



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra pozemních staveb

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PŘÍLOHA Č.1 – rešerše – Budovy s masivním skeletem

Dřevostavba administrativní budovy

Office building based on timber structure

Martin Adolf

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Praha, 2019

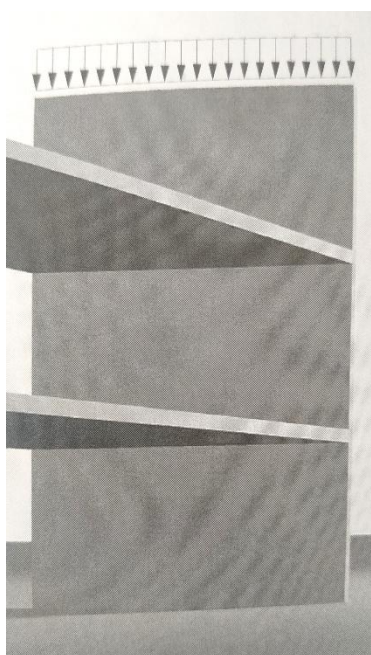
Obsah

1.	Celkový koncept budov s masivním skeletem	4
2.	Svislé konstrukce	5
2.1.	Svislé nosné konstrukce	5
2.2.	Svislé nenosné konstrukce	6
3.	Vodorovné konstrukce	6
3.1.	Průvlaky	6
3.2.	Stropní konstrukce	7
3.2.1.	Trámové stropy	7
3.2.2.	Žebrové a skříňové stropy	8
3.2.3.	Stropy z masivního dřeva – stropy z rostlého dřeva	9
3.2.4.	Stropy z masivního dřeva – deskové a lepené stropy	11
3.2.5.	Spřažené stropy ze dřeva a betonu	12
4.	Zajištění prostorové tuhosti	14
4.1.	Možnosti a typy ztužení	14
4.2.	Vodorovné ztužení	16
4.3.	Svislé ztužení	16
5.	Obvodový plášť	17
5.1.	Poloha vůči nosné konstrukci	17
5.2.	Skladba pláště	18
6.	Realizace	19
6.1.	Příklady realizace masivního skeletu u rodinných domů	19
6.1.1.	RD Koberovy	19
6.1.2.	Tiny timber frame cabine (ME, USA)	20
6.1.3.	Czech Chalet – TFH dřevostavby	20
6.2.	Příklady realizace masivního skeletu u vícepatrových budov	21

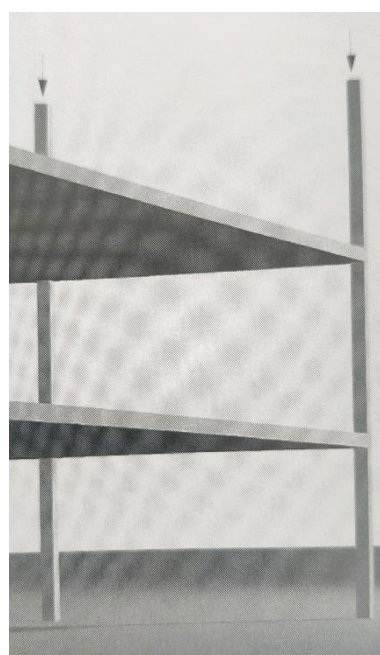
6.2.1. Tamedia building	21
6.2.2. Bytový dům e3BAU.....	22
6.2.3. UCEEB ČVUT.....	22
7. Závěr	24
8. Seznam použité literatury.....	25
8.1. Literatura	25
8.2. Obrázky	25
9. Seznam obrázků	26

1. Celkový koncept budov s masivním skeletem

Dřevěné prvky v konstrukcích se dělí na vnitřní a vnější, dále na nosné a nenosné a prvky stěnových, stropních a střešních konstrukcí. U masivních skeletů jsou hlavní nosné prvky tvořeny sloupy a průvlaky, nejčastěji z lepeného lamelového dřeva, protože profily z rostlého dřeva nejsou dostatečně únosné. Na rozdíl od masivní dřevěné konstrukce či rámových staveb, kde je přenášeno lineární zatížení, je u skeletových konstrukcí přenášeno bodově svislými nosnými prvky.



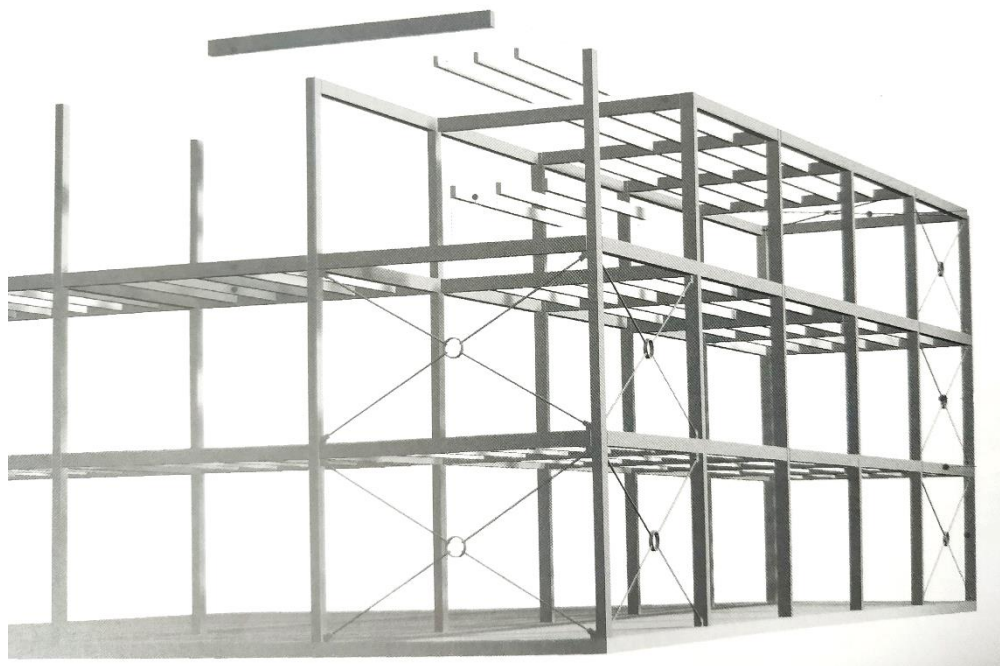
Obrázek 1 - roznos zatížení stěnami



Obrázek 2 - roznos zatížení sloupy

Skeletové stavby jsou v dnešní době už vhodně modifikované – umožňují větší rozpětí vodorovných nosných prvků a tím menších počet svislých podpor. Ty umožňují libovolné vsazení vnitřních dělicích stěn a tím dostatečnou dispoziční volnost v celém objektu. Tato vlastnost je oceňována stavebníky a investory nejvíce.

Na obrázku (č.3) je zobrazena hlavní nosná skeletová konstrukce, na které jsou vidět jednotlivé prvky a skoro nulové omezení půdorysné dispozice.



Obrázek 3 - hlavní nosná skeletová konstrukce

Mezi další znaky skeletových staveb patří spojování prvků pomocí ocelových prostředků, možná prefabrikace stropních, stěnových a střešních prvků a nezávislost nosného skeletu s vnitřními dělicími stěnami a obvodovým pláštěm. Z estetické stránky je možné nechat prvky skeletu z jedné strany viditelné, nebo je zakrýt z obou stran.

2. Svislé konstrukce

2.1. Svislé nosné konstrukce

Jako svislé nosné prvky jsou v tomto typu konstrukce primárně používány sloupy. Mohou se zde také objevit svislé nosné stěny (např. CTL panely), které jsou použity na svislé ztužení celého objektu.



Obrázek 4 - svislé nosné konstrukce

2.2. Svislé nenosné konstrukce

Vnitřní dělicí stěny nepřenášejí žádné zatížení a mohou být tvořeny ze složené konstrukce s dřevěným rámem (2x4) a opláštěním z desek na bázi dřeva či jiných materiálů, nebo pouze z desek z křížem lepeného rostlého dřeva. Stěny jsou pouze dělicí a tím je umožněna změna jejich umístění bez vlivu na statiku objektu.

3. Vodorovné konstrukce

Pokud při návržení a provedení konstrukce využijeme materiálové vlastnosti dřeva, vznikne několik výhod: použití přírodního obnovitelného konstrukčního materiálu, jeho trvanlivost, tvorba příjemného prostředí, rychlá a suchá stavba, dobrý poměr váha/únosnost a možnost prefabrikace.

Od stropních konstrukcí se očekává požadovaná únosnost při minimálním průhybu, tuhost, účinná požární, tepelná a zvuková izolace. Vždy se skládají ze 3 částí – z konstrukce podlahy, nosné části stropu a konstrukce podhledu.

3.1. Průvlaky

Mezi vodorovné konstrukce patří také průvlaky, které slouží k přenosu zatížení od stropních konstrukcí do sloupů a tím pádem až do základů. Běžné rozpětí pro průvlaky ve skeletech je okolo 5 m. U halových objektů se však může jedna i o rozpětí více než 10 m, kde vycházejí už velice masivní průřezy.



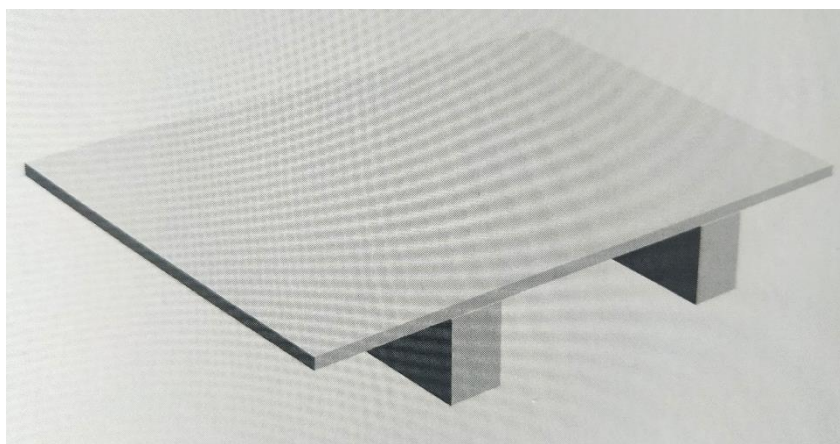
Obrázek 5 - průvlak halové konstrukce

3.2. Stropní konstrukce

3.2.1. Trámové stropy

Dřevěné trámové stropy jsou tvořeny z tyčových prvků (trámy/nosníky), které společně s plošnými záklopy tvoří samotný strop. Tyčové prvky jsou většinou z rostlého nebo lepeného lamelového dřeva (částečně nebo celé zakryté), popřípadě je možné použít lepené I-nosníky (měly by být z obou stran zakryté kvůli estetice). Trámy jsou k průvlakům připevněny například pomocí vrutů nebo ocelových prvků. Lepené nosníky jsou skoro ve všech případech připevněny pomocí ocelových prvků. Záklop brání vybočení tlačené části průřezu, ale nepočítá se s ním při výpočtu únosnosti. Tento typ stropní konstrukce je jeden z nejstarších, osvědčil se, a proto se používá i v dnešních novostavbách.

- + finančně málo nákladné
 - + nízká vlastní váha
 - + variabilita ve skladbě a použitém materiálu
 - + možnost přizpůsobení podle velikosti zatížení a potřebné ochrany konstrukce
-
- velká tloušťka stropní konstrukce
 - doba montáže
 - dostupnost prvků větších průřezů



Obrázek 6 - trámový strop

3.2.2. Žebrové a skříňové stropy

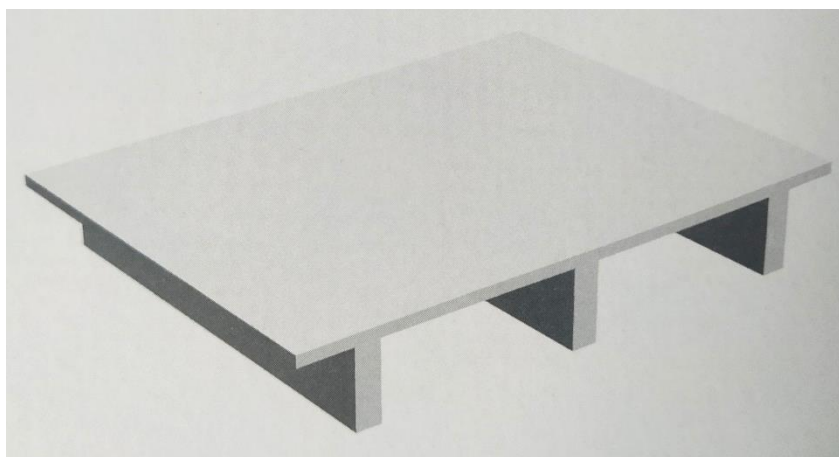
Tento typ stropní konstrukce využívá opláštění (záklop) z jedné, nebo z obou stran žeber do statického průřezu. Pláště jsou k žebřům připojeny lepením nebo pomocí ocelových vrutů a musí vykazovat potřebnou pevnost ve smyku. Mezi žebrovými a skříňovými stropy je významný rozdíl. Žebrové stropy mají opláštění pouze z jedné strany – z horní, nebo z dolní. Naopak u skříňových je opláštění použito z obou stran.

Samotná žebra musí být hoblovaná, pravoúhlá a dostatečně rovná. Pokud není uvedeno jinak, měla by být použita třída pevnosti dřeva minimálně C24 a vlhkost by neměla překročit 12 %.

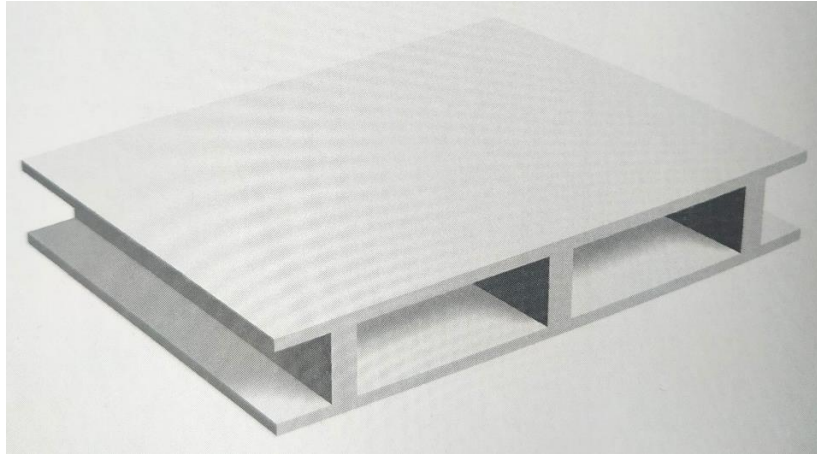
Navazující skladba stropu je uložena na horní plášť. Dolní plášť je možné obložit, zakrýt podhledem nebo ponechat viditelný.

- + malá konstrukční výška stropu
- + možnost prefabrikace (velká přesnost)
- + nízká vlastní hmotnost
- + rychlost montáže u prefabrikovaných dílců
- + dolní plášť může být zároveň pohledový

- půdorys může ovlivnit tvorbu prefabrikovaných dílců
- doprava a montáž velkých dílců (nutný jeřáb)



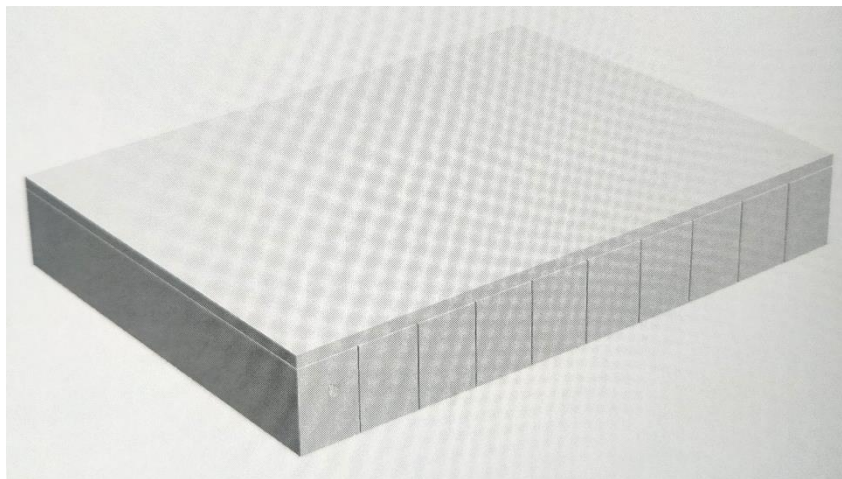
Obrázek 7 - žebrový strop



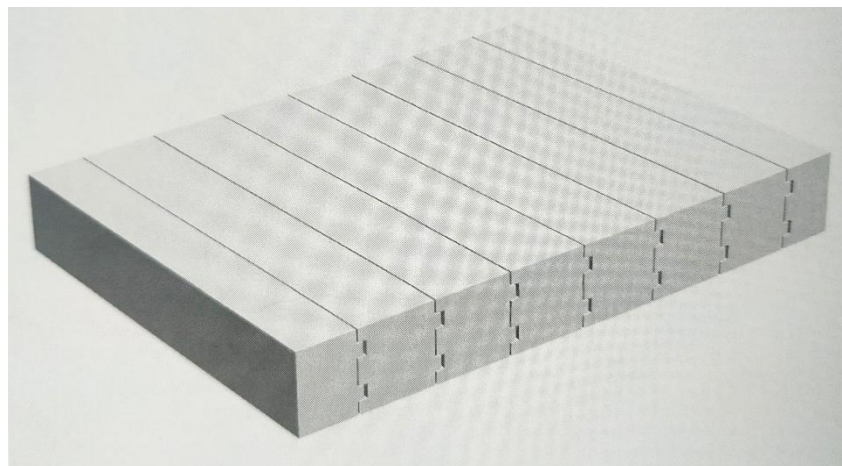
Obrázek 8 - skříňový strop

3.2.3. Stropy z masivního dřeva – stropy z rostlého dřeva

Stropy z rostlého dřeva jsou složeny z jednotlivých nosníků (trámů), z prkenných lamel (prkna, fošny) nebo z lepeného lamelového dřeva. Spoj jednotlivých prvků může být hladký, ale většinou se používá spoj s rybinovitým tvarem. Montáž masivního stropu probíhá kus za kusem.

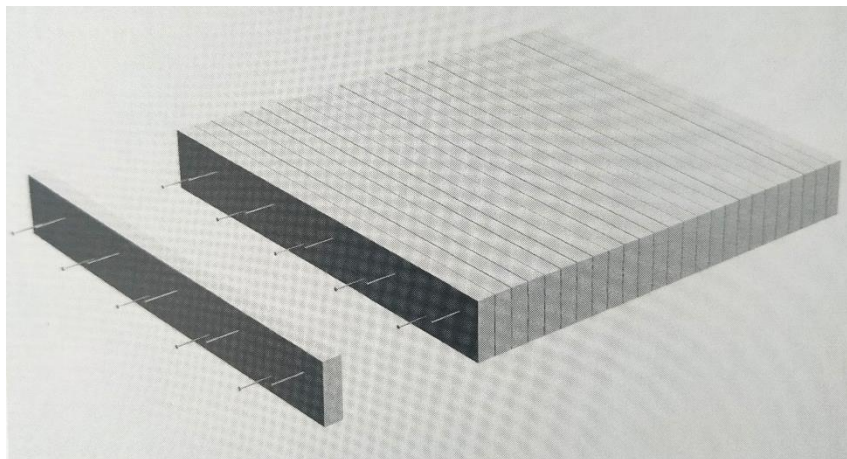


Obrázek 9 - nosníky z rostlého dřeva s hladkou spárou

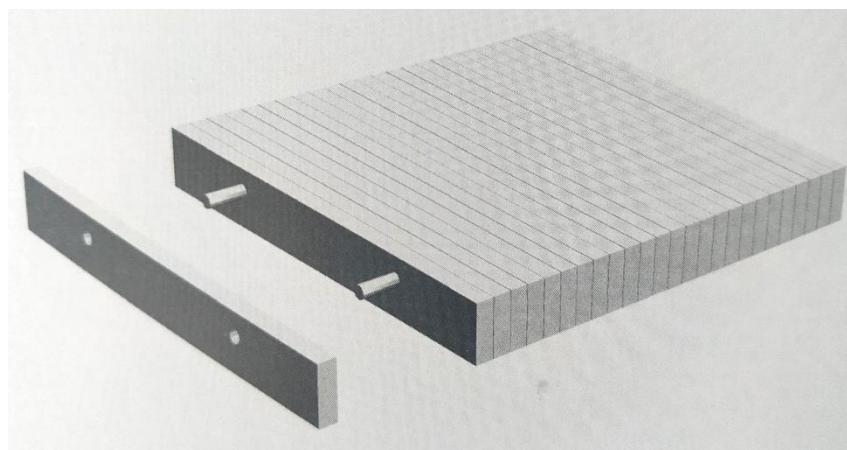


Obrázek 10 - nosníky z rostlého dřeva s rybinovitým spojem

Na rozdíl od předchozího typu jsou stropy z vrstveného řeziva dílensky vyráběny. Spoje u těchto stropů mohou být kolíkové nebo hřebíkové. Takto vyrobené stropní dílce jsou dopraveny na stavbu a uloženy na podpory.



Obrázek 11 - vrstvené dřevo spojované hřebíky



Obrázek 12 - vrstvené dřevo spojované kolíky

- + malá tloušťka stropu
- + rychlost montáže (předem připravené dílce)
- + možnost okamžitého používání a zatížení
- + lepší zvuková izolace díky větší plošné hmotnosti
- + spodní strana konstrukce může být ponechána pohledová

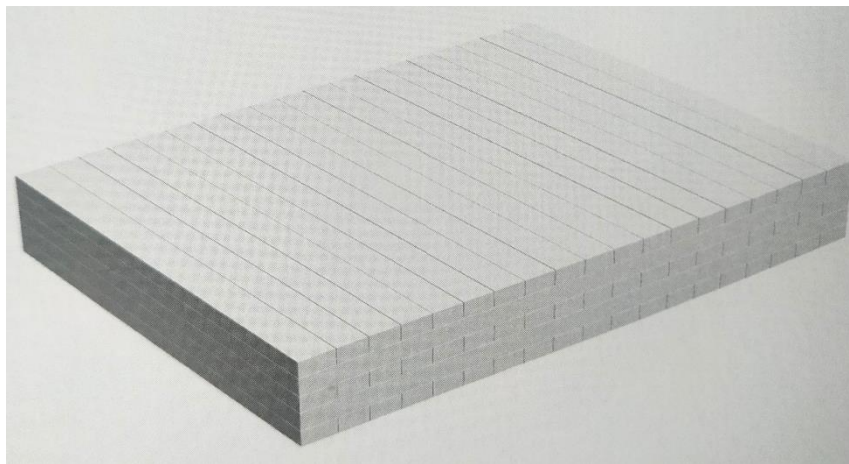
- musí se počítat se sesycháním
- velká spotřeba materiálu, ale malá únosnost

3.2.4. Stropy z masivního dřeva – deskové a lepené stropy

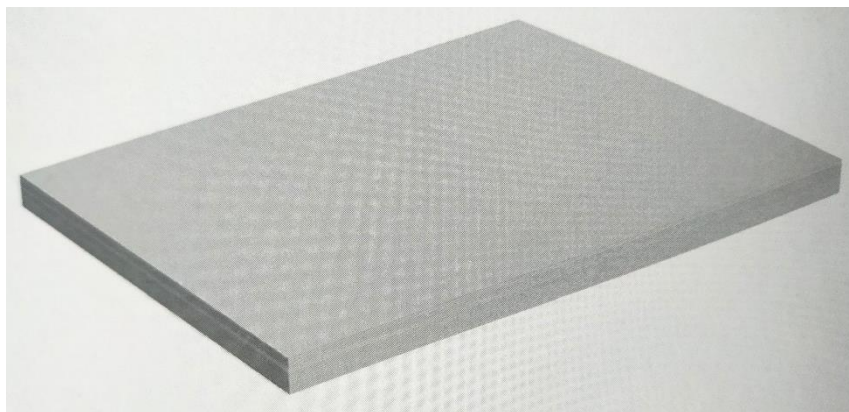
Deskové a lepené stropní konstrukce jsou složeny z vrstev prken nebo dých, ze kterých jsou slepeny jednotlivé dílce.

Křížem slepené řezivo (cross-laminated timber – CLT) se vyznačuje střídáním směru slepovaných vrstev. Díky tomuto postupu je omezeno sesychání a bobtnání dílců. Počet vrstev je vždy lichý a jejich tloušťka se pohybuje mezi 20 a 60 mm. Spodní povrch desky může být opět pro estetiku ponechán přírodní.

Materiál složený z vrstev dých tloušťky okolo 3 mm je označován jako vrstvené dřevo. Malá tloušťka vrstev, a tudíž jejich velký počet, tvoří homogenní a více tvarově stálý průřez. Nepoužívají se však jako samonosná stropní konstrukce, ale musí být podepřené. Proto se většinou vrstvené dílce používají jako horní, nebo dolní pláště skříňových stropních konstrukcí.



Obrázek 13 - křížem lepené dřevo



Obrázek 14 - vrstvené dřevo

- + malá tloušťka stropu
- + možnost přenesení zatížení oběma směry
- + rychlost montáže
- + možnost okamžitého zatížení
- + možnost vyrobit velkorozměrové dílce (možná komplikace při dopravě)

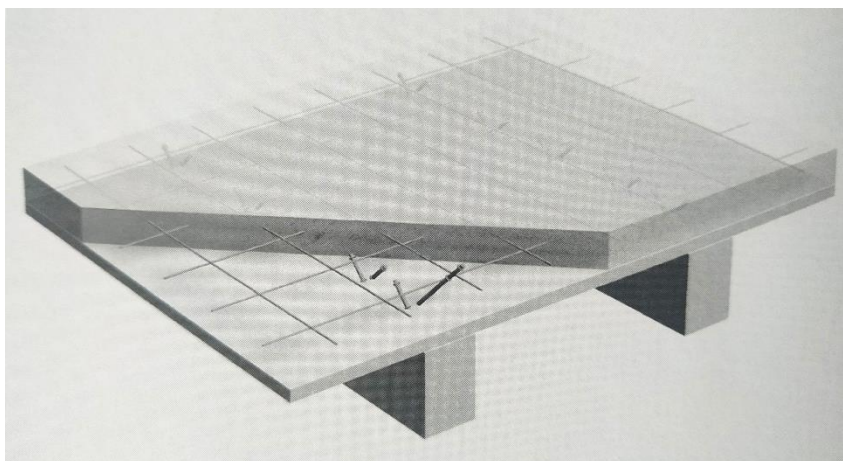
- vyšší spotřeba materiálu
- malá únosnost i přes větší množství materiálu

3.2.5. Spřažené stropy ze dřeva a betonu

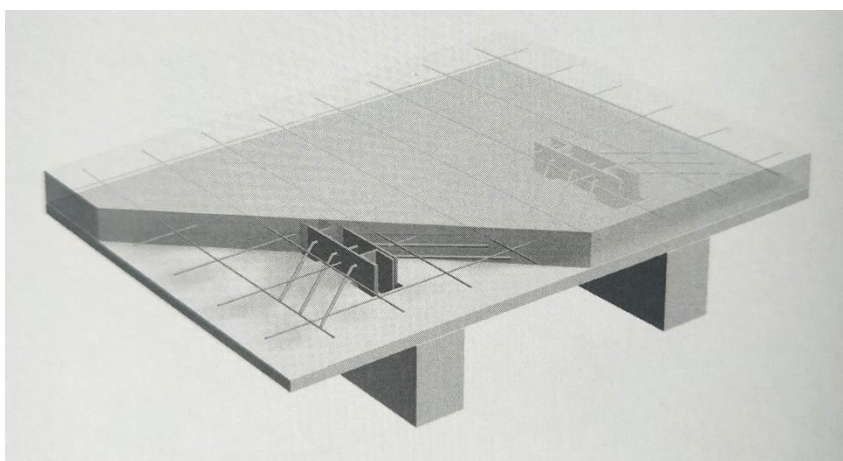
Tato forma stropů je použita tam, kde je vysoké zatížení a velká rozpětí. Další výhodou dřevobetonových stropů je jejich požární odolnost, vysoká tuhost a díky větší hmotnosti dobrá zvuková izolace a přitížení stavby proti účinkům vodorovného zatížení. Stropy se skládají z dřevěných prvků a betonové desky, které jsou smykově pevně spojeny pomocí spřahujících prvků. Je zde také možnost částečné prefabrikace.

Nejčastější dřevěnou konstrukcí je trámový strop, kde jsou jako desky použity nejčastěji CLT panely, které zároveň tvoří bednění pro železobetonovou desku. Další možností tzv. ztraceného bednění jsou stropy z vrstveného řeziva. Železobetonová deska je vyztužena a spojena spřahujícími prvky s dřevěnou stropní plochou. Spodní dřevěná konstrukce je zatížena převážně tahem za ohybu a železobetonová deska je namáhána hlavně tlakem. Toto rozdělení napětí odpovídá materiálovým přednostem betonu a dřeva.

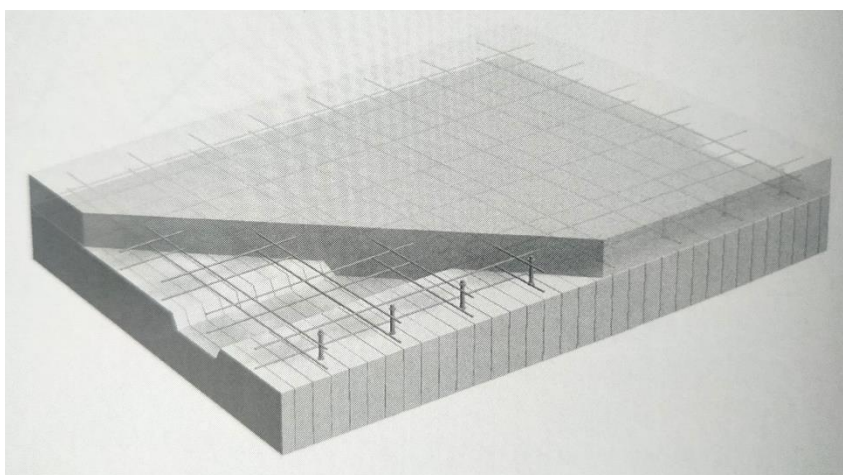
Pro zajištění spolupůsobení dřevěné a betonové části stropu je používáno několik typů spřahujících prvků. Jednou z možností je použití vrutů, kotevních šroubů nebo ocelových kolíků (viz. Obrázek 24). Další možností je použití kotev, například BVD (viz. Obrázek 25). Poslední možností je zajištění smykového spojení zářezy nebo zapuštěním (viz. Obrázek 26).



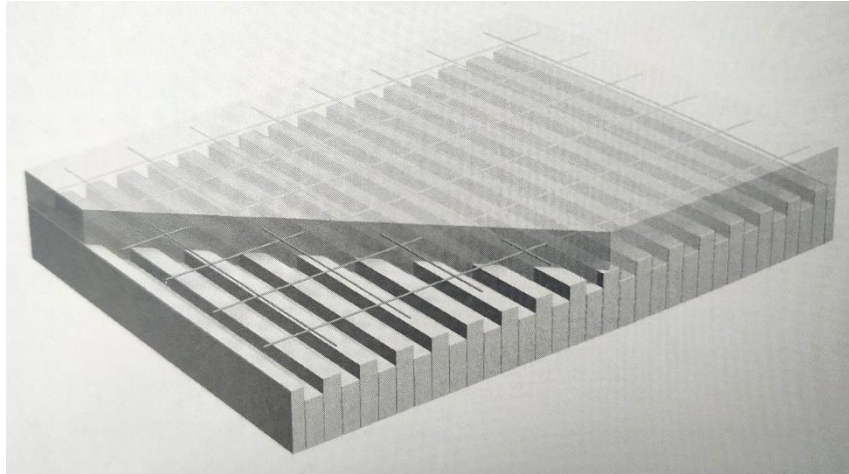
Obrázek 15 - spřažený trémový strop s použitím vrutů/šroubů/ocelových kolíků



Obrázek 16 - spřažený trémový strop s použitím BVD kotev



Obrázek 17 - spřažený vrstvený strop se zářezy



Obrázek 18 - spřažený vrstvený strop se zapuštěním

- + velká plošná hmotnost – zvuková izolace, přetížení objektu
- + při použití betonu větší požární odolnost
- + větší zatížení a rozpětí
- + částečná prefabrikace

- velká vlastní tíha
- mokvý proces – zabudování vlhkosti
- delší provádění – nutná technologická přestávka

4. Zajištění prostorové tuhosti

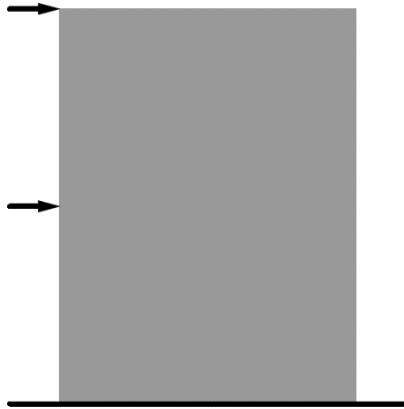
Zajištění prostorové stability je jednou z hlavních částí statického návrhu, která ovlivňuje vzhled hlavního nosného systému a také částečně dispoziční řešení.

Rozlišují se směry vyztužení objektu, a to vertikální a horizontální, v nichž je nutné do konstrukce objektu umístit vyztužení. Pokud jsou použity pouze svislé vyztužné prvky, je nutno každou podélnou a příčnou osu vyztužit. Tato varianta ztužení však není vůbec častá, protože omezuje volné vytvoření vnitřních prostor. Z toho důvodu se stavební konstrukce vyztužuje jak ve vertikálním, tak i v horizontálním směru.

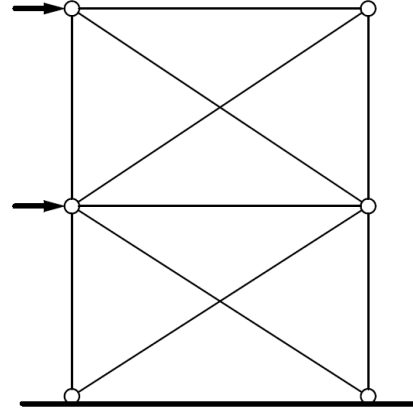
4.1. Možnosti a typy ztužení

Existují 4 možnosti ztužení objektu. První možností ztužení je použití diafragmat a tuhých stěn, například CLT panely. Druhá možnost je ztužení vzpěrami a diagonálami, které při použití ocelových lan mohou být použity i u prosklených částí objektu. Další je použití tuhých rámových rohů, které jsou většinou tvořeny pomocí ocelových prvků.

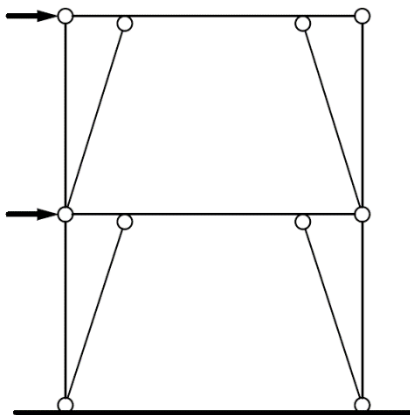
Výjimkou je například budova firmy Tamedia, kde je tuhý roh tvořen pomocí dřevěného eliptického čepu. Poslední možností je použití tuhého jádra ze železobetonu, nebo tvořeného pomocí desek z masivního dřeva.



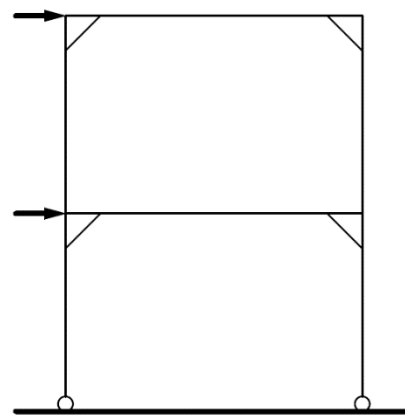
Obrázek 22 - ztužení objektu stěnami



Obrázek 21 - ztužení objektu diagonálami



Obrázek 20 - ztužení objektu vzpěrami



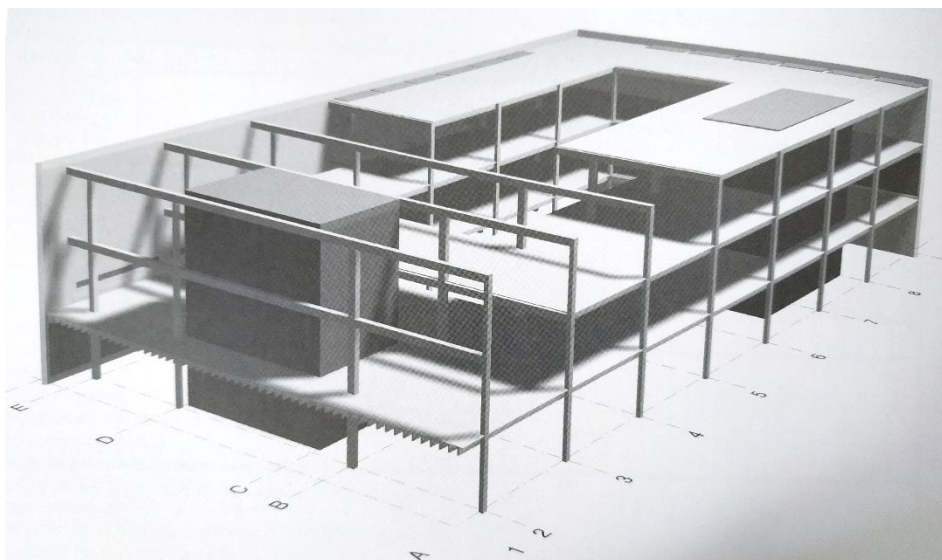
Obrázek 19 - ztužení objektu rámovými rohy

Typy ztužení pro oba směry – diagonální bednění z rostlého dřeva

- desky na bázi dřeva (např. OSB)
- desky z masivního dřeva (např. CTL)
- diagonály z ploché, nebo kruhové oceli
- zavětrovací pásy
- diagonály z rostlého dřeva
- smykově tuhé stropní dílce

4.2. Vodorovné ztužení

Vodorovné ztužení je možné provést pomocí zavětrovacích ocelových ztužidel nebo tuhými tabulemi ve stropní rovině (např. CLT panely) připevněnými na průvlaky. U trémových stropů je ztužení provedeno záklopem z desek na bázi dřeva (např. OSB desky). Hlavním úkolem je vytvoření tuhé stropní roviny, která musí zatížení od větru přenést do svislých ztužení, se kterými musí být spojena silovými spoji (přenášejícími síly).



Obrázek 23 - vodorovné ztužení s napojením na svislé (jádro)

4.3. Svislé ztužení

Na svislé ztužení se používají především plošné nebo prutové výztužné konstrukce. Pokud se nějaké stěny v půdoryse uvažují s opláštěním, je vhodné je využít jako ztužující. V případě, že umístění stěn není možné, nebo se stěny v objektu nenacházejí kvůli velkým okenní otvorům, je možné použít tenké ocelové (lankové), či dřevěné diagonály. Déle se dají použít také tuhé rámové rohy. Ty se však v konstrukcích ze dřeva dělají obtížněji, a proto se využívají spíše varianty uvedené výše. Jako speciální možnost je díky pokročilé technologii ztužení pomocí skleněných tabulí. Jejich použití musí být schváleno a doloženo zkouškami.

Poslední možností svislého ztužení objektu je použití ztužujícího dřevěného, nebo i železobetonového stěnového jádra. Použitím železobetonového jádra se výrazně zvýší tuhost objektu z důvodu jeho velké objemové hmotnosti – v patách stěn jádra nevzniká tahové napětí. Nevýhodou je vnesení mokrého procesu do výstavby.

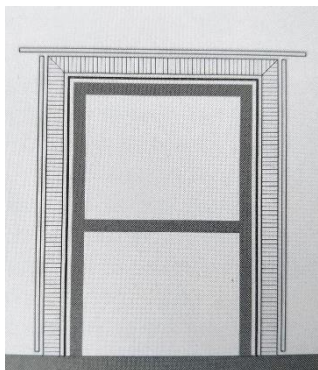


Obrázek 24 - použití železobetonového ztužujícího jádra

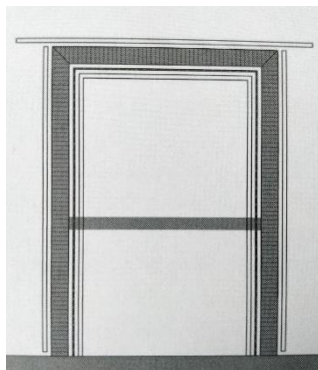
5. Obvodový plášť

5.1. Poloha vůči nosné konstrukci

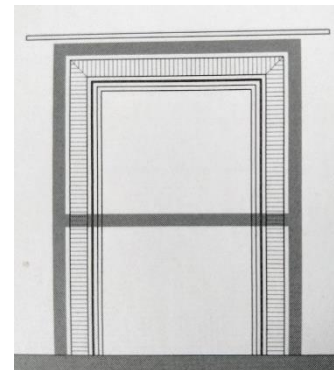
Obvodový plášť je u masivních skeletů tvořen dřevěným rámem a opláštěním připevněným na vnější nebo vnitřní straně skeletu. Izolaci obvodového pláště je možno umístit na vnější, nebo vnitřní stranu a mezi sloupy skeletu (viz Obrázek 25-27). Při umístění izolace pouze uprostřed mezi sloupy, zde vznikají tepelné mosty. Proto je lepší kombinovat s vnější, nebo vnitřní izolací, a tudíž omezit tepelné mosty a splnit tepelné technické požadavky na prostup tepla pro nízkoenergetické a pasivní budovy.



Obrázek 25 - obvodový plášť na vnější straně



Obrázek 26 - obvodový plášť mezi sloupy

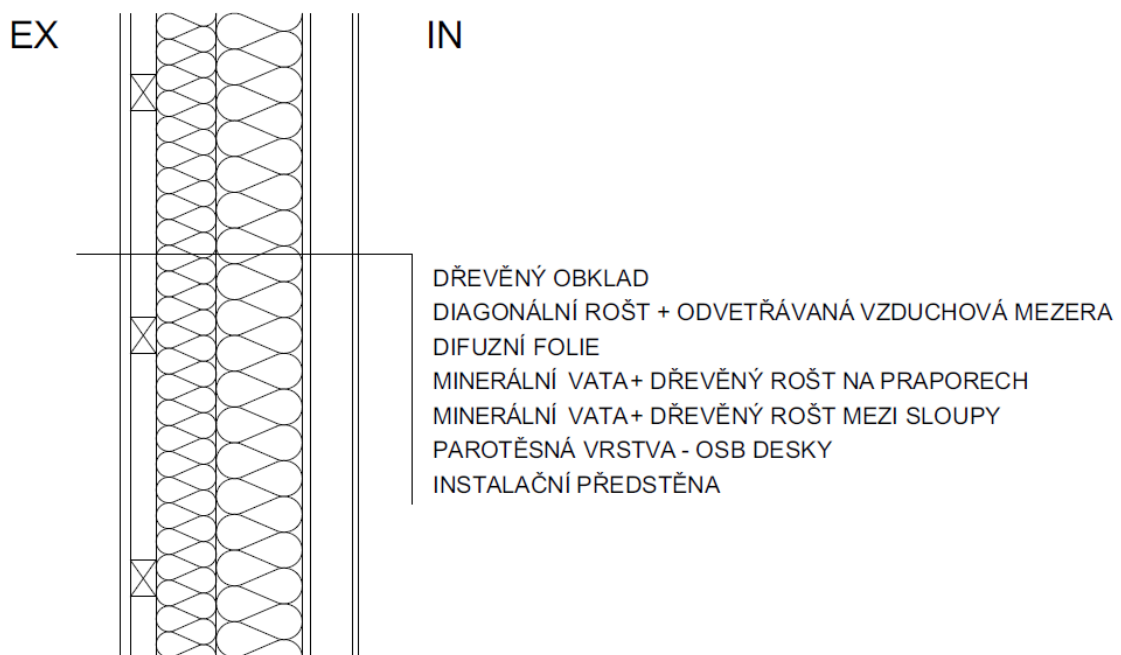


Obrázek 27 - obvodový plášť na vnitřní straně

5.2. Skladba pláště

Při využití umístění izolace mezi a na vnější stranu nosné konstrukce je možné využít systém 2x4. Mezi sloupy a průvlaky se vytvoří svislý rošt z trámků, z vnitřní strany se opláští dřevěnou deskou nebo deskou na bázi dřeva, nejčastěji OSB. Kvůli tepelně technickému požadavku je nutná velká tloušťka izolantu, proto se na již hotový rošt připevní další svislý rošt v potřebné vzdálenosti na tzv. prapory (nejčastěji z OSB desek). Tím je zajištěna dostatečná tloušťka izolace. Nejčastěji se jako izolace používá minerální nebo kamenná vata. Izolace je poté zakryta difuzní folií. Provedení vnější a mezilehlé izolace je výhodné kvůli nenarůstající tloušťce obvodového pláště, využití prostoru mezi nosnými sloupy a vytvoření rovné plochy na vnitřní straně pláště.

U většiny dřevostaveb je použit dřevěný pohledový obklad upevněný na diagonálním roštu. Ten na rozdíl od vodorovného umožňuje odvětrání vzduchové mezery a odvedení případné vlhkosti.



Obrázek 28 - skladba obvodového pláště

6. Realizace

6.1. Příklady realizace masivního skeletu u rodinných domů

6.1.1. RD Koberovy

Rodinné domy s masivním skeletem se vyskytují velmi zřídka, protože u tohoto typu objektu se většinou objevuje systém „two by four“. V České republice se nejvíce rodinných domů s masivním skeletem postavilo v lokalitě Koberovy blízko Jablonce nad Nisou. Zde



Obrázek 30 - masivní skelet rodinného domu

stojí 13 energeticky pasivních rodinných domů s touto nosnou konstrukcí a s krovovými fošnovými vazbami s použitím podélného konstrukčního systému (viz. Obrázek 30 a 29). Tím je zajištěna volnost dispozičního řešení. Ztužení objektu je provedeno vzpěrami a tuhou stropní tabulí.



Obrázek 29 - finální vzhled rodinných domů

6.1.2. Tiny timber frame cabine (ME, USA)

Dalším příkladem objektu s tímto typem nosné konstrukce je malý rodinný dům/chata ve státě Maine na severovýchodě USA. Tato stavba je založena nad terénem na základových patkách – crawl space a tím pádem je zde zajištěno dostatečné větrání. Prostorová tuhost je zajištěna vzpěrami v podobě pásků.



Obrázek 31 - masivní skelet domu z USA

V České republice zatím nejsou dřevostavby tolik rozšířené jako právě v USA, kde se ze dřeva staví mnohem více.

6.1.3. Czech Chalet – TFH dřevostavby

Dřevostavba alpského stylu je umístěna v horské krajině. Svislé nosné prvky jsou tvořeny sloupy, obvodový plášť není nosný. Stropní konstrukce je tvořena trémovým



Obrázek 32 - vzhled Czech Chalet

stropem s viditelnými nosnými trámy. Svislé ztužení je provedeno ve stěnách objektu, nejspíše vzpěrami.



Obrázek 33 - nosný skelet domu

6.2. Příklady realizace masivního skeletu u vícepatrových budov

Množství vícepodlažních budov ze dřeva se postupem času zvětšuje, důvodem je postupný vývoj technologií a materiálů, které umožňují stavět čím dál vyšší a vyšší budovy. Na rozdíl od jiných zemí jako je Německo nebo Švýcarsko se u nás tyto projekty realizují velmi zřídka.

6.2.1. Tamedia building

Masivní pohledový skelet byl například použit pro stavbu budovy pro firmu Tamedia. Tato stavba byla navržena japonským architektem Shigeru Banem a nachází se ve švýcarském Curychu. Na její 6 patrový skelet s tuhými rámovými rohy byly použity masivní prvky z lepeného lamelového dřeva. Zajímavostí celé nosné konstrukce je vytvoření tuhého rámového rohu pomocí eliptického čepu, který zabraňuje otočení a spojuje sloup s průvlaky.



Obrázek 35 - estetické provedení rámového rohu



Obrázek 34 - skelet Tamedia building

6.2.2. Bytový dům e3BAU

Jako příklad bytového domu je tato stavba z Berlína. Do roku 2010 se jednalo o nejvyšší vícepodlažní budovu ze dřeva v SRN (7 pater). Objevuje se zde masivní dřevěný skelet s tuhými ocelovými styčníky. Vodorovné nosné konstrukce jsou zhotoveny z masivních dřevěných desek. Železobetonové schodiště, umístěné z požárního hlediska mimo budovu, dodává budově jedinečnost.



Obrázek 36 - konstruování skeletu e3BAU



Obrázek 37 - finální vzhled e3BAU

6.2.3. UCEEB ČVUT

Českou republiku v tomto druhu staveb alespoň částečně zastupuje budova UCEEBu (Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT). Zde je na rozdíl od předchozích dvou budov použita rámová konstrukce halového typu na velké rozpětí více než 10 m (vysoké průvlaky z lepeného dřeva). Tento typ nosné konstrukce je použit jak na zkušební halu, tak na administrativní část v 2.NP.



Obrázek 38 - nosný skelet UCEEB



Obrázek 40 - hala UCEEB



Obrázek 39 - UCEEB

7. Závěr

Použití masivních skeletů není v zásadě špatná volba. Pokud se správně vyřeší vertikální a horizontální ztužení objektu, vzniká volný, téměř neomezený, prostor pro řešení dispozic. Skelety se využívají především u vícepodlažních objektů a hal, méně pak u rodinných domů.

Pro běžné zatížení a rozpon se stropní konstrukce zhotovují především z dřevěných materiálů (trámové, žebrové, skříňové stropy). Na velké zatížení a velké rozpony je lepší použít spřažené dřevo betonové stropy, které mají výhodu ve zvukové izolaci, přetížení objektu a požární odolnosti.

Umístění obvodového pláště a jeho izolace závisí na omezení tepelných mostů. Obvodový plášť je většinou tvořen jako difuzně otevřená konstrukce, aby mohla zkondenzovaná vlhkost odejít z konstrukce. Tuto funkci zajišťuje diagonální rošt a vzduchová mezera pod dřevěným obkladem.

8. Seznam použité literatury

8.1. Literatura

[1] KOLB Josef. Dřevostavby – systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2., aktualizované vydání v ČR. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 320 stran. ISBN 978-80-247-4071-3.

8.2. Obrázky

[Obrázky 1-3, 6-23, 25-27] KOLB Josef. Dřevostavby – systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 3., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 320 stran. ISBN 978-80-247-4071-3.

[Obrázek 29 a 30] Katedra konstrukcí pozemních staveb [Zaměstnanci]. Katedra konstrukcí pozemních staveb [online]. Copyright © 2008 [cit. 19.05.2019]. Dostupné z: <http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=50&sub=154>

[Obrázek 31] 14' x 16' Tiny Timber Frame Cabin – Black Dog Timberworks. Timber Frame Homes & Barns throughout Maine and New England [online]. Copyright © 2019 Black Dog Timberworks, LLC. All Rights Reserved. [cit. 19.05.2019]. Dostupné z: http://www.blackdogtimberworks.com/portfolio_posts/14-x-16-tiny-timber-frame-cabin/

[Obrázky 24 a 34-39] RŮŽIČKA Jan. 124YDRS – Vícepodlažní dřevostavby, speciální konstrukce na bázi dřeva, poruchy a rizika dřevostaveb [online]. 2008. STANĚK Kamil, PEUKERT Milan. Praha. [cit. 19.05.2019]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/?Tok=5a08f602899b2834c95358da22fc95ac&Sign=08b261e4f44a9c98c5d2e696fc9fe70a>

[Obrázek 5] Sportovní hala v Dobřanech u Plzně, Lekon TSK. Lepené dřevěné konstrukce | Lekon TSK [online]. Copyright © Lepené dřevěné konstrukce [cit. 19.05.2019]. Dostupné z: <http://www.lekon-tsk.cz/sportovni-hala-v-dobranech-u-plzne>

[Obrázek 32 a 33] Dřevostavba těžký dřevěný skelet chalet | Dřevostavby, časopis o bydlení – DřevoStavby. Dřevostavby – Portál | Dřevostavby, časopis o bydlení – DřevoStavby [online]. Copyright © 2019 [cit. 20.05.2019]. Dostupné z:

<https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/z-redakcnich-navstev/3550-pojdte-dal-chalet-nad-udolim?viewarticles=no>

[Obrázek 40] Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (UCEEB), Buštěhrad | mparchitekti.cz. Úvodní stránka | mparchitekti.cz [online]. Dostupné z: <http://www.mparchitekti.cz/drevostavby/univerzitni-centrum-energeticky-efektivnich-budov-uceeb-bustehrad/>

9. Seznam obrázků

Obrázek 1 - roznos zatížení stěnami	4
Obrázek 2 - roznos zatížení sloupy	4
Obrázek 3 - hlavní nosná skeletová konstrukce.....	5
Obrázek 4 - svislé nosné konstrukce.....	5
Obrázek 5 - průvlak halové konstrukce	6
Obrázek 6 - trámový strop	7
Obrázek 7 - žebrový strop.....	8
Obrázek 8 - skříňový strop.....	9
Obrázek 9 - nosníky z rostlého dřeva s hladkou spárou	9
Obrázek 10 - nosníky z rostlého dřeva s rybinovitým spojem	9
Obrázek 11 - vrstvené dřevo spojované hřebíky	10
Obrázek 12 - vrstvené dřevo spojované kolíky	10
Obrázek 13 - křížem lepené dřevo	11
Obrázek 14 - vrstvené dřevo	11
Obrázek 15 - spřažený trámový strop s použitím vrutů/šroubů/ocelových kolíků	13
Obrázek 16 - spřažený trámový strop s použitím BVD kotev	13
Obrázek 17 - spřažený vrstvený strop se zářezy	13
Obrázek 18 - spřažený vrstvený strop se zapuštěním	14
Obrázek 19 - ztužení objektu rámovými rohy	15
Obrázek 20 - ztužení objektu vzpěrami	15
Obrázek 21 - ztužení objektu diagonálami	15
Obrázek 22 - ztužení objektu stěnami.....	15
Obrázek 23 - vodorovné ztužení s napojením na svislé (jádro).....	16
Obrázek 24 - použití železobetonového ztužujícího jádra	17

Obrázek 25 - obvodový plášť na vnější straně.....	17
Obrázek 26 - obvodový plášť mezi sloupy	17
Obrázek 27 - obvodový plášť na vnitřní straně	17
Obrázek 28 - skladba obvodového pláště	18
Obrázek 29 - finální vzhled rodinných domů	19
Obrázek 30 - masivní skelet rodinného domu	19
Obrázek 31 - masivní skelet domu z USA.....	20
Obrázek 32 - vzhled Czech Chalet	20
Obrázek 33 - nosný skelet domu.....	21
Obrázek 34 - skelet Tamedia building.....	21
Obrázek 35 - estetické provedené rámového rohu.....	21
Obrázek 36 - konstruování skeletu e3BAU	22
Obrázek 37 - finální vzhled e3BAU	22
Obrázek 38 - nosný skelet UCEEB.....	22
Obrázek 40 - UCEEB	23
Obrázek 39 - hala UCEEB.....	23