

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF BUILDING STRUCTURES

STROPNÍ KONSTRUKCE

CEILING CONSTRUCTION

BAKALÁŘSKÝ SEMINÁŘ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TEREZA VRŠKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. DAVID DROBEČEK

BRNO 2014

OBSAH

1. Úvod
2. Stropní konstrukce deskové
3. Stropní konstrukce nosníkové
4. Stropní konstrukce ocelové a ocelobetonové
5. Stropní konstrukce dřevěné
6. Závěr
7. Seznam použité literatury

1. Úvod

Stropní konstrukce je vodorovná konstrukce, která rozděluje objekt v horizontálním směru a je používána především v občanské výstavbě. Stropní konstrukce společně se svislými konstrukcemi zajišťuje celkový charakter nosné konstrukce objektu. Stropní konstrukce by měla zajišťovat funkci statickou, akustickou, protipožární a tepelně – technickou.

1.1. Základní části stropní konstrukce

- Nosná konstrukce stropu
- Podlahová konstrukce
- Případně podhledová konstrukce

1.2. Základní druhy stropních konstrukcí

- Dělení dle konstrukčně – statického řešení
 - o Deskové konstrukce
 - o Nosníkové konstrukce
 - o Klenbové konstrukce
- Dělení dle konstrukčních variant
 - o Dřevěné stropy
 - o Keramické stropy
 - o Železobetonové stropy
 - o Železobetonové vložkové stropy
 - o Ocelové stropy
 - o Ocelobetonové stropy
 - o Sklobetonové stropy
- Dělení dle uložení
 - o Vetknuté
 - o Částečně vetknuté
 - o Prostě podepřené

- Dělení dle technologií
 - Monolitické
 - Montované
 - Polomontované

2. Stropní konstrukce deskové

2.1. Druhy deskových stropů

- Montované stropy
- Monolitické stropy

2.2. Montované deskové stropy

Mezi základní průřezy stropů patří obdélník a lichoběžník. Stropy jsou prováděny jako plné nebo vylehčené dutinami. Každá deska se ukládá do lože z cementové malty nebo na věnec. Minimální uložení desek je 100 mm. Stropní desky jsou vhodné pro rozpětí do 3 m. Styčné spáry se zalívají betonem.

2.3. Monolitické deskové stropy

2.3.1. Dělení deskových monolitických stropů

- Dle způsobu zatížení, vyztužení
 - Stropy jsou nosné v jednom nebo v obou směrech (vyztužené křížem)
- Dle způsobu uložení na podporách
 - Patří sem desky prostě uložené, vetknuté, spojitě, konzolové
 - Prostě uložené železobetonové desky
 - $d_0 = \text{tloušťka desky}$
 - $l = \text{rozpětí desky}$
 - $d_0 \geq (1/30 \text{ až } 1/25) l$
 - Vetknuté desky
 - $d_0 = \text{tloušťka desky}$
 - $l = \text{rozpětí desky}$
 - $d_0 \geq (1/35 \text{ až } 1/30) l$
 - Převíslé desky
 - $d_0 = \text{tloušťka desky}$
 - $l = \text{rozpětí desky}$
 - $d_0 \geq (1/10 \text{ až } 1/8) l$

3. Stropní konstrukce nosníkové

3.1. Základní informace, výhody a nevýhody

Nosníkové stropní konstrukce patří mezi montované a polomontované stropy. Hlavní výhodou stropních konstrukcí z nosníků a vložek je snadná montáž, dobré tepelně izolační vlastnosti, dále pak dlouhodobá odolnost proti účinkům požáru.

Nevýhodou může být, že stropy nemají okamžitou únosnost kvůli betonování, mokrá proces při betonáži, technologická pauza trvá 28 dní a stropní nosníky musí být podpírány až do ukončení hrubé stavby.

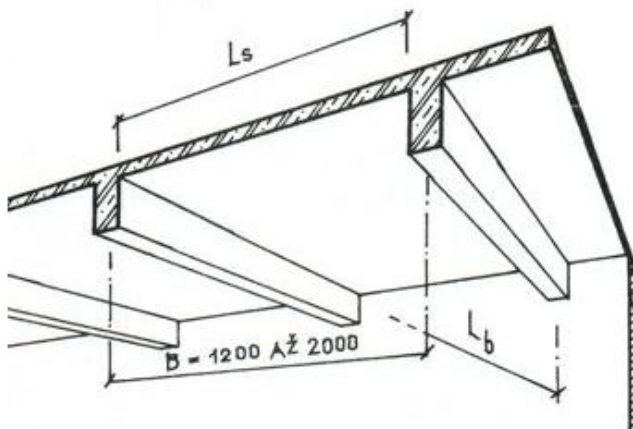
3.2. Druhy nosníkových stropů

- Monolitické stropy
 - Trámové, žebrové, žebírkové a kazetové
- Polomontované stropy
 - Keramické, pórobetonové a betonové vložky

3.3. Monolitické nosníkové stropy

3.3.1. Trámové stropy

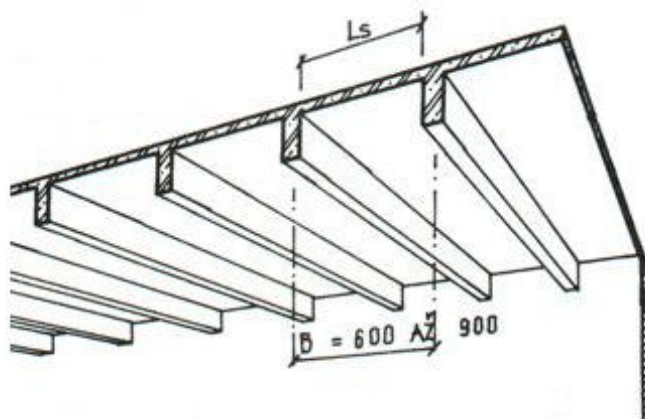
Stropní trám patří mezi podporující konstrukční prvek pro stropní desku. Rozmístění stropních trámů závisí na velikosti a rozložení zatížení nahodilého. Vzdálenost trámů se pohybuje okolo 1,2 až 2,4 m. Délka trámů je až 8 m. Pro stropy s rovným podhledem se volí vzdálenost trámů od 0,6 až 1,5 m.



Obr. 1.: Příklad trámového stropu

3.3.2. Žebrové a žebírkové stropy

Žebrové stropy se navrhují se vzdáleností žeber od 0,6 až 1,2 m. Žebírka mají vzdálenosti do 0,6 m a navrhují se rozpětí do 4,5 m.



Obr. 2.: Příklad žebrového stropu

3.3.3. Kazetové stropy

Kazetový strop tvoří vzájemně křížící se žebra uložená po celém obvodu. Jsou vhodné pro větší rozpětí místností. Kazetové stropy vykazují větší tuhost a menší ohyb.

3.4. Polomontované nosníkové stropy

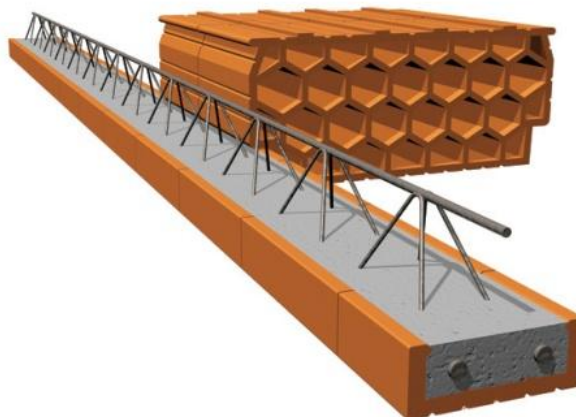
3.4.1. Stropy s keramickými vložkami - POROTHERM strop

○ Základní informace

POROTHERM strop je často využíván u výstavby rodinných domů, bytových domů, administrativních budov, hotelů, škol či zdravotnických zařízení. Stropní konstrukce má velmi dobrou požární odolnost, která se s vápenocementovou omítkou zvyšuje na 180 min.

Každý POROTHERM strop je složený z keramobetonových stropních nosníků, které jsou vyztužené svařovanou prostorovou výztuží a z cihelných vložek MIAKO. Strop lze snadno využít v běžném a také ve vlhkém prostředí. Výška nosníků a vložek se navrhuje podle podkladů od výrobce na základě rozpětí a zatížení stropu. Tloušťka nadbetonované vrstvy se pohybuje okolo 40 – 60 mm a konečná výška stropu okolo 190 – 290 mm.

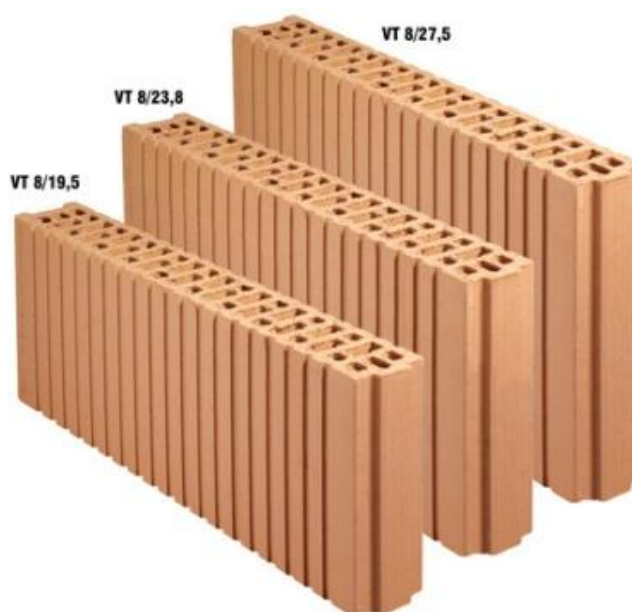
se na sucho v řadách rovnoběžných s nosnou zdí postupně od jednoho konce nosníku ke druhému konci nosníku. Výška keramický vložek je 150, 190 nebo 230 mm. Výrobce taky nabízí doplňkové stropní vložky s výškou 80 mm, které jsou vhodné pro zvýšení únosnosti stropu, např. u výměn nebo skrytých průvlaků.



Obr. 4.: Příklad keramické vložky MIAKO osazené na podepřený nosník

- Věncovky POROTHERM

Věncovky POROTHERM VT 8 jsou vhodné pro vnější obezdívání konstrukce stropu. Věncovka tvoří obvodový plášť železobetonových věnců. Příkladá se často tepelná izolace pro zlepšení tepelné izolace věnce. Věncovky jsou vyráběny ve výškách 195, 238 a 275 mm.



Obr. 5.: Příklad věncovek, vyráběných ve třech základních výškách

- Nadbetonávka

Nadbetonávka se používá pro celkové zmonolitnění stropní konstrukce. Používá se beton třídy C 20/25 – XC1, který má dostatečně měkkou konzistenci. Tloušťka nadbetonávky má vliv na únosnost stropu, proto se tloušťka pohybuje od 40 do 60 mm. Do celé plochy nadbetonávky se vkládá KARI síť, kterou stykujeme přesahy minimálně 120 mm. U podpor je nutné pak vložit horní nadpodporovou výztuž.

4. Stropní konstrukce ocelové

4.1. Ocel jako konstrukční materiál

Ocel patří mezi často používaný materiál pro stropní konstrukce, především nosníkových typů. V současné době se často používá kombinace ocelobetonových stropů spřažených a ocelových profilovaných plechů.

Mezi hlavní výhody ocele patří malá hmotnost stropní konstrukce, rychlá a snadná montáž, velká únosnost a jednoduchá recyklace materiálu.

Mezi nevýhody řadíme malá odolnost proti požáru, nutnost protikorozních úprav, vysoká cena materiálu a nedobré akustické vlastnosti.

4.2. Dělení ocelových stropů

4.2.1. Nosníkové stropní konstrukce

Nosníkové ocelové stropy se skládají z nosníků neboli stropnic, které podepírají stropní desku či klenbu. Stropnice jsou dvojího druhu. První varianta je stropnice ocelové, což znamená, že se jedná o profily válcované, příhradové nebo plnostěnné. Druhá varianta jsou spřažené ocelobetonové stropnice. Deska, kterou stropnice podpírá je vyráběna z ocelového profilovaného plechu, železobetonu, plechobetonu, keramiky nebo cihel.

4.2.2. Deskové stropní konstrukce

Deskové ocelové stropy jsou tvořeny ocelovým profilovaným plechem, pak strop nazýváme ocelový deskový strop. Nebo je ještě varianta spolupůsobení s nabetonovanou deskou a pak strop nazýváme ocelobetonový spřažený strop.

4.3. Další dělení ocelových stropů

4.3.1. Ocelové stropy

- Válcované nosníky
 - Válcované nosníky s valenými klenbami
 - S cihelnými deskami
 - S keramickými deskami
 - S železobetonovými deskami

- S profilovanými plechy

4.3.2. Ocelobetonové stropy

- Spřažené nosníky
- Deskové spřažené stropy z profilovaných plechů

4.4. Ocelové stropy

Hlavní nosnou částí ocelového stropu je ocelový prvek. Stropnice a průvlaky jsou dvojí druhu – plnostěnné nebo příhradové. Další konstrukční části stropu mají funkci ochranou, což je protipožární a protikoroze ochrana. Dále pak fyzikální funkci – tepelně technickou a akustickou.

Ocelové stropnice se často používají v kombinaci s železobetonovými, dřevěnými a klenutými stropy.

4.4.1. Ocelové stropy z válcovaných nosníků

Všechny stropnice jsou vyrobeny z válcovaných nosníků, které mají nejčastěji průřez tvaru I, občas průřez tvaru U. Stropní desky se pak ukládají na spodní nebo horní příruby. Nejčastěji je vzdálenost stropnic okolo 0,9 m až 3 m, podle toho, jak je tvořena konstrukce desky.

- Válcované nosníky s cihelnými deskami

Jedná se o tzv. Kleinův strop, kdy se mezi nosníky na bednění vyzdí rovná deska z plných cihel. Deska je obvyklé tloušťky 65 až 150 mm a je ve spodní části styčných spár vyztužená pásovou ocelí. Výztuž musí být pak zalita cementovou maltou. Ocelové nosníky se ukládají ve vzdálenosti 0,7 až 3 m.



Obr. 6.: Kleinův strop

- Válcované nosníky s keramickými deskami

Na ocelový strop s keramickými deskami se používají desky typu Hurdis. Desky Hurdis se používají pro zjednodušení realizace přímých cihelných stropů, které se ukládají do ocelových profilů. V minulosti byl tento strop oblíbený díky své nenáročné technologii především v bytové výstavbě. V dnešní době je ocelový nosník nahrazen nosníkem železobetonovým.

Při použití stropních systému Hurdis se stropy dělí na patkové a německé. Patkové stropní systémy přenášejí svislá stálá a nahodilá zatížení, která se objevují u obytných a kancelářských místností. Na patkový strop je možné uložit podlahy běžných typů.

Německé stropní systémy dovolují montáž všech typů podlah, ale nelze na ně zavěšovat nebo připevňovat předměty bez roznášení zatížení, které je soustředěno do horního povrchu desek.

- Válcované nosníky s železobetonovými deskami

Základem jsou ocelové nosníky, na jejichž horní a dolní příruby se uloží prefabrikované železobetonové dutinové desky. Kromě dutinové desky je možné použít železobetonovou monolitickou desku. Spodní příruby jsou pak překryty drátěným pletivem. Tím se zabrání vzniku poruch, které vznikají při styku dvou materiálů.

- Válcované nosníky s profilovanými plechy

Profilované plechy se v dnešní době používají hlavně díky své jednoduchosti a univerzálnosti. Plechy jsou připevněny k ocelovým nosníkům pomocí svarů přes podložku, trny nebo závitořeznými šrouby. Tím se zabrání vzniku klopení.

4.5. Ocelobetonové stropy

4.5.1. Spřažené nosníky

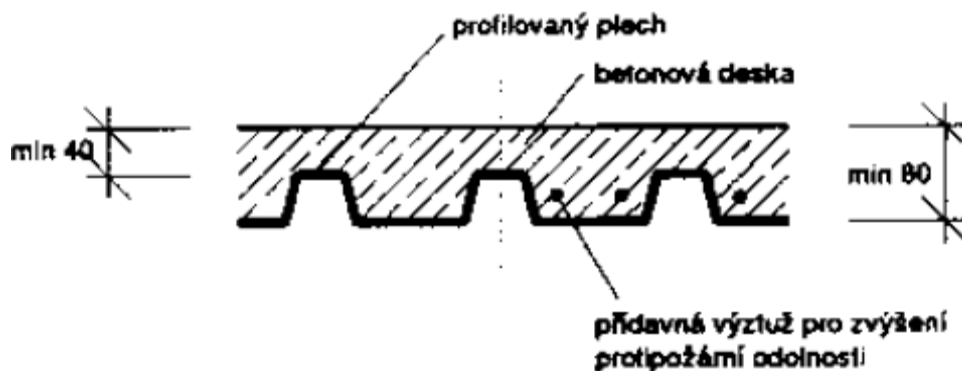
Ke spřažení se v minulosti užívalo nejrůznějších typů ocelových zarážek, tzv. kozlíků. V dnešní době se pro spřažování používají ocelové spřažovací trny, které jsou poloautomaticky přivařené přímo na horní pásnici nosníku.

4.5.2. Deskové spřažené stropy z profilovaných plechů

Stropní deska se skládá z profilovaného plechu a do něj vybetonované desky. Plech přenáší zatížení nejen od čerstvého betonu, ale i od dalších zatížení vzniklá během montáže.

Samotné spřažení mezi železobetonovou deskou a profilovaným plechem pak zajišťují prolisy v plechu, výztužná síť navařená na vlny plechů nebo třecí spojení u profilů se samosvorným průřezem. Koncové kotvení plechů je zajištěno pomocí přivařených ocelových trnů.

Minimální celková tloušťka spřažené stropní desky je 80 mm, tloušťka betonu nad vlnami plechu je min. 40 mm. Pokud je nutné zvýšit proti požární odolnost, vkládá se do vln desek přídatná výztuž.



Obr. 7.: Strop z profilovaných plechů

5. Stropní konstrukce dřevěné

5.1. Dřevo jako konstrukční materiál

Dřevěné stropy jsou především netuhé ve vodorovném směru. Stropy s malou plošnou hmotností mají velmi akustické vlastnosti. Výhodou použití dřevěných stropů je hlavně malá plošná hmotnost, kvalitní tepelná izolace a jednoduchá technologie výstavby. Nevýhodou je ale na druhé straně malá odolnost proti požáru a také možnost napadení dřeva dřevokazným hmyzem.

5.2. Dělení dřevěných stropů

5.2.1. Deskové stropní konstrukce

Jedná se o konstrukci, kde jsou dřevěné trámy uloženy vedle sebe na sraz. Jsou vzájemně spojeny a zajišťují spolupůsobení.

5.2.2. Nosníkové stropní konstrukce

Na dřevěné nosníky – trám, příhradový nebo lepený nosník jsou uloženy podpůrné konstrukce podlah a podhledů.

5.3. Další dělení dřevěných stropů

5.3.1. Povalové stropy

5.3.2. Trámové stropy

- Lepenicové stropy
- Jednoduché trámové stropy
- Kazetové stropy
- Trámové stropy s rovným podhledem a násypem
- Trámové stropy s rákosníky
- Trámové stropy s omítnutým podhledem

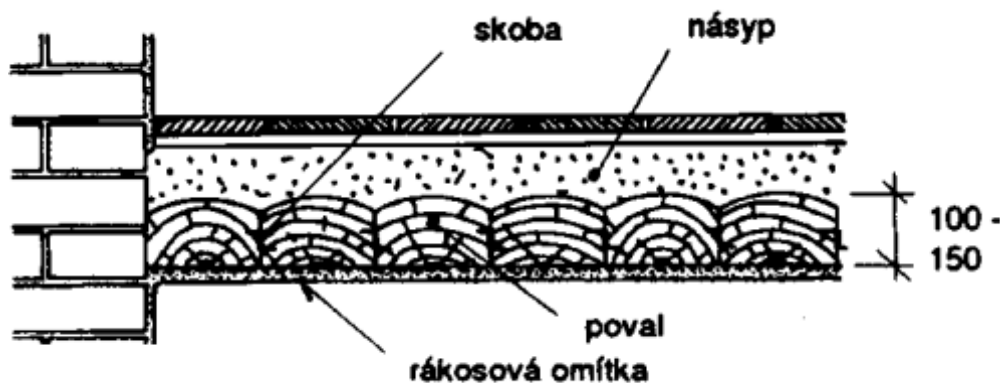
5.3.3. Fošnové stropy

5.3.4. Stropy z lepených, sbíjených a příhradových nosníků

5.4. Povalové stropy

Povalové stropy se v dřívější době používali spíše v místech, kde byl dostatek levného dřeva a to z důvodu, že měli větší spotřebu dřeva. Stropy jsou tvořeny nosnou částí – dřevěnými trámy zvané povaly. Ty se kladou těsně vedle sebe na sraz. Povaly jsou obvykle chráněny ze tří stran trámy. Na horní část povalů bývá umístěna vrstva hliněné mazaniny nebo násyp s podlahou na polštářích. Spodní část povalů je buďto opatřena rákosovou omítkou nebo je bez omítky. Propojení povalů je prováděno ve styčných spárách pomocí klínek, hmoždinek nebo železných skob.

Povalové stropy se používají pro rozpětí do 4,5 m, občas také do 6 m. Při větším rozpětí se povaly podpírají trámy, které jsou umístěny uprostřed. Kromě trámů můžou být použity ocelové nosníky I.



Obr. 8.: Povalový strop

5.5. Trámové stropy

Nosná část trámové konstrukce se skládá z dřevěných trámů, které jsou volně uložené do kapes zdiva nebo na jinou svislou konstrukci. Trámy se ukládají ve vzdálenosti 0,8 až 1,2 m a jejich líc musí být minimálně 50 mm vzdálený od líce omítnutého komínového zdiva.

Záklop se ukládá na buďto na dřevěné trámy nebo mezi trámy. Pokud se jedná o uložení mezi trámy, mluvíme o zapuštěném záklopu. Na záklop se pak ukládá násyp, který zlepšuje akustické a protipožární vlastnosti. Podhled se pak přibije přímo na trámy nebo na rákosníky. Rákosníci jsou dřevěné trámy, které nesou podhled.

- Trámové stropy s viditelnými trámy

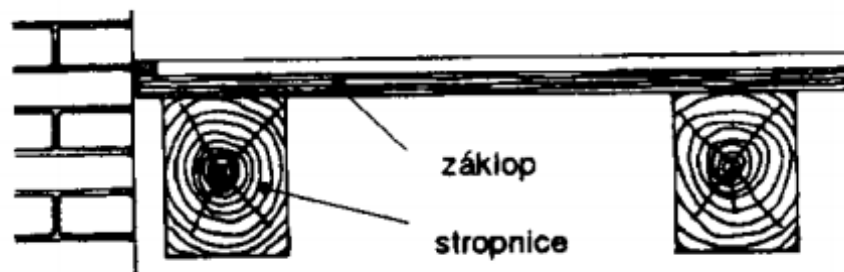
Z protipožárního hlediska jsou dřevěné trámové stropy s viditelnými trámy hořlavé a používají se u objektů do maximální výšky 9 m. V naší zemi je můžeme najít hlavně u starší lidové zástavby a historických objektů.

- Lepenicové stropy

Tento typ dřevěného stropu byl využíván hlavně u jednoduchých lidových staveb. Lepenicový strop se skládá z trámů nebo kulatiny, která je uložena na záklop z tenké tyčoviny. Tyčovina je kladena těsně vedle sebe na sraz. Na záklop se pak ukládá hliněná mazanina. Podhled je prováděn rovněž z hliněné mazaniny a strop se opatří násypem s dřevěnou podlahou na polštářích.

- Jednoduché trámové stropy

Na záklop, který je tvořen z prken nebo fošen, jsou přibity trámy. Záklop je součástí jak stropu, tak i podhledu. Pokud nejsou na objekt kladeny požadavky akustické, tepelně technické a protipožární, tak lze jednoduché trámové stropy užít v jednom prostoru.



Obr. 9.: Jednoduchý trámový strop

- Kazetové stropy

V historii se nejčastěji používali dřevěné trámové stropy s viditelnými trámy. Poté byly nahrazeny vhodnější variantou a to kazetovými stropy. Stropnice kazetového stropu jsou v podhledu rozšířeny o příčné výměny, které pak tvoří čtvercové kazety. Příčné výměny se vyrábějí z tenkých prken kvůli své nenosné funkci.

- Novodobé dřevěné stropy s viditelnými trámy

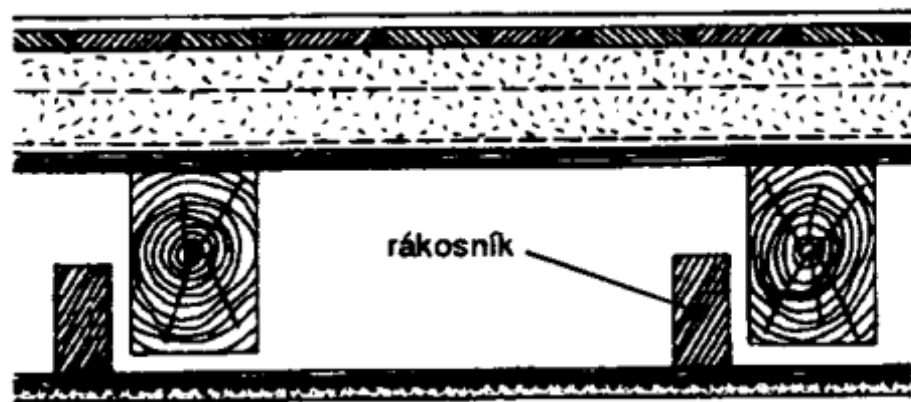
Viditelné trámy u novodobých dřevěných stropů se vyskytují hlavně z architektonických důvodů. Využití je pouze u nízkých staveb, kde nehrozí riziko požáru. Důvodem je hlavně malá protipožární odolnost.

- Novodobé trámové stropy s rovným podhledem a násypem

Konstrukce novodobého trámového stropu s rovným podhledem je stejná jako konstrukce stropů s viditelnými trámy. Navíc je použit podhled, který plní hlavně funkci akustickou a požární. Tento druh stropů lze využít u vícepodlažních objektů.

- Trámové stropy s rákosníky

Dřevěné trámové stropy s rákosníky se používali tehdy, pokud hrozila deformace stavby a průhyb při změně zatížení. Samotná nosná část podhledu se provádí přímo na trámech, tzv. rákosnicích. Rákosníky jsou odděleny mezerou od podlahy.

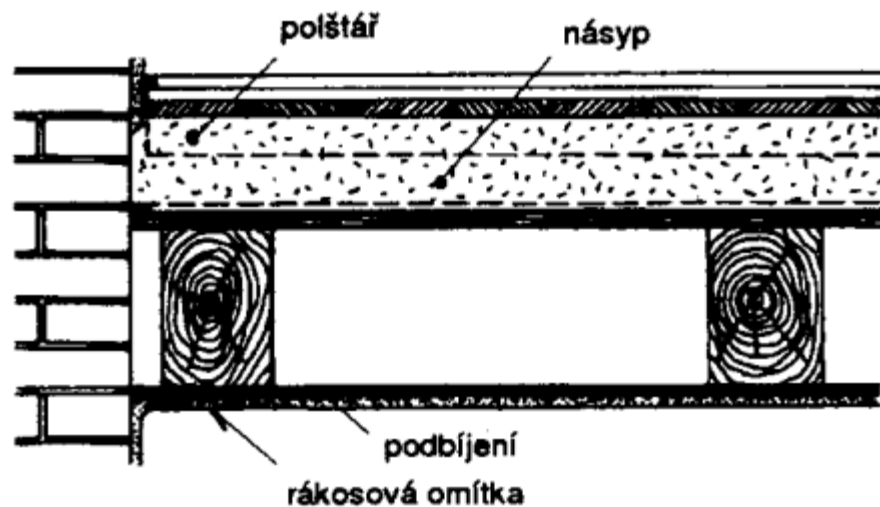


Obr. 10.: Trámový strop s rákosníky

- Trámové stropy s omítnutým podhledem

Tento druh dřevěného stropu patří mezi klasické a tradiční konstrukce. Nejčastěji byla využívána u bytové výstavby v 19. a počátku 20. století. Hlavní konstrukce se skládá z dřevěných trámů, na které jsou přibity záklopy z fošen nebo prken. Na záklop se umísťuje násyp. Do násypu jsou pak ukládány polštáře. Umísťují se kolmo na trámy a ve vzdálenosti 0,6 až 0,8 m. Na polštáře je pak připevněna dřevěná podlaha. Podbíjení trámů se provádí na

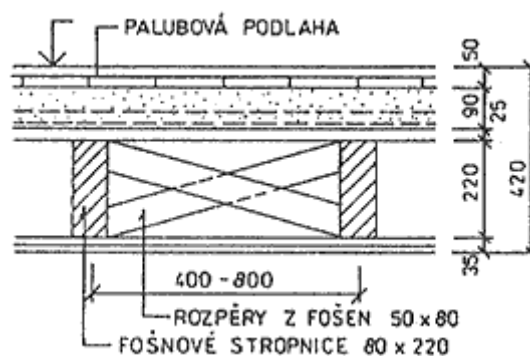
jejich spodním líci. Používá se k tomu prkna obvyklé tloušťky 13 mm, keramidové pletivo s omítkou nebo rákosové rohože.



Obr. 11.: Trámový strop s omítnutým podhledem

5.6. Fošnové stropy

Využití fošnových stropů je především u nízké výstavby. Hlavní výhodou stropů je, že mají menší spotřebu dřeva než stropy trámové. Nevýhodou je jejich špatná akustika. Stropnice jsou tvořeny z fošen, které jsou ukládány v osové vzdálenosti od 400 do 600 mm. Ve vzdálenostech 1,2 až 1,5 m je nutné fošny rozepřít, kvůli zajištění jejich stability. K rozepření se používá šikmé rozpěry, prováděné z prken nebo latí. Podhled se pak podbíje z prken, dřevocementových a sádkartonových desek. Pro vylepšení akustických vlastností se fošnové stropy doplní plovoucí podlahou.



Obr. 12.: Fošnový strop

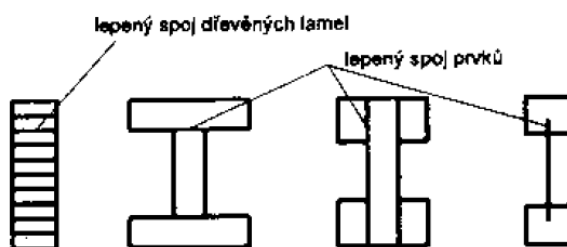
5.7. Stropy z lepených, sbíjených a příhradových nosníků

Konstrukce těchto stropů se liší od předchozích hlavně tím, jaké byly použity druhy nosníků. Podhledová a podlahová konstrukce se už moc neliší. Nosníky lze uplatnit i u větších vzdáleností a to 2,0 – 2,5 m.

Hlavní výhody jsou využití dřeva s menšími rozměry a možnost použití levnějšího materiálu.

- Lepené nosníky

Lepené nosníky jsou vyráběny z lamel, které jsou vodorovně nebo svisle uloženy. Dále pak mohou být slepené z fošen nebo prken. Nejčastěji bývají průřezu tvaru I.



Obr. 13.: Lepené spoje

- Sbíjené nosníky

Sbíjené nosníky se skládají fošen, prken nebo hranolů. Průřez bývá tvaru I, občas také komůrkový uzavřený průřez. Sbíjené nosníky se používají pro rozpětí do 6 m.

- Příhradové nosníky

Pro stropní konstrukce se tento typ nosníků používá zřídka a to u zastřešení velkých rozpětí. Důvodem je jejich velká konstrukční výška.

6. Závěr

Cílem mé práce bylo seznámit se se základními konstrukčními částmi stropních konstrukcí a především s dělením stropních konstrukcí podle konstrukčních variant, podle uložení, technologie a konstrukčně – statického řešení. V první části práce jsem se zaměřila na stropní konstrukce deskové a nosníkové. U nosníkových stropních konstrukcí jsem pak věnovala největší pozornost stropu s keramickými vložkami. Ve druhé části jsem se pak zaměřila na stropní konstrukce ocelové a dřevěné. U každého materiálového řešení jsem uvedla nejen základní a rozšířené rozdělení, ale uvedla příklady a montáže jednotlivých druhů. Svoji práci jsem tak chtěla poukázat na nepřehledné množství možných variant, v jakých lze stropní konstrukce realizovat.

7. Seznam použité literatury

<http://www.wienerberger.cz/stropy-překlady>

http://www.fce.vutbr.cz/PST/novotny.m/06.Vodorovne_nos.kce.pdf

http://www.jz-jcu-fz.wz.cz/JCU_FZ_ZPIS_P04.pdf

Zlámal, Lubomír. *Pozemní stavitelství I - Vodorovné konstrukce*. VUT Brno, 2005.