



## Ztužení - konstrukční zásady

### Prostorové ztužení konstrukcí se styčnickovými deskami s prolisovanými trny

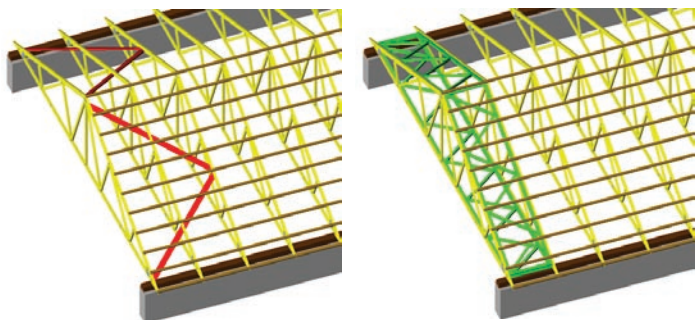
Příhradové konstrukce se styčnickovými deskami s prolisovanými trny jsou velice tuhé v rovině vazníku avšak poměrně měkké ve směru z roviny konstrukce. Proto je třeba při návrhu konstrukce navrhnout odpovídající prostorové ztužení.

Prostorové ztužení můžeme rozdělit na několik skupin:

- ztužení bránící vybočení v rovině střechy
- ztužení v rovině dolních pásů
- ztužení bránící vybočení z roviny vazníku
- ztužení tlačných diagonál

### Ztužení bránící vybočení v rovině střechy

Ztužení bránící vybočení v rovině střechy je třeba navrhnout v případě, že střešní plášť není dostatečně tuhá na to, aby zabezpečil přenos sil ve střešní rovině. Ztužení se skládá z podélných prvků (vaznice, latě) spojujících jednotlivé vazníky a diagonálních prvků ztužujících celou konstrukci (obr. 1). Funkci diagonálních prvků mohou převzít zavětrovací příhradové vazníky vkládané mezi horní pásy (obr. 2).



obr. 1: Ztužení v rovině střechy diagonálami    obr. 2: Ztužení pomocí zavětrovacího vazníku

Podélné prvky v programu Truss 2D brání vybočení horních pásů vazníku. Standardně jsou pro horní pásy navrženy ve vzdálenosti 600 mm. Jako podélné prvky ztužení se nejčastěji používají vaznice nebo střešní latě. Zvláště v případě střešních latí je třeba dbát na to, aby byly navrženy na odpovídající síly dle ČSN 73 1701 čl. 115 - 117 a řádně posouzeny. Pro větší vzdálenosti vazníků střešních latě a obzvláště jejich přípoje nemohou vyhovět. Veškeré přípoje je třeba navrhovat s ohledem na konstrukční požadavky dané normou. Není-li možné zajistit požadované vzdálenosti spojovacích prostředků při nastavování latí, je třeba tyto spoje vystřídát tak, aby všechny latě nebyly stykovány na jednom vazníku.

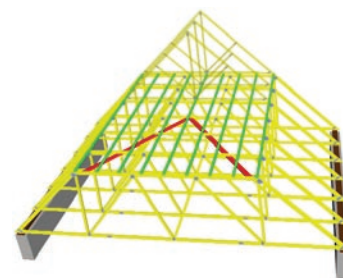
Diagonální prvky ztužují konstrukci a ve většině případů též přenášejí vodorovné síly od větru v podélném směru. Kromě dřevěných prvků se často užívá i ocelových zavětrovacích pásů.

Diagonální prvky ve střešní rovině lze nahradit zavětrovacími vazníky. Vždy je třeba pamatovat na to, že tyto vazníky by měly být navrženy na celou délku horních pásů (od hřebene střechy až do podpory). V místě zalomení horních pásů (např. hřeben střechy), a tedy napojení zavětrovacích vazníků, je nutno zajistit spojení vazníků zaručující přenos sil odpovídajících statickému schématu. Zavětrovací vazníky se nejčastěji osazují

jako součást tzv. ztužujícího pole, které se skládá se ze ztužujících vazníků v rovině střechy a spodních pásů a dvou přilehlých střešních vazníků. Použití zavětrovacích vazníků (resp. ztužujících polí) přináší velké množství výhod, od snadné výroby po montáž a osazení do konstrukce, kde zároveň funguje jako ztužidlo při montáži ostatních vazníků.

Rozmístění ztužujících prvků (diagonály příp. ztužující pole) vzdorujících větru by mělo respektovat požadavky normy (ČSN 73 1701 čl. 175), tj. u budovy delší než 12 metrů minimálně dvě ztužidla, maximální vzdálenost ztužidel 25 metrů.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat horizontálně děleným vazníkům. Řádně zavětrovány musí být i horní pásy spodního vazníku ve styčné spáře. Možné schéma je vidět na obr. 3.



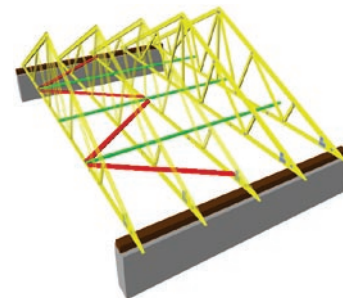
obr. 3: Ztužení horních pásů horizontálně děleného vazníku

Dle ČSN 73 1701 změna a, čl. IV. 35 musí být proti vybočení bráněny i veškeré styky tlačných prvků včetně vrcholových styků trojúhelníkových vazníků.

### Ztužení v rovině dolních pásů

Ztužení v rovině dolních pásů má za úkol zajišťovat požadovanou vzdálenost vazníků, zamezovat bočním posunům spodních pásů způsobených horizontálními silami (např. vítr v podélném směru) a zkracovat vzpěrnou délku tlačných pásů. Tlakové síly se ve spodních pásech mohou vyskytnout při sání větru, případně vychází přímo ze statického schématu (např. u mezilehlých podpor).

Spodní pásy se nejčastěji ztužují podélnými výtuhami, které jsou doplněny buď diagonálními prvky (obr. 4) nebo zavětrovacími vazníky vkládanými mezi pásy. Pokud je nutné nastavovat podélné výtuhy, mělo by se provést překrytí minimálně přes jedno pole. Vzdálenost ztužujících diagonál (respektive ztužujících příhradových vazníků) by neměla přesáhnout 25 metrů.

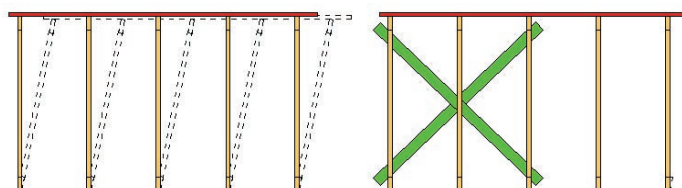


obr. 4: Ztužení dolních pásů vazníků

Ztužení není třeba navrhovat, jsou-li spodní pásy drženy dostatečně tuhým pohledem.

### Wybočení z roviny vazníku

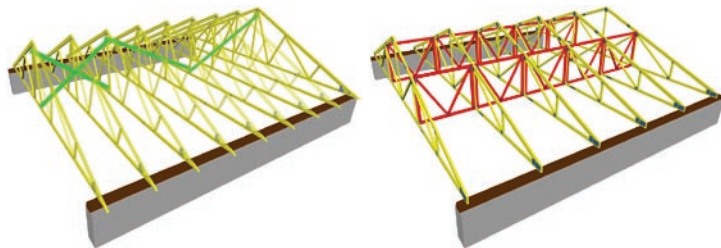
I když je řádně provedeno ztužení konstrukce v rovině střechy i v rovině spodních pásů, je třeba bránit vybočení vazníků z roviny, případně jejich



obr. 5: Schéma působení zavětrování proti vybočení z roviny vazníku

odchýlení od svislé polohy (schéma viz obr. 5). Proto je třeba mezi vazníky navrhnout odpovídající ztužení. To většinou probíhá v podélném směru v rovinách mezilehlých prutů (stojin či diagonál).

Toto ztužení je možné provést například pomocí ondřejských křížů či kombinace ondřejských křížů a stoupajících a klesajících diagonál (obr. 6).



obr. 6: Ztužení konstrukce proti vybočení z roviny obr. 7: Ztužení pomocí vkládaných příhradovin vazníku

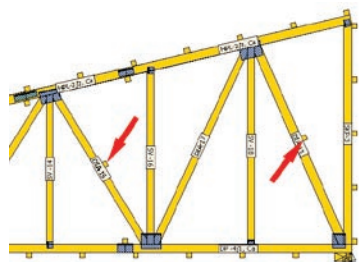
Při větších vzdálenostech vazníků se nabízí i jiná řešení ztužení, účinné je například použití krátkých příhradovin vkládaných mezi vazníky (obr. 7). Tyto příhradoviny mohou být vyrobeny též za pomoci styčnickových desek s prolisovanými trny. Takto vyrobené příhradoviny se chovají jako tuhé desky a přispívají tak k větší prostorové tuhosti konstrukce.

Toto ztužení lze kombinovat s podélným ztužením tlačných mezilehlých prutů, je-li dle výpočtů třeba.

### Ztužení tlačných diagonál

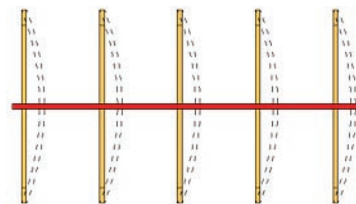
Dlouhé tlačné výplňové pruty jsou poměrně štíhlé a často nevyhoví na vzpěr z roviny vazníku. Je tedy třeba navrhnout taková konstrukční opatření, která dostatečně sníží štíhlost prutu. Toho můžeme dosáhnout buď zkrácením vzpěrné délky prutu nebo zvětšením jeho tuhosti.

Vzpěrnou délku z roviny vazníku můžeme zmenšit přidáním průběžných vodorovných výztuh. Program Truss 2D dokáže sám navrhnout tyto výztuhy v místech kde jsou potřeba (obr. 8), lze však jejich počet i dodatečně upravit. Započítané výztuhy se zobrazují v nákresech konstrukce a jejich schéma je i součástí statického výpočtu generovaného programem. Samotné podélné výztuhy však vybočení konstrukce nezabrání, je třeba tyto výztuhy nepoddajně ukotvit.

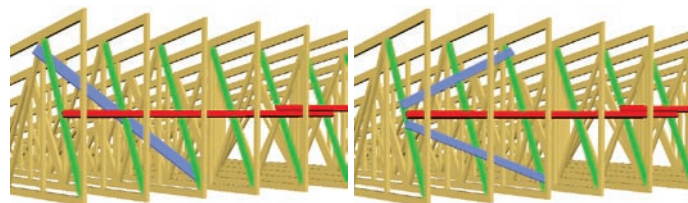


obr. 8: Výřez z programu Truss 2D

V opačném případě hrozí vybočení celé skupiny výztuhou spojených dílců (viz obr. 9). Nepoddajné ukotvení se nejnadhěji provede přidáním diagonálních prvků do roviny ztužených dílců. Možné varianty řešení jsou vidět na obrázcích 10 a 11.

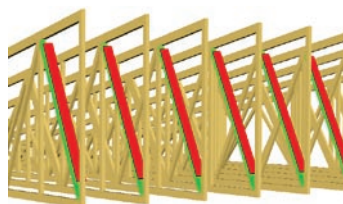


obr. 9: Schéma vybočení skupiny tlačných prvků



obr. 10: Varianty tuhého ukotvení podélných obr. 11: Varianty tuhého ukotvení podélných výztuh výztuh

V místech, kde se střídají vazníky s různým uspořádáním diagonál a je tedy nemožné použít podélné výztuhy, lze omezit vzpěrnou délku tlačných prvků přílozkami (obr. 12). Ty mohou mít, vzhledem k rozdílnému umístění vazníku v konstrukci, odlišné uspořádání vůči vyztužovanému prvku (viz obr. 13). Součástí návrhu přílozek by měl být i návrh spojovacích prostředků, schopných přenést odpovídající smykové síly mezi přílozkami a vyztužovaným prutem.



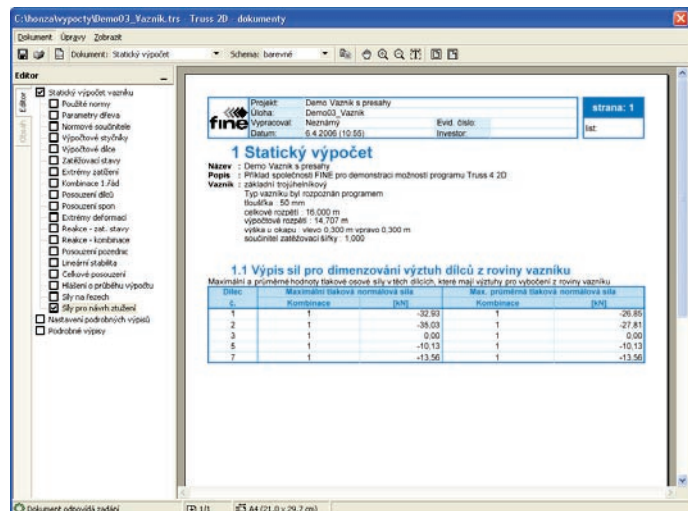
obr. 12: Ztužení tlačných prvků přílozkami

obr. 13: různé varianty umístění přílozek

### Dimenzování výztuh tlačných dílců

Pro usnadnění dimenzování výztuh tlačných dílců nabízí program Truss výpis vnitřních sil v těchto prvcích jako samostatnou část statického výpočtu. Výpis lze nalézt ve struktuře statického výpočtu pod názvem Síly pro návrh ztužení (obr. 14). Pro jednotlivé prvky jsou zde zaznamenány maximální tlakové a maximální průměrné tlakové normálové síly. Výběr konkrétní hodnoty je závislý na ustanoveních normy (viz ČSN 73 1701 čl. 115 - 117).

Máme-li řádně navrženo prostorové ztužení, je třeba též zajistit jeho správné a kompletní provedení při realizaci stavby. Proto je třeba prováděcí firmě poskytnout dokumentaci s popsanou funkcí všech prvků konstrukce včetně zavětrování a střešních latí. Následně by měla proběhnout kontrola osazené konstrukce projektantem či jinou odpovědnou osobou.



obr. 14: výpis sil pro návrh výztuh tlačných dílců