného kameniva nebo pro vrstvy vegetační střechy. Pro tuto tzv. zelenou střechu musíme počítat s vyšší tíhou jejích vrstev a zejména růstového substrátu pro rostliny.



Obr. 29. – Ploché střechy se zatížením stěn jedním nebo dvěma plášti střechy

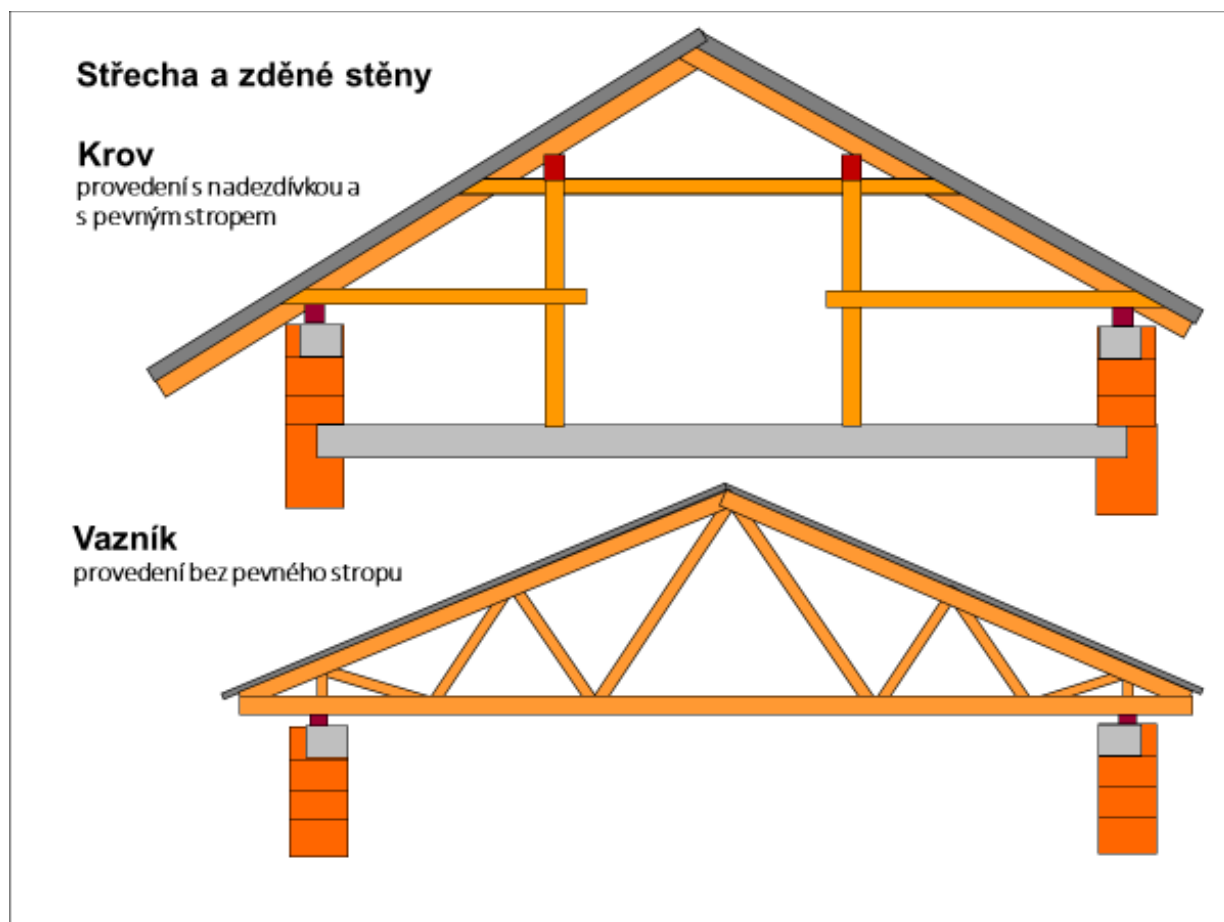


Obr. 30. – Sklonité střechy - základní typy konstrukce s působením na zdivo

Sklonitá střecha s pevným stropem

Střecha je realizována nad stropem posledního podlaží. Klasickým příkladem je zřízení podkroví nebo půdního prostoru pod střechou. Pro vytvoření tohoto prostoru nejčastěji využíváme samostatné konstrukce dřevěného krovu. Ten pak vytváří sklonité roviny vlastní střechy.

Pro vytvoření půdního nebo menšího podkrovního prostoru lze využít i konstrukce z dřevěných vazníků. Prostor ale bude výrazně omezen svislými a šikmými prvky vazníků, které se pravidelně opakují po přibližně jednom metru. Pro malé podkroví či půdu se využívá prostor pod hřebenem střechy s úpravou prutů vazníku.



Obr. 31 – Dvě formy zastřešení zděných staveb s krovem a vazníky

Střešní nadezdívky

U sklonitě střechy s krovem vzniká potřeba uložit dřevěné podélné trámy na kraji stavby. Vznikají tak střešní nadezdívky a na nich pozednice krovu. Tyto nadezdívky jsou obvykle pokračováním obvodové zděné stěny v prostoru půdy nebo podkroví. Jejich výška kolísá mezi 500 až 1500 mm, často je užívána výška 750 mm nebo 1000 mm včetně poslední vrstvy cihel s železobetonovým věncem. Do tohoto věnce je kotvena pozednice. Ta je u dnes užívaných krovů namáhána svislými a vodorovnými silami a vyžaduje zakotvení, aby nedošlo k posunu krovu nebo poškození zdiva vodorovnou trhlinou ve spáře. Železobetonový věnec nebo zakotvení do stropní konstrukce jsou jediným možným řešením. Samotný věnec na nadezdívce není vodný, neboť by se sám musel opírat o příčné stěny a v nich navazující věnce.

Podkroví ale obvykle tyto stěny nemá. Proto je věnec doplňován svislými prvky k propojení do stropních konstrukcí a jejich pozedních věnců. Jsou to železobetonové sloupky v nadezdívce nebo ocelová táhla. Zvolení celé úpravy je odvislé od typu a velikosti krovu, vzdálenosti jeho podpor, tíhy krytiny a výšky a provedení nadezdívky. Na internetu a v různých podkladech koluje mnoho detailů, které jsou ale často jen vodičkem a ukázkou řešení. Správně by tyto detaily měl řešit projekt stavby. Detaily je třeba řešit vždy podle konkrétního případu na vaší stavbě. Setkávají se zde požadavky na nosnost, tepelnou ochranu a technologii zděné výstavby včetně zásahu různých stavebních profesí. Pokud jiná firma dělá zdivo, další stropy nebo izolace a jiná krovy, je potřeba zařídit odbornou koordinaci návrhu i prací. Jinak může hrozit vznik poruch, vlasových trhlin ve zdivu, které mají trvalý charakter a těžko se odstraňují.

Štítové stěny

Štítové stěny zděných podkroví a půd byly v minulosti samostatnou konstrukcí. Krov se jich nedotýkal nebo dotýkal jen částečně, neboť většinou u stěn nebo v jejich blízkosti byla pevná krovová vazba. Dnešní krovy ale využívají štítových stěn jako pevné podpory. Nahrazují tak krajní vazbu krovu, která by dnes často vadila využití vnitřního prostoru pod střechou. Při návrhu zděné štítové stěny tak musíme počítat s účinky od krovu a i účinky větru na stěnu. To je záležitost, kterou by měl projektant znát a navrhl stěnu v odpovídající síle a materiálu. To je důležité zejména pro to, že dnešní cihly jsou lehčí než v minulých dobách a nemají takovou vlastní hmotnost, aby lépe odolali účinku vodorovných sil od větru a krovu. Dalším důvodem je užívání stěn menších tloušťek, tj. pod 250 mm, které hůře odolávají při postavení bez opory ve své horní části. Opření stěny o krov lze uvažovat jen v odůvodněných případech, kdy krov je takové působení uzpůsoben a síly lze přenést na jiné části zdiva v půdorysu stavby.

Komíny

Při řešení střech a zděných staveb nelze zapomenout na komíny. Na starých zděných stavbách jsou komíny součástí stěn a pokračují nad těmito stěnami v půdním prostoru nebo v podkroví. Byly prováděny z klasických plných pálených cihel. Dnešní komíny jsou samostatná zděná a skládaná tělesa, které se vyznačují vícevrstvou modulární konstrukcí. Moduly prvků komína mají často jiné rozměry než cihly pro zdivo. Stojí samostatně od zděných stěn, při nich nebo jsou zapuštěny v široké drážce zdiva. Od vlastního zdiva jsou staticky odděleny, ale měly by být stabilizovány alespoň v úrovni stropní konstrukce. V prostoru půdy stojí samostatně a nejsou vázány na krov. Pro komíny platí také požární podmínky a omezení odvislé od teploty spalin v komíně. To znamená jiné pro zděné komíny od krbu nebo pro odvod spalin z tuhých paliv jako je dřevo nebo uhlí a jiné pro kondenzační kotle.

Plochá střecha s vazníky

Konstrukci ploché střechy vytvářejí převážně dřevěné vazníky s malým spádem. Vzdálenost vazníků od sebe se pohybuje kolem jednoho metru. Tato vzdálenost je výhodná pro tvorbu střešního pláště z latí, prken nebo desek z materiálů na bázi dřeva. Vazníky se osazují na zdivo zakončené pozedním věncem. Osazení je buď přímo na věnec nebo na vyrovnaný podkladní dřevěný profil. Vazník může být osazen na zděné obvodové stěny stavby nebo na více místech, tj. i na střední stěny stavby. To je pro zdivo staticky výhodnější, neboť síly od vazníků jsou menší a roznášejí se na více stěn.

Sklonitá střecha s vazníky

Sklonitá střecha je vytvořena skladbou za sebou položených vazníků jako u předchozí ploché střechy. Má vyšší výšku v hřebeni střechy odvislou od spádu u použité krytiny. Krytiny můžeme rozdělit na velmi lehké, tj. většinou plechové a těžké z pálených nebo betonových tašek.

Požadavky na zdivo pod střešní konstrukcí

Zdivo pod střešní konstrukcí musí být zakončeno pozedním železobetonovým věncem. Ten je buď součástí stropní konstrukce nebo je proveden na stěně pod prvky krovu či vazníků. Rozměry a dimenze výztuže věnce musí odpovídat statickému návrhu. Věncem je propojen na všech obvodových zdech a příčných zdech.

U varianty jen s krovem nebo s vazníky bez pevného stropu ovlivňuje řešení zdiva vzdálenost příčných stěn nebo pilířů a otvorů ve stěně. Pokud je vzdálenost příčných stěn velká nebo příčné stěny neexistují, je potřeba výrazně posílit pozední věncem na vodorovný nosník, popřípadě osadit samostatný nosník nebo jeho rozpětí zkrátit uložením v zalomení zděné stěny.

U pevného stropu a krovu propojujeme věncem pod pozednicí s věncem u stropní konstrukce. V místech uložení sloupků krovu je potřeba strop zesílit a uvažovat s vynesemím na přilehlé zdivo.

Při návrhu domu s otevřeným vnitřním prostorem a velkými otvory ve stěnách se již při návrhu neobejdeme bez práce statika. Pokud by zděné konstrukce nevyhověly, je třeba je nahradit nebo doplnit o železobetonové nebo ocelové sloupy.

7. Působení zastřešení na zděné stěny

Vliv zastřešení

Vliv zastřešení na zděnou konstrukci stavby je odvislý od sklonu a provedení vlastní nosné konstrukce střechy. Zásadně rozlišujeme, zda střešní konstrukci vytváří pevná a tuhá desková konstrukce, nosníková konstrukce ztužená deskou, krov anebo jen samostatná střešní konstrukce s lehkým podhledem.

Pevné deskové konstrukce typu železobetonových desek vytvářejí většinou dostatečné opření stěn v jejich hlavě a ztužení objektu ve vodorovné rovině v obou směrech. Stejnou funkci mohou mít i nosníkové stropy, ale musejí být spojeny s vodorovně tuhým stropní deskou. Naopak samotné vazby krovu nebo vazníky potřebnou vodorovnou tuhost bez dalších úprav nemají. Mohou v lepším případě propojovat hlavy protilehlých zdí anebo zajišťovat spojení zdivo – vazníky jen na základě tření v místě uložení vazníků.

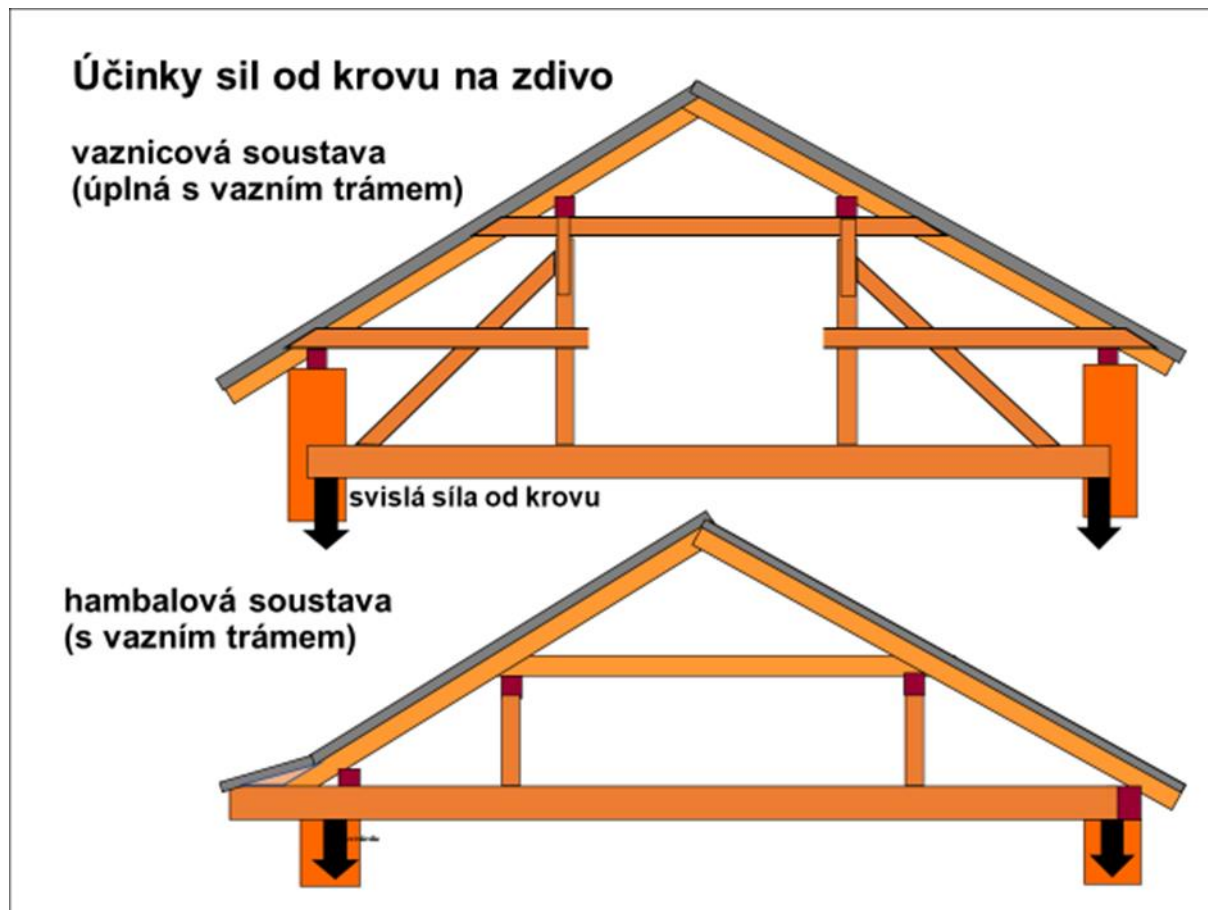
Účinky od krovů

Staré tradiční krovové soustavy byly řešeny jako samostatné stabilní konstrukce, které dokázaly samostatně stát a zajistit svoji tuhost bez vlivu zděné konstrukce. Soustavy hambalkových nebo vaznicových krovů vyvozovaly na zdivo především svislé reakce od váhy střechy. Tímto nemusely zděné prvky přenášet výrazné vodorovné síly od krovu. Musely ale přenést vodorovné síly od zatížení větrem.

Dnešní hambalkové nebo vaznicové krovové soustavy využívají jako podpor zděné prvky, jako jsou štíty, nadezdívky a stěny půdního prostoru. Soustavy vyvozují od zatížení vodorovné síly, které nejsou povětšinou plně zachycovány vodorovnými prvky krovu a přenášejí se do střešních nadezdívek a stěn. Doplnujeme proto kotvení přímo pozednice ke stropní konstrukci nebo kotvení pozednice do věnců nadezdívky a propojení těchto věnců s tuhým stropní konstrukcí ve vodorovném směru.

Pro dnešní podkroví je často požadováno provedení vyšší nadezdívky sloužící pro uložení pozednice krovu. Zdivo nadezdívky bývá ukončeno pozedním věncem, do něhož bývá svisle závitovými tyčemi kotvena pozednice. Toto řešení je vhodné pro velmi malé objekty a objekty, kde krov zahrnuje vaznice podporované sloupky nebo stěnami a zároveň vzdálenost mezi vaznicí a pozednicí je malá, tj. asi do 4 metrů. Pro krovy bez vnitřních podpor tvaru A nad 6 metrů šířky, však vzniká nebezpečí poškození zdiva jeho vykloněním směrem ven a vznik vodorovné spáry v patě zdiva. Vyšší nadezdívka vytváří větší moment působící na zdivo nadezdívky ve svislém směru.

Je si třeba uvědomit, že návrhová hodnota vodorovné reakce od krovu v místě uložení pozednice může dosáhnout i 9 až 11 kN na metr délky pozednice. To je od každé krokve, které jsou od sebe 1 metr, přibližně 1 tuna.



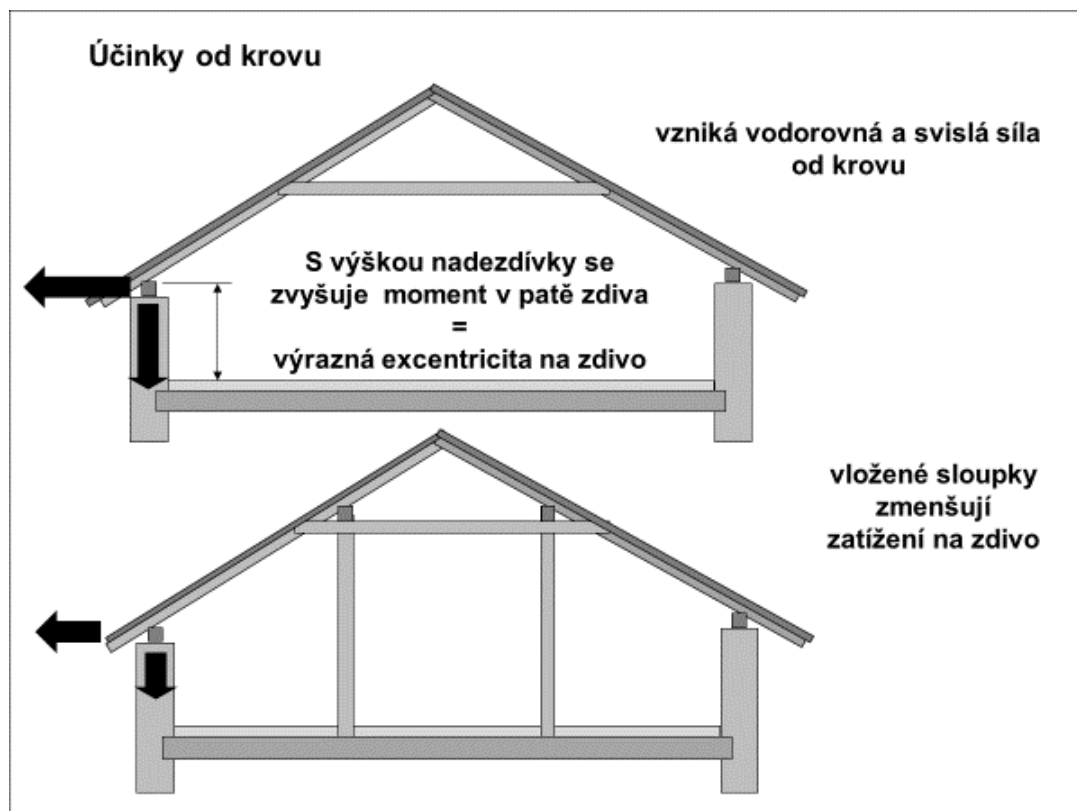
Obr.32 – Svislé síly na zdivo od původních plných vazeb a hambalkových vazeb

Upozorňujeme proto na dostatečné dimenzování a propojení věnců pod pozednicemi krovu. Věnc musí přenést vodorovné síly od krovu a převést je jako vodorovné reakce do věnců příčných zdí nebo do tuhé stropní konstrukce. Proto navrhujeme propojovat věnce pod pozednicí a věnce v úrovni stropní konstrukce výztuží, šikmými ocelovými táhly, ocelovými svislými válcovanými profily nebo železobetonovými pilířky ukrytými ve zdivu. Propojení lze zavázat přes kotevní profily nebo desky přímo do monolitické stropní konstrukce nebo na nosníky stropu. Stropní konstrukce musí přenést další vodorovnou a svislou sílu od krovu. Pro ztužení lze využít tvárnice s otvory dodávanými některými výrobci (například Betonové stavby Klatovy nebo Xella CZ).

Vodorovné síly od střešní konstrukce na pozednici vznikají dnes právě proto, že jsou často navrhovány a prováděny krovy bez úplné stolice. Stolice krovu dříve zahrnovaly spodní kleštiny a vzpěry nebo krovy obsahovaly zachycení pozednice šikmými ocelovými táhly do vazních trámů nebo stropních nosníků. Při dnes často užívané soustavě krovu, zahrnující neúplný hambalkový krov, je potřeba nahradit vazný trám, který původně plnil funkci vodorovného táhla, popsáním propojením pozednice do tuhé a únosné stropní konstrukce.

Vazníky

Použití vazníků na zdivu je výhodné, neboť vyvozují převážně pouze svislé síly od váhy střechy a sněhu. Vazníky ale pro svoji malou tuhost ve vodorovné rovině nemohou vytvořit dostatečnou opěru pro zhlaví stěny. Záleží na výšce a tloušťce stěny, aby byla dostatečně masivní a stabilní pro daný účel. Nebezpečí hrozí u vysokých zděných stěn a velkých rozpětí vazníků, kde narůstají účinky zatížení od váhy střechy a větru na stěny. Nežádoucí je velký průhyb vazníků vyvolávající vodorovné síly v uložení na zdivu. Pro zatížení stěny je nejvhodnější umístění reakce od střešních konstrukcí do osy stěny nebo s minimální excentricitou od této osy.



Obr. 33 - Schéma účinků od krovu na nadezdívku pro dvě soustavy krovů. Horší účinky vychází pro krov bez sloupků (autor).



Obr. 34 – Možnosti zachycení vodorovné síly od krovu- čtyři možnosti (autor)

8. Zděné příčky na stavbách

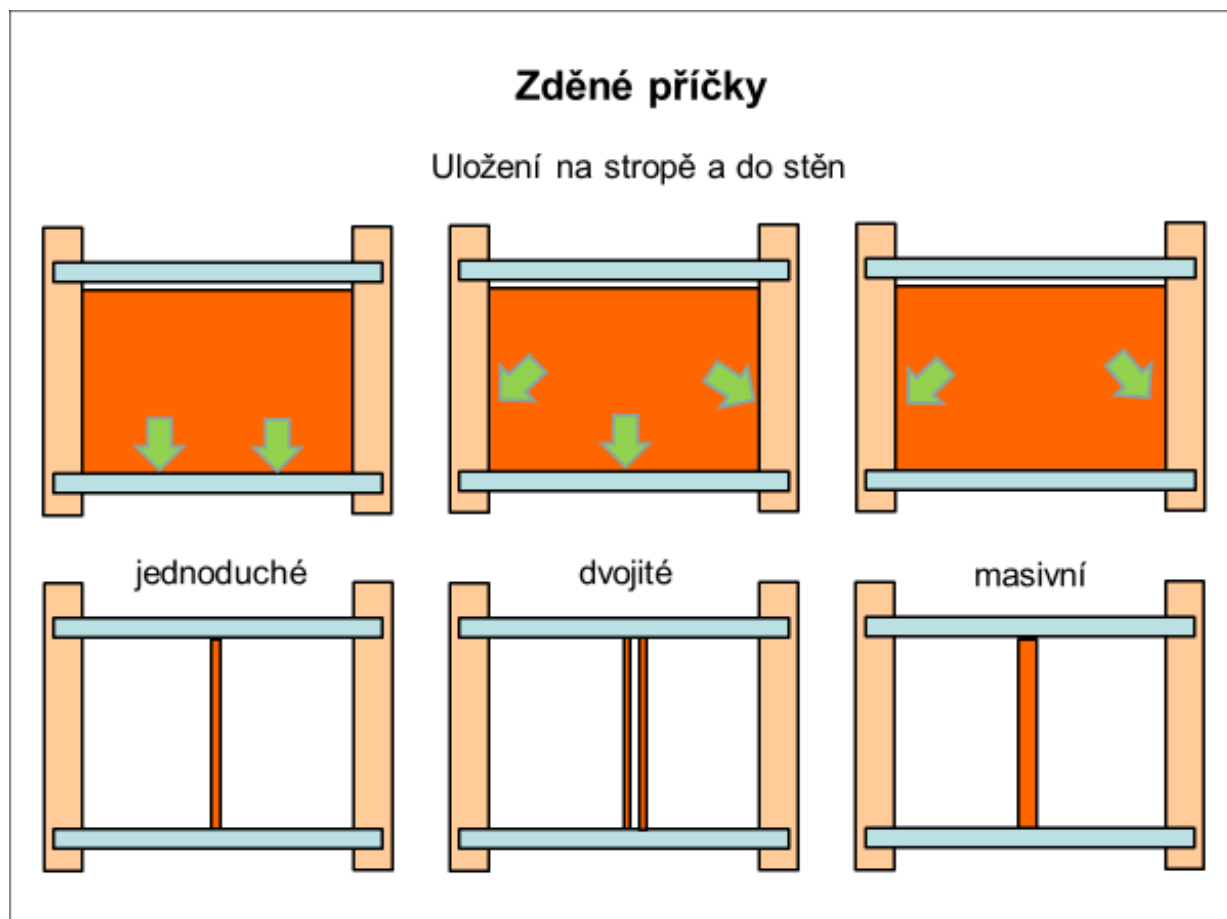
Zděné příčky

Zděné příčky jsou starou zednickou konstrukcí sloužící především k oddělení jednotlivých místností stavby. Dnešní doba klade na příčky další požadavky jako je například akustická neprůzvučnost. Základním rozdílem od stěn je to, že příčky kromě svojí tíhy nepřenášejí další zatížení. Nenesou stropní konstrukce. Naopak, stropní konstrukce nesou vždy příčky. Proto také příčky mohou být štíhlejší než nosné stěny.

Tloušťka běžných příček je 75 až 150 mm. Záleží vždy na použitých cihlách. Příčky s akustickými vlastnostmi mají tloušťky dnes vyšší a pohybují se mezi 175 až 300 mm.

Tradiční příčky

Tradiční zděné příčky byly rozděleny podle tloušťky a použitých cihel. Na stavbách se používaly příčky tloušťky uvažované s omítkou 100 a 150 mm. Využívalo se vyzdění na čtvrt cihly, tj. na 65 mm a vyzdění na polovinu cihly, tj. 140 mm. Příčky o menší tloušťce 65 mm, tzv. štorcky, byly zděné na stropní konstrukci. Místo plných cihel se užívalo také cihel dutých s podélnými otvory. Příčky o větší tloušťce byly také zděné na stropní konstrukci, u dřevěných stropních konstrukcích ale byly samonosné. To znamená, že procházely stropem v jednotlivých podlažích nad sebou. V druhé polovině dvacátého století vzniklo více typů cihel určených pro příčky z pálené hlíny, pórobetonu nebo lehčeného betonu. Jejich tloušťka se pohybovala od 40 mm po 150 mm.



Obr. 35 – Typy provedení zděných příček

Vícevrstvé příčky

Vícevrstvé příčky vznikly k zajištění větší ochrany jednotlivých prostor stavby před hlukem. Zděné příčky byly zdvojeny nebo doplňovány ještě měkkou izolací.

Dnešní příčky

Příčky v současné době vybíráme podle účelu a místa jejich umístění ve stavbě. Rozdělujeme je na příčky bez akustických požadavků, s nízkými akustickými požadavky a na příčky akustické. Tloušťky nejvíce používaných příček jsou 100 nebo 115 mm, pro delší a vyšší dělicí stěny 140 a 150 mm.

Materiály cihel pro příčky

Cihly pro příčky jsou vyráběny z pěti základních materiálů. Z pálené hlíny, z pórobetonu, z betonu a z lehčeného betonu a jako vápenopískové cihly.

Z pálené hlíny jsou vyráběny dutinové příčkovky pro příčky o tloušťce 65 mm, 80 mm, 110 mm a 140 mm. Příčky z betonu jsou v tloušťce 70 mm, 120 mm a 175 mm. Příčky z vápenopískových cihel jsou pro tloušťky 80 mm, 150 mm a 175 mm. Příčky v pórobetonu jsou z cihel tloušťky 50 mm, 75 mm, 125 mm a 150 mm.

Jako nejlehčí vycházejí příčky pórobetonové, kde na jeden metr délky příčky o síle 100 mm vychází cca 150 kg. A to je tíha bez omítek a obkladů.

Malty

Zděnou příčku posazujeme na obyčejnou zakládací maltu. Doporučujeme podložit maltu těžkým asfaltovým pásem. Příčky vyzdíváme na obyčejnou nebo tenkou maltu. Výrobci pálených prvků udávají i vyzdění na pěnu. U akustických příček vyplňujeme i svislé spáry mezi cihlami. Příčky k nosným stěnám připojujeme nejlépe s pomocí kotevních plochých pásků s osazením natupo, namaltováním a pružným přetmelením v omítce. To umožňuje dotvarování ve spáře mezi stěnou a příčkou.

Akustické požadavky

Požadavky na neprůzvučnost jsou často základem pro rozhodnutí, jako příčku na stavbě použít. Norma ČSN 73 0532 ve svých ustanoveních požaduje, kdy a pro jaké hodnoty musí příčka vyhovět. Rozlišujeme příčky mezi místnostmi v jednom bytě, příčky umístěné mezi byty, chodbové příčky nebo příčky k hlučným okolním provozům jako jsou například restaurace. Zdivo příčky včetně malty a omítky musí vyhovět požadavkům normy s určitou rezervou. Ta představuje přípočet na šíření hluku stavebními konstrukcemi kolem příčky. Mezibytová příčka například musí vyhovět požadavku na 53 dB (decibelů), ale použitá cihla musí mít vyšší neprůzvučnost o 2 až 6 dB na vykrytí zmíněných přípočtů a ztrát. Výška přípočtů závisí na způsobu osazení příčky a na okolních konstrukcích stavby a je definována zmíněnou normou. Použití vhodných cihel pro akustické příčky uvádí projektová dokumentace.

Požadavky na stropní konstrukce

Při umístění zděných příček na stropní konstrukce musejí tyto konstrukce navrženy tak, aby při dlouhodobém působení stavby nedocházelo k praskání příček a objevení se vlasových trhlinek. Tyto poruchy se mohou objevit po dokončení stavby nebo i s odstupem několika let. Úkolem projektanta je proto posílit stropy pod příčkou například výztuží nebo zesílením či znásobením nosníků skládaného stropu a prověřit vše výpočtem průhybu konstrukce. Pod těžké akustické příčky se do stropu vkládají i ocelové profily typu I nebo H.

Dělicí a příčky s nízkými akustickými požadavky

Běžné příčky, například na záchodech nebo v bytech jsou navrhovány jako zděné z pórobetonu nebo pálených cihel. Použít je možné i betonových nebo vápenopískových cihel, ale tíha těchto příček vyšší a strop na to musí být dimenzován. Běžná tloušťka příček je od 100 do 150 mm.

Akustické hodnoty pro příčky		
Porotherm vč. omítek 15 mm • 14 P+D 44 • 11,5 P+D 42 • 19 AKU 52 • 25 AKU 55 • 30 AKU 55 • 36,5 AKU 57 VPC + 2 x 10 mm omítka • 11,5 46 • 17,5 51 • 20 53 • 24 55	Ytong • 75 34 • 100 37 • 125 39 • 150 41 SDK - jednoduché • 100 47 • 150 53	Požadavky ČSN 73 0532 Pokoje 42 Hotely 47 Kanceláře 37/ 47 Nemocnice 47 Školy 47 Mezi byty 53 Domy 57 Provozovny 57/ 62
Hodnoty v dB		

Obr. 36 – Ukázky zděných příček s požadavky normy ČSN 730532 (hodnoty příček nutno doplnit přídávky)

Akustické příčky

V současnosti jsou akustické příčky řešeny velmi jednoduše jako jednovrstvé zděné konstrukce. Tloušťka cihel odpovídá tloušťce příčky bez omítky. Vyráběny jsou akustické cihly určené pro tyto příčky a výběr cihly závisí na požadavku na neprůzvučnost. Vyhovující jsou těžší a silnější cihly určené pro tloušťky 240, 250 nebo 300 mm. Materiálem je pálená hlína, vápenopísek nebo beton. Akustické příčky jsou poměrně těžké a zatěžují tak více stropní konstrukcí. Ta musí být pod nimi zesílena. Jistým řešením je vyřešení úpravy dispozice a konstrukčního systému zděné stavby tak, aby původní příčky fungovaly jako dělící samonosné stěny s vlastním základem. Ty jsou v jednotlivých podlažích nad sebou a mohou se podílet na roznesení zatížení od stropní konstrukce a ztužení budovy. Vlastně jsme tak naradily příčky stěnami za dodržení akustických požadavků.

9. Otvory ve zděných stavebách

Otvory

Otvory ve zděných stavebách slouží nejčastěji k osazení oken nebo dveří. Existují ve stěnách nebo v příčkách. Máme ale i volné průchody, které propojují jednotlivé místnosti. Známe i výklenky ve stěnách, kterým říkáme niky.

Statické parametry otvoru

Za otvory a výklenky, které výrazně neoslabují stěnu a neuvažují se ve výpočtu jsou takové, které jsou menší než čtvrtina výšky nebo délky stěny. Přitom nesmí oslabit stěnu víc jak o jednu desetinu její pohledové plochy. Otvory větší než je uvedeno, rozdělují celistvou stěnu na dvě menší stěny nebo na více menších stěn.

Okenní a dveřní otvory

Okenní otvory obecně sestávají z parapetu pod oknem, z nadpraží nad oknem a ostění podél okna. Shodně nazýváme části kolem dveřního otvoru, kde ale není parapet.

Parapet je obvykle vyzděn z cihel, které používáme pro danou stěnu. Jeho výška je upravena tak, jak pro daný otvor předepisuje projekt. U běžných oken se dodržuje jeho minimální výška 850 mm nad podlahou. Při zdění to obvykle jsou 4 vrstvy cihel o výšce 250 mm nebo tři vrstvy s dozdívkou z cihel o nižší výšce. Závisí na tloušťce podlahy v místnosti. Zdivo parapetu je vyvázáno vazbou se zbytkem stěny. Pro parapety a ostění existují také speciální cihelné tvarovky od jednotlivých výrobců.

Nadpraží

Nadpraží otvorů do šířky 2 až 3 metrů je možné řešit individuálně nebo s pomocí systémových prvků. Zásadní informací pro řešení je typ a tloušťka zdiva, u vnější stěny jeho případné vnější zateplení a osazení nebo neosazení schránky pro roletu. Typové překlady je možné doplnit výztuží a vybetonovat vyšší a tím únosnější. Klasickým řešením je pak návrh železobetonového nebo ocelového překladu z válcovaných nosičů tvaru I, H nebo U. Jelikož často řešíme i tepelně izolační stránku konstrukce a uložení prvků stropu, je potřeba zpracovat odpovídající detail konstrukce nadpraží. K tomu je možné využít i návrhů z katalogů výrobců cihel, tyto detaily jsou však pouze návodem nebo ukázkou a skutečný návrh pro materiály a podmínky stavby by měl provést projektant. To, že k tomu často nedochází je důsledkem současného stylu výstavby a neochoty stavebníka zahrnout toto řešení do rozsahu a ceny projektové a inženýrské práce, je velkou chybou.

Průchody

Samostatné průchody ve stěnách jsou prováděny obdobně jako popsané otvory. Jen výška čistého průchodu musí být z bezpečnostních důvodů nejméně 2100 mm. Šířka průchodu ve zdivu by měla být od 800 mm výše v rodinných domech a bytech, u veřejných staveb více v souladu s požárně bezpečnostním řešením stavby.

Široké otvory

Za široké otvory považujeme ty, které mají šířku větší jak 2500 mm. Vyžadují silnější provedení překladů. Působí na ně větší účinky zatížení dané šíří otvoru, a to zejména pokud jsou ve stěně na níž leží stropy. Používají se železobetonové na místě betonované nosníky nebo ocelové profily tvaru I, H nebo U. Návrh máme svěřit projektantu nebo statikovi. Důležitý je totiž výpočet nejen na nosnost, ale i na takové prohnutí překladu, aby nebylo narušeno zdivo nad otvorem. U otvorů nad 4 metry je třeba ještě prověřit osazení konce překladu na zdivo.

V místě jeho uložení jsou velké síly a projektant musí rozhodnout, zda lze překlad jen položit na zdivo nebo jej podložit na roznášecí betonový prvek. Závisí to také na pevnosti a materiálu zdiva. Pórobetonové bloky a cihly s mnoha otvory jsou nižší pevnosti. Při širokých otvorech vždy volíme delší osazení překladů na zdivo, doporučeno je alespoň 250 mm. V místě pod osazením je třeba provést důsledné maltování cihel ve vodorovné, tj. tzv. ložné spáře a navrhujeme provést i vymaltování svislých spár pro lepší svázání zdiva a roznesení sil od překladu.

Překlady těsně pod stropem a ve stropě

Překlady osazené ve zděné stěně těsně pod stropem mají charakter prvku, kterému se říká průvlak. Přímo na něm leží stropní tránce, nosníky nebo desky stropu. Průvlak lze schovat i do stropu s použitím ocelových nosníků nebo zesílené výztuže v železobetonu. Takto skrytý průvlak nenarušuje podhled stropu a strop vidíme jako rovný bez vystupujících linií. Průvlak se uloží na zdivo podle zásad uvedených u širokých otvorů.

Pilíře

S prováděním řady otvorů na stavbě souvisí i vytvoření pilířů ve stěně. Zde je třeba připomenout, že velikost zděného pilíře by neměla klesnout pod plochu 400 cm², to je 200 x 200 mm. To je samozřejmě ale velmi štíhlý pilíř, který je potřeba vždy staticky posoudit. Ustanovení normy je mířeno především stěny s tloušťkou menší jak 240 mm, kde takové pilíře mohou při otvorech vzniknout. Přitom v České republice platí, že za nosné jsou považovány stěny s tloušťkou od 140 mm. U těchto štíhlých stěn nebo pilířů hrozí ale nebezpečí nesymetrického zatížení a vybočení, proto se jejich použití uvažuje až po podrobném statickém prověření a za důsledného odborného provedení. Doporučeno je užití tlouštěk stěn a pilířů od 175 mm výše při zavázání do tuhých stropních konstrukcí. Štíhlé a výrazně zatížení pilíře navrhujeme obvykle s vymaltováním i svislých spár pro lepší spojení cihel do jednoho celku a přenosu účinku zatížení.

Předstěny

U zdiva je výhodné vést rozvody v předstěnách umístěných před vlastní zděnou nosnou stěnou. Tyto předstěny mohou být vyvedeny jako nenosné příčkové zdivo nebo mohou být sádkokartonové. Předstěny skryjí dobře veškeré rozvody, zejména od kanalizace, vody a vytápění. Používají se zejména v koupelnách, na záchodech a v technických místnostech. Nemusejí být na celou výšku místnosti, provést je můžeme třeba jen do jednoho metru nebo při podlaze k zakrytí rozvodů.

10. Instalace ve zděných stavbách

Rozvody instalací

Každá stavba obsahuje rozvody a vedení instalačních rozvodů. Jedná se o potrubní rozvody vody a kanalizace, vytápění, vzduchotechniky nebo plynu. Nesmíme zapomenout na elektrorozvody. Ty můžeme dělit na silnoproudé vedení pro světla, zásuvky a různá zařízení a rozvody slaboproudu. Právě slaboproud může zahrnovat více kabeláže odpovídající vybavení stavby. Jde od rozvodů telefonní nebo počítačové sítě přes napojení systémů protipožární nebo bezpečnostní ochrany až po systémy inteligentního domu.

U zděné stavby vyžadují tak jako jiné stavby rozvody instalací. Pro jejich umístění je vhodné využít části stavby mimo zdivo, zejména podlahy. Jsou-li na stavbě stropní podhledy, i zde je prostor pro jejich vedení. neboť pokud nejsou vedeny v mělké drážce, oslabují zděnou konstrukci. I pro umístění v mělké drážce existují ustanovení normy pro navrhování zděných konstrukcí. Rozlišována je vodorovná nebo svislá drážka a hlavním parametrem je tloušťka zdiva. Podle této normy například svislé drážky můžeme použít jen do hloubky 30 mm a vodorovné drážky hloubky 15 mm až od stěny 240 mm silné. Silnější

drážky ve zdivu lze také provést, ale podle normy je potřeba statické posouzení. Správně by velikost drážek měla být popsána v projektové dokumentaci.

Větší zejména svislé drážky lze ve zdivu vytvořit již při zdění. Zde se jedná zejména o drážky pro svislé potrubí od kanalizace nebo od vzduchotechniky.

Rozvody je pro zdivo obecně staticky vhodné vést od podlahy ve svislých drážkách. Tím se minimalizuje zásah do zděné konstrukce. Šikmé a vodorovné drážky jsou nevhodné, neboť zdivo podsekávají a snižují jeho průřez.

11. Navrhování zděných staveb

Při navrhování zděných staveb spojujeme několik přístupů, které představují jednotlivá profesní řešení stavby. Rozlišujeme řešení architektonické, stavební, konstrukční, požární, stavebně fyzikální a řešení techniky prostředí.

Architektonické řešení zahrnuje především celkový vzhled stavby a dispoziční uspořádání a návaznosti prostorů ve stavbě.

Stavební řešení zahrnuje vlastní provedení zděných a ostatních nosných a nenosných konstrukcí.

Konstrukční řešení se zabývá nosnými konstrukcemi a jejich nosností.

Požární řešení hodnotí protipožární provedení stavby.

Stavebně fyzikální řešení představuje tepelně technické, akustické a další fyzikální účinky a opatření.

Technika prostředí zahrnuje řešení vnitřních instalací stavby.

Zděné objekty

Zděné stavby, tj. stavby, kde nosnou svislou konstrukci tvoří zdivo, rozdělujeme podle technického řešení, podlažnosti a rozpětí na

malé a jednoduché jednotraktové objekty jako garáže nebo vrátnice

jednopodlažní halové stavby, tj. provozovny, sklady a bungalovy s výrazně větším rozpětí mezi nosnými obvodovými stěnami než je výška stěny

stavby do tří podlaží včetně podkrovní, klasickým představitelem jsou rodinné domy

bytové domy do pěti podlaží

stavby vícepodlažní od pěti podlaží

atypické stavby

Třípodlažní a vícepodlažní zděné stavby

Pro tyto stavby je charakteristické použití obou obvyklých stěnových systémů nebo jejich kombinace. Pro podélný systém zajišťují stabilitu zdiva příčné stěny a pro příčný systém stěny podélné. Rozlišujeme dva typy soustav, které jsou odvislé od spolupůsobení svislých a vodorovných nosných konstrukcí.

Pružná soustava zahrnuje masivnější stěny a stropní konstrukce z jednotlivých nosníků, zejména dřevěných trámů. Je charakteristická pro stavby z 19. a první poloviny 20. století. Většinou použité podélné nosné stěny bývají ztuženy příčnými stěnami po 9 až 15 metrech.

Soustava s vodorovně tuhým stropním deskou představuje modernější řešení s pevnými, většinou železobetonovými stropy nad každým podlažím. Tyto velké vodorovné nosníky přenášejí vodorovné zatížení stavby na příčné stěny. Takto je zajištěno prostorové ztužení zděné stavby. Příčné stěny je vhodné použít kolem 15 metrů, popřípadě ve větším odstupu podle statického návrhu.

Halové zděné stavby

Halové zděné stavby se vyznačují střešní konstrukcí realizovanou přímo nad zděným přízemím. Vzdálenost nosných stěn je obvykle větší jak 6 metrů. Stavby je možné řešit dvěma principy, za prvé s použitím vyšší tuhosti nebo ztužení stěn, za druhé s použitím vodorovné tuhé desky nebo nosníků.

První princip zahrnuje řešení s masivní stabilní nosnou stěnou nebo jejím zesílením pilíři. Pilíře mohou být i železobetonovými sloupky vetknutými do základu. Vhodné je použití příčných ztužujících stěn napříč půdorysem nebo jejich částí. Při návrhu je třeba počítat s oslabením stěny okenními otvory a zvýšením návrhové vzpěrné výšky stěny až nad 1,5 násobek.

Druhý princip představuje opření hlavy stěny o vodorovně tuhounou desku nebo nosník. Takovému nosníku říkáme větrový. Nosník nebo deska přenáší zatížení na příčné stěny. Je tak jako u vícepodlažních staveb zajištěna prostorová tuhost zděného objektu. Větrový nosník může být v úrovni pozedního věnce, pokud zde rozměrově a pevnostně vyhovuje. Jelikož většinou potřebuje větší hloubku nosníku, může být umístěn i před věnec nebo do spodní části střešní konstrukce. Kromě únosnosti musí vyhovět i druhému meznímu stavu, zejména tak, aby deformace nosníku neumožnila poruch zdiva, trhliny nebo jiné poruchy stavby.

12.

13. Omezení velikosti zdiva

Tloušťka nosných stěn a konstrukční omezení

Tloušťka stěn je dnes udána výběrem cihel určité šířky. Dnešní stěny jsou většinou jednovrstvé, ale mohou být i dvouvrstvé nebo vícevrstvé, přičemž tloušťku nosné části stěny reprezentují určené jednovrstvé zdící prvky. Tloušťka těchto prvků čili tloušťka stěny neboli nosné části stěny se považuje za účinnou tloušťku t_{ef} uvažovanou ve výpočtu. Při zesílení stěny příčnými pilíři stanovujeme tzv. účinnou tloušťku t_{ef} stěny podle článku 5.5.1.3 normy.

Omezení tloušťky a výšky stěny

Jako nejslabší můžeme podle Eurokódu 6 použít takovou stěnu, která je dostatečně robustní a staticky vyhovuje. Naše národní příloha k EC6 doporučuje užít v České Republice nosné stěny o tloušťce nejméně 140 mm. Současně nesmí být překročena štíhlost prvku 27. Pro přízdívky je nejmenší tloušťka 90 mm.

Štíhlost stěny

Poměr výšky a tloušťky stěny dává její štíhlost, pro výpočet štíhlosti uvažujeme vzpěrnou výšku stěny h_{ef} a účinnou tloušťku t_{ef} . Limitní štíhlost pro nosné stěny je 27, přičemž při štíhlosti menší jak 15 není třeba zahrnout vliv excentricity od dotvarování.

Omezení tloušťky v seismických oblastech

Tloušťka stěn je upravena Eurokódem EC8 v seismických oblastech České republiky. Pro cihelné zdivo je to minimálně 240 mm, pro kamenné zdivo 350 mm. Návrhu objektů v seismických oblastech je třeba věnovat zvláštní pozornost a návrh provést s úpravami podle EC 8. Úpravy se týkají polohy a dostatku příčných stěn, věnců a prostorového ztužení a propojení konstrukcí zděné budovy. Jedná se o stavby na Chebsku, Ostravsku a dále v sousedních a dalších oblastech podél hranic Česká republika naznačených na mapce v normě EC8.

Omezení plochy pilíře

Malé rozměry zděných pilířů jsou chybou v projektech. Dochází k nim při řešení průchodů u stěn s malou tloušťkou, zejména 175 mm až 200 mm.

Nejmenší rozměr zděného prvku je určen normativně na 0,04 m². To odpovídá rozměrům 200 x 200 mm nebo teoreticky rozměrům 175 x 228,5 mm při použití stěny tloušťky 175 mm.

Pokud je průřezová plocha stěny menší jak 0,1 m², musí být návrhová hodnota pevnosti zdiva upravena součinitelem ($0,7 + 3 * A$). Pro pilíř 300 x 300 mm vychází součinitel 0,97. To se týká například i pilířů ve stěně tloušťky 175 mm o délce pod 750 mm.

Otvory a oslabení zdiva

Při oslabení zdiva prostupy, otvory, výklenky, nikami a rozměrově obsáhlými drážkami pro vedení stupaček a instalací je třeba vždy zvážit velikost zásahu do profilu stěny. Mohou nastat následující případy:

- stěna je bez otvorů nebo s drážkami do velikosti dle tabulek v EC6 (č. 25, 26), pak provádíme běžný výpočet
- oslabení do 25 % průřezu – úměrně redukuje plochu průřezu ve výpočtu
- otvory nad 25 % průřezu – provedeme nový podrobný výpočet včetně změn ploch, excentricit apod.

Vedení instalací nosnou zděnou konstrukcí

Pro vedení instalací zděnou konstrukcí využíváme následujících možností:

- podomítkové vedení a mělké žlábků (v rámci povolení EC6 a tabulek)
- drážky vodorovné
- svislé drážky
- při zdění vytvořené svislé pásy (pro stoupačky)
- umístění před vnitřní rohy stěn
- předstěny

Použití určité možnosti vedení instalací závisí na velikosti potrubí či kabelu. Vhodné jsou předstěny, které neomezují statickou nosnost původních stěn. Nejhorší pro stěnu jsou vodorovné nebo šikmé záseky a drážky.

Možnosti povolených rozměrů drážek bez úprav nosnosti stěn jsou uvedeny v tabulce 1 a 2 převzaté z ČSN EN 1996-1-1.

Stavebního dodavatele je ale třeba upozornit na to, že svislé drážky hlubší více než 30 mm a vodorovné více než 15 mm, eventuálně omezeně 25 mm, nelze provádět u stěn o tloušťce 300 mm a pod 300 mm. To platí zejména pro nosné vnitřní stěny, pilíře a nosné vnější stěny při použití zateplovacího systému, které mívají tloušťku 240, 250 nebo 300 mm.

Z uvedeného vyplývá, že **rozvody instalací**, mimo kabely elektro, je nutno vést u štíhlých stěn **v předstěně**. Jinak musíme počítat s oslabením stěny ve výpočtu. Umístění rozvodů instalací v předstěně má i výhodu při řešení poruch na potrubí, netěsností ve stycích anebo při rekonstrukcích a výměně instalací. Nosná stěna není zasažena a není tudíž ohrožena její nosná funkce bouráním v jejím zdivu. Předstěnu můžeme také zcela odstranit nebo přestavět.

14. Konstrukční podmínky a provádění zdiva

Tento popis se týká konstrukčních ustanovení a provádění zdiva z cihel, bloků a tvárnic jako uměle vytvořených zdících prvků.

Spojení maltou. Článek 8.1.4. normy Eurokódu 6 požaduje, že **zdící prvky musí být spojeny maltou**, a to v souladu s osvědčenými pravidly.

Délku stěn a velikost otvorů je vhodné **přizpůsobit rozměrům zdících prvků**, aby se zamezilo jejich nadměrnému dělení.

Zdící prvky u běžného, tj. **nevyztuženého zdiva** musí být po vrstvách převázány tak, aby se stěna chovala jako jeden nosný prvek.

Vazba zdiva, převázání bloků je nutné na vazbu do 0,4 výšky bloku, tj. pro tvárnici výšky 198 mm převazba nejméně 80 mm, pro bloky výšky 250 mm je převazba minimálně 100 mm. V rozích platí pro vyvázání omezení na 0,4 výšky anebo šířky bloku.

Pro klasické zdivo z plných anebo metrických cihel platilo, že pro přesah vazby cihel je vhodné dodržet $\frac{1}{4}$ cihly, což dělá 70 mm a anebo 60 mm podle velikosti formátu. Při uplatnění 0,4 výšky cihly by vycházelo 26 mm, tj. přibližně 1 palec, což je málo.

Maltové spáry

Tloušťka ložných a styčných spár musí být při použití obyčejné a lehké v rozmezí 6 mm až 15 mm. Při použití tenkovrstvé malty je tloušťka spáry 0,5 až 3 mm.

Ložné spáry mezi vrstvami cihel mají být vodorovné. To platí za obvyklé řešení, pokud v projektu stavby není stanoveno jinak.

Styčné spáry mezi zdíci prvky ve vyztuženém zdivu musí být při namáhání ohybem a smykem vyplněny maltou.

Odchytky a deformace

Vyzděné svislé prvky musí splňovat předepsané tolerance a křivosti dle ČSN EN 1996-2. Pro vodorovnou odchytku stěny platí tolerance max. 20 mm. Jedná se o odklon stěny od svislé na výšku podlaží. Pro celou stavbu musí být výchylka nejvýše 50 mm.

Odchytky tvaru zdiva zavádíme do výpočtu (čl. 5.3 ČSN)

Při spojení prvků z různých materiálů, musí být zohledněny jejich rozdílné deformační vlastnosti.

Styk nosných a nenosných stěn má být proveden tak, aby byly umožněny případné deformace od dotvarování a smrštění. Pokud styk není proveden na vazbu zdiva, použití se spojovací prostředky umožňující rozdílné přetvoření. Úprava zahrnuje u příček i vliv deformací stropních konstrukcí.

Soustředěné zatížení

Toto zatížení musí působit na stěnu v délce nejméně 90 mm nebo v délce větší. Při výpočtu konkrétního případu zatížení platí větší z rozměrů, a to buď 90 mm nebo rozměr vypočtený.

15. Statická omezení

Nosnost ve svislém tlaku

Nosnost zdiva v tlaku závisí na půdorysné ploše stěny, kvalitě zdiva reprezentované pevností v tlaku, výšce zdiva a velikosti excentricity zatížení.

Excentricita od jednostranného svislého zatížení

Excentricita svislé síly významně ovlivňuje únosnost zdiva v tlaku. Excentricita vždy zmenšuje účinnou tlakovou plochu zdiva. Její velikost není v eurokódu omezena, ale měla by být vždy menší nežli jedna třetina tloušťky zdiva.

Vhodné je, aby celá plocha tlačena.

Při extrémní kombinaci zatížení ale i při kvazistálé kombinaci zatížení, by nemělo dojít ke vzniku vodorovných trhlin na méně tlačené straně průřezu od excentrického zatížení. Jedná se o trhliny v ložné spáře. Tím by se změnil statický model pro zdivo a v místě trhliny by působila jen menší a tlačena část průřezu. Při působícím kvazistálém zatížení může trhlina zůstat trvalou, což negativně bude působit i na vzhled zděné konstrukce. Přitom celý zděný průřez z hlediska mezní únosnosti může být vyhovující.

Excentricita svislé síly ve dvou směrech

Důležité je rozpoznat, zda zatížení, tj. poloha výslednice nemá excentrické účinky na zdivo i ve směru kolmém nežli je běžné uvažování ve smyslu tloušťky zdiva. Tímto by došlo k dalšímu omezení účinné tlakové plochy zdiva.

Velikost štíhlostního poměru

Štíhlostí poměr h_e/t_e by neměl dosahovat hodnot nad 25. Generuje totiž již nízký zmenšovací součinitel a tím i malou uvažovanou tlakovou plochu zdiva. Doporučuji držet štíhlostní poměr do hodnoty 21 a v běžných případech pak do hodnoty 15, kde navíc není třeba určovat vliv excentricity od dotvarování zdiva.

Velikost zmenšovacího součinitele

Velikost zmenšovacího součinitele závisí v patě a v hlavě stěny na velikosti excentricity, po výšce stěny na výsledcích vzpěru a excentricity. Při velmi malé excentricitě zatížení nad 0,05 t může zmenšovací součinitel dosáhnout vyšších hodnot nežli při excentricitě kolem šestiny tloušťky a více. Například při štíhlosti 15 vychází v prvním případě jeho hodnota 0,75 a v druhém kolem 0,5. Při excentricitě rovné jedné čtvrtině tloušťky zdiva již zmenšovací součinitel dosahuje hodnoty 0,32. Snižování součinitele v závislosti na štíhlosti a excentricitě je patrné z přiložené tabulky. Bylo by vhodné, aby součinitel nepodkročil hodnotu 0,25.

exc. / t	$h/t = 10$	15	20	25	27
0,05	0,84	0,75	0,63	0,50	
0,15	0,74	0,53	0,41	0,29	
0,20	0,63	0,42	0,31	0,20	
0,25	0,52	0,32	0,22	0,13	

Tab. 4 – Hodnoty zmenšovacího součinitele f_i podle ČSN EN 1996-1-1

Kompaktnost stěny a pilíře

Kompaktnost, čili jednodolitost zdiva, je dána spojením zdících prvků. Obvyklým jejich spojením a spojením uvedeným v normě je maltování. Rozlišujeme spojení ve vodorovné – ložné spáře a spojení svislé mezi cihlami ve styčné spáře. Aby pilíř působil jako celek, musejí být oba typy spár promaltovány. Pak lze určitě uvažovat s jednotným momentem setrvačnosti celého průřezu. Zůstávají-li styčné spáry nepromaltovány, můžeme spoléhat jen na pevné zaklesnutí zazubení mezi cihlami ve styčných spárách, funkční (tenkou) maltu mezi cihlami v ložných spárách přitíženou dostatečným tlakem shora a dostatečnou správnou převazbu cihel k roznesení zatížení vazbou cihel. Při nefunkčnosti uvedených předpokladů, nebude kompaktnost zdiva dostatečně fungovat. Proto je potřeba uvažovat pilíře s maltováním i styčných spár.



Obr.37 – Ukázka maltovaných styčných spár mezi cihlami u pilířů, spojují pilíř a zajišťují jeho jednodolitost

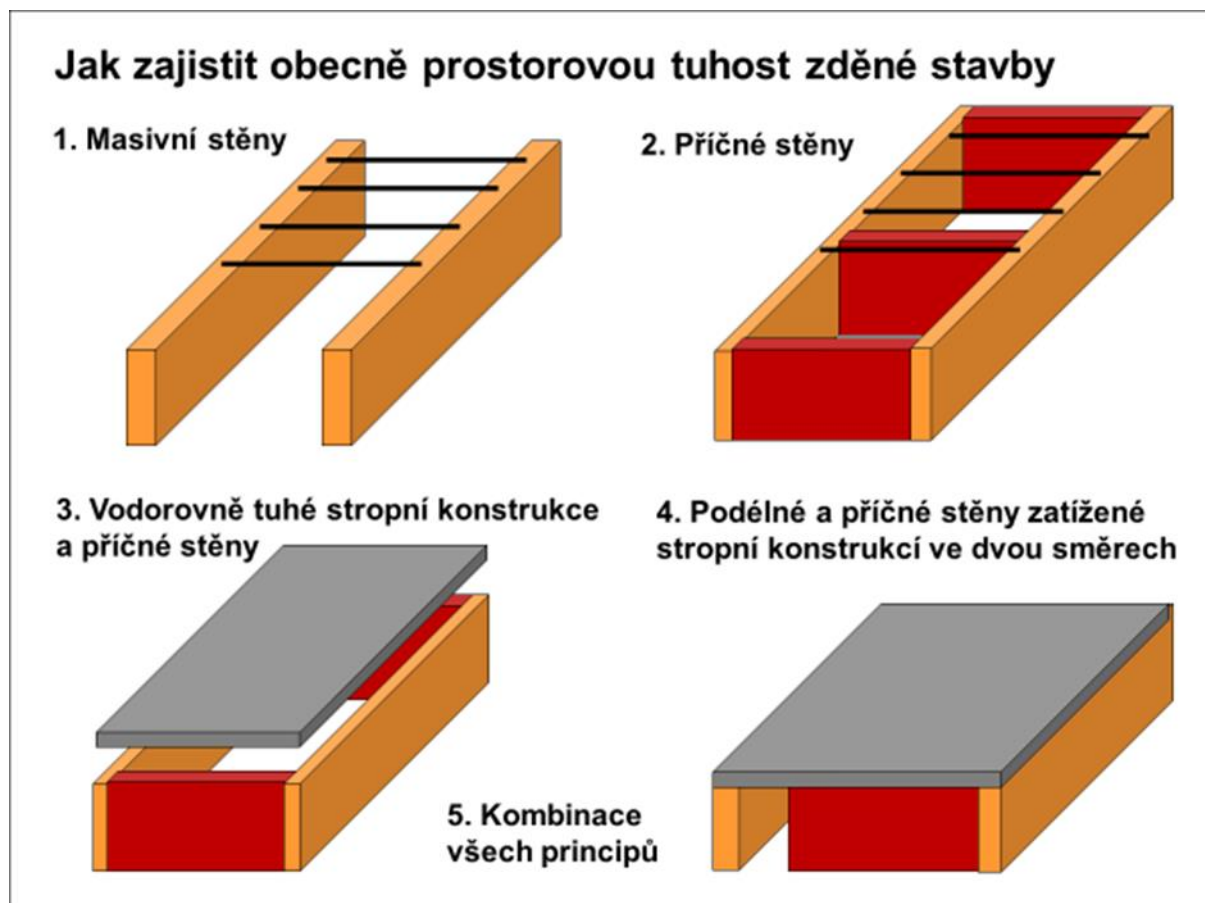
Prostorová tuhost objektů

Pro zajištění prostorové tuhosti objektu navrhujeme spojení příčných stěn, podélných stěn a stropních konstrukcí. Prostorová tuhost objektu záleží na umístění, počtu, tuhosti, provedení a spojení všech tří těchto prvků v objektu.

U zděných staveb rozeznáváme čtyři způsoby řešení zajištění tuhosti. Vždy jeden z uvedených způsobů je pro objekt rozhodující, pokud nejde o jejich kombinaci.

- a) samostatné masivní nosné stěny, popř. stěny zesílené pilíři
- b) nosné stěny doplněné pravidelně rozmístěnými příčnými stěnami
- c) nosné stěny upnuté v patě a v hlavě o vodorovně tuhé stropní konstrukce, které přenášejí vodorovné zatížení na příčné stěny
- d) stropní konstrukce s obousměrným roznesením zatížení (zajišťuje ztužení a propojení stěn)

Největší tuhost ve vodorovné rovině mají železobetonové monolitické stropy zatažené nad všechny nosné stěny a příčné stěny. Za obdobně fungující konstrukci považujeme polomontované betonové stropy s dobetonávkou (filigránové stropy), skládané stropy s řádnou a vyztuženou dobetonávkou (trámce, vložky, dobetonovaná deska s výztuží), skládané stropy s dobetonávkou mezi vložkami a s příčnými žebry, monolitické desky, spojitě desky na nosnících a panelové stropy doplněné mezilehlou výztuží mezi panely a na obvodě. Všechny tyto stropní konstrukce opatřujeme obvodovou stahující výztuží (tj. výztuží věnce) nad stěnami. O dimenzování výztuže a provedení ztužení věnce rozhoduje umístění stavby, podlažnost objektu, velikost rozpětí stropů a provedení stěn.



Obr.38 – Možnosti zajištění tuhosti zděné stavby

Věnce

Pro zajištění tuhosti objektu jako celku působí stropní konstrukce doplněná pozedními věnci. Věnce zdivo svazují a zachycují tahová napětí ve zdivu. Roznášejí vodorovná zatížení od střechy a od větru na ostatní stěny a stěny s větší tuhostí. Věnce zachycují také podélné síly od změn teploty a objemových změn.

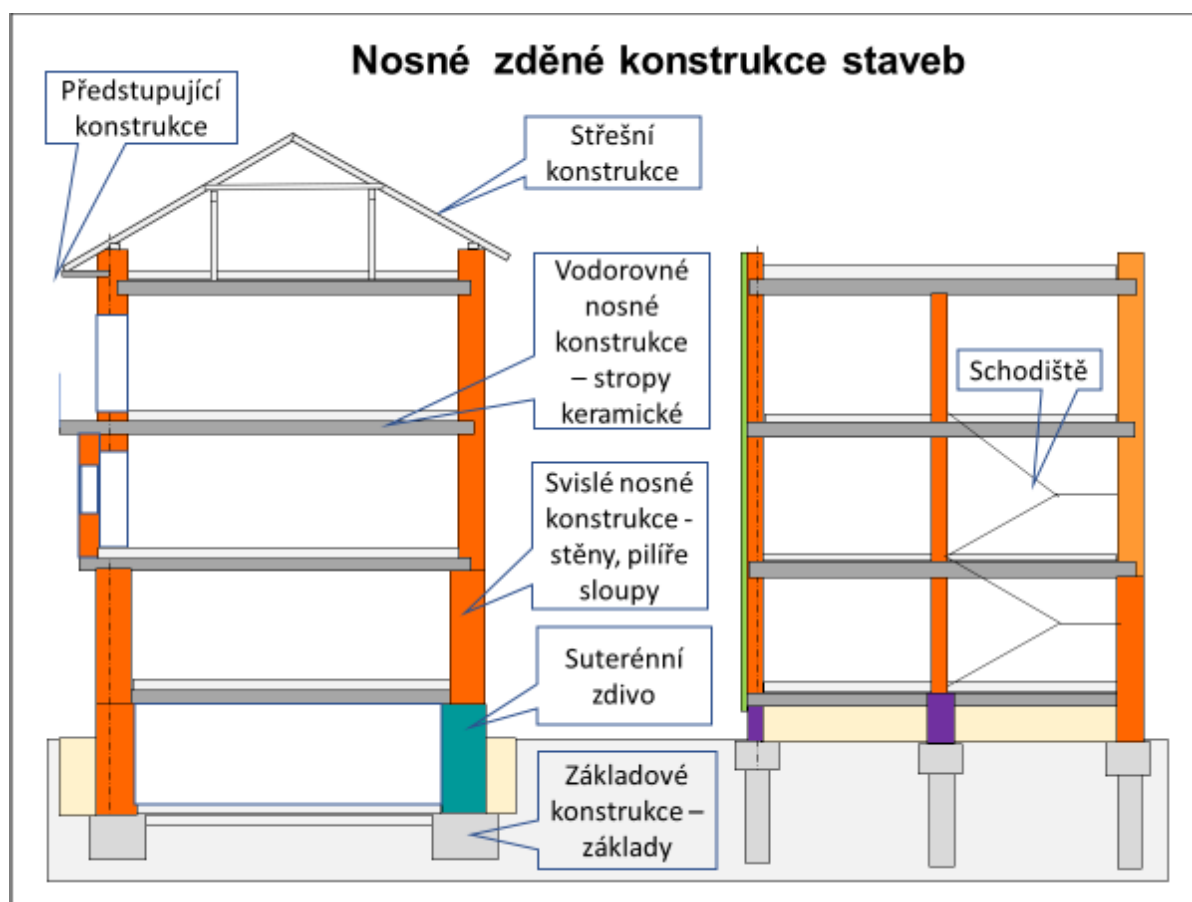
Klasické umístění věnce je v úrovni stropní konstrukce, s níž buď vytváří tuhou vodorovnou konstrukci anebo vytváří vodorovný nosník mezi stropními trámy. Pro přenos vodorovných sil můžeme doplnit další věnec po výšce stěny a pod prvky krovu.

Pro pozední věnce užíváme často systémové tvárnice tvaru U (tzv. věncové nebo překladové tvarovky) nebo vyzdívek z příčkových tvárníc. Tím vyloučíme často fyzikálně nevhodnou změnu povrchu a materiálu zdiva, kdy při pouze železobetonovém věnci nebo věnci s vnější tepelnou izolací vzniká pod omítkou pás jiného materiálu.

Užití jen svislých příčkových tvárníc umožní větší nosný profil věnce nežli vložení ještě tepelné izolace. Je třeba si uvědomit, že vložení izolace vzniká neúnosná vrstva ve zdivu a celou váhu horní části stavby musí přenést věnec nebo věnec a jeho přízdívka nebo věncovka. Přízdívka by měla pevnostně odpovídat užitému zdivu a zatížení na ni kladeném. Věncovky jsou vyráběny ve vyšší pevnosti, pálené obvykle 10 a 15 MPa. Velikost věnce a jeho výztuž se řídí vzdáleností podpor věnce ve vodorovném směru (příčných stěn) a možností spojení se stropní konstrukcí.



Obr.39 – Věncovky mají často omezený prostor pro uložení výztuže věnce a zároveň omezení pro vyztužení věnce jako nosníku nad otvory na svislý nebo vodorovný ohyb



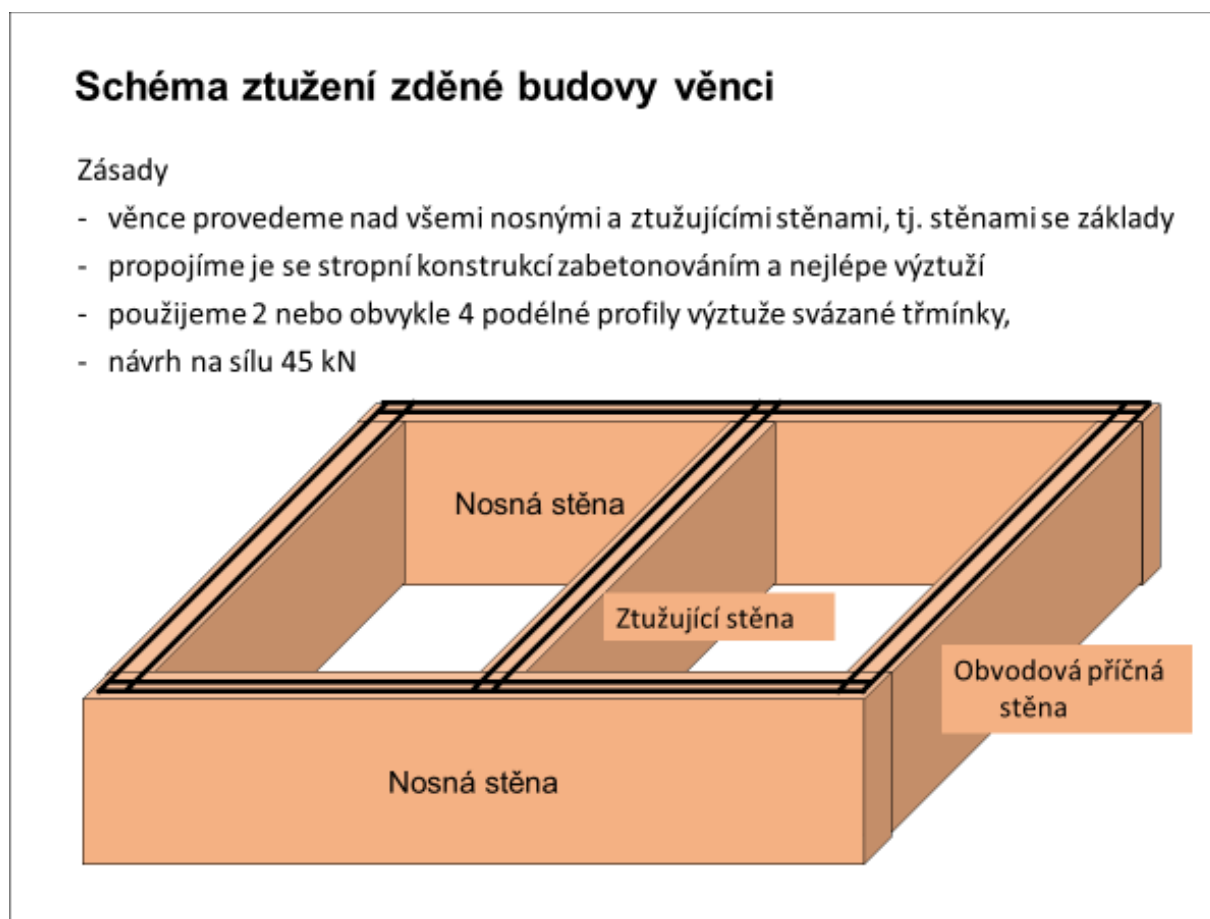
Obr.40 – Nosné zděné konstrukce tradiční stavby (vlevo) a současné stavby (vpravo)

Výztuž pozedních věnců

Výztuž věnců by měla mít průřezovou plochu alespoň 150 mm^2 při užití minimálně dvou profilů. Výztuž musí přenést tahovou sílu v návrhové hodnotě 45 kN, což odpovídá užití obvykle minimálně 2 vložek 10 mm. Obvykle se užívá 4 vložek profilů 8 až 12 mm. Udáno však obecně není, jak dlouhý věnec takto můžeme ponechat. Původní česká norma udávala pro ztužení v úrovni stropních panelů a mezi nimi extrémní návrhovou sílu 15 kN na 1 běžný metr šířky budovy. Z úvahy vyplývá, že takto navržený samostatný věnec by byl pro vzdálenost do 3 metrů.

Proto pro věnce užíváme většinou profilů větších jak 8 mm, a to 10 až 12 mm eventuálně i 14 mm. Pro tyto profily pak vzdálenost příčných stěn vyhovuje mezi 4,5 až 5,7 m bez uvažování stropu tuhého ve vodorovné rovině. Tyto vzdálenosti stěn odpovídají většině případů pro běžné stavby rodinných a bytových domů. Nejvíce je užíváno 4 profilů 12 mm při objektech o vzdálenosti stěn 4,5 až 5 metrů. Pro více vzdálené příčné ztužující stěny, kde věnce plní funkci vodorovného nosníku namáhaného ohybem od větru na fasádu, nutno výztuž posílit dle statického výpočtu.

Pro věnec plnící zároveň funkci překladu, zesilujeme výztuž nad otvory. Při návrhu věnce postupujeme podle ČSN EN 1992-1-1, Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí, jako při návrhu na ohyb a tah.



Obr. 41 – Ukázka umístění a ztužení věnci

Provedení výztuže a návrh dalších železobetonových věnců ve zdivu je vhodné navrhovat podle údajů a tabulek v publikaci (4) Ing. Šmejkal, CSc. – Železobetonové konstrukce I, vydané ZČU v roce 2015. Publikace je věnována komplexnímu návrhu železobetonových prvků. Na stránce č. 5 zmíněné publikace v tab. 2.1 lze určit kvalitu betonu i s technickými charakteristikami v MPa. Podle uvedených údajů se doporučuje užít minimálně třídy C25/30 s vlivem karbonatace XC1 pro vnitřní suché prostředí nebo prostředí s nízkou vlhkostí. Pro prostředí XC3, popsané v tab. 3.2 zmíněné publikace, tj. vnitřní vlhké prostředí nebo vnější prostředí chráněné proti dešti, je doporučeno užít betonu C30/37. Velikost krytí výztuže je určena na stranách 10 a 11. uváděné publikace. Odpovídá obvykle 25 mm při prostředí XC1 a 35 mm při prostředí XC3.

16. Modelování zděných staveb

Modelování zděných staveb zahrnuje návrhové a výpočtové modely budov, které slouží pro stanovení účinků na jejich zdivo. Jako základní se uvažují dva modely:

- pružná soustava se stěnami s vloženými nosníky
- rámová soustava s tuhými stropy

Obě uvedené soustavy představují tzv. krajní náhradní modely. Skutečné působení zděné stavby odpovídá buď více jedné nebo druhé soustavě. Rámové působení soustavy jako u železobetonových skeletů nelze ale použít, neboť tuhost styku stěn a strop nelze vyžděním a kombinací různých materiálů dosáhnout. Proto je využívána metoda náhradních rámců.

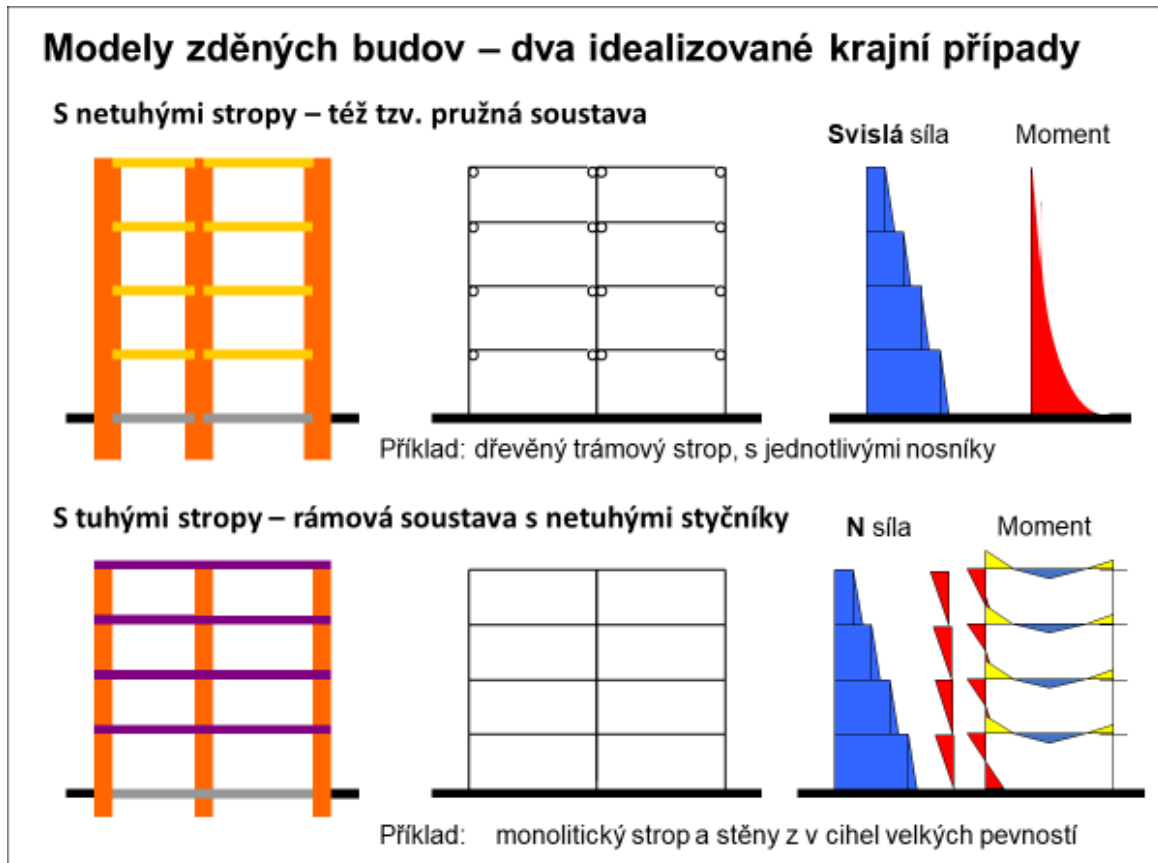
Pružná soustava

Soustava zahrnuje nosíkové stropy a většinou poměrně masivní stěny. Obvodové stěny jsou v úrovni stropní konstrukce podepřeny poddajně. Styk je řešen položením stropů a kloubovým uložením s posuvem nebo kloubem.

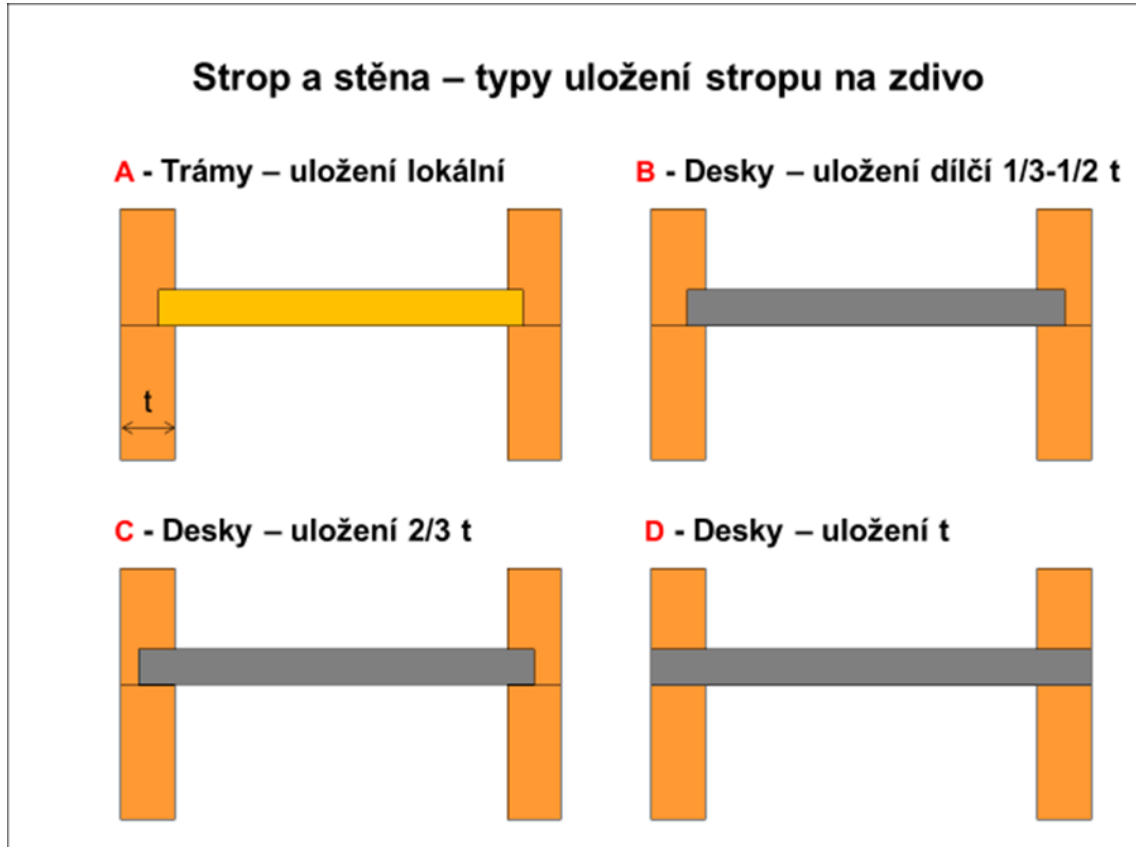
Tuhá soustava

Soustava zahrnuje vodorovně tuhé stropní tabule, které přenášejí vodorovné zatížení na příčné stěny. Zároveň je takto, tj. spojením stěn přes tuhou stropní konstrukci, zajištěna prostorová tuhost budovy

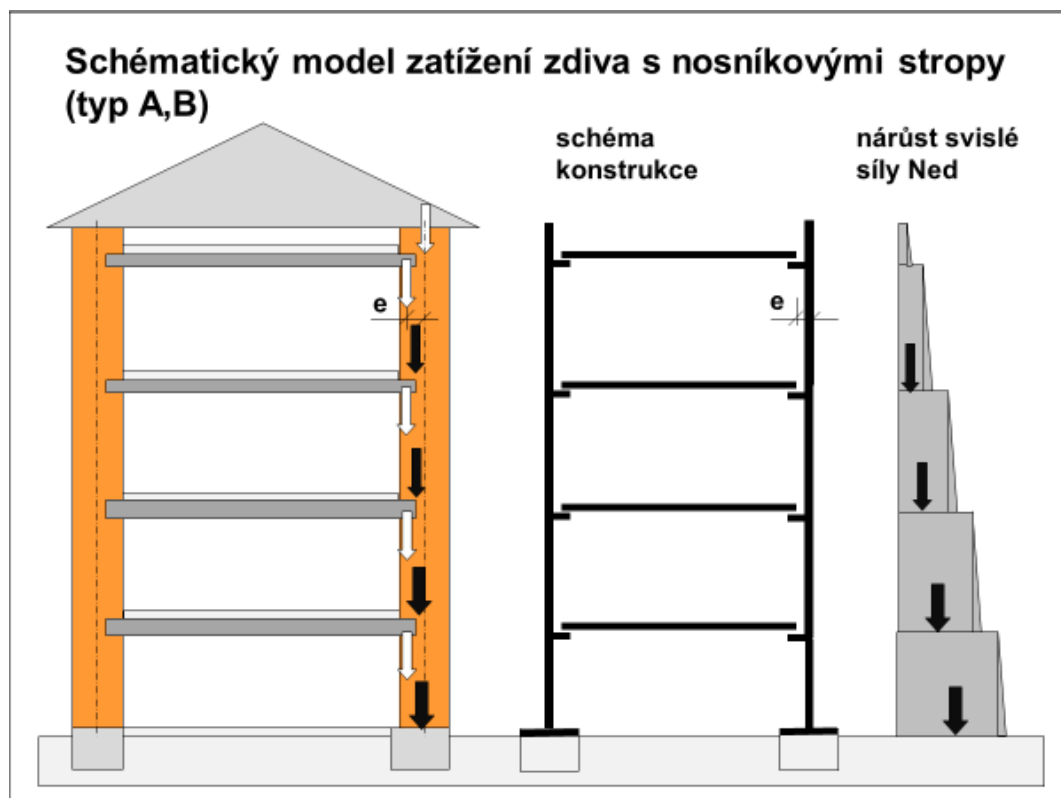
Důležitým doplněním jsou příčné stěny u obou soustav. U pružné soustavy mohou být tyto stěny ve větší vzdálenosti.



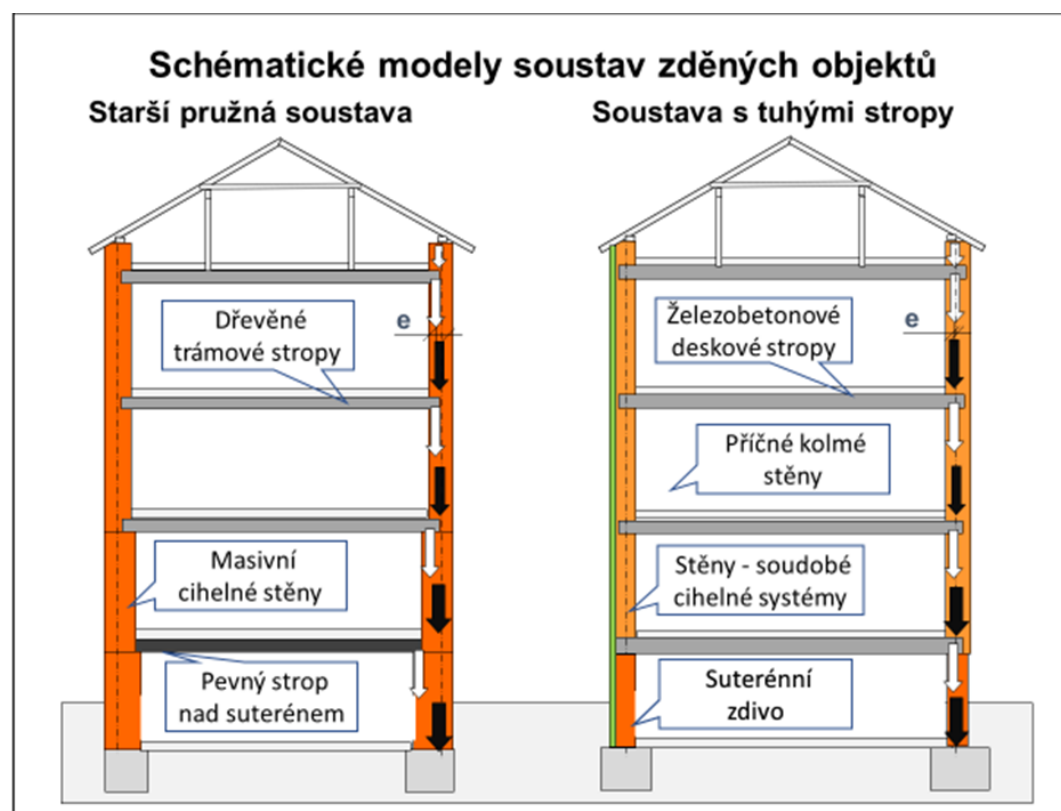
Obr. 42 – Modely zděných budov – pro pružnou a tuhovou soustavu



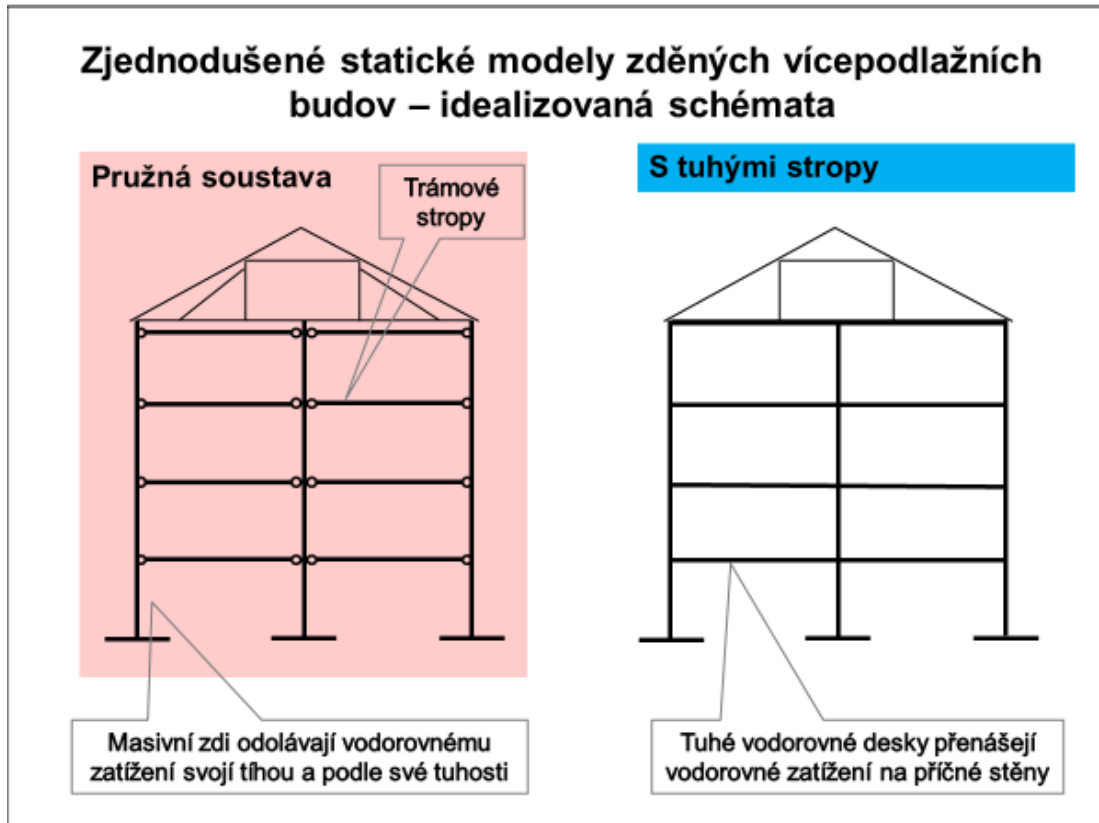
Obr. 43 – Případy uložení stropní konstrukce na zdivo



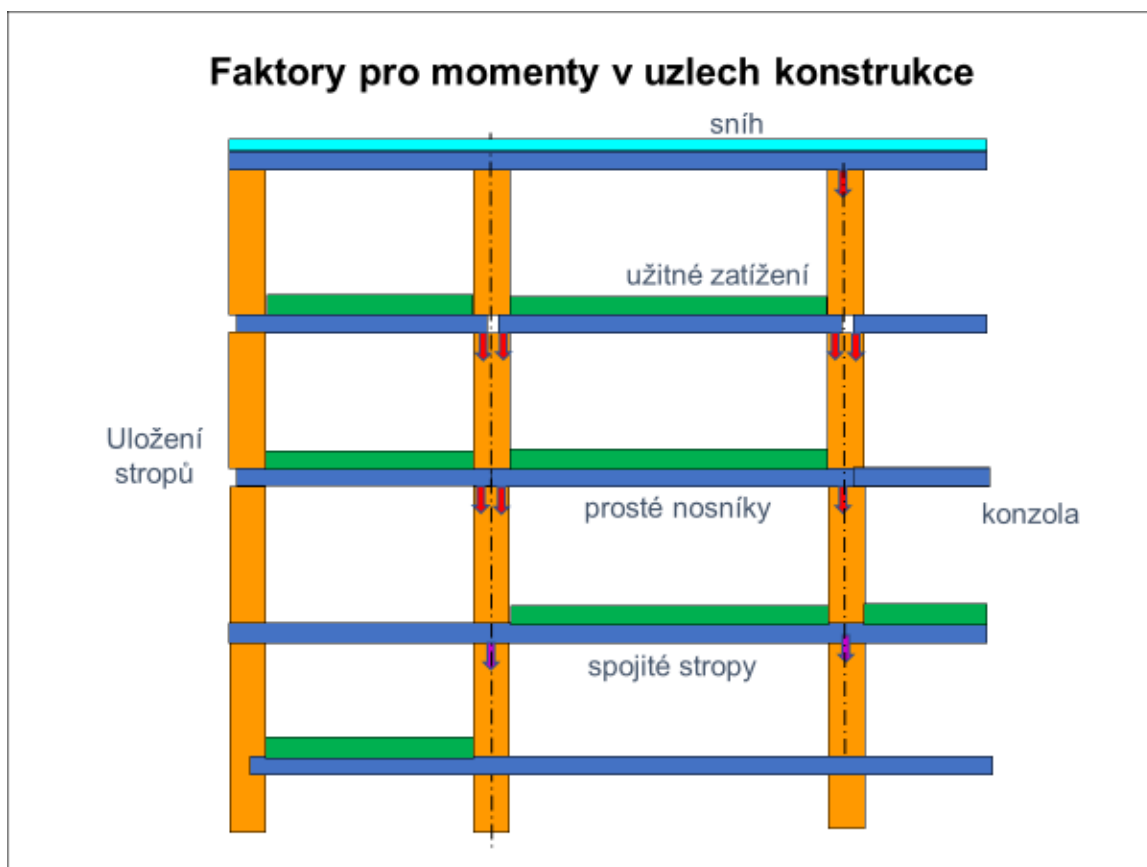
Obr. 44 – Schématický model pro pružnou soustavu s excentricitou uložení stropu



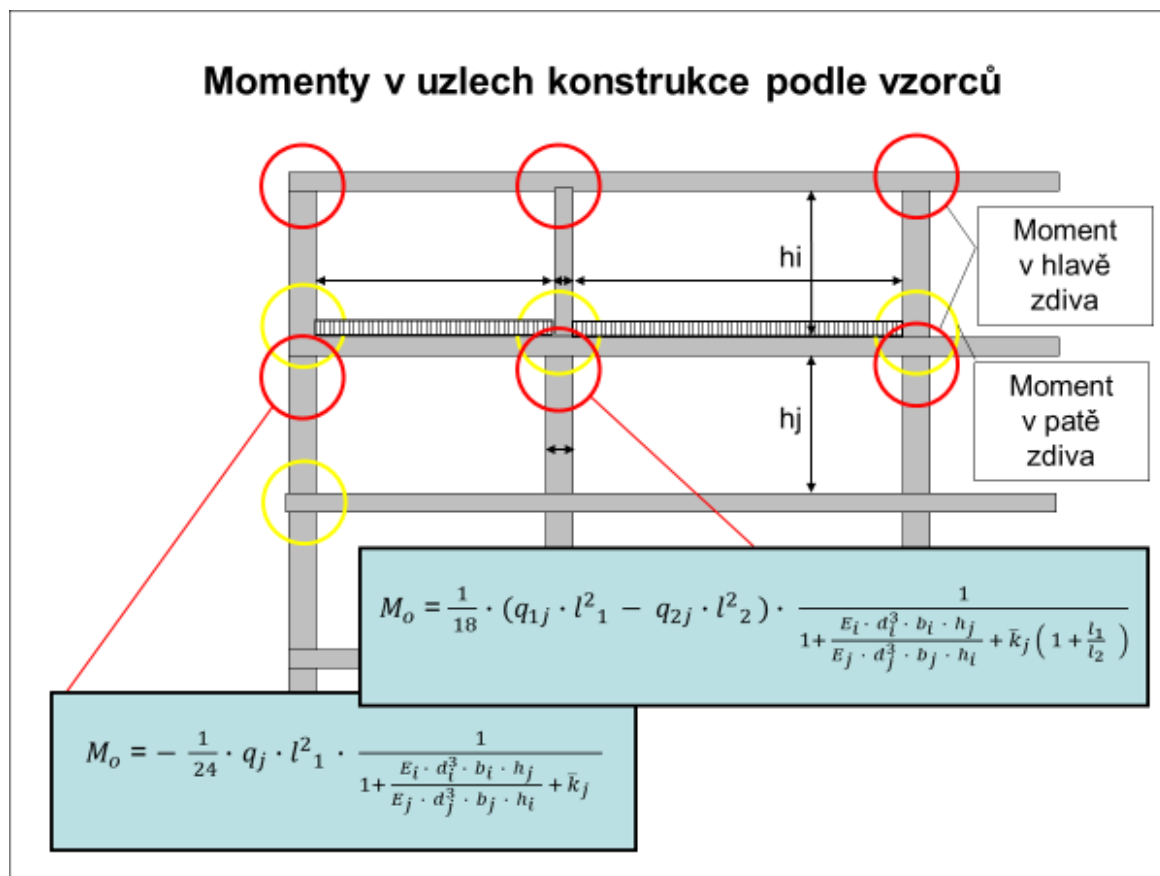
Obr.45 – Schématické modely zděné konstrukce vícepodlažních objektů



Obr. 46 – Zjednodušené statické modely zděných staveb



Obr. 47 – Různé případy zatížení stěn zděné stavby



Obr. 48 – Schéma pro stanovení momentových účinků ve styčích zdiva a stropu

17. Statické výpočty zdiva

Statické výpočty svíslé únosnosti

Výpočty provádíme běžným způsobem podle platných norem eurokódu. Jedná se o sestavení zatížení podle norem řady ČSN EN 1991 a rozměrů stavby (stěn, stropů, skladby podlah a materiálů). Kombinace zatížení se sestavují podle ČSN EN 1990 pro jednotlivé návrhové situace.

Posouzení zdiva se provádí způsoby podle ČSN EN 1996-1-1 nebo Zjednodušeně podle ČSN EN 1996-3, pokud stavba splňuje podmínky pro uplatnění zjednodušeného výpočtu (viz předchozí kniha Zděné konstrukce I).



Obr. 49 – Schéma o tom, co u zdiva staticky navrhujeme



Obr. 50 – Znázornění metod výpočtu svislé únosnosti zdiva

1. Co rozhoduje dle ČSN EN 1996-1-1 Zmenšovací součinitel

Vliv excentricity svislé síly

Vliv vzpěru

$$\phi_m = \left(1 - 2 \frac{e_{mk}}{t}\right) * e^U$$

$$U = -\frac{u^2}{2}$$

$$u = \frac{\lambda \cdot l - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}}$$

$$\text{štíhlost } \lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}}$$

Štíhlost

Vliv cihel

Obr. 51 – Tvorba zmenšujícího součinitele standardním výpočtem

2. Zjednodušený návrh únosnosti zdiva dle ČSN EN 1996-3 pro budovy a stěny s omezenou výškou a rozpětím

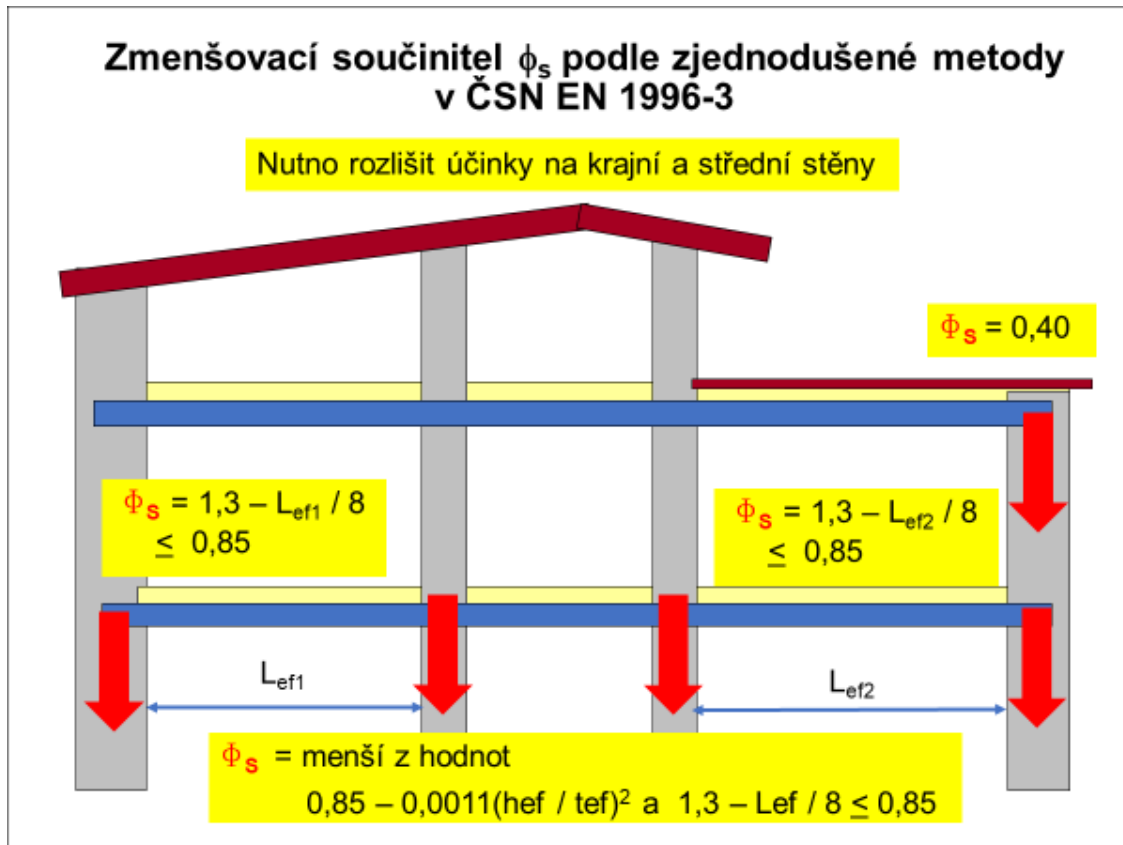
Návrhová únosnost stěny namáhané svislým zatížením (tlakem)

$$N_{Rd} = \Phi_S * f_d * A = \Phi_S * b * t_{ef} * f_k / \gamma_m \quad (\text{kN})$$

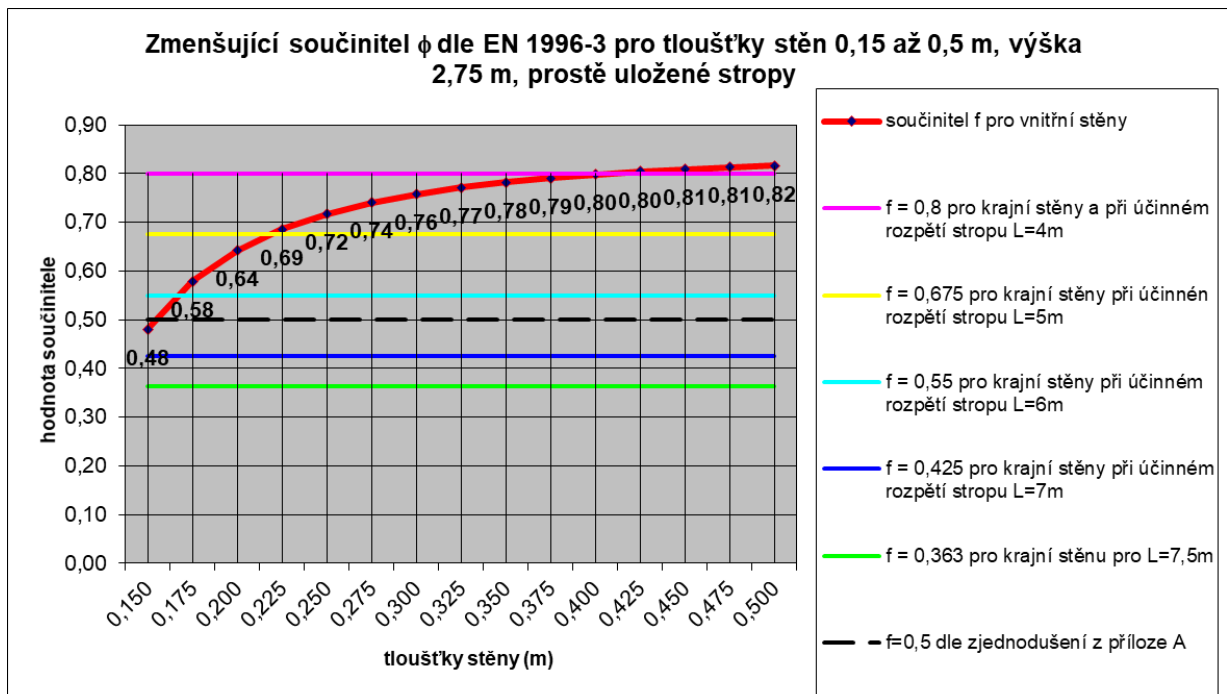
kde

- Φ_S zmenšovací součinitel – vliv štíhlosti a excentricity
- f_d je návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku;
- A zatěžovaná plocha vodorovného průřezu stěny, bez plochy všech otvorů

Obr. 52 – Návrhová únosnost zdiva podle zjednodušujícího návrhu

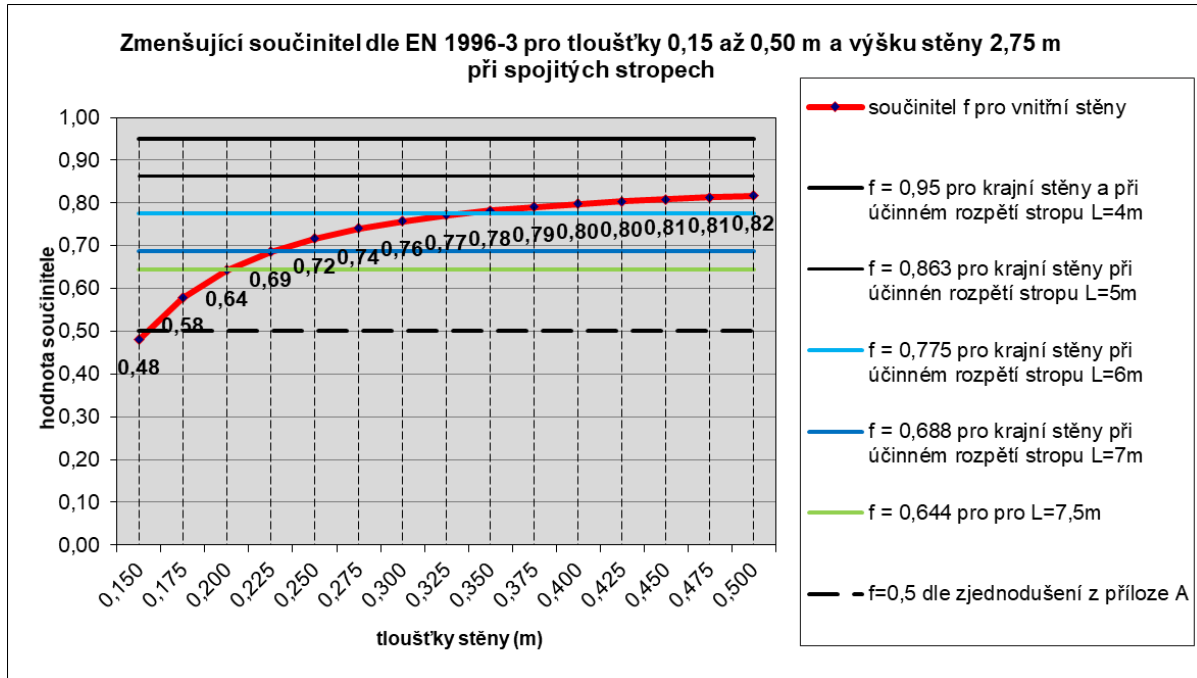


Obr. 53 – Ukázka výpočtu zmenšovacího součinitele u zjednodušené metody



Obr. 54 – Průběh součinitele pro výpočet podle zjednodušené metody uvedené v normě ČSN EN 1996-3 pro výšku zdiva podlaží 2,75 m a prosté uložení stropů

Z uvedených vzorců vyplývá, že značný rozdíl v hodnotě zmenšovacího součinitele je u vnitřních stěn. Jedná se o uvažování vzpěrné výšky stěny a způsobu uložení stropní konstrukce. Pro funkční spojitě stropní desky vychází zmenšovací součinitel vyšší oproti hodnotě při prostém uložení stropů.



Obr. 55 – Průběh součinitele pro výpočet podle zjednodušené metody uvedené v normě ČSN EN 1996-3 pro výšku zdiva podlaží 2,75 m a spojitě řešení stropů

3. Velmi zjednodušený návrh únosnosti zdiva dle přílohy A ČSN EN 1996-3 pro budovy s nejvýše 3 nadzemními podlažími

Návrhová únosnost stěny namáhané svislým zatížením

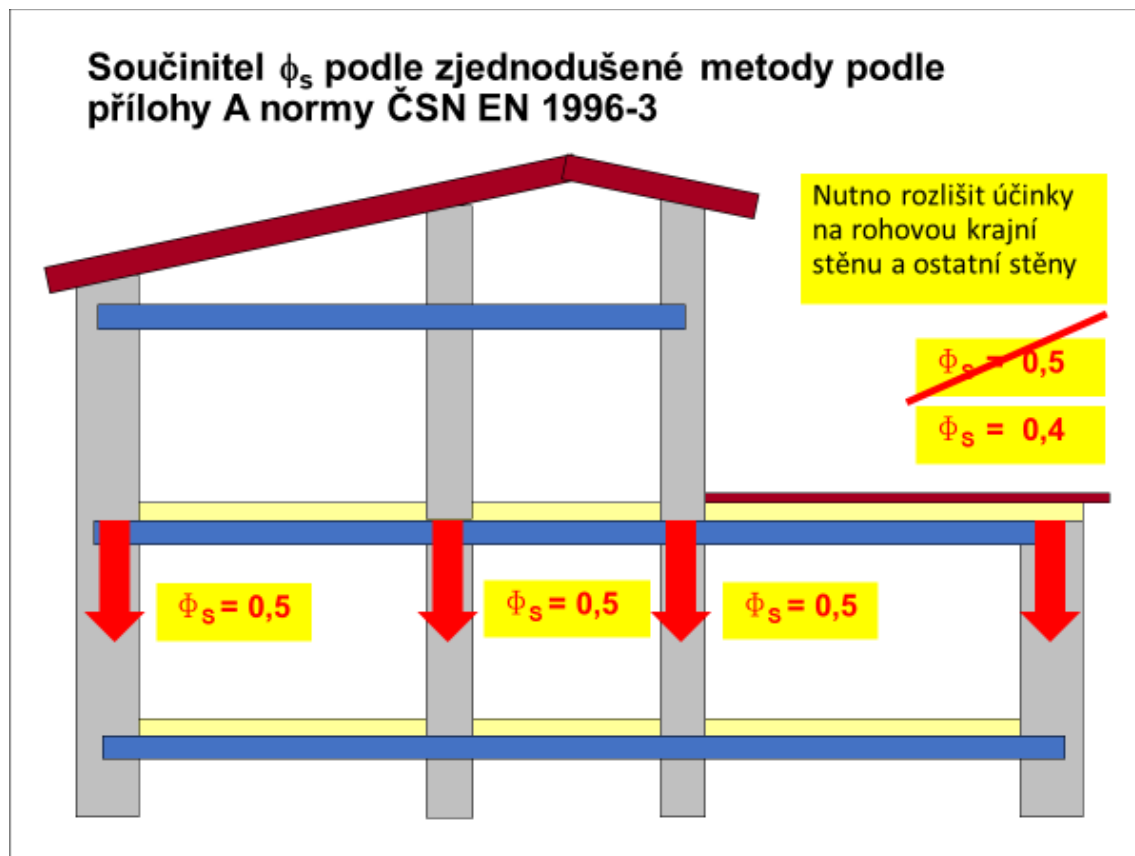
Návrhová únosnost stěny namáhané svislým zatížením N_{Rd} je dána vztahem:

$$N_{Rd} = c_A * A * f_d = c_A * b * t_{ef} * f_k / \gamma_m \text{ (kN)}$$

kde

- $c_A = 0,50$ pro $h_{ef} / t_{ef} \leq 18$
- $c_A = 0,36$ pro $18 < h_{ef} / t_{ef} \leq 21$;
- f_d je návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku;
- A zatěžovaná plocha vodorovného průřezu stěny, bez plochy všech otvorů

Obr. 56 – Výpočet podle přílohy A ČSN 1996-3



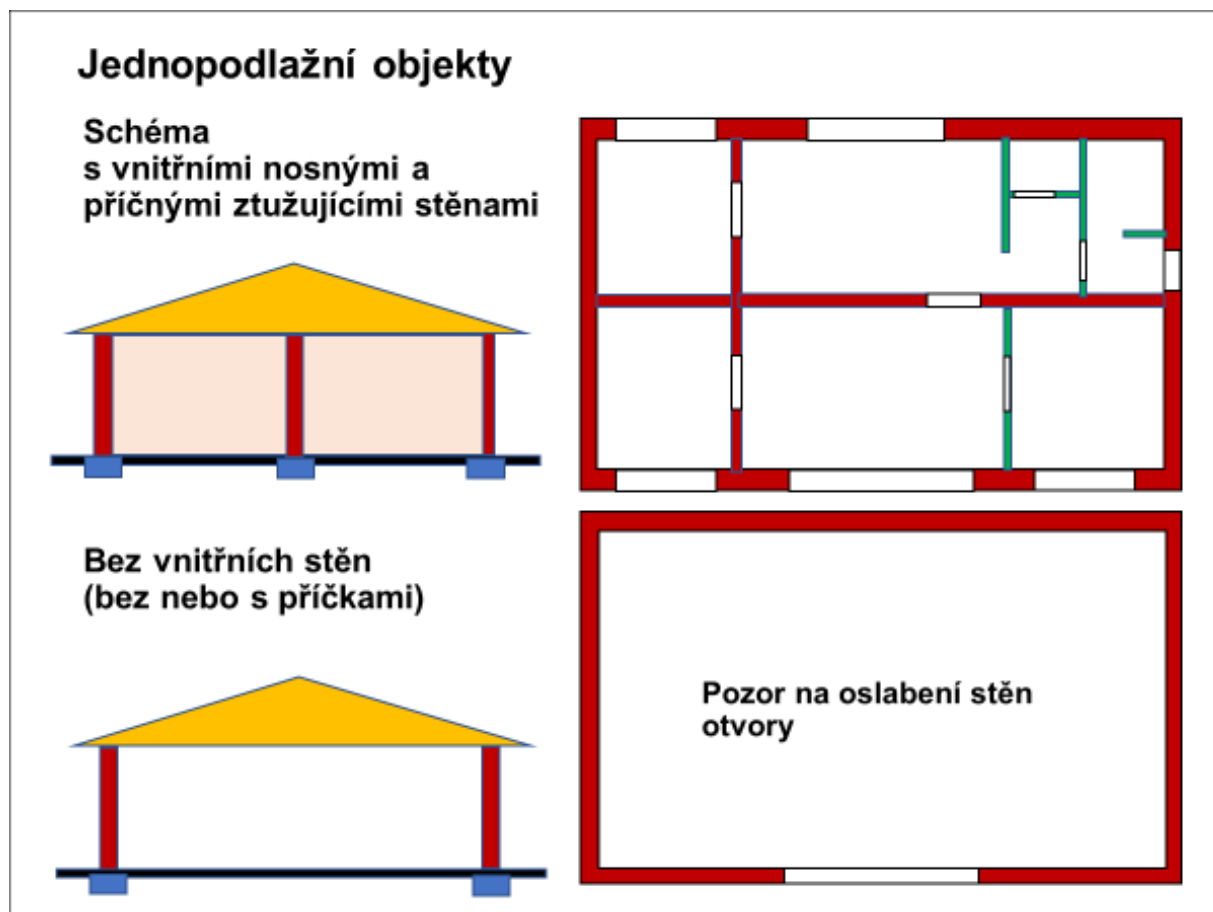
Obr. 57 – Zmenšovací součinitele podle přílohy A EC6 -3

18. Jednopodlažní a halové zděné stavby

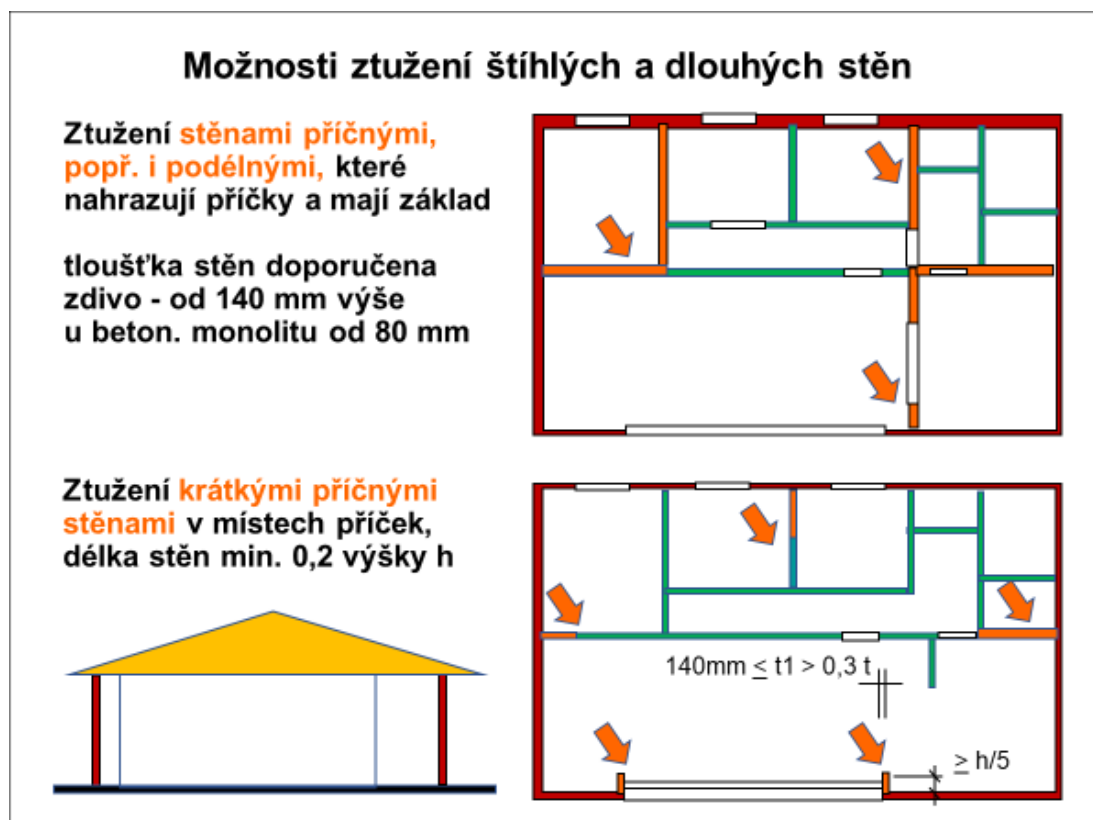
Jednopodlažní zděné stavby jsou dnes často řešeny bez pevného stropu. Vodorovnou konstrukci vytváří přímo střešní konstrukce, na níž jsou používány dřevěné vazníky. Taková střecha nemá dostatečnou vodorovnou tuhost a v nejlepším případě vytváří pouze spojení dvou protilehlých stěn. Chová se jako rámová příčle s klouby na svých koncích.

Vhodným řešením je použití střední nosné stěny a zajištění ztužení příčnými stěnami. Pokud toto není možné, je potřeba zesílit obvodové stěny anebo je vybavit masivními pilíři, krátkými stěnami, zalomením nebo vloženými sloupky vetknutými do základu. Schémata řešení jsou na následujících obrázcích. Rozměry stěn, pilířů a krátkých stěn je potřeba stanovit výpočtem.

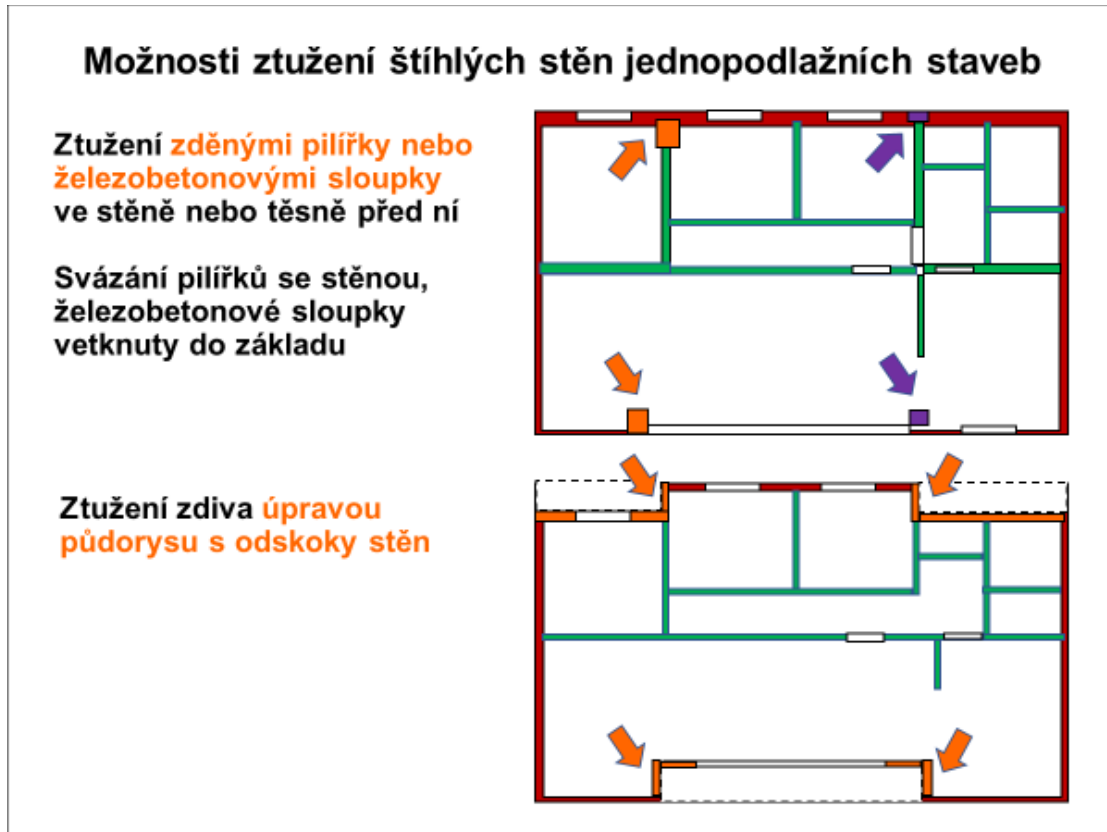
Při řešení jednopodlažních objektů je běžné oslabení obvodových stěn okenními a dalšími otvory. Otvory bývají značně široké a vysoké i na celou výšku podlaží. Pak je třeba důsledně řešit vztah střechy nebo stropní konstrukce a zděných stěn včetně zmíněné prostorové stability. Zmenšení rozměrů pro pilíře a jejich únosnost, zejména u stěn do tloušťky 240 mm, je potřeba důkladně prověřit výpočtem.



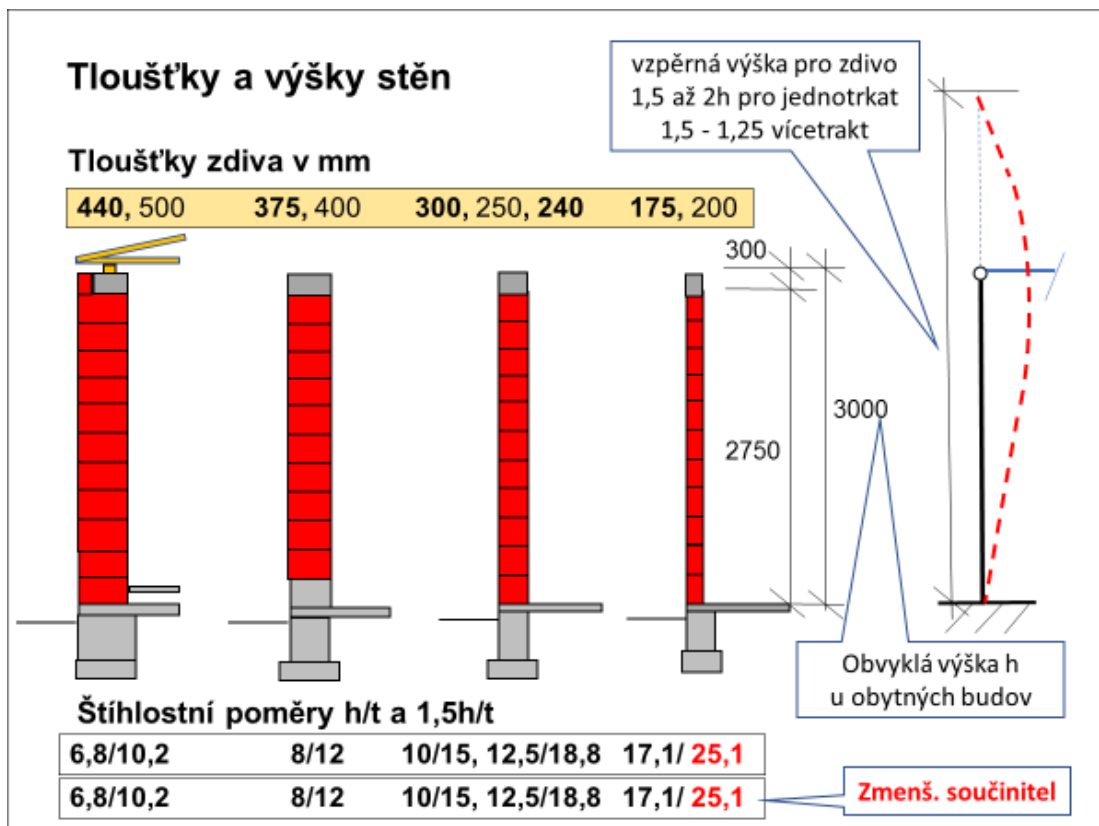
Obr. 58 – Schématické znázornění konstrukčního schématu jednopodlažních objektů



Obr. 59 – Schématické znázornění možnosti ztužení obvodových stěn



Obr. 60 – Schématické znázornění možnosti ztužení obvodových stěn



Obr. 61 – Schématické znázornění výšky stěn jednopodlažních budov bez pevného stropu

19. Závěrečné doporučení pro zděné stavby

Závěry k používání typů zdiva na základě projektových a statických zkušeností doporučujeme následující řešení zděných staveb.

Doporučení pro jednovrstvé konstrukce stěn

Při použití kvalitních tepelně izolačních bloků omezit jejich použití na nízkopodlažní výstavbu do několika podlaží v závislosti na nižší pevnosti těchto zdících prvků a únosnosti zdiva. Pro použití rozhoduje také rozpětí traktů a velikost stálého a užitného zatížení. Pozor na koncentrace zatížení na pilířích a pod průvlaky. Nutno řešit styk se stropy a střešní konstrukcí

Doporučení pro vícevrstvé konstrukce stěn

Vícevrstvé obvodové stěny uvažujeme z kvalitních zdících materiálů o vysoké pevnosti. Doplnuje je vnější tepelná izolace s kotvením do zdiva nebo ještě vnější montovaný, zavěšený či vyzdívaný plášť.

Pro obytné, ubytovací, výukové, kancelářské a jiné provozní objekty je obvyklé používat tloušťky stěn 240 mm, 250 mm nebo 300 mm. Použití štíhlých stěn pod 200 mm, 175 mm nebo i 150 mm musí být podloženo podrobným statickým výpočtem a musí být zajištěno opření hlavy stěny o vodorovně tuhý stropní konstrukci uloženou nejlépe na celou šířku stěny se světlostí do 6 metrů. Pozor na pilíře, vycházejí někdy malé. Prostorovou tuhost lze vylepšit vložením příčných stěn a pilířů.

Zděný objekt je třeba chápat jako celek, kdy spolehlivost a funkčnost jeho nosné konstrukce zajišťuje spojení a vazby svislých stěn a tuhých stropů. Nutná je vzájemná koordinace všech statických celků, jako jsou základy, svislé konstrukce, stropní konstrukce a střecha.

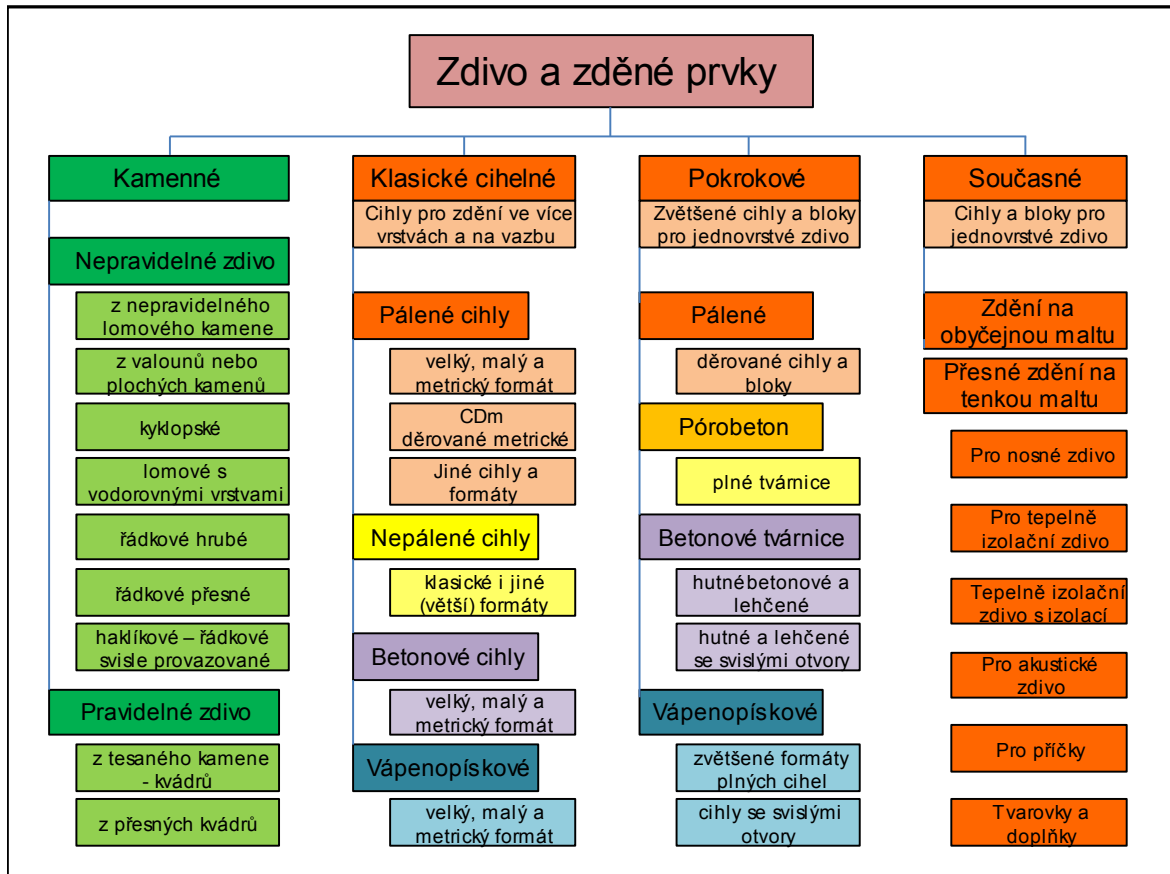
Listopad 2021, Luděk Vejvara

Přílohy – schémata a poznámky ke zdivu

Schémata a poznámky ke zdivu

Zdící prvky, stěny, styk stěna-strop, stěna-střecha

Celkem 37 schémat a příloh



Kamenné zdivo

Z lomového kamene

- z nepravidelného kamene
- z valounů
- z šikmo položených plochých kamenů
- kyklopské
- z vodorovně orientovaných plochých kamenů nebo z kamenů v řadách


Řádkové

- hrubé
- hrubé svísele provazované
- čisté
- čisté svísele provazované

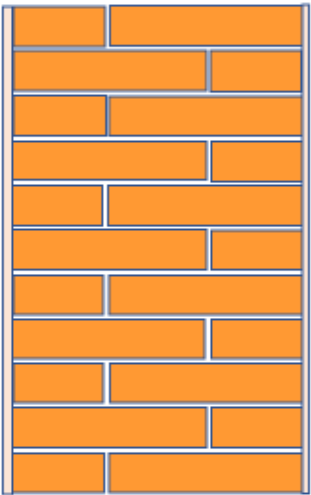
Kvádrové

- obkladové, nenosné jako některé z dalších
- s různou výškou řad
- přesné kvádrové
- majákové

1 - ZDIVO OBVODOVÝCH STĚN



Klasické zdivo

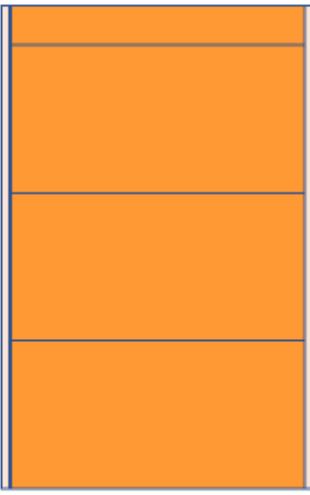


Plné cihly + malta

100			
-----	--	--	--

Současné zdivo

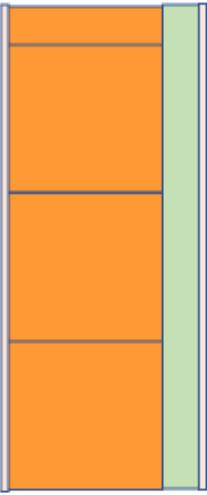
Jednovrstvá stěna



Cihelné bloky + tenká malta

100			
-----	--	--	--


Vícevrstvá stěna



Cihly + tep. izolace

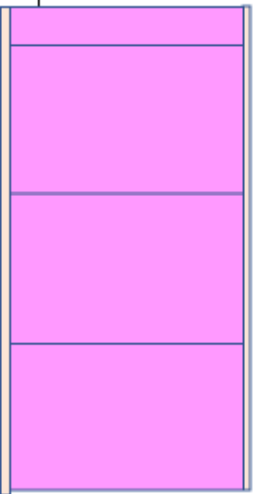
100			
-----	--	--	--

2 - Klasické zdivo z tvárnic a zdivo z tvárnic dnes



Starší

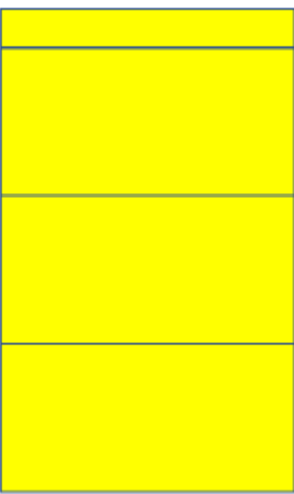
zdivo z tvárnic
 250, 300, 375 mm



100			
-----	--	--	--

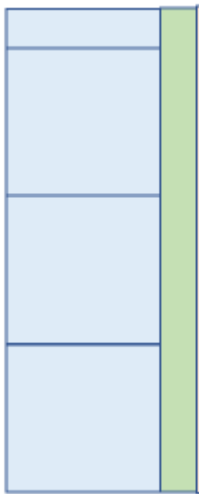
Dnes

Autoklávový
pórobeton



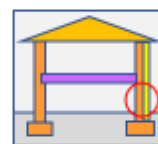
100			
-----	--	--	--

VPC, beton, Lehký beton

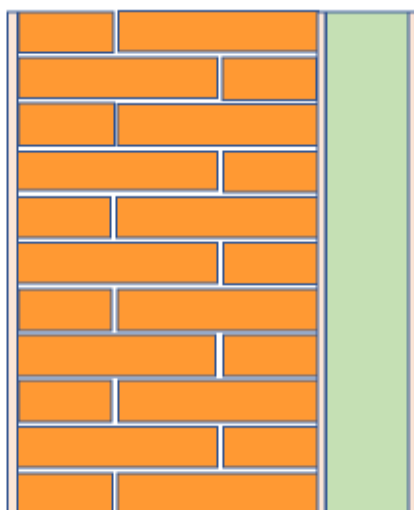


100			
-----	--	--	--

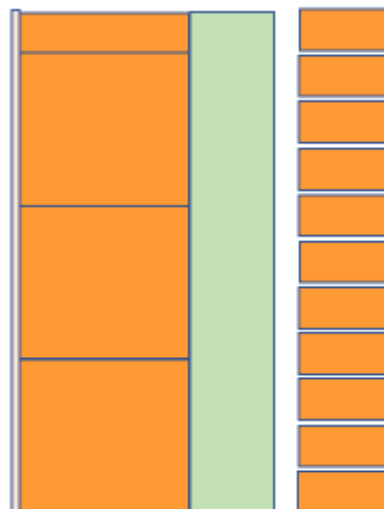
3 - Zdivo z pálených cihel s tepelnou izolací a s vnější přízdívkou



Klasické a nové



100					
-----	--	--	--	--	--

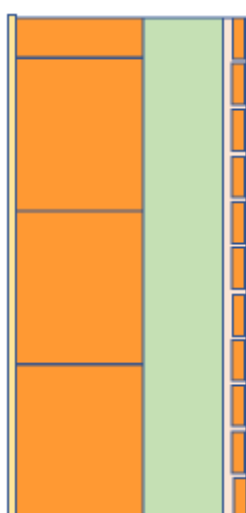


100					
-----	--	--	--	--	--

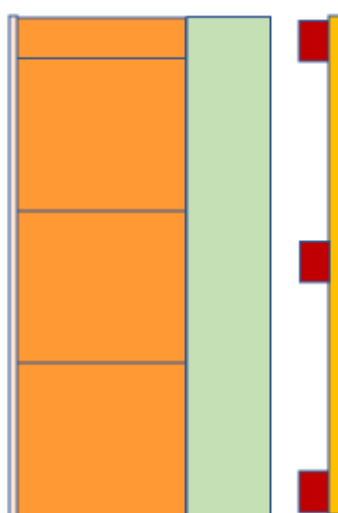
4 - Obvodová stěna ze zdiva s obkladem



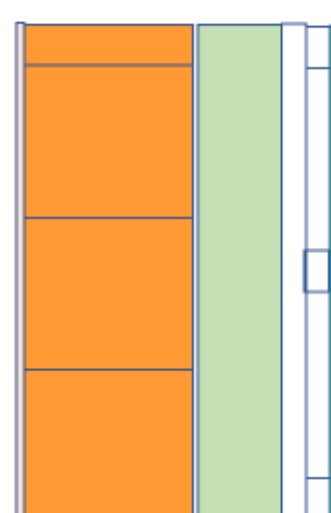
exteriér



100					
-----	--	--	--	--	--

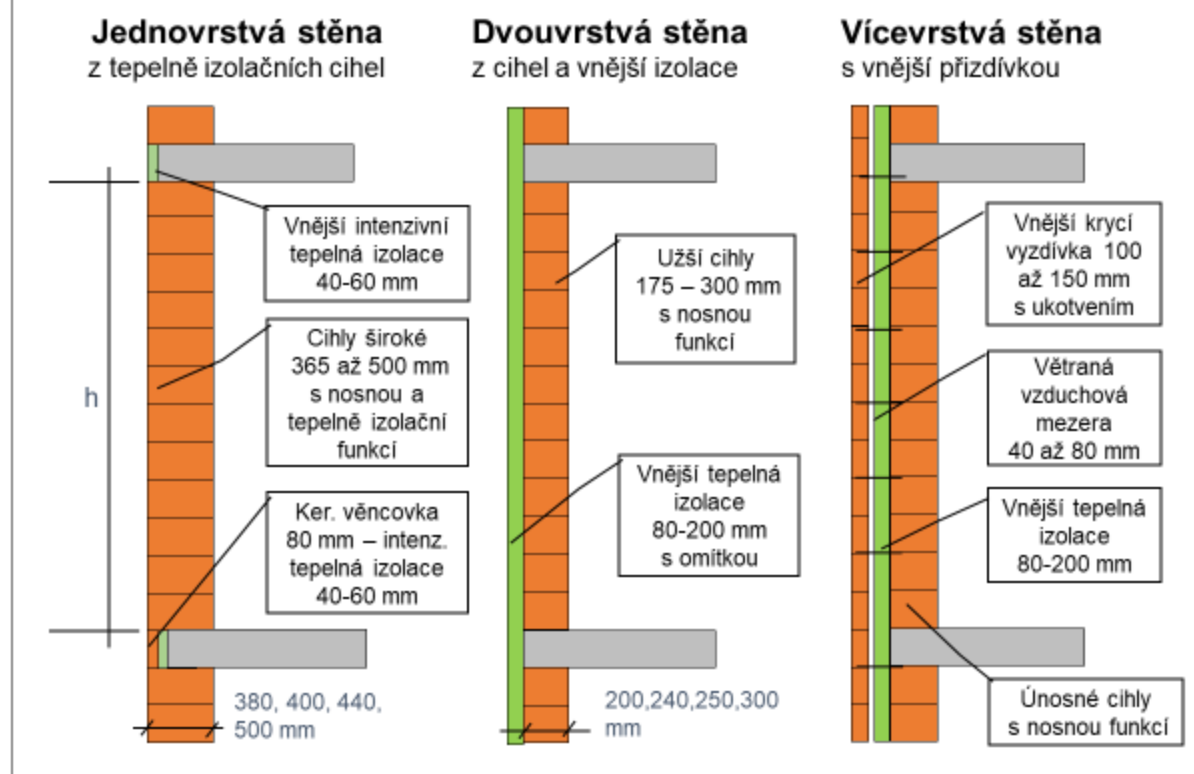


100					
-----	--	--	--	--	--

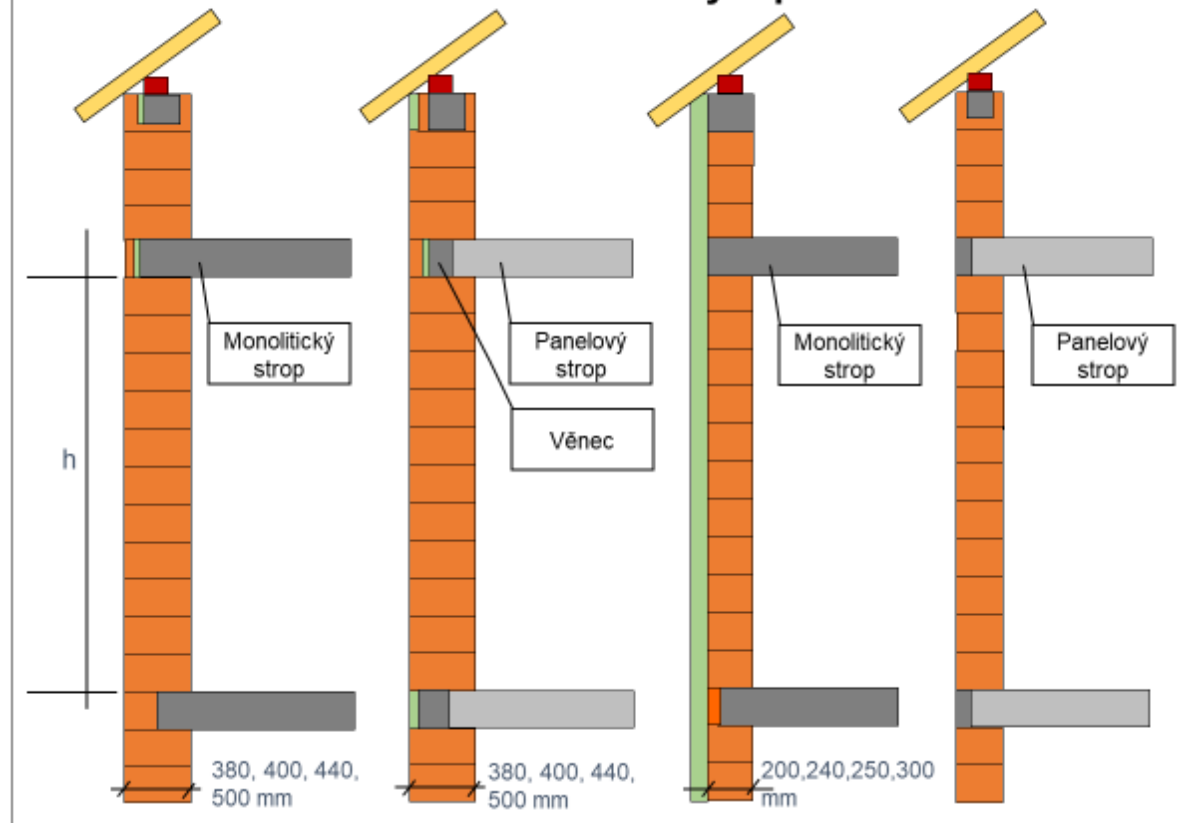


100					
-----	--	--	--	--	--

5 - Schémata řešení obvodové zděné stěny



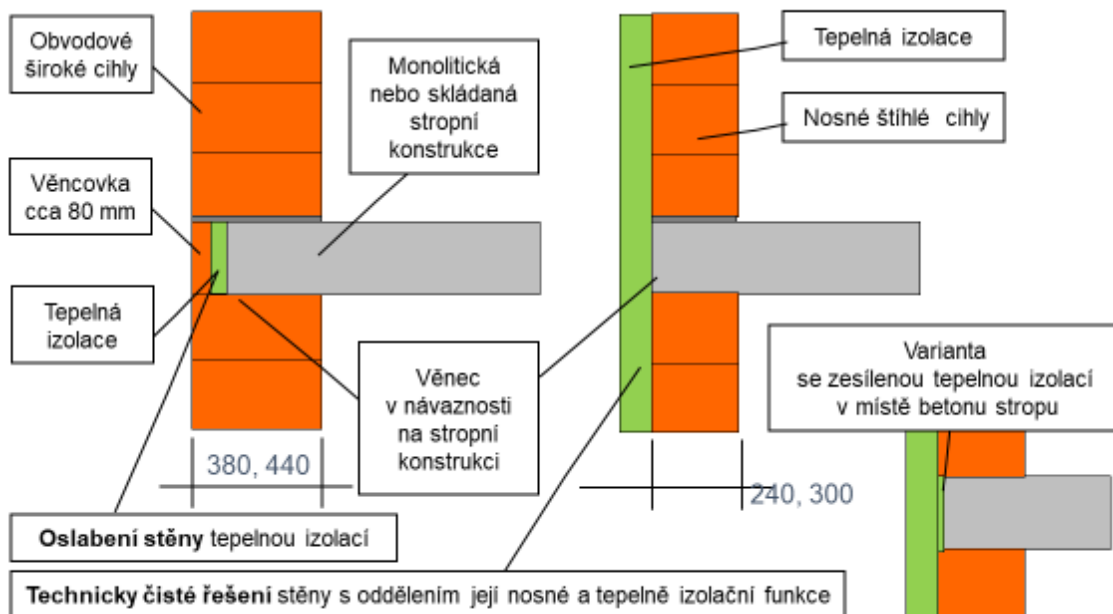
6 - Obvodové zděné stěny s podkrovím



7 - Styk obvodového zdiva a stropu

Při styku stropní konstrukce a zděné stěny máme dvě možnosti řešení s ohledem na nosnou a tepelně izolační funkci stěny a použité cihly

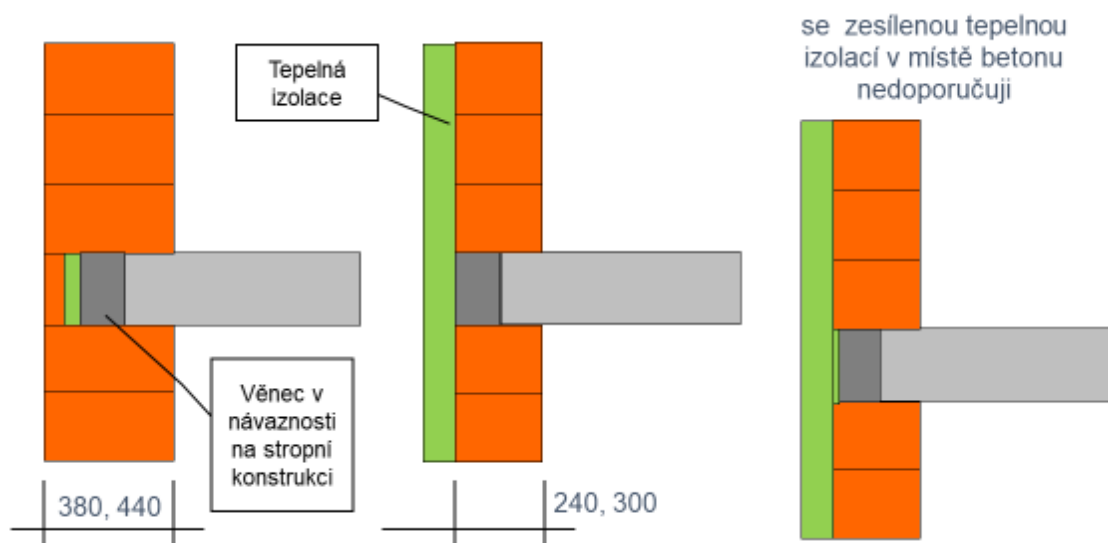
1. Pro jednovrstvé zdivo 2. U vícevrstvé stěny (zdivo a tepelná izolace)



8 - Možnosti řešení styku panelového stropu a stěny

Při styku stropu a stěny máme dvě možnosti řešení zdiva

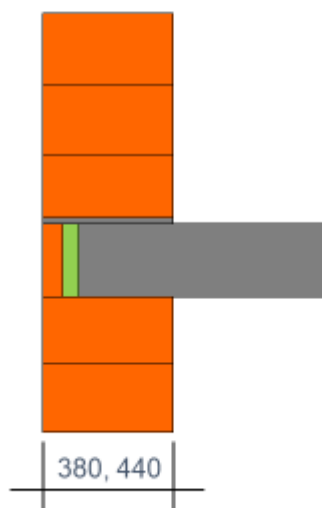
1. Jednovrstvé zdivo 2. Vícevrstvá stěna (zdivo a tepelná izolace)



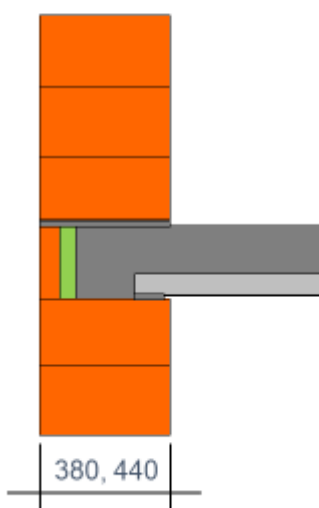
9 - Styk obvodového zdiva a stropu

Při styku železobetonové stropní konstrukce a zděné stěny máme tři možnosti uložení stropu

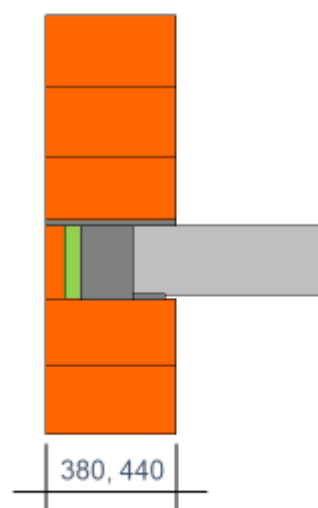
1. Přímou na zdivo
u monolitických desek



2. Na maltu
u filigránových a
skládaných stropů



3. Na maltu/podložku
u panelů



10 - Tuhost styku obvodového zdiva a stropu

A. Pro běžné nebo
vícepodlažní stavby

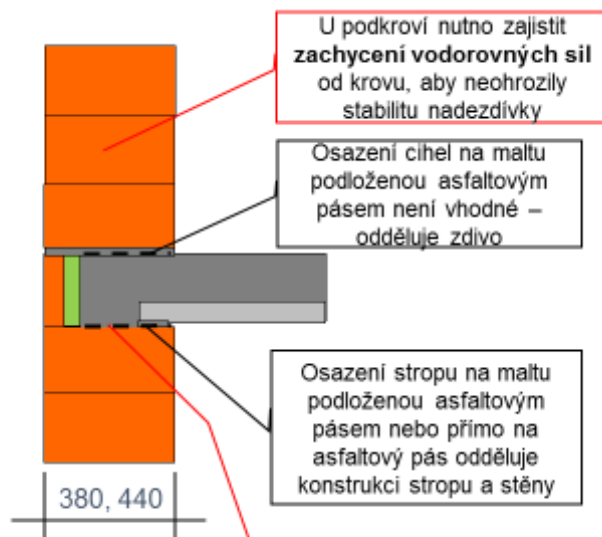


Osazení cihel na
cementovou
zakládací maltu

Osazení panelů a
nosníků stropu na
maltu nebo přímo
na cihly prováděn
betonovaný monolit

**Pevné spojení stropu a zdiva přilnavostí
betonu k cihlám zajišťuje nejlépe
prostorovou tuhost stavby**

B. Varianta se sníženou tuhostí styku
pro dvoupodlažní stavby a podkroví



U podkroví nutno zajistit
zachycení vodorovných sil
od krovu, aby neohrozily
stabilitu nadezdívky

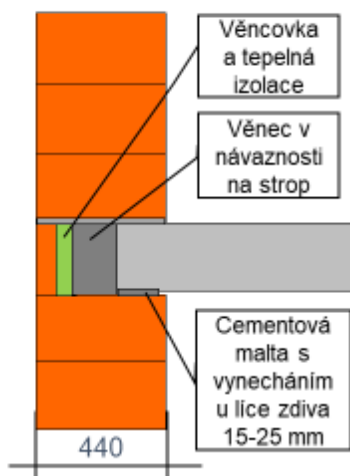
Osazení cihel na maltu
podloženou asfaltovým
pásem není vhodné –
odděluje zdivo

Osazení stropu na maltu
podloženou asfaltovým
pásem nebo přímo na
asfaltový pás odděluje
konstrukci stropu a stěny

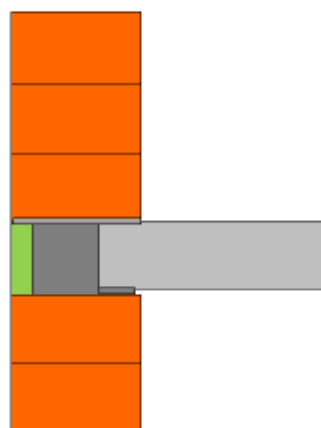
Spojení stropu a zdiva je zajištěno pouze třením
odvislým od velikosti svislé síly a snížené
koeficientem tření na asfaltovém pásu.
Staticky vzniká kloub nad i pod stropem

11 - Řešení styku prefa stropu a jednovrstvé zděné stěny

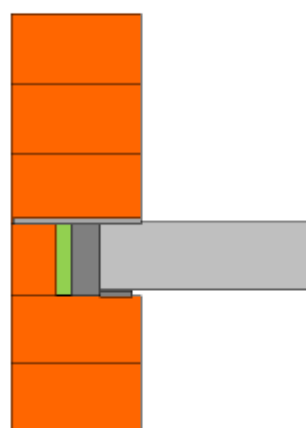
1. s věncovkou



2. s vnější izolací



3. s vnější cihlou



Příklady řešení pro tloušťku stěny 440 mm
 skladba v místě stropu z vnější strany stěny

věncovka 80 mm
 tep.izolace 80 mm
 žb.věnc 140 mm
 uložení stropu 140 mm

tep.izolace 80 mm
 žb.věnc 220 mm
 uložení stropu 140 mm

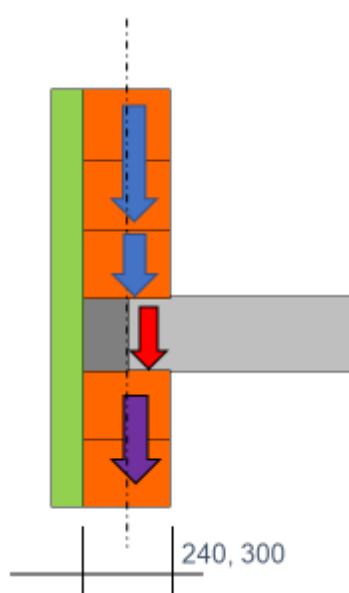
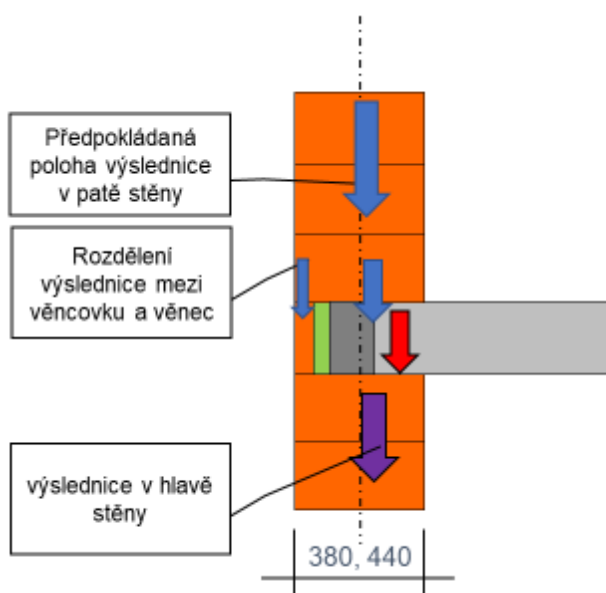
cihla děr. 140 mm
 izolace 50 mm
 žb.věnc 100-140 mm
 uložení stropu 140 mm

12 - Zdivo a řešení styku stropu a stěny

Při styku stropu a stěny máme dvě možnosti řešení zdiva

1. Jednovrstvé zdivo široké

2. Jednovrstvé zdivo úzké

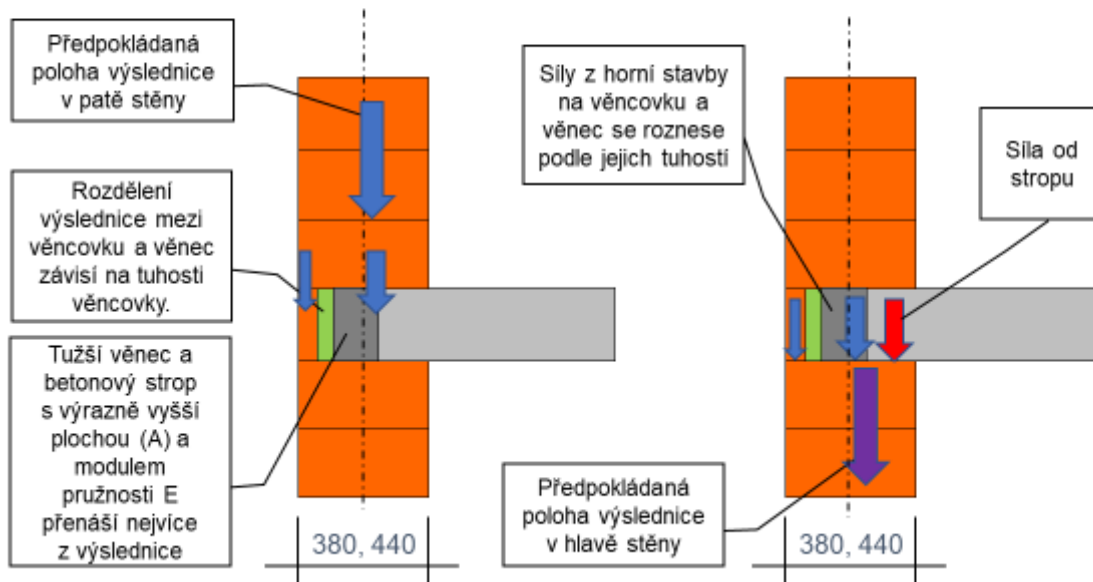


13 - Zdivo a řešení styku stropu a stěny

Poloha sil

1. Nad stropem v patě stěny

2. Pod stropem v hlavě stěny



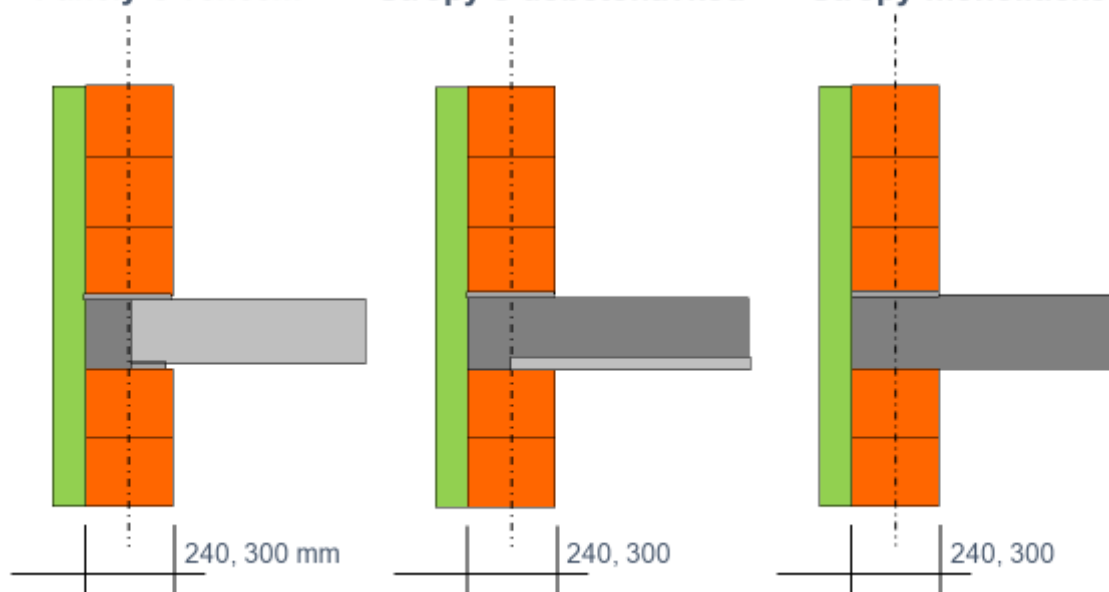
14 - Zdivo štíhlé stěny a jeho styk se stropem

Při styku stropu a zděné stěny

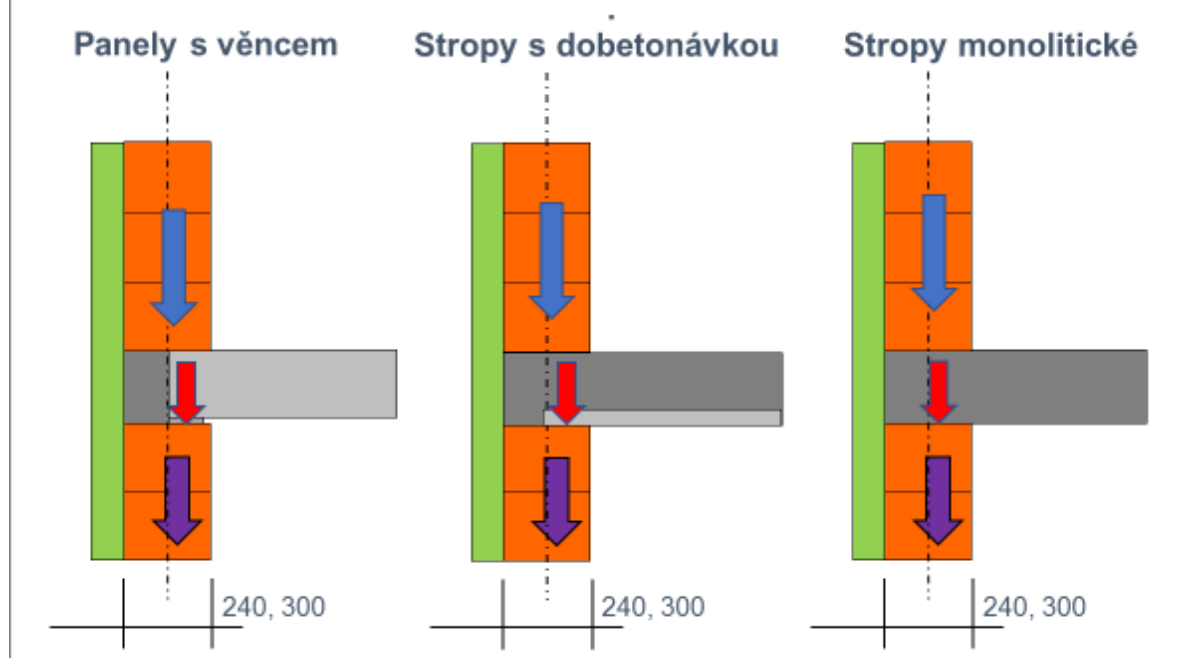
Panely s věncem

Stropy s dobetonávkou

Stropy monolitické

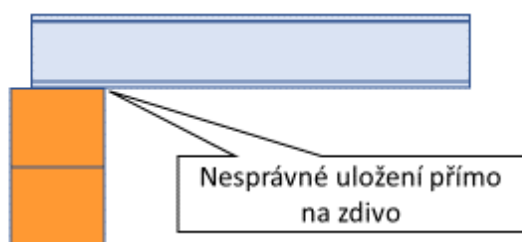


15 - Běžné stěny a řešení styku se stropem

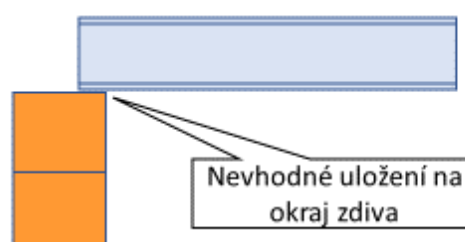


16 - Uložení ocelových nosníků na zdivo 1

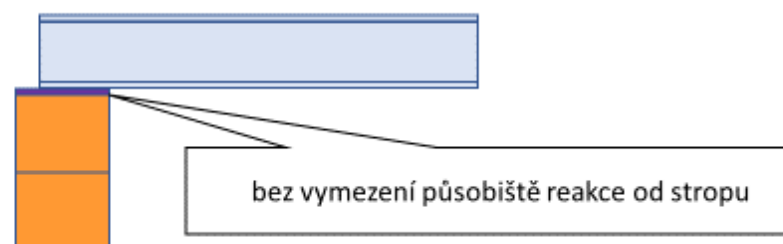
1.1 - Uložení na zdivo



1.2 - Uložení na část zdiva

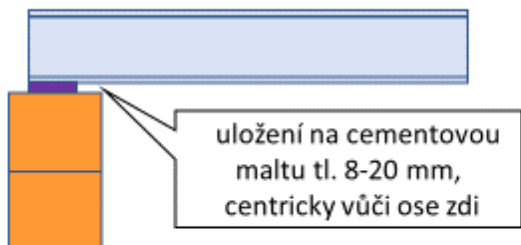


1.3 - Uložení na maltu

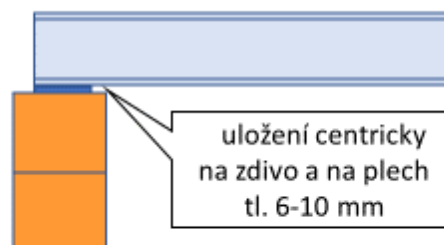


17 - Uložení ocelových nosníků na zdivo 2

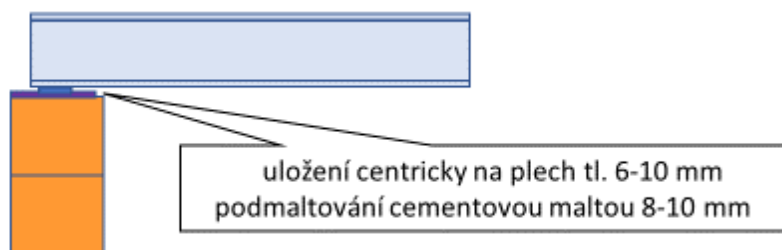
2.1 - Uložení na maltové lože



2.2 - Uložení na podkladní plech

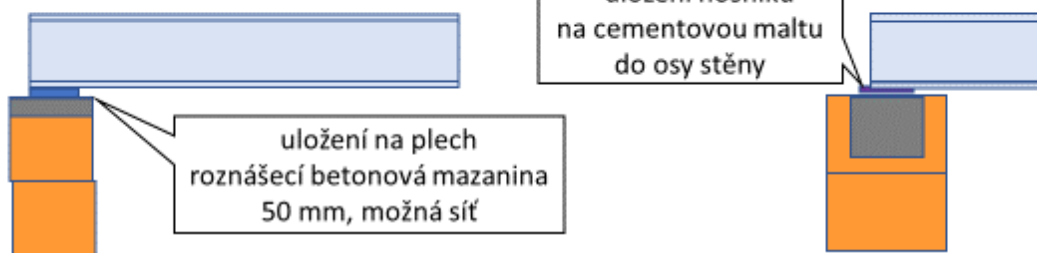


2.3 - Uložení na podkladní plech

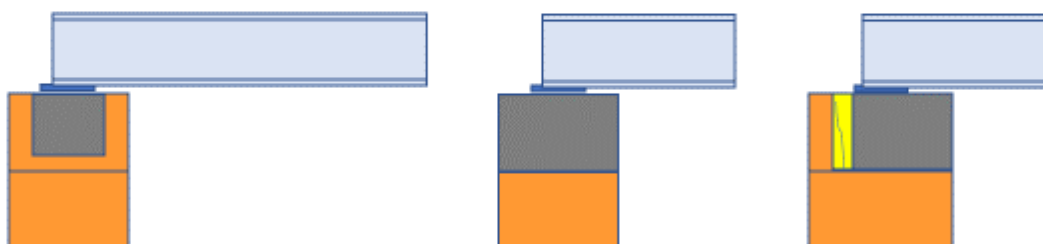


18 - Uložení ocelových nosníků na zdivo 3

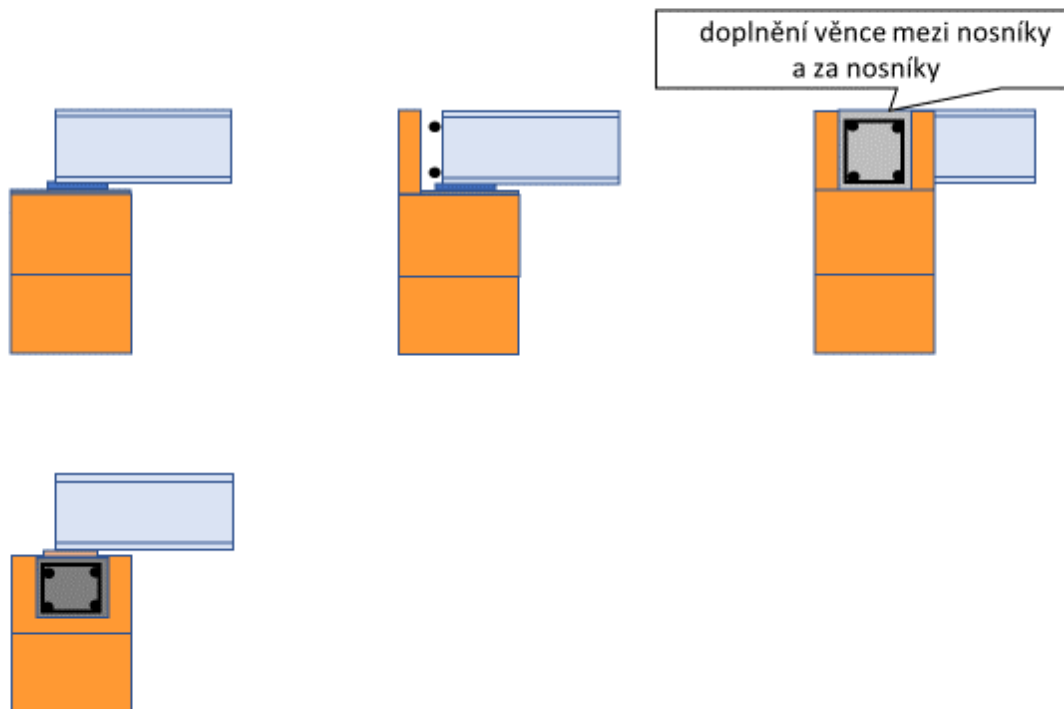
3.1 - Uložení na roznášecí beton



3.4 - Uložení na věnec



19 - Uložení ocelových nosníků 4



20. Přehled vývoje VPC od firmy Zapf-Daigfuss

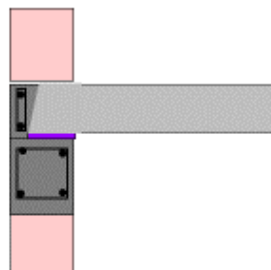
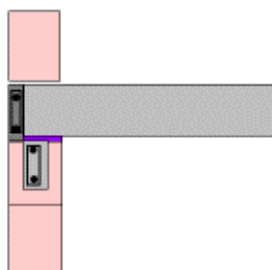
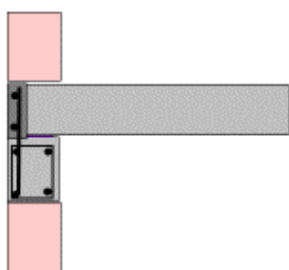
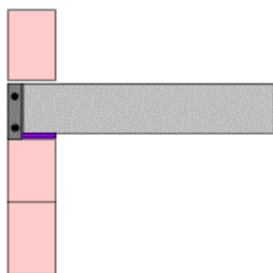


21. tradiční VPC



**Stěnový systém –
zdivo z VPC v
klasických formátech**

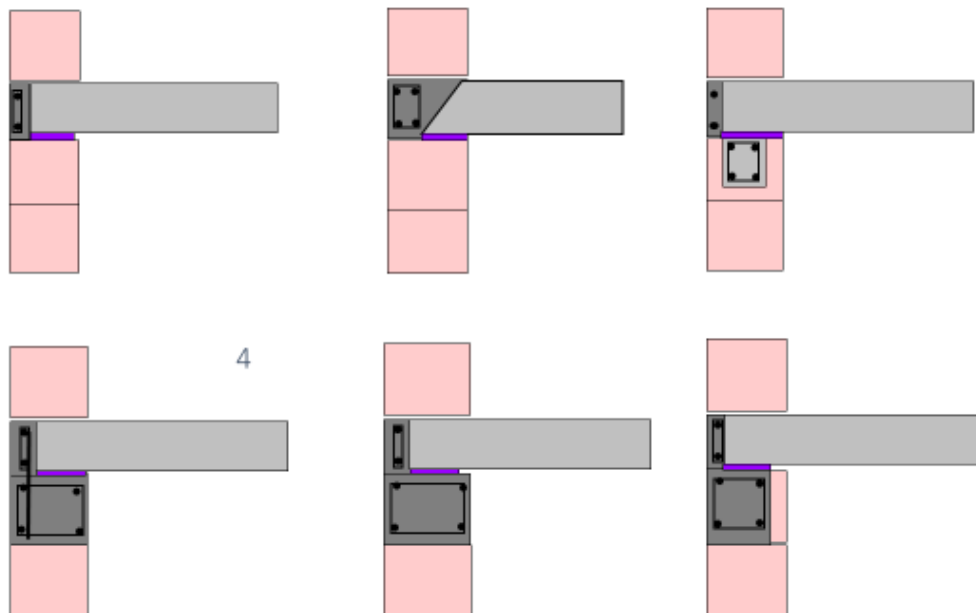
22. Strop a zdivo stěna $t = (150) \ 175 - 200 \text{ mm}$ Panelové žb. stropy na cihelné zdivo z VPC, betonu



23. Strop a zdivo

Panelové žb. stropy na současné zdivo (VPC, beton, pálené cihly)

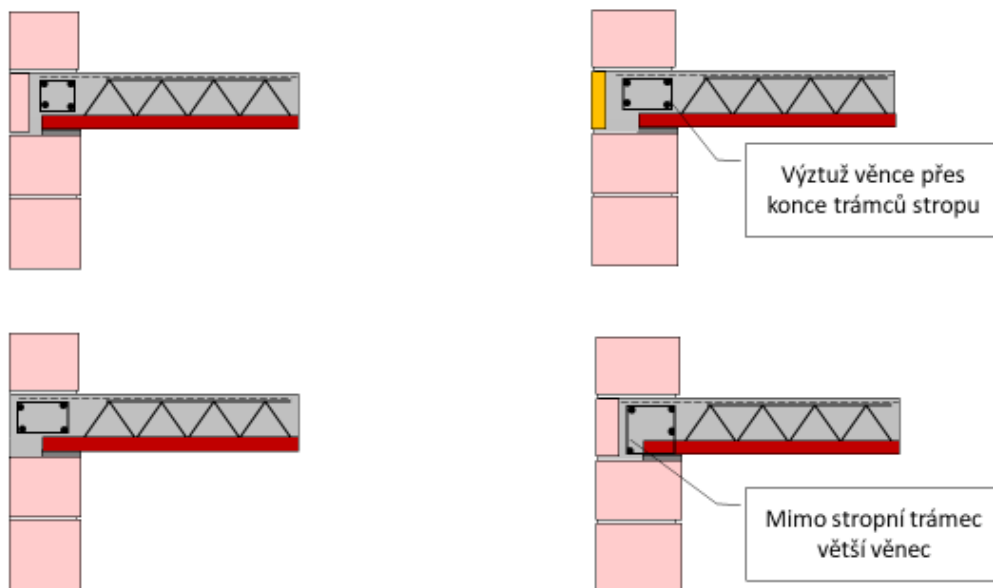
stěna $t = 240, 250, 300 \text{ mm}$



24. Strop a zdivo

Polomontované stropy na současném zdivu stěna tl. 240, 250, 300 mm

300mm

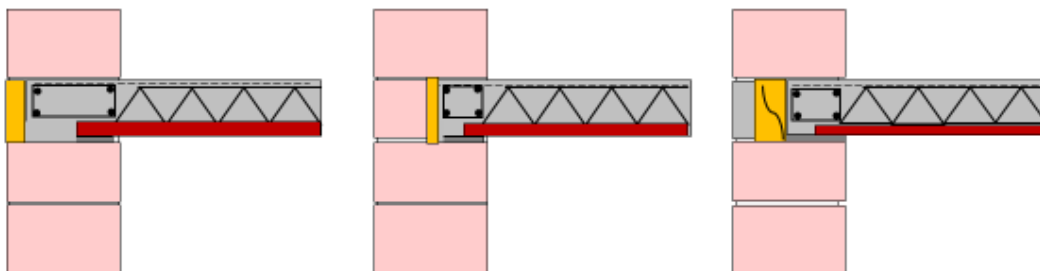


25. Strop a stěna

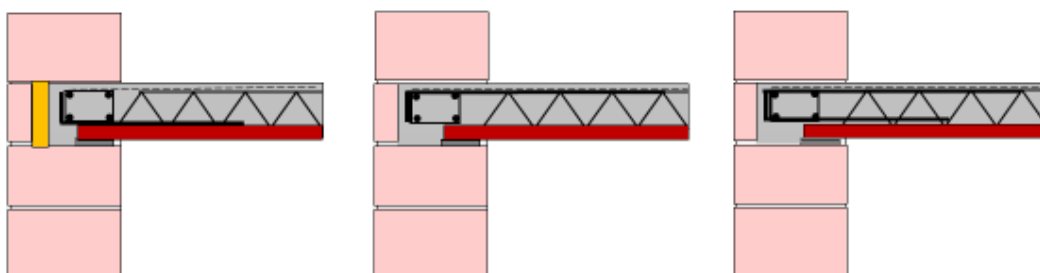
typ B

Polomontované stropy na současném zdivu

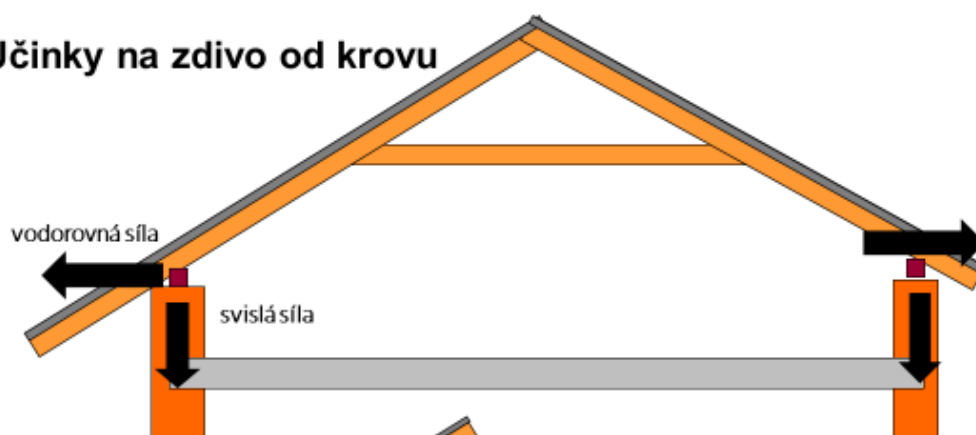
stěna $t = 440, 450, 500$ mm



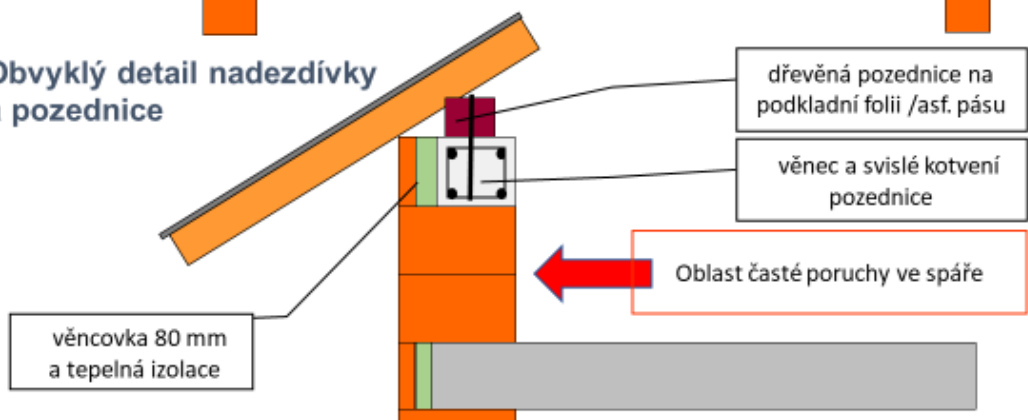
s přidavnou výztuží



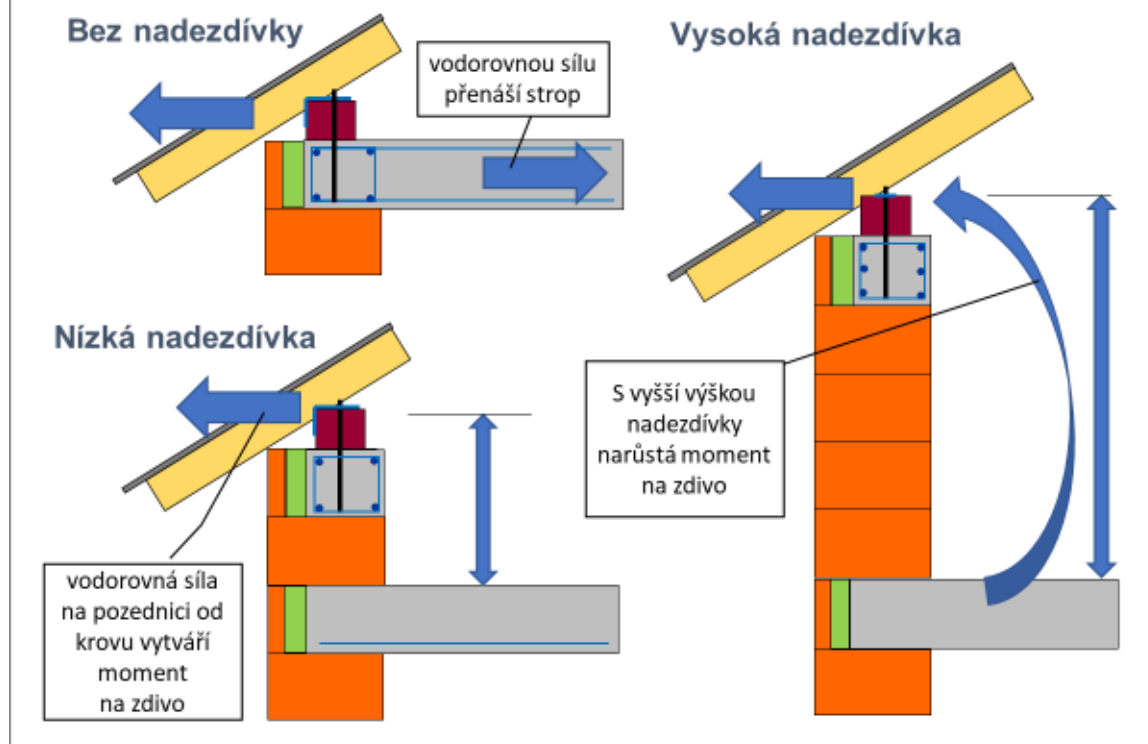
26. Účinky na zdivo od krovu



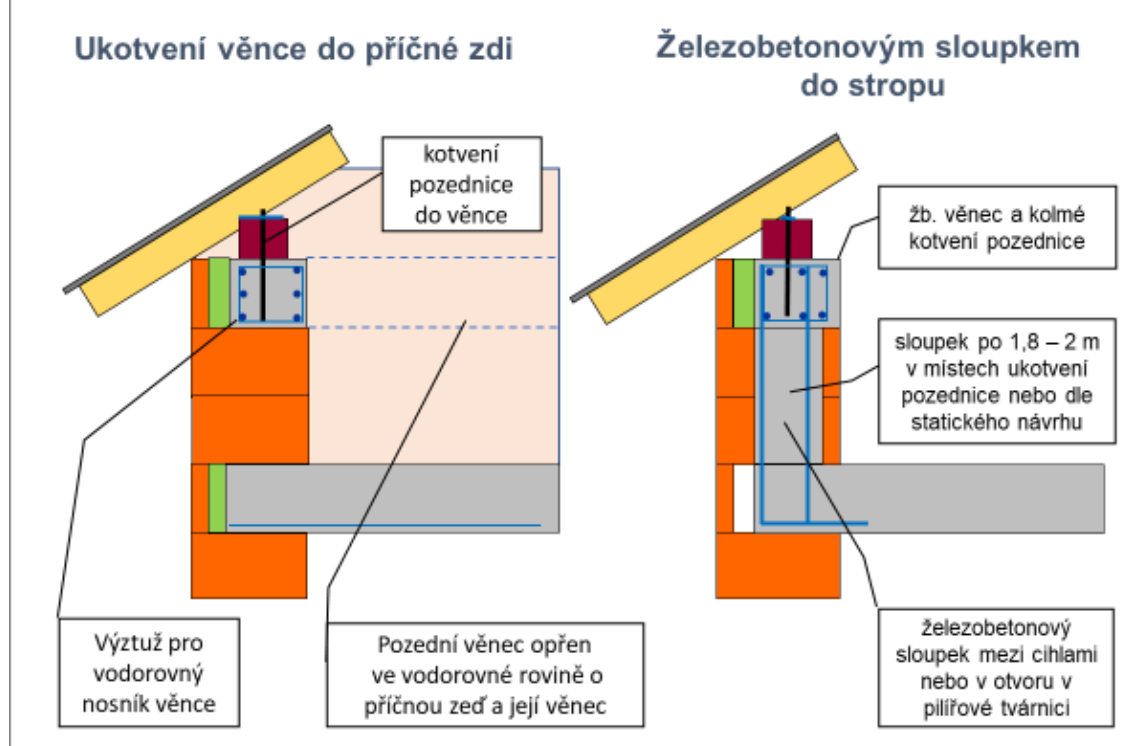
Obvyklý detail nadezdívky a pozednice



27. Ukotvení pozednice a výška nadezdívky

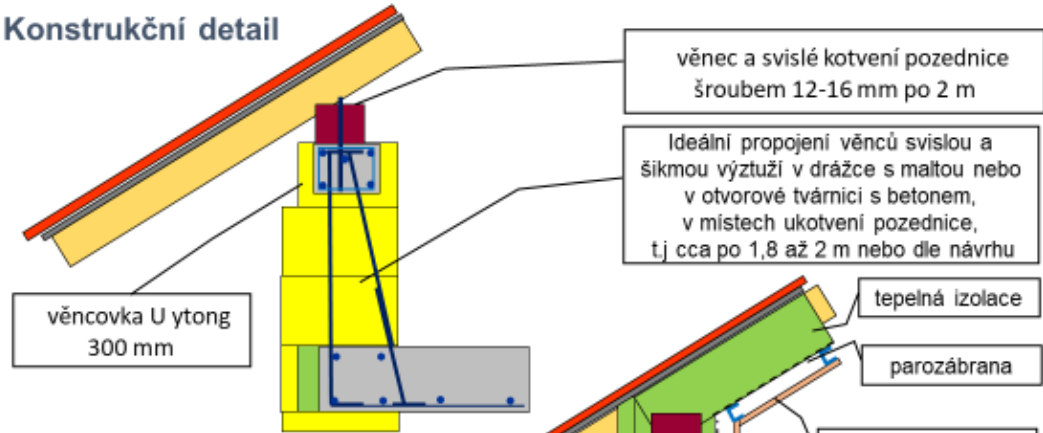


28. Ukotvení věnce pod pozednicí

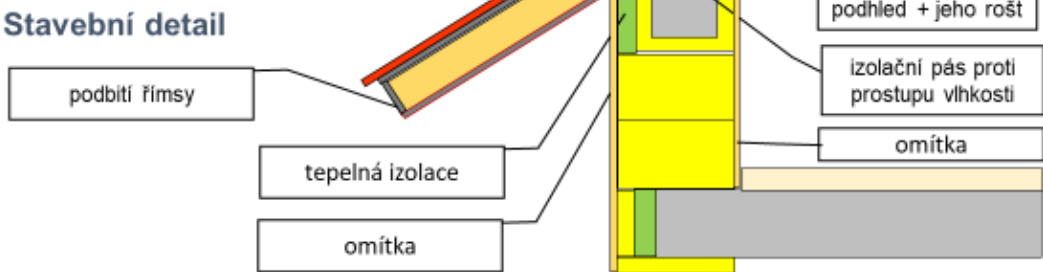


29. Detaily nadezdívky podkroví z pórobetonových cihel

Konstrukční detail

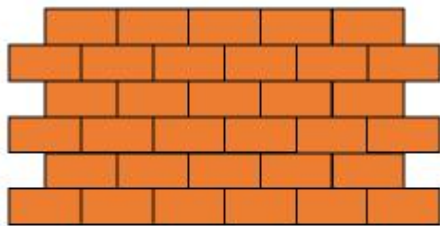


Stavební detail



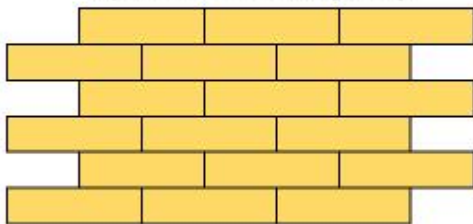
30. Základní vazby cihel u zdí

Vazáková vazba



pro zeď o tloušťce 250 a 300 mm z tradičních cihel s přesahem 1/4 (délky) cihly

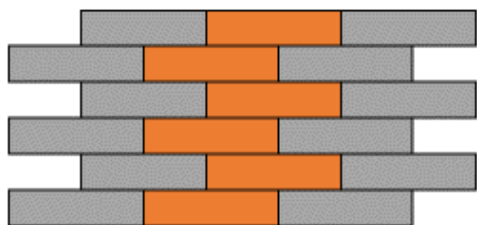
Běhounová vazba s přesahem 1/2 délky cihly



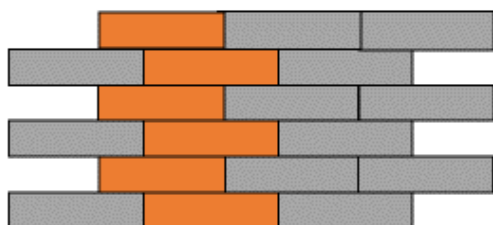
Střídání vazákové a běhounové vazby

31. Vazby cihel u zdí – běhounové vazby

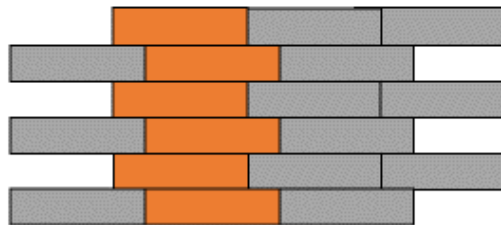
Běhounová vazba s přesahem 1/2 cihly



Běhounová vazba s přesahem 1/3 cihly

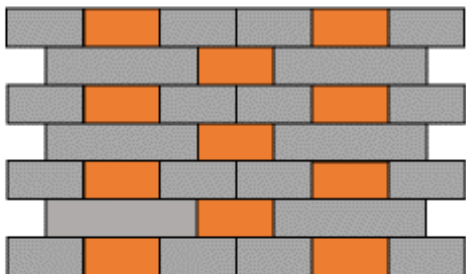


Běhounová vazba s přesahem 1/4 cihly

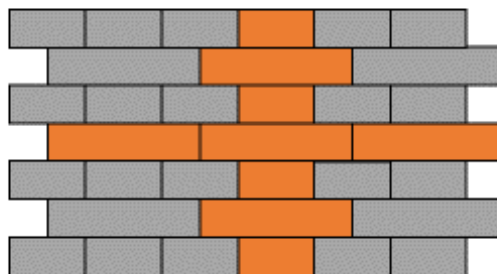


32. Vazby zdiva

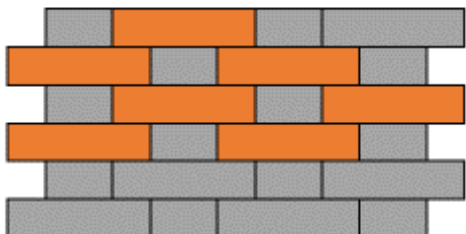
Holandská vazba



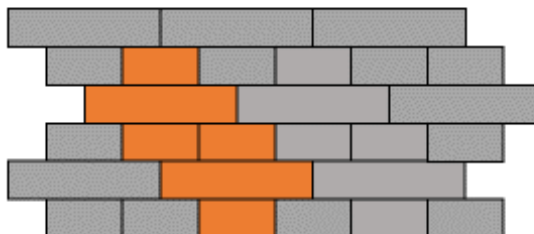
Polokřížová vazba



Vlámská nebo gotická či polská vazba

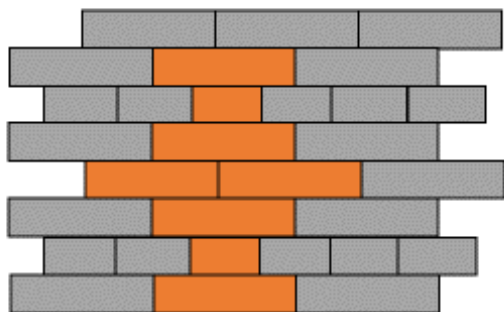


Křížová vazba

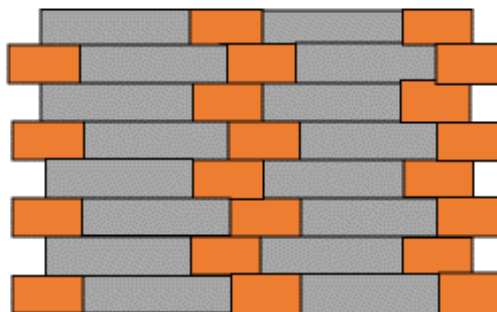


33. Vazby cihel další

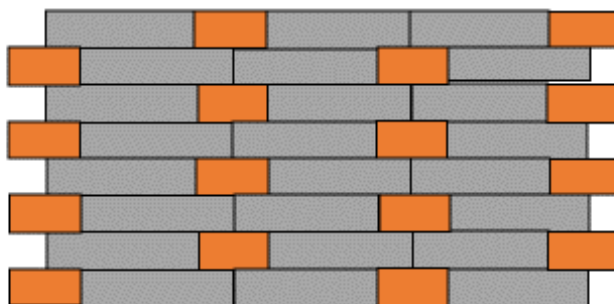
Anglická (zahradní) vazba



Slezská vazba

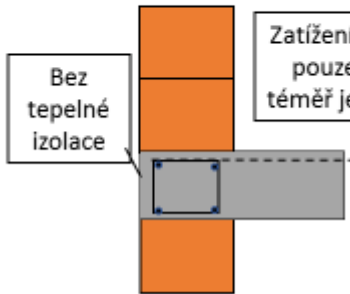


Kovadlinová vazba



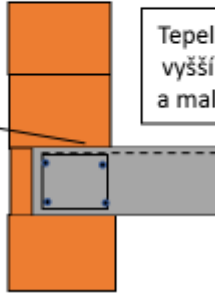
34 - Doporučení pro uložení stropních desek na zdivo

1 - Strop s lícem u vnějšího líce zdiva



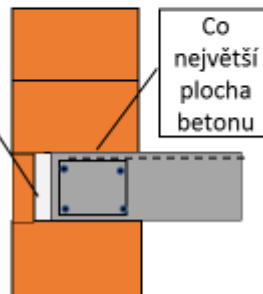
Zatížení přenáší pouze nebo téměř jen beton

3 - Strop s cihlovou věncovkou



Tepelná izolace vyšší účinnosti a malé tloušťky

5 - Strop s cihlovou věncovkou a izolací



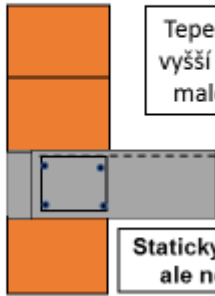
Co největší plocha betonu

2 - Strop s vnější izolací nebo odskokem



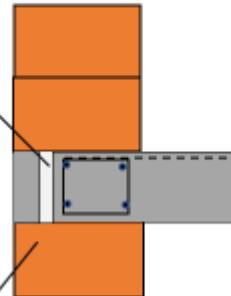
Tepelná izolace vyšší účinnosti a malé tloušťky, popř. odskok

4 - S betonovou věncovkou jako bedněním pro strop



Tepelná izolace vyšší účinnosti a malé tloušťky

6 - S betonovou věncovkou a izolací

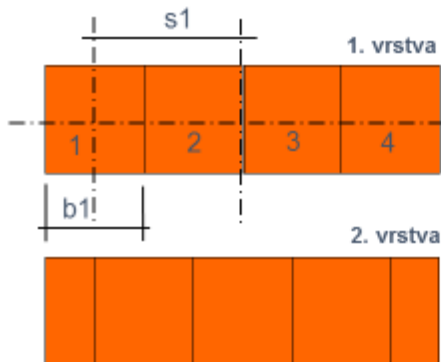


Statically výhodné, ale nedělá se

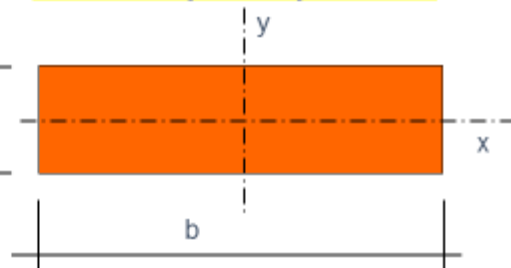
15

35 – Momenty setrvačnosti zděné stěny

1. Cihly oddělené svislou spárou



2. Cihly spojené maltou v kompaktní profil



$$I_{x1} = 1/12 b_1 t^3 \quad I_x = I_{x1} + I_{x2} + I_{x3} + I_{x4}$$

$$I_{y1} = 1/12 t b_1^3 + t b_1 s_1^2$$

$$I_y = I_{y1} + I_{y2} + I_{y3} + I_{y4}$$

$$I_x = 1/12 b t^3$$

$$I_y = 1/12 t b^3$$