EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘOVÁNÍ STYČNÍKŮ DŘEVĚNÉHO SKELETU

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF JOINTS IN TIMBER SKELETONS

Ing. Jiří Karas, CSc, Ing. Milan Peukert
Stavební fakulta ČVUT Praha

Anotace :
V rámci grantového projektu „Dřevěné vícepodlažní budovy“ byla provedena v roce 2008-9 řada zatěžovacích zkoušek styčníků sloupy – průvlaky, které potvrdily teoretické předpoklady a prokázaly spolehlivost i vhodnost styčníků pro využití v praxi.
Abstrakt:
The work within the grant project „Multi – storey timber buldings“ caried out in 2008-9 included a series of load tests of column – girder joints, which confirmed the theoretical assumptions and proved both the reliability and suitability of the joints for practical applications.
Klíčová slova:
experimentální ověřování; styčníky dřevěného skeletu (sloupy – průvlaky); dřevěné vícepodlažní budovy; spolehlivost konstrukce;
Key words:
Experimental verification; joints in timber skeletons (columns – ginders); multi – storey timber buldings; reiability of the construction;

1. Úvod

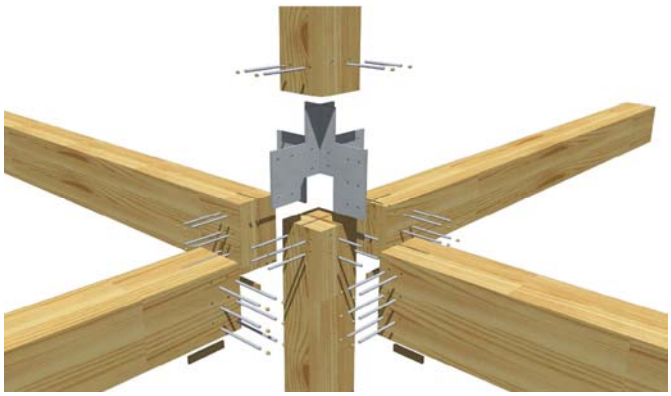
V příspěvku je popsána konstrukce styčníků, zkušební a měřící zařízení, postup zatěžování a hlavně výsledky zatěžovacích zkoušek.

Ověřována byla únosnost a přetvoření jednotlivých styků ve styčnících pro centrické zatížení působící monotoně i cyklicky. Sledován byl též vliv tolerancí ve stycích a velikost přídavných momentů ve zhlaví průvlaků. V současné době probíhá ověřování pro zatížení exentrické a výsledky zatím nejsou zpracovány.

2. Popis konstrukce

Rámy z lepeného lamelového dřeva nebo rostlého dřeva s kloubovými styčníky se navrhují obvykle do rozpětí 6 m, při vzdálenosti rámů do 4,8 m, pro celkové návrhové zatížení 3 – 5 kN/m^2 a výšku obvykle do pěti podlaží. Při použití LLD vychází průřezy sloupů většinou pod 200/200mm a průřezy průvlaků mezi 180/280 až 200/320 mm. Při aplikaci rostlého dřeva nebo KVH jsou průřezy o cca 10% větší.

Prostorový styčník na obr.1 je konstruován s využitím svařované ocelové desky v tl. 8-10 mm, která je osazena do vyfrézovaných drážek ve zhlaví sloupů a průvlaků a skrz otvory v desce ocelovými kolíky spojuje všechny prvky do kompaktního styčníku. Ohybové momenty v příčlích ve styčníku jsou zanedbatelné a prostorová tuhost budovy je zajištěna vloženými smykovými stěnami, diagonálami nebo železobetonovým jádrem.



Obr.1: Pohled na prostorový styčník skeletu

3. Experimentální ověřování styčníků

Byly provedeny studijní zatěžovací zkoušky čtyř styčníků – obousměrných průvlaků se sloupy, lišící se počtem kolíků ve stycích i postupem zatěžování.





Obr.2,3: Styčník před a po osazení do zkušebního zařízení

Zkušební styčník je sestaven z části dolního sloupu, na který jsou osazeny ocelové svařované styčníkové desky. Následuje osazení zhlaví průvlaků spojených se styčníkovými deskami ocelovými kolíky a montáž horní části sloupu. Ocelový prostorový prvek vytváří čtyři klouby ve stycích s průvlaky a kloub mezi dolním a horním sloupem.
Zkušební zařízení sestává z hlavního hydraulického lisu 500 kN působícího v ose sloupů a čtyř hydraulických lisů 150 a 200 kN, působících v uložení průvlaků. Pro sledování přetvoření a napětí byly na sloupy, průvlaky a styčníkové desky upevněny snímače (25 ks – maximum kapacity ústředny) a tenzometry (4 ks).
Ve styčníku byly sledovány tři druhy spojů:

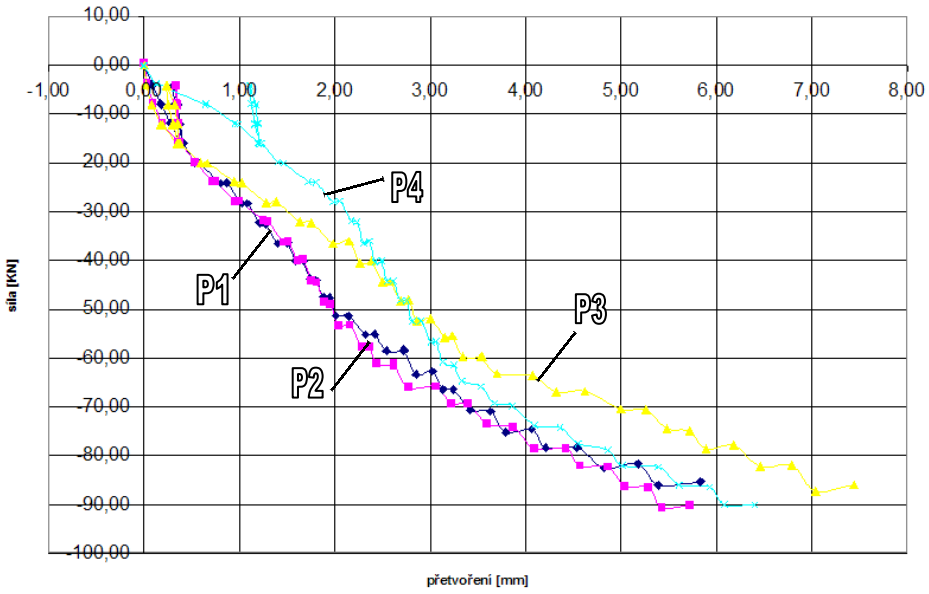
- Spoj mezi průvlaky a ocelovými styčníkovými deskami
- Spoj mezi styčníkovými ocelovými deskami a sloupem
- Spoj mezi patou a zhlavím sloupů

Styčník byl osazen do zkušebního zařízení v „obrácené poloze“ – otočen o 180°ve srovnáním s umístěním ve skutečné konstrukci.

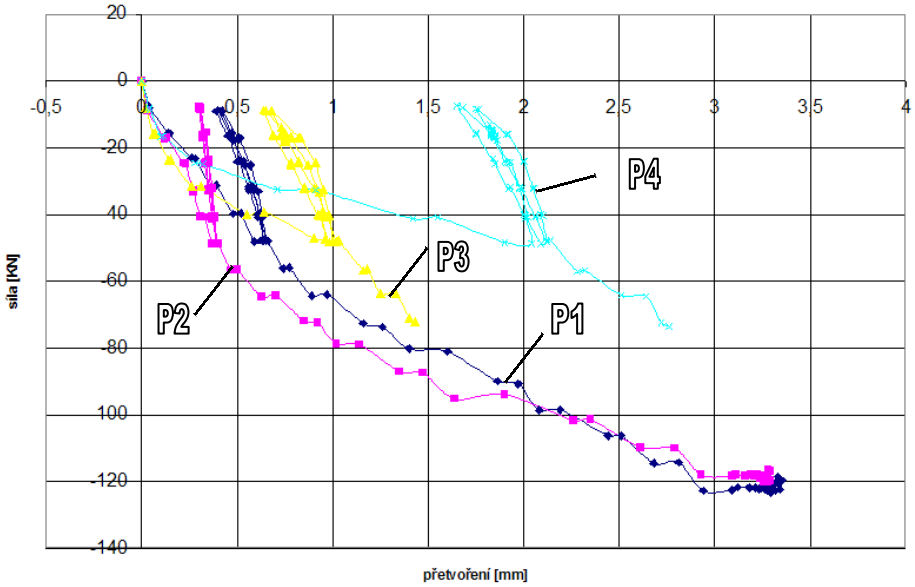
Postup zatěžování – síly se u průvlaků zvyšovaly po 4 – 8 kN (dle počtu kolíků) v časovém intervalu 3 minuty; síly ve sloupech se zvyšovaly po 35 – 50 kN ve shodném časovém intervalu (obdobně při cyklickém zatížení).

4. Výsledky zatěžovacích zkoušek

Spoj průvlak – styčníková deska



Obr. 4: Styčník B2 – přetvoření ve svislém směru mezi ocelovou deskou a průvlakem P1 až P4



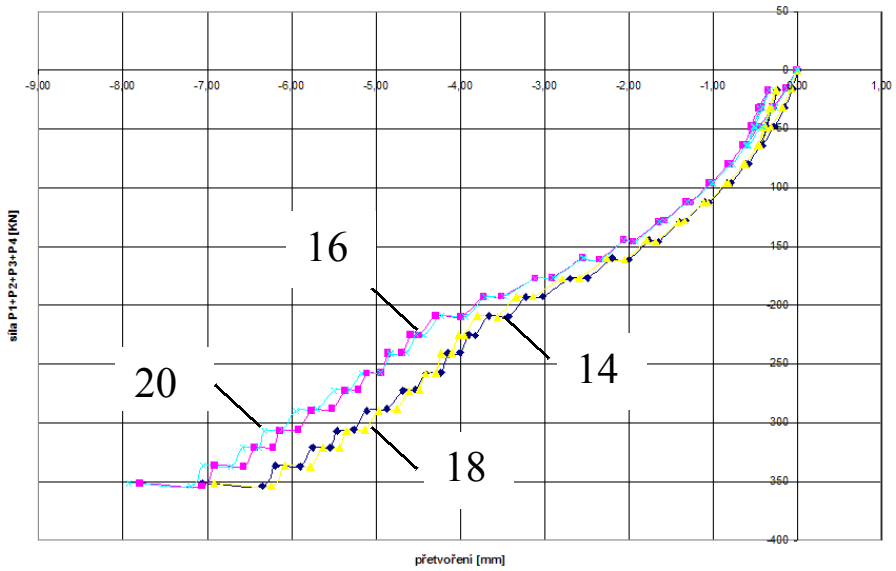
Obr. 5: Styčník B3 – přetvoření ve svislém směru mezi ocelovou deskou a průvlakem P1 až P4

- z počátku zatěžování rychlý nárůst přetvoření a velký rozdíl přetvoření u jednotlivých styků ve styčníku (4x) vlivem tolerancí v ocelových deskách a v průvlacích, především u styčníku B3;
- při cyklickém zatížení /v rozsahu 10 – 53% návrhové únosnosti) několikanásobně větší modul prokluzu styku ve srovnání s plynule narůstajícím zatížením;
- velmi rychlý nárůst přetvoření při vyšším zatížení (blížící se mezní únosnosti); u styčníku B1 a B2 výsledné přetvoření cca 6 mm, u styčníku B3 přetvoření 3,3 mm;
- přetvoření při dosažení návrhové únosnosti činí u B1 a B2 cca 2 mm, u B3 1,8 mm;

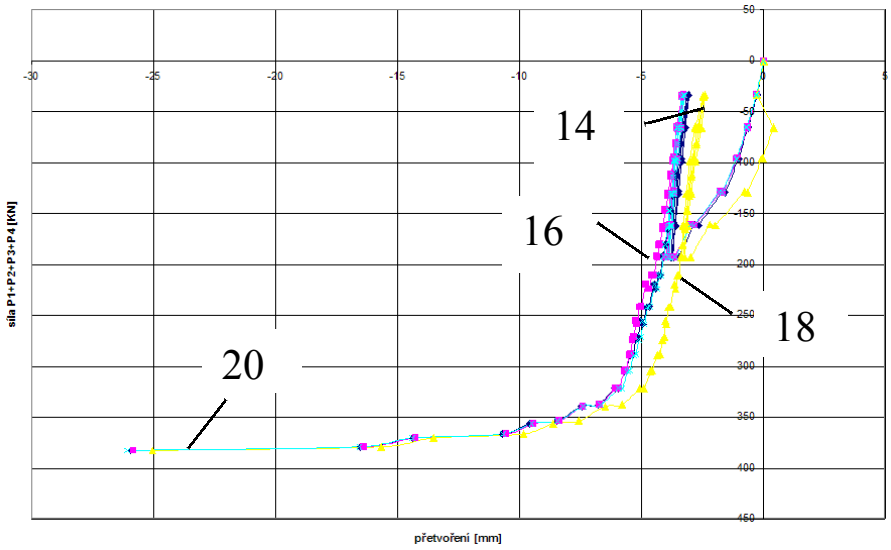
Z provedených zatěžovacích zkoušek vyplývá:

- mezní únosnost styků u styčníku B1 a B2 je téměř shodná (celkem 8 styků) a dosáhla přibližně dvojnásobku návrhové únosnosti; u B3 je únosnost výrazně nižší (přepočteno na jeden kolík);
- styky působí jako klouby, přídavné momenty ve stycích jsou velmi malé;
- tolerance v poloze a průměru otvorů pro kolíky nemají podstatný vliv na výslednou únosnost styků;
- je třeba uvažovat sníženou únosnost kolíků nejvíce vzdálených od těžiště styku;

Spoj styčníkové desky – sloup



Obr. 6: Styčník B3 – přetvoření ve svislém směru mezi ocelovou deskou a průvlakem P1 až P4



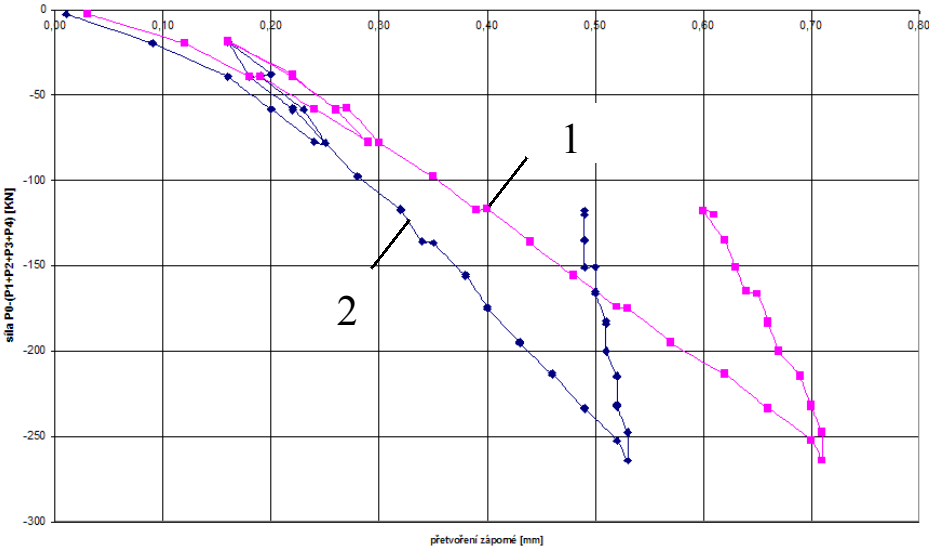
Obr. 5: Styčník B3 – přetvoření ve svislém směru mezi ocelovou deskou a průvlakem P1 až P4

- u styčníku B2 téměř lineární průběh přetvoření;
- u styčníku B3 při cyklickém zatížení vznikla významná trvalá deformace při zatěžování na hodnotu 100% návrhové únosnosti styku a odlehčením na 20% návrhové únosnosti;
- deformace při dosažení návrhové únosnosti činí 3,4 – 4,0 mm (zvětšování při cyklickém zatížení); výsledná deformace při maximální síle je 10,4 mm u styčníku B3 a cca 6,0 mm u styčníku B1 a B2;

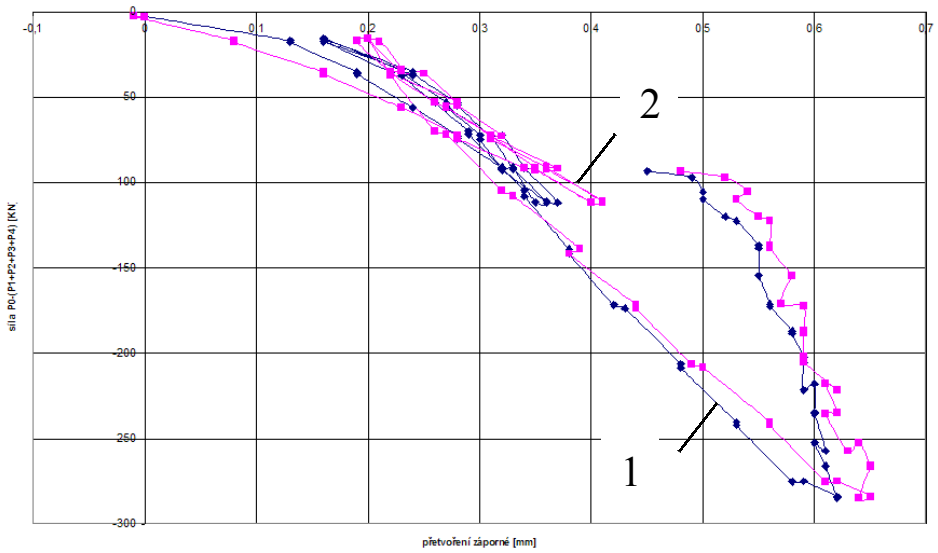
Ze zkoušek vyplývá:

- mezní únosnost styků má malý rozptyl a dosahuje téměř dvojnásobné návrhové únosnosti;

Spoj sloup – sloup



Obr. 8: Styčník B2 – přetvoření ve svislém směru mezi sloupy – snímače 1 a 2



Obr. 9: Styčník B3 – přetvoření ve svislém směru mezi sloupy – snímače 1 a 2

u styčníku B2 : - na začátku zatěžování rychlý nárůst přetvoření – dotlačení sloupů v kontaktní spáře;

- malý vliv cyklického zatížení a dále lineární průběh přetvoření;
- celkové zatížení pouze na 60% návrhové únosnosti;

u styčníku B3 : - též rychlý nárůst přetvoření na začátku zatěžování;

- cyklické zatížení na úrovni 24% návrhové únosnosti významně neovlivňuje další průběh přetvoření;
- celkové zatížení pouze na 56% návrhové únosnosti;
- výsledné přetvoření 0,63 mm – stlačení částí sloupů + vliv kontaktní spáry;

mezní únosnost byla zjištěna pouze u styčníku B4 a činí 2,6 násobek návrhové únosnosti styku;



Obr.10: Porušení sloupů

5. Závěr

Provedené zatěžovací zkoušky styčníků v roce 2008 i zkoušky probíhající v tomto roce potvrdily teoretické předpoklady chování styčníků a prokázaly jejich spolehlivost i výhodnost pro využití v praxi.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci grantového projektu „Dřevěné vícepodlažní budovy“ č. 103/07/0514, hlavní řešitel: Doc. Ing. V. Bílek,CSc;

Literatura

/1/ KARAS, J.: Zatěžovací zkoušky styků sloup – průvlak; vyhodnocení zatěžovacích zkoušek v roce 2008; GAČR 103/07/0514;

/2/ KARAS, J.: Dřevěné skelety s kloubovými styčníky; celostátní konference Dřevěné stavění; Praha – Letňany, září 2008;

/3/ ROJÍK,V, KARAS, J., PEUKERT, M.: Styčníky těžkých dřevěných skeletů; odborný seminář Dřevostavby 2009 ; Volyně, duben 2009;

Kontakt

Ing. Jiří Karas,CSc, Fakulta stavební ČVUT Praha, Katedra konstrukcí pozemních staveb; e-mail: karas@fsv.cvut.cz;

Ing. Milan Peukert, Fakulta stavební ČVUT Praha, Katedra konstrukcí pozemních staveb; e-mail: milan.peukert@fsv.cvut.cz;