



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra mechaniky**

Experimentální zjišťování poruchy sádrokartonových desek

Experimental investigation of the cracks of gypsum wallboard

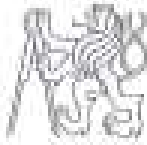
Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: Ing. Pavel Padevět Ph.D.

Zuzana Čermáková

Praha 2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Čermáková	Jméno: Zuzana	Osobní číslo: 380908
Zadávající katedra: K 132 - Katedra mechaniky		
Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství		
Studijní obor: (36071009) Konstrukce a dopravní stavby		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>EXPERIMENTÁLNÍ ZJIŠTOVÁNÍ PŮBĚHY SÁDROKARTONOVÝCH DESEK</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Experimental investigation of the cracks of gypsum wall board</u>	
Pokyny pro vypracování: 1) zpracování referenční části práce o výrobě sádky a o sádkových výrobcích. 2) provedení experimentálního měření sádkových mechanických posuvů sádkokartonových desek. 3) vyhodnocení posuvů a stanovení příčiny jejich vzniku.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Pavel Procházka, Ph.D.</u>	
Datum zaslání diplomové práce: <u>6.10.2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1.2017</u>
Podpis vedoucího práce	

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beze mne vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, zdrojů pramenů a jsem konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokokvalitné závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a níže jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“

V Praze, dne 7. 1. 2017

Bc. Zuzana Čermáková

Poděkování:

Děkuji panu Ing. Pavlu Padevětovi Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce a za ochotu a čas věnovaný konzultacím a zkoušení. Dále děkuji Ing. Ondřeji Zobalovi za odbornou pomoc při přípravě zkušebních vzorků a odborné konzultace.

Abstrakt a klíčová slova:

Diplomová práce má za cíl zjistit, zda se úpravou receptury zvýší pevnost v tahu za ohybu sádrokartonových desek, a zda opravdu platí pravidla, která jsou zažita mezi běžnými spotřebiteli a prodejci o červeně označených sádrokartonových deskách. Do laboratoře byly dodány vzorky sádrokartonových desek značené jako červené z roku 2014, 2015 a 2016, kde postupně docházelo k úpravě receptury a k nějakým změnám ve výrobě. Vzorky z desek byly zkoušeny čtyřbodovou ohybovou zkouškou. Výsledkem by tedy mělo být shrnutí jednotlivých pevností v tahu za ohybu, zda se povedlo zvýšit pevnost a vyrovnanost sádrokartonových desek, pracovní diagramy jednotlivých vzorků a potvrzení či vyvrácení, že se jednalo ve všech případech o protipožární desky.

Klíčová slova: *sádra, sádrokarton, sádrokartonová deska, protipožární sádrokartonová deska, napětí, čtyřbodová ohybová zkouška, pracovní diagram*

Abstract and key words:

The goal of this diploma thesis is verify, if changing the wallboard structure will leads to the higher bending resistance and if the material characteristic that are specified for the widely used „red type“ wallboards are correct. The measurement has been made on the wallboards made in 2014, 2015 and 2016, where the structure and technology have been changed every year. The four point bending test has been used for the samples. Output of the research should evaluate bending resistance, equality of every tested sample, their working diagram and their fire resistance.

Key words: *gypsum, drywall, gypsum wallboard, fireproof wallboard, stretch, four-point bending test, working diagram*

Obsah

1. Úvod	7
2. Typy sádrokartonových desek.....	8
3. Výroba sádrokartonových desek.....	10
4. Zkušební přístroj	12
5. Zkouška čtyřbodovým ohybem, odvození výpočtu maximálního napětí, oblast konstantního momentu	14
5.1. Zkouška čtyřbodovým ohybem, oblast konstantního ohybového momentu	14
5.2. Odvození výpočtu maximálního napětí	16
6. Příprava vzorků pro zkoušení čtyřbodovým ohybem	17
6.1. Desky vyrobené v roce 2014	17
6.2. Desky vyrobené v roce 2015	20
6.3. Desky vyrobené v roce 2016	22
7. Průběhy zkoušek jednotlivých zkoušených vzorků	24
7.1. Desky vyrobené v roce 2014	24
7.2. Desky vyrobené v roce 2015	46
7.3. Desky vyrobené v roce 2016	62
8. Grafické vyhodnocení trhlin v desce	73
8.1. Desky vyrobené v roce 2014	73
8.2. Desky vyrobené v roce 2015	76
8.3. Desky vyrobené v roce 2016	79
9. Shrnutí výsledků vypočítaných napětí, jejich porovnání a odchylky	82
9.1. Desky vyrobené v roce 2014	83
9.2. Desky vyrobené v roce 2015	89
9.3. Desky vyrobené v roce 2016	93
9.4. Porovnání všech odzkoušených desek.....	97
11. Seznam použité literatury	101
12. Seznam použitých zkratk.....	102
13. Seznam obrázků	103
14. Seznam tabulek	104
15. Seznam grafů	105
16. Přílohy	106

1. Úvod

Do laboratoře byly dodány vzorky sádrokartonových desek vyrobených v roce 2014, 2015 a 2016. V průběhu těchto let se měla měnit receptura a další věci, které mají vliv na pevnosti sádrokartonových desek. Naším úkolem je zjistit, zda se úpravou těchto vlivů při výrobě dosáhlo vyšších pevností a identifikovat jednotlivé desky a jejich vlastnosti.

Všechny dodané desky jsou označeny červeným (růžovým) kartonem, nebo jiným značením, že se jedná o červené (růžové) sádrokartonové desky. Mají tloušťky 12,5 mm nebo 15 mm. Jsou to pouze výřezy z celých desek, takže nelze jednoznačně identifikovat firmu, která tyto desky vyrobila.

Pro jednoznačnou identifikaci desek se podíváme okem běžného zákazníka, který potřebuje koupit nějaký typ sádrokartonové desky. Ať otevřeme webové stránky stavebnin, obchodů se stavebními potřebami nebo přijdeme do stavebnin, dozvíme se, že existuje pár druhů sádrokartonových desek, které od sebe jednoznačně rozeznáme.

Sádrokartonové desky jsou od sebe rozeznatelné podle barvy kartonu, nebo podle označení či popisu na desce. Jsou hlavní čtyři typy barev desek, které na našem trhu nalezneme (viz kapitola 2).

Z každé dodávky desek byly náhodně vybrány dvě až tři desky, které nebyly nijak porušené a mohly se tedy použít pro zkoumání. Nejprve se na desky nakreslil plán, podle kterého byly rozřezány na vzorky o rozměrech 400 mm x 50 mm. Plán byl odvozen od běžné montáže sádrokartonových desek.

Poté byly všechny vzorky zkoušeny čtyřbodovou ohybovou zkouškou, ze které byl vytvořen pracovní diagram a spočítáno maximální napětí od maximální zatěžovací síly.

2. Typy sádrokartonových desek

Stavební sádrokartonové desky:

Barva: bílá

Použití: Stavební sádrokartonové desky se poznají podle bílého kartonu. Používají se do místností, kde není projektem nařízená protipožární odolnost konstrukce, nebo kde není zvýšená vlhkost a nevznikají vodní páry. V dnešní době jsou bílé sádrokartonové desky hodně používány pro příčky nebo snížený strop. Vyrábí se v základních tloušťkách 12,5 mm a 15 mm, ale na trhu se objevují i tloušťky 9,5 mm. Tyto tenké desky se používají pouze pro nezatěžované konstrukce. Základní rozměr desek je 2000 x 1250 mm.

Protipožární sádrokartonové desky:

Barva: růžová, červená

Použití: Protipožární sádrokartonové desky mají zvýšenou protipožární odolnost. Používají se tam, kde je protipožární odolnost nařízena již projektem, hlavně v průmyslových stavbách. Dají se použít na příčky, stropy ale i na obklady stěn, jeli potřeba protipožární odolnost. Prodávají se ve stejných rozměrech jako stavební (bílé) sádrokartonové desky, ale z důvodu použití jiného materiálu jsou mnohem těžší a musí se tato hmotnost zohlednit ve výpočtu zatížení a při manipulaci s deskami. Tyto sádrokartonové desky jsou v růžovém kartonu, popř. mají červené nebo růžové popisy na hraně desky. Lepší protipožární odolnosti je dosaženo vláknem, které se přidávají do sádrové směsi, ze které je deska vyrobena. Při zvýšení napětí na desku nedojde díky vláknům k okamžitému porušení desky, ale nejprve praskají jednotlivá vlákna, a až poté vznikne trhlinka. Tedy je oddálená doba, kdy se může požár šířit trhlinkami a měla by být i zvýšená pevnost desek.

Pro použití do vlhkých prostor a místností, kde mohou vznikat vodní páry a zároveň je nutná protipožární odolnost se vyrábí speciální protipožární sádrokartonové desky s označením RBFi.

Impregnované sádrokartonové desky:

Barva: zelená

Použití: Impregnované sádrokartonové desky mají zvýšenou odolnost proti vodě a jsou vhodné do prostorů, kde je zvýšená vlhkost vzduchu. Poznáme je podle zeleného kartonu popř. podle zeleného nápisu na hraně desky. Používá se např. v kuchyních, koupelnách a místnostech, kde by z důvodu zvýšené vlhkosti či vzniku vodní páry mohlo dojít k poškození obyčejné sádrokartonové desky. Díky použití jiného materiálu na zelené sádrokartonové desky než na stavební (bílé) je tato deska mnohem těžší a je potřeba s tímto faktem počítat jak při manipulaci, tak při výpočtu zatížení konstrukcí.

Akustické sádrokartonové desky:

Barva: modrá

Použití: Akustické sádrokartonové desky se vyrábí v modrém kartonu a mají zvýšenou schopnost odhlučnit prostory. Ať se jedná o hlučné sousedy nebo zkušebnu v domě, tyto desky svou materiálovou strukturou dokáží zmírnit hluk. Dají se použít jak na příčky, tak i snížené stropy. Jsou lehké a vyrábějí se v tloušťce jako stavební (bílé) sádrokartonové desky.

3. Výroba sádrokartonových desek

Pro výrobu sádrokartonových desek jsou potřeba hlavní tři věci. Sádra, voda a papír. Papír je speciální, několikavrstvý, vysoce pevný a pro sádrokartonové desky je vyráběn jen v několika papírnách v Evropě. Tento papír musí odpovídat přesným normám. Do výroby je dodáván v rolích jako nekonečný papír. Vnitřek sádrokartonové desky je tvořen ze speciální sádry a vody a je držen pouze výše zmíněným papírem.

Další již zmiňovanou složkou sádrokartonu je sádra. Ta se vyrábí ze sádrovce. Sádrovec se získává buď přírodní cestou, vytěží se z přírody, nebo uměle. Uměle získáváme sádrovec jako vedlejší produkt při odsiřování kouřových zplodin tepelných elektráren. Tento uměle vzniklý sádrovec se nazývá energosádrovec. Aby z něj vznikla sádra, musí proběhnout kalcinace sádrovce. Při tomto procesu se ze sádrovce odpaří nadbytečná voda a vznikne sádra, která projde procesem chlazení a poté je uskladněna. Jen část sádrovce je použita pro výrobu sádry. Druhá část podlehně jen vysušování sádrovce a do této směsi jsou pak přimíchávány další přísady.

Nyní už se dostáváme k výrobě směsi, která se lije na „nekonečný“ papír. Tato směs se skládá z vody, sádry, která vznikla kalcinací a vysušeného sádrovce s přísadami. Směs se zpracovává v kontinuální míchačce a je dopravována licím rukávem na „nekonečný“ papír, který se posunuje a odmotává z role. Po nalití směsi na papírový karton dochází k zahýbání hran kartonu směrem nahoru a rovnoměrnému zarovnání směsi pomocí strhující lišty. Poté se hrany papíru úplně uzavřou a na vršek je přilepen další papírový karton. Pro přilepení vrchního kartonu stačí pouze voda. Na takto již uzavřený pás sádrokartonových desek je natištěno označení desky a její datum a čas výroby. Linka je tak dlouhá, že na konci již může dojít k nařezání desek na téměř totožný rozměr, který můžeme najít v obchodech a

je povolena manipulace s deskami. Desky se přesunou do sušičky, kde se z nich odpaří nadbytečná voda. Poté jsou už desky jen dořezány na požadované rozměry.

Jako přísady do směsi pro výrobu sádrokartonu jsou používány např. skleněná vlákna, plastifikátory, pěnidla, jemně mletá sádra. Další přísady mohou ovlivnit požární odolnost nebo odolnost proti vzniku plísní. Pro nižší nasákavost vody se používají silany nebo voskové emulze.

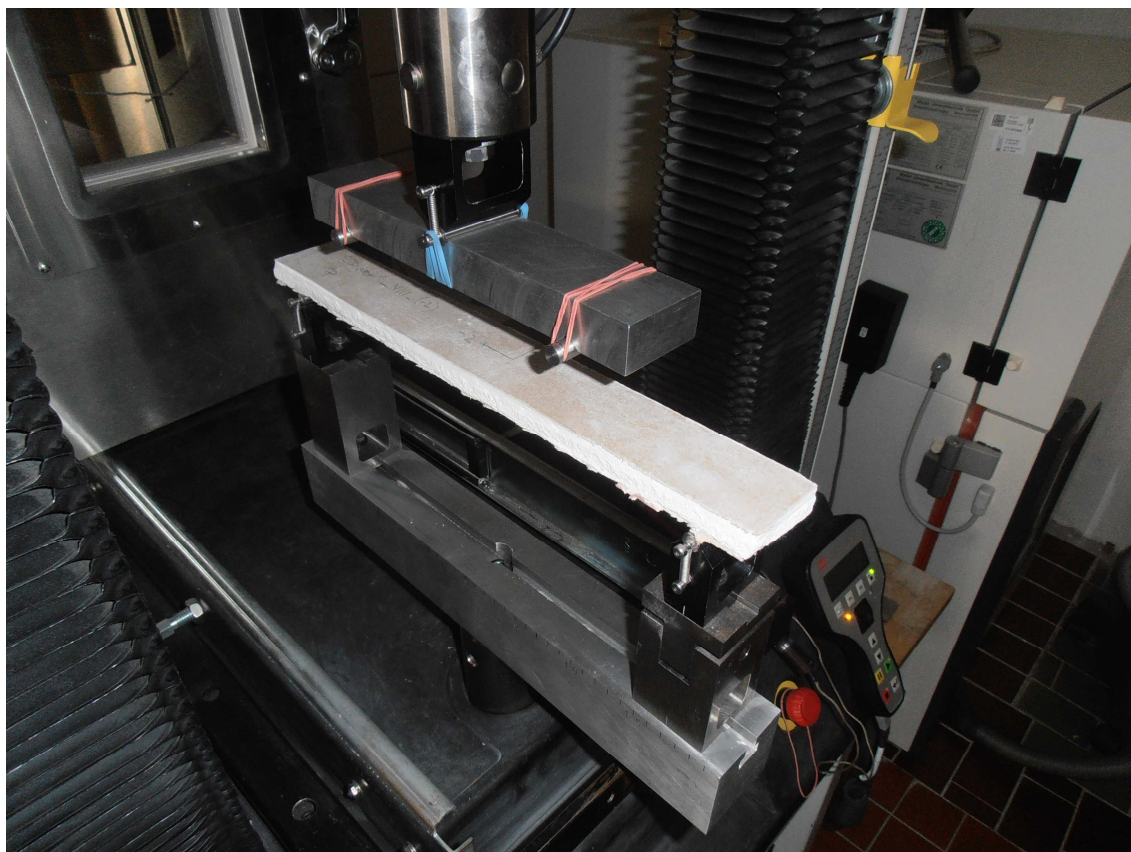
4. Zkušební přístroj

Všechny vzorky sádrokartonových desek jsou zkoušeny na přístroji MTS ALLIANCE RT 30 kN.



Obr. č. 1 – Fotografie zkušebního přístroje MTS ALLIANCE RT 30 kN.

Na obr. č. 1 je fotografie zkoušecího přístroje a na obr. č. 2 je fotografie uložení vzorku sádrokartonové desky na podpory. Také je zde jasně vidět, jak je síla, kterou přístroj působí, rovnoměrně rozdělena na dvě působišť. Gumičkové úchyty jsou ve funkci jen do doby, než se vrchní díl stroje pevně opře do zkoušeného vzorku, jelikož v tuto chvíli už nejsou potřeba, a tedy nejsou využity. V tlačícím kvádru jsou udělány zářezy, do kterých přesně padne vršek stroje, přes který působí síla (modré upevnění) a spodní dva válečky (růžové upevnění), které tuto sílu přenášejí na zkoušený vzorek sádrokartonové desky. Tyto gumičky pouze přidrží jednotlivé části pohromadě, dokud je stroj ve volném prostoru nad vzorkem.

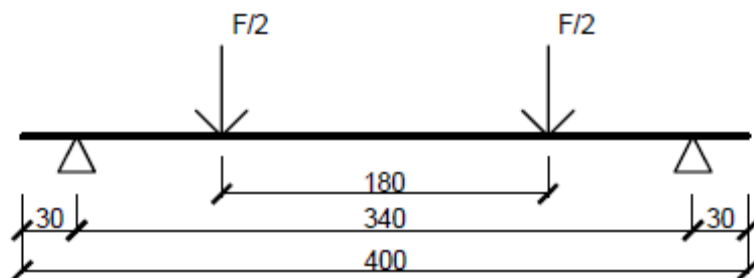


Obr. č. 2 - Detail uložení vzorku sádrokartonové desky do přístroje

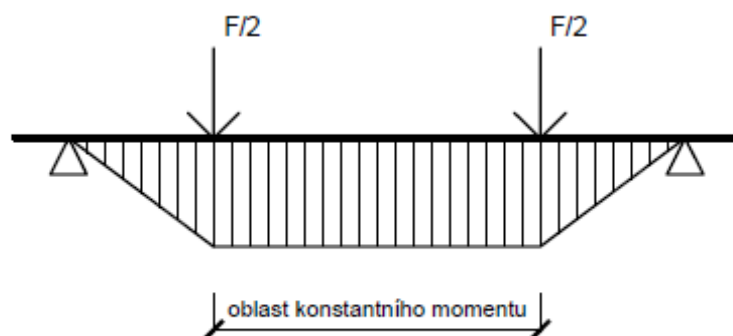
5. Zkouška čtyřbodovým ohybem, odvození výpočtu maximálního napětí, oblast konstantního momentu

5.1. Zkouška čtyřbodovým ohybem, oblast konstantního ohybového momentu

Na obrázcích níže (obr. č. 3 a obr. č. 4) je ukázáno, jak je vzorek sádrokartonové desky vložen do přístroje. Vzorek je uložen na dvě podpory, které jsou od sebe vzdáleny 340 mm. Přesahy vzorku jsou na obou stranách 30 mm. Síly, které na vzorek působí, jsou od sebe vzdáleny 180 mm. Zaznamenávaná síla z přístroje, je výsledná síla obou sil. Proto je potřeba tuto sílu do výpočtu podělit dvěma.

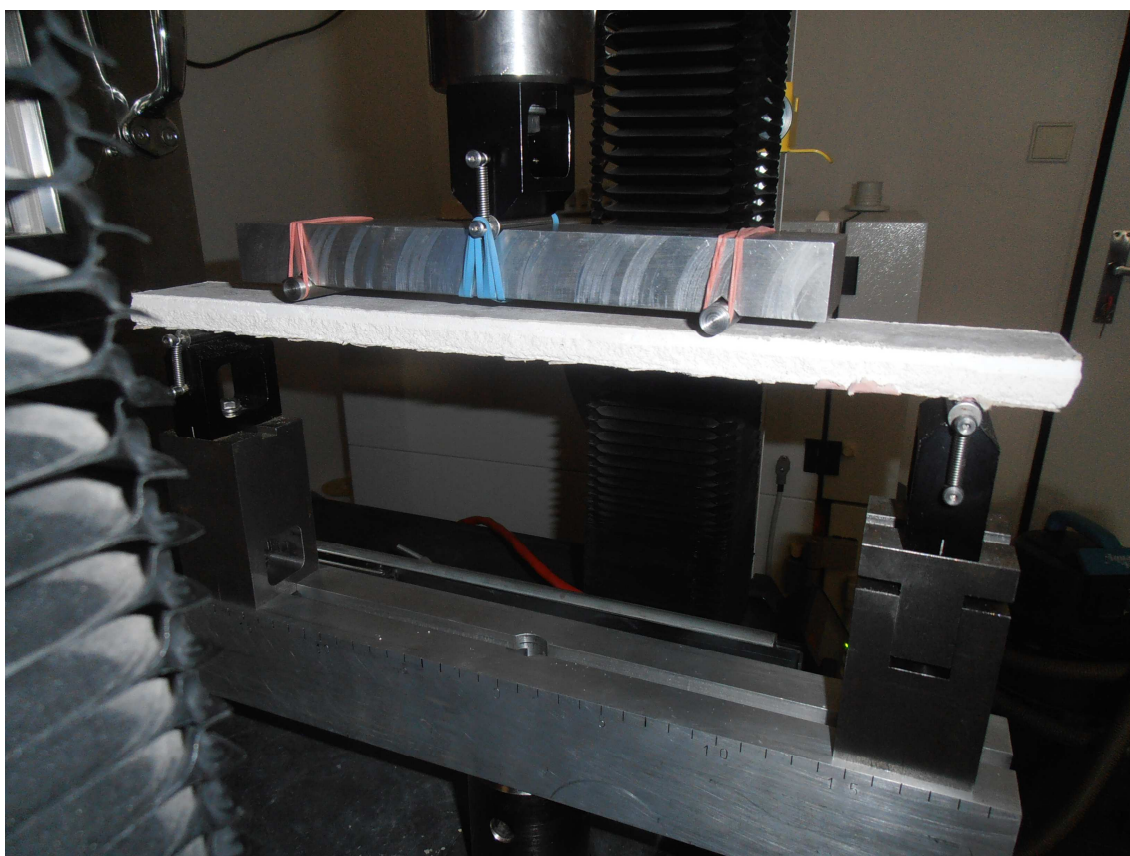


Obr. č. 3 - Schéma čtyřbodové zkoušky [mm]



Obr. č. 4 - Průběh ohybového momentu u čtyřbodové zkoušky

Na následujícím obrázku (obr. č. 5) je fotografie, na které je vzorek vložen do zkoušecího přístroje. Jak je vidět ve schématu, vzorek je uložen na dvě podpory a síla, kterou působí stroj na vzorek, je rovnoměrně rozdělena do dvou míst působení.



Obr. č. 5 - Fotografie uložení zkušebního vzorku do přístroje

5.2. Odvození výpočtu maximálního napětí

Výpočet napětí byl proveden podle vzorce níže. Napětí se rovná ohybovému momentu M , který je vydělený průřezovým modulem W .

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{(F/2)*80}{(1/6)bh^2} = \frac{480*(F/2)}{bh^2}$$

b ... šířka vzorku [mm]

h ... výška vzorku (v našem případě je to tloušťka desky) [mm]

F ... síla, kterou zaznamenává přístroj [N]

Odvození jednotek je provedeno tak, že do vzorce odvození napětí jsou pouze dosazené jednotky, které jsou jen upraveny a pokráceny.

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{[N*mm]}{[mm \text{ mm}^2]} = \frac{[N]}{[mm^2]} = [\text{MPa}]$$

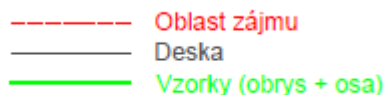
V průběhu zkoušky přístroj zaznamenává velikost síly F po každé 0,1s. Výpočet napětí byl proveden přes celou délku zkoušky, takže nedostaneme jen maximální napětí od maximální síly, která působila na vzorek, ale celý graf závislosti napětí σ [MPa] a času [s].

6. Příprava vzorků pro zkoušení čtyřbodovým ohybem

Dodané výřezy sádrokartonových desek byly rozkresleny a nařezány dle předpokládané možnosti prasknutí. Oblast prasknutí byla odvozena od nejčastějšího způsobu montáže sádrokartonových desek. Jelikož se desky k profilům připevňují vždy po obvodu a poté ještě v polovině desky, je nejpravděpodobnější, že deska v namáhání praskne přibližně v třetinách celého rozpětí.

Na desky tedy byly udělány nákresy os vzorků přibližně v jedné třetině, a aby bylo pokryto co nejvíce oblasti možného porušení, u některých vzorků na každé desce došlo k posunutí této osy o 2cm doleva nebo doprava. Poté už byly rozkresleny délky a šířky vzorků a desky byly rozřezány na jednotlivé pruhy. Na obrázcích pod textem jsou nákresy desek, vyznačený směr lití a očíslování vzorků včetně popisu, zda se jedná o levou stranu desky (L), nebo pravou stranu desky (P). Proškrtuté vzorky byly porušeny při přípravě nebo při manipulaci. Číslování vzorků je vždy ve směru lití desky.

Na následujícím obrázku (obr. č. 6) je legenda k obrázkům č. 7- 13.



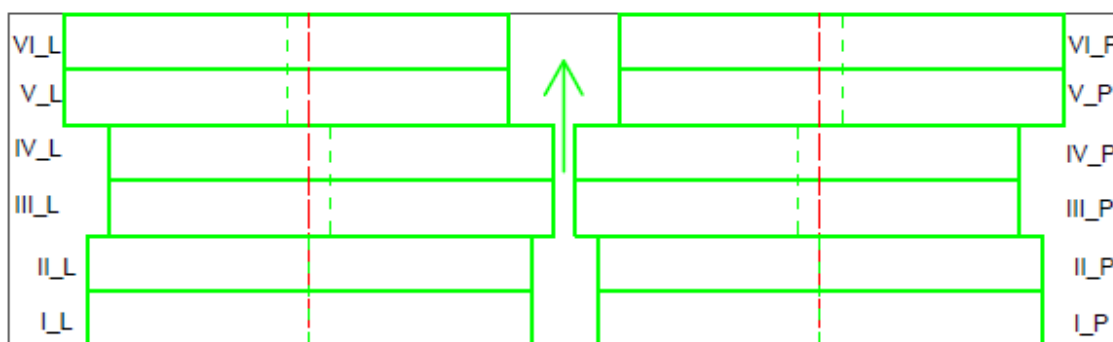
Obr. č. 6 - Legenda k obr. č. 7 – obr. č. 13

6.1. Desky vyrobené v roce 2014

Na obrázku pod textem (obr. č. 7) je nákres desky SD1_OLD. Na levé straně (značení L) jsou první dva vzorky (od spodu, ve směru lití) umístěny přesně osou vzorku na předpokládanou osu porušení. Předpokládané místo porušení je značené červenou čárkovanou čarou. Vzorky III_L a IV_L jsou posunuty o 2 cm do středu desky a vzorky V_L a VI_L jsou posunuty o 2 cm ke kraji desky. První dva vzorky na pravé straně (I_P a II_P) mají osu vzorku položenou na vyznačeném předpoklá-

daném místě porušení. Vzorky III_P a IV_P jsou o 2 cm posunuty ke středu desky a vzorky V_P a VI_P jsou posunuty o 2 cm směrem ke kraji. Šipka na obrázku vyznačuje směr lití směsi na karton ve výrobě. Deska je tlustá 12,5 mm a směs, ze které je deska vyrobená obsahuje vlákna. Dle červeného označení desky by se mělo jednat o protipožární desku. To potvrzují i vlákna, která vidíme v řezu desky ve směsi.

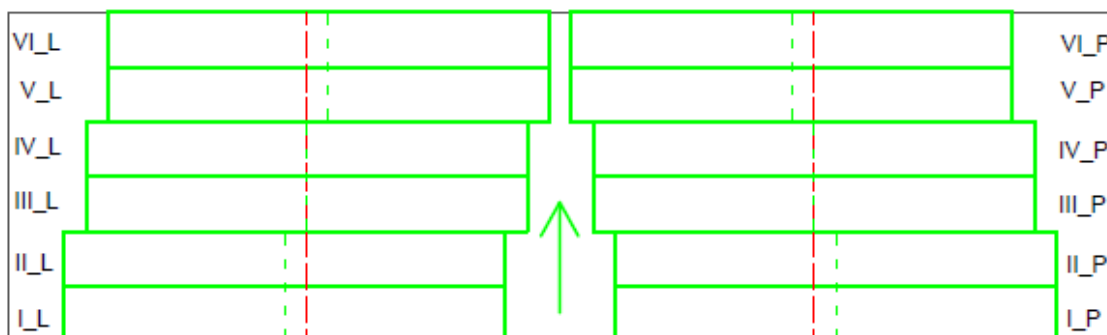
SD1_OLD (s vlákny)



Obr. č. 7 - Rozkreslení vzorků na desce SD1_OLD (rok výroby 2014)

Na obr. č. 8 pod textem je náčrtek nerozřezané desky SD2_OLD. Na levé (L) i pravé (P) jsou první dva vzorky (I_L, II_L a I_P a II_P) posunuty od předpokládaného místa porušení o 2 cm směrem ke krajům desky. Další dva vzorky z obou stran (III_L, IV_L a III_P, IV_P) jsou umístěny osou na předpokládaném místě porušení, které je vyznačeno na desce červenou čárkovanou čarou. Poslední dva vzorky (V_L, VI_L a V_P, VI_P) jsou posunuty o 2 cm směrem do středu desky. Šipkou je vyznačen směr lití sádrové směsi na karton ve výrobě. Deska je silná 12,5 mm a v řezu jsou vidět vlákna. Také by se mělo jednat o protipožární desku, jelikož je červeně označená a v řezu jsou jasně vidět vlákna.

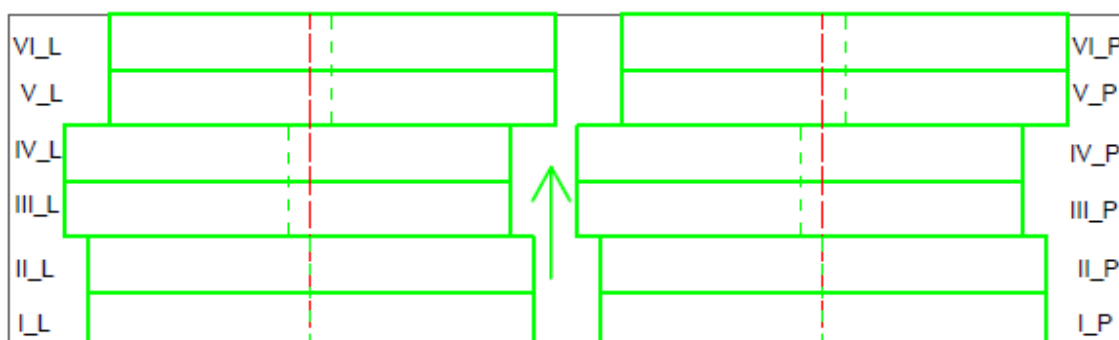
SD2_OLD (s vlákny)



Obr. č. 8 - Rozkreslení vzorků na desce SD2_OLD (rok výroby 2014)

Na obr. č. 9 je rozkreslená deska SD3_OLD před rozřezáním na jednotlivé pruhy. První dva vzorky na levé i pravé straně (I_L, II_L a I_P, II_P) jsou svou osou umístěny na předpokládaném místě porušení. Vzorky III_L, IV_L jsou posunuty o 2 cm směrem ke kraji desky. Vzorky III_P a IV_P jsou posunuty o 2 cm do středu desky. Poslední vzorky na levé straně (V_L a VI_L) jsou posunuty do středu desky a na pravé straně (V_P a VI_P) jsou posunuty o 2 cm ke kraji desky. Šipka vyznačuje směr lití sádrokartonové směsi na karton ve výrobě. Deska má tloušťku 12,5 mm a v řezu jsou vidět vlákna. To by odpovídalo protipožární desce. I označení je červené.

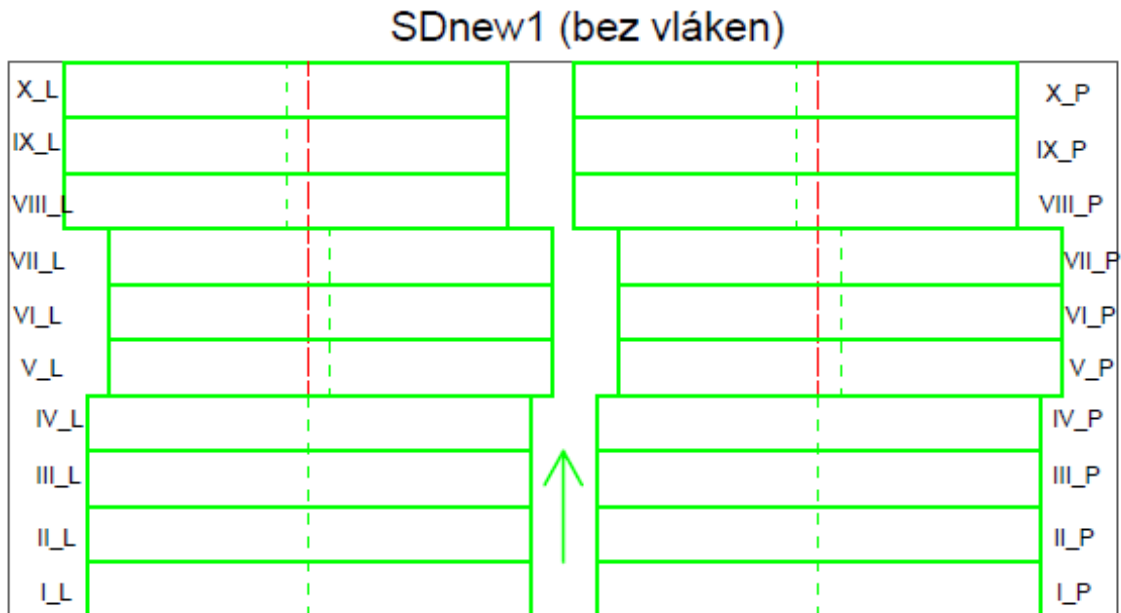
SD3_OLD (s vlákny)



Obr. č. 9 - Rozkreslení vzorků na desce SD3_OLD (rok výroby 2014)

6.2. Desky vyrobené v roce 2015

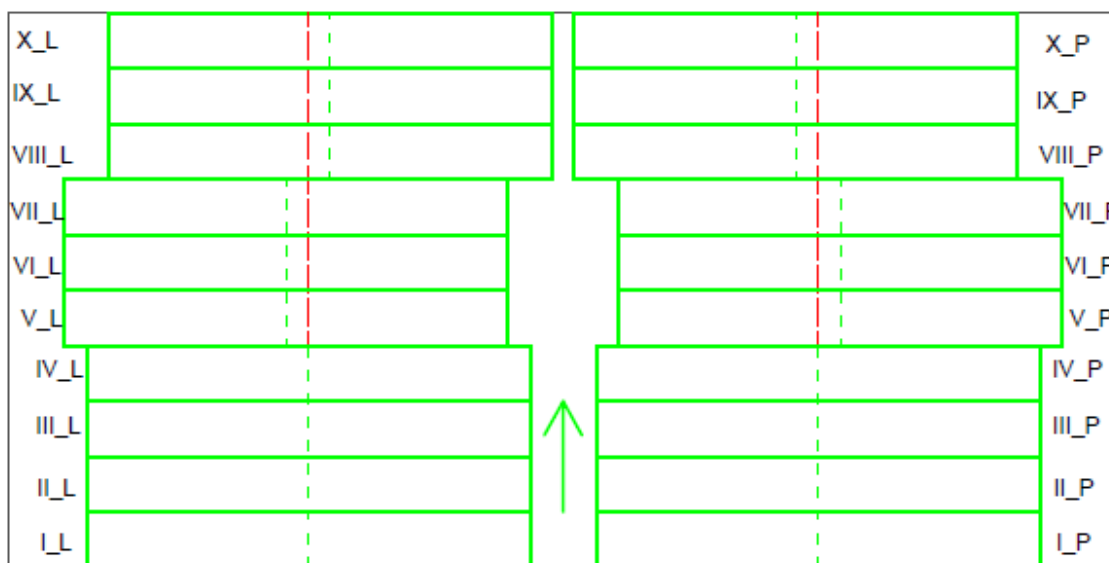
Na obrázku pod textem (obr. č. 10) je půdorys desky s rozkresleným plánem řezání. Místo předpokládaného porušení je vyznačeno červenou čárkovanou čarou. První čtyři vzorky na levé (I_L, II_L, III_L a IV_L) i pravé (I_P, II_P, III_P a IV_P) straně desky jsou svou osou umístěny na místě předpokládaného porušení. Další tři vzorky na levé straně desky (V_L, VI_L a VII_L) jsou posunuty o 2 cm do středu desky. Na pravé straně jsou další tři vzorky (V_P, VI_P a VII_P) posunuty o 2 cm ke kraji desky. Poslední tři vzorky na levé straně desky (VIII_L, IX_L a X_L) jsou svou osou posunuty o 2 cm ke kraji desky a poslední tři vzorky na pravé straně desky (VIII_P, IX_P a X_P) jsou posunuty o 2 cm do středu desky. Číslování vzorků je ve směru lití sádrokartonové desky ve výrobě. Šipka ukazuje směr lití. Deska má tloušťku 15 mm. I když je deska značená červenou barvou, přímo je sádrokartonová deska v červeném kartonu, v řezu je jasně vidět, že v sobě nemá vlákna.



Obr. č. 10 - Rozkreslení vzorků na desce SDnew1 (rok výroby 2015)

Další obrázek (obr. č. 11) zobrazuje rozkreslené vzorky na druhé zkoušené desce z roku 2015 (SDnew2). Tato deska má tloušťku 15 mm a v řezu jsou jasně vidět vlákna. Deska je červeně značená, tedy by se mělo jednat o protipožární desku. První čtyři vzorky na levé (I_L, II_L, III_L a IV_L) i pravé (I_P, II_P, III_P a IV_P) straně jsou umístěny svou osou na místě předpokládaného porušení desky. To je vyznačeno červenou čárkovanou čarou. Další tři vzorky na levé (V_L, VI_L a VII_L) i pravé (V_P, VI_P a VII_P) straně jsou posunuty o 2 cm ke kraji desky. Poslední tři vzorky na levé (VIII_L, IX_L a X_L) i pravé (VIII_P, IX_P a X_P) straně jsou svou osou posunuty o 2 cm do středu desky. Číslování vzorků je ve směru lití sádrové směsi na karton, které je na obrázku vyznačeno šipkou.

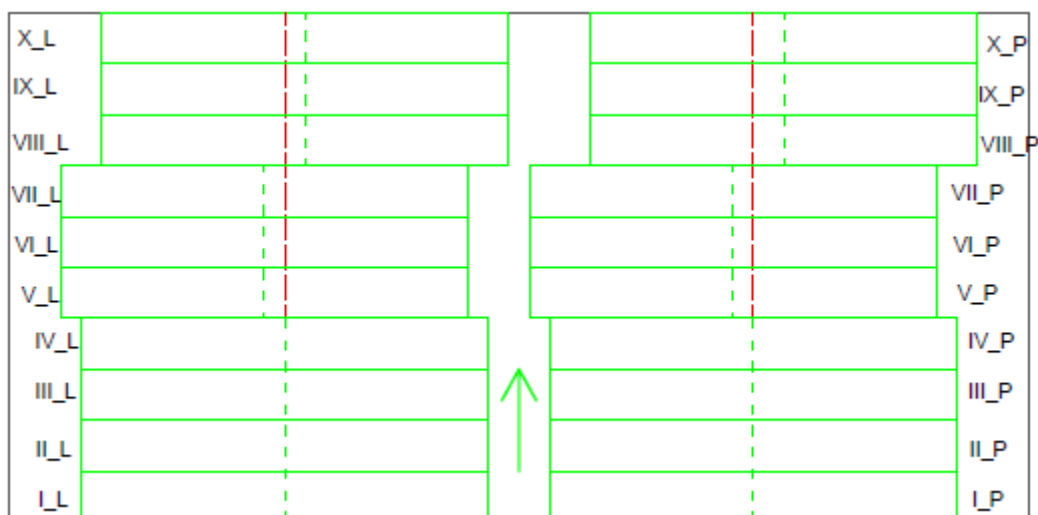
SDnew2 (s vlákny)



Obr. č. 11 - Rozkreslení vzorků na desce SDnew2 (rok výroby 2015)

6.3. Desky vyrobené v roce 2016

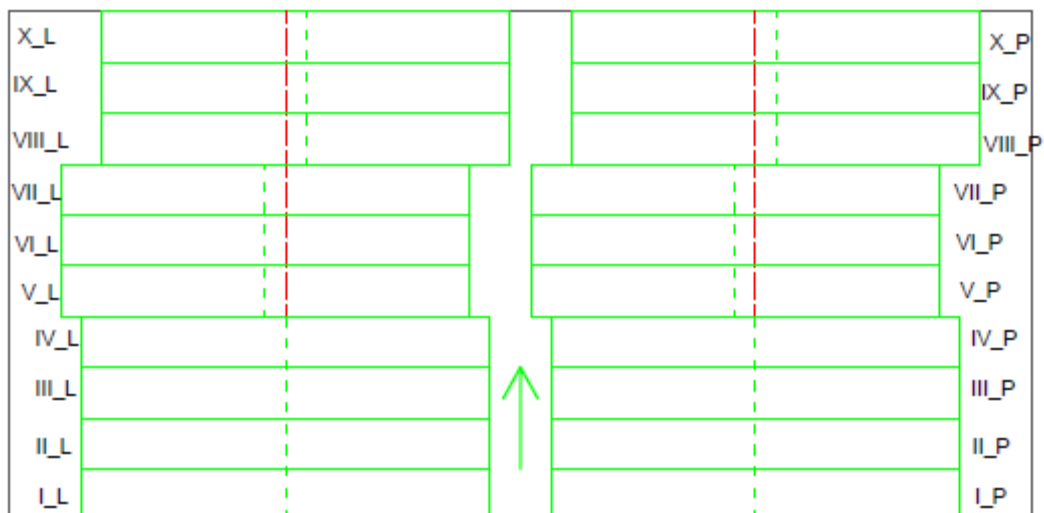
Na obrázku pod textem (obr. č. 12) je nákres sádrokartonové desky před rozřezáním na jednotlivé vzorky. Červenou čárkovanou čarou jsou zakreslena místa předpokládaného porušení desky. Číslování vzorků je ve směru lití sádrové směsi na karton při výrobě. Tento směr je na obrázku zobrazen šipkou. První čtyři vzorky na levé (I_L, II_L, III_L a IV_L) i pravé (I_P, II_P, III_P a IV_P) straně jsou svou osou umístěny na čárkované červené čáře, tedy na místě předpokládaného porušení. Další tři vzorky na levé straně (V_L, VI_L a VII_L) jsou od místa předpokládaného porušení posunuty o 2 cm směrem ke kraji desky a na pravé straně (V_P, VI_P a VII_P) jsou posunuty o 2 cm do středu desky. Poslední tři vzorky na levé straně (VIII_L, IX_L a X_L) jsou posunuty o 2 cm do středu desky od místa předpokládaného porušení a na pravé straně (VIII_P, IX_P a X_P) jsou posunuty o 2 cm ke kraji desky od místa předpokládaného porušení. Deska je tlustá 12,5 mm a v řezu je jasně vidět, že se jedná o sádrovou směs s vlákny. I červené značení desky odpovídá tomu, že by se mělo jednat o protipožární desku.



Obr. č. 12 - Rozkreslení vzorků na desce SD1_nová receptura (r. v. 2016)

Na posledním obrázku v této kapitole (obr. č. 13) je nákres druhé desky vyrobené v roce 2016. Označená je SD2_nová receptura. Tloušťka desky je 12,5 mm a v řezu jsou jasně vidět vlákna. Červené označení tedy jen potvrzuje, že by se mělo jednat o protipožární desku. První čtyři vzorky na obou stranách desky (I_L, II_L, III_L a IV_L, I_P, II_P, III_P a IV_P) byly svou osou umístěny na předpokládané místo porušení (na obrázku zobrazeno červenou čárkovanou čarou). Další tři vzorky na levé straně (V_L, VI_L a VII_L) jsou posunuty o 2 cm směrem ke kraji desky od místa předpokládaného porušení a poslední tři vzorky na levé straně desky (VIII_L, IX_L a X_L) jsou posunuty o 2 cm do středu desky. Na pravé straně desky jsou středové tři vzorky (V_P, VI_P a VII_P) posunuty o 2 cm ke středu desky od místa předpokládaného porušení a poslední tři vzorky (VIII_P, IX_P a X_P) jsou posunuty o 2 cm ke kraji sádkartonové desky. Šipka ukazuje směr lití sádkrové směsi na desku i směr číslování zkušebních vzorků.

SD2_nová receptura (s vlákny)



Obr. č. 13 - Rozkreslení vzorků na desce SD2_nová receptura (r. v. 2016)

7. Průběhy zkoušek jednotlivých zkoušených vzorků

7.1. Desky vyrobené v roce 2014

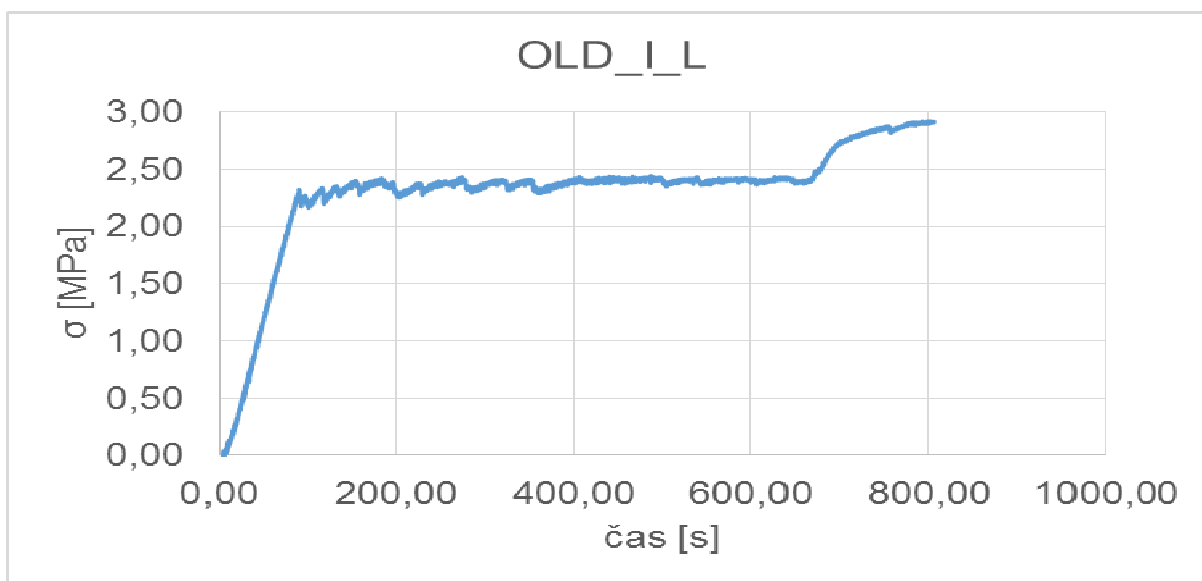
Jedná se o desky s vlákny, značené červeně, tloušťka 12,5cm. Nerozřezané vzorky desek byly užší, proto na každé straně vzniklo pouze 6 vzorků.

7.1.1. Vzorky z desky SD1_OLD

7.1.1.1. SD1_OLD_L

SD1_OLD_L_I

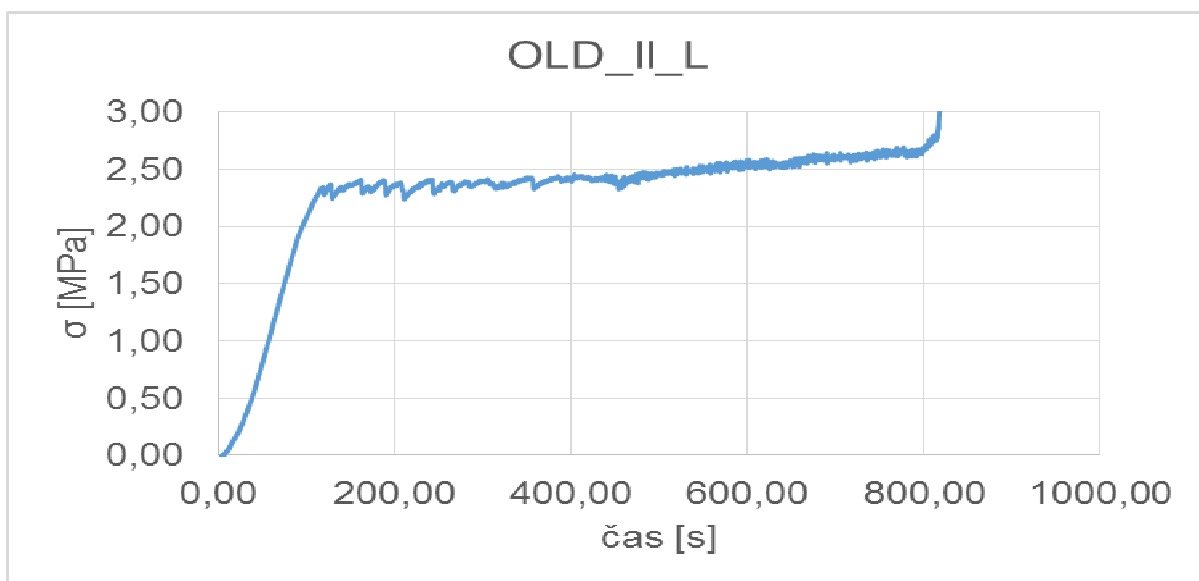
První vzorek z levé strany desky má osu v předpokládaném místě porušení. Rozměry vzorku jsou $d = 51,20$ mm, $š = 12,36$ mm. Po provedené zkoušky čtyřbodovým ohybem nevznikla ve vzorku hlavní trhлина. Bylo slyšet postupné praskání vláken, ale došlo k průhybu celého vzorku, nikoliv k jeho úplnému porušení. Každé slyšené prasknutí vláken odpovídá jednomu zubu (zub – rozumí se pokles a opětný nárůst napětí) v grafu. Průběh celé zkoušky je znázorněn na grafu (Graf č. 1) pod textem. Graf je pracovním diagramem vzorku, na ose y je vyneseno napětí σ [MPa] a na ose x je vyneseno čas [s], po který probíhala celá zkouška. Je zde vidět, jak docházelo k postupnému praskání vláken ve vzorku, ale nedošlo k úplnému porušení vzorku (to by odpovídalo téměř svislé čáře směrem k 0,00 MPa). Maximální naměřená síla je $F_{\max} = 95,191$ N a vypočítané maximální napětí je $\sigma_{\max} = 2,921$ MPa.



Graf č. 1 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_I

SD1_OLD_L_II

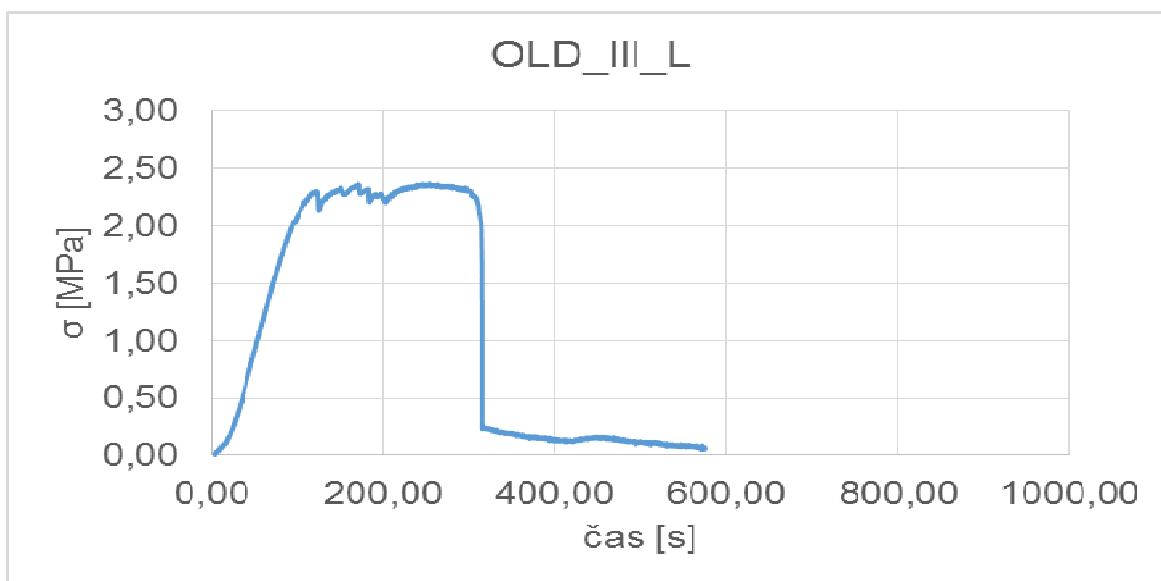
Druhý vzorek z levé strany desky má také osu v předpokládaném místě porušení. Rozměry vzorku jsou $d = 49,02$ mm, $\delta = 12,37$ mm. Po provedené zkoušce čtyřbodovým ohybem nevznikla ve vzorku hlavní trhлина. Bylo slyšet postupné praskání vláken, ale došlo k průhybu celého vzorku, nikoliv k jeho úplnému porušení. Každé slyšené prasknutí vláken odpovídá jednomu zubu v grafu. Průběh celé zkoušky je znázorněn na grafu (Graf č. 2) pod textem. Graf je pracovním diagramem vzorku, na ose y je vyneseno napětí σ [MPa] a na ose x je vyneseno čas [s], po který celá zkouška probíhala. Je zde vidět, jak docházelo k postupnému praskání vláken ve vzorku, ale nedošlo k úplnému porušení vzorku (to by odpovídalo téměř svislé čáře směrem k 0,00 MPa). Maximální naměřená síla je $F_{\max} = 135,347$ N a vypočítané maximální napětí je $\sigma_{\max} = 4,331$ MPa.



Graf č. 2 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_II

SD1_OLD_L_III

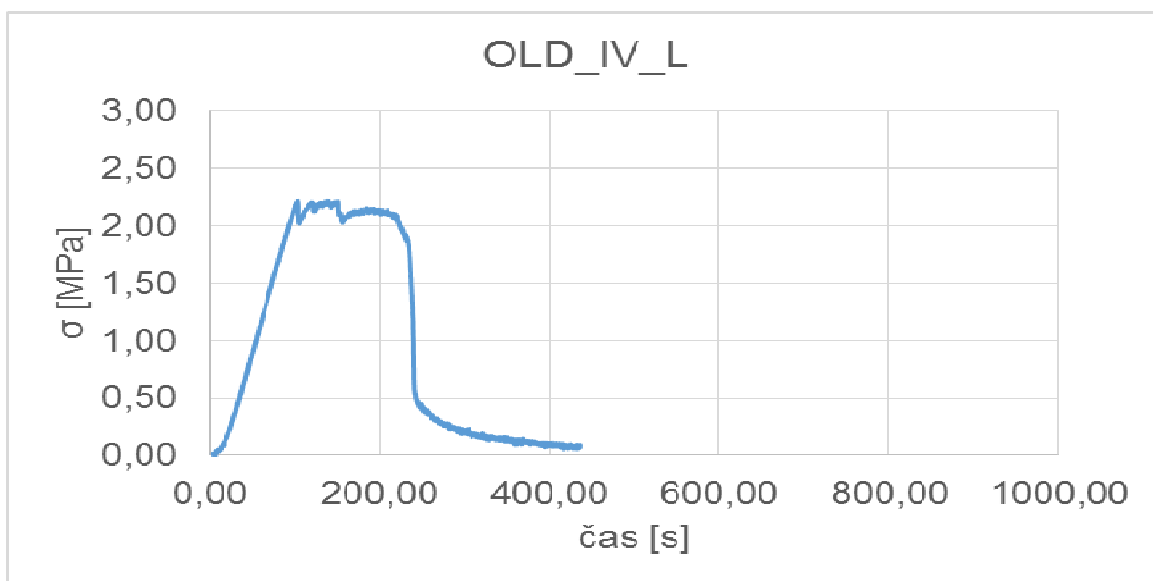
Třetí vzorek z levé strany desky má osu posunutou o 2cm do středu desky. Rozměry vzorku jsou $d = 49,57$ mm, $š = 12,34$ mm. Po provedené zkoušky čtyřbodovým ohybem vznikla ve vzorku hlavní trhлина. V průběhu zkoušky bylo slyšet postupné praskání vláken. Každé slyšené prasknutí vláken odpovídá jednomu zubu v grafu. Průběh celé zkoušky je znázorněn na grafu (Graf č. 3) pod textem. Graf je pracovním diagramem vzorku, na ose y je vyneseno napětí σ [MPa] a na ose x je vyneseno čas [s], po který celá zkouška probíhala. Je zde vidět, jak docházelo k postupnému praskání vláken ve vzorku, až došlo k úplnému porušení vzorku (to odpovídá téměř svislé čáře směrem k 0,00 MPa). Maximální naměřená síla je $F_{\max} = 74,442$ N a vypočítané maximální napětí je $\sigma_{\max} = 2,367$ MPa.



Graf č. 3 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_III

SD1_OLD_L_IV

Čtvrtý vzorek z levé strany desky má také osu posunutou o 2cm do středu desky. Rozměry vzorku jsou $d = 49,74$ mm, $\delta = 12,54$ mm. Po provedené zkoušky čtyřbodovým ohybem vznikla ve vzorku hlavní trhlinka. V průběhu zkoušky bylo slyšet postupné praskání vláken. Každé slyšené prasknutí vláken odpovídá jednomu zubu v grafu. Průběh celé zkoušky je znázorněn na grafu (Graf č. 4) pod textem. Graf je pracovním diagramem vzorku, na ose y je vyneseno napětí σ [MPa] a na ose x je vyneseno čas [s], po který celá zkouška probíhala. Je zde vidět, jak docházelo k postupnému praskání vláken ve vzorku, až došlo k úplnému porušení vzorku (to odpovídá téměř svislé čáře směrem k 0,00 MPa). Maximální naměřená síla je $F_{\max} = 72,201$ N a vypočítané maximální napětí je $\sigma_{\max} = 2,215$ MPa.



Graf č. 4 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_IV

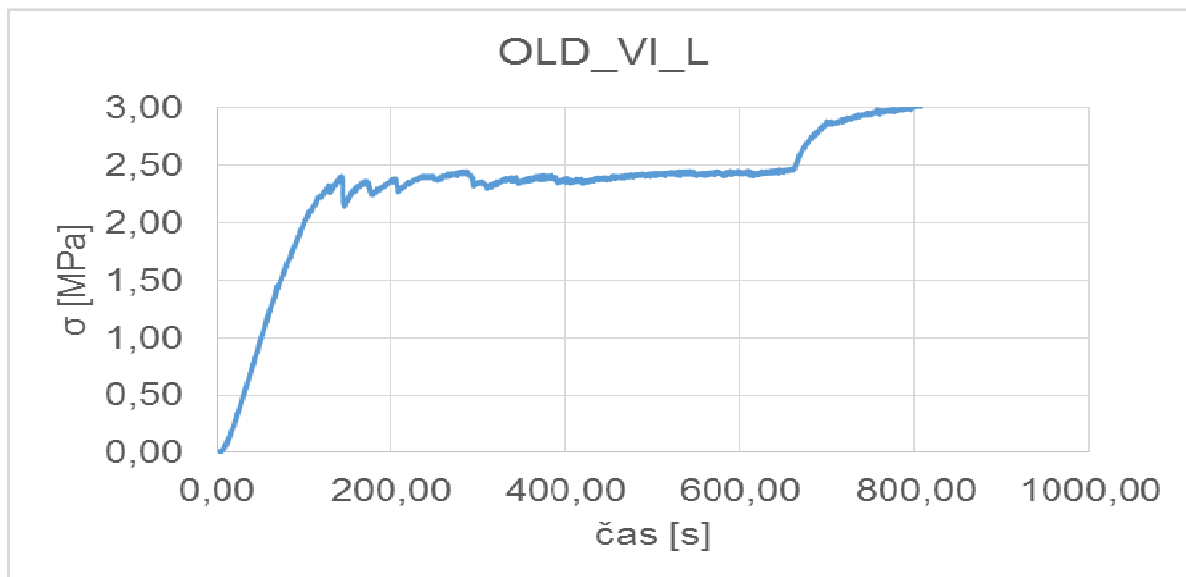
SD1_OLD_L_V

Pátý vzorek z levé strany desky má osu posunutou o 2cm ke kraji desky. Tento vzorek byl porušen při řezání nebo při manipulaci se vzorkem, tedy na něm nebyla provedena zatěžovací zkouška.

SD1_OLD_L_VI

Šestý vzorek z levé strany desky má osu posunutou o 2cm ke kraji desky. Rozměry vzorku jsou $d = 52,29$ mm, $š = 12,41$ mm. Po provedené zkoušky čtyřbodovým ohybem nevznikla ve vzorku hlavní trhлина. Bylo slyšet postupné praskání vláken, ale došlo k průhybu celého vzorku, nikoliv k jeho úplnému porušení. Každé slyšené prasknutí vláken odpovídá jednomu zubu v grafu. Průběh celé zkoušky je znázorněn na grafu (Graf č. 5) pod textem. Graf je pracovním diagramem vzorku, na ose y je vyneseno napětí σ [MPa] a na ose x je vyneseno čas [s], po který celá zkouška probíhala. Je zde vidět, jak docházelo k postupnému praskání vláken ve vzorku, ale nedošlo k úplnému porušení vzorku (to by odpovídalo téměř svislé čáře směrem

k 0,00 MPa). Maximální naměřená síla je $F_{\max} = 127,775\text{N}$ a vypočítané maximální napětí je $\sigma_{\max} = 3,808\text{ MPa}$



Graf č. 5 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_VI

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

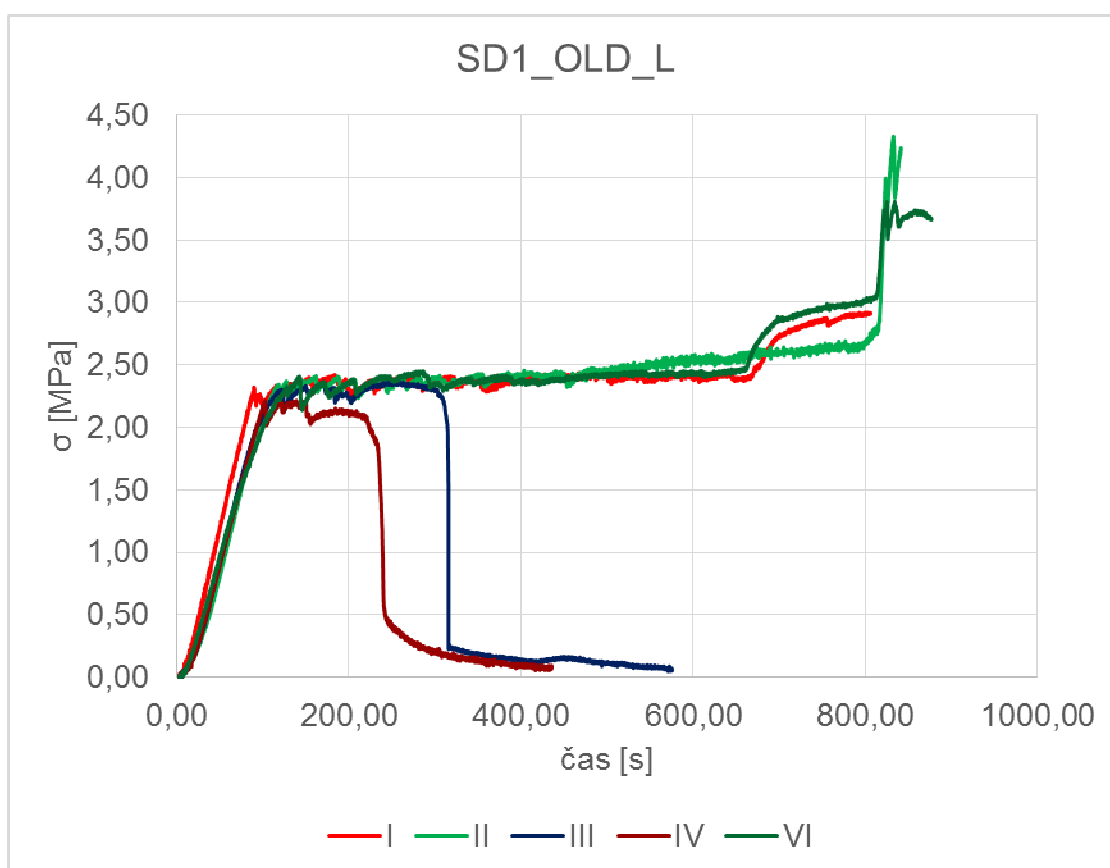
Na grafu (Graf č. 6) jsou vykresleny všechny pracovní diagramy ze zkoušené desky SD1_OLD z levé strany. Je patrné, že pouze u dvou vzorků došlo k úplnému porušení hlavní trhlinou, a to u vzorku č. III a vzorku č. IV. Oba tyto vzorky mají osu vzorku posunutou o 2 cm směrem ke středu desky. Hlavní trhlina se u nich objevila náhodně. U dalších tří vzorků (vzorek č. I, č. II a č. VI) se neobjevila hlavní trhlina. Dokonce u konce zkoušky začala síla ještě velmi stoupat, což bylo způsobeno při velkém průhybu dosednutím hrany zatěžovacího bloku na desku. Tím došlo ke změně statického schématu. U všech tří vzorků došlo k průhybu.

U vzorků č. II a č. VI došlo na konci zkoušky k velkému nárůstu síly, a i po tomto zvýšení síly docházelo k dalšímu praskání vláken, což zase značí zuby na konci grafu. Ale k úplnému porušení vzorku nedošlo. Tedy pokud by se jednalo o protipožární desku, nejpravděpodobněji by došlo k jejímu vel-

kému prohnutí. Alespoň v tomto místě. Což by byla velmi dobrá vlastnost, jelikož by se požár nemohl okamžitě plameny šířit dál. Neplatí to ale po celé délce desky, ale jen u vzorků č. I, č. II a č. VI.

Pro všechny zkoušené vzorky platí, že postupně praskala jednotlivá vlákna v desce. To značí zuby na každé křivce v grafech.

Na fotografii pod grafem č. 6 (Obr. č. 14) jsou vyfoceny vzorky po zkouškách. I zde je vidět, že k úplnému porušení, tedy k hlavní trhlině došlo pouze ve dvou případech z pěti. Tři vzorky jsou prohnuté a jeden nebyl zkoušen, protože byl porušen už před zkoušením. Šipka na fotografii ukazuje jak směr lití desky ve výrobě, tak předpokládanou osu porušení. Vzorky před focením byly vyskládány do spáry na dlaždicích tak, aby osa předpokládaného porušení byla v ose spáry dlaždic, na kterou ukazuje šipka.



Graf č. 6 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_OLD_L



Obr. č. 14 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_OLD_L

7.1.1.2. SD1_OLD_P

Pravá strana zkoušené desky SD1_OLD_P bude shrnuta v celkovém grafu a na fotografii odzkoušených vzorků.

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

Na následujícím grafu (Graf č. 7) jsou vykresleny všechny pracovní diagramy z desky SD1_OLD z pravé strany. Jedná se o šest vzorků. Deska byla tlustá 12,5 mm a obsahovala vlákna. Jednotlivé praskání vláken značí zuby ve všech diagramech.

Jeden vzorek (vzorek č. VI) nebyl porušen hlavní trhlinou. Celý se prohнул a u konce zkoušky stále rostla velikost síly, která na vzorek tlačila.

Po celou dobu zkoušky, i u konce praskala jednotlivá vlákna, ale k hlavní trhlině přes celý vzorek nedošlo. Vzorek č. VI má svou osu posunutou o 2 cm ke kraji desky od našeho místa předpokládaného porušení.

Další dva vzorky (č. III a č. IV) byly porušeny až po mnohem delší době zatěžování, než zbylé tři vzorky. I když začátek diagramu mají všechny vzorky téměř stejný, to svědčí o téměř stejném přírůstku síly na začátku zkoušky, tyto dva vzorky byly porušeny hlavní trhlinou o více jak 200s později. Celou dobu, než se objevila hlavní trhlina v obou vzorcích, bylo slyšet postupné praskání vláken, které přesně odpovídá zubům na diagramech. Oba vzorky mají svou osu posunutou o 2 cm směrem do středu desky od předpokládaného místa porušení.

Vzorky č. I a č. V byly porušeny hlavní trhlinou po 200s od začátku zatěžování. Opět ale byly první postupně porušeny vlákna v sádře a až poté došlo k hlavní trhlině. To zobrazují zuby v jednotlivých diagramech. Vzorek č. I má svou osu umístěnu přesně na místě, kde předpokládáme porušení vzorku a vzorek č. V má osu posunutou o 2 cm ke kraji desky od místa předpokládaného porušení.

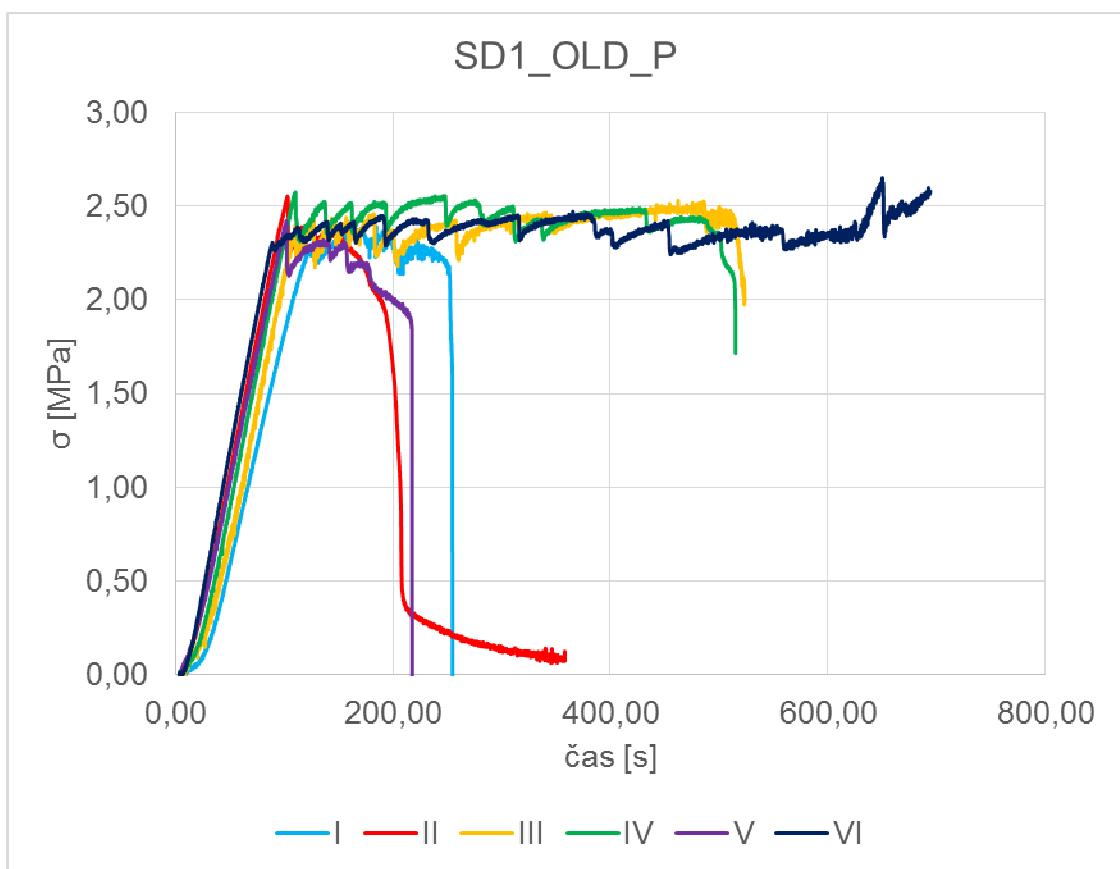
Poslední vzorek v této sadě je vzorek č. II. Ten je svou osou umístěn přesně v místě předpokládaného porušení. Tento diagram je zajímavý v tom, že nejprve praskala jednotlivá vlákna (zuby v horní části diagramu). Poté se objevila hlavní trhlina, ale v této trhlině ještě stále přidržovala vzorek pohromadě jednotlivá vlákna, která postupně praskala (zuby na konci diagramu).

Celkově lze shrnout, že velikost maximálních napětí jsou téměř vyrovnaná, ale doba, po kterou těleso bylo schopno přenášet zatížení, se velmi různí.

Na obrázku pod grafem (obr. č. 15) je fotografie vyskládaných vzorků po odzkoušení čtyřbodovým ohybem. Je zde vidět, že k hlavní trhlině opravdu došlo v pěti zkouškách ze šesti, a že vzorek č. VI se pouze prohnul, ale

hlavní trhlina zde prokreslená není. Šipka na obrázku ukazuje do spáry, na kterou byly vyskládány vzorky. Tato spára představuje místo předpokládaného porušení, nikoliv osy jednotlivých vzorků.

Díky vláknům, které obsahuje sádrová směs, si vzorky praskaly v náhodných místech, ale hlavní trhlina je vždy v místě, kde je konstantní ohybový moment.



Graf č. 7 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_OLD_P



Obr. č. 15 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_OLD_P

7.1.2. Vzorky z desky SD2_OLD

Další OLD desky budou shrnuty v celkových grafech pro levou a pravou stranu a na fotografiích odzkoušených vzorků.

7.1.2.1. SD2_OLD_L

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

Na grafu pod textem (graf č. 8) jsou všechny pracovní digramy, které vznikly ze zkoušek levé strany desky s označením SD2_OLD. Jedná se o sádkartonovou desku s vlákny, která je tlustá 12,5 mm.

Všechny vzorky mají téměř stejný průběh u nárůstu síly na začátku zkoušky. Poté jsou všechny grafy zubaté, což značí postupné praskání vlá-

ken v sádrové směsi. U pěti vzorků vznikla na konci zkoušky hlavní trhlinka přes celý vzorek. Jen vzorek č. II nemá hlavní trhlinku. Tento vzorek se celý prohнул, ale stále jen praskala jednotlivá vlákna. Ke konci zkoušky dokonce došlo ještě k většímu nárůstu zatěžovací síly, ale ani po tomto nárůstu se neobjevila hlavní trhlinka přes celý vzorek.

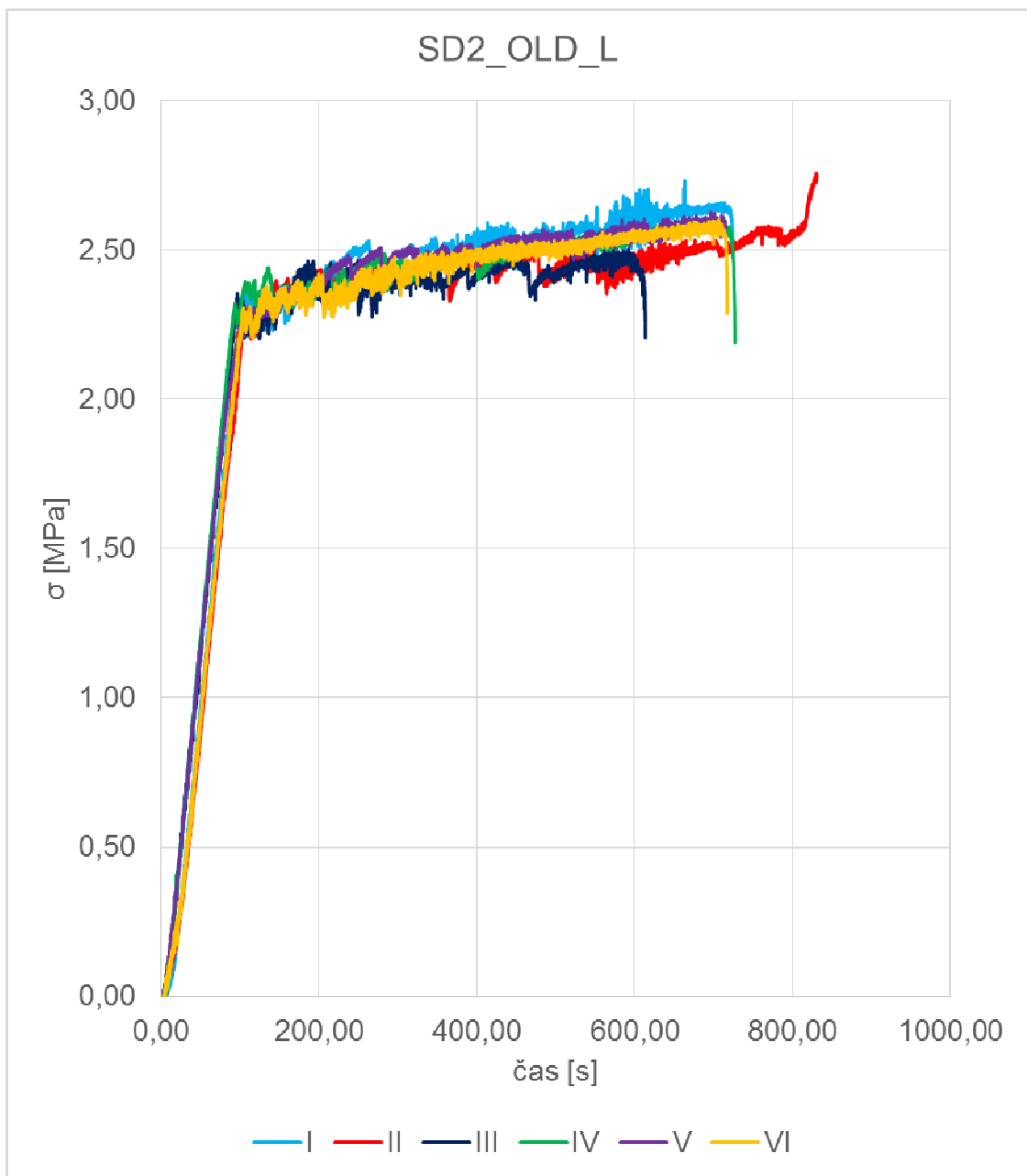
Vzorky č. I, III, IV, V a VI mají téměř stejný průběh celé zkoušky. K hlavní trhlině došlo v časovém rozmezí 600s – 800s od začátku zkoušky. Všechny diagramy jsou velmi zubaté, což značí velké množství popraskaných vláken před vznikem hlavní trhliny. Pokud tuto levou stranu desky porovnáme s levou stranou desky SD1_OLD, můžeme říct, že deska SD2_OLD_L je mnohem stabilnější, co se týká schopnosti přenášet zatížení v průběhu času.

Na obrázku pod grafem (obr. č. 16) je fotografie, na které jsou vyrovnány vzorky po odzkoušení. Vzorky jsou vyskládány číselně obráceně, než je směr lití, ale všechny jsou popsány.

Jak je z obrázku jasné, u pěti vzorků se objevila v průběhu zkoušky hlavní trhlinka, jen u jednoho vzorku ne (vzorek č. II). Tento vzorek se pouze prohнул. Všechny hlavní trhliny se objevily v místě konstantního ohybového momentu a vznikly na levé straně od místa předpokládaného vzniku trhliny.

V této sadě nevznikaly trhliny na první pohled úplně náhodně, ale pokud se podíváme do grafu č. 8 pod textem, je zde jasné, že mohla trhlinka vzniknout kdekoliv, protože ji předcházelo velké množství porušených vláken v sádrové směsi.

Šipka na obrázku opět ukazuje na spáru, na kterou byly vyskládány odzkoušené vzorky sádrokartonových desek vyznačeným místem předpokládaného porušení.



Graf č. 8 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_OLD_L



Obr. č. 16 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_OLD_L

7.1.2.2. SD2_OLD_P

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

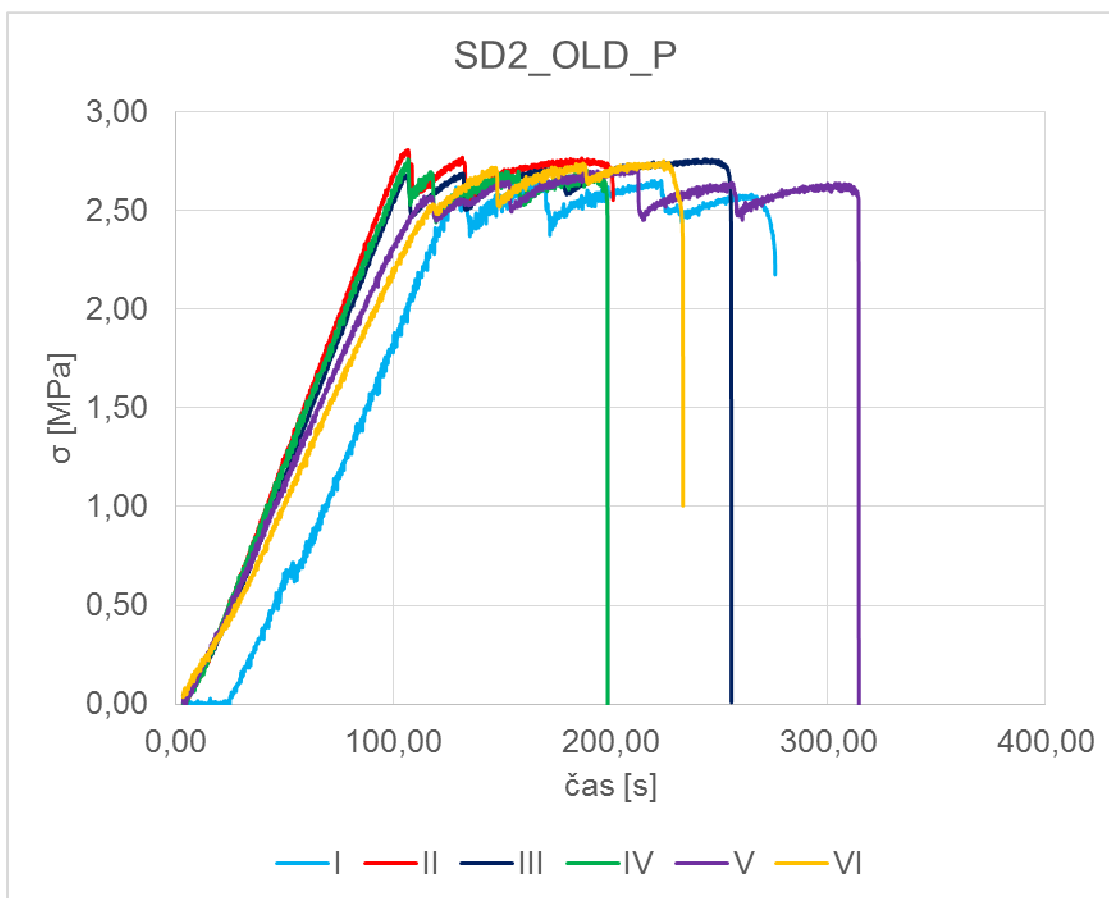
Na grafu pod textem (graf č. 9) jsou všechny diagramy, které vznikly ze zkoušek vzorků z desky SD2_OLD z pravé strany. Deska má tloušťku 12,5 mm a sádrová směs obsahuje vlákna.

Když se podíváme na jednotlivé vzorky, vidíme, že vzorky č. III a č. IV, které mají osu vzorku v místě předpokládaného porušení desky, mají téměř stejný průběh u začátku zatěžování. Poté dochází k postupnému praskání vláken, které jsou zobrazeny v diagramech jako zuby ve vrchu grafu a poté se prokreslí hlavní trhlinka ve vzorku, kterou udává téměř svislá čára dolu k nule.

Vzorky č. V a č. VI mají osu posunutou o 2 cm směrem do středu desky od předpokládaného místa porušení. Oba tyto vzorky mají téměř stejný průběh při začátku zatěžování, avšak mají pomalejší nárůst síly oproti vzorkům č. II, č. III a č. IV. Poté v obou vzorcích docházelo k postupnému praskání vláken, větší zuby ve vrchu grafu zobrazují vznik větší trhliny, která se ale neprokreslila přes celou tloušťku desky a až po nějaké době (po 230s – 250s od začátku zatěžování) vznikla trhlina, která se prokreslila přes celou tloušťku vzorku.

Vzorek č. II je svou osou posunut o 2 cm směrem ke kraji desky od místa předpokládaného porušení. Začátek zatěžování má téměř stejný jako vzorky č. III a č. IV, a i zbytek průběhu je velmi podobný. Nejprve docházelo k postupnému praskání vláken, vznikly zde i trhlinky, které se ale neprokreslily přes celou tloušťku desky (zobrazují větší skoky ve vrchní části grafu). Hlavní trhlina, která se prokreslila přes celou tloušťku desky, vznikla po 200s od začátku zatěžování.

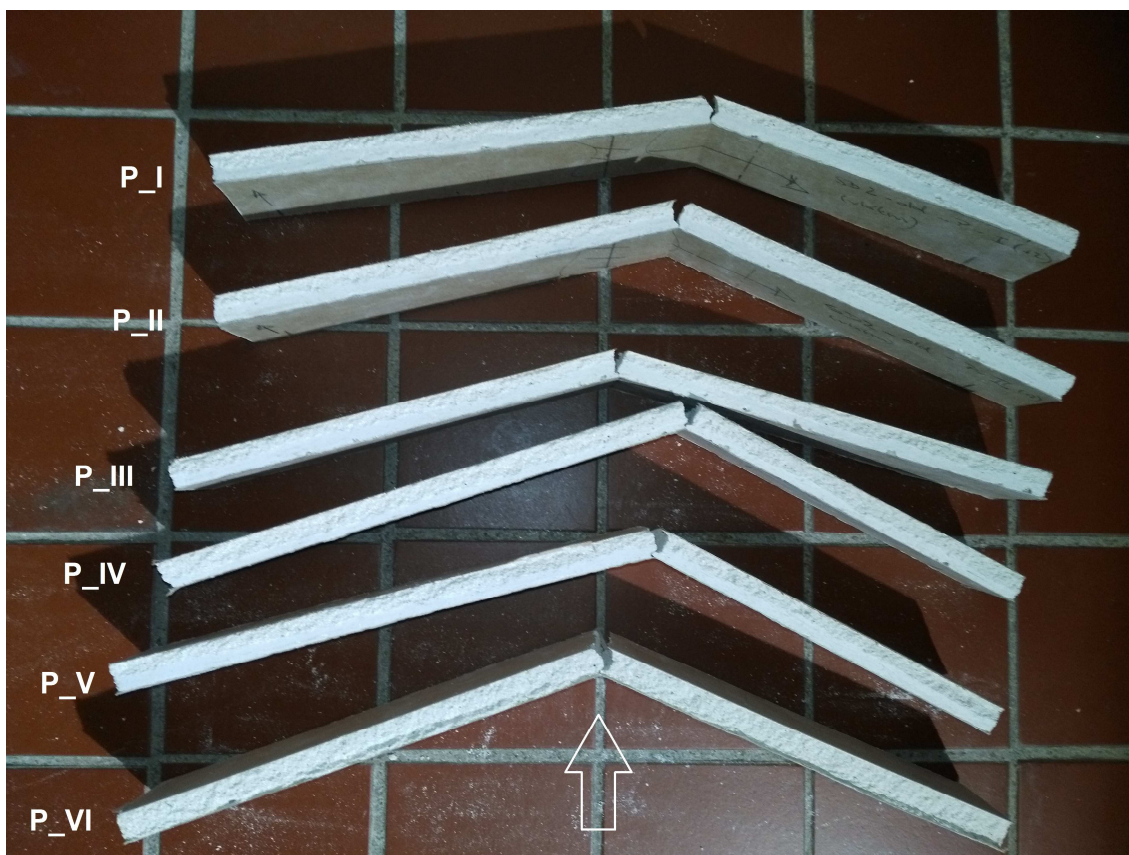
Poslední vzorek, který ještě nebyl popsán, je vzorek č. I. Tento vzorek má pracovní diagram více časově posunut od nuly, protože docházelo delší dobu k tzv. dosedání vzorku na podpory. Poté graf nabíhá celkem normálně, i když je tam vidět občasné přetržení nebo vytažení nějakého vlákna (zubu na větvi). Dále se už vzorek choval standardně, jako ostatní vzorky v této sadě. Docházelo k postupnému praskání vláken, vznikaly trhliny, které se neprokreslily přes celou tloušťku vzorku, až došlo k hlavní trhlině, která se už prokreslila přes celou tloušťku vzorku.



Graf č. 9 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_OLD_P

Na obr. č. 17 pod textem jsou vyfotografovány všechny vzorky po odzkoušení. Všechny vzorky jsou vyskládány na spáru, na kterou ukazuje šipka, místem předpokládaného prasknutí. Vzorky nejsou vyskládány ve směru číslování a lití, ale jsou všechny očíslované.

Je zde vidět, že ve všech případech došlo k úplnému porušení vzorku, tedy že vznikla hlavní trhlinka, která se prokreslila přes celou tloušťku vzorku. Všechny trhlinky vznikly v místě konstantního ohybového momentu, a v tomto případě vznikly všechny trhlinky nedaleko os vzorků, i nedaleko zvýrazněného místa předpokládaného porušení, ne-li přímo na ose vzorku a na předpokládaném místě porušení.



Obr. č. 17 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_OLD_P

7.1.3. Vzorky z desky SD3_OLD

7.1.3.1. SD3_OLD_L

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

Na grafu pod textem (graf č. 10) jsou všechny pracovní diagramy ze zkoušek desky SD3_OLD z levé strany. Jedná se o desku tlustou 12,5 mm a sádrová směs obsahuje vlákna.

Od začátku zatěžování se všechny vzorky chovaly téměř stejně, docházelo k plynulému nárůstu zatěžovací síly. Poté postupně praskala jednotlivá vlákna ve vzorcích, což ukazují jednotlivé zuby ve vrchu grafu, až došlo

k prokreslení hlavní trhliny přes celou tloušťku desky, a tím byla zkouška ukončena.

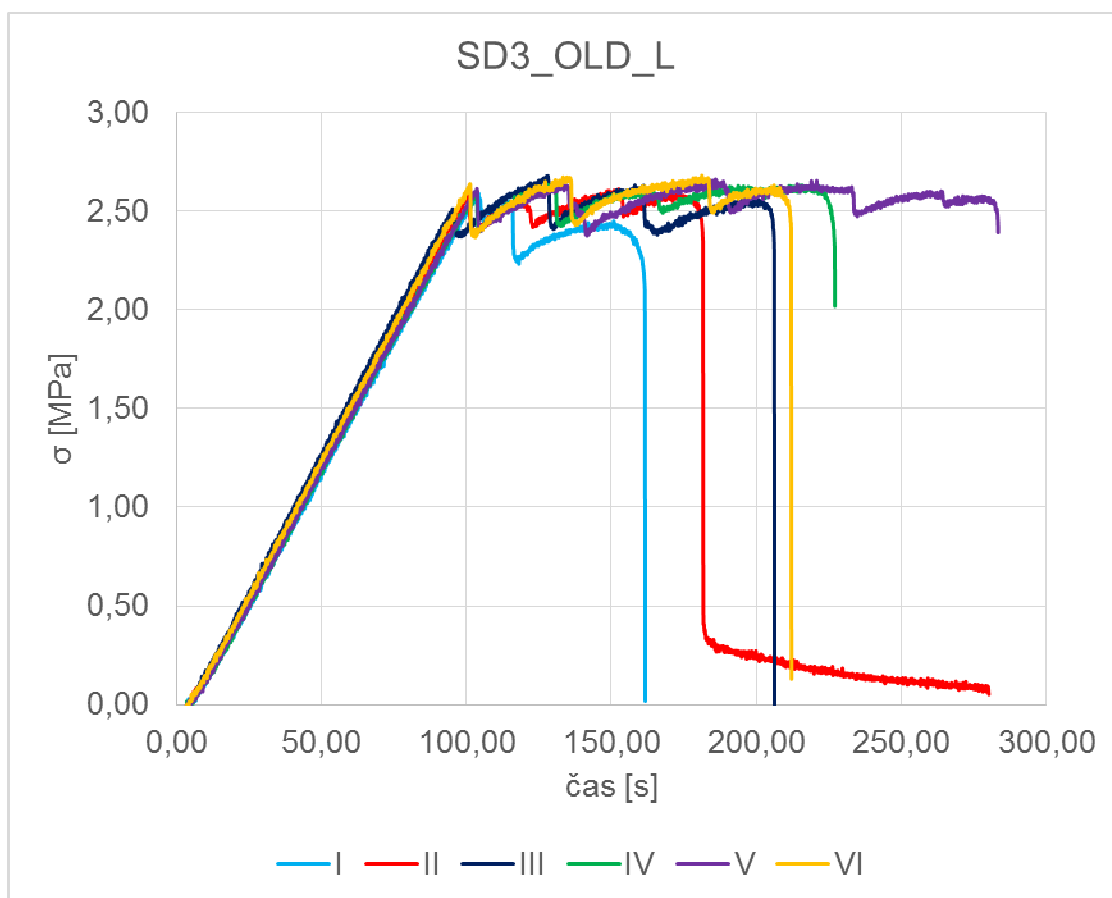
U vzorků č. I a č. II, které jsou na desce umístěny svou osou přesně v místě předpokládaného porušení, došlo při zkoušce k třem až čtyřem jednotlivým prasknutím, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky, a poté se okamžitě objevila trhlina přes celou tloušťku vzorku. U vzorku č. I bylo toto prokreslení ukončujícím faktorem zkoušky, jelikož vzorek byl úplně porušen a napětí po tomto prasknutí kleslo na nulu. U vzorku č. II po hlavním prasknutí desky napětí ale na nulu nekleslo, sice je zde velký propad, ale v této trhlíně bylo pravděpodobně ještě velké množství neporušených vláken, které byly schopny dál přenášet napětí a postupně napětí snižovat k nule. To je vidět na červené křivce, kde je tedy velký propad a pak ještě mírné zubaté dopraskávání vláken směrem k nulovému napětí.

Vzorky č. III a č. IV jsou svou osou posunuty o 2 cm směrem ke kraji desky od místa předpokládaného porušení. Oba diagramy mají velmi podobný průběh, nejprve došlo k plynulému nárůstu napětí, potom docházelo k postupnému praskání vláken, což ukazují zuby na vrchu grafu, a poté došlo k trhlíně, která se prokreslila přes celou tloušťku vzorku. Tomuto popisu odpovídá i vzorek č. VI, který je umístěn přesně na druhou stranu od těchto dvou vzorků. Je svou osou posunut o 2 cm do středu desky od předpokládaného místa porušení.

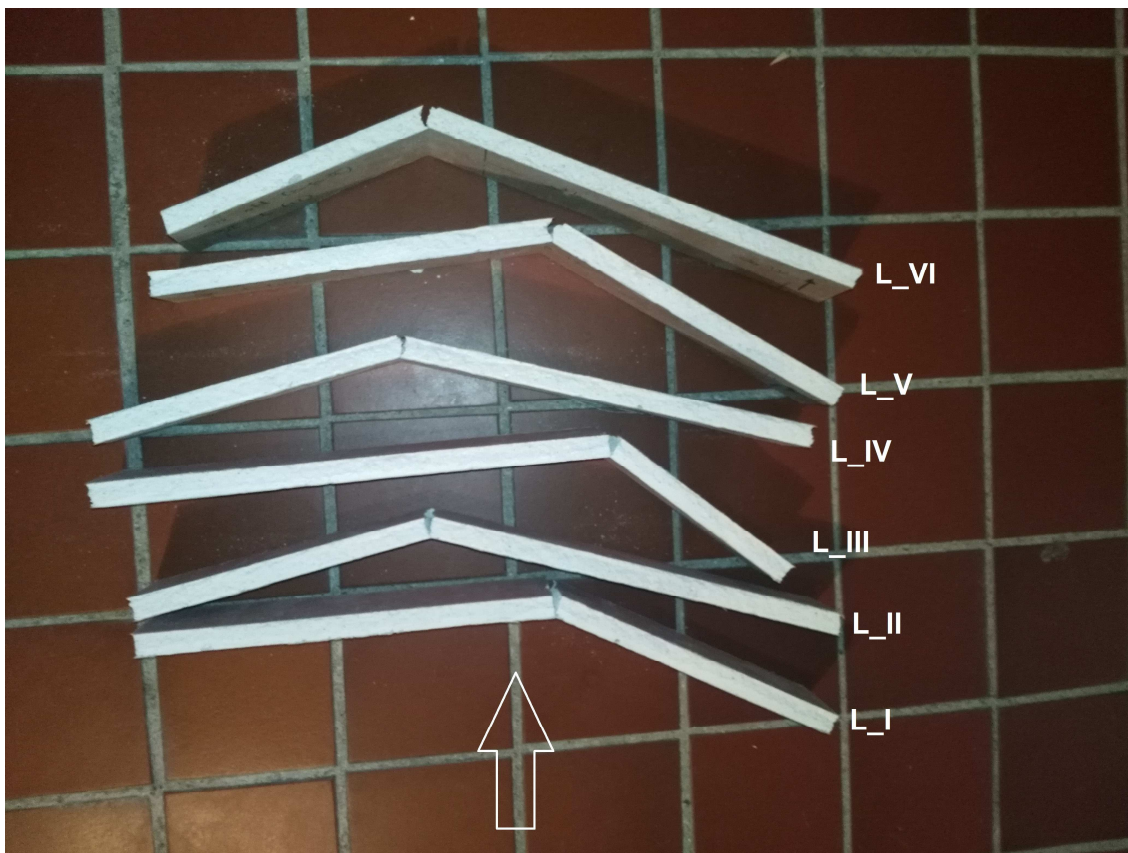
Poslední vzorek z této sady, vzorek č. V, vydržel zatěžování nejdelší dobu. Nárůst zatěžovací síly probíhal plynule, poté docházelo k postupnému praskání vláken, kdy se objevovali menší trhliny, které se ale neprokreslily přes celou tloušťku desky. To značí větší zuby ve vrchu grafu, až nakonec došlo k trhlíně, která se prokreslila přes celou tloušťku vzorku.

Na obr. č. 18 pod grafem je fotografie vyskládaných odzkoušených vzorků. Vzorky jsou vyskládány na spáru, na kterou ukazuje šipka, místem, kde se předpokládá porušení. Ve všech vzorcích došlo k hlavní trhlíně přes

celý vzorek. Trhliny se objevovaly náhodně, všechny v místě konstantního momentu, což způsobují vlákna v sádrové směsi. Vlákna pomáhají přenášet zatížení v sádrové směsi.



Graf č. 10 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD3_OLD_L



Obr. č. 18 - Fotografie odzkoušených vzorků SD3_OLD_L

7.1.3.2. SD3_OLD_P

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

Na grafu pod textem (graf č. 11) je poslední průběh zkoušených desek z roku 2014. Jedná se o vzorky z pravé strany desky SD3_OLD. Pro shrnutí, jedná se o sádrovou směs s vlákny, deska je tlustá 12,5 mm.

U všech vzorků na pravé straně došlo k porušení hlavní trhlinou. Je zde zajímavé, že nejprve došlo k postupnému nárůstu napětí a poté k popraskání prvních vláken ve vzorcích. Vznikly zde trhliny, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky. Dál ale docházelo k mírnějšímu nárůstu napětí, křivka nemá přímý směr, jako na začátku zkoušení, ale má naopak

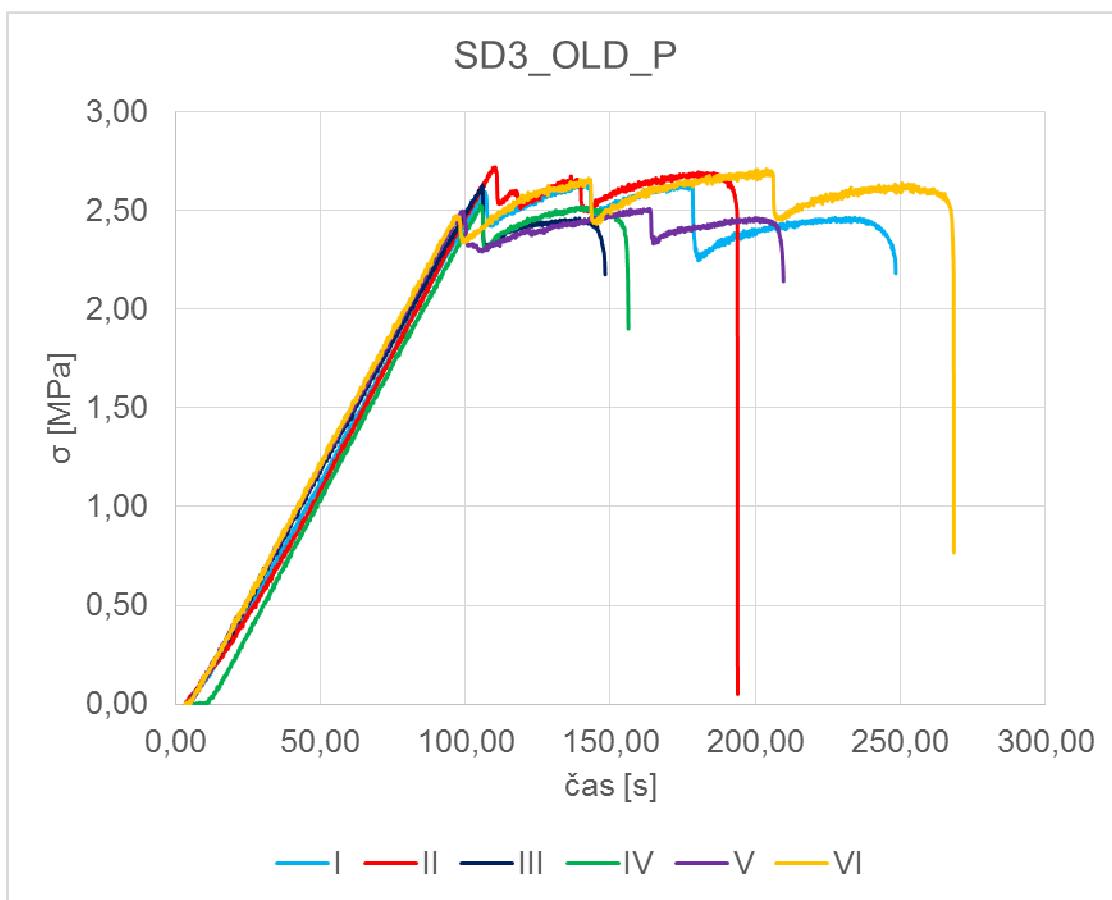
zaoblenější tvar. Při tomto zatěžování docházelo opět k praskání jednotlivých vláken. To zobrazují zuby na zaoblené části grafu.

U vzorků č. III a č. IV už došlo po tomto druhém velkém nárůstu napětí k porušení vzorku hlavní trhlinou, která se prokreslila přes celou tloušťku desky. U vzorků č. I, č. II a č. V došlo ještě několikrát k nárůstu napětí po vzniklé trhlině, která se nepropsala přes celou tloušťku desky, až také došlo k trhlině, která porušila vzorek v tloušťce celé desky.

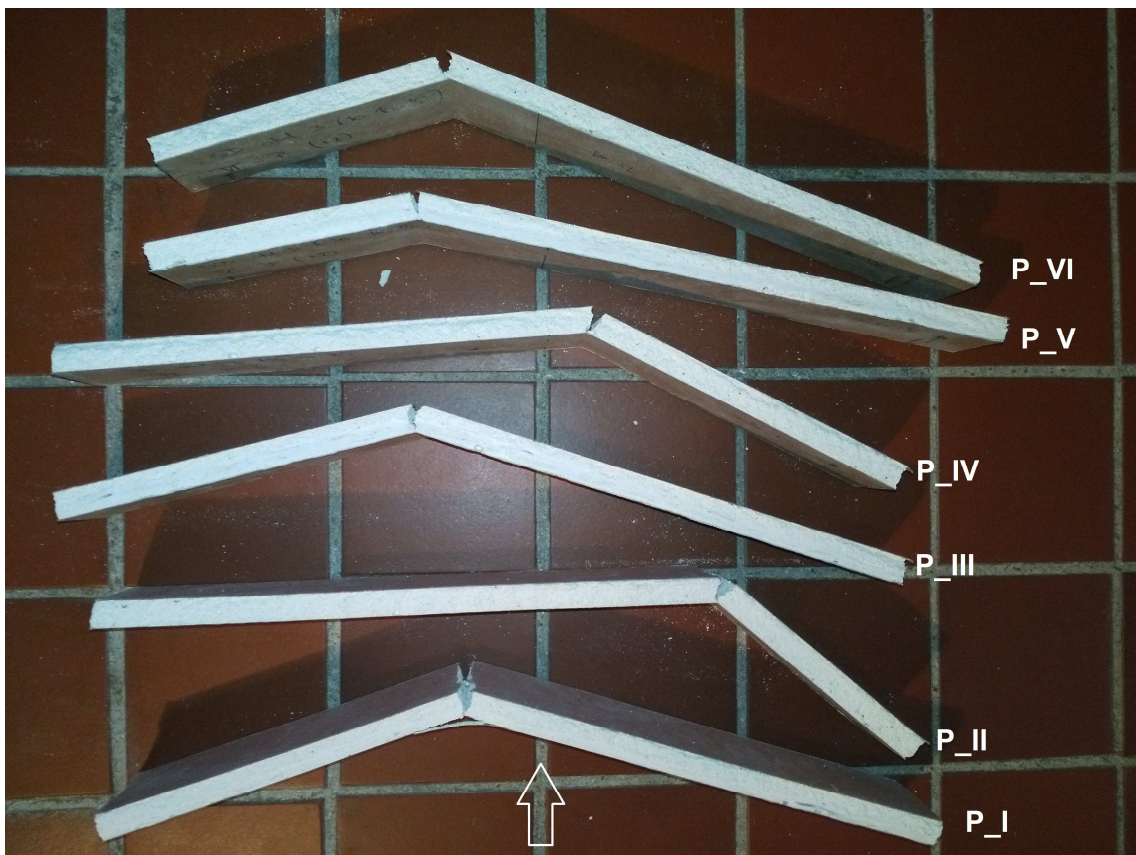
Poslední vzorek, vzorek s č. VI, vydržel být zatěžován nejdéle dobu, a to přes 250s od začátku zkoušky. Nejprve křivka nabíhala téměř přímo k hodnotě napětí 2,50 MPa. Poté došlo ve vzorku k trhlině, která se nepropsala přes celou tloušťku desky, to se v grafu zobrazilo mírným poklesem napětí, a napětí začalo opět stoupat. Tentokrát ne přímo, ale již pomaleji, což se vykresluje do grafu jako zaoblenější stoupající část grafu až k hodnotě 2,63 MPa. Opět došlo k prasklině, která se nepropsala přes celou tloušťku desky a znovu k pomalému nárůstu napětí na maximální hodnotu 2,70 MPa. Po vzniku této třetí trhliny opět nedošlo k prokreslení přes celou tloušťku vzorku, ale napětí už nevystoupalo do maximálních hodnot, ale jen k hodnotě 2,58 MPa, kdy popraskala poslední vlákna a prokreslila se trhlina přes celou tloušťku desky.

Na posledním obrázku v této části kapitoly (obr. č. 19) jsou vyfotografované odzkoušené vzorky. Šipka ukazuje na spáru, na kterou byly vyskládány vzorky místem předpokládaného porušení, které je na vzorcích naznačeno.

Ve všech vzorcích v této sadě se prokreslila hlavní trhlina a umístění těchto trhlin je vždy v místě konstantního ohybového momentu. V tomto případě se hlavní trhliny objevovaly ve vzorcích náhodně, což odpovídá schopnosti vláken, které přenášejí a roznášejí zatížení ve vzorku.



Graf č. 11 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD3_OLD_P



Obr. č. 19 - Fotografie odzkoušených vzorků SD3_OLD_P

7.2. Desky vyrobené v roce 2015

7.2.1. Vzorky z desky SDnew1

7.2.1.1. SDnew1_L

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

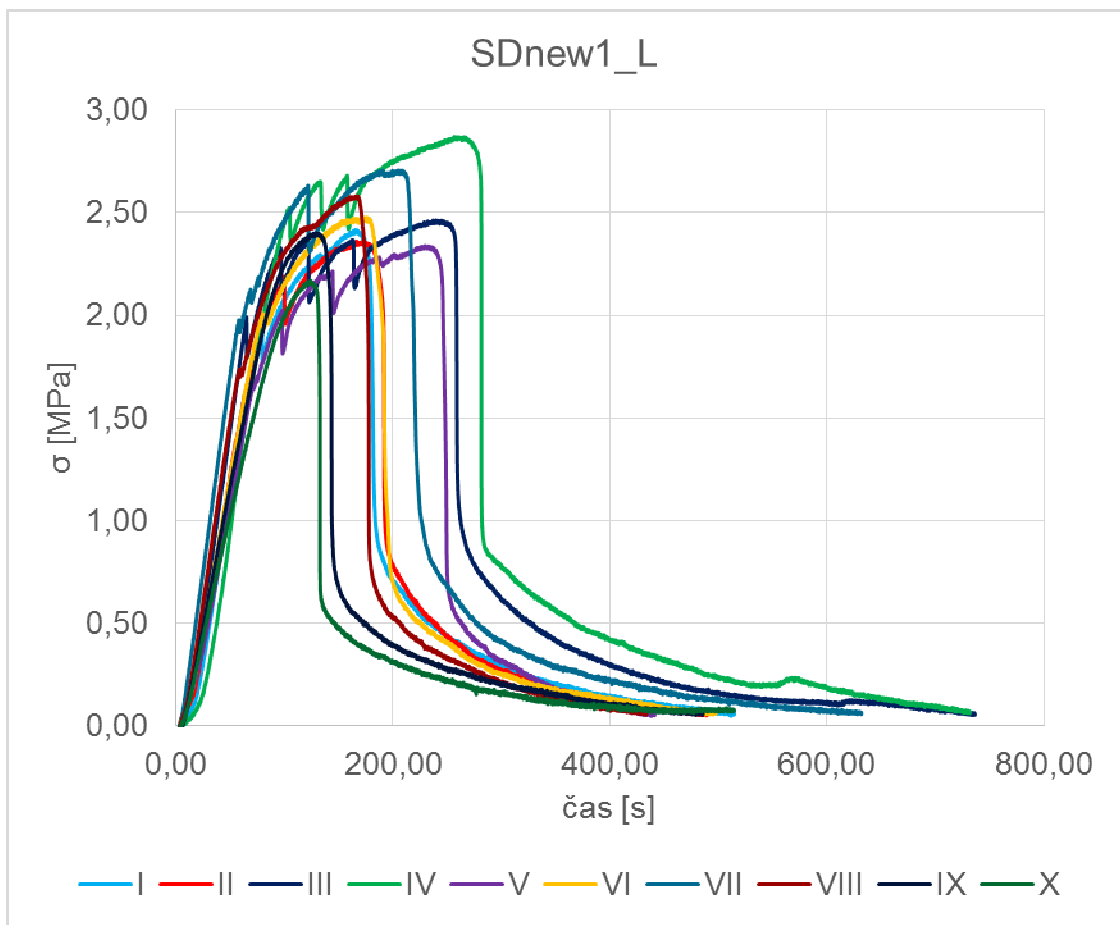
Na grafech č. 12 a č. 13 pod textem jsou vyobrazeny jednotlivé pracovní diagramy, které vznikly ze zkoušek vzorků z desky SDnew1 z levé strany. Deska má tloušťku 15 mm a sádrová směs, ze které je deska vytvořena, neobsahuje vlákna.

I když tato deska neobsahuje vlákna, u některých vzorků se v diagramech také objevily zuby, které v jiných deskách zobrazovaly prasknutá vlákna. V tomto případě docházelo k prasknutí vzorku, ale prasklina se neprokreslila přes celou tloušťku desky. Ale jediná věc, která mohla ještě přenášet zatížení, byl papír, ve kterém je sádrokartonová deska zabalena.

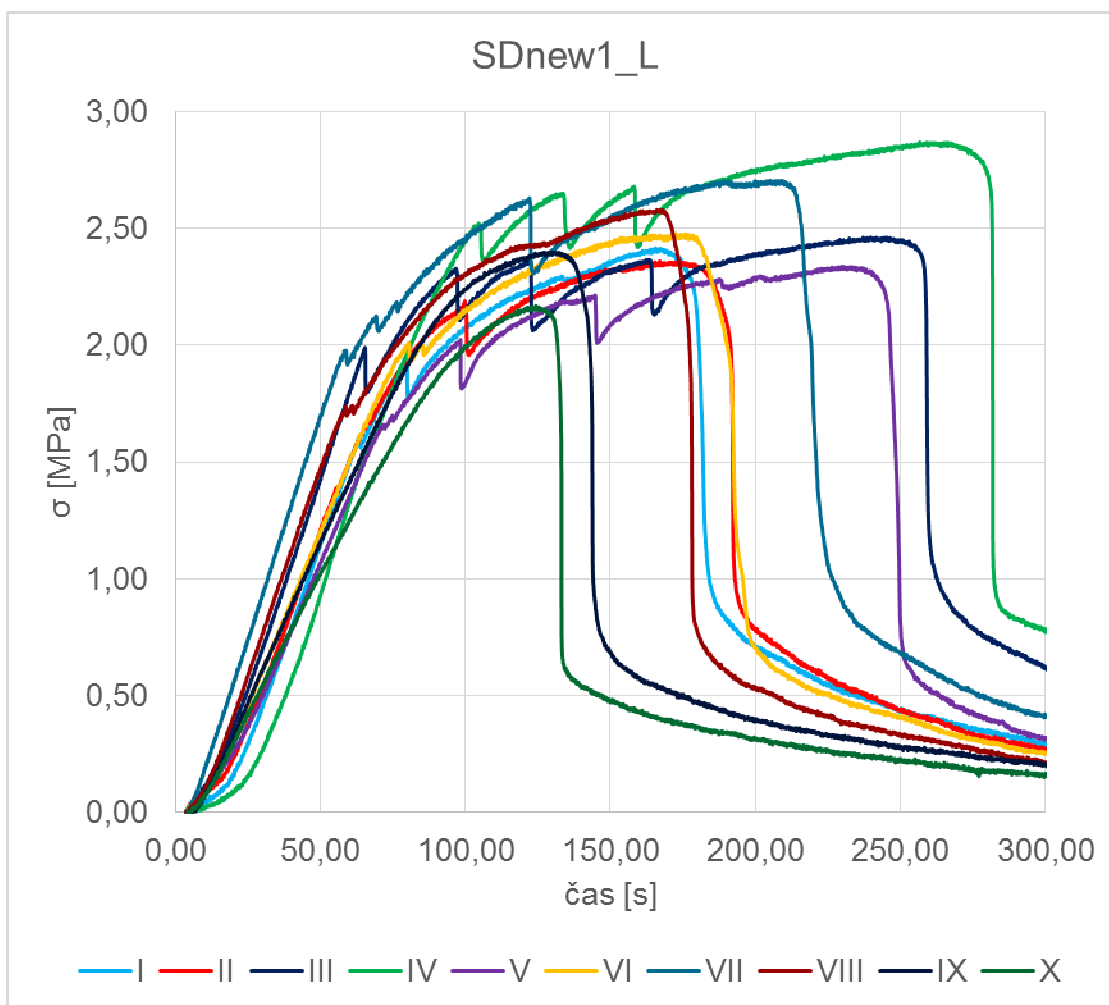
U vzorků č. I, č. II, č. VI a č. VIII došlo k jedné až dvěma trhlinám, které se neprokreslily přes celou tloušťku vzorku. Poté už se objevila trhlina, která se prokreslila přes celou tloušťku vzorku, ale pomalé dobíhání diagramu k nule značí, že papír ještě zdolával nějakému zatížení.

Vzorky č. III, č. IV, č. V a č. VII popraskaly vícekrát, než se objevila hlavní trhlina. Ve všech případech došlo minimálně ke třem trhlinám, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky. To zobrazují zuby na jednotlivých diagramech. Poté se objevila trhlina přes celou tloušťku desky, ale jako u ostatních vzorků v této sadě ke konci zkoušky docházelo k postupné ztrátě napětí. U vzorku č. IV dokonce u konce zkoušky došlo ještě k mírnému nárůstu napětí, což značí hrbolek v místě konce zkoušky.

Vzorky č. IX a č. X byly porušeny hlavní trhlinou, přes celou tloušťku desky, okamžitě. V těchto dvou zkouškách nedošlo k žádné malé trhlině. V obou případech nepřesáhlo maximální vypočítané napětí 2,50 MPa a porušení se objevilo již po necelých 150s od začátku zkoušky. Toto porušení je velmi nebezpečné, pokud by se mělo jednat o protipožární desku, jelikož by požár okamžitě pronikl, přes desku touto trhlinou. V ostatních případech došlo k porušení až po 150s (i mnohem déle) od začátku zkoušky a docházelo k varovnému praskání desek. V grafu se toto praskání zobrazuje jako zuby, ale každé prasknutí je i slyšet.

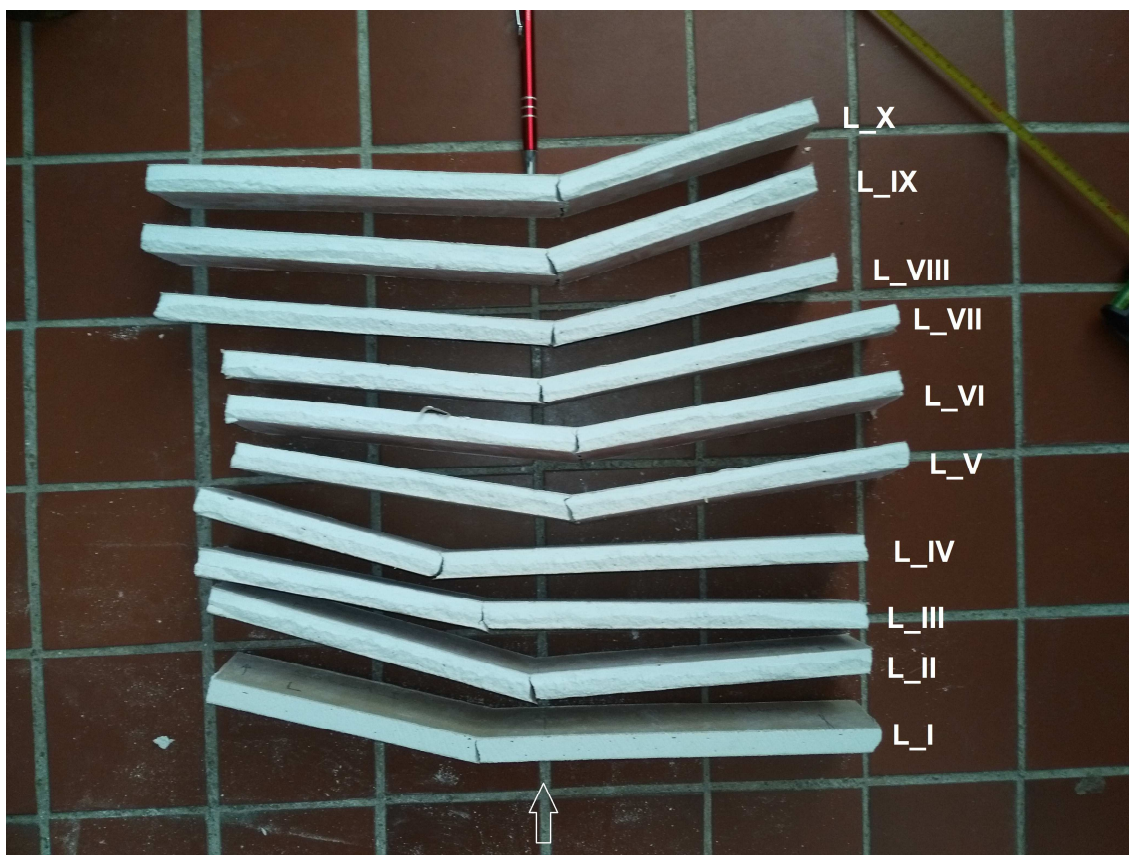


Graf č. 12 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_L



Graf č. 13 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_L v detailu

Na obr. č. 20 pod textem je fotografie odzkoušených vzorků z desky SDnew1_L. Šipka na obrázku ukazuje na spáru, na kterou byly vyskládány odzkoušené vzorky místem předpokládaného porušení. V této desce nejsou vlákna, která by pomáhala roznášet zatížení. Všechny trhliny vznikly v místě konstantního momentu, ale je velmi divné, že 7 z 10 trhlín se prokreslilo téměř v jedné linii. To by mohlo značit špatné promísení směsi po nalití na nekonečný papír ve výrobě.



Obr. č. 20 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew1_L

7.2.1.2. SDnew1_P

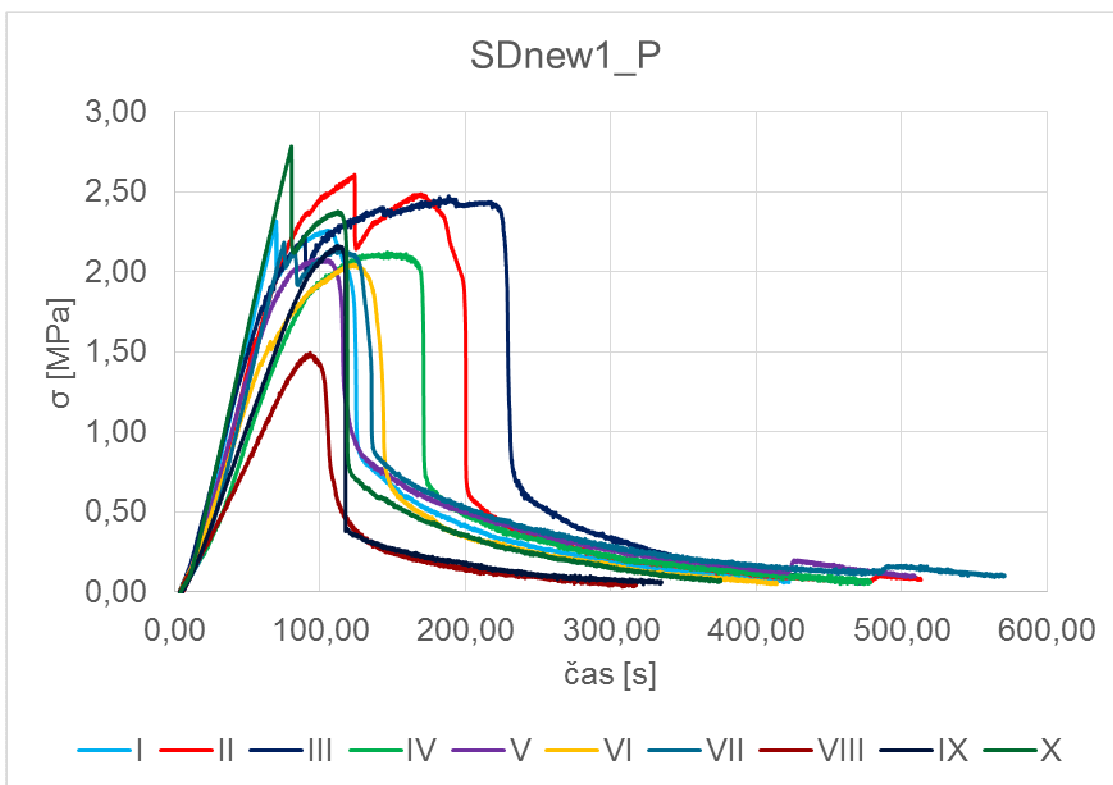
Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

Na grafu č. 14 pod textem jsou vykreslené jednotlivé diagramy odzkoušených vzorků z desky SDnew1_P. Deska má tloušťku 15 mm a sádrová směs, ze které je deska vyrobená, neobsahuje vlákna. Graf č. 15 obsahuje detailněji jednotlivé diagramy. V celkových grafech je vidět, že nejvíce vzorků (7 z 10) bylo porušeno mezi 100s až 150 s od začátku zkoušky.

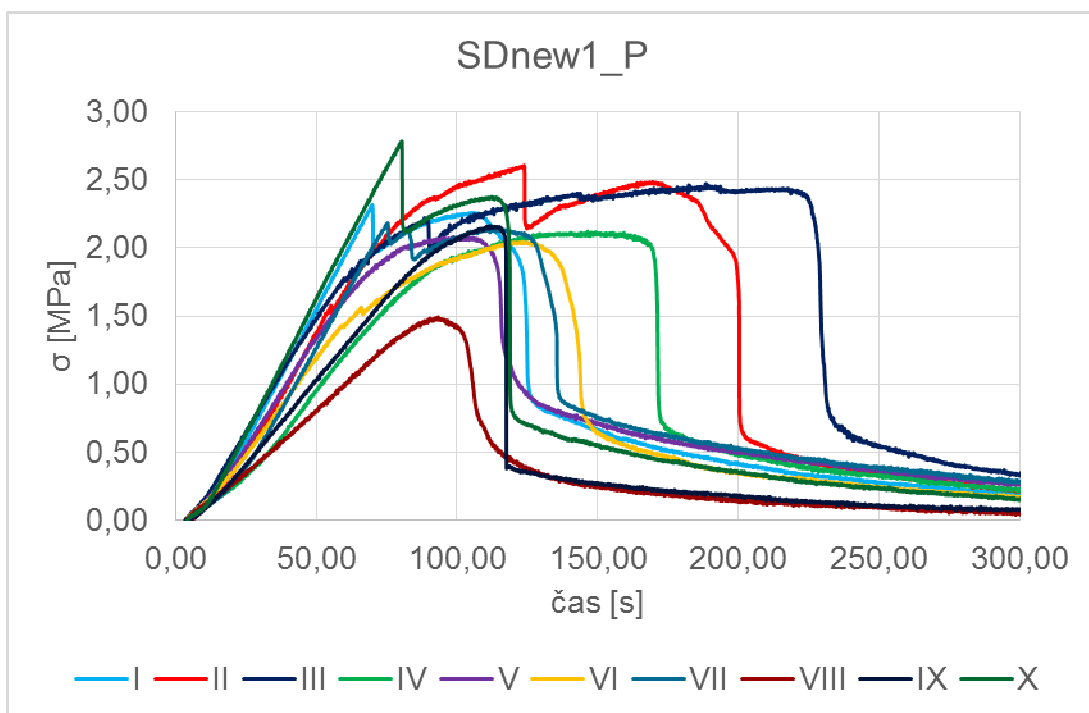
V sadě vzorků došlo u 5 z 10 zkoušek k hlavní trhlině jako k první prokreslené trhlině přes celou tloušťku desky (vzorky č. IV, č. V, č. VI, č. VIII a č. IX). U dalších 4 vzorků (č. I, č. II, č. III a č. X) došlo k jedné trhlině a následovala druhá, již hlavní trhlinka přes celou tloušťku desky. Jen v jednom

vzorku (č. VII) došlo k neprokreslení dvou trhlin. Až třetí trhlina se prokreslila přes celou tloušťku desky.

Pravá strana desky SDnew1, která byla vyrobena v roce 2015, a je označena červeným kartonem, tedy by se mělo jednat o protipožární desku, absolutně svým chováním při zkoušce čtyřbodovým ohybem neodpovídá cíli svého určení. Neobsahuje vlákna, dochází k celkovému porušení desky po velmi krátkém čase zkoušení a u některých vzorků došlo k celkovému kolapsu při velmi nízkém napětí. Např. vzorek č. VIII se porušil v čase necelých 100s a vydržel napětí jen 1,49 MPa.



Graf č. 14 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_P

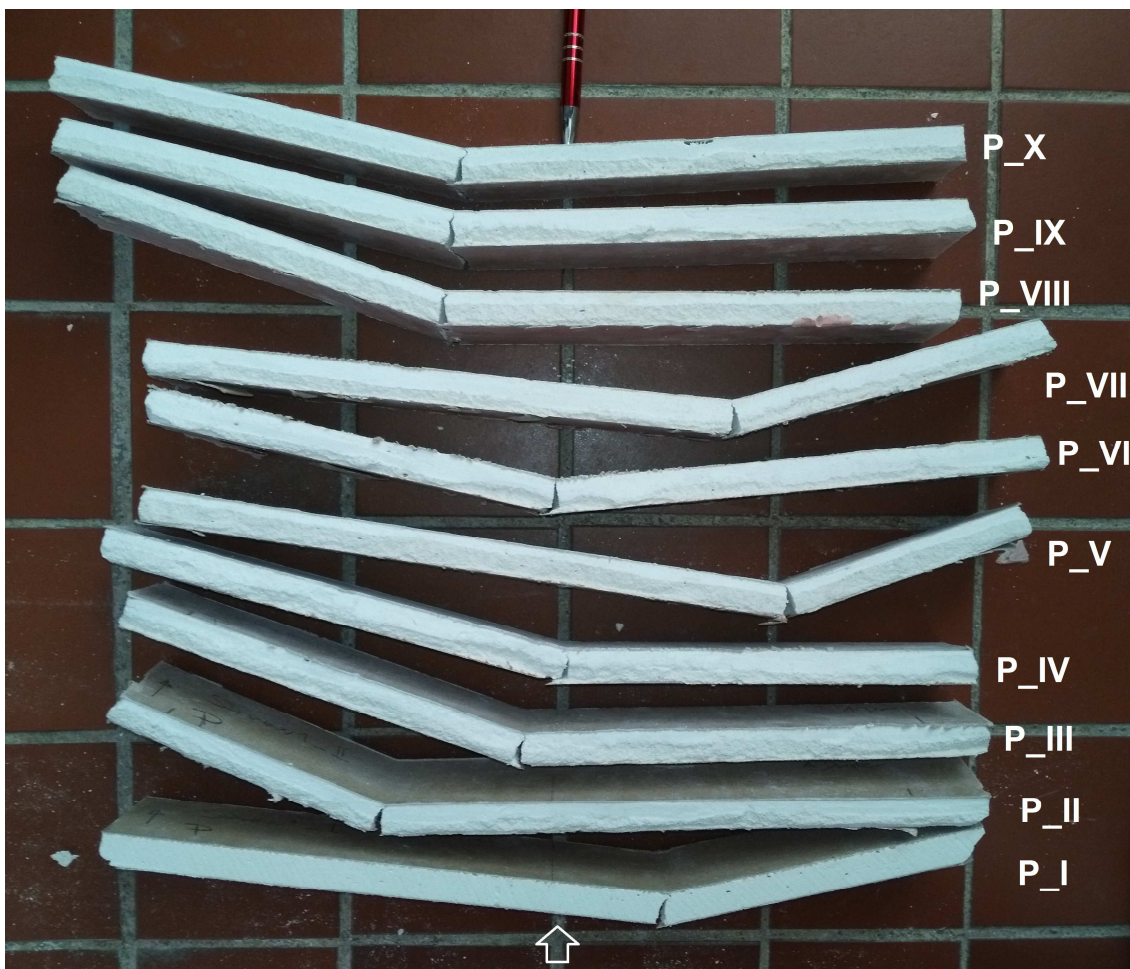


Graf č. 15 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_P v detailu

Na obr. č. 21 pod textem jsou vyfotografovány odzkoušené vzorky desky SDnew1. Šipka na obrázku ukazuje na spáru, na kterou byly vyrovnány odzkoušené vzorky místem předpokládaného porušení. Jediné tři vzorky, které praskly v jedné linii, jsou vzorky s č. VIII, č. IX a č. X. Tyto vzorky mají všechny svou osu posunutou o 2 cm do středu desky od místa předpokládaného porušení.

Ostatní vzorky č. I – č. VII praskaly velmi náhodně.

Všechny vzniklé trhliny se prokreslily v místě konstantního ohybového momentu.



Obr. č. 21 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew1_P

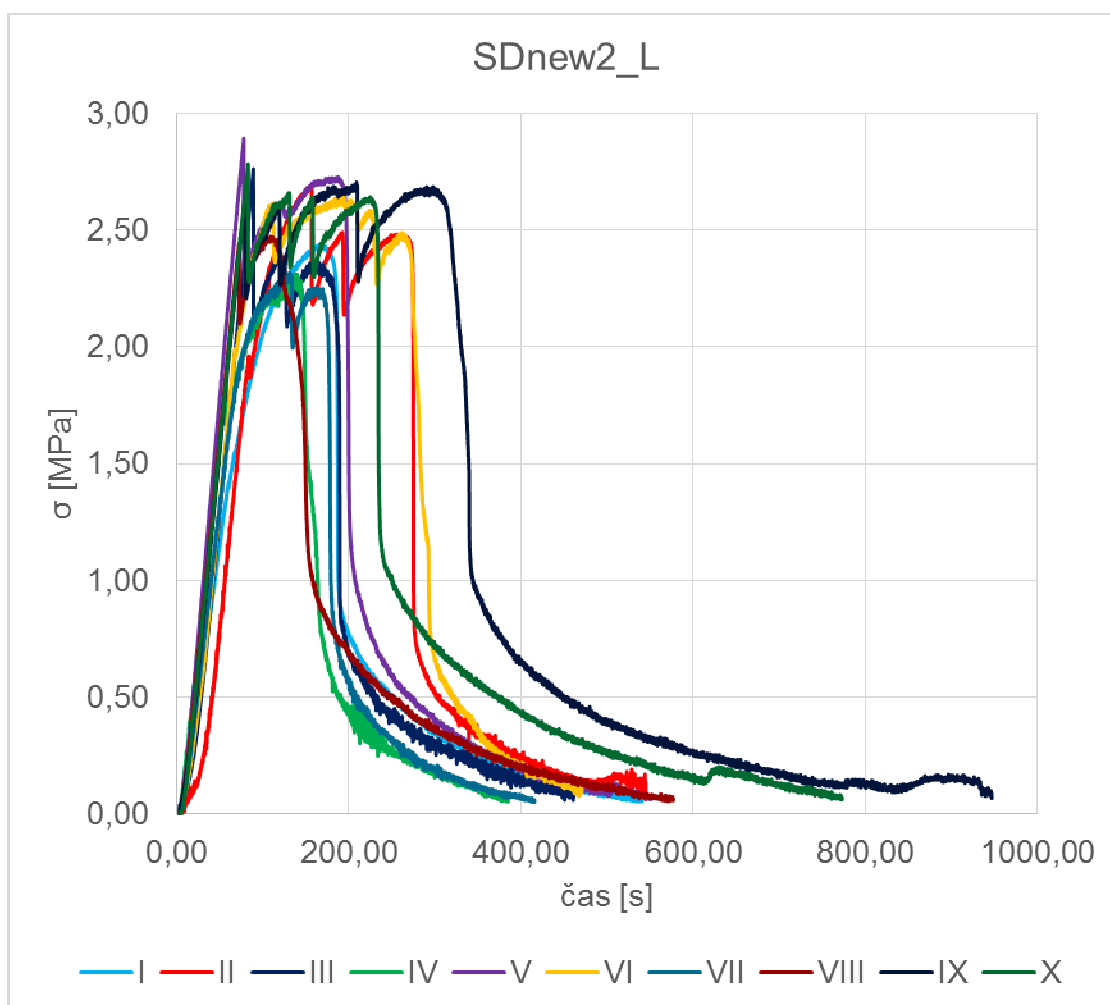
7.2.2. Vzorky z desky SDnew2

7.2.2.1. SDnew2_L

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

Na grafu č. 16 jsou vykresleny pracovní diagramy od všech odzkoušených vzorků z desky SDnew2_L. Na grafu č. 17 jsou detailněji vykresleny tyto diagramy. Deska má tloušťku 15 mm a sádrová směs, ze které je tato deska vyrobena, obsahuje vlákna.

Všechny vzorky mají velmi podobný začátek zkoušky, kde plynule nabíhalo napětí. Poté docházelo k žádné, jedné nebo více trhlinám, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky. Ve všech případech se ale nakonec objevila jedna trhli-
na, která se prokreslila přes celou tloušťku desky. Jednotlivé malé zuby v diagramu na křivce zobrazují jednotlivé prasknutí vlákn, nebo došlo k vytržení tohoto vlákna ze sádrové směsi.



Graf č. 16 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_L

Ve vzorku č. 1, jako v jediném, došlo při vytvoření první trhliny rovnou k porušení celého vzorku.

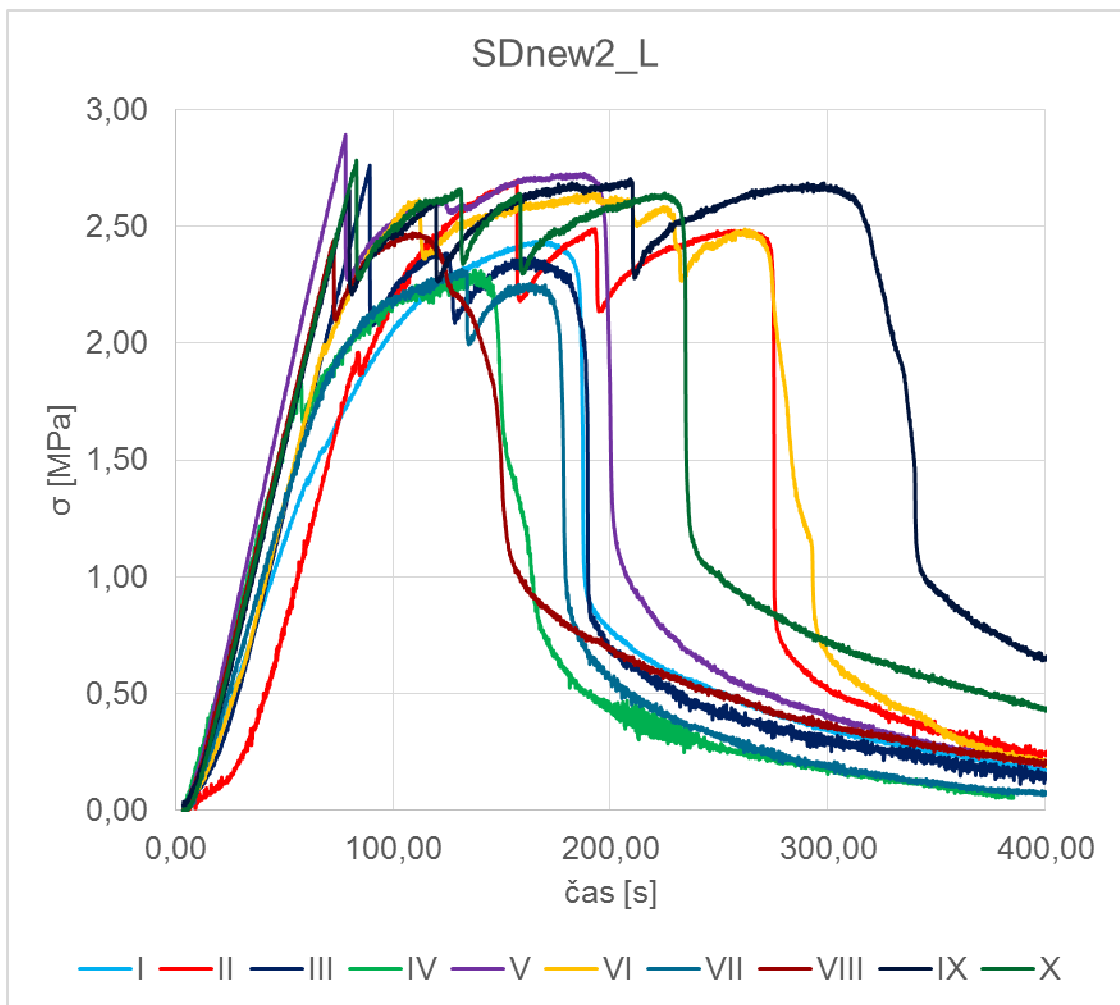
Ve vzorcích č. VII a č. VIII došlo k jedné trhlině, která se neprokreslila přes celou tloušťku vzorku. Druhá trhlina se už prokreslila přes celou tloušťku.

Ve vzorku č. IV došlo jen k jedné menší trhlině, která se neprokreslila přes celou tloušťku desky. Poté docházelo k praskání či vytrhnutí jednotlivých vláken. Nakonec se objevila jedna hlavní trhlina přes celou tloušťku desky. Velmi podobný průběh zkoušky měl i vzorek č. V, u kterého se objevila trhlina, která se neprokreslila přes celou tloušťku desky, poté napětí ve vzorku dále rostlo, ale docházelo k jednotlivému porušení vláken v sádrové směsi, až se objevila poslední trhlina přes celou tloušťku desky.

Vzorky č. II, č. III, č. VI, č. IX a č. X měly velmi podobný průběh zkoušky. Napětí na začátku plynule stoupalo, poté se vykreslily dvě a více trhlin, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky. V průběhu všech zkoušek docházelo k praskání nebo vytrhávání jednotlivých vláken, což značí zuby na křivkách. Nakonec se prokreslila trhlina přes celou tloušťku desky.

Desky byly porušeny ve velkých časových rozdílech, a to od 130s od začátku zkoušky do více než 300s od začátku zkoušky.

Na obr. č. 22 pod grafem č. 17 jsou vyfoceny odzkoušené vzorky. Všechny vzorky jsou vyrovnány místem předpokládaného porušení na spáru, na kterou ukazuje šipka. Vzorky jsou vyskládány obráceně, než je směr lití směsi na karton, ale jsou popsány. Ve všech vzorcích je vidět hlavní trhlina, která se prokreslila vždy v oblasti konstantního momentu.



Graf č. 17 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_L v detailu

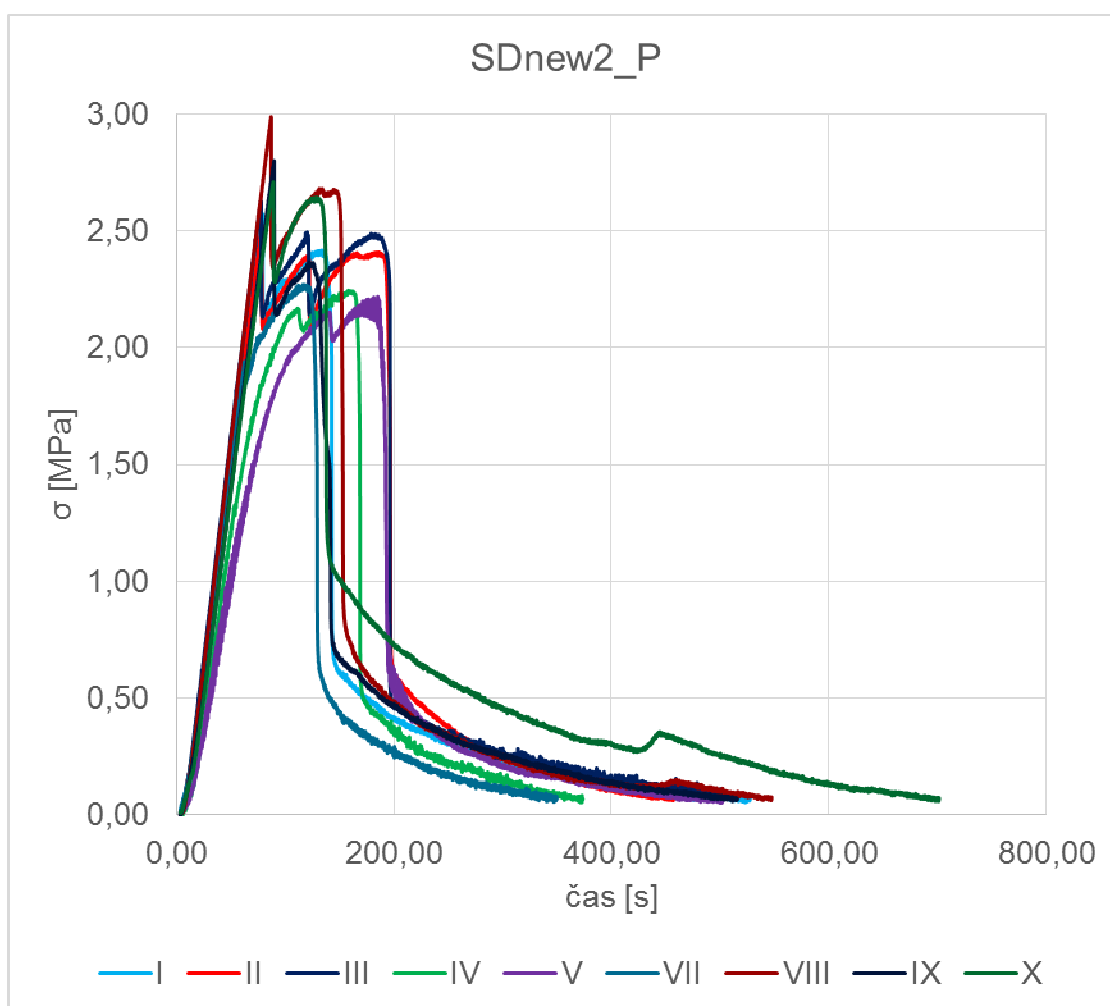


Obr. č. 22 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew2_L

7.2.2.2. SDnew2_P

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

Na grafech č. 18 a č 19 jsou vykresleny všechny pracovní diagramy, které vznikly ze zkoušek vzorků z desky SDnew2 z pravé strany. Všechny tyto vzorky byly porušeny hlavní trhlinou ve velmi krátkém čase od začátku zkoušky, a to do 200s od začátku zkoušky.



Graf č. 18 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_P

U všech zkoušek docházelo k postupnému praskání či vytrhávání vláken v sádrové směsi. To značí jednotlivé malé zuby na křivkách.

Vzorek č. VI byl porušen ještě před zkouškou.

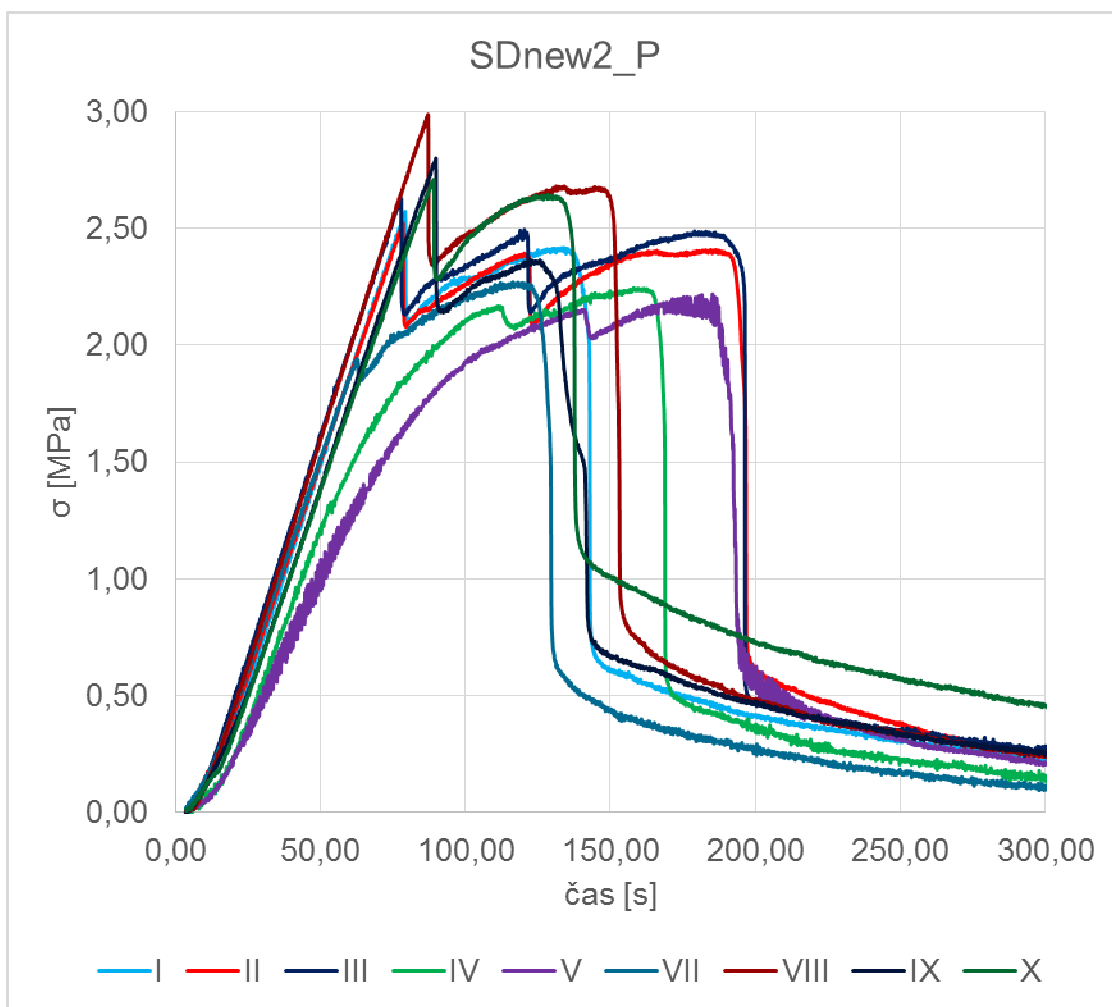
Vzorky č. II a č. III mají velmi podobný průběh zkoušky. V průběhu zkoušky došlo ke dvěma trhlinám, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky. Hlavní trhlina, která se už prokreslila přes celou tloušťku desky, vznikla v obou vzorcích téměř po 200s od začátku zatěžování.

Vzorky č. IV a č. V mají jen jednu neprokreslenou trhlinu, která je velmi malá. Došlo k postupnému praskání vláken v sádrové směsi. Po překročení napětí o velikosti 2,2 MPa došlo k porušení vzorku hlavní trhlinou.

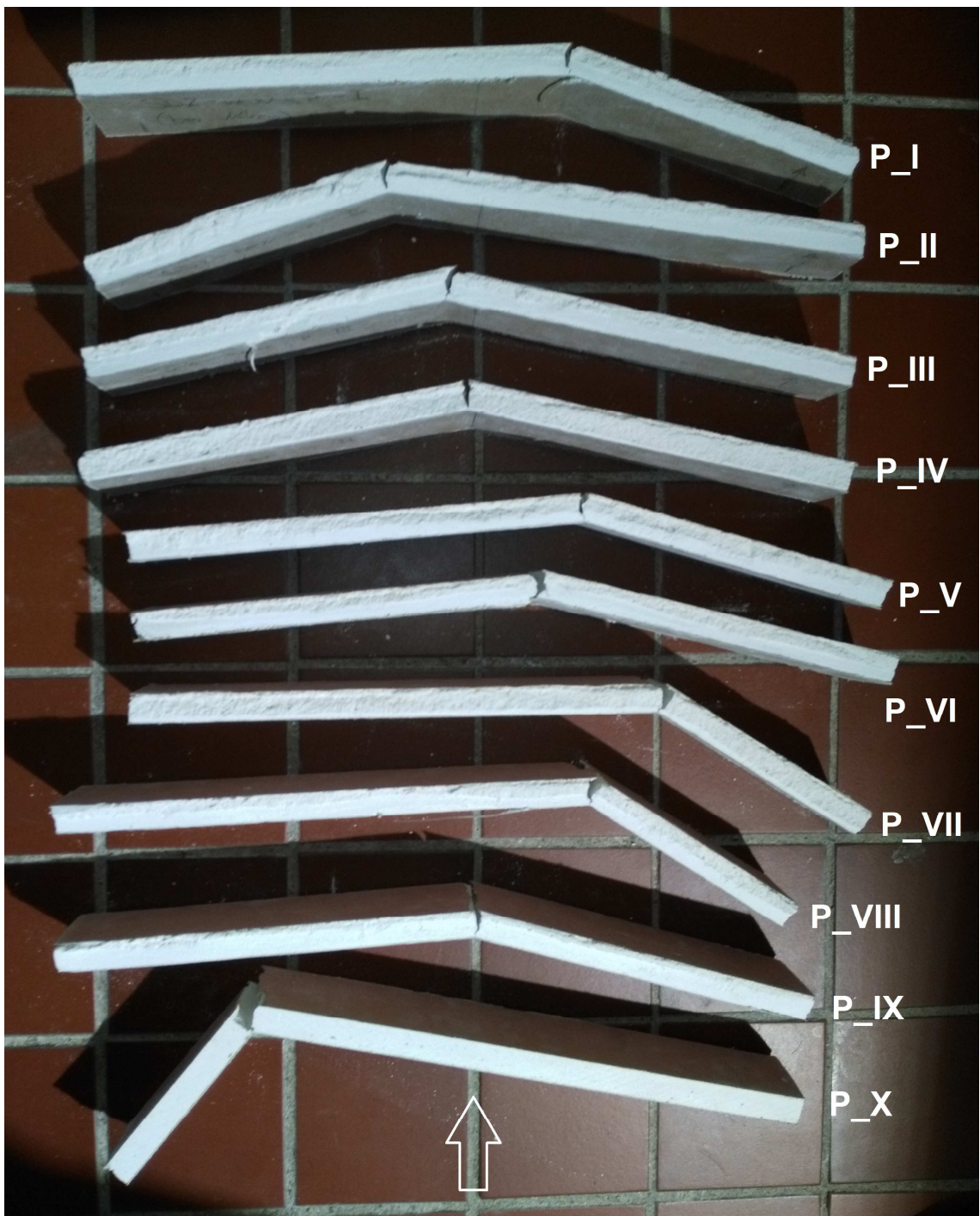
Ve vzorku č. VII docházelo k postupnému porušení vláken v sádrové směsi. Nakonec ve vzorku vznikla jedna hlavní trhlina, přes celou tloušťku desky. Vzorek byl porušen po 120 s od začátku zkoušky.

Vzorky č. I, č. VIII, č. IX a č. X byly všechny porušeny jednou trhlinou, která se neprokreslila přes celou tloušťku desky. Poté docházelo k porušení jednotlivých vláken v sádrové směsi, při kterém docházelo k nárůstu napětí, až se prokreslila hlavní trhlina přes celou tloušťku desky.

Na obr. č. 23 jsou vyfotografovány vzorky po provedení zkoušky. Všechny vzorky jsou vyskládány místem předpokládaného porušení na spáru, na kterou ukazuje šipka. Vzorky nejsou vyskládány ve směru lití směsi na desku, ale jsou popsány.



Graf č. 19 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_P v detailu



Obr. č. 23 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew2_P

7.3. Desky vyrobené v roce 2016

7.3.1. Vzorky z desky SD1_nová receptura

7.3.1.1. SD1_nová receptura_L

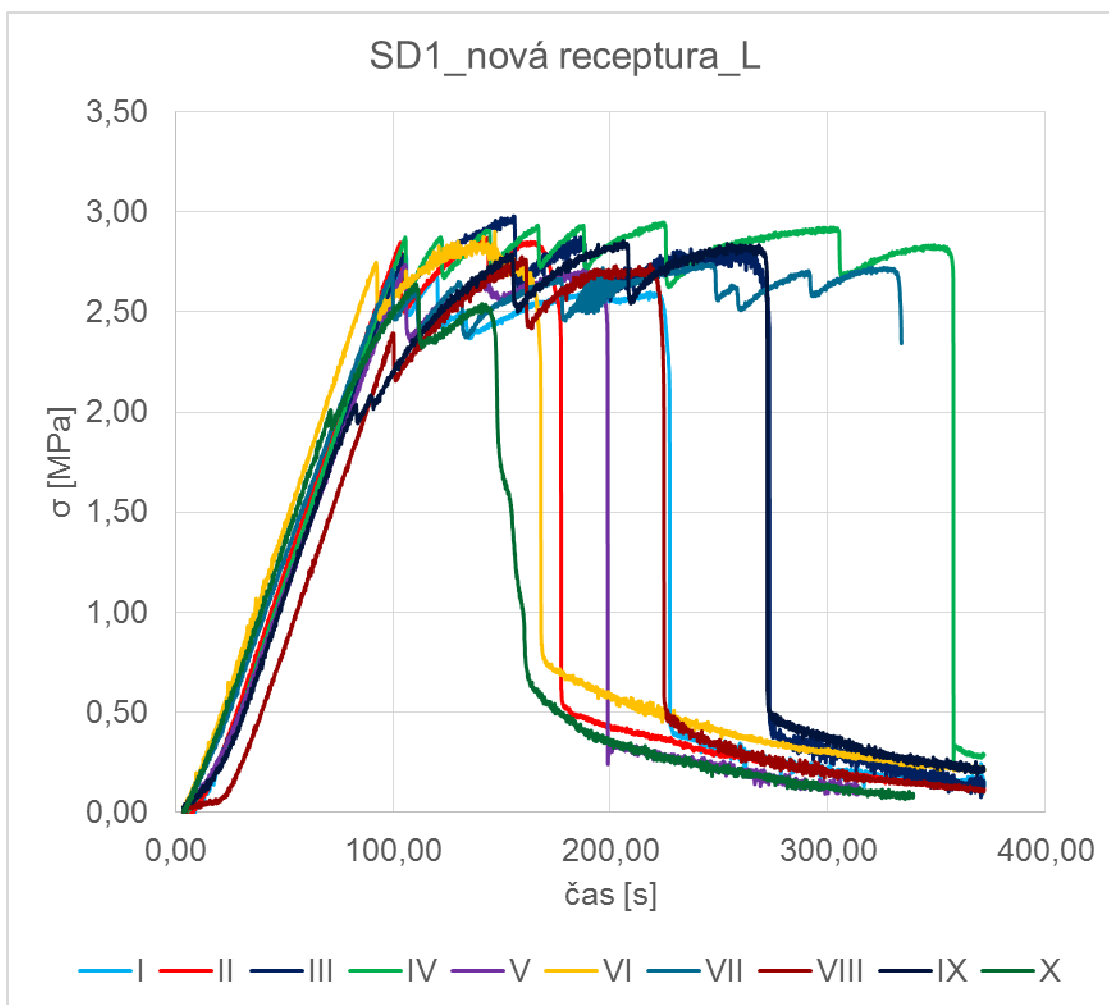
Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

Na grafu č. 20 jsou vykresleny všechny pracovní diagramy od zkoušených vzorků z desky SD1_nová receptura z levé strany. Všechny vzorky byly porušeny hlavní trhlinou prokreslenou přes celou tloušťku desky ve velmi rozdílné době od začátku zkoušky (od 150s do 350s).

U vzorků č. I až č. IX docházelo na začátku každé zkoušky k plynulému nárůstu napětí, poté k postupnému praskání vláken v sádrové směsi, které odpovídá jednotlivým malým zubům na křivkách. Dále je zde vykresleno v každém z těchto diagramů několik větších zubů, větších poklesů napětí, které odpovídají vzniku trhliny, která se neprokreslila přes celou tloušťku desky. Nakonec se ve všech zkoušených vzorcích objevila hlavní trhлина, která se prokreslila přes celou tloušťku desky.

Jediný vzorek č. X se odlišuje svým průběhem od ostatních vzorků. Na začátku zkoušky došlo k postupnému nárůstu napětí, ale zde vznikla jen jedna trhлина, která se neprokreslila přes celou tloušťku desky, tedy jen jeden velký pokles napětí. Další trhлина, která se vykreslila, se už prokreslila přes celou tloušťku desky. V průběhu zkoušky také docházelo k postupnému praskání vláken, které je znázorněno malými zuby na křivce.

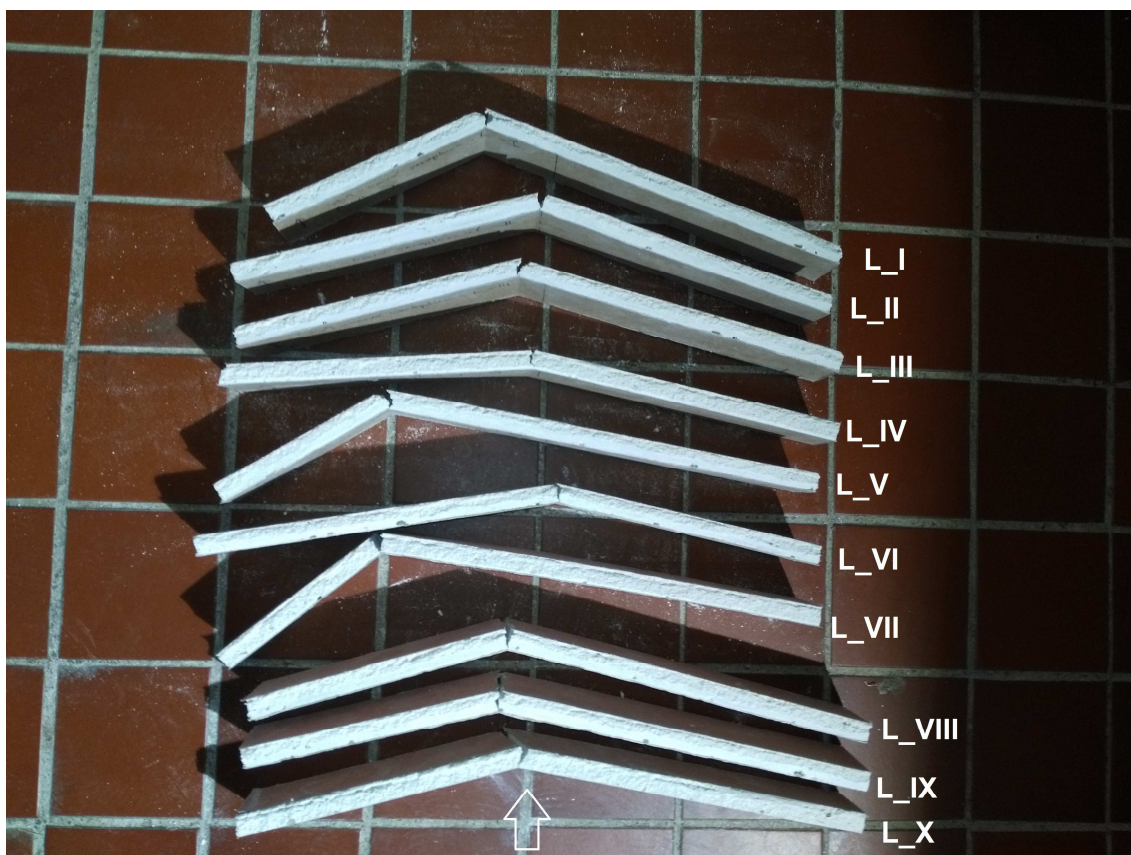
U vzorků č. I, č. II, č. III, č. IV, č. V, č. VI, č. VIII, č. IX a č. X došlo na konci zkoušek ještě ke zpomalení poklesu napětí, objevovaly se další zuby, které značí další popraskaná nebo vytržená vlákna.



Graf č. 20 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_nová receptura_L

Na obr. č. 24 jsou vyfotografovány vzorky po odzkoušení. Jsou vyskládány na spáru, na kterou ukazuje šipka, místem předpokládaného porušení, které bylo na vzorcích vyznačené.

Je velmi podivné, že i když ve všech vzorcích docházelo k postupnému praskání vláken, dokonce se objevilo několik trhlin, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky, bylo 7 vzorků z 10 porušeno v jedné linii.



Obr. č. 24 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_nová receptura_L

7.3.1.2. SD1_nová receptura_P

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

Na grafu č. 21 jsou vykresleny diagramy zkoušek od vzorků z desky SD1_nová receptura z pravé strany. Každý z těchto vzorků byl porušen hlavní trhlinou prokreslenou přes celou tloušťku desky. Deska má tloušťku 12,5 mm a sádrová směs, ze které byla deska vyrobena, obsahuje vlákna.

Všechny vzorky byly porušeny v čase od 140s do 250s od začátku zkoušky.

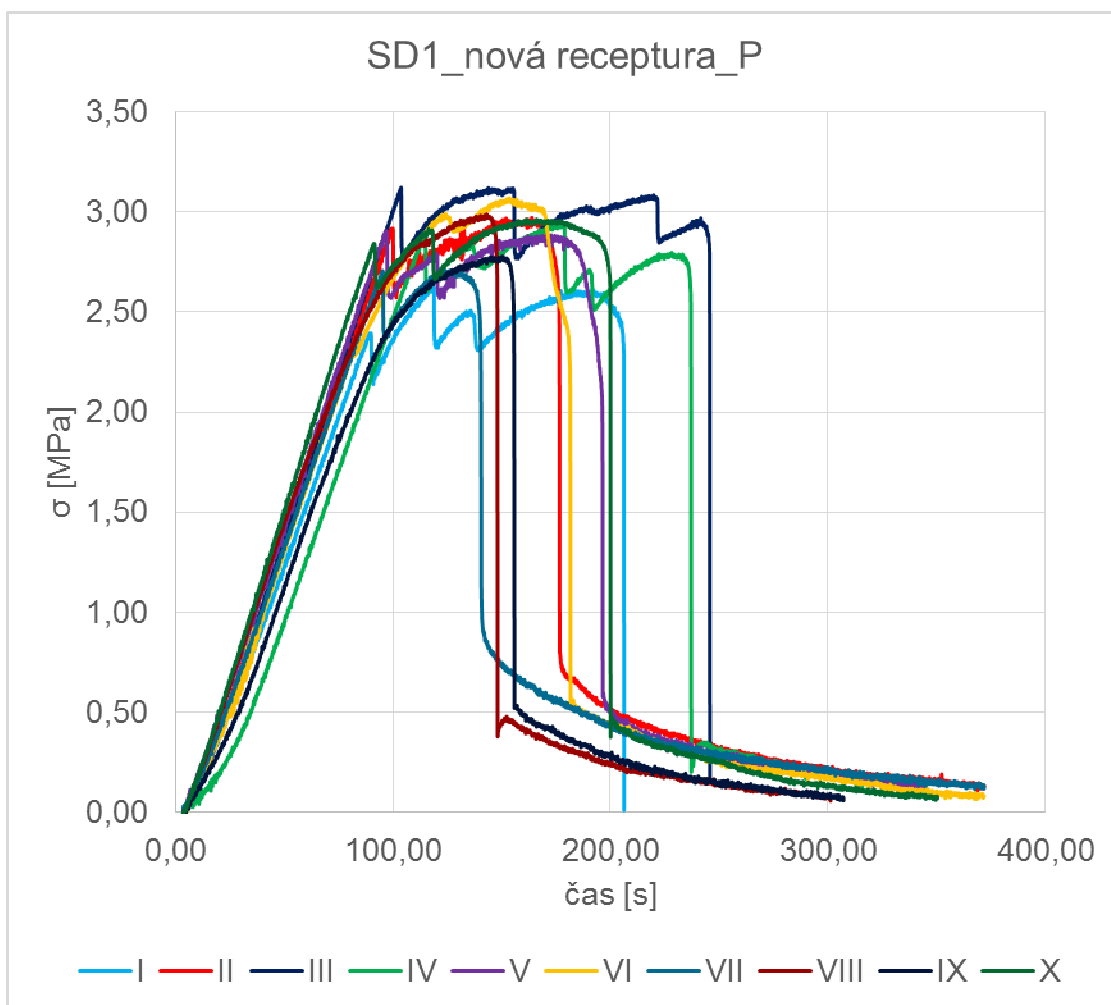
Na začátku všech zkoušek docházelo k plynulému nárůstu napětí a po celou dobu zkoušek byly porušovány vlákna v sádrové směsi. To odpovídá malým zubům na jednotlivých křivkách. Velké zuby odpovídají vzniku trhliny, která se neprokreslila přes celou tloušťku desky. Tyto velké zuby se neobjevily u vzorků č. VIII a č. IX, u kterých se první trhlina prokreslila přes celou tloušťku desky.

U grafů č. IV, č. VIII a č. X došlo po vzniku hlavní trhliny a velkému propadu napětí ještě k malému nárůstu napětí. To značí zub v dolní konečné části křivky směrem nahoru.

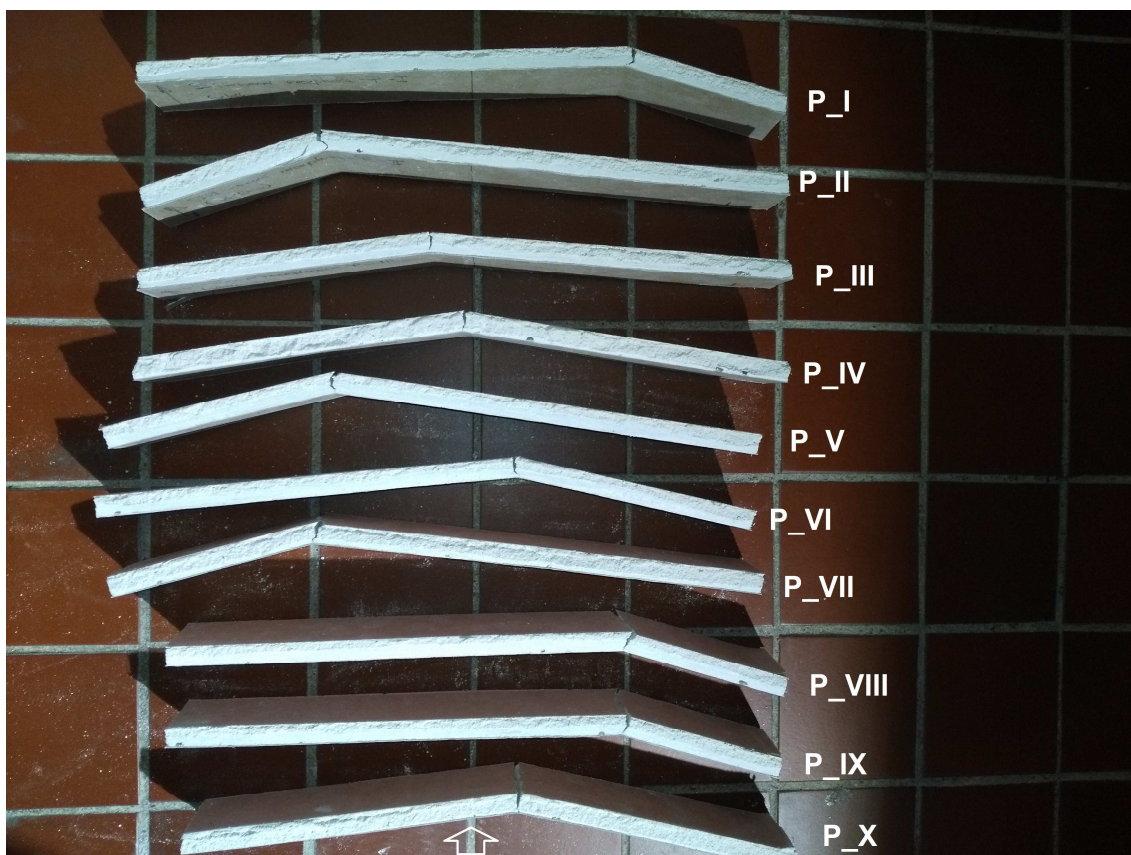
U vzorků č. II, č. IV, č. V, č. VI, č. VII, č. VIII, č. IX a č. X došlo na konci zkoušek ještě ke zpomalení poklesu napětí, objevovaly se další zuby, které značí další popraskaná nebo vytržená vlákna ze sádrové směsi.

Na obr. č. 25 jsou vyfotografovány odzkoušené vzorky. Místem předpokládaného porušení, které je vyznačeno na každém vzorku, jsou všechny vzorky umístěny na spáru, na kterou ukazuje šipka. Vzorky nejsou vyskládány ve směru lití sádrové směsi na karton při výrobě.

Na této straně desky SD1_nová receptura se hlavní trhliny objevovaly velmi náhodně, není zde jedna linie trhlín, jako to bylo na levé straně této desky. To značí, že vlákna v této části plochy desky jsou rovnoměrně rozmístěna.



Graf č. 21 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_nová receptura_P



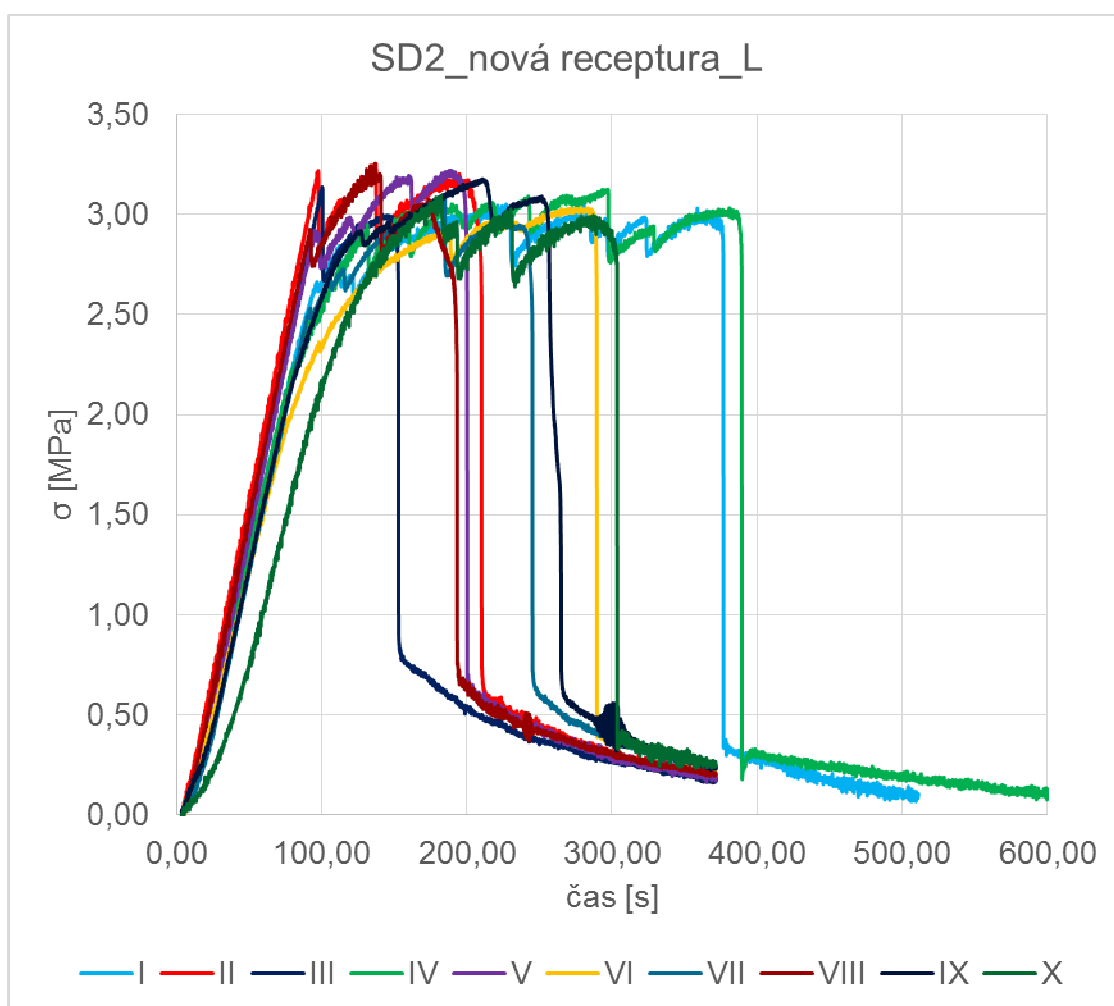
Obr. č. 25 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_nová receptura_P

7.3.2. Vzorky z desky SD2_nová receptura

7.3.2.1. SD2_nová receptura_L

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z levé strany

Na grafu č. 22 jsou vykresleny všechny pracovní diagramy odzkoušených vzorků z desky SD2_nová receptura z levé strany. Všechny vzorky byly porušeny hlavní trhlinou, která se ve vzorku objevila ve velmi rozdílném čase od začátku zatěžování. Tato doba se pohybuje již od 150s do téměř 400s od začátku zatěžování.

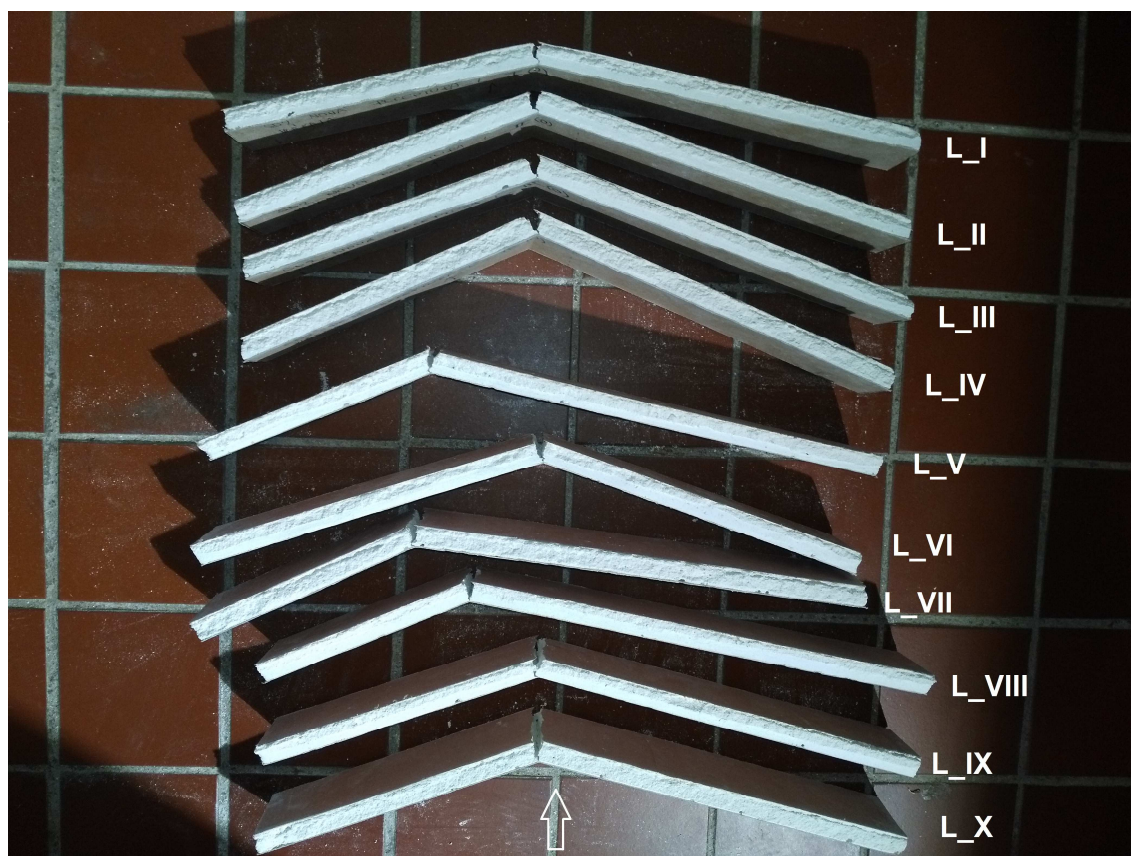


Graf č. 22 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_nová receptura_L

U všech těchto vzorků docházelo v průběhu zkoušky k praskání jednotlivých vláken v sádrové směsi, nebo k jejich vytržení. To zobrazují malé zuby na všech křivkách. Velké zuby značí vznik trhliny, která se ale neprokreslila přes celou tloušťku desky. Nakonec se vždy, objevila hlavní trhlina.

Průběhy všech diagramů jsou si velmi podobné, liší se ale velmi v již zmiňované době porušení.

U vzorků č. II, č. III, č. V, č. VI, č. VII, č. VIII, č. IX a č. X došlo na konci zkoušek ještě ke zpomalení poklesu napětí, objevovaly se další zuby, které značí další popraskaná nebo vytržená vlákna.



Obr. č. 26 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_nová receptura_L

Na obr. č. 26 jsou na spáru, na kterou ukazuje šipka, vyskládány odzkoušené vzorky místem předpokládaného porušení. To je na každém vzorku nakresleno.

Všechny hlavní trhliny se prokreslily v místě konstantního ohybového momentu. Ale stejně jako u levé strany desky SD1_nová receptura se 7 z 10 trhlín objevilo v jedné linii. Což značí, že v tomto místě nejpravděpodobněji nebyla vlákna rovnoměrně rozmístěna.

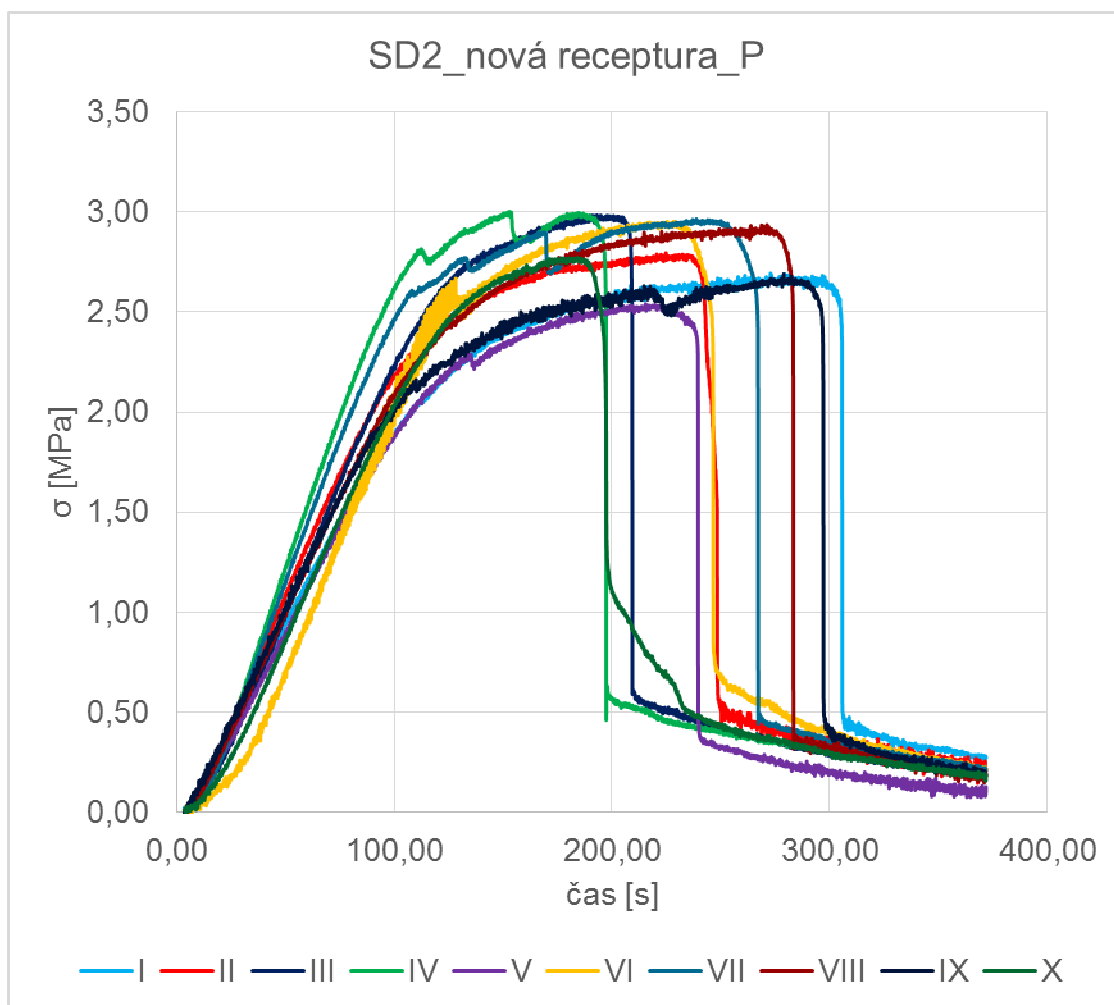
7.3.2.2. SD2_nová receptura_P

Celkový graf s porovnáním jednotlivých vzorků z pravé strany

Na grafu č. 23 jsou vykresleny pracovní diagramy od zkoušených vzorků z desky SD2_nová receptura z pravé strany. Deska má tloušťku 12,5 mm a sádrová směs, ze které je deska vyrobena, obsahuje vlákna.

Všechny zkoušené vzorky v této sadě byly porušeny hlavní trhlinou a to v čase 200s až 305s od začátku zatěžování. Ve všech vzorcích docházelo k postupnému praskání vláken, nebo k jejich vytrhávání. To značí malé zuby na jednotlivých křivkách. Co se ale v této sadě vzorků moc nestávalo, je, že nevznikaly trhliny, které by se neprokreslily přes celou tloušťku desky. Ty by se totiž na křivce zobrazily jako velké zuby, tedy větší poklesy napětí, než které vyvolá prasknutí vlákna. Pouze u vzorků č. IV a č. VII se tyto větší poklesy napětí prokreslily, ale jsou velmi malé, což značí, že i vzniklá neprokreslená trhlina byla velmi malá.

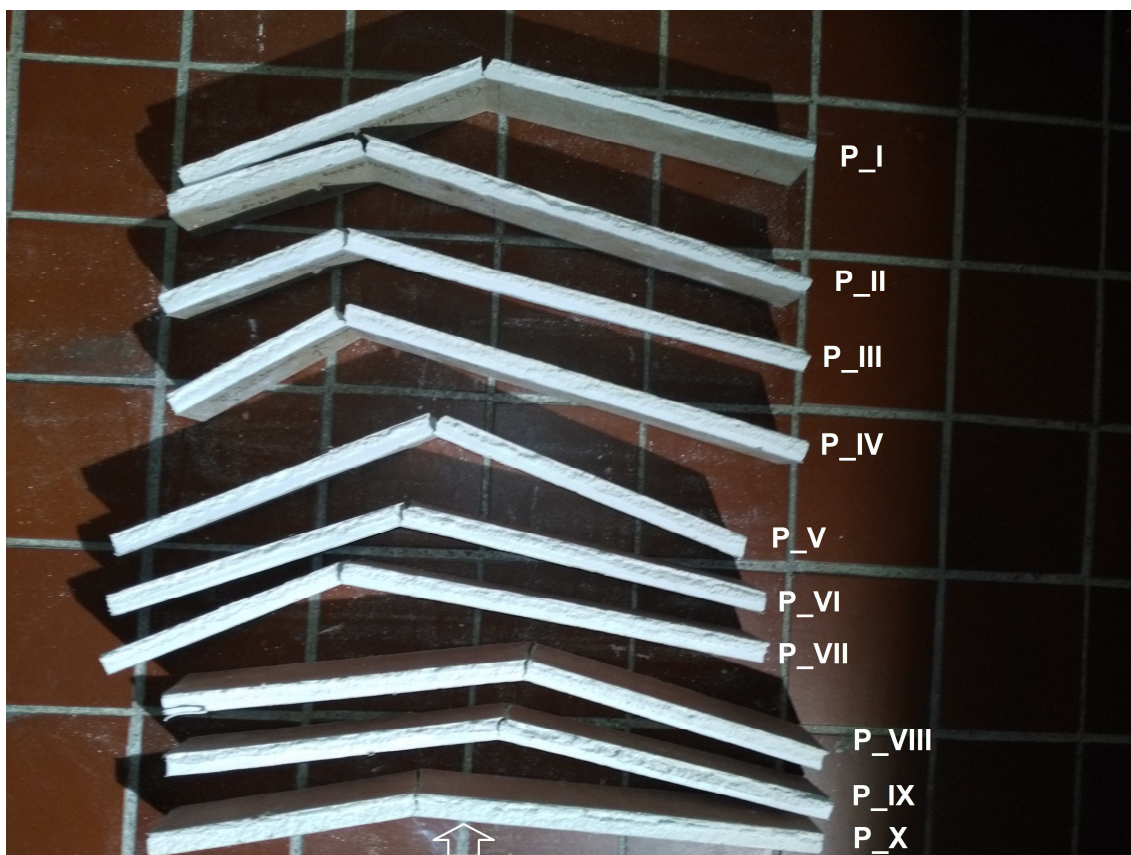
Na konci každé zkoušky došlo ke zmírnění prudkého poklesu napětí, což znamená, že trhlina v sobě ještě obsahovala vlákna, která byla neporušena nebo nevytržena. Dokonce u vzorku č. IV po prudkém poklesu napětí, tedy po vykreslení hlavní trhliny, ve které ještě nebyla porušena všechna vlákna, došlo k mírnému nárůstu napětí, což značí, že trhlina obsahovala ještě dostatek vláken pro přenesení zatížení. Poté napětí ale dále klesalo směrem k 0,00 MPa jako v ostatních zkouškách.



Graf č. 23 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_nová receptura_P

Na obr. č. 27 jsou vyfotografovány všechny odzkoušené vzorky z této sady desky SD2_nová receptura. Jsou vyrovnány místem předpokládaného porušení na spáru, na kterou ukazuje šipka. Vzorky nejsou vyskládány ve směru lití sádrové směsi na desku, ale jsou popsány.

Jediné vzorky, které v této sadě svou trhlinou tvoří nějakou linii, jsou vzorky č. II, č. III a č. IV. Všechny ostatní trhliny ve vzorcích vznikaly velmi náhodně.



Obr. č. 27 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_nová receptura_P

8. Grafické vyhodnocení trhlin v desce

Pod textem je umístěna legenda (obr. č. 28) k obr. č. 29 – 35.



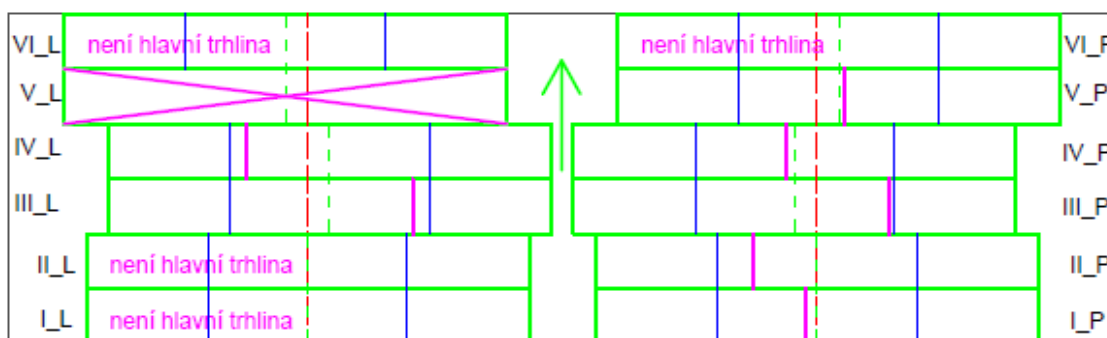
Obr. č. 28 - Legenda k obr. č. 29 - 35

8.1. Desky vyrobené v roce 2014

8.1.1. Vzorkky z desky SD1_OLD

Jak je vidět na obrázku pod textem (obr. č. 29), deska si v oblasti konstantního momentu praskala kdekoliv, nebo nedošlo k úplnému porušení vzorků. Z grafů uvedených v předchozí kapitole je ale jisté, že k hlavní trhlině nedošlo okamžitě po zatěžování, ale až po době, kdy zatížení už nedokázaly přenášet vlákna ve vzorku.

Vzorek č. V_L byl porušen ještě před zkoušením.

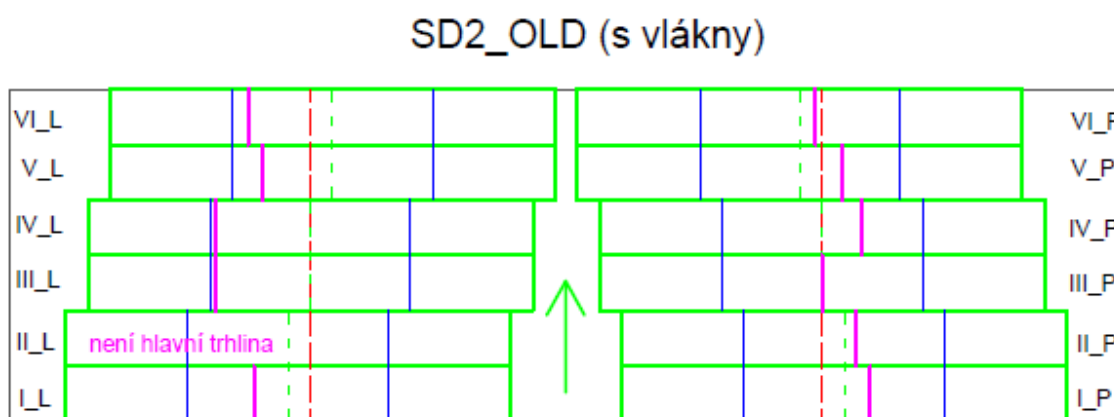


Obr. č. 29 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD1_OLD

8.1.2. Vzorky z desky SD2_OLD

Na obrázku č. 30 je grafické znázornění desky SD2_OLD, poloha jednotlivých vzorků v desce, poloha zatížení na vzorcích a vzniklá hlavní trhlinka ve vzorcích, která je prokreslená přes celou tloušťku desky. Ve vzorku č. II_L nevznikla hlavní trhlinka, vzorek se celý prohnul, ale k úplnému porušení nedošlo.

Na levé straně desky se všechny trhliny prokreslily nalevo od místa předpokládaného porušení (vyznačené červenou čárkovanou čarou), ale v předchozí kapitole je vidět, že ve všech vzorcích nejprve praskala jednotlivá vlákna, takže se trhlinka mohla objevit kdekoliv, nejpravděpodobněji v místě konstantního momentu. Což se potvrdilo u všech vzorků v této sadě jak na levé, tak na pravé straně sádrokartonové desky. Kromě jednoho vzorku (II_L, kde hlavní trhlinka nevznikla) se všechny prokreslené trhliny objevily v místě konstantního ohybového momentu.

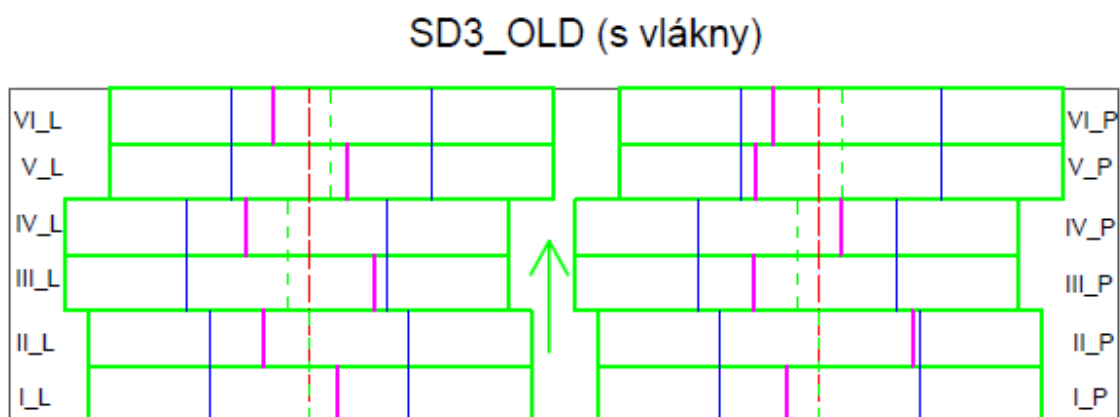


Obr. č. 30 - Grafické znázornění trhlín v celé ploše desky SD2_OLD

8.1.3. Vzorky z desky SD3_OLD

Na posledním obrázku v této sadě desek (obr. č. 31) je grafické zobrazení desky SD3_OLD. Výřez celé desky byl rozřezán na jednotlivé vzorky podle nákresu zelenou barvou. Modrou čarou je nakreslené umístění zatížení na vzorku. Fialová barva značí trhlinu v každém vzorku. V této sadě vzorků, jak na levé, tak na pravé straně, byly porušeny všechny vzorky trhlinou prokreslenou přes celou tloušťku desky. Trhliny vznikaly náhodně, ale vždy v místě s konstantním průběhem ohybového momentu.

Před vznikem hlavní trhliny docházelo u každého vzorku k postupnému praskání vláken v sádrové směsi. Což značí to, že vlákna byla ve směsi rovnoměrně rozmístěna. Tím že praskala jednotlivá vlákna, došlo k prodloužení doby, po kterou byl vzorek zatěžován.



Obr. č. 31 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD3_OLD

8.2. Desky vyrobené v roce 2015

8.2.1. Vzorky z desky SDnew1

Na obrázku pod textem (obr. č. 32) je vyobrazena nerozřezaná deska, na které jsou rozkreslené jednotlivé vzorky i s osou. Červenou čárkovanou čarou je zobrazeno na levé i pravé straně místo předpokládaného porušení. Modrou čarou je na každém vzorku zobrazeno umístění zatížení při zkoušce. Mezi těmito modrými čarami je oblast konstantního ohybového momentu. Fialovou barvou jsou nakresleny trhliny, které se prokreslily přes celou tloušťku desky. Všechny trhliny, jak na levé, tak na pravé straně, se prokreslily v oblasti konstantního momentu.

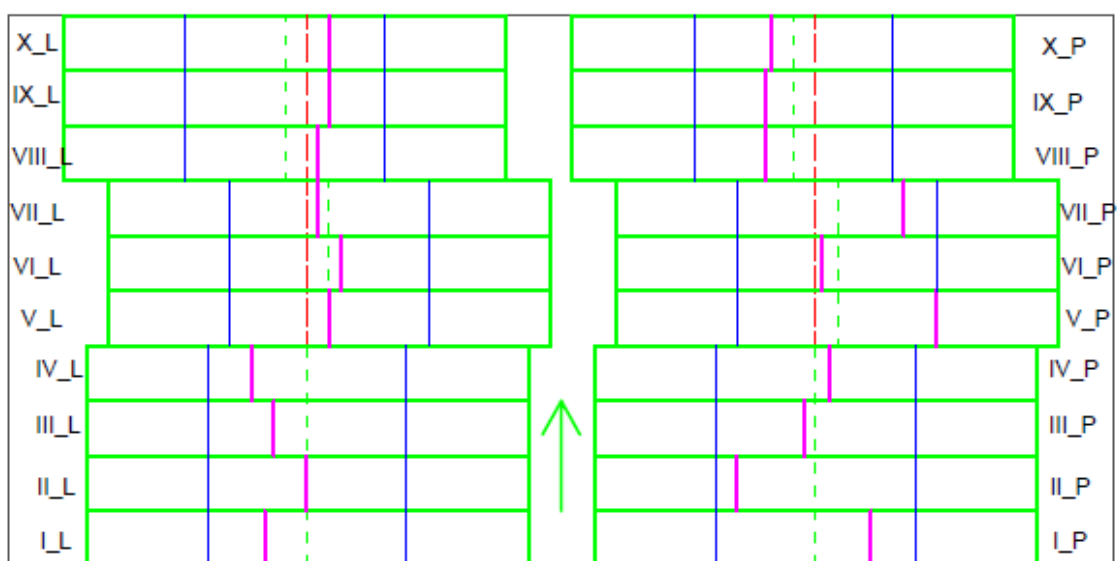
Na levé straně desky se 7 z 10 trhlín prokreslilo téměř v jedné linii. O tom bylo napsáno již v předchozí kapitole. Jelikož se jedná o desku z červeného kartonu, a mělo by se tedy jednat o protipožární desku, nejsou v tomto případě naplněny požadavky na takovýto druh desky. Sádrová směs neobsahuje vlákna a ještě deska na levé straně praská v jedné linii. Pokud by tato deska byla použita jako protipožární a k požáru by došlo, deska by se porušila nejpravděpodobněji v linii, kterou vykreslily trhliny, a oheň by se mohl volně šířit dál. K trhlinám došlo i při velmi malém napětí a po velmi krátkém čase zatěžování.

Něco podobného je i na pravé straně, kde docházelo k porušení desek také po krátkém čase zatěžování a v některých případech byly vzorky porušeny při velmi malém napětí. Na pravé straně se ale trhliny objevovaly často náhodně, nevykreslily jednoznačnou linii jako na levé straně.

Dá se tedy předpokládat, že na levé straně desky došlo z nějakého důvodu k oslabení desky při výrobě v místě, kde se objevovaly trhliny v jedné linii. Nejpravděpodobněji v tomto místě nebyla směs dostatečně jednolitá, mohlo zde dojít k nahromadění hrubší směsi nebo naopak se zde na-

hromadila jemnější směs sádrové hmoty, která je lita na nekonečný karton. A jelikož tato směs neobsahuje vlákna, nedocházelo k rovnoměrnějšímu roznosu zatížení do širší části desky.

SDnew1 (bez vláken)



Obr. č. 32 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SDnew1

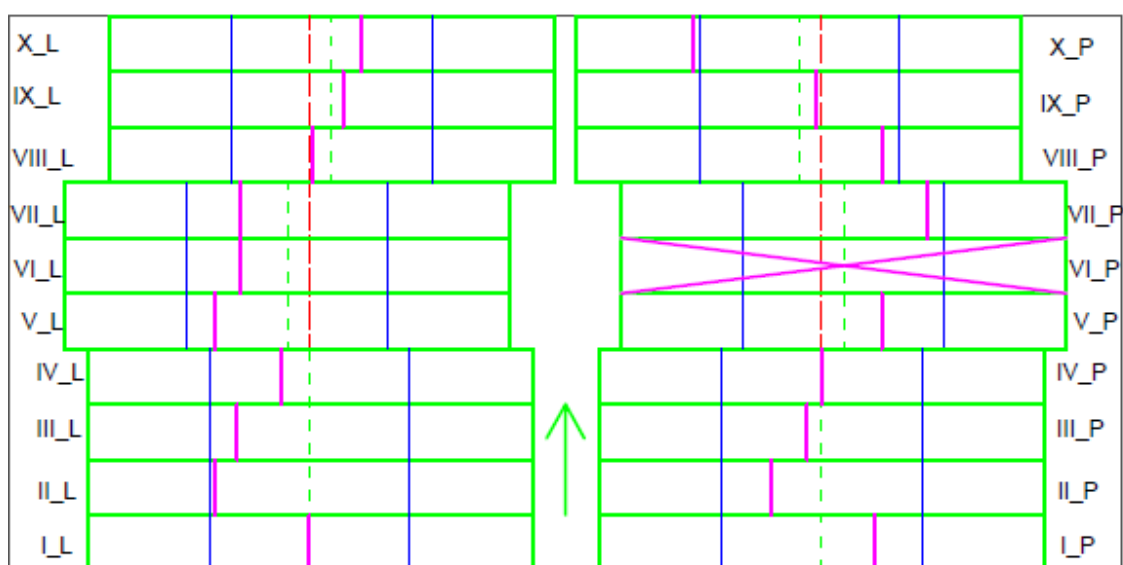
8.2.2. Vzorky z desky SDnew2

Na této desce (obr. č. 33) je vidět, že jak na levé, tak na pravé straně si vzorky praskaly kdekoli v místě konstantního momentu. Jediný vzorek (č. X_P), který praskl v místě, kde není konstantní ohybový moment, mohl být při zkoušce o kousek posunutý. To je nejpravděpodobnější chyba, protože v pracovním diagramu v předchozí kapitole je jasně vidět, že nejprve došlo k několika trhlinám, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky a až poté k prokreslení trhliny přes celý vzorek. Pokud by vzorek praskl okamžitě na tomto místě, tedy mimo konstantní ohybový moment, mohlo by se jednat o chybu v desce, špatně promíchaná sádrová směs, nebo o nějakým způso-

bem oslabené místo. Ale díky tomu, že došlo nejdříve k několika jiným prasknutím, možnost oslabení desky není pravděpodobná. Tedy vzorek asi nebyl přesně umístěn na osu do zkoušecího přístroje.

Vzorek č. VI_P byl porušen ještě před zkoušením.

SDnew2 (s vlákny)



Obr. č. 33 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SDnew2

8.3. Desky vyrobené v roce 2016

8.3.1. Vzorky z desky SD1_nová receptura

Na obrázku pod textem (obr. č. 34) je rozkreslená celá deska před nařezáním s vyznačenými vzorky. Na každém vzorku je vyznačené modrou čarou místo, kde bylo umístěno zatížení. V tomto prostoru je konstantní ohybový moment, tedy by se zde měla prokreslit hlavní trhlinka přes celou tloušťku sádrokartonové desky, pokud se objeví.

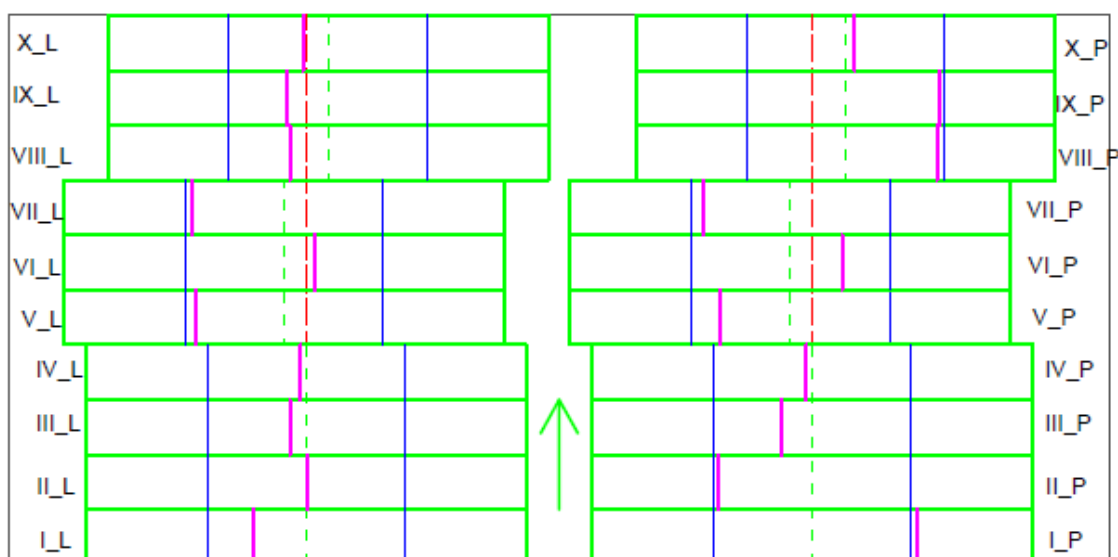
Na pravé straně desky se hlavní trhlinka objevovala ve vzorku velmi náhodně, a až na jeden případ v oblasti konstantního ohybového momentu. Vzorek č. I_P má trhlinku vyobrazenou až za místem konstantního momentu, ale jelikož došlo v průběhu zkoušky nejprve k praskání jednotlivých vláken a vzniku několika trhlín, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky, není moc pravděpodobné, že by deska praskla v tomto místě, které je namáháno menším zatížením. To by toto místo muselo být nějakým způsobem oslabené oproti zbytku desky a nejpravděpodobněji by vzorek praskl na tomto místě jako první. Z toho vyplývá, že byl vzorek nejspíš ve zkoušecím přístroji posunut mírně mimo osu.

Na levé straně desky se sice všechny trhliny, které jsou prokresleny přes celou tloušťku desky, objevily v oblasti, kde je konstantní ohybový moment, ale je velmi nápadné, že 7 z 10 trhlín se objevilo téměř v jedné linii desky. To samé se objevilo i na SD2_nová receptura, kde se také 7 z 10 trhlín na levé straně objevilo téměř v jedné linii. I když ve všech zkouškách nejprve praskala jednotlivá vlákna, objevovaly se malé trhlínky, které se neprokreslily přes celou tloušťku vzorku, hlavní trhlinka se objevila v těchto 14 případech z 20 v jedné oblasti.

Mohlo by to být velmi znepokojující výsledek, i když to může být pouze náhoda. Ale pár možností, čím by to mohlo být je např. špatné rozpro-

stření vláken v sádrové směsi, kde v tomto místě by mohlo být vláken méně či rozprostřeny ve špatném směru. Dále by to mohlo být špatné promíchání směsi již v kontinuální míchačce, kde by mohlo docházet k dávkování hůře rozmíchané směsi na nekonečný karton. Další z možností je špatné rozlívání směsi na nekonečný karton. Zde by mohlo dojít právě k nedokonalému rozlítí a tím k tomu, že v některém místě je směs s jinou hustotou než jinde, s jiným obsahem vláken, řidší nebo hustější směs, která se nedokonale propojí a právě v tomto oslabeném místě je deska poté porušena.

SD1_nová receptura (s vlákny)



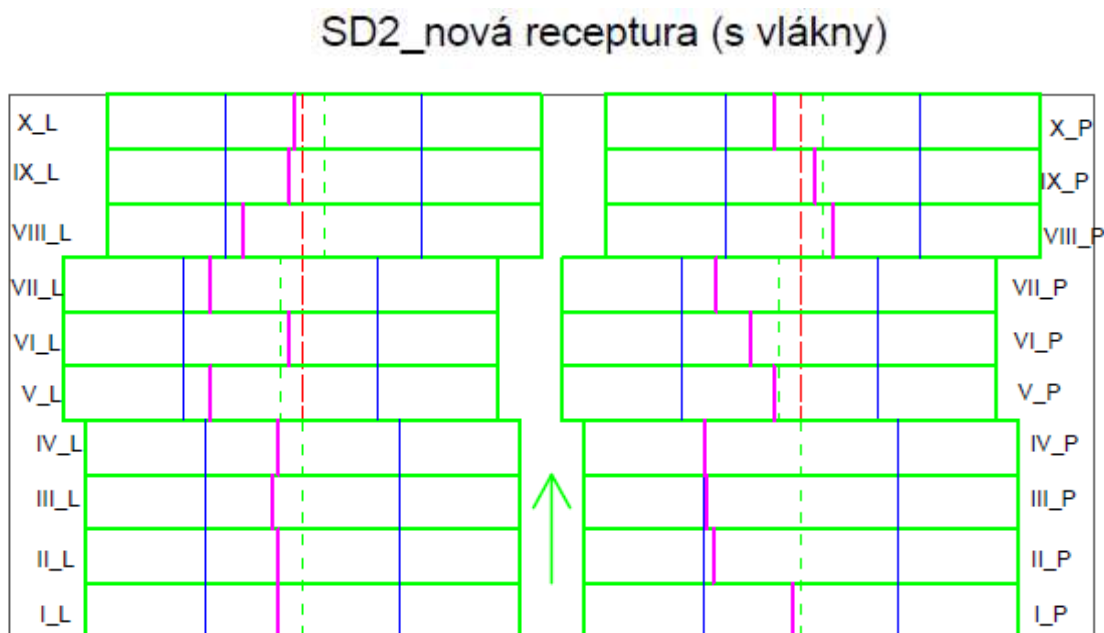
Obr. č. 34 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD1_nová receptura

8.3.2. Vzorky z desky SD2_nová receptura

Druhá deska vybraná z desek vyrobených v roce 2016 má označení SD2_nová receptura a její grafické zobrazení rozkreslení na jednotlivé vzorky, umístění zatížení a oblast konstantního momentu je na obr. č. 35 pod textem.

Všechny trhliny v této desce vznikly v oblasti konstantního ohybového momentu. Na pravé straně desky jsou trhliny velmi náhodně rozmístěny, ale na levé straně desky vzniklo 7 z 10 trhlín téměř v jedné linii desky. Možné příčiny vzniku jsou popsány u desky SD1_nová receptura v kap. 8.3.1.

Ve všech zkoušených vzorcích v této desce docházelo v průběhu zkoušek nejprve k postupnému praskání vláken a vzniku trhlín, které se neprokreslily přes celou tloušťku desky. Až poté se v desce objevila trhlina, která se prokreslila přes celou tloušťku desky.



Obr. č. 35 - Grafické znázornění trhlín v ploše desky SD2_nová receptura

9. Shrnutí výsledků vypočítaných napětí, jejich porovnání a odchylky

V následujících tabulkách a k tomu příslušných grafech budou uvedeny názvy vzorků s maximální naměřenou silou ve vzorku, vypočítané maximální napětí podle odvozeného vzorce z kap. 5.2 a průměrné napětí pro levou a pravou stranu sádrokartonové desky se směrodatnou odchylkou.

Legenda k tab. č. 1 – č. 7:

F_{max} ... maximální naměřená zatěžovací síla při zkoušce [N]

σ ... maximální vypočítané napětí dle kap. 5.2 [MPa]

minimální σ ... minimální hodnota vypočítaného maximálního napětí pro celou stranu desky (levá nebo pravá strana sádrokartonové desky) [MPa]

maximální σ ... maximální hodnota vypočítaného maximálního napětí pro celou stranu desky (levá nebo pravá strana sádrokartonové desky) [MPa]

φ σ ... průměrné napětí pro levou nebo pravou stranu desky [MPa]

$$\text{Aritmetický průměr napětí} = \frac{\sigma_n}{n}$$

n ... počet průměrovaných napětí

směrodatná odchylka ... vyjadřuje, jak se hodnoty napětí liší od průměrné hodnoty (střední hodnoty) [MPa]

9.1. Desky vyrobené v roce 2014

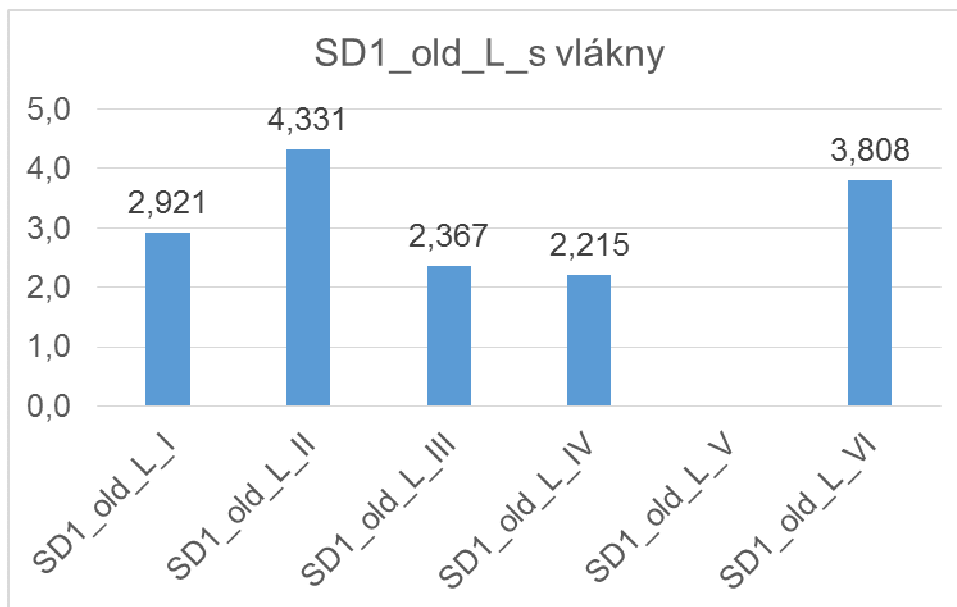
SD1_OLD

V tab. č. 1 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SD1_OLD (legenda k tabulce je v kap. č. 9).

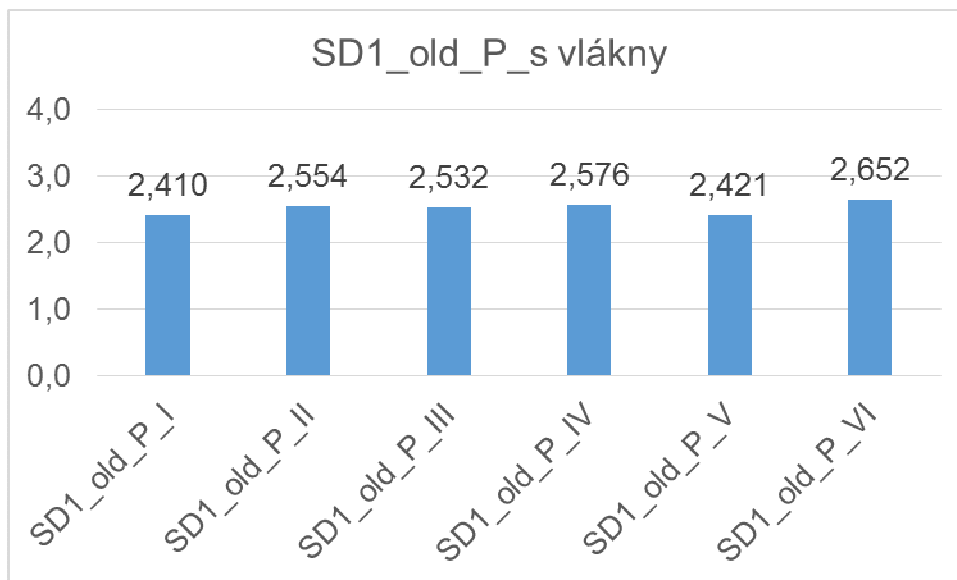
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SD1_old_L_I	95,191	2,921	2,215	4,331	3,128	0,820
SD1_old_L_II	135,347	4,331				
SD1_old_L_III	74,442	2,367				
SD1_old_L_IV	72,201	2,215				
SD1_old_L_V	porušeno					
SD1_old_L_VI	127,775	3,808				
SD1_old_P_I	78,371	2,410	2,410	2,652	2,524	0,085
SD1_old_P_II	84,501	2,554				
SD1_old_P_III	81,679	2,532				
SD1_old_P_IV	82,330	2,576				
SD1_old_P_V	76,310	2,421				
SD1_old_P_VI	88,128	2,652				

Tab. č. 1 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD1_OLD a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 24 a graf č. 25) jsou vyneseny maximální spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SD1_OLD_L a SD1_OLD_P.



Graf č. 24 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_OLD_L [MPa]



Graf č. 25 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_OLD_P [MPa]

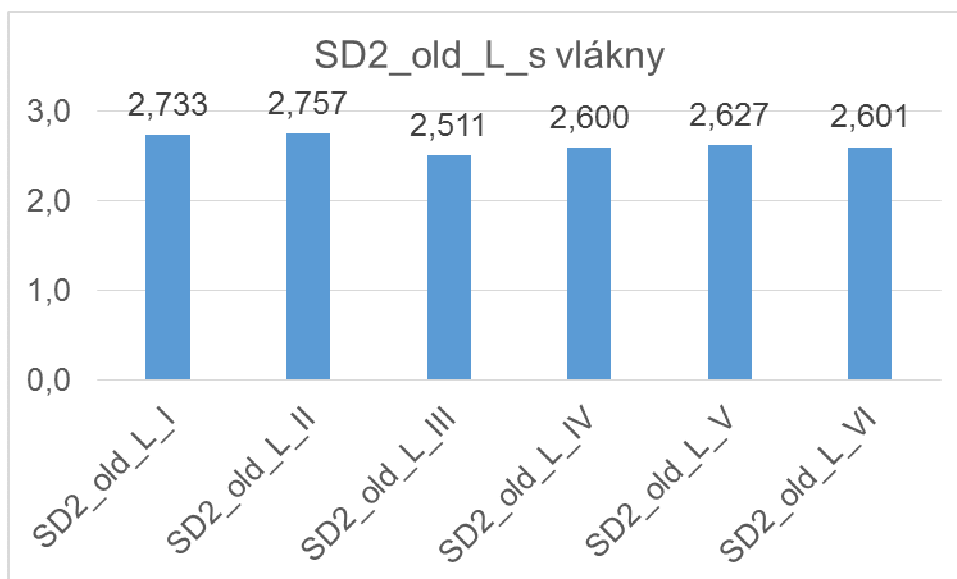
SD2_OLD

V tab. č. 2 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SD2_OLD (legenda k tabulce je v kap. č. 9).

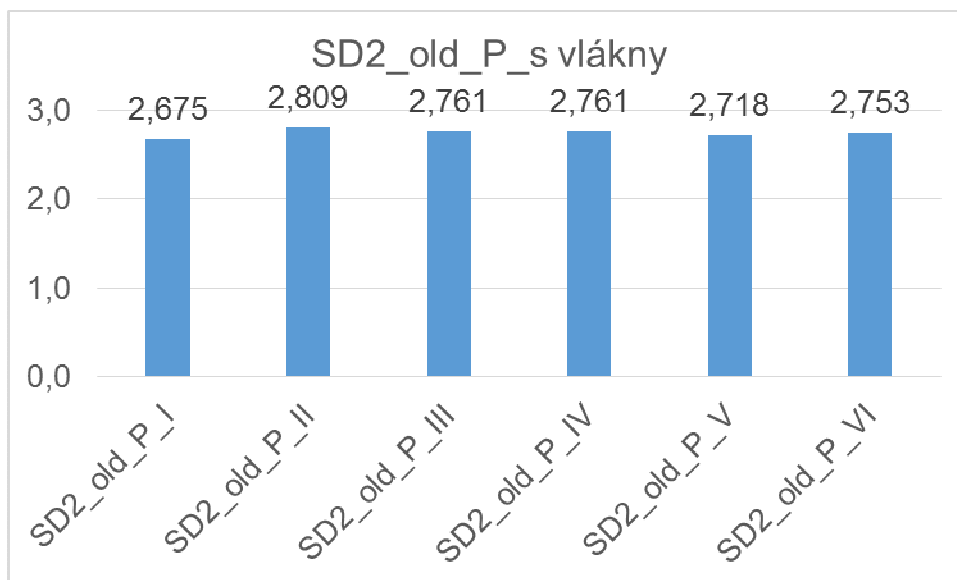
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SD2_old_L_I	85,871	2,733	2,511	2,757	2,638	0,084
SD2_old_L_II	86,230	2,757				
SD2_old_L_III	79,582	2,511				
SD2_old_L_IV	80,787	2,600				
SD2_old_L_V	81,731	2,627				
SD2_old_L_VI	82,663	2,601				
SD2_old_P_I	93,211	2,675	2,675	2,809	2,746	0,041
SD2_old_P_II	86,665	2,809				
SD2_old_P_III	86,967	2,761				
SD2_old_P_IV	92,107	2,761				
SD2_old_P_V	89,128	2,718				
SD2_old_P_VI	85,991	2,753				

Tab. č. 2 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD2_OLD a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 26 a graf č. 27) jsou vyneseny maximální spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SD2_OLD_L a SD2_OLD_P.



Graf č. 26 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_OLD_L [MPa]



Graf č. 27 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_OLD_P [MPa]

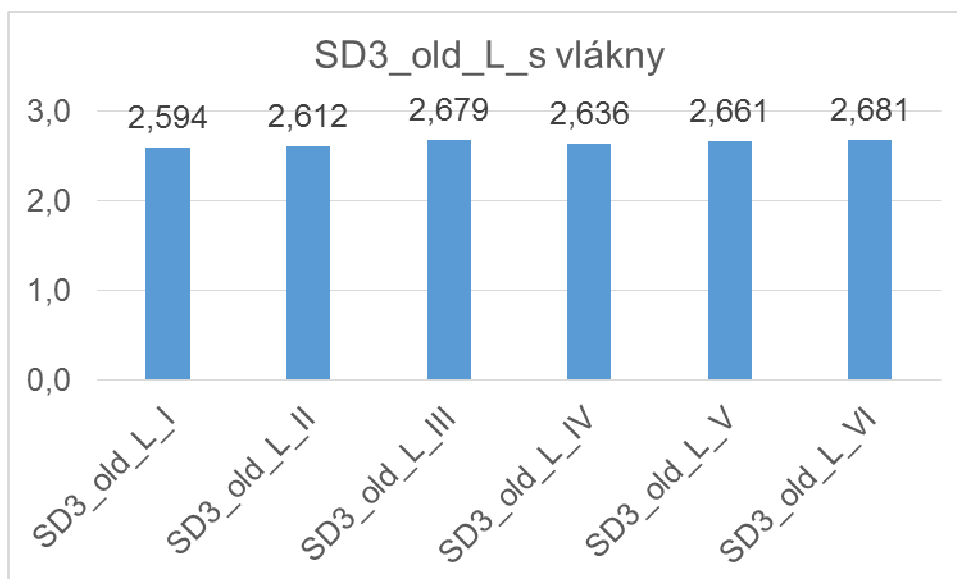
SD3_OLD

V tab. č. 3 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SD3_OLD.

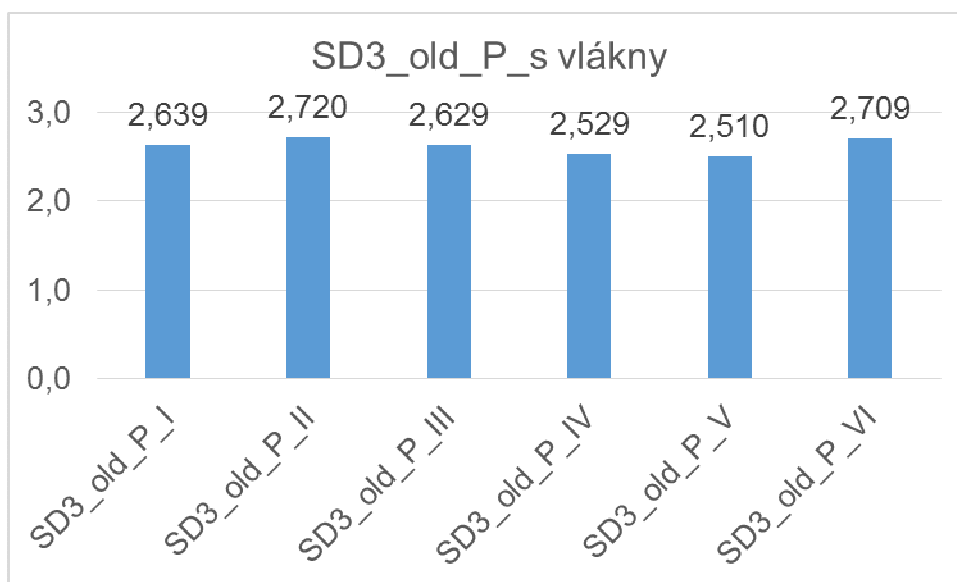
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SD3_old_L_I	87,911	2,594	2,594	2,681	2,644	0,033
SD3_old_L_II	84,081	2,612				
SD3_old_L_III	86,638	2,679				
SD3_old_L_IV	86,992	2,636				
SD3_old_L_V	88,676	2,661				
SD3_old_L_VI	85,563	2,681				
SD3_old_P_I	91,582	2,639	2,510	2,720	2,623	0,080
SD3_old_P_II	89,730	2,720				
SD3_old_P_III	86,599	2,629				
SD3_old_P_IV	82,731	2,529				
SD3_old_P_V	85,882	2,510				
SD3_old_P_VI	86,929	2,709				

Tab. č. 3 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD3_OLD a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 28 a graf č. 29) jsou vyneseny maximální spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SD3_OLD_L a SD3_OLD_P.



Graf č. 28 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD3_OLD_L [MPa]



Graf č. 29 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD3_OLD_P [MPa]

9.2. Desky vyrobené v roce 2015

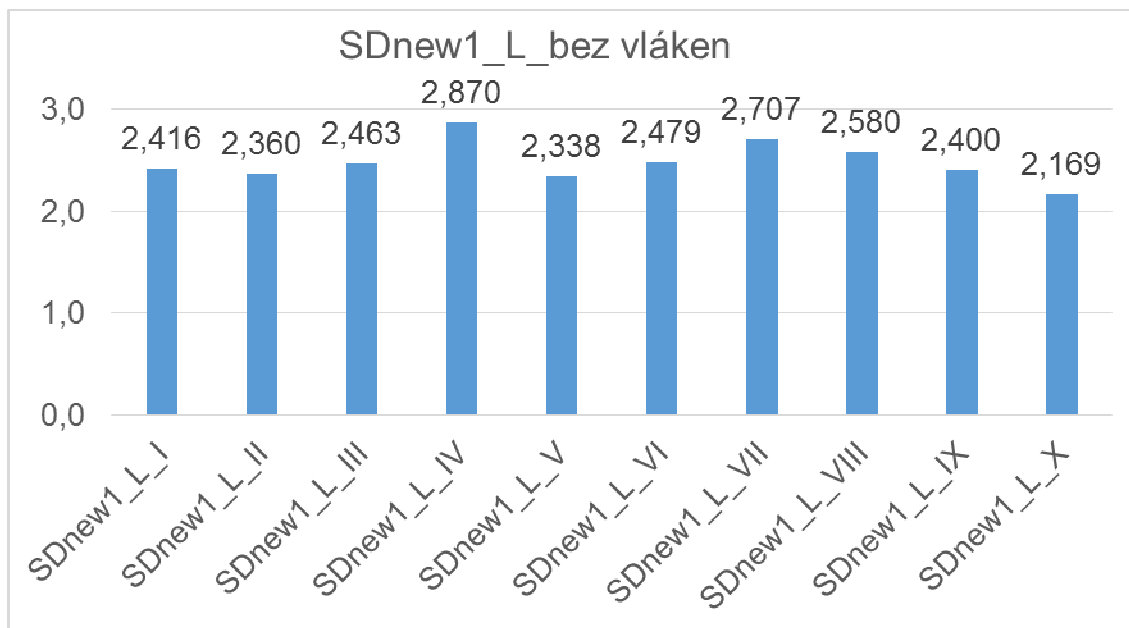
SDnew1

V tab. č. 4 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SDnew1.

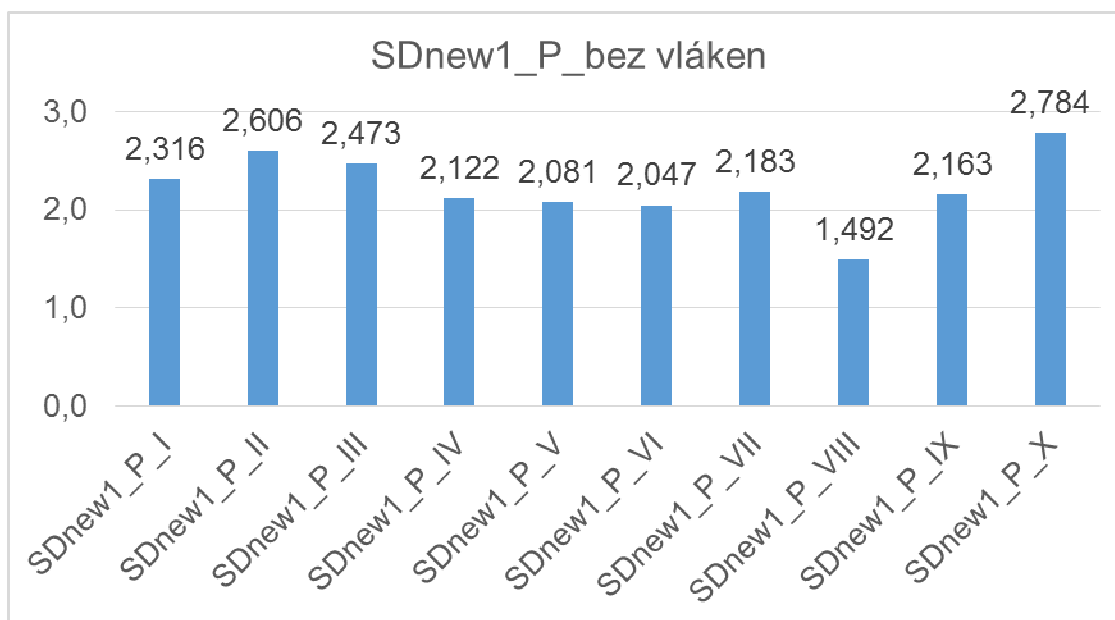
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SDnew1_P_I	109,785	2,316	1,492	2,784	2,227	0,337
SDnew1_P_II	116,485	2,606				
SDnew1_P_III	112,977	2,473				
SDnew1_P_IV	98,103	2,122				
SDnew1_P_V	95,439	2,081				
SDnew1_P_VI	89,911	2,047				
SDnew1_P_VII	99,120	2,183				
SDnew1_P_VIII	69,816	1,492				
SDnew1_P_IX	101,136	2,163				
SDnew1_P_X	123,822	2,784				
SDnew1_L_I	109,640	2,416	2,169	2,870	2,478	0,189
SDnew1_L_II	104,296	2,360				
SDnew1_L_III	113,851	2,463				
SDnew1_L_IV	125,487	2,870				
SDnew1_L_V	108,229	2,338				
SDnew1_L_VI	110,497	2,479				
SDnew1_L_VII	112,437	2,707				
SDnew1_L_VIII	116,577	2,580				
SDnew1_L_IX	109,422	2,400				
SDnew1_L_X	94,157	2,169				

Tab. č. 4 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SDnew1 a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 30 a graf č. 31) jsou vyneseny maximální spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SDnew1_L a SDnew1_P.



Graf č. 30 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew1_L [MPa]



Graf č. 31 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew1_P [MPa]

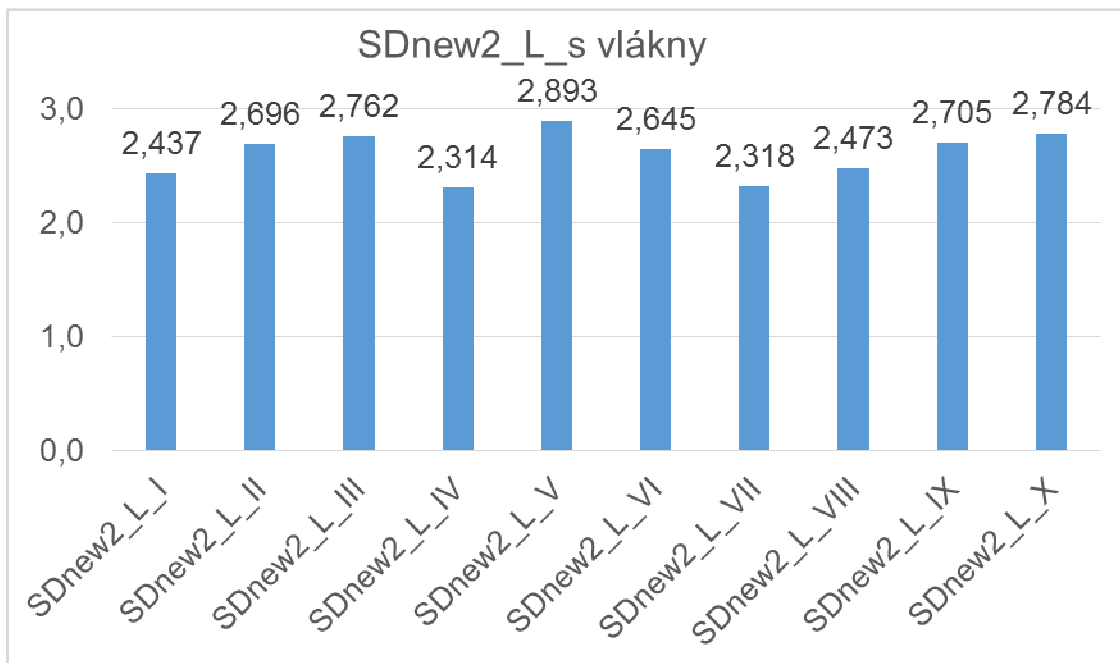
SDnew2

V tab. č. 5 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SDnew2.

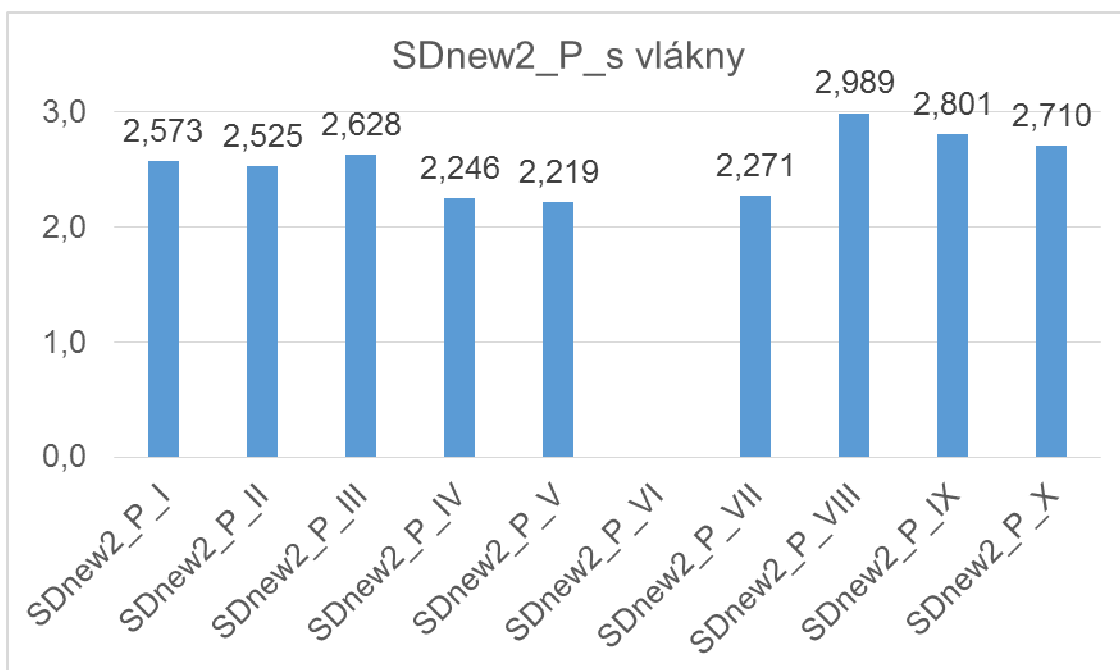
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SDnew2_L_I	109,526	2,437	2,314	2,893	2,603	0,193
SDnew2_L_II	120,442	2,696				
SDnew2_L_III	123,821	2,762				
SDnew2_L_IV	101,683	2,314				
SDnew2_L_V	116,236	2,893				
SDnew2_L_VI	108,202	2,645				
SDnew2_L_VII	104,204	2,318				
SDnew2_L_VIII	115,566	2,473				
SDnew2_L_IX	118,526	2,705				
SDnew2_L_X	128,815	2,784				
SDnew2_P_I	114,791	2,573	2,219	2,989	2,551	0,251
SDnew2_P_II	120,874	2,525				
SDnew2_P_III	115,706	2,628				
SDnew2_P_IV	105,252	2,246				
SDnew2_P_V	99,495	2,219				
SDnew2_P_VI	porušeno					
SDnew2_P_VII	106,650	2,271				
SDnew2_P_VIII	129,438	2,989				
SDnew2_P_IX	127,140	2,801				
SDnew2_P_X	129,126	2,710				

Tab. č. 5 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SDnew2 a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 32 a č. 33) jsou vyneseny max. spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SDnew2_L a SDnew2_P.



Graf č. 32 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew2_L [MPa]



Graf č. 33 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew2_P [MPa]

9.3. Desky vyrobené v roce 2016

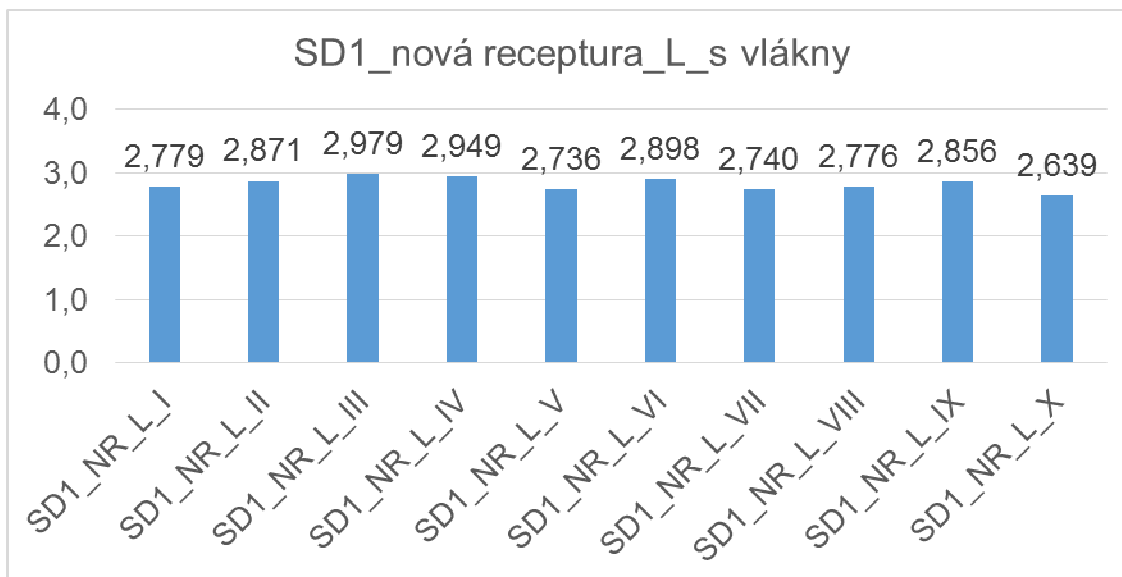
SD1_nová receptura

V tab. č. 6 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SD1_nová receptura.

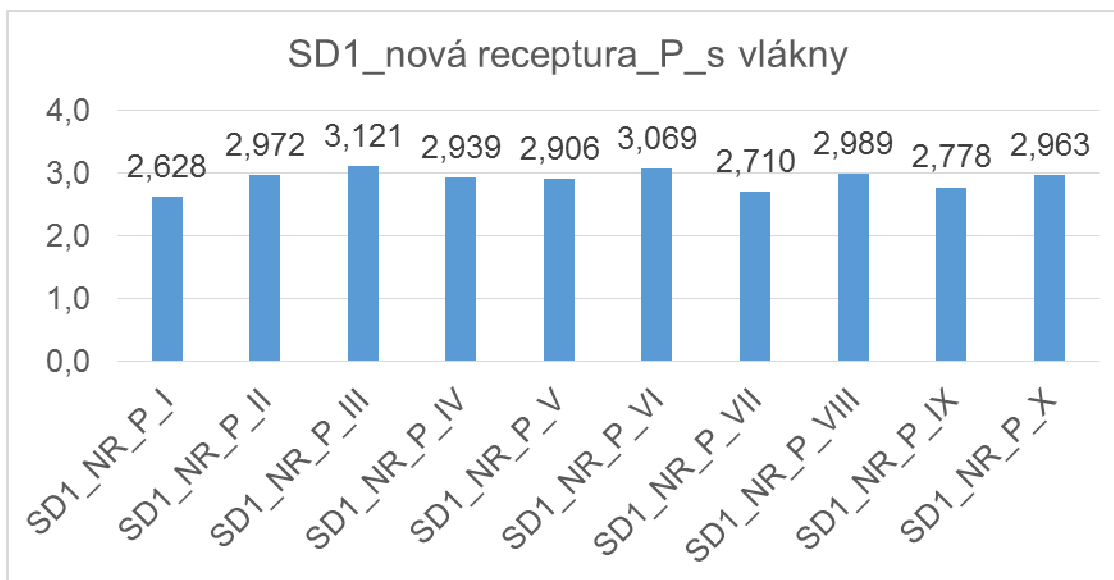
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SD1_nová receptura_L_I	89,177	2,779	2,639	2,979	2,822	0,101
SD1_nová receptura_L_II	90,978	2,871				
SD1_nová receptura_L_III	95,819	2,979				
SD1_nová receptura_L_IV	94,746	2,949				
SD1_nová receptura_L_V	87,498	2,736				
SD1_nová receptura_L_VI	90,289	2,898				
SD1_nová receptura_L_VII	88,490	2,740				
SD1_nová receptura_L_VIII	88,125	2,776				
SD1_nová receptura_L_IX	89,839	2,856				
SD1_nová receptura_L_X	79,999	2,639				
SD1_nová receptura_P_I	86,173	2,628	2,628	3,121	2,908	0,148
SD1_nová receptura_P_II	100,279	2,972				
SD1_nová receptura_P_III	97,802	3,121				
SD1_nová receptura_P_IV	99,038	2,939				
SD1_nová receptura_P_V	93,720	2,906				
SD1_nová receptura_P_VI	96,757	3,069				
SD1_nová receptura_P_VII	87,188	2,710				
SD1_nová receptura_P_VIII	98,313	2,989				
SD1_nová receptura_P_IX	88,314	2,778				
SD1_nová receptura_P_X	96,899	2,963				

Tab. č. 6 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD1_nová receptura a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 34 a graf č. 35) jsou vyneseny maximální spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SD1_nová receptura_L a SD1_nová receptura_P.



Graf č. 34 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_nová receptura_L [MPa]



Graf č. 35 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_nová receptura_P [MPa]

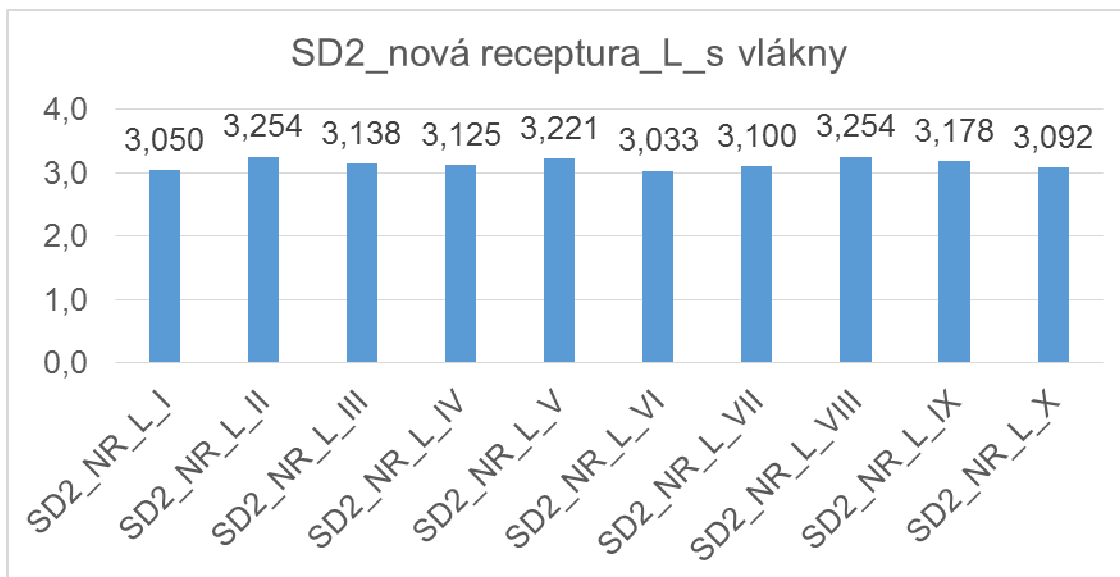
SD2_nová receptura

V tab. č. 7 jsou výsledky zkoušek vzorků z levé i pravé strany z desky SD2_nová receptura.

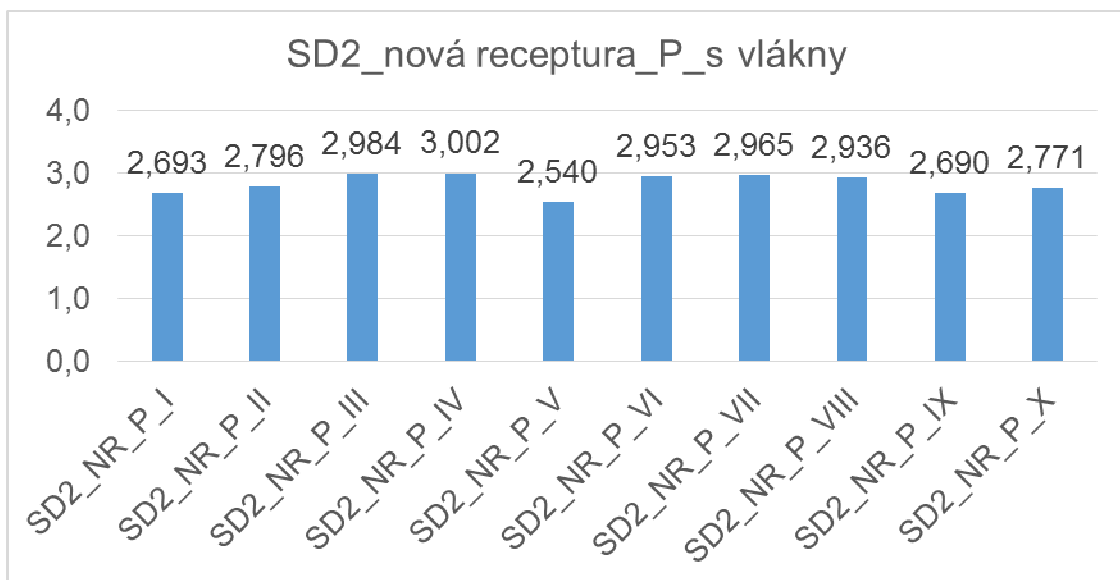
popis vzorku	Fmax [N]	σ [MPa]	minimální σ [MPa]	maximální σ [MPa]	$\phi\sigma$ [MPa]	směrodatná odchylka [MPa]
SD2_nová receptura_L_I	92,644	3,050	3,033	3,254	3,145	0,076
SD2_nová receptura_L_II	100,368	3,254				
SD2_nová receptura_L_III	99,609	3,138				
SD2_nová receptura_L_IV	98,396	3,125				
SD2_nová receptura_L_V	102,744	3,221				
SD2_nová receptura_L_VI	90,781	3,033				
SD2_nová receptura_L_VII	98,859	3,100				
SD2_nová receptura_L_VIII	104,307	3,254				
SD2_nová receptura_L_IX	97,700	3,178				
SD2_nová receptura_L_X	97,573	3,092				
SD2_nová receptura_P_I	90,216	2,693	2,540	3,002	2,833	0,150
SD2_nová receptura_P_II	89,277	2,796				
SD2_nová receptura_P_III	97,914	2,984				
SD2_nová receptura_P_IV	95,939	3,002				
SD2_nová receptura_P_V	85,752	2,540				
SD2_nová receptura_P_VI	92,265	2,953				
SD2_nová receptura_P_VII	92,920	2,965				
SD2_nová receptura_P_VIII	94,636	2,936				
SD2_nová receptura_P_IX	88,189	2,690				
SD2_nová receptura_P_X	89,377	2,771				

Tab. č. 7 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD7_nová receptura a další příslušné funkce

Ve sloupcových grafech (graf č. 36 a graf č. 37) jsou vyneseny maximální spočítané napětí [MPa] ze zkoušek vzorků ze sádkartonové desky SD2_nová receptura_L a SD2_nová receptura_P.



Graf č. 36 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_nová receptura_L [MPa]



Graf č. 37 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_nová receptura_P [MPa]

9.4. Porovnání všech odzkoušených desek

V následující tabulce (tab. č. 8) jsou shrnuty výsledky všech odzkoušených sádkartonových desek. Je zde uvedeno průměrné maximální spočítané napětí z celé sady vzorků, vždy pro každou desku a pro levou a pravou stranu zvlášť.

rok	vlákna	označení desek	$\phi\sigma$ [MPa]		směrodatná odchylka [MPa]
			L	P	
2014	ANO	SD1_old	3,128	2,524	0,195
	ANO	SD2_old	2,638	2,746	
	ANO	SD3_old	2,644	2,623	
2015	NE	SDnew1	2,478	2,227	0,144
	ANO	SDnew2	2,603	2,551	
2016	ANO	SD1_nová receptura	2,822	2,908	0,130
	ANO	SD2_nová receptura	3,145	2,833	

minimum z hodnot	2,478	2,227
maximum z hodnot	3,145	2,908

Tab. č. 8 – Celkové shrnutí výsledků maximálních napětí

Z tabulky je jasné, že minimální hodnoty pro levou a pravou stranu byly na desce SDnew1, která neobsahuje vlákna. Oproti tomu maximální hodnoty průměrného napětí jsou na deskách z roku výroby 2016.

Jak už bylo uvedeno v kap. 9, směrodatná odchylka nám udává, jak se jednotlivé hodnoty napětí liší od průměrné (střední) hodnoty napětí. Tady jsou uvedeny směrodatné odchytky průměrných maximálních napětí pro desky ze stejného roku výroby. Desky z roku 2014 mají směrodatnou odchytku výsledných maximálních průměrných napětí 0,195 MPa. To je největší, ze všech. Z toho plyne, že desky z roku 2014 měly nejvíce různé výsledky napětí, některé vzorky velmi vybočovaly svými diagramy.

Desky z roku 2015 už mají směrodatnou odchylku menší, a to 0,144 MPa. Tyto vzorky už sice měly výsledky mnohem podobnější, než desky z roku 2014, ale nejlépe jsou na tom desky z roku výroby 2016. Zde je směrodatná odchylka jen 0,130 MPa, a pokud se podíváme do kap. 9.3, vidíme, jak jsou grafy s maximálním napětím velmi vyrovnané a nedochází zde k žádnému velkému výkyvu u žádného ze vzorků.

Maximální pevnosti desek z roku 2014 mají velmi dobré výsledky, ale tyto výsledky jsou velmi nevyrovnané. Desky z roku 2015 mají výsledky pevností horší. Bohužel nevíme, co se stalo s výrobou, jestli proběhly nějaké změny, nebo ne.

Nejlepší hodnoty pevností mají desky z roku 2016. Tyto výsledky jsou velmi vyrovnané, tedy můžeme říct, že deska je v celé své délce velmi stabilní, nevznikají zde oslabená místa.

Jelikož bylo jeden z cílů zjistit, zda se nějakým způsobem v průběhu roku zlepšila pevnost desek, můžeme říct, že ano. V roce 2015 sice došlo k mírnému poklesu pevností, ale došlo k trochu lepší stabilitě celé desky. A nejlépe vyšly, co se týká pevností i vyrovnaností výsledků, desky z roku 2016.

10. Závěr

Experimentálním zjištěním bylo potvrzeno, že úpravou receptury došlo ke zvýšení pevnosti sádrokartonových desek v ohybu. Tedy že desky, které byly vyrobeny v roce 2016, mají nejvyšší pevnosti v tahu za ohybu a směrodatnou odchylku napětí 0,130 MPa. Desky z roku 2016 jsou oproti rokům 2014 (směrodatná odchylka napětí 0,144 MPa) a 2015 (směrodatná odchylka napětí 0,195 MPa) mnohem lépe spolehlivé, tah je stejnoměrněji roznášen v celé desce. Co ale vychází u desek z roku 2016 velmi nevýhodně, je způsob porušení na levé straně. Na této straně se na obou zkoušených deskách prokreslila linie ze 7 trhlin. Pouze 3 trhliny vznikly náhodně (celkem bylo na každé desce na levé straně 10 vzorků, tedy 10 trhlin).

Čas, po který je vzorek schopen přenášet zatížení, od začátku zatěžování až do porušení, se u jednotlivých desek také velmi lišil. Sady vzorků z desek z roku 2014 mají tyto časy nejdelší (6 sad – 3 z levých stran desek, 3 z pravých stran desek). K prvnímu porušení hlavní trhlinou v jednotlivých sadách docházelo v intervalu od 140s do 600s od začátku zatěžování. Sady vzorků z desek z roku 2015 (4sady) jsou na tom nejhůře. Zde se hlavní trhlina prokreslily v intervalu od 100s do 130s od začátku zatěžování. Sady vzorků z desek z roku 2016 na tom také nejsou nejlépe (4 sady). Zde docházelo k porušení hlavní trhlinou od 140s do 200s od začátku zatěžování.

Ač nám byly dodány všechny desky značené červeným kartonem, popř. jiným označením, že se jedná o červené sádrokartonové desky, je už od začátku jisté, že se nebude ve všech dodaných červených deskách jednat o protipožární desky. Jak již bylo napsáno dříve, protipožární desky mají mít ve své struktuře vlákna, aby docházelo k postupnému porušování desky, a tím k oddalování doby celého porušení hlavní trhlinou. Ale některé dodané vzorky, které byly v červeném kartonu, tyto vlákna nemají.

I naším experimentálním zjištěním bylo potvrzeno, že sádrokartonové desky s vlákny praskají postupně, je slyšet postupné praskání těchto vláken, kterým odpovídají zuby (menší či větší poklesy napětí) na křivkách v pracovních diagramech, a časově dochází k porušení mnohem déle po zatížení než v deskách bez vláken. Maximální napětí, které desky bez vláken vydrží do porušení, je nižší, než u desek s vlákny.

I když běžný zákazník bere červené desky jako protipožární, není to pravidlo, které by dodržovaly všechny firmy, které vyrábí sádrokartonové desky. Bohužel i na internetu se setkáváme na téměř všech webových stránkách, které byly pročteny, že bílé sádrokartonové desky jsou obyčejné do běžného prostředí, zelené sádrokartonové desky jsou do vlhkého prostředí, modré sádrokartonové desky jsou pro lepší odhlučnění prostoru a červené sádrokartonové desky jsou protipožární, není to tak!

11. Seznam použité literatury

- [1] <http://www.rigips.cz/>
- [2] <http://www.siniat.cz/cs-CZ/>
- [3] <http://www.norgips.cz/>
- [4] <http://www.knauf.cz/>
- [5] <https://www.e-sadrokartony.cz/>
- [6] <http://www.hornbach.cz/>
- [7] <http://www.levnestavebniny.cz/>
- [8] <http://www.stoprostav.cz>
- [9] <http://www.sadrokartonyvacikarsro.cz>
- [10] Směrodatná odchylka, Excel 2013, Excel online, Dostupné z: <https://support.office.com/cs-CZ/article/SMODCH-funkce-1f7c1c88-1bec-4422-8242-e9f7dc8bb195>

12. Seznam použitých zkratek

cm ... centimetr

č ... číslo

d ... délka [mm]

F ... síla [N]

mm ... milimetr

MPa ... megapascal [N/mm²]

N ... newton

Obr ... obrázek

š ... šířka [mm]

13. Seznam obrázků

Obr. č. 1 – Fotografie zkušebního přístroje MTS ALLIANCE RT 30 kN.....	12
Obr. č. 2 - Detail uložení vzorku sádrokartonové desky do přístroje	13
Obr. č. 3 - Schéma čtyřbodové zkoušky [mm]	14
Obr. č. 4 - Průběh ohybového momentu u čtyřbodové zkoušky.....	14
Obr. č. 5 - Fotografie uložení zkušebního vzorku do přístroje	15
Obr. č. 6 - Legenda k obr. č. 7 – obr. č. 13.....	17
Obr. č. 7 - Rozkreslení vzorků na desce SD1_OLD (rok výroby 2014).....	18
Obr. č. 8 - Rozkreslení vzorků na desce SD2_OLD (rok výroby 2014).....	19
Obr. č. 9 - Rozkreslení vzorků na desce SD3_OLD (rok výroby 2014).....	19
Obr. č. 10 - Rozkreslení vzorků na desce SDnew1 (rok výroby 2015).....	20
Obr. č. 11 - Rozkreslení vzorků na desce SDnew2 (rok výroby 2015).....	21
Obr. č. 12 - Rozkreslení vzorků na desce SD1_nová receptura (r. v. 2016).....	22
Obr. č. 13 - Rozkreslení vzorků na desce SD2_nová receptura (r. v. 2016).....	23
Obr. č. 14 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_OLD_L	31
Obr. č. 15 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_OLD_P	34
Obr. č. 16 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_OLD_L	37
Obr. č. 17 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_OLD_P	40
Obr. č. 18 - Fotografie odzkoušených vzorků SD3_OLD_L	43
Obr. č. 19 - Fotografie odzkoušených vzorků SD3_OLD_P	46
Obr. č. 20 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew1_L	50
Obr. č. 21 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew1_P	53
Obr. č. 22 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew2_L	57
Obr. č. 23 - Fotografie odzkoušených vzorků SDnew2_P	61
Obr. č. 24 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_nová receptura_L.....	64
Obr. č. 25 - Fotografie odzkoušených vzorků SD1_nová receptura_P	67
Obr. č. 26 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_nová receptura_L.....	69
Obr. č. 27 - Fotografie odzkoušených vzorků SD2_nová receptura_P	72
Obr. č. 28 - Legenda k obr. č. 29 - 35.....	73
Obr. č. 29 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD1_OLD.....	73
Obr. č. 30 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD2_OLD.....	74
Obr. č. 31 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD3_OLD.....	75
Obr. č. 32 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SDnew1	77
Obr. č. 33 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SDnew2.....	78
Obr. č. 34 - Grafické znázornění trhlin v celé ploše desky SD1_nová receptura....	80
Obr. č. 35 - Grafické znázornění trhlin v ploše desky SD2_nová receptura.....	81

14. Seznam tabulek

Tab. č. 1 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD1_OLD a další příslušné funkce.....	83
Tab. č. 2 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD2_OLD a další příslušné funkce.....	85
Tab. č. 3 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD3_OLD a další příslušné funkce.....	87
Tab. č. 4 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SDnew1 a další příslušné funkce.....	89
Tab. č. 5 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SDnew2 a další příslušné funkce.....	91
Tab. č. 6 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD1_nová receptura a další příslušné funkce.....	93
Tab. č. 7 – Maximální síly, napětí ve zkoušených vzorcích z desky SD7_nová receptura a další příslušné funkce.....	95
Tab. č. 8 – Celkové shrnutí výsledků maximálních napětí.....	97

15. Seznam grafů

Graf č. 1 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_I.....	25
Graf č. 2 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_II.....	26
Graf č. 3 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_III.....	27
Graf č. 4 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_IV.....	28
Graf č. 5 - Průběh zkoušky vzorku SD1_OLD_L_VI.....	29
Graf č. 6 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_OLD_L.....	30
Graf č. 7 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_OLD_P.....	33
Graf č. 8 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_OLD_L.....	36
Graf č. 9 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_OLD_P.....	39
Graf č. 10 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD3_OLD_L.....	42
Graf č. 11 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD3_OLD_P.....	45
Graf č. 12 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_L.....	48
Graf č. 13 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_L v detailu	49
Graf č. 14 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_P	51
Graf č. 15 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew1_P v detailu	52
Graf č. 16 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_L.....	54
Graf č. 17 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_L v detailu	56
Graf č. 18 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_P	58
Graf č. 19 - Průběh všech zkoušek vzorků z SDnew2_P v detailu	60
Graf č. 20 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_nová receptura_L	63
Graf č. 21 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD1_nová receptura_P.....	66
Graf č. 22 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_nová receptura_L	68
Graf č. 23 - Průběh všech zkoušek vzorků z SD2_nová receptura_P.....	71
Graf č. 24 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_OLD_L [MPa].....	84
Graf č. 25 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_OLD_P [MPa]	84
Graf č. 26 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_OLD_L [MPa].....	86
Graf č. 27 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_OLD_P [MPa]	86
Graf č. 28 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD3_OLD_L [MPa].....	88
Graf č. 29 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD3_OLD_P [MPa]	88
Graf č. 30 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew1_L [MPa].....	90
Graf č. 31 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew1_P [MPa]	90
Graf č. 32 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew2_L [MPa].....	92
Graf č. 33 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SDnew2_P [MPa]	92
Graf č. 34 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_nová receptura_L [MPa]	94
Graf č. 35 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD1_nová receptura_P [MPa]	94
Graf č. 36 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_nová receptura_L [MPa]	96
Graf č. 37 - Maximální spočítané napětí jednotlivých vzorků z SD2_nová receptura_P [MPa]	96

16. Přílohy

Příloha č. 1 – Prohlášení o vlastnostech – Rigips RF

Příloha č. 2 – Prohlášení o vlastnostech – Siniat – La Flamm DF

Příloha č. 3 – Prohlášení o vlastnostech – Knauf – Red piano

Příloha č. 4 – Tabulka s rozměry jednotlivých vzorků