



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

ADHEZE LEPENÝCH SPOJŮ FASÁDNÍCH OBKLADŮ Z MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA

ADHESION OF ADHESIVE JOINTS FOR FACADE APPLICATIONS MADE OF WOOD-BASED MATERIALS

DISERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. Barbora Nečasová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. BARBORA KOVÁŘOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018

Rukopis disertační práce je uložen v Knihovnickém informačním centru Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně.

© Barbora Nečasová, 2018

Abstrakt

Disertační práce je zaměřena na zkoumání adhezních vlastností fasádních obkladů ze dřeva a z materiálů na bázi dřeva v kombinaci s vysokopevnostními pružnými lepicími/montážními systémy. Tyto systémy umožňují realizaci efektivních konstrukčních spojů a nabízejí řešení s rovnoměrným rozložením napětí umožňující přenos i velkých zatížení za současného snížení hmotnosti celé konstrukce, s čímž mnohdy souvisí i značné snížení finančních nákladů. Přesto této oblasti byla doposud věnována velice malá pozornost. Nejedná o řešení, které by bylo řádně zakotveno v technických normách, či v povědomí projektantů, architektů a zhotovitelů.

Cílem předložené disertační práce je charakterizace adhezních vlastností vybraných zástupců fasádních obkladů ze dřeva a na bázi dřeva pro účely aplikace lepeného spoje v systému provětrávané fasády. K definici adheze fasádních spojů jsou použity numerické i experimentální metody zahrnující různé okrajové podmínky. Hlavním závěrem předložené práce je charakterizace základních parametrů, které ovlivňují adhezi, účinnost a kvalitu lepených fasádních spojů. Sekundárním závěrem je sestavení jednoduchého metodického postupu pro zkoušení a implementaci lepených fasádních spojů. Přínosem práce je celkové rozšíření současného stavu poznání oblasti lepených fasádních spojů.

Klíčová slova

Adheze; adhezní vlastnosti; koheze; fasáda; kvalita; lepidlo; obklad; přídržnost; smyk; soudržnost; spoj; tah; tmel;

Abstract

The presented dissertation thesis is focused on investigating the adhesive properties of façade cladding made of wood and wood-based materials in combination with flexible adhesion/assembly systems. The systems allow the implementation of effective construction joints and provide a solution with uniform stress distribution which allows the transfer of heavy loads, while simultaneously reducing the weight of the entire structure, which is also often connected with substantial cost reductions. Despite all that, little attention has been paid to this area so far. It is not a solution which is properly embodied in technical standards or in designers', architects' and contractors' awarenesses.

The aim of this dissertation is to characterise adhesive properties of selected façade cladding representatives made of wood and wood-based materials for the purposes of bonded joint application in a ventilated façade system. To define adhesion of façade joints, numerical and experimental methods are used, taking also various limit conditions into account. The main conclusion of the dissertation is the characterisation of basic parameters which influence adhesion, effectiveness and quality of façade glued joints. The secondary conclusion is the compilation of a simple methodical procedure for testing and implementing façade glued joints. The dissertation also makes a contribution by extending the current state of knowledge of façade adhesive joints.

Keywords

Adhesion; Adhesive; Adhesive properties; Bond; Cohesion; Cohesive properties; Façade; Glue; Joint; Putty; Sealant; Shear; Tensile;


Bibliografická citace VŠKP

NEČASOVÁ Barbora. *Adheze lepených spojů fasádních obkladů z materiálů na bázi dřeva*. Brno, 2018. 367 s. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb. Vedoucí práce Ing. Barbora Kovářová, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Adheze lepených spojů fasádních obkladů z materiálů na bázi dřeva“ zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny informační zdroje, jež byly použity při jejím zpracování.

V Brně dne 31. 10. 2018



Ing. et Ing. Barbora Nečasová
autor práce

Poděkování

Určitě na někoho zapomenu a tím ho zcela jistě urazím, ale přece jen bych na tomto místě ráda poděkovala těm, kteří mne po celou dobu mého doktorského studia podporovali. Je to především jejich zásluha, že jsem tuto práci nakonec dokončila.

Největší vřelé díky patří mé rodině. Jednotliví členové byli mnohdy nuceni, zapojit se a asistovat u řešení nejenom výzkumných kroků experimentální části. Bez Vaší pomoci a podpory bych tuto práci zcela jistě nedokončila.

Dále děkuji kolegům z Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně. Jmenovitě velký dík patří Ing. Pavlu Liškovi, Ph.D. a Ing. Mgr. Jiřímu Šlanhofovi, Ph.D., kteří se mnou pravidelně, opět ne vždy dobrovolně, konzultovali problematiku lepených spojů. V neposlední řadě děkuji školitelce Ing. Barboře Kovářové, Ph.D. za poskytnuté rady a trpělivost.

Závěrem bych ráda poděkovala Fakultě stavební, která prostřednictvím projektů specifického výzkumu FAST-J-15-2728, FAST-S-16-3434 a FAST-S-17-4329 podpořila experimentální část předkládané disertační práce. Za materiálovou podporu experimentální části dále děkuji firmě CIDEM Hranice, a.s. divize CETRIS. Jmenovitě velké díky patří Ing. Miroslavu Vaculovi, vedoucímu oddělení vývoje divize CETRIS, jenž se mnou konzultoval konkrétní kroky některých výzkumných úkolů. Dále děkuji společnostem FABCO s.r.o., AUTO-COLOR s.r.o. a Sika CZ, s.r.o. a Česká Doka.

V Brně dne 31. 10. 2018



Ing. et Ing. Barbora Nečasová
autor práce

OBSAH

PŘEDMLUVA	xvii
TERMINOLOGIE	19
1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY	23
1.1. Koncept provětrávaných fasádních systémů	23
1.1.1. <i>Základní principy návrhu</i>	24
1.1.2. <i>Základní požadavky návrhu</i> [48]	25
1.1.3. <i>Základní členění materiálů vhodných pro fasádní opláštění</i>	29
1.1.4. <i>Základní možnosti uchycení fasádního obkladu</i>	32
1.2. Teorie adheze a lepení	32
1.2.1. <i>Historie lepení</i>	33
1.2.2. <i>Teorie adheze</i>	34
1.3. Polemika nad vlivem vlastností lepeného povrchu na pevnost spoje	37
1.3.1. <i>Mechanické vlastnosti</i>	37
1.3.2. <i>Geometrie spoje</i>	38
1.3.3. <i>Polarita povrchu kontaktních ploch</i>	38
1.3.4. <i>Čistota a smáčivost kontaktních ploch</i>	38
1.4. Polemika nad vlivem vlastností lepidla na pevnost spoje	38
1.4.1. <i>Výběr vhodného lepidla</i>	39
1.4.2. <i>Viskozita a homogenita lepidla</i>	41
1.4.3. <i>Tloušťka vrstvy lepidla</i>	41
1.5. Základní výhody a nevýhody lepených spojů	42
1.5.1. <i>Výhody lepených spojů</i> [1]-[3],[6],[23],[68]	42
1.5.2. <i>Nevýhody = limity a omezení lepených spojů</i> [1]-[3],[6],[23],[68]	43
1.6. Zkoušení lepených spojů.....	43
1.6.1. <i>Stručný přehled zkušebních metod</i>	44
2. CÍL PRÁCE	50
3. METODIKA ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	52
4. NÁVRH ZKUŠEBNÍ METODIKY	54
4.1. ETAPA I. - Metodika stanovení fyzikálně - mechanických vlastností	55
4.1.1. <i>Výběr materiálu</i>	57
4.1.2. <i>Příprava zkušebních vzorků</i>	61
4.1.3. <i>Zkoušení vzorků</i>	66
4.1.4. <i>Metodika vyhodnocení výsledků</i>	68
4.2. ETAPA II. – Optimalizace velikosti fasádního obkladu pomocí numerického modelu metodou MKP	73
4.2.1. <i>Stanovení tuhosti lepeného spoje</i>	75
4.2.2. <i>Sestavení numerického model</i>	77
4.2.3. <i>Optimalizace návrhu velikosti fasádního obkladu</i>	83
4.3. ETAPA III. – Metodika ověření odolnosti lepených fasádních segmentů plošným zatěžováním.....	84
4.3.1. <i>Výroba zkušebního fasádního segmentu</i>	85
4.3.2. <i>Zkoušení fasádních segmentů</i>	90

4.3.3.	<i>Vyhodnocení výsledků měření</i>	92
4.4.	Nestandardní zkušební postupy a aplikace	92
4.4.1.	<i>Posouzení vlivu reálného prostředí</i>	92
4.4.2.	<i>Posouzení vlivu technologické nekázně</i>	94
5.	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ	97
5.1.	ETAPA I. - Porovnání fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav	97
5.1.1.	<i>Posouzení smáčivosti lepeného povrchu</i>	97
5.1.2.	<i>Porovnání množství vyloučených vzorků</i>	99
5.1.3.	<i>Porovnání způsobu porušení lepených sestav</i>	100
5.1.4.	<i>Porovnání pevnosti lepené sestavy při tahovém namáhání</i>	112
5.1.5.	<i>Porovnání poměrného prodloužení a tažnosti lepených sestav</i>	116
5.1.6.	<i>Porovnání mechanické odolnosti lepených sestav</i>	119
5.1.7.	<i>Posouzení vlivu umělého stárnutí na účinnost lepeného spoje</i>	123
5.2.	ETAPA II. - Návrh optimální velikosti fasádního obkladu	128
5.2.1.	<i>Porovnání tuhostí podpor</i>	128
5.2.2.	<i>Porovnání velikosti fasádního obkladu</i>	130
5.3.	ETAPA III. - Porovnání odolnosti lepených fasádních segmentů plošným zatěžováním	136
5.3.1.	<i>Porovnání geometrie lepených fasádních segmentů</i>	136
5.3.2.	<i>Porovnání průhybu segmentů a prodloužení lepeného spoje</i>	138
5.3.3.	<i>Porovnání trvalých deformací lepených segmentů</i>	146
5.3.4.	<i>Posouzení způsobu porušení fasádního segmentu</i>	148
5.3.5.	<i>Posouzení vlivu přesahu fasádního obkladu</i>	151
5.3.6.	<i>Posouzení vlivu montážní pásky</i>	151
5.3.7.	<i>Porovnání zkušebních segmentů s lepeným a mechanickým spojem</i>	153
5.4.	Nestandardní zkušební postupy a aplikace	155
5.4.1.	<i>Posouzení vlivu reálného prostředí</i>	155
5.4.2.	<i>Posouzení vlivu technologické nekázně</i>	163
6.	DISKUZE A SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	168
7.	PŘÍNOS PRO VĚDNÍ OBOR A PRAXI	177
7.1.	Možnosti dalšího rozvoje výzkumu řešené problematiky	178
8.	ZÁVĚR	179
BIBLIOGRAFIE		181
9.	PŘÍLOHY	192
9.1.	Podrobné výsledky vyloučení extrémních hodnot	191
9.1.1.	<i>Vyloučení extrémních hodnot přídržnosti lepené sestavy</i>	192
9.1.2.	<i>Vyloučení extrémních hodnot pevnosti lepené sestavy ve smyku</i>	192
9.2.	Podrobné výsledky posouzení způsobu porušení zkušebních vzorků	195
9.2.1.	<i>V kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic</i>	194
9.2.2.	<i>V kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu</i>	198
9.2.3.	<i>V kombinaci s fasádním obkladem z dřevoplastu</i>	208
9.3.	Podrobné výsledky posouzení pevnosti lepeného spoje při tahovém namáhání	214
9.3.1.	<i>Posouzení přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání</i>	214
9.3.2.	<i>Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání</i>	220

9.4.	Podrobné výsledky posouzení poměrného prodloužení	232
9.4.1.	<i>Posouzení lepené sestavy zkouškou přídržnosti při tahovém namáhání</i>	221
9.4.2.	<i>Posouzení sestavy zkouškou pevnosti ve smyku při tahovém namáhání</i>	238
9.5.	Podrobné výsledky posouzení mechanické odolnosti lepených sestav	250
9.5.1.	<i>V kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic</i>	250
9.5.2.	<i>V kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu</i>	254
9.5.3.	<i>V kombinaci s obkladem z dřevoplastu</i>	267
9.6.	Stanovení tlaku větru na povrch fasády	272
9.7.	Stanovení materiálových charakteristik fasádního obkladu	275
9.7.1.	<i>Stanovení objemové hmotnosti.....</i>	275
9.7.2.	<i>Stanovení koeficientu délkové teplotní roztažnosti</i>	276
9.7.3.	<i>Stanovení vlhkostní roztažnosti</i>	277
9.8.	Stanovení velikosti zkušebního fasádního segmentu	279
9.8.1.	<i>Fasádní segment s obkladem Cetris Basic</i>	279
9.8.2.	<i>Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky</i>	281
9.8.3.	<i>Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek</i>	283
9.9.	Schéma rozmístění snímačů dráhy	285
9.9.1.	<i>Fasádní segment s obkladem Cetris Basic</i>	285
9.9.2.	<i>Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky</i>	285
9.10.	Podrobné výsledky velikosti průhybu fasádního segmentu	287
9.10.1.	<i>Fasádní segment s obkladem Cetris Basic</i>	287
9.10.2.	<i>Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky</i>	296
9.10.3.	<i>Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek</i>	300
9.11.	Podrobné výsledky velikosti trvalých deformací fasádního segmentu	304
9.11.1.	<i>Fasádní segment s obkladem Cetris Basic</i>	304
9.11.2.	<i>Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky</i>	309
9.11.3.	<i>Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek</i>	311
9.12.	Záznam nárůstu průhybu fasádního segmentu při zatěžování	313
9.12.1.	<i>Fasádní segment s obkladem Cetris Basic</i>	313
9.12.2.	<i>Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky</i>	322
9.12.3.	<i>Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek</i>	325
9.13.	Záznam nárůstu trvalých deformací fasádního segmentu	330
9.13.1.	<i>Fasádní segment s obkladem Cetris Basic</i>	330
9.13.2.	<i>Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky</i>	339
9.13.3.	<i>Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek</i>	343
9.14.	Posouzení vlivu reálného prostředí	347
9.14.1.	<i>Posouzení způsobu porušení lepené sestavy</i>	347
9.14.2.	<i>Posouzení pevnosti lepeného spoje při tahovém namáhání.....</i>	348
9.14.3.	<i>Posouzení poměrného prodloužení lepeného spoje při tahovém namáhání ..</i>	349
9.14.4.	<i>Posouzení odolnosti s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu</i>	350
9.14.5.	<i>Posouzení odolnosti s fasádním obkladem z dřevoplastu</i>	352
9.15.	Posouzení vlivu technologické nekázně	354
9.15.1.	<i>Posouzení způsobu porušení lepené sestavy</i>	354
9.15.2.	<i>Posouzení pevnosti lepeného spoje při tahovém namáhání.....</i>	357

9.15.3. <i>Posouzení poměrného prodloužení lepeného spoje při tahovém namáhání ..</i>	359
9.15.4. <i>Posouzení mechanické odolnosti lepených sestav</i>	361

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 – <i>Vnější opláštění [35],[51]</i>	24
Obrázek č. 2 – <i>Dřevěný fasádní obklad</i>	29
Obrázek č. 3 – <i>Moderní fasády s dřevěným fasádním obkladem</i>	30
Obrázek č. 4 – <i>Moderní fasády s velkoformátovým obkladem</i>	31
Obrázek č. 5 – <i>Porovnání rozložení napětí ve spoji [2],[68]</i>	32
Obrázek č. 6 – <i>Prolínání vědních oborů při studiu adheze [72]-[73]</i>	35
Obrázek č. 7 – <i>Ilustrativní příklad smáčivosti povrchu [6]</i>	36
Obrázek č. 8 – <i>Základní stupně smáčivosti [2],[4]-[8]</i>	38
Obrázek č. 9 – <i>Základní faktory ovlivňující výběr vhodného lepidla [2]</i>	40
Obrázek č. 10 – <i>Vliv tloušťky vrstvy lepidla na pevnost spoje ve smyku [68],[102]</i>	42
Obrázek č. 11 – <i>Působení větru na obálku budovy [120]</i>	47
Obrázek č. 12 – <i>Proudění vzduchu v provětrávané mezeře [121]</i>	47
Obrázek č. 13 – <i>Kroky zatěžování dle ETAG 034 [116]</i>	48
Obrázek č. 14 – <i>Kroky zatěžování dle ČSN EN 12179 [118]</i>	49
Obrázek č. 15 – <i>Kroky postupu provádění etapy I.</i>	56
Obrázek č. 16 – <i>Geometrie zkušební vzorku – přídržnost</i>	61
Obrázek č. 17 – <i>Geometrie zkušební vzorku – jednoduchý přeplátovaný spoj</i>	62
Obrázek č. 18 – <i>Simulace rozložení teplot ve zkušebním vzorku s obkladem Cetris Basic</i>	65
Obrázek č. 19 – <i>Měření povrchové teploty kondicionovaných vzorků</i>	65
Obrázek č. 20 – <i>Ověření mrazuvzdornosti</i>	66
Obrázek č. 21 – <i>Nástavce pro zkoušení přídržnosti</i>	67
Obrázek č. 22 – <i>Nástavec pro zkoušení pevnosti lepené sestavy ve smyku v lisu</i>	68
Obrázek č. 23 – <i>Ilustrativní příklad způsobů porušení</i>	71
Obrázek č. 24 – <i>Kroky postupu provádění etapy II.</i>	74
Obrázek č. 25 – <i>Smluvní pracovní diagram pružného materiálu [165],[169]</i>	75
Obrázek č. 26 – <i>Příklad rozsahu hodnot Youngova modulu pružnosti materiálu [2],[170]</i>	76
Obrázek č. 27 – <i>Příklad vyplnění materiálových charakteristik</i>	78
Obrázek č. 28 – <i>Příklad zadávání geometrie fasádního segmentu</i>	78
Obrázek č. 29 – <i>Příklad zadání průřezových charakteristik fasádního obkladu</i>	79
Obrázek č. 30 – <i>Příklad zadání deformační odolnosti podpor</i>	79
Obrázek č. 31 – <i>Příklad zadání hodnoty zatížení větrem</i>	80
Obrázek č. 32 – <i>Porušení obkladu Cetris Basic</i>	81
Obrázek č. 33 – <i>Příklad zadání hodnoty zatížení změnou teploty prostředí</i>	82
Obrázek č. 34 – <i>Příklad zadání hodnoty zatížení změnou vlhkosti prostředí</i>	82
Obrázek č. 35 – <i>Příklad definování kombinací zatěžovacích stavů</i>	83
Obrázek č. 36 – <i>Kroky postupu provádění etapy III.</i>	85
Obrázek č. 37 – <i>Příprava zařízení a zkušební komory pro uložení fasádního segmentu</i>	87
Obrázek č. 38 – <i>Zkušební fasádní segment uložený ve zkušební komoře</i>	87
Obrázek č. 39 – <i>Výroba zkušebního segmentu: krok 1. – 5.</i>	88
Obrázek č. 40 – <i>Aplikace lepidla</i>	89
Obrázek č. 41 – <i>Přípevnění fasádního obkladu: a) Cetris Basic; b) třívrstvá lepená deska</i> ...	89
Obrázek č. 42 – <i>Rozmístění indukčnostních snímačů dráhy</i>	91

Obrázek č. 43 – Zkušební panel vystavený působení reálného prostředí	94
Obrázek č. 44 – Uchycení typu „kleště“	96
Obrázek č. 45 – Stanovení smáčivosti lepeného povrchu bez povrchové úpravy	98
Obrázek č. 46 – Stanovení smáčivosti lepeného povrchu po provedení povrchové úpravy	99
Obrázek č. 47 – Příklad analýzy převažujícího způsobu porušení s obkladem Cetris Basic	101
Obrázek č. 48 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti.....	101
Obrázek č. 49 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti	102
Obrázek č. 50 – Způsob porušení při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku	102
Obrázek č. 51 – Porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku	103
Obrázek č. 52 – Příklad způsobu porušení při zkoušení přídržnosti lepené sestavy	104
Obrázek č. 53 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti	105
Obrázek č. 54 – Porušení lepené sestavy – fasádní palubky ve směru \perp k vláknům	106
Obrázek č. 55 – Porušení lepené sestavy – fasádní palubky ve směru II s vlákny	106
Obrázek č. 56 – Porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku	107
Obrázek č. 57 – Porušení lepené sestavy – třívrstvá lepená deska ve směru \perp k vláknům ...	108
Obrázek č. 58 – Porušení lepené sestavy – třívrstvá lepená deska ve směru II s vlákny.....	108
Obrázek č. 59 – Porušení lepené sestavy – třívrstvá lepená deska.....	109
Obrázek č. 60 – Porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti	110
Obrázek č. 61 – Porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku.....	110
Obrázek č. 62 – Příklad adhezního způsobu porušení	111
Obrázek č. 63 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy	112
Obrázek č. 64 – Pracovní diagram s obkladem Cetris Basic	120
Obrázek č. 65 – Pracovní diagram s obkladem Cetris Basic	120
Obrázek č. 66 – Pracovní diagram s obkladem ze sibiřského modřínu.....	121
Obrázek č. 67 – Pracovní diagram s obkladem ze sibiřského modřínu.....	121
Obrázek č. 68 – Pracovní diagram s obkladem ze sibiřského modřínu.....	122
Obrázek č. 69 – Pracovní diagram z dřevoplastu.....	122
Obrázek č. 70 – Pracovní diagram s obkladem z dřevoplastu.....	123
Obrázek č. 71 – Porovnání vlivu kondicionování	124
Obrázek č. 72 – Porovnání vlivu kondicionování	124
Obrázek č. 73 – Porovnání vlivu kondicionování	125
Obrázek č. 74 – Porovnání vlivu kondicionování	125
Obrázek č. 75 – Porovnání vlivu kondicionování	126
Obrázek č. 76 – Porovnání vlivu kondicionování	126
Obrázek č. 77 – Porovnání vlivu kondicionování	127
Obrázek č. 78 – Posuzovaný fasádní segment v poli	131
Obrázek č. 79 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w1 - w4$	140
Obrázek č. 80 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w5 - w11$	140
Obrázek č. 81 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w12 - w15$	141
Obrázek č. 82 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w1 - w3$	144
Obrázek č. 83 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w4 - w6$	144
Obrázek č. 84 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w7 - w9$	144
Obrázek č. 85 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů $w10 - w12$	145

Obrázek č. 86 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w13 – w15	145
Obrázek č. 87 – Typické porušení lepeného segmentu s obkladem Cetris Basic	149
Obrázek č. 88 – Typické porušení s obkladem ze sibiřského modřínu	149
Obrázek č. 89 – Příklad adhezní poruchy lepeného spoje	150
Obrázek č. 90 – Porušení segmentu s mechanickým spojením a obkladem Cetris Basic	150
Obrázek č. 91 – Porušení segmentu s mechanickým spojením a dřevěným obkladem.....	150
Obrázek č. 92 – Degradace exponované montážní pásky	151
Obrázek č. 93 – Porovnání maximálního prodloužení spoje při porušení.....	152
Obrázek č. 94 – Porovnání trvalých deformací spoje po odtížení na úrovni 300 kg/m ²	153
Obrázek č. 95 – Porovnání maximálního zatížení při porušení segmentů	154
Obrázek č. 96 – Porovnání maximálního zatížení při porušení segmentů	155
Obrázek č. 97 – Průběh teplot ve sledovaném období – 06/2015 – 06/2018 [181].....	155
Obrázek č. 98 – Zašednutí fasádního obkladu ze sibiřského modřínu	157
Obrázek č. 99 – Kroucení fasádního obkladu	158
Obrázek č. 100 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti	159
Obrázek č. 101 – Příklad způsobu porušení lepeného panelu s obkladem WPC.....	160
Obrázek č. 102 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti.....	162
Obrázek č. 103 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti.....	163
Obrázek č. 104 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti	163
Obrázek č. 105 – Vybrané příklady způsobu porušení	164
Obrázek č. 106 – Způsob porušení lepené sestavy	165
Obrázek č. 107 – Vybrané příklady způsobu porušení	165
Obrázek č. 108 – Porovnání průměrných přídržností lepených sestav	168
Obrázek č. 109 – Porovnání průměrného napětí lepených sestav	169
Obrázek č. 110 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav	170
Obrázek č. 111 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav	171
Obrázek č. 112 – Porovnání průběhu plošného zatěžování fasádních segmentů.....	172
Obrázek č. 113 – Porovnání průběhu plošného zatěžování fasádních segmentů.....	173
Obrázek č. 114 – Porovnání napětí na lepené ploše a poměrného prodloužení	173
Obrázek č. 115 – Porovnání napětí na lepené ploše a poměrného prodloužení	174
Obrázek č. 116 – Porovnání průměrných přídržností lepených sestav	174
Obrázek č. 117 – Porovnání průměrného napětí na smykové ploše	175
Obrázek č. 118 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav	175
Obrázek č. 119 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav	176
Obrázek č. 120 – Tabulka 7.1 a obrázek 7.5 pro stanovení tlaku větru [120]	274
Obrázek č. 121 – Schéma postupu měření zkušebních vzorků	275

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 – Přehled základních materiálových variant fasádního opláštění [48],[60].....	27
Tabulka č. 2 – Přehled základních adhezních teorií [4]	34
Tabulka č. 3 – Nejčastější způsoby a kritéria dělení lepidel [1]-[2],[69]	39
Tabulka č. 4 – Materiálové charakteristiky Cetris Basic [148].....	57
Tabulka č. 5 – Materiálové charakteristiky fasádních palubek [149],[150].....	58
Tabulka č. 6 – Materiálové charakteristiky třívrstvé lepené desky [151].....	58
Tabulka č. 7 – Materiálové charakteristiky dřevoplastu [154].....	59
Tabulka č. 8 – Materiálové charakteristiky nosné podkonstrukce [155].....	59
Tabulka č. 9 – Prvky montážního systému [22],[156]-[158].....	60
Tabulka č. 10 – Základní materiálové charakteristiky lepidel [22],[156]-[158]	60
Tabulka č. 11 – Způsob porušení lepené sestavy	70
Tabulka č. 12 – Příklad výstupů numerické analýzy pro fasádní obklad Cetris Basic.....	83
Tabulka č. 13 – Posouzení smáčivosti povrchu fasádního obkladu bez povrchové úpravy.....	97
Tabulka č. 14 – Posouzení smáčivosti povrchu fasádního obkladu s povrchovou úpravou	98
Tabulka č. 15 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic.....	113
Tabulka č. 16 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu.....	113
Tabulka č. 17 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu	114
Tabulka č. 18 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic.....	114
Tabulka č. 19 – Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami.....	115
Tabulka č. 20 – Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami.....	115
Tabulka č. 21 – Vážený průměr výsledků v kombinaci s třívrstvou deskou	115
Tabulka č. 22 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu	116
Tabulka č. 23 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic.....	116
Tabulka č. 24 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu.....	117
Tabulka č. 25 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu	117
Tabulka č. 26 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic.....	117
Tabulka č. 27 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu.....	118
Tabulka č. 28 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu.....	118
Tabulka č. 29 – Vážený průměr výsledků v kombinaci s třívrstvou deskou	118
Tabulka č. 30 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu	119
Tabulka č. 31 – Tuhost podpory v tahu s fasádním obkladem Cetris Basic	128
Tabulka č. 32 – Tuhost podpory ve smyku s fasádním obkladem Cetris Basic.....	128
Tabulka č. 33 – Tuhost podpory v tahu s obkladem ze sibiřského modřínu	129
Tabulka č. 34 – Tuhost podpory ve smyku s obkladem z fasádních palubek	129
Tabulka č. 35 – Tuhost podpory ve smyku s obkladem z fasádních palubek	129
Tabulka č. 36 – Tuhost podpory v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou	130
Tabulka č. 37 – Tuhost podpory v tahu pro kombinaci s obkladem z dřevoplastu.....	130
Tabulka č. 38 – Tuhost podpory ve smyku pro kombinaci s obkladem z dřevoplastu	130
Tabulka č. 39 – Průměrná hodnota délkové teplotní roztažnost fasádního obkladu.....	132
Tabulka č. 40 – Průměrná hodnota vlhkostní roztažnosti fasádního obkladu.....	133
Tabulka č. 41 – Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti obkladu Cetris Basic.....	133
Tabulka č. 42 – Velikost fasádního obkladu Cetris Basic.....	133

Tabulka č. 43 – <i>Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti obkladu</i>	134
Tabulka č. 44 – <i>Velikost fasádního obkladu z třívrstvé lepené desky</i>	134
Tabulka č. 45 – <i>Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti fasádních palubek</i>	134
Tabulka č. 46 – <i>Velikost fasádních palubek ze sibiřského modřínu</i>	134
Tabulka č. 47 – <i>Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti palubek z dřevoplastu</i>	135
Tabulka č. 48 – <i>Velikost palubek z dřevoplastu</i>	135
Tabulka č. 49 – <i>Stanovení předpokládané maximální úrovně plošného zatížení</i>	137
Tabulka č. 50 – <i>Stanovení předpokládané maximální úrovně plošného zatížení</i>	137
Tabulka č. 51 – <i>Předpokládaná hodnota maximálního prodloužení lepeného spoje</i>	138
Tabulka č. 52 – <i>Největší bodový průhyb lepeného segmentu při plošném zatížení</i>	139
Tabulka č. 53 – <i>Největší prodloužení lepeného spoje při plošném zatížení</i>	139
Tabulka č. 54 – <i>Největší průhyb lepeného segmentu při porušení</i>	141
Tabulka č. 55 – <i>Největší prodloužení lepeného spoje při porušení</i>	142
Tabulka č. 56 – <i>Předpokládaná hodnota maximálního prodloužení lepeného spoje</i>	143
Tabulka č. 57 – <i>Největší bodový průhyb zkušebního segmentu při plošném zatížení</i>	143
Tabulka č. 58 – <i>Největší prodloužení spoje při plošném zatížení na úrovni 600 kg/m²</i>	143
Tabulka č. 59 – <i>Největší průhyb zkušebního segmentu při porušení</i>	146
Tabulka č. 60 – <i>Největší prodloužení spoje při porušení</i>	146
Tabulka č. 61 – <i>Největší trvalá deformace lepeného segmentu při plošném zatížení</i>	147
Tabulka č. 62 – <i>Největší trvalá deformace lepeného spoje při plošném zatížení</i>	147
Tabulka č. 63 – <i>Největší trvalá deformace zkušebního segmentu při plošném zatížení</i>	148
Tabulka č. 64 – <i>Největší trvalá deformace spoje při plošném zatížení</i>	148
Tabulka č. 65 – <i>Porovnání segmentů s fasádním obkladem Cetris Basic</i>	153
Tabulka č. 66 – <i>Porovnání segmentů s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu</i>	154
Tabulka č. 67 – <i>Sledované parametry reálného prostředí</i>	156
Tabulka č. 68 – <i>Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami</i>	161
Tabulka č. 69 – <i>Výsledky měření v kombinaci s dřevoplastovým obkladem</i>	161
Tabulka č. 70 – <i>Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami</i>	162
Tabulka č. 71 – <i>Výsledky měření v kombinaci s dřevoplastovým obkladem</i>	162
Tabulka č. 72 – <i>Výsledky měření přídržnosti lepené sestavy</i>	166
Tabulka č. 73 – <i>Výsledky měření pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání</i> .	166
Tabulka č. 74 – <i>Výsledky měření metodou stanovení přídržnosti lepené sestavy</i>	166
Tabulka č. 75 – <i>Výsledky měření pevnosti sestavy ve smyku při tahovém namáhání</i>	167
Tabulka č. 76 – <i>Objemová hmotnost fasádního obkladu</i>	276
Tabulka č. 77 – <i>Délková teplotní roztažnost fasádního obkladu</i>	277
Tabulka č. 78 – <i>Průměrný příbytek délky vlivem působení vlhkosti na fasádní obklad</i>	278

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A VÝRAZŮ

á	opakující se hodnota
aj.	a jiné
angl.	anglický, anglicky
apod.	a podobně
atp.	a tak podobně
atd.	a tak dále
cca	takzvaný
č.	cirka
ČHMU	Český hydrometeorologický ústav
CO ₂	oxid uhličitý
ČSN	česká technická norma
ČSN EN	harmonizovaná evropská norma
ČSN EN ISO	norma zpracovaná a vydaná Mezinárodní organizací pro normalizaci ISO a současně začleněna do systému českých a evropských norem
dl.	délka
dtto	rovněž, právě tak
event.	eventuální, eventuálně
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
ks	kus
max.	maximum
min.	minimum
MKP	metoda konečných prvků
n. l.	našeho letopočtu
např.	například
N/A	<i>,not available'</i> , požadovaná informace není dostupná
př. n. l.	před naším letopočtem
resp.	respektive
SW	software
tj.	to je, to jest
tl.	tloušťka
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
viz	podívej se
vč.	včetně
vs.	versus

PŘEDMLUVA

„*God created matter, surfaces were invented by devil.*“¹

Wolfgang Pauli and Robert Lacombe

Lepené spoje se v posledních dekádách staly v mnoha odvětvích průmyslu rovnocennou alternativou tradičního mechanického spojování, oblast stavebnictví nevyjímaje. Vysokopevnostní pružné lepicí/montážní systémy umožňují realizaci efektivních konstrukčních spojů, nabízející řešení s rovnoměrným rozložením napětí umožňující přenos i velkých zatížení za současného snížení hmotnosti celé konstrukce, s čímž mnohdy souvisí i značné snížení finančních nákladů. Polymerová povaha používaných lepidel také významně přispívá k vyšší odolnosti vůči vibracím a nárazům, které ovlivňují životnost a únavovou pevnost. Mezi další výhody patří i vysoká flexibilita lepených spojů, jež umožňuje eliminaci deformací vznikajících při spojování materiálů s rozdílnou teplotní nebo vlhkostní roztažností. Uvedené široké možnosti využití, dle mého názoru, lepené spoje přímo předurčují k použití pro upevnění fasádního obkladu.

Přesto této oblasti byla doposud věnována velice malá pozornost. Od certifikace a instalace prvního fasádního systému s lepeným kotvením uběhly sice již dvě dekády (první realizace byla provedena v roce 1997 v Německu), ale doposud se nejedná o řešení, které by bylo řádně zohledněno v technických normách či v povědomí projektantů, architektů a zhotovitelů. Domnívám se, že nedůvěra v tuto technologii pramení především z nedostatku informací v normativních ustanoveních a odborné literatuře, což následně zavrhuje i příčinu k vzniku pochybností souvisejících s použitelností, životností či únosností lepených spojů v kombinaci s vybraným materiálem fasádního obkladu. Spektrum v současné době na trhu dostupných materiálů fasádních obkladů tuto situaci nijak neusnadňuje.

Tyto skutečnosti definují cíl předkládané práce. Podle mého názoru je vhodné této oblasti věnovat větší pozornost a například sestavení jednoduché metodiky by přispělo k rozšíření problematiky lepených spojů ve stavební praxi. Tak jak je tomu například v oblasti leteckého či automobilového průmyslu. Definice základních postupů vedoucích k charakterizaci elementárních vlastností pružných fasádních systémů tvoří podstatu práce.

V práci se zaměřuji na popis zkušebních metod vhodných pro stanovení základních materiálových charakteristik lepených fasádních sestav, jejichž výstupy usnadní predikci chování lepeného fasádního spoje. Práce také diskutuje některé aspekty modelování pružných spojů metodou konečných prvků.

¹ Citováno v prvním vydání publikace *Adhesion Measurement Methods* (2006) Robertem Lacombe v kapitole Preface.

TERMINOLOGIE

Stejně jako musí být jednotná terminologie užívaná v normativních ustanoveních či právních předpisech, je tomu tak i při studiu adheze a adhezních vlastností povrchů určených k lepení. Pro účely této práce jsou v následující kapitole definovány základní pojmy s touto problematikou související. Tyto termíny budou v práci volně používány bez další specifikace.

- **Adheze**, jak již název této práce napovídá, úzce souvisí s řešenou problematikou, a proto i definování a pochopení tohoto termínu je pro řešení zkoumané oblasti výzkumu nezbytné. Zde se ovšem nachází první úskalí. Mnoho autorů zabývajících se problematikou lepení se shoduje [1]-[9], že definovat výraz *adheze*, takovým způsobem, který by vyhověl požadavkům všech vědních oblastí, je zcela nemožné. Jedná se o fenomén založený na hledání mezioborových souvislostí. Pro dosažení cílů této práce však postačí pochopení základních souvislostí a principů, jako jsou povrchová energie lepených povrchů či přilnavost.

Z etymologického hlediska je předpokládáno, že termín adheze má původ v období středověku a vychází z latinského slova *adhaesiō*. Volně přeloženo znamená spojení, napojení či připojení [10]. Z tohoto pohledu je tedy možné adhezi pokládat za vlastnost, jíž není možné zkoumat bez provedení spojení dvou a více předmětů vedoucí k vytvoření jedné nové věci či tělesa.

Původní význam slova adheze již poskytuje dostatečné množství informací pro vytvoření představy o zkoumané oblasti. Dle názoru mnoha autorů [1]-[4] doposud jednu z nejspokojivějších definicí adheze zformuloval Souheng Wu v roce 1982 přibližně následovně: „Adheze neboli přilnavost, se vztahuje ke stavu, v němž jsou dvě odlišná tělesa držena těsně u sebe prostřednictvím velice intimního povrchového kontaktu, který umožňuje přenášení mechanických sil nebo práce na rozhraní kontaktních ploch, jako by se jednalo o jedno těleso. Tyto povrchové síly, jež umožňují spojení dvou rozdílných ploch jsou důsledkem buď tzv. van der Waalsových sil², chemických vazeb nebo elektrostatické přitažlivosti spojovaných ploch. Výsledná mechanická pevnost celého systému je potom výsledkem nikoliv pouze těchto povrchových sil, ale i mechanických vlastností spojovaných povrchů a spojovací hmoty.“ [12]. Definice jasně ukazuje, že ke spojení dvou těles nedojde pouze aplikací lepidla, ale je k zapotřebí i jistá kompatibilita, která umožní vznik spolupůsobících vazeb.

Poslední definici, kterou je vhodné uvést v souvislosti s termínem *adheze* je popis uvedený v technické normě ČSN EN 923³. Dle tohoto dokumentu je adheze definována jako vlastnost lepeného povrchu, která většinou v čase narůstá z důvodu postupujícího smáčení adherendu, viz také termín smáčivost. S čímž souvisí i adhezní pevnost lepeného povrchu, kterou představuje síla, jíž je nutné vynaložit pro oddělení lepidla od druhého povrchu [13]. V této práci budu termíny adheze a adhezní vlastnosti užívat ve významu českého ekvivalentu: přídržnost.

² Van der Waalsovy síly jsou přitažlivé nebo odpudivé interakce (síly) mezi molekulami [11].

³ ČSN EN 923 – Lepidla: Termíny a definice.

Dalšími termíny, které souvisí s řešenou problematikou jsou:

- **Adherend**, nebo také lepený substrát či povrch, v následujícím textu rozuměj jako fasádní obklad a nosná podkonstrukce. Jedná se o povrch, na který je nanesen montážní systém.
- **Aktivační nátěr** je čistící prostředek sloužící k odmaštění lepených povrchů. Většinou bývá součástí montážních/lepících systémů, více viz definice pojmu montážní systém.
- **Elastičita** je vlastnost materiálu, nabýt původní velikost a tvar po uvolnění deformačních sil [13].
- **Fasáda**, tímto termínem je nejčastěji nazývána vnější stěna budovy a její konečná úprava [14]. Jedná se o výraz vycházející z francouzského *face* – tvář či líc, který se postupně vyvinul do označení *façade*. Od pol. 17. století je používán dnes již mezinárodní termín *facade* [15]. V této práci se zabývám fasádním systémem, který je specifický provětrávanou dutinou nacházející se za fasádním obkladem [16].
- **Fasádní obklad** zajišťuje ochranu souvrství obvodového pláště a nosné konstrukce budovy před povětrnostními vlivy. Současně se podílí na estetickém vzhledu budovy [17].
- **Fasádní segment**, tímto termínem budou v této práci označovány zkušební vzorky pro ověření skutečného chování konstrukčních dílců lepených fasádních sestav metodou plošného zatěžování.
- **Koheze** je stav, při němž jsou částice jedné látky, v tomto případě lepidla, drženy pohromadě mezimolekulárními silami [13]. Termín je ekvivalentem českého výrazu soudržnost.
- **Kontaktní úhel** je úhel, který svírá tečna k povrchu kapky, vedená v bodě styku kapky s kontaktní plochou. Jedná se o jednoduchý nástroj k výpočtu povrchové energie a určení smáčivosti lepených povrchů [18]-[19].
- **Kondicionování**, jedná se o časový interval mezi ukončením působení tepla, mrazu apod. na lepený spoj a dosažením požadovaných vlastností lepeného spoje. Jedná se také o jednu nebo dvě operace, které směřují k tomu, aby byl vzorek uveden do rovnovážného stavu ve vztahu k teplotě a vlhkosti [20].
- **Lepidlo** je nekovová látka schopná spojovat povrchy materiálů slepením (adhezí), disponující potřebnou vnitřní pevností (kohezí) [13], která brání samovolnému rozkladu spoje, více viz kapitola 1.4.
- **Lepivost** je vlastnost lepidla, která umožňuje vznik lepeného spoje po uvedení do kontaktu s jiným povrchem, např. adherendem [13].
- **Lepená sestava**, jedná se o termín, jenž je užíván v souvislosti se zkušebními vzorky pro stanovení přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu a pro stanovení pevnosti jednoduché přeplátované sestavy ve smyku při tahovém namáhání.
- **Lepený povrch**, viz definice pojmu Adherend.
- **Lepený substrát**, viz definice pojmu Adherend.
- **Lepící systém** je termínem používaným v případech, kdy je nezbytné zdůraznit, že funkčnost lepeného spoje není závislá pouze na fyzikálních a chemických vlastnostech lepidla, ale i na aspektech jako je použití čistících a zlepšovacích nátěrů [21]. V této práci bude termín užíván v souvislosti s montážním systémem pružného lepení fasádních panelů provětrávaných systémů. Systém se obvykle skládá z trvale pružného lepidla, oboustranně

lepící montážní pásy k okamžité fixaci fasádních desek, z penetračního nátěru pro zvýšení adheze k adherendu a z čistícího přípravku pro odmaštění lepených ploch [22].

- **Mikrovrstva**, také okrajová vrstva či *interface*⁴, je oblast lepeného spoje, ve které se prolínají lepidlo a nerovnosti lepeného povrchu na jedné straně spoje [23]. V lepeném spoji se vždy nacházejí dvě mikrovrstvy, jejichž tloušťka nepřesahuje 0,1 μm [4].

- **Montážní systém**, viz definice pojmu Lepící systém.

- **Nosný podkonstrukce** (také nosný či fasádní rošt) je součástí vícevrstvého obvodového pláště. Obvykle sestává ze svislých a vodorovných profilů, jež jsou vzájemně spojeny a ukotveny do nosné konstrukce budovy. Jedná se o konstrukci, která přenáší vlastní tíhu, užžitná zatížení, zatížení vyvolaná povětrnostními podmínkami a seizmická zatížení do hlavní stavební konstrukce [16]-[17].

- **Obvodový plášť** je souvrství chránící nosnou konstrukci objektu před nepříznivými vlivy venkovního prostředí, více viz definice pojmu Fasáda.

- **Plasticita** je schopnost materiálu zachovat deformaci po snížení napětí na hodnotu napětí na mezi kluzu nebo nižší [13].

- **Polymer** je látka složená z molekul, jejichž hlavní charakteristikou je četné opakování jednoho nebo více druhů atomů nebo skupin atomů navzájem spojených. Často jsou polymery také nazývány makromolekulami. Polymery mohou být přírodního i syntetického původu [24]-[25].

- **Polyuretan** je dle ČSN EN 923⁵ polymer obvykle získaný reakcí polyisokyanátu⁶ a polyolu⁷, a v jeho chemickém řetězci se opakuje urethanová skupina [13]. Patří do desítky nejmasověji vyráběných polymerů.

- **Povětrnostní podmínky**, nebo - li počasí, jsou dle terminologie Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMU) stavem atmosféry, jenž je charakterizován souhrnem hodnot všech meteorologických prvků a atmosférickými jevy v určitém místě a čase [29]. Jmenovitě se jedná například o úhrn srážek, rychlost větru, teplotu prostředí apod.

- **Povrchové napětí** je termodynamická vlastnost lepených ploch, jež ovlivňuje rozprostření lepidla po pevném povrchu adherendu a smáčivost tohoto povrchu, viz definice pojmu Smáčivost. Pro dokonalé rozprostření a smočení lepené plochy je vhodné, aby používané lepidlo mělo povrchové napětí vyšší než adherend [13].

- **Prut** je v numerickém modelu spojnice dvou uzlů, viz definice pojmu Uzel. Jedná se o stavební jednotku na nejnižší úrovni systému s přiřazenou průřezovou charakteristikou [30].

- **Provětrávaná mezera** je dutina ve skladbě obvodového pláště umístěná od interiéru za fasádním obkladem, jejíž hlavní funkcí je odvedení vlhkosti do venkovního prostředí [16].

- **Přidržnost**, viz definice pojmu Adheze.

⁴ Jedná se o anglický výraz, jenž je ekvivalentem mikrovrstvy.

⁵ ČSN EN 923: Lepidla - Termíny a definice.

⁶ Polyisokyanát je výrobek, jenž jako čimadlo v lepidle či zlepšovacím nátěru podstatně zlepšuje adhezi k povrchům. Vzhledem k relativně vysoké reaktivitě jsou isokyanáty nebezpečné pro živé tkáně. Jsou jedovaté a expozice lidského organismu isokyanátům, ať už inhalací nebo dotekem, může vyústit v syndrom hypersenzitivity plic [26].

⁷ Polyoly jsou vícesytné alkoholy nebo také cukerné alkoholy. Jsou hlavní složkou umělých sladidel a dietních nápojů. Některé polyoly se nacházejí v rostlinách, neboť jsou primárním produktem fotosyntézy [27]-[28].

- **Silylem modifikovaný polymer (SMP)** je dle ČSN EN 923 polyeterový nebo polyuretanový polymer zakončený silylovými skupinami [13]. Na rozdíl od polyuretanových lepidel jsou tato lepidla vyráběna bez použití rozpouštědel a přísad, proto je jejich použití ohleduplnější k životnímu prostředí.

- **Smáčivost** je schopnost lepidla rozprostřít se po určitém pevném povrchu [13],[31]. Smáčivost plochy je možné měřit například metodou stojící kapky a stanovením hodnoty kontaktního úhlu, více viz kapitola 1.2.2.4. Dále je této problematice věnována kapitola 4.1.2.3 a kapitola 5.1.1.

- **Standardní prostředí** je definováno jako upřednostňované konstantní prostředí, pro které jsou specifikovány hodnoty teploty vzduchu a vlhkosti [20]. Pro účely této práce se jedná o prostředí se stálou teplotou (23 ± 2) °C a vlhkostí (55 ± 10) %.

- **Smyk** je způsob působení síly na lepený spoj, kdy síla působí v rovině vrstvy lepidla [13].

- **Soudržnost**, viz definice pojmu Koheze.

- **Substrát**, viz definice pojmu Adherend.

- **Tah** je způsob působení tahové síly kolmé k rovině lepeného spoje mezi tuhými adherendy a rovnoměrně rozdělené po celé ploše vrstvy lepidla [13].

- **Uzel** je bodem v prostoru numerického modelu, jenž dle typu úlohy definují 2 nebo 3 souřadnice a je připojen k prutu. Nepřipojené uzly jsou automaticky rušeny [30].

- **Zlepšovací nátěr** nebo také primer, je dle ČSN EN 2781⁸ speciální vrstva aplikovaná na plochu určenou k lepení bezprostředně po její chemické úpravě. Hlavním cílem aplikace primeru je zlepšení adhezních vlastností lepených povrchů a lepidla, jakož i vlastností lepeného spoje [32].

- **Způsob porušení** lepeného spoje je označení, jež se používá ke klasifikaci sledovaných poruch za účelem posouzení výsledku mechanických zkoušek [33]-[34]. Této problematice se podrobně věnuji v kapitolách 4.1.4 a 5.1.3.

⁸ ČSN EN 2781: Letectví a kosmonautika – Nekomovové materiály – Konstrukční lepidla – Zkušební metody – Stanovení tloušťky primeru.

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Obvodovým pláštěm budov se v současnosti věnuje značná pozornost. Zejména z architektonického a estetického hlediska. Návrh a provedení fasády má podstatný vliv na vnímání budovy okolím. Někteří autoři rádi uvádějí, že fasáda utváří tvář objektu [35]-[40],[42] a nejsou daleko od pravdy, vždyť původ výrazu fasáda vychází z francouzského označení pro tvář či vzhled [15],[41]. Ačkoliv je fasáda klíčovým elementem při pohledu na budovu z venku, její návrh a provedení současně působí i na její vnitřní prostředí a uživatelský komfort [35]. Mezi hlavní faktory ovlivňující výběr fasádního systému patří například výhled z objektu, rozsah a způsob denního osvětlení interiéru, způsob odvětrání objektu, náročnost údržby objektu v průběhu jeho užívání a v neposlední řadě i zatížení konstrukce fasádním systémem. Snad právě proto se v poslední dekádě stala velice populárním systémem tzv. provětrávaná fasáda.

Termínem provětrávaná fasáda jsou označovány tzv. studené fasády, které fungují na principu průběžné vzduchové mezery mezi fasádním obkladem a nosnou stěnou objektu. Jedná se o vícevrstvý stěnový systém, v němž je ochranná protidešťová vrstva oddělena od ochranné protivětrivé vrstvy větranou mezerou [35]. Vnitřní plášť fasády, stěna objektu, má za úkol plnit požadavky statické, tepelně – technické a akustické. Vnější plášť pak vytváří ochrannou bariéru před účinky povětrnostních podmínek, ale hlavně plní funkci estetickou [35],[42]. Vysoká variabilita provedení návrhu druhu opláštění umožňuje použití jak u novostaveb, tak i v případě rekonstrukcí a oprav stávajících objektů.

1.1. Koncept provětrávaných fasádních systémů

Může se zdát, že systém provětrávané fasády je poměrně novým konceptem 20. století. Avšak dle dostupných informací se jedná o technologii, která se vyvíjela současně s rozvojem stavebnictví a je využívána již po několik století [36],[38],[43]-[46]. Místo původu je přisuzováno především Norsku, kde byl používán fasádní systém nazývaný *the open-jointed barn technique*⁹. Jak již název napovídá, systém byl instalován převážně na hospodářských objektech, ilustrativní příklad je uveden na obrázku č. 2 – b), c). Dřevěné opláštění bylo připevněno k nosnému roštu, taktéž dřevěnému, což dovolilo vznik otevřené mezery mezi samotným opláštěním a stěnou budovy. Průběžná a provětrávaná mezera umožňovala bezproblémový odvod par a případně i dešťové vody, která se za opláštění dostala.

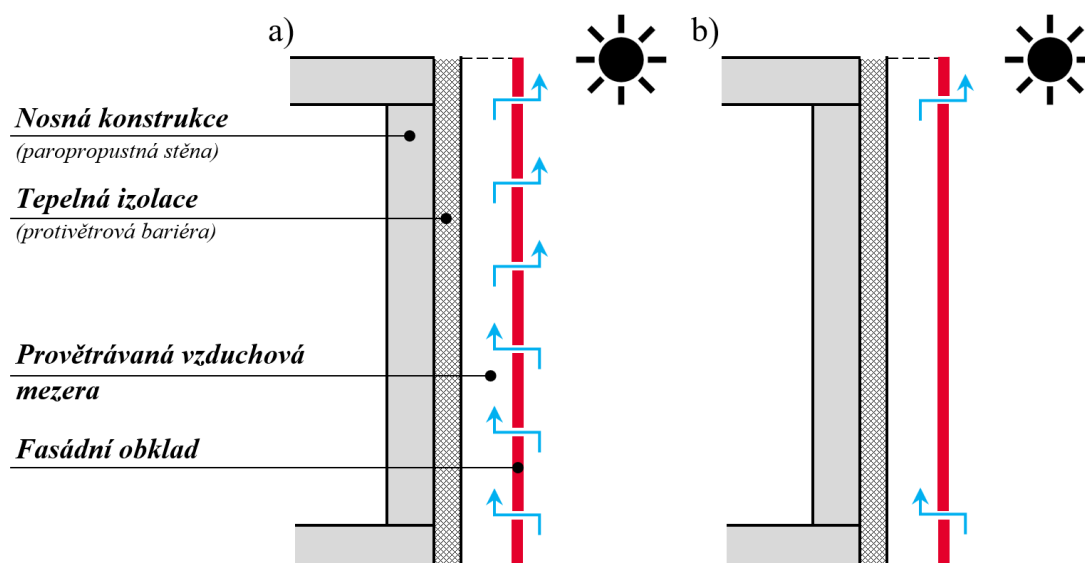
Vědecký výzkum, v současném slova smyslu, zaměřený na studium chování a stanovení základních charakteristik provětrávaných fasád má své počátky ve 40. let minulého století. Velice rychle bylo zjištěno, že tato technika (koncept) v mnoha ohledech předčí doposud známé postupy. Za první moderní budovu s provětrávanou fasádou je považován mrakodrap *Regional Enterprise Tower* nacházející se v Pittsburghu, do roku 2001 známý spíše jako *Alcoa Building*. Budova byla navržena architekty Harrisonem a Abramovitzem v roce 1951 a dokončena v roce 1953. Do současnosti její plášť tvoří identické velkoformátové hliníkové panely [47]. Koncem 50. let již systém provětrávané fasády zcela pronikl do širšího povědomí stavebnictví i vědeckého světa [43]-[46] a do konce 80. let se stal notně využívanou variantou

⁹ The open-jointed barn technique je možné volně přeložit jako metodu s otevřenými spoji. Barn (tj. stodola, stáj, chlév = hospodářská budova) odkazuje na typ budovy, na niž byl tento systém používán.

fasádního opláštění. V současnosti jsou výhody tohoto systému skloňovány v souvislosti s měnícím se podnebím, globálním oteplováním a jeho pozitivním vlivem na vnitřní pohodu staveb [44]-[45],[48]-[50]. Do dnešního dne bylo zpracováno nepřehledné množství studií a vědeckých publikací, jež se přímo orientují na výzkum související s touto problematikou [51]-[52]. Často se zaměřují na velice úzce vymezené oblasti výzkumu jako jsou například provětrávané dvojité fasády, fotovoltaické fasády, implementaci tzv. chytrých fasád se solárními stěnami a fasádními solárními kolektory, nebo tzv. zeleným fasádám.

1.1.1. Základní principy návrhu

Systém provětrávané fasády je, jak již bylo řečeno, vícevrstvý, skládá se z několika individuálních vrstev, kdy každá plní jinou funkci, viz schéma na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1 – Vnější opláštění: a) otevřený systém – nesouvislá fasádní plocha; b) uzavřený systém – souvislá fasádní plocha [35],[51]

Ve směru od interiéru budovy se nosná konstrukce fasádního opláštění montuje na nosný podklad, například zděnou stěnu budovy. Tato nosná konstrukce fasádního obkladu se velice často nazývá fasádní rošt. Nejčastější materiálové provedení roštu je z oceli, hliníku nebo dřeva a důraz je kladen především na nízkou váhu prvků. Rošt může být v provedení jednosměrném nebo dvousměrném, z profilů různých průřezových charakteristik a délek. Nosný rošt může být k nosnému podkladu upevněn přímo nebo je možné jej vynášet pomocí systémových konzol. Mezi nosné profily je vkládána tepelná izolace. Při výběru kladen důraz především na tvarovou stálost a nehořlavost. Následuje vrstva průběžně provětrávané vzduchové mezery, která je podstatou celého systému. Její návrh, provedení a funkčnost jsou zásadní pro celý fasádní systém. Je vhodné, aby tato mezera byla široká alespoň 40 mm, avšak tento rozměr je povětšinou dostatečný pouze pro pláště rodinných domů. U výškových budov je nezbytné zpracování individuálního posouzení [49]. Mezi provětrávanou a izolační vrstvou je vhodné vkládat protivětrnou vrstvu, která zabrání případné degradaci tepelné izolace. Poslední vrstvou je vnější plášť fasády tvořený fasádním obkladem. V současnosti lze vybírat ze široké nabídky materiálů s různými vlastnostmi, v celé škále barev. Výběr nejčastěji provádí architekt. Vhodné použití materiálů významně ovlivňují jejich užité vlastnosti – odolnost vůči povětrnostním podmínkám, odolnost vůči nárazu apod. [53]. Vliv na funkčnost a životnost fasády může mít i způsob uchycení fasádního obkladu. Obklad je možné k nosnému roštu

přípevnit mechanicky pomocí nýtů, šroubů, vrutů, sponek, kotviček a jiných kotevních prvků, v takovém případě budou kotevní prvky povětšinou přiznané. Jinou variantou je metoda neviditelného kotvení, například lepeného konstrukčního spoje.

1.1.2. Základní požadavky návrhu [48]

Jak uvádí Puškár a kol. [35] nároky kladené na obvodový plášť jsou součástí požadavků kladených na architektonické dílo. Patří mezi ně především požadavky právní, sociální, finanční a technické. Jednotlivé oblasti se navzájem prolínají. Není možné naplnit podstatu jedné skupiny bez přihlídnutí k nárokům ostatních skupin. Aniž by si to někteří architekti a projektanti uvědomovali, velice často tyto aspekty do svých návrhů zapracovávají zcela automaticky.

1.1.2.1. Právní požadavky

Právní požadavky, resp. zákonné a normativní, kladené na fasádní opláštění souvisejí především s omezeními, jimiž se musí řídit každý návrh. Nejčastěji se jedná o požadavky tepelně – technické, energetické, hygienické, akustické a požární bezpečnosti.

V souvislosti se zaváděním kvót za účelem snížení celosvětové produkce CO₂ a v souvislosti s implementací zákonů a nařízení cílících na hospodárné využívání energií, byla ve stavebním sektoru přijata určitá omezení, která jsou povinná pro každý návrh. Jedná se především o tepelně – technické posouzení všech navrhovaných konstrukcí na tzv. součinitel prostupu tepla, posouzení vzniku tepelných mostů a jejich eliminace, posouzení kondenzace vodní páry v konstrukcích či na jejich povrchu apod. Dále se jedná o energetické posouzení budovy související s povinností vyhotovení tzv. průkazu energetické náročnosti budovy, který je součástí energetického posudku. V souvislosti s těmito omezeními a stanovenými limity je provětrávaný systém velmi často nutné kombinovat s jinými úspornými opatřeními.

V neposlední řadě je důležité posouzení akustické a požární bezpečnosti. Národní technické normy stanovují specifické limity pro akustickou izolaci obálek budov, která je ovlivňována parametry jako je hluk okolního prostředí, hlučnost dopravy, účel užívání objektu aj. Limity se mohou lišit u budov rekonstruovaných a novostaveb, u budov ve městech a na venkově. Důležitou roli hraje i proudění větru kolem budovy, jeho směr a síla (rychlost). Akustické vlastnosti pláště je možné upravit vhodným návrhem použitých materiálů, jak například doporučuje Fišarová [54]-[55].

Stejným způsobem je nutné přistupovat k obálce budovy z hlediska požární bezpečnosti. Prostřednictvím stanovení požární odolnosti jednotlivých fasádních komponent a třídy reakce na oheň je možné posoudit a eliminovat potenciální riziko. Vše opět podléhá omezením a požadavkům národních nařízení a technických norem. Všeobecně je kladen důraz na používání nehořlavých materiálů s cílem vyloučit možnost šíření plamene fasádním pláštěm [56]-[58].

Kromě právních požadavků souvisejících především s vlastnostmi obálky budovy, které mohou být pozitivně ovlivněny návrhem a volbou vhodných materiálů, je nezbytné přihlídnout k dalším legislativním omezením ve vazbě na místní územní, architektonické a morfologické plánování pro konkrétní lokalitu. Například použití provětrávané fasády na historických a kulturních památkách při jejich rekonstrukci je téměř nemožné, z estetického a morálního ohledu i nevhodné.

1.1.2.2. Sociální požadavky

Požadavky, které je možné klasifikovat jako sociální, dělíme dle dvou cílových skupin: laická veřejnost (tj. potencionální odběratel, zákazník) a odborná veřejnost (tj. architekti, projektanti, zhotovitelé apod.). Hlavním rozdílem mezi těmito skupinami je míra znalostí a zkušeností nutných pro výběr vhodného typu systému provětrávané fasády. Nejčastější rozhodovací kritéria laické veřejnosti jsou finanční a estetické. Zatímco druhá skupina, profesně znalá, musí do svých návrhů zpracovat nejenom tyto základní aspekty, ale i požadavky technického charakteru, a přitom vždy postupovat dle platných právních požadavků. Dle mého názoru pouze úzká spolupráce obou skupin je cestou k bezproblémové realizaci jejich představ.

1.1.2.3. Finanční požadavky

Finanční požadavky vyplývají ze zvoleného typu obvodového pláště, a to bez rozdílu instalace provětrávané fasády na nový či stávající objekt. Finanční požadavky ovlivňuje zejména materiálové hledisko a náročnost údržby, která často značně převyšuje realizační náklady. V současné době bývají finanční omezení namnoze spjata s poskytováním finančních dotací, tyto ne vždy pokryjí celou navrhovanou investici a realizace nového obvodového pláště se tak z ekonomického hlediska stává nepřijatelnou.

1.1.2.4. Technické požadavky

Technické požadavky souvisí především s problémy, které mohou vyvstat v případě implementace provětrávané fasády u stávajících objektů. Nejčastěji se vztahují k oblasti konstrukční, funkční a architektonicko – estetické.

Z hlediska konstrukčního je vždy, ať už se jedná o instalaci obvodového pláště u novostavby nebo u stávajícího objektu, nutné provést statickou analýzu nosné konstrukce. Je vhodné posoudit, zda bude nosná konstrukce schopná přenést dodatečná zatížení vyvozená provětrávanou fasádou a současně i primární zatížení, která na budovu působí, např. vlastní váha, zatížení větrem, seismická aktivita, teplotní roztažnost apod. Dále je nutné posoudit, zda materiál nosné konstrukce je vhodný pro instalaci provětrávaného fasádního systému, zda nebude docházet k častému výskytu prasklin, rozpadu materiálu nosné konstrukce aj. Případy, kdy došlo ke kolapsu nově instalovaného obvodového pláště na stávající konstrukci, nejsou ojedinělé [59].

Z funkčního hlediska se jedná především o změny, které mohou vyvstat v souvislosti s vedením kabelových či trubních instalací, instalací vzduchotechniky apod. Montáž provětrávané fasády u stávajících objektů ve značné míře ovlivní i míru denního (přirozeného) osvětlení interiéru budovy.

Architektonická a estetická kritéria jsou pro provětrávané fasády zásadní. Jak uvádí Puškár a kol.: “Člověk ve všech epochách a kulturách věnoval nevyčerpatelnou energii tomu, aby vytvořil něco krásného.” [35]. Přesto, je-li prováděna montáž provětrávané fasády na existujících objektech se zajímavými architektonickými detaily, návrh tohoto typu obvodového pláště zcela jistě nepozvedne estetickou hodnotu objektu, spíše naopak. Jak již bylo zmíněno v úvodu, architektonické ztvárnění fasády ovlivňuje nejen její vnímání okolím, ale mělo by být v souladu s funkčním řešením interiéru, tzn. užitnou pohodou. Hlavním vyjadřovacím prostředkem při zpracování návrhu je barevnost a geometrie. V úzké vazbě na charakter využití budovy, u objektů pro bydlení jsou doporučovány barvy přírodní a méně

jasné [49], v případě komerčních objektů je vhodné použití kontrastních barev a materiálů s vysokým leskem, či transparentních prvků [35]. S volbou barvy a materiálu obkladu úzce souvisí i povrchová úprava prvků. Neméně důležitá je prostorová forma, tj. tvar a velikost fasádního obkladu. Velkoformátové obklady působí scelujícím dojmem a dokáží vytvořit iluzi, kdy objekt působí méně mohutně, naopak malé formáty plochu opticky zvětšují [49],[60].

1.1.3. Základní členění materiálů vhodných pro fasádní opláštění

V současné době je výběr vhodného materiálu fasádního opláštění poměrně obtížný. Nabídka je velmi široká, téměř nevyčerpatelná, ve snaze uspokojit finanční a sociální požadavky všech investorů. V tabulce č. 1 je uveden stručný přehled základních materiálů, jež jsou nejčastěji používány.

Tabulka č. 1 – Přehled základních materiálových variant fasádního opláštění [48],[60]

Materiál	Zástupce	Příklad
Kov	Pozinkovaná, nerezová, povlěkaná nebo práškově lakovaná <u>ocel</u> ; <u>Hliník</u> přírodní, povlěkaný či eloxovaný; slitiny hliníku; <u>Měď</u> ; <u>Titanzinek</u> přírodní či předzvětraný (méně často také titan u speciálních kompozitních panelů – viz kompozitní obklad);	Tenkostěnný tvarovaný nebo ohýbaný kazetový profil nebo lamela; Nízké trapézové, pilovité nebo vlnité plechy; Povětrnostně odolná ocel – velkoformátové deskové obklady;
Kamen	<u>Přírodní</u> kamenné desky – žula, pískovec, mramor, břidlice aj.; <u>Technický</u> (umělý) kámen;	Maloformátové a velkoformátové deskové obklady;
Keramika	<u>Slínutá keramika</u> lesklá, pololesklá, matná nebo se zdrsňenou variantou povrchu; Zděné předstěny z <u>tradičních cihel</u> ;	Maloformátové a velkoformátové deskové obklady; Cihelné pásy; Cihly tradičního formátu;
Dřevo	<u>Přírodní dřevo</u> (bez úpravy): Jehličnaté dřeviny – borovice (<i>Pinus spp.</i>), smrk (<i>Picea spp.</i>), modřín (<i>Larix spp.</i>), cedr (<i>Cedrus</i>), meranti (<i>Shorea</i>), bangkirai (<i>Shorea spp.</i>), ipe (<i>Tabebuia spp.</i>) aj.; Listnaté dřeviny – dub (<i>Quercus</i>), teak (<i>Tectona gradis</i>) aj.; <u>Modifikované dřevo</u> : tlakově impregnované – olejem nebo pryskyřicí; termicky upravené (thermowood); lakované nebo kartáčované aj.; <u>Kompozitní dřevo</u> (viz kompozitní obklad); <u>Překližované a vícevrstvé dřevěné obklady</u> ;	Prkna a palubky s různým průřezem – např. kónicky zkosené, spojované na pero a drážku, tatranský profil, srubový profil, hoblované rovné prkno atd. Šindel; Maloformátové a velkoformátové deskové obklady;
Plast	Tvrzený <u>polyvinylchlorid</u> (PVC); <u>Polyesterové lamináty</u> ; Silnostěnný vysokotlaký <u>laminát</u> (HPL); Kontaktně nebo průběžně lisovaný laminát (CPL); <u>Polykarbonátové systémy</u> ;	Palubky, maloformátové a velkoformátové deskové obklady;

Materiál	Zástupce	Příklad
Sklo	Transparentní a netransparentní prvky; Bezpečnostní sklo; Kalené sklo; Skla s potiskem, emailové sklo; Solární fasádní obklad;	Palubky, maloformátové a velkoformátové deskové obklady;
Kompozit	Silikátové obklady (např. vláknocementové a cementotřískové obklady); Kompozitní dřevo (např. dřevoplast);	Palubky, maloformátové a velkoformátové deskové obklady;

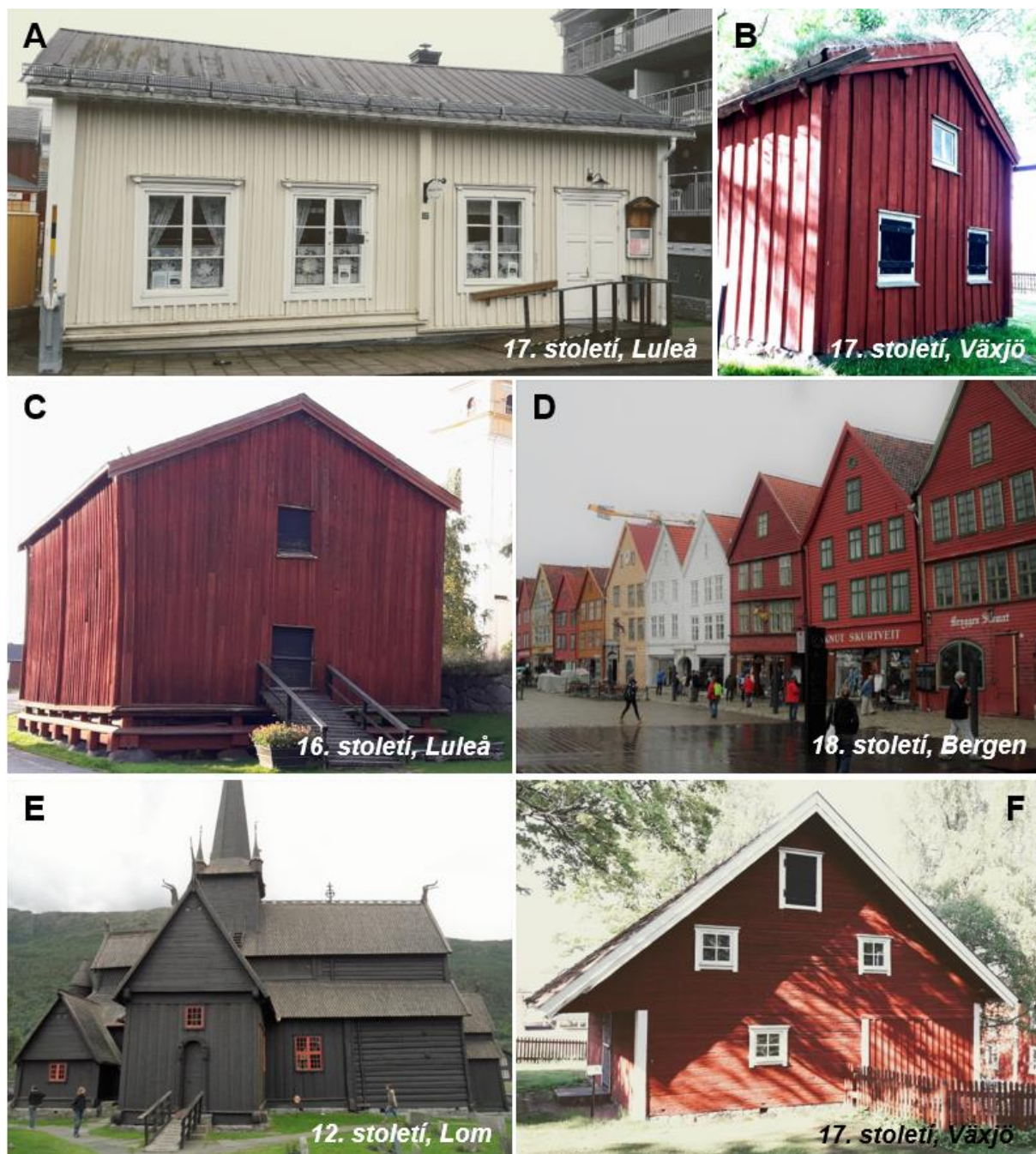
1.1.3.1. Stručně o dřevěném fasádním obkladu

Se skutečností, že v historii stavebnictví existuje nepříliš mnoho materiálů, které by byly ještě dnes, tak jako dřevo, používány ke zcela identickým účelům, souhlasí ne jeden autor [35]-[38],[49],[60]-[62]. Hmatatelným důkazem jsou i archeologické nálezy staré až 6000 let [36]. Velký zlom v oblasti využívání dřeva přišel zhruba před 700 lety s vynálezem rámové pily. Ta jednak usnadnila zpracování dřeva, ale také umožnila instalaci dřevěných prken jako zavěšeného fasádního prvku, viz příklady na obrázku č. 2.

Především z důvodu strachu z nebezpečí šíření požáru, který byl vyvolán tzv. Velkým požárem Londýna¹⁰, byly dřevěné obklady, resp. dřevo jako stavební materiál, od 2. pol. 17. století z měst zcela vytěsňeny. Situace nebyla naštěstí stejná na venkově, proto se i dnes můžeme setkat se stavbami ze dřeva starými několik set let, jež jsou důkazem, že životnost dřevěného obkladu je srovnatelná s životností obkladu kamenného či keramického. V současné době se dřevěné obklady opět těší velké oblibě a stejně jako před 300 lety jsou jedním z nejvyužívanějších typů fasádního obkladu, což dokazuje, že se nejedná o dočasný módní trend reagující na povinnost navrhovat budovy z udržitelných materiálových zdrojů.

Jak uvádí Král [64] a Hrapková [65], dřevin používaných na fasádní obklady je celá škála, několik příkladů je uvedeno i v Tabulka č. 1 č. 1. Lišit se mohou kresbou, strukturou, barvou nebo kvalitou, dále také tvarem. Dle tvaru můžeme fasádní obklady v zásadě rozdělit na šindel, prkna a palubky, a velkoformátové deskové obklady. V případě palubkových obkladů se doporučují prkna radiálně a poloradiálně řezaná. Nejčastějšími dřevinami jsou: smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), modřín opadavý (*Larix decidua*), douglaska (*Pseudotsuga*), sibiřský modřín (*Larix sibirica*), skandinávský smrk (*Picea spp.*) nebo zařev řasnatý (*Thuja plicata*). Jedná se o dřeviny s přirozenou trvanlivostí a životností okolo 15 let, i při kontaktu se zemí [67].

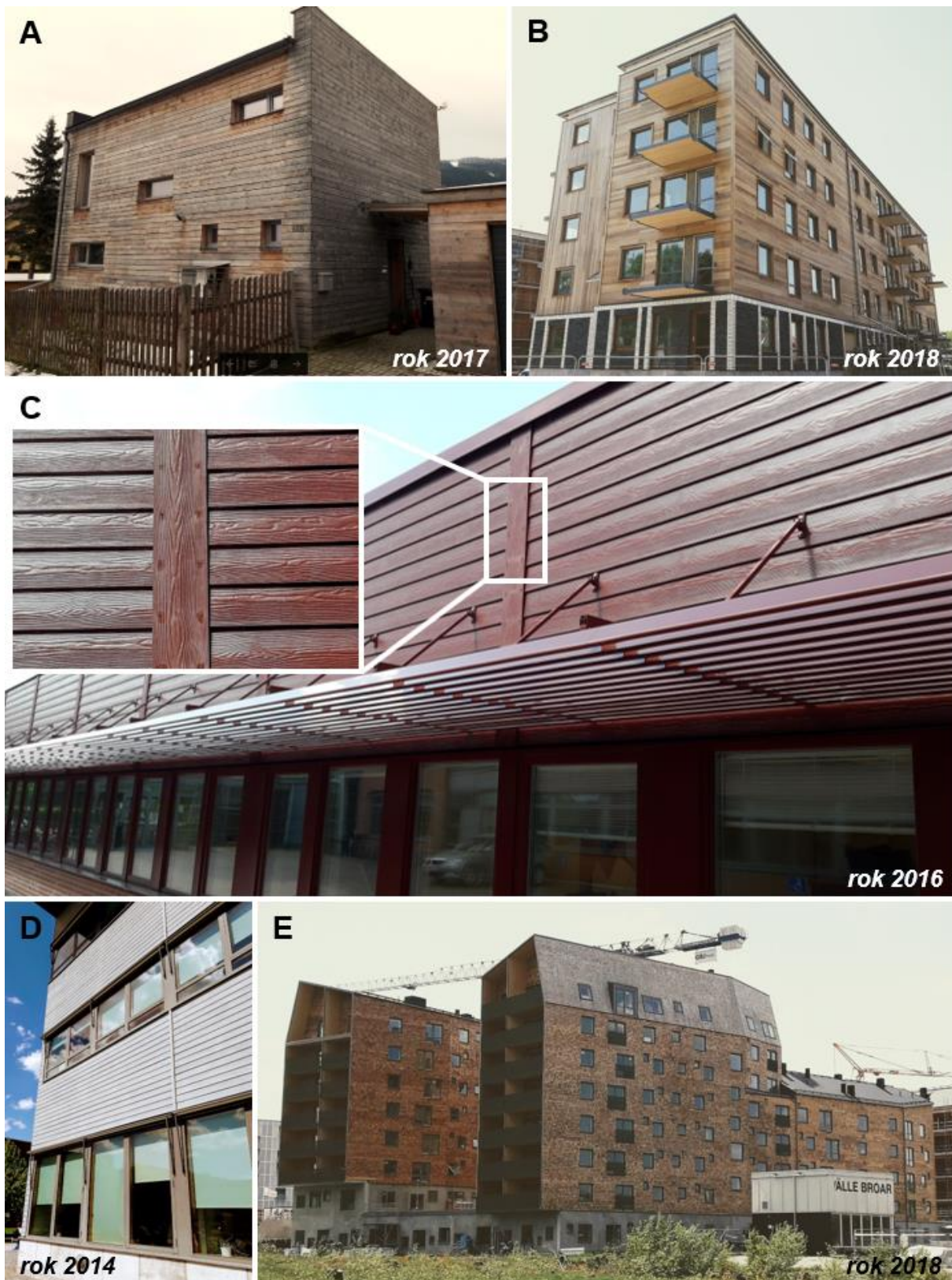
¹⁰ Požár z roku 1666 byl jednou z největších katastrof v dějinách Londýna, zničil 13 200 domů, 87 chrámů, 6 kaplí a 44 cechovních sídel aj. [63].



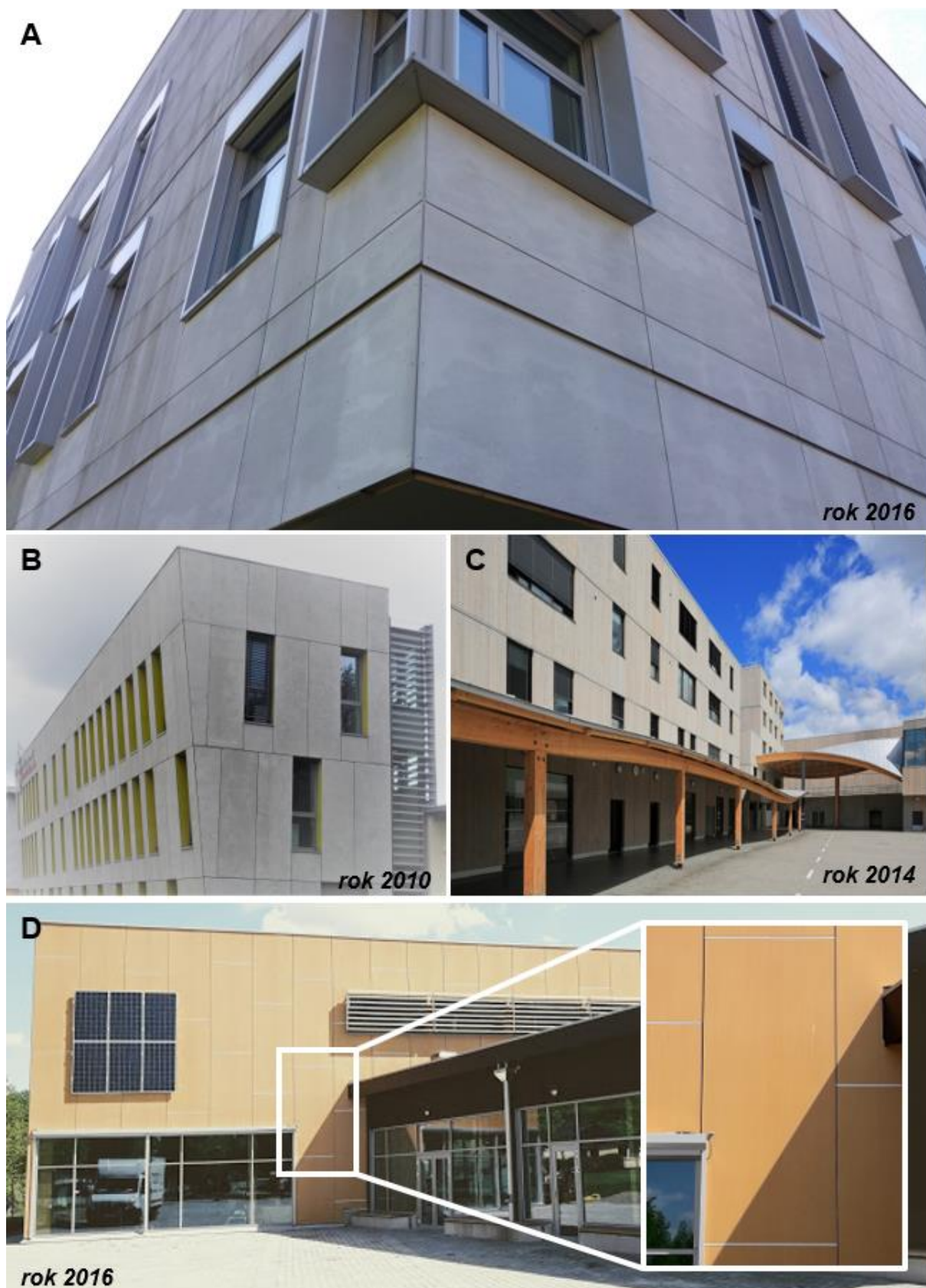
Obrázek č. 2 – Dřevěný fasádní obklad: a) Rödlundsgården; b) open-joint barn technique ve Smaland Museum; c) open-joint barn technique v Gammelstads Kyrkstad; d) Bryggen; e) Lom stavkyrkje; f) venkovská usedlost s provětrávaným fasádním systémem;

Delší životnost mají obklady z modifikovaného dřeva, kdy nejčastěji je používáno obkladů tlakově impregnovaných nebo tepelně upravených, tzv. Thermowood. Tyto obklady mohou mít životnost i 45 let a nevyžadují pravidelnou údržbu [36]-[37],[64]. V zahraničí jsou oblíbené dřevěné velkoformátové obklady, nejčastěji realizované z povrchově upravených OSB desek nebo dřevotřískových desek. V České republice jsou tradičnější kompozitní cementotřískové a cementovláknité desky, které jsou odolnější, trvanlivější a méně náročné na údržbu.

Několik současných příkladů dřevěného a kompozitního fasádního opláštění je uvedeno na obrázku č. 3 a obrázku č. 4.



Obrázek č. 3 – Moderní provětrávané fasády s dřevěným fasádním obkladem: a) a b) fasádní palubky ze sibiřského modřínu; c) WPC palubky; d) dřevěné fasádní palubky s barevným nátěrem; e) dřevěný šindel ze sibiřského modřínu;



Obrázek č. 4 – Moderní provětrávané fasády s velkoformátovým obkladem na bázi dřeva: a) cementotřískové desky Cetris Basic; b) cementovláknité desky Cembonit; c) masivní třívrstvá lepená deska ze sibiřského modřínu [66]; d) překližka s povrchovou úpravou;

1.1.4. Základní možnosti uchycení fasádního obkladu

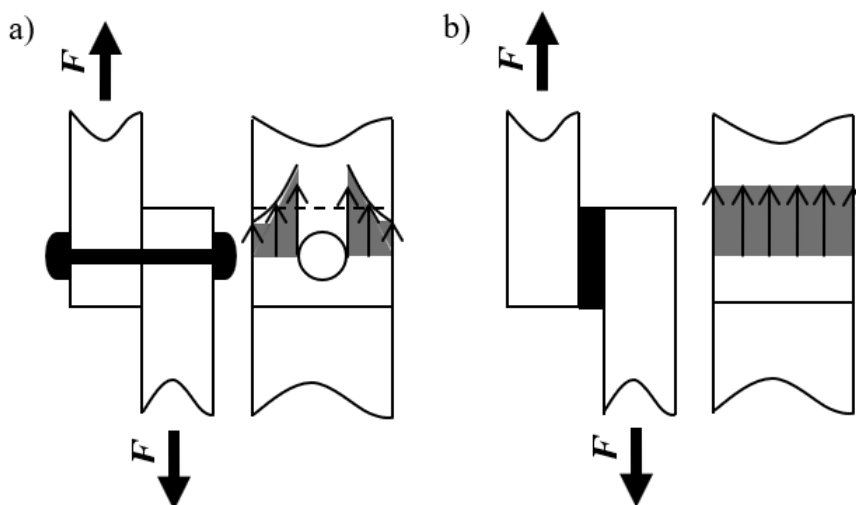
Stejně jako v případě různých materiálových variant fasádního opláštění i volba upevňovacích prvků obkladu dnes není pouze otázkou vhodného technického řešení. I v této oblasti je důraz kladen na požadavky estetické. Upevňovací prvky můžeme dělit na přiznané a skryté, dále na mechanické a lepené. V případě mechanického spoje se jedná o staletými prověřenou metodu kotvení fasádního obkladu. Nejběžnější jsou prvky přiznané, tedy viditelné, jedná se o hřebíky, vruty, šrouby, nýty, háčky apod. V poslední době se staly oblíbenými také prvky skrytého mechanického kotvení fungující na principu kombinace pero – drážka, kdy jsou fasádní desky z rubu opatřeny drážkami, do nichž se zasouvají sponky, které jsou pevně spojeny s nosným roštem.

V případě lepených spojů vždy hovoříme o systému skrytého kotvení, který se aplikuje z rubové strany obkladu. Zde existuje poměrně velké omezení limitované vhodným výběrem montážních systémů (fasádních lepidel). Významnou roli hrají také adhezní vlastnosti lepených povrchů, tj. nosná podkonstrukce a fasádní obklad, které přímo ovlivňují kvalitu a životnost konstrukčního spoje. Oblasti lepení se podrobně věnuje následující kapitola.

1.2. Teorie adheze a lepení

Problematika lepení provází lidstvo po celou jeho historii. K největšímu rozvoji v této oblasti došlo v druhé polovině 20. století. Zatímco do začátku 20. století byla všechna doposud používaná lepidla zcela na přírodní bázi, s koncem průmyslové revoluce přišlo i první lepidlo na bázi syntetických polymerů. Dnes je pro nás téměř nemožné, najít produkt běžně užívaný v domácnostech, v průmyslu, v dopravě, či kdekoli jinde, který by v nějaké (jakékoliv) formě neobsahoval lepidlo.

S rozvojem výzkumu a výroby lepidel na bázi polymerů se rozšiřovaly i oblasti jejich použití. V současnosti jsou lepené spoje v mnoha odvětvích průmyslu stále častější alternativou spojů mechanických. Jejich předností jsou zejména rychlost a jednoduchost instalace, trvanlivost a odolnost nebo nižší nároky na strojní techniku. Lepené spoje poskytují řešení s rovnoměrným rozložením napětí ve spoji [1]-[9],[68], což následně umožňuje zvýšení tuhosti konstrukce a přenosu i velkých zatížení, jak je patrné z ilustrativního příkladu na obrázku č. 5.



Obrázek č. 5 – Porovnání rozložení napětí ve spoji: a) spoj mechanický; b) spoj lepený [2],[68]

Velmi pozitivním přínosem je snížení hmotnosti celé konstrukce fasádního pláště, zároveň umožňují snížení finančních nákladů. Polymerová povaha používaných lepidel také do jisté míry zajišťuje tlumení vibrací a nárazů, které ovlivňují životnost a únavovou pevnost spojů. Mezi další výhody patří i vysoká flexibilita lepených spojů, jež umožňuje eliminaci deformací vznikajících při spojování materiálů s rozdílnou teplotní nebo vlhkostní roztažností.

1.2.1. Historie lepení

Počátky používání lepidel je dle Nicholsona [69] možné nalézt již v době kamenné, kdy byla k lepení, resp. upevňování věcí, používána pryskyřice ze stromů. Konkrétně se jednalo o pryskyřici ze stromu *Acacia karoo*, která byla smíchána s dřevěnými vlákny a horninou, například okrem [70]. Lepidla z pryskyřice ze stromů akácií se používají i dnes. Jsou obsaženy v klovatině, také známé jako rostlinná nebo arabská guma. Dlouhou historii používání lepidel potvrzují i archeologické nálezy z oblasti Mezopotámie (přelom 4. a 3. tisíciletí př. n. l.), kde k připevnění fasádních prvků bylo často používáno lepidlo na bázi dehtu. Lepidlo na přírodní bázi bylo použito dokonce i ve vnitřním sarkofágu (rakvi) faraóna Tutanchamona (14. století př. n. l.). Ve starověkém Řecku a Římě bylo lepidlo používáno k lepení intarzií, dále také k připevňování prken na lodích apod.

První písemná zmínka o užívání organických lepidel je datována do roku 200 př. n. l. V období středověku a raného novověku byla již používána lepidla na různých živočišných bázích, častým odběratelem byl nábytkářský průmysl, jehož mnohé výrobky se dochovaly dodnes. Kolem roku 1700 n. l. vznikla v Holandsku první továrna na výrobu organického lepidla ze zvířecích kůží a již v roce 1750 byl v Británii udělen první patent na výrobu tzv. rybího lepidla [69], které se používá až do současnosti.

Rybí lepidlo je stále velice oblíbené, používá se k provádění pevných spojů a častěji se pro něj užívá termínu *klih* [71]. Kvalitní lepidlo se vyrábí z rybích plynových měchýřů nebo žaludků, tak jak tomu bylo již v 18. století, méně kvalitní varianty se vyrábějí z kostí a chrupavek [72]. V následujících letech bylo vydáno množství další patentů, převážně se jednalo o lepidla organická, jako jsou například glutinový *klih*¹¹, albumínový *klih* apod. Největší rozmach byl zaznamenán ve Spojených státech, kde vyrostlo i mnoho nových továren na výrobu lepidel.

První syntetické lepidlo přišlo s koncem průmyslové revoluce, jednalo se o dusičnan celulózy. Lepidlo na bázi polymeru syntetizované z celulózy bylo velice oblíbené například v muzeích k restauraci památek, později bylo zjištěno, že životnost lepidla je limitována cca 100 lety a v současné době dochází v této oblasti k jeho nahrazení [1]. V období 20. – 40. let 20. století byl vývoj nových lepidel přímo raketový, jako reakce na vysokou poptávku během 2. světové války [69],[73]. Lepidla byla používána převážně v leteckém průmyslu, neboť jejich použití umožňovalo značné odlehčení konstrukce letadla při zachování všech požadavků na pevnost spojů [74].

V současnosti již vývoj nových lepidel není tak rapidní, ale stále se jedná o jedno z nejvíce se rozvíjejících odvětví chemického průmyslu. Lepidla a lepicí systémy jsou v určitém množství používány téměř v každé oblasti každodenního života. Výstupy studie z roku 1996 ukazují, že lepidla jsou používána v 59 oblastech celosvětového průmyslu [6].

¹¹ Glutinový *klih* je vyráběn z kůže a kostí jatečných zvířat, často ve směsi. Albumínový *klih* se připravuje z krevního albuminu [71].

Těmi nejčastějšími jsou: stavebnictví, doprava, přeprava a balení zásilek, nábytkářství, spotřební zboží (domácí spotřebiče, vybavení kanceláří aj.), medicína (zubní lékařství, chirurgie apod.), textilní průmysl a jiné. Petrie [1], je dokonce toho názoru, že tato čísla jsou několikanásobně vyšší, neboť studie je zaměřena pouze na primární průmysl, nikoliv na jeho sekundární oblasti a odvětví.

Z výše popsaného stručného historického vývoje je patrné, že v posledním století došlo v této oblasti ke značnému progresu. Ve stejném období si problematika lepení získala i notný zájem vědecké obce. V uplynulých 80-ti letech byl evidován značný nárůst vědeckých výzkumů a grantů zaměřených na definici adheze [6],[75]. V současnosti tedy již víme, že zkoumání adheze materiálů, stanovení adhezních vlastností či pouhé vyhodnocení výsledků zkoušek a posouzení způsobu porušení zkušebních vzorků, není možné bez pochopení základních principů a teorií lepení.

1.2.2. Teorie adheze

Adheze materiálů nesouvisí pouze s adhezními vlastnostmi lepeného povrchu, ale jedná se i o odolnost tohoto povrchu vůči působení mechanického zatížení [75].

Následná pevnost a životnost vzniknuvšího spoje je nejčastěji ovlivněna těmito čtyřmi základními parametry [8]:

- Adhezi lepidla k lepenému povrchu (i materiály s dobrou smáčivostí povrchu mohou být vhodné k lepení pouze při použití specifického typu spojovacího materiálu, a naopak, materiály se špatnou smáčivostí mohou být při dodržení určitých podmínek vhodné k lepení, více viz teorie smáčivosti v kapitole 1.2.2.4).
- Adhezními vlastnostmi lepených povrchů.
- Kohezi lepidla.
- A v neposlední řadě pevností lepených materiálů, neboť lepený spoj je tak silný, jak jsou odolné lepené plochy.

Hlavním předpokladem dokonalého spojení dvou lepených ploch jsou jejich ideální adhezní vlastnosti [76]. Zkoumáním fenoménu adheze se v moderních dějinách vědci zabývají již od 20. let minulého století [4], větší pozornosti se této problematice dostává od 40. let [75]. Především proto dnes můžeme využít několika teoretických modelů pro definici vazby mezi lepidlem a lepenými povrchy. Mezi tradiční patří teorie mechanická, elektrostatická, difuzní a absorpční, viz tabulka č. 2.

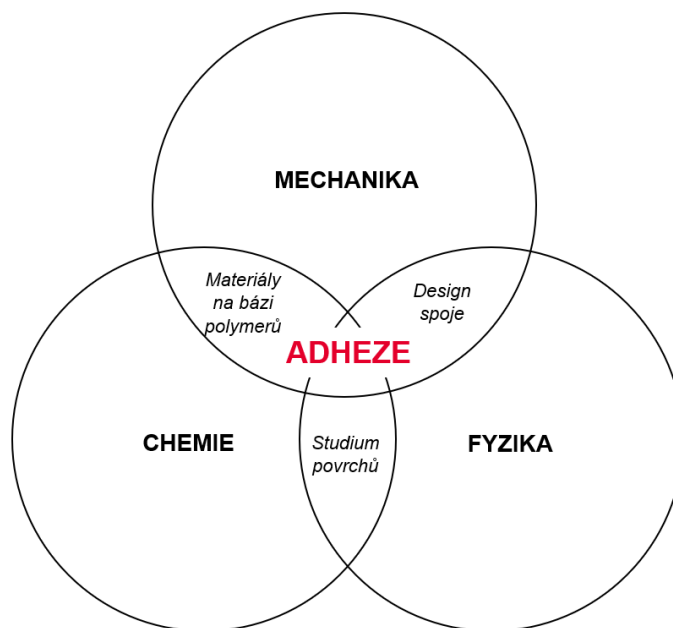
Tabulka č. 2 – Přehled základních adhezních teorií [4]

Tradiční teorie	Současné teorie	Rozsah posouzení
Mechanická	Mechanická	mikroskopický
Elektrostatická	Elektrostatická	makroskopický
Difuzní	Difuzní	molekulární
Absorpční	Smáčivosti	molekulární
	Chemická	atomární
	Weak – Boundary - Layer ¹²	molekulární
	Acid - Base ¹³	molekulární

¹² Weak – Boundary – Layer je možné volně přeložit jako slabé (nevhodné) vlastnosti okrajový (kontaktních) vrstev.

¹³ Acid – Base je možné volně přeložit jako teorii kyselého podkladu, tedy adherendu. Teorie je založena na molekulárním zkoumání chemické báze lepených povrchů.

Postupně byl počet teorií rozšířen, respektive některé metody byly s vývojem technologií a nových materiálů podrobněji rozvedeny, avšak přístup k provádění posouzení lepených ploch zůstal téměř nezměněn. Posouzení lepeného povrchu na základě použití pouze jedné teorie je nedostatečné, neboť definice adheze je založena na hledání mezioborových souvislostí, jak je zřejmé ze schématu na obrázku č. 6. Z tohoto důvodu se většinou přistupuje k posouzení adhezních vlastností lepených ploch na základě kombinace více teorií zkoumání adheze, viz tabulka č. 2, které se liší nejenom přístupem, ale i rozsahem měřítka zkoumaných jevů.



Obrázek č. 6 – Prolínání vědních oborů při studiu adheze [72]-[73]

1.2.2.1. Mechanická teorie

Jedná se o jednu ze základních teorií adheze, která byla představena již kolem roku 1925 McBainem a Hopkinsem [6]. Tato teorie je aplikovatelná převážně na porézní materiály, neboť vychází z předpokladu, že plocha každé látky je určitým způsobem zvrásněná, což umožňuje lepidlu lépe proniknout do všech mezer a nerovností. Teorie tedy lépe funguje u povrchů hrubých nebo dodatečně zdrsňených, zatímco u povrchů hladkých je samostatně nepoužitelná. Jak bylo uvedeno výše, vlastnosti spoje nejsou ovlivněny pouze adhezními vlastnostmi lepeného povrchu, ale i vlastnostmi lepidla samotného. Pro naplnění hypotézy mechanické teorie je tedy nutné použití lepidla s vysokou viskozitou. Lepidlo pronikne do všech mezer povrchu a po vytvrzení vytvoří nerozebíratelný spoj. Tato teorie, ovšem zaostává v oblasti možné nekompatibility vybraných materiálů, kdy se povrchy navzájem odpuzují.

1.2.2.2. Elektrostatická teorie

Použití této teorie není tak časté [1]-[2],[4],[6],[77], neboť vychází z předpokladu, že mezi lepenou plochou a lepidlem vznikají elektrostatické výboje. Tyto zajišťují pevný spoj, k jehož nechtěnému rozpadnutí může dojít pouze v případě depolarizace nebo násilného odtržení ploch [11]. Potenciál teorie je využíván především při lepení polymerů a plechů [77],

naopak v případě jiných materiálů jsou výsledky teorie zanedbatelné, protože mezi povrchy nevzniká dostatečně silný elektrostatický náboj.

1.2.2.3. Difuzní teorie

Tato teorie je aplikovatelná především pro materiály na bázi polymerů, neboť vychází z hypotézy, že pevnost spoje může být zvýšena vzájemnou difuzí (interdifuzí) lepené plochy a lepidla. Čím podobnější je tedy chemické složení spojovaných materiálů, tím pevnějšího spojení by mělo být dosaženo [1]-[2],[4],[6],[75]. K vzájemné difuzi materiálů většinou nedochází samovolně, ale je nutné použití pomocných prostředků.

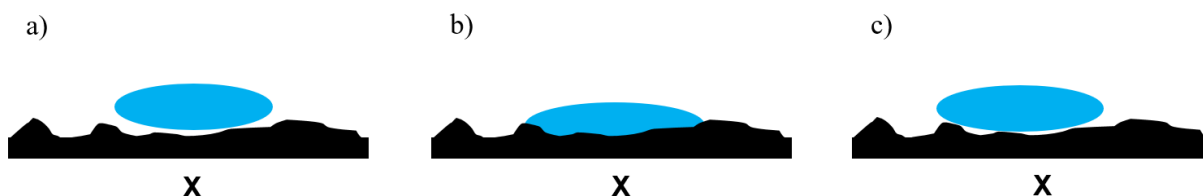
1.2.2.4. Absorpční teorie

V současné době je používáno více absorpčních teorií, viz tabulka č. 2, ale všechny vycházejí z domněnky, že základem adheze je vzájemné spolupůsobení molekul lepeného povrchu a lepidla [8].

○ Teorie smáčivosti povrchu

Hlavním předpokladem dokonalé adheze je vytvoření vazby sil, tzn. spolupůsobení lepeného povrchu a lepidla prostřednictvím vzájemného kontaktu [1]-[2],[4]. Tento proces se nazývá smáčivost povrchu, neboť lepidlo musí být schopné *smáčet* celou lepenou plochu, viz příklad na obrázku č. 7.

Na obrázku č. 7 - a) je aplikováno lepidlo a je sledováno, zda překryje plochu vyznačenou křížkem či nikoliv. Smáčivost povrchu je možné zjistit stanovením polarity povrchu, která je definována tzv. kritickou povrchovou energií nebo povrchovým napětím lepeného substrátu, které musí být větší než energie, či napětí, použitého lepidla. Smáčivost adherendu je možné zlepšit například vhodnou úpravou povrchu.



Obrázek č. 7 – Ilustrativní příklad b) dobré a c) špatné smáčivosti povrchu [6]

V současnosti již víme, že prvním krokem k dosažení dokonalé adheze je dobrá smáčivost lepeného substrátu. Avšak pevnost spoje je zajištěna vzájemným spolupůsobením molekulárních sil [1]. Jedná se o působení tzv. van der Waalových sil, teorii založené na přitažlivých a odpudivých interakcích mezi molekulami [11].

○ Chemická teorie

K vytvoření pevného spoje je nezbytné, aby došlo ke vzájemné interakci lepidla a adherendu. K této interakci dochází prostřednictvím vytvoření primárních chemických vazeb. Zatímco podle Ebnesajjada [4], se jedná o vazby kovalentní, vodíkové, Lifshitz - van der Waalovy síly a spolupůsobení kyselých bází. Dle Mittala a Pizzia [6], se může jednat pouze o působení kovalentních vazeb, jejichž síla je více jak desítnásobná. Chemická vazba mezi lepidlem a adherendem ovšem nevznikne bez existence vzájemně působících chemických skupin. U některých materiálů k vzájemnému spolupůsobení dochází přirozeně,

někdy je nutné provést úpravu lepeného povrchu, například aplikací zlepšovacího nátěru či hloubkovou impregnací povrchu, nebo volbou jiného, účinnějšího, lepidla.

Mezi nejstarší chemické teorie lepení patří tzv. Acid – Base. Podstatou této teorie je myšlenka, že každá kyselá látka může přijímat volné elektrony uvolněné lepeným substrátem, a naopak každý substrát je schopen tyto volné elektrony uvolňovat [4]. Přestože těkavost kyseliny je základním předpokladem použitelnosti této teorie, mnohdy je nutné tento jev do určité míry eliminovat pomocí akceptorů [78]. Opět se jedná o teorii použitelnou spíše u materiálů na bázi polymerů.

- Teorie špatných adhezních vlastností povrchové vrstvy

Myšlenka této teorie byla poprvé popsána Bikermanem [1]-[2],[4] a je založena na domněnce, že k porušení lepeného spoje dochází buď v důsledku špatné koheze, nebo vlivem špatných adhezních vlastností nejsvrchnější vrstvy substrátu. Tato teorie přímo souvisí se smáčivostí povrchu a lze jí rozdělit do tří stádií:

- První stádium nastává ještě před realizací lepeného spoje. Vhodným příkladem jsou kovy [1],[4], konkrétně například hliník nebo měď, které při styku se vzduchem oxidují a na jejich povrchu se vytváří tenká vrstva oxidu hlinitého nebo uhličitanu měďnatého. Tato vrstva sice povrch chrání před pokračující oxidací, ale zcela degraduje jeho adhezní vlastnosti. Z tohoto důvodu je před prováděním lepení nutné tuto vrstvu odstranit. Dalším materiálem, který vyžaduje provedení úpravy povrchu, jsou polymery (plasty), jejichž povrchová energie bývá velice nízká, ale je možné jí zvýšit vhodným způsobem úpravy.

- Druhé stádium souvisí se zráním a vytvrzováním lepidla. V průběhu této fáze na lepidlo působí okolní prostředí, které svojí agresivitou může výrazně ovlivnit vlastnosti okrajových vrstev spoje.

- Posledním stádiem je životnost lepeného spoje. V průběhu životnosti je spoj vystaven jak působení okolního prostředí, tak i vlivům například nátěrových hmot, čističů apod., které často snižují pevnost a adhezi okrajových vrstev [1].

1.3. Polemika nad vlivem vlastností lepeného povrchu na pevnost spoje

Jak již bylo řečeno výše, viz úvod do teorie adheze, na pevnost a životnost lepeného spoje má vliv zejména výběr vhodného materiálu adherendu a lepícího systému. Tato kapitola je zaměřena na stručný popis vlivu základních vlastností lepeného povrchu na pevnost spoje. Jedná se především o: mechanické vlastnosti adherendu, geometrii lepeného spoje, polaritu a smáčivost povrchu kontaktních (lepených) ploch.

1.3.1. Mechanické vlastnosti

Adherend je po dobu své životnosti, či po dobu životnosti spoje, vystaven různým způsobům namáhání, kterým musí bezpečně odolávat. Každý materiál má specifické vlastnosti jako jsou pevnost, pružnost, tuhost apod. Tyto vlastnosti jsou ovšem u mnoha materiálů ovlivňovány změnami teploty nebo vlhkosti prostředí, což vnáší do spoje sekundární napětí [68]. Lepený spoj je schopen tato napětí značně eliminovat, viz příklad na obrázku č. 5, avšak při častých změnách může dojít k jeho únavě a poškození. Je tedy nezbytné, aby mechanické vlastnosti adherendu byly zohledněny již v návrhu spoje, tím spíše pokud jsou spojovány materiály s rozdílnými vlastnostmi, více o této problematice viz kapitola Návrh zkušební metodiky.

1.3.2. Geometrie spoje

Dalším parametrem, který značně ovlivňuje pevnost spoje je vybraná geometrie. Vhodným příkladem k demonstraci tohoto tvrzení je jednoduchý přeplátovaný spoj, neboť jeho pevnost ve smyku je přímo úměrná šířce spoje. Čím širší bude spoj, tím větším silám dokáže odolávat [2]. Oproti tomu, pokud by došlo ke zvětšení délky přesahu, zvýšení pevnosti by nebylo zcela zaručeno, protože se již nejedná o přímo úměrný vztah [1]. Tento příklad také dokazuje, že rozložení sil ve spoji při zatížení není většinou zcela rovnoměrné, tak jak je demonstrováno na obrázku č. 5, a proto není vhodné na základě výsledků jednoho typu geometrie, odhadovat způsob porušení jiného návrhu spoje. Každý spoj by měl být navržen a posouzen pro specifický způsob aplikace lepidla.

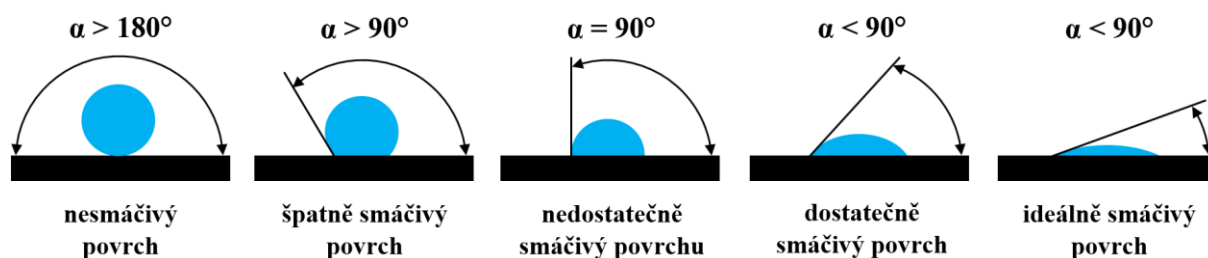
1.3.3. Polarita povrchu kontaktních ploch

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.2.2.4, kritická povrchová energie nebo povrchové napětí ovlivňují potenciál lepení vybraného adherendu. Tato vlastnost se nazývá polarita povrchu látek. Čím vyšší je hodnota povrchového napětí, tím polárnější je daný povrch. Proto platí, že pro provedení lepeného spoje je vhodné použít lepidlo s nižší polaritou, než má adherend. V takovém případě dojde ke smožení kontaktní plochy adherendu. V některých případech, především u plastů, je nutné jejich polaritu zvýšit úpravou lepené plochy [75], viz následující kapitola.

1.3.4. Čistota a smáčivost kontaktních ploch

Jedním ze základních parametrů, který má podstatný vliv na pevnost a životnost lepeného spoje jsou vlastnosti lepeného povrchu. Především příprava kontaktní plochy před samotným lepením je zásadní pro vytvoření pevného spoje. V ideálním případě by se mezi vrstvou lepidla a kontaktní plochou neměly nacházet žádné jiné vrstvy, jako jsou například nátěry, barvy, silikonové povlaky nebo zoxidované vrstvy [3],[23],[79]. Pokud se na kontaktních plochách nacházejí reziduální vrstvy, tyto je nutné odstranit a povrch vyčistit.

Ke kontrole čistoty lepeného povrchu adherendu může posloužit jednoduchá zkouška smáčivosti a změření kontaktního úhlu. Čím menší kontaktní úhel je možné pozorovat, tím lepší je smáčivost povrchu [3],[80],[82]-[83], viz ilustrativní příklad na obrázku č. 8.



Obrázek č. 8 – Základní stupně smáčivosti povrchu dle hodnoty úhlu smáčení α [2],[4]-[8]

1.4. Polemika nad vlivem vlastností lepidla na pevnost spoje

Mezi základní parametry majícími vliv na pevnost a životnost lepeného spoje patří vedle volby vhodného materiálu adherendu adhezivní a kohezivní vlastnosti lepidla samotného. Při výběru lepidla či lepicího systému je nutné zvážit především vhodnost pro konkrétní aplikaci. Na výběr může mít vliv také viskozita, homogenita a tloušťka aplikované vrstvy lepidla.

1.4.1. Výběr vhodného lepidla

Jedním ze základních předpokladů pevného a trvanlivého spoje je výběr vhodného lepidla. V současné době se na trhu nachází nepřehledné množství produktů, což správný výběr značně ztěžuje. Další komplikací může být i skutečnost, že jeden produkt je mnohdy, dle informací poskytnutých výrobcem, možné použít ke spojování různých druhů materiálů s odlišnými materiálovými charakteristikami, a tudíž jej lze klasifikovat několika různými způsoby, viz tabulka č. 3.

Tabulka č. 3 – Nejčastější způsoby a kritéria dělení lepidel [1]-[2],[69]

Oblast zájmu	Příklad kritéria dělení	Zástupce
Chemická báze	Přírodní báze – organická Přírodní báze – anorganická Syntetická báze	škrob, klíž aj. sádra, cement, vodní sklo aj. epoxidová pryskyřice, polyuretan, akrylát aj.
Chemická struktura a skupenství	Jednosložkové nebo vícenosložkové (kapalné, pevné – resp. semikapalné)	lepidla epoxidová, polyuretanová (jednosložková nebo vícenosložková), silikonová, fenolformaldehydová,
Funkce	Lepení dřeva, lepení kovů, universální lepidla pro lepení různých materiálů, lepidla do vlhkého prostředí, lepidla vhodná do agresivního prostředí apod.	chloroprenová, kaučuková (z přírodního nebo syntetického kaučuku), škrobová, kaseinová, klišová (glutinová), vodní sklo, akrylátová, polyamidy aj.
Způsob vytvrzování	Anaerobní Vzdušnou vlhkostí UV zářením Teplem Aktivátory aj.	
Speciální požadavky	Vysokopevnostní Vedoucí teplo nebo elektřinu Odolné vůči působení vysokých teplot Rychleschnoucí aj.	

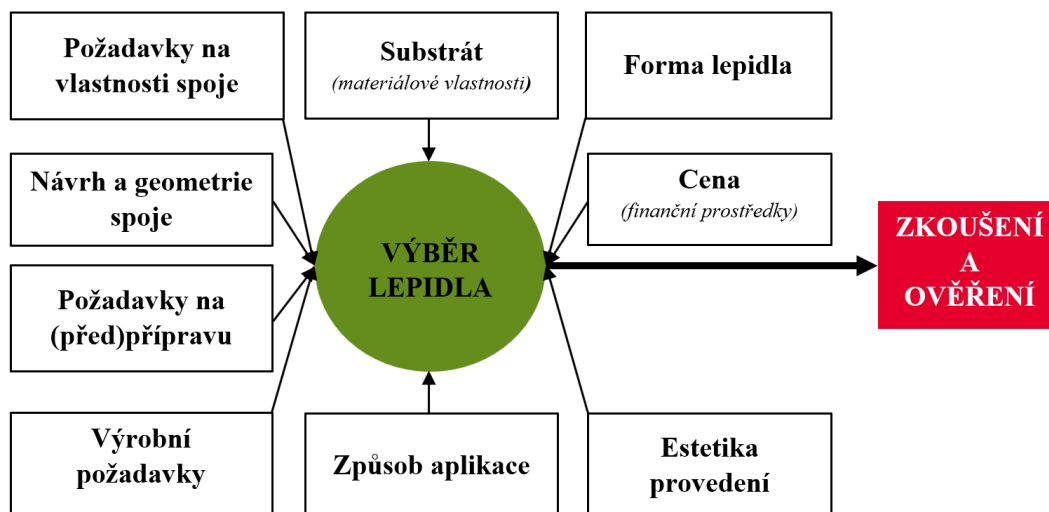
Nejrozšířenějším způsobem rozlišování druhu lepidla je dělení dle typu jeho chemické báze, kdy dochází k základnímu rozdělení na lepidla na přírodní a syntetické bázi. Dále je ovšem možné, lepidla dělit také dle jejich skupenství, jejich funkce nebo způsobu vytvrzování. Někteří autoři dokonce přistupují ke značně podrobnějšímu dělení, a to například dle chemické podstaty či fyzikálních vlastností lepených povrchů, nebo dle požadavků na kvalitu spoje či technologii nanášení přípravku [75]. V tabulce č. 3 je uvedeno několik možných variant klasifikace lepidel s výčtem zástupců, jež je možné alternativně použít.

Při výběru lepidla je tedy vhodné postupovat dle určitých obecných pravidel, která mohou výběr značně zjednodušit a zkrátit, jejich stručný výčet je patrný z diagramu na obrázku č. 8.

Klíčové faktory, jež je nutné zvážit jsou především [2],[75]:

- Požadavky na vlastnosti spoje – způsob zatížení spoje, předpokládaná velikost působícího zatížení nebo jeho intenzita, tzn. zda se jedná o zatížení konstantní nebo nárazové; dále také prostředí, v němž se spoj nachází, speciální požadavky jako jsou například vodivost či požadavky na omezení smrštění, odolnost apod.;
- Design (geometrie) spoje;

- Materiálové charakteristiky adherendu (substrátu);
- Požadavek na formu (skupenství) lepidla;
- Požadavky na přípravu lepeného povrchu a způsob aplikace lepidla;
- Výrobní požadavky a omezení – jako jsou například doba vytvrzování, stárnutí či stálost okolního prostředí;
- Estetická kritéria;
- Cena, resp. dostupné prostředky;



Obrázek č. 9 – Základní faktory ovlivňující výběr vhodného lepidla [2]

1.4.1.1. Fasádní montážní systémy

Existuje množství lepidel vyráběných různými výrobci, která mohou být potenciálně použita pro konstrukční fasádní spoje. Snad nejnáměššími jsou silikonové tmely, které se nejčastěji používají, je-li třeba vytvořit pružný konstrukční spoj mezi sklem a hliníkem nebo ocelí, nebo mezi sklem a sklem [81]. Ve srovnání s jinými typy lepidel bylo chování silikonů a porozumění změnám jejich mechanických vlastností, či životnosti v důsledku stárnutí již dobře zdokumentováno v několika technických normách a kódech [82],[84]. Konstrukční silikonové spoje jsou relativně silné (tlusté) a pružné, což jim umožňuje přizpůsobit se rozdílnému teplotnímu namáhání mezi sklem a kovem. Nicméně s pevností v tahu pohybující se v rozmezí 0,8 až 1,8 MPa [85] nejsou konstrukční silikony vhodné pro přenos vyššího zatížení ve smyku požadovaného u jiných typů materiálů, např. u keramických a kompozitních obkladů. V současné době jsou proto v této oblasti používána konstrukční lepidla na bázi polymerů. Konkrétně se jedná o polyuretany a modifikované polymery, které disponují podobnými tahovými vlastnostmi jako silikony, avšak při dosažení podstatně vyšších zatížení.

o Polyuretanová lepidla

Skupina polyuretanových lepidel je vyrobena z uretanových polymerů s chemickou látkou z diisokyanátové nebo isokyanátové skupiny [26],[86]. Polyuretanová lepidla jsou pružná, s mimořádnými elastickými vlastnostmi, s průměrným prodloužením při porušení až okolo 600% [1]-[3],[5],[7],[87]-[88]. Stejně jako epoxidová lepidla i polyuretanová lepidla existují v podobě tuhé. Tato lepidla se vyznačují velice vysokou odolností proti poškození, až kolem 25 MPa [88].

Polyuretanová lepidla je možné dělit do tří základních skupin:

- Dvoukomponentní;
- Jednokomponentní vytvrzující teplem (tuhá lepidla);
- Jednokomponentní vytvrzující vzdušnou vlhkostí (pružná lepidla); [88]-[89]

Poslední jmenovaná skupina lepidel je také používána v oblasti fasádních spojů. Při dobré smáčivosti povrchu lepidlo proniká až do pórů adherendu, kde může reagovat s vlhkostí a vytváří velice silný nerozebíratelný spoj.

- Modifikovaná silanová lepidla

Modifikovaná silanová lepidla (dále v textu MS polymery) byla vyvinuta v Japonsku na přelomu 70. a 80. let 20. století [90]. Jedná se o tzv. hybridní jednosložková nebo dvousložková lepidla vytvrzující vzdušnou vlhkostí, jež se svými materiálovými charakteristikami blíží lepidlům polyuretanovým. Na rozdíl od polyuretanů ovšem neobsahují isokyanátovou složku a v průběhu jejich vyztváření se neuvolňuje oxid uhličitý či jiný prchavý plyn. Z tohoto důvodu jsou často označovány jako ekologická varianta [91]-[92]. MS polymery kombinují kladné vlastnosti polyuretanů a silikonů, proto v současnosti také tyto dvě alternativy stále častěji nahrazují. Dle mnoha výrobců jsou odolnější vůči UV záření, působení vysokých teplot a nevyžadují náročné úpravy lepených povrchů, na rozdíl od polyuretanových lepidel.

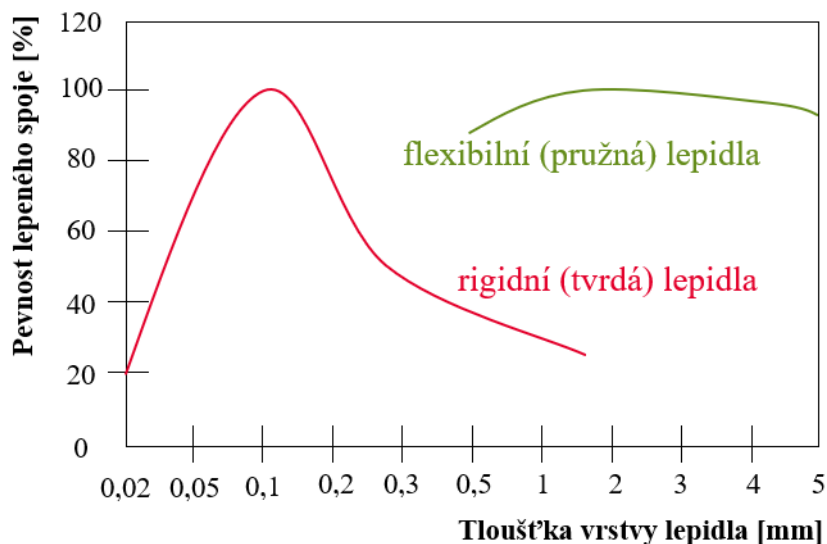
1.4.2. Viskozita a homogenita lepidla

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, ve fázi výběru lepidla či lepicího systému je již důležité vědět, jaký bude účel lepeného spoje a kde se bude nacházet. Jedná se o aspekty, jež mají vliv na výběr vhodného materiálu, a především na vhodnost použití v dané oblasti. Tato může být ovlivněna především viskozitou a homogenitou vybraného produktu [1]. Viskozita lepidla má vliv na snadnost aplikovatelnosti. Čím viskóznější je použité lepidlo, tím hůře je rozšiřitelné. V takových případech může docházet ke špatnému smáčení povrchu kontaktní plochy. Ke změně viskozity lepidla může dojít i vlivem stárnutí či špatného skladování [23],[93]-[94]. Současně s viskozitou lepidla je důležitá i jeho homogenita a soudržnost. Problematická jsou především lepidla vícesložková, kdy často dochází k nedokonalému smočení povrchu vlivem nevhodně namíchaného poměru jednotlivých složek.

1.4.3. Tloušťka vrstvy lepidla

Je všeobecně známo [1]-[3],[5],[95]-[101], že vlastnosti vybraného lepidla jsou velmi důležité pro stanovení optimální tloušťky jeho vrstvy. Mocnost vrstvy má podstatný vliv na výsledné mechanické vlastnosti lepeného spoje, tj. pevnost, odolnost, životnost apod. Převážná většina vědeckých prací a studií se shoduje, že mezi pevností spoje a tloušťkou vrstvy lepidla existuje přímá úměra a to taková, kdy pevnost spoje úměrně stoupá se zmenšující se tloušťkou aplikované vrstvy.

V současné době však zkušenosti ukazují, že toto pravidlo platí pouze pro lepidla rigidní, jejichž tloušťka se nejčastěji pohybuje v rozmezí 0,05 – 0,5 mm. Tvárná lepidla, která jsou elastická (flexibilní) a více poddajná, se chovají zcela odlišně. Pro dosažení požadovaných pevností je ovšem nutné aplikovat diametrálně odlišnou tloušťku vrstvy, ta se nejčastěji pohybuje v rozmezí od 0,5 – 5 mm. Z pracovního diagramu na obrázku č. 10 je patrné, jak podstatný je vliv tloušťky vrstvy lepidla jednoduchého přelátovaného spoje na dosažení maximální pevnosti ve smyku.



Obrázek č. 10 – Vliv tloušťky vrstvy rigidního a flexibilního lepidla na pevnost spoje ve smyku [68],[102]

Na základě těchto znalostí je v neposlední řadě vždy důležité přihlídnout k doporučením, jež uvádějí výrobci konkrétních lepidel či lepicích systémů, neboť i malé odchýlení může znamenat snížení pevnosti až o 50 % [102].

1.5. Základní výhody a nevýhody lepených spojů

V předchozích kapitolách byly popsány základní parametry, které je důležité zohlednit, je-li uvažováno o aplikaci lepeného spoje. Předložené informace snad také v dostatečné podrobnosti demonstrovaly výhody, jež lepené spoje nabízejí.

Obsahem této kapitoly je tedy sumarizace jak několika zásadních předností, tak i nevýhod lepených spojů. Klady a zápory lepených spojů se odvíjejí především od vlastností použitých materiálů, z nichž některé již byly zmíněny či popsány v předchozích kapitolách.

1.5.1. Výhody lepených spojů [1]-[3],[6],[23],[68]

- + Ideální poměr síly (pevnosti)/váhy;
- + Rovnoměrné rozložení napětí ve spoji bez výskytu lokálních koncentrací (viz příklad na obrázku č. 5);
- + Spojování materiálů různé tloušťky s rozdílnými materiálovými charakteristikami – eliminace napětí vznikajících rozdílnou délkovou roztažností;
- + Předcházení a minimalizace vzniku elektrochemické (galvanické) koroze mezi rozdílnými materiály;
- + Vysoká únavová odolnost při periodickém (cyklickém) zatěžování;
- + Esteticky atraktivní spoje – čisté, skryté či s jemnými konturami apod.;
- + Realizace spoje v různých prostředích – ve vodě, vlhká nebo nadměrně suchá prostředí apod.;
- + Absorpce a redukce vibrací;
- + Rychlejší a/nebo levnější varianta než mechanické spoje – možnost simultánní aplikace, snížení váhy konstrukce, nižší spotřeba energie při instalaci, zabraňují korozi, zlepšují akustické vlastnosti apod.;

- + Eliminace možnosti vzniku tepelných mostů či zamezení elektrické vodivosti – izolují (je možné použít i produkty, které naopak umožňují vedení elektřiny);
- + Víceúčelové použití:
Některé druhy lepidel, konkrétně lepidla elastická, mohou plnit i funkci tmelů - tzn. slouží k vyplnění spár a mezer, což umožňuje vytvoření těsného spoje, který zamezí prostupu kapalin či plynů (je možné použít i produkty, jež jsou odolné vůči chemikáliím). U některých technologických procesů je vyžadováno dodatečné zatmelení, v případě použití lepeného spoje tento krok odpadá.

1.5.2. Nevýhody = limity a omezení lepených spojů [1]-[3],[6],[23],[68]

- Použití lepeného spoje je nutné ověřit pro každý jednotlivý případ;
- Nerozebíratelný spoj;
- Není možné provést vizuální kontrolu kvality provedení spoje (u transparentních materiálů je toto omezení pouze částečné);
- Vysoké nároky na čistotu lepeného povrchu a pracovního prostředí;
- Délka doby vyzrání/vytvrzení spoje;
- Povětšinou malý rozptyl provozní teploty, tj. nízká teplotní odolnost – nutné použití speciálních lepidel, často z vyšší cenové kategorie;
- Náchylné k odlupování = odlepování;
- Životnost spoje je úměrná vlivu stupně agresivity okolního prostředí, návrhu, kvalitě provedení a následné pravidelnosti údržby, tzn. nevhodně zvolený čistící postup či prostředek může značně degradovat vlastnosti spoje;
- Lepidla na přírodní bázi jsou náchylná k napadení bakteriemi, plísněmi, hlodavci nebo hmyzem;
- Znečištění životního prostředí vlastní výrobou lepidel.

1.6. Zkoušení lepených spojů

Lepení je oblíbenou alternativou mechanického spojování a jeho přednosti a limity byly nastíněny v předchozích kapitolách. Vysokopevnostní lepicí/montážní systémy umožňují realizaci efektivních konstrukčních spojů, a přestože od certifikace a instalace prvního fasádního systému s lepeným kotvením uběhlo již několik dekad [103], ani dnes se nejedná o problematiku, která by byla řádně zakotvena v technických normách [81],[104]-[105], či v povědomí architektů, projektantů nebo zhotovitelů.

Hlavními důvody jsou především pochybnosti týkající se použitelnosti, životnosti a únosnosti lepených spojů v souvislosti s volbou materiálu fasádního obkladu. Nedůvěra v tuto technologii také pramení z již zmíněného nedostatku informací v normativních ustanoveních. Přestože má používání lepidel ve stavebnictví dlouholetou tradici [93]-[94],[103], pro technologii lepení fasádního obkladu doposud nebyla vydána žádná technická norma či normativní upřesnění, které by usnadnilo její rozšíření do širšího povědomí. Vhodným příkladem kontrastního přístupu je oblast strojírenského průmyslu, kde je lepení hojně využíváno například v leteckém a automobilovém průmyslu. Zkušební postupy pro automobilový průmysl jsou proto velice často aplikovány i v oblasti stavebního zkušebnictví.

1.6.1. Stručný přehled zkušebních metod

Stejně jako používání materiálů ze dřeva a na bázi dřeva, i aplikace konstrukčních lepidel v současnosti prožívá strmý nárůst. Ačkoliv stavební průmysl není největším odběratelem, uplatnění lepidel a lepicích systémů v tomto odvětví zaujímá poměrně značnou část. Lepidla, resp. lepené spoje, reprezentují snadnou možnost spojení dvou zcela odlišných materiálů a současně umožňují snížení hmotnosti fasádního opláštění. V mnoha případech je právě váha stavební konstrukce, nebo její části, limitujícím faktorem. Širší využívání lepených spojů ve stavebnictví je omezeno značnou liknavostí v oblasti prezentování základních pravidel návrhu v noremních ustanoveních, která by vhodně reprezentovala fyzikálně - mechanické vlastnosti lepidel pro tuto oblast využití.

Problémem širšího využití lepených spojů v oblasti fasádních obkladů by mohla být i skutečnost, že každý materiál má jiné adhezní vlastnosti, které ovlivňují kvalitu a pevnost lepeného spoje. Zatímco výrobci deklarují pevnost lepidla, nikdo neuvádí, jakou pevnost bude mít samotný spoj vybrané lepené sestavy. Velké množství obkladových materiálů na trhu tuto možnost ovšem značně komplikuje. Nabídnout lepicí systém, který by vyhovoval adhezním vlastnostem konkrétního typu materiálu je tak z dnešního pohledu nereálné. Příhodným příkladem je stále populárnější kompozit dřeva a plastu, tzv. dřevoplast (dále v textu také WPC). Zatímco před 10 lety byla nabídka tohoto materiálu značně omezená, dnes je situace zcela opačná. Nabízeny jsou WPC obklady vyrobeny z různých druhů plastů i dřevin, a také v různém poměru těchto dvou složek. Uvedené parametry mají ovšem vliv na adhezní vlastnosti a účinnost lepeného spoje. Proto před návrhem fasádního opláštění a jeho realizací je nezbytné provést řadu zkoušek. Nikoliv pouze lepidla samotného, za účelem stanovení jeho pevnosti, ale celého lepeného spoje, tak jak se například provádí ověření přídržnosti vrstev fasádní omítky [106] nebo střešní krytiny z asfaltových pásů [107]-[108]. Tento postup umožní definovat jak pevnost spoje, tak i pozorovat způsob porušení, a tedy i kompatibilitu zvolených materiálů.

Nejčastější důvody pro zkoušení lepených spojů jsou následující [1],[3]-[4],[9],[87]:

- Porovnání materiálových vlastností (tahových, smykových, odolnosti v odlupu, ohybových, rázové odolnosti, odolnosti proti štěpení (vzniku trhlin), únavové pevnosti, odolnosti vůči působení prostředí, vedení apod.);
- Monitoring kvalitativních vlastností a jejich změn v průběhu životnosti (užívání) s cílem ověřit, že pozorované atributy zůstávají neměnné;
- Potvrzení efektivnosti zvoleného typu (designu) spoje, povrchové úpravy lepené plochy nebo technologického postupu instalace;
- Odvození parametrů a proměnných, které mohou mít vliv na odlišné výsledky a chování lepených spojů (prostředí vyžívání, tloušťka vrstvy lepidla aj.).

Definovat specifické zkušební metody pro stanovení adhezních vlastností lepených spojů je stejně komplikované jako definice samotné adheze. Již v roce 1994 bylo napočítáno na tři sta vhodných zkušebních metod a postupů pro zkoušení lepidel [9]. Většinou se ovšem jednalo, a stále jedná, o variace metod klasických. Nejzákladnější užívané dělení je na metody destruktivní a nedestruktivní, kdy převážnou část užívaných postupů řadíme do první jmenované kategorie.

Nejčastějšími metodami užívanými ke stanovení fyzikálně - mechanických vlastností materiálů jsou zkoušky tahové. V takovém případě jsou zkušební vzorky vystaveny tahovému namáhání, a to v různém směru nebo pod různými úhly [1]-[3],[6],[7],[9],[87]. Tyto metody bývají statické, kdy prostřednictvím působení rovnoměrného zatížení na zkušební těleso umožňují definovat vlastnosti jako je odpor proti deformaci či deformační schopnosti zkoušeného materiálu. Tyto zkušební postupy jsou vhodné i pro stanovení vlastností lepeného spoje, avšak jak uvádí Lacombe [9], pomocí žádné z existujících zkušebních metod není možné stanovit všechny relevantní vlastnosti. Proto je nezbytné použití kombinace více zkušebních metod. Jinými slovy, návrh lepeného spoje by nikdy neměl být proveden pouze na základě výsledků jedné zkušební metody.

Základní metody vhodné pro stanovení elementárních vlastností lepených spojů jsou [1],[3],[4],[109]:

- Zkoušky tahové, jejichž podstatou je stanovení pevnosti v tahu působením centrického normálového zatížení kolmo k rovině lepeného spoje. Jedná se také o zkoušky užívané pro stanovení přídržnosti vrstev k podkladu. Tento typ metody má standardizované postupy pro různé typy materiálů, například pro lepidla na papír a lepenku¹⁴, potěrové hmoty¹⁵, vrstvy stavebních povrchů^{16,17} atd., nebo pro různé rozměry zkušebních těles a lepených spojů, například pro tupé spoje¹⁸, odolnost lepidel a adherendů proti odlupu^{19,20,21} (tzv. odlupovací zkoušky) aj.

- Zkoušky pro stanovení smykové pevnosti. Tyto zkušební metody dělíme na dvě kategorie, a to *čistý (prostý) smyk* a *jednoduchý smyk*. V prvním případě na těleso působí síla ve směru rovnoběžném se spojením i smykovou rovinou lepeného spoje (tečná síla), kdy dochází k rovnoměrné (ideální) deformaci smykové plochy. Mnohem častější je druhá kategorie, tzv. jednoduchý smyk, kdy na smykovou plochu působí tahové či jiné namáhání a na smykové ploše tak může docházet k nerovnoměrným deformacím. Nejpoužívanější je zkušební metoda jednoduchého přeplátovaného spoje, jejíž postup je definován ČSN EN 1465²². Tímto způsobem není ověřován čistý smyk, neboť napětí vznikající v mikrovrstvách může být značně vyšší než celkové průměrné napětí (ovlivňujícím faktorem je např. tloušťka vrstvy lepidla nebo tuhost adherendu).

- Ostatní zkušební metody, jako je například zkouška pro stanovení přilnavosti povlaků k lepenému povrchu vrypem²³, stanovení odolnosti proti tvorbě puchýřů, zkouška porušení

¹⁴ ČSN EN 1896: Lepidla na papír a lepenku, obalové materiály a hygienické výrobky – Stanovení pevnosti v tahu a protažení.

¹⁵ ČSN EN 13892 – 8: Zkušební metody potěrových materiálů – Část 8: Stanovení přídržnosti.

¹⁶ ČSN 73 2577: Zkouška přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu.

¹⁷ ČSN EN ISO 4624: Nátěrové hmoty – Odtrhová zkouška přilnavosti.

¹⁸ ČSN EN 15870: Lepidla – Stanovení pevnosti tupých spojů v tahu.

¹⁹ ČSN EN 28510 – 1: Lepidla – Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu – Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů.

²⁰ ČSN EN 28510 – 2: Lepidla – Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu – Část 1: Odlupování pod úhlem 180 stupňů.

²¹ ČSN EN ISO 11339: Lepidla – T-zkouška v odlupování lepených sestav z ohebných adherendů.

²² ČSN EN 1465: Lepidla – Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav.

²³ ČSN EN ISO 20502: Jemná keramika (speciální keramika, speciální technická keramika) - Stanovení přilnavosti keramických povlaků zkouškou vrypem.

slepu klínem²⁴ nebo monitoring adheze spoje pomocí tříbodové ohybové zkoušky²⁵, jsou většinou používány ve specifických případech dle požadavků konstrukčního řešení lepeného spoje.

Kromě výše zmíněného, lepené spoje musí být navrženy tak, aby dokázaly odolávat nejenom mechanickému namáhání, ale i vlivům okolního prostředí, které mají na životnost spoje zásadní vliv [81],[103],[110]-[112]. Odolnost spoje je ovlivňována celou řadou elementárních vlivů, především se však jedná o teplotu, vlhkost a vítr, tedy povětrnostní vlivy. Předpokládá-li se vystavení lepeného spoje těmto vlivům, vždy je vhodné zařadit i zkušební postupy, jež simulují tyto podmínky a teprve následně je vhodné provedení standardizovaných destruktivních měření. I v případě simulace stárnutí vlivem okolního prostředí je možné postupovat dle standardizovaných metod [113]-[115]. Tyto ovšem zohledňují a porovnávají pouze vlivy umělého stárnutí, nikoliv již vliv skutečného prostředí a klimatu. Povětšinou se jedná o metody předepisující sledování vlivu pouze jednoho či dvou parametrů, což je v reálné situaci téměř nemožné. Wolf a Machalická se shodují [110],[111], že zkušební postup, který by předepisoval kombinaci více jak dvou vlivů prostředí neexistuje, ačkoliv například kombinace vlivu vlhkosti, teploty a UV záření je zcela běžná. Z tohoto důvodu je vhodné současné standardizované postupy modifikovat dle relevantních požadavků konkrétního návrhu. Zkušební postupy, tzv. kondicionování, a destruktivní zkušební metody, jež jsem vybrala pro účely zkoušení lepeného fasádního spoje a stanovení adheze vybraných fasádních obkladů v kombinaci s lepíci systémy, jsou podrobně pospány v kapitole 4.1.2.6.

1.6.1.1. Zkoušení odolnosti konstrukce proti zatížení větrem

Jak bylo uvedeno výše, technická norma zabývající se pouze problematikou lepených fasádních systémů doposud neexistuje. Na oblast ověřování vlastností prvků vnějšího opláštění stěn je zaměřena evropská směrnice, resp. metodický pokyn, ETAG 034²⁶. Jedná se o tzv. *Guideline for European Technical Approval*, tedy o jakýsi metodický návod pro technická schvalování, zpracovaný evropskou organizací EOTA²⁷. Tato směrnice definuje parametry pro zkoušení nových systémů provětrávaných fasád. Obsahem metodiky je seznam požadavků, jež je nezbytné splnit před schválením, resp. certifikací, nového fasádního systému. Jedná se například o mechanickou odolnost a stabilitu systému, požární odolnost, hygienické a zdravotní aspekty nebo vliv na životní prostředí, bezpečnost během užívání, životnost a provozuschopnost apod. [116],[117]. Dále tento dokument, jež se skládá ze dvou částí, definuje zkušební metody, které je možné použít k ověření výše uvedených požadavků.

Pro stanovení bezpečnosti konstrukce během užívání je například nezbytné ověřit odolnost mechanického kotvení prvků konstrukce, odolnost proti seismickým otřesům, odolnost proti horizontálnímu bodovému zatížení nebo proti zatížení větrem. Seismické otřesy se na území České republiky vyskytují zcela ojediněle, proto jsem se zaměřila na problematiku odolnosti navrženého systému proti zatížení větrem.

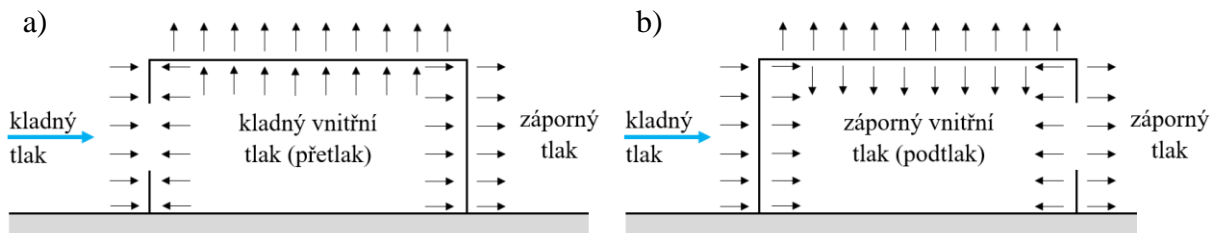
²⁴ ČSN EN 14444: Konstrukční lepidla – Kvalitativní hodnocení trvanlivosti slepených sestav – Zkouška porušení slepu klínem.

²⁵ ČSN EN 1966: Konstrukční lepidla – Charakterizace povrchu měřením adheze tříbodovou ohybovou zkouškou.

²⁶ ETAG 034 – 2012: European Technical Approval Guideline 034 – 2012 - Kits for External Wall Claddings (volně přeloženo jako: Evropský metodický pokyn pro technická schválení – Prvky vnějšího opláštění).

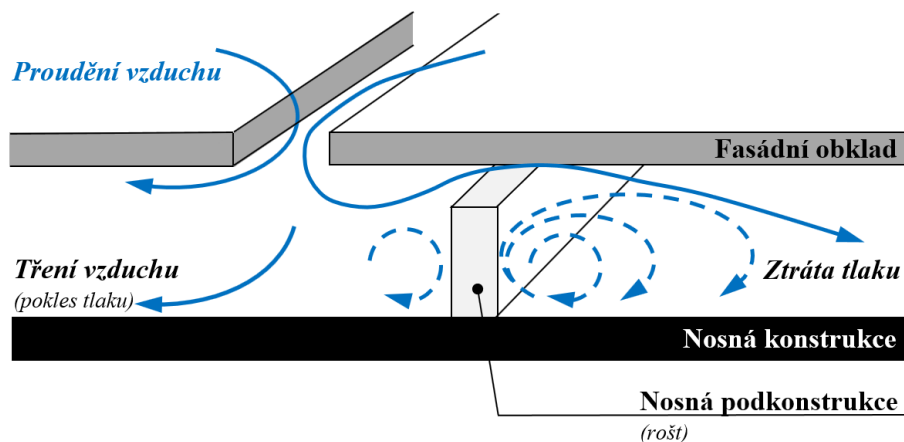
²⁷ European Organisation for Technical Approvals (Evropská organizace pro technická schválení).

Vítr je komplikovaný fenomén, a to především z důvodu jeho působení na konstrukce a situace, které z těchto střetů vznikají. S ohledem na obecný tvar staveb je možné předpokládat, že mezi nejvíce exponované části patří, kromě střech, právě fasády, viz příklad na obrázku č. 11.



Obrázek č. 11 – Působení větru na obálku budovy – rozdíl ve vznikajícím napětí v závislosti na umístění otvoru ve fasádní plášti [120]

Fasádní prvky musí odolávat vodorovnému zatížení větrem, kdy vysoké rychlosti větru mohou být příčinou značné koncentrace napětí v ploše budovy a současně i místních namáhání vznikajících v oblastech spojů a kotvení, jak je patrné z příkladu na obrázku č. 12. Horizontální zatížení větrem působící na fasádu plynule přechází mezi namáháním kladnými tlaky na namáhání tlaky negativními. Pouze samy tyto neustálé změny mohou být důsledkem deformací a případného praskání, nebo dokonce odtržení a odpadnutí, fasádního obkladu. S cílem předcházet těmto nehodám, je nutné již ve fázi návrhu, zohlednit limitní zatížení větrem, jehož výpočet je definován technickou normou ČSN EN 1991-1-4²⁸.



Obrázek č. 12 – Proudění vzduchu v provětrávané mezeře – princip ‘Gap flow resistance’ [121]

Všeobecně je možné konstatovat, že samotné zkoušení odolnosti konstrukce proti účinkům větru vždy funguje na principu kontinuálního zvyšování tlaku, který je na konstrukci vyvíjen. Záporného tlaku v případě zkoušky sáním (podtlak) a kladného tlaku v případě zkoušky tlakové. Princip obou zkoušek je obdobný, nicméně působení tlaku na zkušební těleso je v opačném směru. Nejedná se o nikterak složité zkušební metody, avšak k jejich provedení je nezbytné komplikované zkušební zařízení, které umožňuje regulaci tlaku a v některých případech i hermetické uzavření zkušební komory v komoře [116],[118],[119]. V současnosti bývá velice často pro zkoušení odolnosti konstrukcí proti působení větru využíváno tzv. aerodynamického či větrného tunelu [122]-[131]. Zkušební tělesa v požadovaném měřítku jsou umístěna do centra komory tubulárního tvaru umožňující sledovat a zaznamenávat vliv

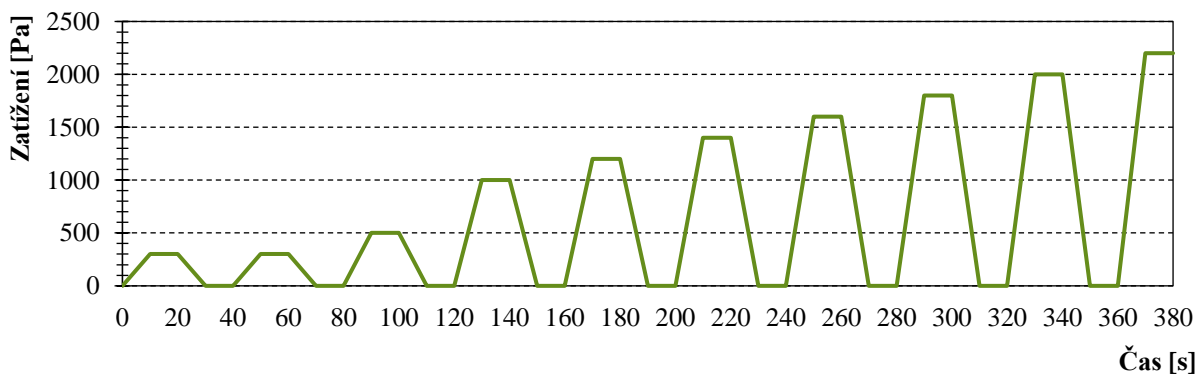
²⁸ ČSN EN 1991-1-4 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem.

aerodynamických jevů a vznikající interakce proudění vzduchu s pevnými objekty. Jak uvádí Gerhard [121], na výstupech této metody jsou založeny i standardizované výpočetní postupy v technických normách. Dalším, dnes již také zcela běžným zkušebním postupem, který je popsán i ve výše uvedené evropské metodice, je metoda známa pod několika názvy:

- Zkouška sání větru [116],[118],[132]-[136];
- Vztlaková zkouška²⁹ [137], jež je používána spíše pro stanovení odolnosti vrstev střešního pláště;
- Metoda zatěžování vakuováním [138]-[141];

Ve všech případech působí na zkušební vzorek rovnoměrně rozložené zatížení a vhodně tak substituuje skutečné chování větru.

Problematické ověřování odolnosti provětrávané fasády vůči účinkům větru zkouškou sání se věnuje bod 5. 4. 1 první části směrnice ETAG 034. Převážná část kapitoly je věnována vysvětlení zkušebních postupů pro testování sání větru, tedy tzv. negativních tlaků, jež mají v porovnání s tlaky kladnými podstatnější vliv na odolnost fasádních spojů [121],[133],[141],[142]. Zkušební těleso musí být umístěno do pevné komory s možností hermetického uzavření. Zatěžování zkušební vzorku probíhá dle postupu uvedeného na obrázku č. 13, v postupných krocích s úplným odlehčením po každém stupni, kdy se zjišťují trvalé deformace odečtem z měřícího zařízení. Na počátku je zkušební prvek dvakrát zatížen na hodnotu 300 Pa (tj. 30 kg/m²), dále jedenkrát na 500 Pa a poté na 1000 Pa. Další postup pokračuje s přírůstkem zatěžování po 200 Pa do doby projevení významných nevratných deformací, přičemž na každé úrovni je třeba po stabilizaci deformací prvku udržovat konstantní zatížení po dobu nejméně 10 s. Zatížení narůstá v postupných krocích do té doby, než se po odtížení projeví předem definovaná trvalá deformace, jedná se o limitní hodnotu pro ověření použitelnosti systému. Hodnota trvalé deformace se liší dle použitých materiálů a je definována například na základě výsledků laboratorních zkoušek prováděných na vzorcích menších rozměrů.



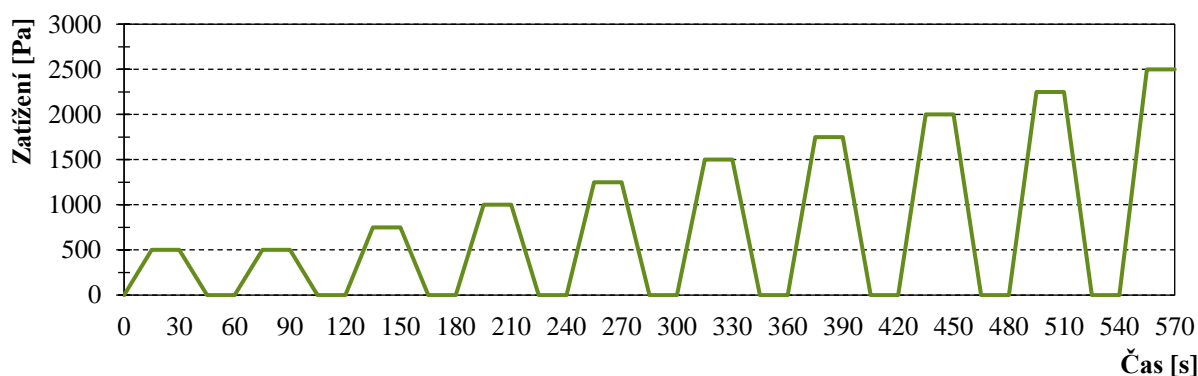
Obrázek č. 13 – Kroky zatěžování dle ETAG 034 [116]

Problematickou zkoušení odolnosti lehkého obvodového pláště proti zatížení větrem se zabývá také česká technická norma ČSN EN 12179³⁰, která je upřesněna normami

²⁹ Vztlaková zkouška je známa spíše jako ‚Wind uplift resistance‘ a je používána především pro stanovení přídržnosti jednotlivých vrstev střešního pláště.

³⁰ ČSN EN 12179: Lehké obvodové pláště – Odolnost proti zatížení větrem – Zkušební metoda

ČSN EN 13830³¹ a ČSN EN 13116³². Podstata zkoušky opět spočívá v aplikaci sledu zkušebních tlaků, kladných nebo záporných, s měřením změny polohy stavebního prvku při zatížení. V úvodu se aplikují tři rázy tlaku vzduchu, jež se buď rovnají 50 % návrhového zatížení větrem nebo 500 Pa, vždy se aplikuje vyšší úroveň zatížení [118]. Požadované úrovně tlaku nesmí být dosaženo dříve než za 1 s a hladina tlaku musí být udržována min. po dobu 15 s. Vždy se zkouší alespoň 4 stupně zatížení, například dle kroků definovaných na obrázku č. 14. Zkušební segment musí být dostatečně tuhý, aby odolal deklarovaným zatížením s ohledem na jeho provozuschopnost [143]. Konstrukce musí bezpečně přenést deklarovaná zatížení větrem na stavební konstrukci přes kotvení určené pro tyto účely, tj. v tomto případě přes lepený spoj.



Obrázek č. 14 – Kroky zatěžování dle ČSN EN 12179 [118]

³¹ ČSN EN 13830 ed. 2: Lehké obvodové pláště – Norma výrobku

³² ČSN EN 13116: Lehké obvodové pláště – Odolnost proti zatížení větrem – Funkční požadavky

2. CÍL PRÁCE

Lepené spoje se staly v mnoha odvětvích průmyslu oblíbenou alternativou tradičně užívaných mechanických spojů. Oblast stavebnictví nevyjímá. Vysokopevnostní pružné lepicí/montážní systémy umožňují realizaci efektivních konstrukčních spojů a nabízejí řešení s rovnoměrným rozložením napětí, což dovoluje přenos i velkých zatížení. Současně umožňují snížení hmotnosti celé konstrukce, s čímž mnohdy souvisí i značné snížení finančních nákladů. Polymerová povaha používaných lepidel také do jisté míry zajišťuje tlumení vibrací a nárazů, které ovlivňují životnost a únavovou pevnost spojů. Mezi další výhody patří i vysoká flexibilita lepených spojů, jež umožňuje eliminaci deformací vznikajících při spojování materiálů s rozdílnou teplotní nebo vlhkostní roztažností.

Právě tyto vlastnosti, dle mého názoru, lepené spoje přímo předurčují k upevnění fasádního obkladu. I přes nesporné výhody lepených spojů, oblasti fasádních lepených spojů byla doposud věnována velice malá pozornost. Od certifikace a instalace prvního fasádního systému s lepeným kotvením uběhly již dvě dekády, první realizace byla provedena v roce 1997 v Německu, a ani dnes se nejedná o řešení, které by bylo řádně zakotveno v technických normách, či v povědomí architektů, projektantů nebo zhotovitelů. Domnívám se, že nedůvěra v tuto technologii pramení právě z nedostatku informací, ať už v normativních ustanoveních nebo v odborné literatuře. Tyto skutečnosti zavádějí příčinu ke vzniku pochybností souvisejících s použitelností, životností či únosností lepených spojů v kombinaci s vybraným materiálem fasádního obkladu. Spektrum v současné době na trhu dostupných fasádních obkladů, tuto situaci nijak neusnadňuje. S nadsázkou je možné konstatovat, že téměř každý den je na trh uveden nový materiál s odlišnými fyzikálně - mechanickými vlastnostmi. Avšak i malý rozdíl materiálových charakteristik může diametrálně ovlivnit adhezní vlastnosti lepených povrchů, které jsou podstatou funkčnosti celého systému. V současnosti je pozornost stále více upínána k materiálům, při jejichž výrobě jsou využívány obnovitelné zdroje nebo reziduální odpad, což také komplikuje predikci jejich vhodnosti k lepení.

Tato skutečnost definuje cíl předkládané práce. Podle mého názoru je vhodné této oblasti věnovat větší pozornost. Například sestavení jednoduché metodiky pro ověření fyzikálně – mechanických vlastností (zkoušení) lepeného fasádního spoje by přispělo k rozšíření v praxi.

Cílem experimentální části této disertační práce je definovat adhezní vlastnosti vybraných zástupců fasádních obkladů ze dřeva a na bázi dřeva pro účely aplikace lepeného spoje. **Hlavním cílem předložené práce je na základě provedených zkoušek definovat základní parametry, které ovlivňují adhezi, účinnost a kvalitu lepených fasádních spojů. Sekundárním cílem je sestavení jednoduchého metodického postupu pro zkoušení a implementaci lepených fasádních spojů.**

Hlavního cíle bude dosaženo za pomoci dat získaných z dílčích cílů, jimiž jsou:

- Návrh geometrie zkušebních vzorků;
- Návrh zkušebního zařízení pro stanovení přídržnosti lepeného spoje a stanovení okrajových podmínek zkoušení;
- Stanovení vlivu smáčivosti povrchu na adhezní vlastnosti;
- Stanovení vlivu lepicího systému na účinnost lepeného spoje;

- Stanovení vlivu materiálu fasádního obkladu na účinnost lepeného spoje;
- Stanovení vlivu umělého stárnutí (kondicionování) na účinnost lepeného spoje;
- Stanovení vlivu přirozeného stárnutí na účinnost lepeného spoje;
- Stanovení vlivu technologické nekázně při instalaci systému na účinnost lepeného spoje;
- Stanovení vlivu materiálových vlastností prvků lepené sestavy na návrh maximálních možných rozměrů fasádního obkladu;
- Stanovení odolnosti lepeného spoje proti účinkům působení větru;

V práci se prioritně zaměřuji na popis základních kroků spojených se zkoušením fasádních lepených sestav a cílených na stanovení základních materiálových charakteristik, jejichž výstupy usnadní predikci chování lepeného fasádního spoje. Práce také diskutuje některé aspekty modelování pružných spojů metodou konečných prvků za pomoci výpočetní techniky.

3. METODIKA ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem metodiky zpracování disertační práce je především vymezení základních kroků, jež usnadní dosažení definovaných cílů.

3.1. Rešerše

Zpracování přehledu dosavadního stavu poznání řešené vědní oblasti. Analýza a syntéza vybraných poznatků, jejichž výstupem je stručný úvod do současného stavu poznání řešené problematiky.

3.2. Analýza

Analýza navazuje na předchozí krok, vychází z jeho závěrů a její výstupy jsou podstatné pro experimentální část výzkumu. Především se jedná o analýzu faktorů ovlivňujících kvalitu lepených spojů a výběr vhodných zkušebních metod.

3.3. Simulace a syntéza

Jedná se o nejdůležitější kapitulu disertační práce. Přímo navazuje na poznatky současného stavu poznání řešené problematiky. Navrhuje postup řešení a prakticky implementuje zjištěná fakta.

Experimentální výzkum tvoří podstatu disertační práce a je rozdělen do tří hlavních etap:

- **ETAPA I.** – Metodika provádění laboratorních měření za účelem stanovení základních fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav z vybraných materiálů.
- **ETAPA II.** – Sestavení numerického modelu za účelem stanovení maximálního možného rozměru fasádního obkladu.
- **ETAPA III.** – Metodika ověření odolnosti lepených sestav plošným zatěžováním.

Cílem syntézy je vyhodnocení naměřených dat a jejich posouzení, porovnání výsledků s předpokládanými výstupy, stanovení závěrů zkoušek a kritické zhodnocení zvolených postupů. Vyhodnocení každé etapy je provedeno před započítáním etapy následující, neboť tato vychází z jejích závěrů.

V úvodní fázi výzkumu bude proveden výběr vstupních surovin pro vytvoření lepených sestav a vhodných standardizovaných zkušebních metod. Vzhledem k nutnosti analyzovat i vliv povětrnostních podmínek, bude zpracován návrh a optimalizace vhodného zařízení. Následně bude proveden návrh geometrie zkušebních vzorků, u kterých budou sledovány především změny adhezních vlastností a fyzikálně - mechanické charakteristiky.

Po analýze a vyhodnocení získaných výsledků adhezních a mechanických vlastností bude sestaven numerický model ve výpočetním softwaru pro stanovení velikosti fasádního obkladu. V modelu budou zohledněny jak naměřené fyzikálně - mechanické charakteristiky lepených sestav, tak i okrajové podmínky, jimž je lepený fasádní spoj v reálném prostředí vystaven. Jedná se o kombinaci zatížení vlastní vahou, vlivu teplotní a vlhkostní roztažnosti a zatížení větrem.

V závěrečné etapě bude provedeno ověření chování konstrukčních dílců lepených fasádních sestav metodou plošném zatěžování, tzv. vakuováním. Celkovým závěrem bude nejenom stanovení odolnosti lepeného segmentu vůči vyvozenému zatížení, ale i posouzení vlivu adhezních vlastností na účinnost celého lepeného systému.

3.4. Doporučení a závěr

Závěr disertační práce bude věnován kritickému zhodnocení všech etap experimentální části a definici jednoznačných závěrů, doporučení pro praktické využití a další možný vývoj, zaměření, případně i definice dílčích cílů budoucího vědeckého výzkumu v řešené problematice. V neposlední řadě bude zhodnocen přínos práce pro stavební praxi a pro akademickou obec.

4. NÁVRH ZKUŠEBNÍ METODIKY

Návrh zkušebních postupů vždy předchází samotnému experimentálnímu ověřování požadovaných vlastností. V kapitole 1.6 byla uvedena některá noremní ustanovení a zkušební postupy, jež by měly předcházet uvedení nového systému, materiálu nebo produktu na trh. V případě lepených spojů je vhodné provést hned několik typů ověření. Kromě definice fyzikálně - mechanických vlastností každého z použitých materiálů, je důležité zjistit vlastnosti celých lepených sestav. Kapitulu Návrh zkušební metodiky jsem proto rozdělila na tři hlavní etapy.

První etapa je věnována popisu metodiky pro provádění laboratorních měření a stanovení fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav vyrobených z kombinací vybraných materiálů. Závěry této části poté slouží jako podklad pro sestavení numerického modelu ve výpočetním softwaru, kterému je věnována druhá etapa. Výsledky výpočtů z numerické analýzy jsou zásadní pro zpracování třetí části zkušební metodiky. Ta je zaměřena na verifikaci těchto výpočetních postupů experimentálním výzkumem, jehož hlavním cílem je ověření chování konstrukčních dílců lepených fasádních sestav metodou plošném zatěžování, tzv. vakuováním.

Úvodem bych ráda zmínila, že významným podnětem pro zpracování této práce a pro zkoušení adhezních vlastností vybraných fasádních obkladů z materiálů na bázi dřeva byl projekt ministerstva průmyslu a obchodu vedený pod názvem FR – TI4/332: Nové technologie lepených obvodových plášťů budov s kotvícími prvky se zvýšenou odolností vůči korozi. Hlavním řešitelem byl v té době děkan Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA. Cílem tohoto projektu bylo ověření nového konstrukčního řešení pro uchycení fasádního obkladu. V rámci projektu byl důraz kladen nejenom na novost zkoušené technologie, ale především na maximální finanční úsporu zvolené aplikace při zachování stávajících požadavků na konstrukci. Projektu jsem se zúčastnila jako výzkumný pracovník, kdy mým úkolem byla výroba a testování zkušebních vzorků a následné zpracování pilotní metodiky pro praktickou aplikaci systému. V rámci projektu byly zkoušeny fasádní obklady převážně z tradičních materiálů, jako jsou například beton, keramika, plast, kov, sklo apod. Tedy z materiálů, jejichž adhezní vlastnosti již byly důkladně popsány a jejichž výroba za sebou zanechává poměrně výraznou ekologickou stopu.

Z tohoto důvodu jsem se ve své disertační práci rozhodla zaměřit pouze na zkoušení fasádních obkladů, které jsou buď vyrobeny přímo ze dřeva, nebo jsou jím ze značné části tvořeny. Přednosti dřevěných obkladů jsem nastínila v kapitole 1.1.3.1. Ze stejného důvodu jsem dřevo vybrala i jako nosný prvek fasádního obkladu. Ekologie a životní prostředí hrálo významnou roli i při výběru montážních systémů. Jak bylo zmíněno výše v kapitole 1.4.1.1, výroba a používání polyuretanových lepidel představuje především z důvodu obsahu diisokyanátové nebo isokyanátové skupiny poměrně značný ekologický hazard. Proto jsem vybrala také konstrukční lepidla na bázi modifikovaných polymerů, která tyto chemické látky neobsahují a jejich výroba je k životnímu prostředí šetrnější.

Z výše zmíněného projektu jsem do předkládané práce převzala metodiku zkoušení, kterou ovšem bylo nezbytné, s ohledem na zvolené materiály, značně modifikovat, více viz kapitola 4.1.3.

Po zpracování naměřených hodnot, které jsou výstupem etapy I., bylo nutné navrhnout model zkušebnímu objektu, na němž by mohla být provedena instalace ověřovaných montážních systémů. Za tímto účelem jsem vybrala stavbu nacházející se v Brně, v městské části Brno – Veveří. Geometrie objektu a okrajové podmínky dané lokality slouží jako vstupní parametry pro porovnání skutečných povětrnostních podmínek s vybranými metoda kondicionování a pro sestavení numerického modelu ve výpočetním programu. S pomocí modelu bude posouzena mechanická odolnost navrženého systému s využitím metody konečných prvků (dále také MKP). Výstupy budou následně použity pro experimentální ověření odolnosti typového segmentu fasády proti plošnému zatížení větrem.

4.1. ETAPA I. - Metodika stanovení fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav

Pro provedení laboratorních měření jsem na základě doporučení vybraných zkušebních metod definovala geometrii zkušebních vzorků a jejich počet. Za účelem porovnání výstupních dat prováděných zkoušek jsem zvolila různé fasádní obklady z materiálů na bázi dřeva a také různé montážní systémy.

Tuto etapu jsem rozdělila na dílčí výzkumné kroky, které jsou zaměřeny na:

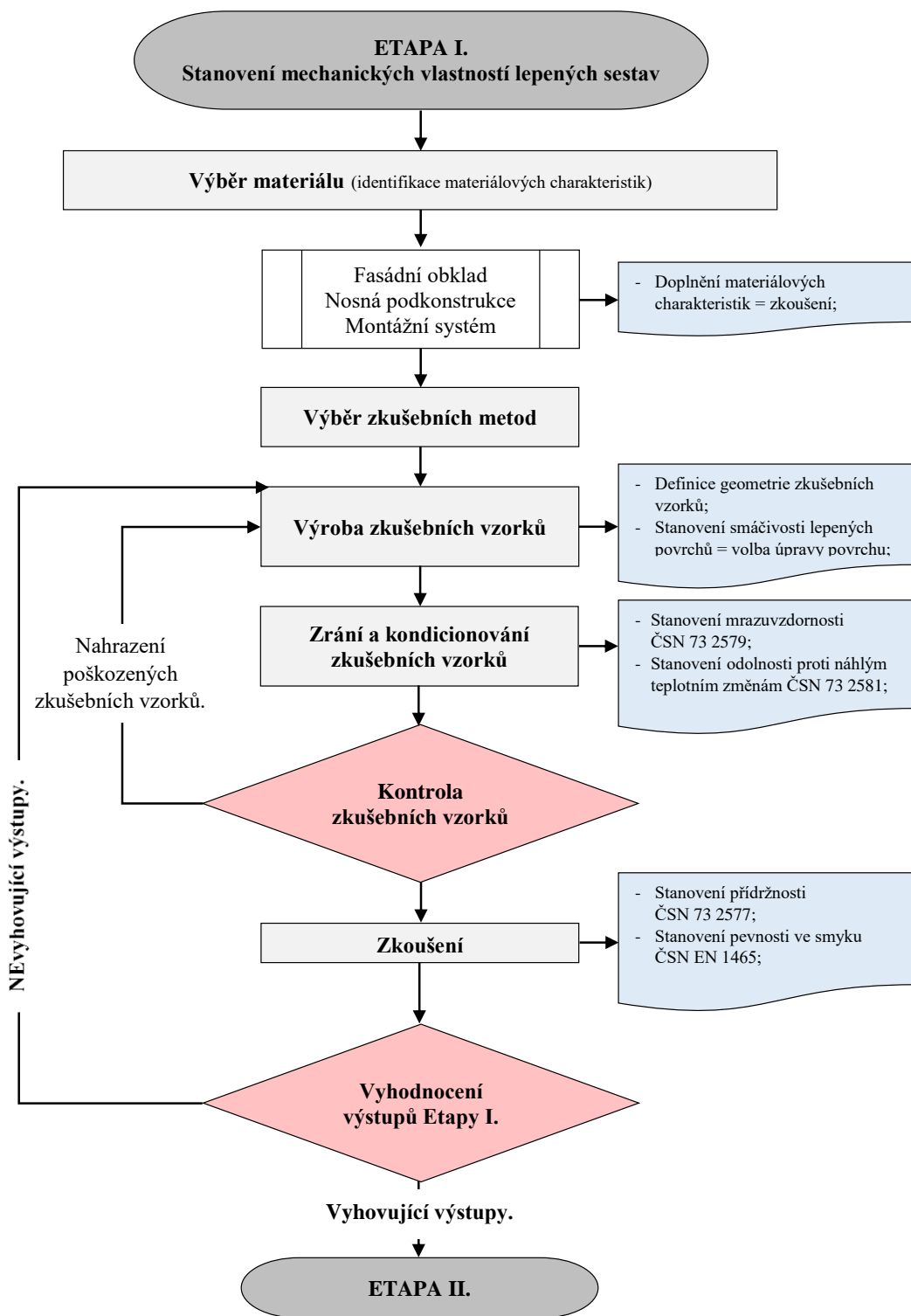
- Výběr vhodných materiálů a identifikaci základních materiálových charakteristik;
- Výběr zkušebních metod a sestavení metodického postupu;
- Návrh a výrobu zkušebních vzorků;
- Testování zkušebních vzorků;
- Vyhodnocení výsledků měření;

Již v kapitole 1.1 uvádím, že fasáda dává stavbě *tvář* a utváří její *charakter*. Proto bylo důležité již v počátku výzkumu provést výběr vhodného materiálu a definovat jeho materiálové charakteristiky. Rozumný výběr se nevztahuje pouze k volbě materiálu opláštění. Nevhodně zvolená kombinace všech materiálů fasádního systému může mít za následek významné snížení životnosti konstrukce a podstatné navýšení finančních nákladů na její průběžnou údržbu. Volba materiálů pro účely této práce byla značně zjednodušena, neboť jsem se zaměřila pouze na materiály ze dřeva a/nebo na bázi dřeva. Důraz jsem také kladla na nenáročnou údržbu fasádního obkladu.

Následujícím krokem je volba vhodných zkušebních metod, jejichž výstupy jsou relevantní pro zvolený typ konstrukce. Za účelem stanovení základních fyzikálně - mechanických vlastností vybraných lepených sestav jsem adaptovala dvě zkušební metody. Pro stanovení adheze, tedy přídržnosti jednotlivých vrstev lepené sestavy, jsem použila zkušební metodu, která je používána ke stanovení přídržnosti povrchové úpravy k podkladu [144]. Jedná se o metodu jejíž postup je definován technickou normou ČSN 73 2577. Druhou metodou, jejíž výstupy mají na návrh fasády podstatnější vliv, je zkouška stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav, jejíž postup je popsán v technické normě ČSN EN 1465 [145]. Fasády jsou v přirozeném prostředí vystaveny vlivům povětrnostních podmínek, proto jsem pozornost věnovala i výběru metod, které tyto vlivy simulují. Vybrala jsem zkoušku mrazuvzdornosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí dle ČSN 73 2579 [146] a zkoušku odolnosti povrchové úpravy

stavebních konstrukcí proti náhlým teplotním změnám dle ČSN 73 2581 [147]. Domnívám se, že vybrané metody kondicionování vhodně substituují cykly reálného prostředí.

Na základě naměřených hodnot a vyhodnocených výstupů této etapy bude proveden návrh optimální velikosti fasádního obkladu, jenž je obsahem etapy II. Kroky etapy I. jsou znázorněny ve schématickém postupu na obrázku č. 15.



Obrázek č. 15 – Kroky postupu provádění etapy I.

4.1.1. Výběr materiálu

4.1.1.1. Výběr fasádního obkladu

Na základě výše uvedené motivace jsem vybrala tři typy obkladových materiálů. Prvním zvoleným materiálem je cementotřísková deska známá pod komerčním označením Cetrís, konkrétně Cetrís Basic (dále v textu také pouze Cetrís). Jedná se o velkoformátový kompozitní fasádní obklad, který se v současné době těší značné oblibě, a také již zmíněným minimálním požadavkům na údržbu. Obklad je vyráběn v poměru 63 % dřevěných třísek, 25 % Portlandského cementu, 10 % vody a 2 % hydratačních přísad [148].

Pro účely laboratorních zkoušek jsem použila obklad tloušťky 22 mm, a to pouze z důvodu snazší manipulace se vzorky, které nebyly tak křehké, jako v případě použití menší tloušťky obkladu. Pro zkoušení odolnosti systému proti plošnému zatížení větrem, více viz kapitola 4.3, jsem již použila obklad tl. 10 mm, který je pro tento způsob aplikace doporučován výrobcem. Tento typ desky se vyrábí v základním rozměru 1 250 × 3 350 mm, jež byl upraven dle požadavků na rozměr zkušební vzorku. Základní materiálové charakteristiky Cetrís Basic jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 – Materiálové charakteristiky Cetrís Basic [148]

Vlastnost	Hodnota
Objemová hmotnost (dle výrobce)	1 150 - 1 450 kg/m ³
Objemová hmotnost ³³	1 275 kg/m ³
Modul pružnosti	6 800 N/mm ²
Pevnost v tahu za ohybu	11,5 N/mm ²
Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky	0,63 N/mm ²
Pevnost ve smyku	2,00 N/mm ²
Lineární roztažnost při změně vlhkosti vzduchu ³⁴ z 20 % na 100 %	2,88 mm/m
Koeficient délkové teplotní roztažnosti α ³⁵	$8,51 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Dalším vybraným materiálem je fasádní obklad ze sibiřského modřínu (*Larix sibirica*). Sibiřský modřín patří pro svoji vysokou odolnost (dobře odolává povětrnostním vlivům) a životnost mezi nejvyhledávanější dřeviny pro fasádní aplikace. Modřínové obklady bez povrchové úpravy se vyznačují přirozeným stárnutím a změnou barvy v průběhu času. Dřevěné fasády bez povrchové úpravy získávají působením ultrafialového záření a dalších vlivů počasí tzv. *patinu* [149],[150]. Tento efekt je velice často žádoucí, avšak lze mu předcházet aplikací speciálních olejů či vosku.

Vybrala jsem dvě varianty fasádního opláštění ze sibiřského modřínu. Jednak tradiční řešení opláštění fasádními palubkami pohledové kvality A/B, jejichž základní materiálové charakteristiky jsou uvedeny v tabulce č. 5. Jako druhou variantu ryze dřevěného obkladu jsem vybrala velkoformátové třívrstvé křížem lepené masivní desky tl. 19 mm (poměr 6:7:6), pohledové kvality B/C. Jedná se o fasádní obklad, který je často používán v Rakousku a Švýcarsku [62], v České republice sporadicky. Deska se skládá ze dvou vnějších vrstev

³³ Hodnotu objemové hmotnosti jsem u všech zkoušených obkladových materiálů stanovila experimentálně, viz kapitola 9.7.1.

³⁴ Hodnotu lineární roztažnosti při změně vlhkosti vzduchu jsem u všech zkoušených obkladových materiálů stanovila experimentálně, viz kapitola 9.7.2.

³⁵ Hodnotu koeficientu délkové teplotní roztažnosti jsem u všech zkoušených obkladových materiálů stanovila experimentálně, viz kapitola 9.7.3.

a jedné středové vrstvy s kolmým průběhem vláken k průběhu vláken svrchních vrstev. Každá vrstva desky je tvořena lamelami z masivního rostlého dřeva. Základní materiálové charakteristiky deklarované pro namáhání v rovině desky jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 5 – Materiálové charakteristiky fasádních palubek [149],[150]

Vlastnost	Hodnota
Objemová hmotnost v čerstvém stavu (tabulková hodnota)	850 kg/m ³
Objemová hmotnost při 12% vlhkosti (tabulková hodnota)	600 kg/m ³
Objemová hmotnost fasádního obkladu	573 kg/m ³
Modul pružnosti v tahu	13 800 N/mm ²
Pevnost v tahu za ohybu	N/A
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	1,5 N/mm ²
Pevnost ve smyku	10,0 – 12,0 N/mm ²
Roztažnost II s vlákny při změně vlhkosti vzduchu z 20 % na 100 %	1,1 mm/m
Roztažnost \perp k vláknům při změně vlhkosti vzduchu z 20 % na 100 %	15,9 mm/m
Koeficient délkové teplotní roztažnosti II s vlákny α	$4,47 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Koeficient délkové teplotní roztažnosti \perp k vláknům α	$23,49 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Tabulka č. 6 – Materiálové charakteristiky třívrstvé lepené desky [151]

Vlastnost	Hodnota
Objemová hmotnost	640 kg/m ³
Modul pružnosti $E_{m,0}$	7 400 N/mm ²
Modul pružnosti $E_{m,90}$	4 500 N/mm ²
Modul pružnosti ve smyku G	600 N/mm ²
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny vnějších vrstev $f_{t,0,k}$	12,9 N/mm ²
Pevnost v tahu kolmo k vláknům vnějších vrstev $f_{t,90,k}$	7,8 N/mm ²
Pevnost ve smyku	3,0 N/mm ²
Roztažnost při změně vlhkosti vzduchu z 20 % na 100 %	4,16 mm/m
Koeficient délkové teplotní roztažnosti kolmo k vláknům α	$6,61 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Posledním zkoušeným materiálem je opět zástupce kompozitů. Jedná se o kompozit dřeva a plastu, tzv. dřevoplast, který je známý pod zkratkou WPC³⁶. Dřevoplast (dále v textu také WPC) je unikátní alternativa dřevěného obkladu, která kombinuje tradiční vzhled dřeva s odolností a pružností kompozitu [3],[7],[152]. Pro účely laboratorních zkoušek jsem vybrala materiál od firmy DG Tip, spol. s r. o. o tl. 9 mm. Jednotlivé složky tohoto kompozitu jsou definovány v poměru 50 % dřevěné moučky z dřeviny topol osika (*Populus tremula*), 38 % HDPE³⁷ polymeru a 12 % přísad. Přísadami jsou stabilizátory světla, přísady zlepšující odolnost materiálu proti UV záření, přísady proti stárnutí, přípravky na spojení složek v hmotě a barevné pigmenty [154]. Základní materiálové charakteristiky jsou uvedeny v tabulce č. 7.

³⁶ WPC je zkratka anglického slovního spojení *Wood Plastic Composite*.

³⁷ HDPE je zkratka anglického slovního spojení *High Density Polyethylene*, což je polyetylen s vysokou hustotou [153].

Tabulka č. 7 – Materiálové charakteristiky dřevoplastu [154]

Vlastnost	Hodnota
Objemová hmotnost	1 250 kg/m ³
Modul pružnosti	5 500 N/mm ²
Pevnost v tahu za ohybu	15,0 – 17,0 N/mm ²
Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky	N/A
Pevnost ve smyku	2,00 N/mm ²
Roztažnost při změně vlhkosti vzduchu z 20 % na 100 %	1,6 mm/m
Koeficient délkové teplotní roztažnosti α	$12,9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

○ Doplnění chybějících materiálových charakteristik

U všech vybraných fasádních obkladů, vyjma velkoformátových desek Cetris, výrobce neuváděl informace o vlivu vlhkosti na fyzikálně - mechanické vlastnosti materiálu. Hodnota roztažnost při změně vlhkosti vzduchu z 20 % na 100 %, koeficient délkové teplotní roztažnosti α a objemová hmotnost jsou ovšem parametry nezbytné pro sestavení numerického modelu, proto bylo nutné jejich doplnění. Stručný popis postupu stanovení těchto charakteristik je uveden v kapitole 9.7.

4.1.1.2. Výběr materiálu nosné podkonstrukce

Stejně jako v případě volby obkladového materiálu i při výběru nosné podkonstrukce fasády jsem kladla důraz na použití přírodního materiálu vhodného k tomuto účelu. Vybrala jsem konstrukční hranoly KVH ze smrkového dřeva. Všechny použité hranoly byly třídy pevnosti C24, která je dle Kuklíka a kol. [62] vhodná pro fasádní rošty. Základní materiálové charakteristiky jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8 – Materiálové charakteristiky nosné podkonstrukce [155]

Vlastnost	Hodnota
Objemová hmotnost	410 kg/m ³
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny za ohybu	7,4 – 11,0 kN/mm ²
Modul pružnosti kolmo k vláknům	370 N/mm ²
Pevnost v tahu kolmo k vláknům v radiálním směru	0,4 N/mm ²
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	14,0 – 21,0 N/mm ²
Pevnost ve smyku	4,0 N/mm ²
Roztažnost při změně vlhkosti vzduchu z 20 % na 100 %	0,5 mm/m
Koeficient délkové teplotní roztažnosti II s vlákny α	$5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

4.1.1.3. Výběr montážního systému

Při volbě montážního systému byla jedním z hlavních kritérií nenáročnost jeho aplikace. Proto jsem vybrala pouze systémy s jednosložkovým lepidlem. Tímto způsobem jsem vyloučila nutnost míchání hmoty dle daného poměru a eliminovala možnost pochybení při realizaci. Každý ze zvolených montážních systémů sestává z několika komponent, které společně zaručují jeho účinnost. Prvky montážního systému jsou popsány v tabulce č. 9.

Sekundárním kritériem výběru vhodného montážního systému byla jeho kompatibilita, resp. vhodnost použití v kombinaci se dřevem nebo materiály na bázi dřeva. Což bylo výrobcem zaručeno u všech vybraných systémů.

Tabulka č. 9 – Prvky montážního systému [22],[156]-[158]

Výrobce	Sika CZ, s.r.o.	Dinol GmbH	Bostik BV	
Báze lepidla	Polyuretan		MS polymer	
Lepidlo	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP ³⁸	Simson PanelTack HM ³⁹
Aktivační nátěr	Sika Cleaner 205	Dinitrol 520 Cleaner	Cleaner E ⁴⁰ Cleaner 14 ⁴¹	
Zlepšovací nátěr	SikaTack Panel Primer	Dinitrol Multiprimer 550	Prep M ⁴² Prep P ⁴³	Primer SX ⁴⁴ Prep M Prep P
Montážní páska	SikaTack Panel	Panel Tack	Simson FoamTape	

První skupina zvolených lepidel jsou zástupci elastických polyuretanových lepidel vytvrzujících vzdušnou vlhkostí. Vybrala jsem dva zástupce této skupiny. Jedná se o lepicí systémy určené přímo k lepení fasádních obkladů. Mezi vybranými lepidly je systém SikaTack® Panel (dále v textu také Sika) od firmy Sika CZ, s.r.o., jenž byl před cca 20 lety prvním certifikovaným systémem určeným k lepení fasádního obkladu [103]. Druhým montážním systémem je Dinitrol F500LP Polyflex (dále v textu také Dinitrol) od výrobce Dinol GmbH.

Druhou vybranou skupinou jsou zástupci modifikovaných polymerů. V této skupině jsou opět dva reprezentanti, oba od stejného výrobce, avšak pouze jeden z nich je určen k lepení fasádních systémů. Jedná se o lepicí systém Simson PanelTack HM (dále v textu také Simson HM), který je na český trh dodáván pouze na vyžádání. Jedná se o systém určený pro lepení dřeva a materiálů na bázi dřeva. V současné době není známa žádná realizace fasádního opláštění na území České republiky s tímto systémem. Stejně tak není známa žádná realizace v kombinaci s vybranými fasádními obklady, viz kapitola 4.1.1.1. Dále jsem vybrala systém s lepidlem Simson 007 SMP (dále v textu také Simson 007). Jedná se o lepidlo běžně dostupné na českém trhu, které ovšem není primárně určeno k lepení fasádních obkladů. Jedná se o univerzální konstrukční lepidlo, jež může být použito nejenom na různé druhy materiálů, ale i jako tmel k vyplnění spár a nerovností povrchů. Základní materiálové charakteristiky zkoušených zástupců jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 – Základní materiálové charakteristiky lepidel [22],[156]-[158]

Vlastnost	Hodnota			
Montážní systém	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP	Simson 007	Simson PanelTack
Objemová hmotnost	1 180 kg/m ³	1 200 kg/m ³	1 450 kg/m ³	1 500 kg/m ³
Pevnost v tahu	2,50 N/mm ²	9,00 N/mm ²	2,30 N/mm ²	1,80 N/mm ²
Pevnost ve smyku	2,00 N/mm ²	5,50 N/mm ²	N/A ⁴⁵	2,25 N/mm ²
Teplotní odolnost	- 40 až +90 °C	- 40 až +100 °C	- 40 až +100 °C	- 40 až +90 °C
Teplota při zpracování	+5 až +35 °C	+10 až +35 °C	+5 až +35 °C	+5 až +30 °C
Čas tvorby povrchové kůry	20 min.	25 – 35 min.	15 min.	15 min.

³⁸ SMP je zkratka anglického slovního spojení Silyl Modified Polymer.

³⁹ HM je zkratka anglického slovního spojení High Modulus.

⁴⁰ Aktivační nátěr pro porézní materiály.

⁴¹ Aktivační nátěr pro neporézní materiály.

⁴² Zlepšovací nátěr pro neporézní povrchy.

⁴³ Zlepšovací nátěr pro porézní povrchy.

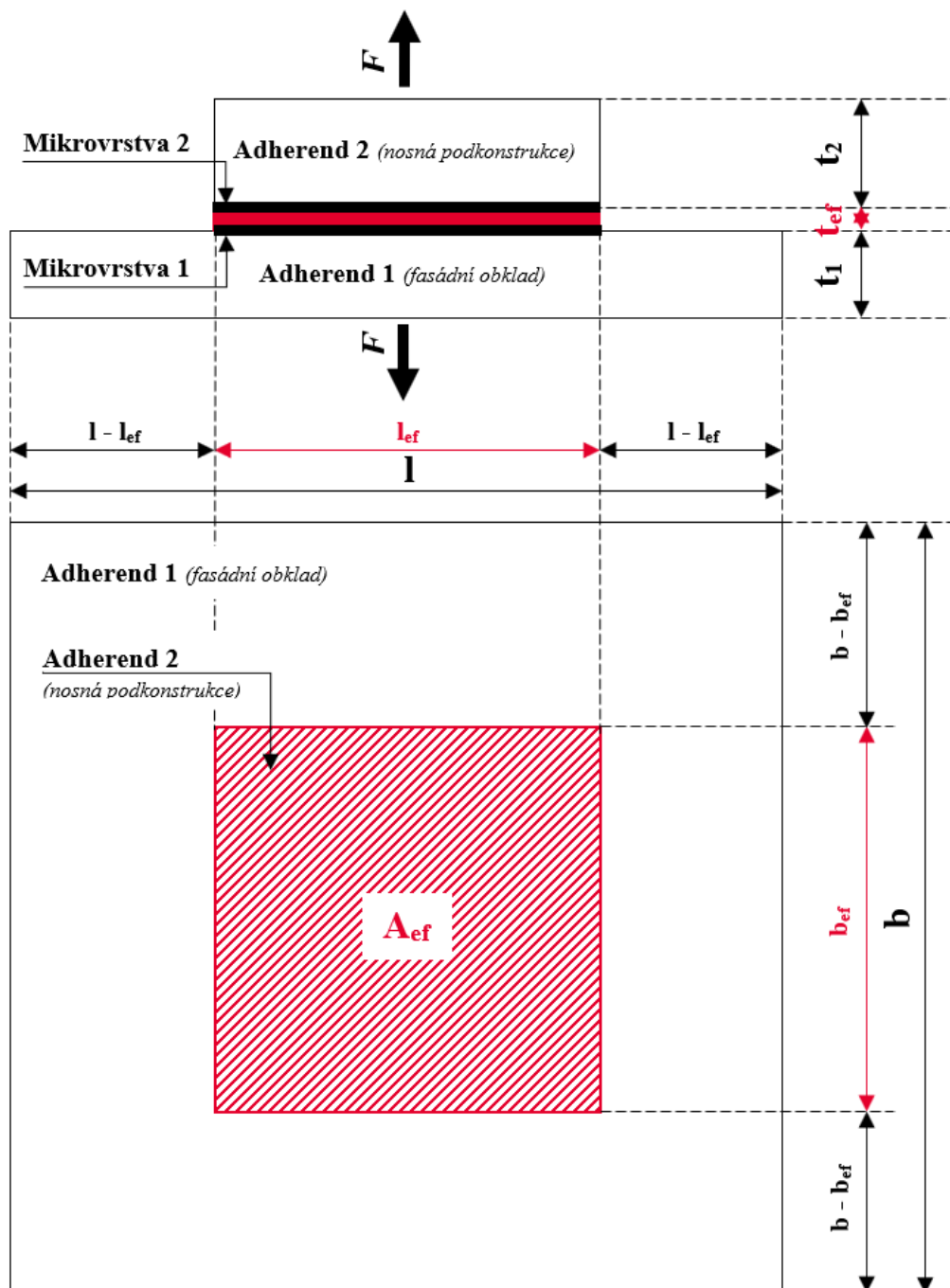
⁴⁴ Zlepšovací nátěr pro povrchy ze dřeva a materiálů na bázi dřeva.

⁴⁵ Vlastním měřením na materiálu s vysokou pevností byla zjištěna hodnota cca 2,00 N/mm².

4.1.2. Příprava zkušebních vzorků

4.1.2.1. Geometrie zkušebních vzorků pro stanovení přídržnosti lepené sestavy

Geometrii zkušebního vzorku pro zkoušení přídržnosti lepeného spoje při tahovém namáhání jsem navrhla dle doporučení uvedených v ČSN 73 2577 s mírnou modifikací formátu obkladového materiálu. Vzorek tvoří vždy dva prvky: vybraný fasádní obklad a nosná podkonstrukce, jak je patrné z obrázku č. 16.



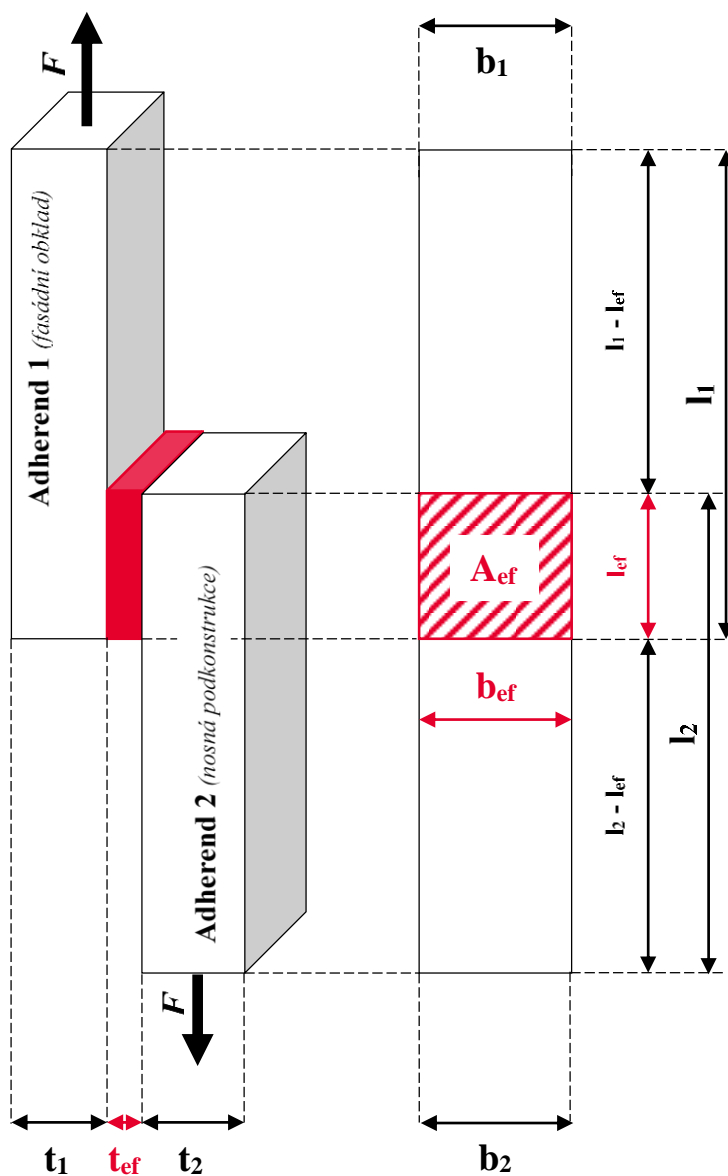
Obrázek č. 16 – Geometrie zkušebního vzorku – přídržnost

Obklad jsem nařezala na destičky čtvercového tvaru o délce strany $l/b = 100$ mm, nikoliv 200 mm, jak je doporučeno technickou normou. Podstatnou modifikací bylo nutné provést v případě nosné podkonstrukce, kterou by dle výše uvedené normy měl představovat

terč kruhového průřezu o celkové ploše $A_{ef} = 2\,500\text{ mm}^2$. Ve fázi příprav jsem zjistila, že výroba terčů ze dřeva je velmi časově náročná a stanovených rozměrů není možné dosáhnout se 100 % přesností, jako by tomu bylo například u konstrukce hliníkové. Hlavní problém představuje směr vláken podkonstrukce, který musí reflektovat požadavky reálného upevnění roštu, tzn. kruhový výřez je nutné provést kolmo na směr průběh vláken. Z uvedených důvodů jsem navrhla a použila prvky čtvercového průřezu o délce stran $l_{ef} = 50\text{ mm}$, požadavek na velikost lepené plochy jsem tedy dodržela. Tento tvar dle mého názoru i vhodněji substituuje skutečný tvar podkonstrukce. Jelikož jsou vzorky namáhány osově, viz schéma geometrie a popis postupu zkoušení v kapitole 4.1.3, v průběhu jejich zkoušení nebude docházet k otláčení, případně k uštípnutí rohů substrátu nosné podkonstrukce.

4.1.2.2. Geometrie zkušebních vzorků pro stanovení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Geometrii zkušebního vzorku jsem navrhla dle doporučení uvedených v ČSN EN 1465, zde nebylo nutné provádět žádné modifikace. Geometrie vzorku je uvedena na obrázku č. 17.



Obrázek č. 17 – Geometrie zkušebního vzorku – jednoduchý překládaný spoj

Zkušební tělesa jsem vyrobila opět ze dvou prvků, oba o rozměrech $b/b_{ef} = 25$ mm a $l_1/l_2 = 100$ mm. Jeden prvek představoval nosnou podkonstrukci, druhý fasádní obklad.

Všechny prvky fasádního systému byly zkoušeny v takové poloze, v jaké jsou standardně zabudovány. Nosná podkonstrukce byla vždy orientována ve směru podélně s vlákny. Fasádní obklad jsem instalovala dle skutečných aplikací, fasádní palubky jsem proto zkoušela s orientací vláken v obou směrech. Tento způsob jsem zvolila za účelem stanovení nejslabšího článku fasádního systému.

4.1.2.3. *Ověření smáčivosti povrchu*

Před přistoupením k výrobě zkušebních vzorků bylo nezbytné zjistit, zda je povrch vybraných materiálů dostatečně smáčivý nebo zda bude nutné přistoupit k provedení úpravy povrchu lepené plochy. Zatímco výrobci montážních systémů Sika a Dinitrol doporučují mechanické odstranění povrchové vrstvy jak u obkladu, tak i nosné podkonstrukce. U systémů Simson je tento krok vyžadován pouze v některých případech, a to výhradně u nosné podkonstrukce. Abych předešla pozdějším komplikacím, u všech vybraných materiálů fasádního obkladu jsem provedla jednoduchý test smáčivosti dle pokynů ČSN EN 828⁴⁶ [159]. V případě montážních systémů Simson jsem test provedla i po očištění ploch čistícím přípravkem, abych zjistila, zda je tato úprava dostatečná.

Zvolená zkušební metoda spočívá v aplikaci min. 10 kapek vybrané tekutiny na plochu materiálu. Vždy jsem aplikovala kapku destilované vody v množství 3 μ l. Technická norma pro vodu doporučuje množství 2 – 6 μ l. Tekutinu jsem aplikovala pomocí injekční stříkačky s ručním pístem a vyznačenou stupnicí. Hrot aplikátoru byl umístěn cca 5 mm kolmo nad testovaným povrchem.

Zkušební zařízení představuje fotoaparát, jehož ohnisko bylo nastaveno v horizontální ose s měřenou plochou s maximální odchylkou $(2 \pm 0,1)^\circ$ a z osvětlení, které zdůrazňuje kontury tekutiny. Zkušební vzorek jsem umístila mezi fotoaparát a zdroj světla. Zkoušku jsem prováděla ve standardním prostředí na třech zkušebních vzorcích pro každý materiál obkladu.

Pořízené fotografie jsem vyhodnotila pomocí softwaru ImageJ a nastavbového modulu Contact Angle. Výstupem této zkušební metody je stanovení kontaktního úhlu α a definice smáčivosti vybraných povrchů, více viz kapitola 5.1.1.

4.1.2.4. *Výroba zkušebních vzorků*

Lepené spoje mohou být mnohdy použity i tam, kde by to nebylo možné pro tradiční techniky spojování, a současně tento spoj nabízí unikátní kombinaci vysoké pevnost, životnosti a možnosti se přizpůsobit daným podmínkám [2]. Proto je nesmírně důležité lepené plochy před samotnou aplikací lepidla připravit tak, aby byly zmíněné výhody využity co nejefektivněji. Ačkoliv jsou zkoušené lepicí systémy velice podobné, i malá nesrovnalost nebo odchylka od pokynů výrobce, může dle mého názoru zapříčinit poruchu spoje. Před samotnou výrobou a zkoušením vzorků proto bylo důležité důkladně prostudovat technologické postupy pro aplikaci vybraných montážních systémů.

Výroba zkušebních vzorků spočívá v několika krocích. Pro zlepšení přidrženosti lepidla k obkladu i nosné konstrukci bylo nezbytné oba povrchy upravit. Jak již bylo řečeno výše,

⁴⁶ ČSN EN 828: Lepidla – Smáčivost – Stanovení měřením kontaktního úhlu a volné povrchové energie pevného povrchu.

každý druh lepidla vyžadoval jinou úpravu lepeného povrchu. Zpravidla se jednalo o mechanické očištění hrubých nečistot a celkové zdrsnění lepené plochy. K tomuto účelu jsem použila brusný papír drsnosti P80, vyjma vzorků pro lepicí systémy Simson, kde tento krok není vyžadován a zkouška smáčivosti ukázala, že čistící prostředek lepený povrch naruší (vyjma WPC viz kapitola 5.1.1). Konstrukční hranoly nosné podkonstrukce byly dodány již naimpregnované, proto jsem musela jejich povrch v místě aplikace lepidla vždy mechanicky upravit, a to odstraněním vrstvy v tloušťce alespoň 0,5 mm.

Mechanicky upravené povrchy obou adherendů jsem následně vyčistila pomocí aktivačního nátěru příslušného systému. Po cca 10 minutách jsem aplikačním štětečkem nanasla zlepšovací nátěr, který bylo nutné opět nechat odvětrat po dobu min. 0,5 až 2 hodin, v závislosti na použitém systému lepení. Po uplynutí této doby jsem na střed adherendu pomocí ruční vytlačovací pistole nanasla lepidlo. V případě zkušebních vzorků pro stanovení přídržnosti je vhodné aplikovat kuželovitý tvar lepidla, který se po přimáčknutí nosné podkonstrukce rovnoměrně rozprostře. Substrát reprezentující nosnou podkonstrukci jsem přitlačila na vzdálenost $t_{ef} = 3$ mm, která byla zabezpečena pomocí vložených distančních tělísek. Tato tloušťka lepidla je v praxi zajištěna montážní páskou. Jedná se o tloušťku, jež byla definována na základě mnohaletého výzkumu a výstupů řady vědeckých prací [1]-[3],[6],[7]. Pro každou kombinaci materiálů jsem vyrobila min. 18 zkušebních vzorků [144]-[147]. Technická norma doporučuje sadu 6 ks zkušebních vzorků.

Při výrobě zkušebních vzorků pro zkoušení pevnosti ve smyku jsem postupovala obdobně, ovšem zde bylo nutné dodržet délku přeplátování $l_{ef} = (12,5 \pm 0,25)$ mm [145], kterou jsem zajistila pomocí vyznačených rysek na jednom z adherendů. Tloušťka lepeného spoje byla stejná jako v případě zkoušení přídržnosti. Pro každou kombinaci materiálů jsem opět vyrobila min. 18 zkušebních vzorků, přestože zde technická norma doporučuje sadu pouze 5 ks zkušebních vzorků.

Všechny zkušební vzorky jsem vyrobila ze stejné šarže materiálu a za dodržování výše uvedených podmínek.

4.1.2.5. Zrání zkušebních vzorků

Zkušební vzorky jsem po dobu 14 dní ponechala v suchém a čistém standardním prostředí, jak v obou případech vyžaduje zkušební norma [144],[145]. Následně jsem dvě sady vzorků kondicionovala. Zbylých 6 vzorků jsem i nadále ponechala ve standardním prostředí po dobu dalších 14 dní a až následně přistoupila k jejich zkoušení. Naměřené hodnoty slouží jako referenční pro posouzení vlivu vybraných metod kondicionování.

4.1.2.6. Kondicionování zkušebních vzorků

Všechny zkušební vzorky byly po dobu 14 dní po výrobě vystaveny tzv. statickému vyzrávání [160]. Jedná se o období, kdy na vzorky nepůsobí žádné zatížení, kromě vlastní tíhy. Jejich zrání není ovlivněno změnami počasí, a tudíž by v lepeném spoji neměla vznikat žádná nežádoucí napětí. V případě skutečných realizací není možné zajistit statické vyzrávání lepeného spoje, vždy se jedná o zrání dynamické [160],[161].

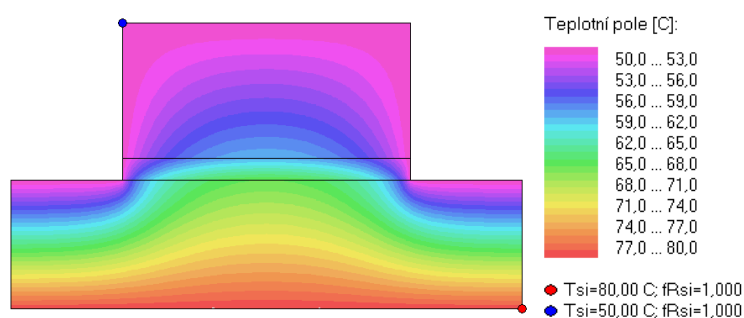
- Metoda simulace náhlých teplotních změn

Podstatou vybrané metody kondicionování je střídavé zahřívání testovaných vzorků infralampami a jejich následné ochlazení ve vodní lázni v 25 cyklech [147]. Jeden cyklus

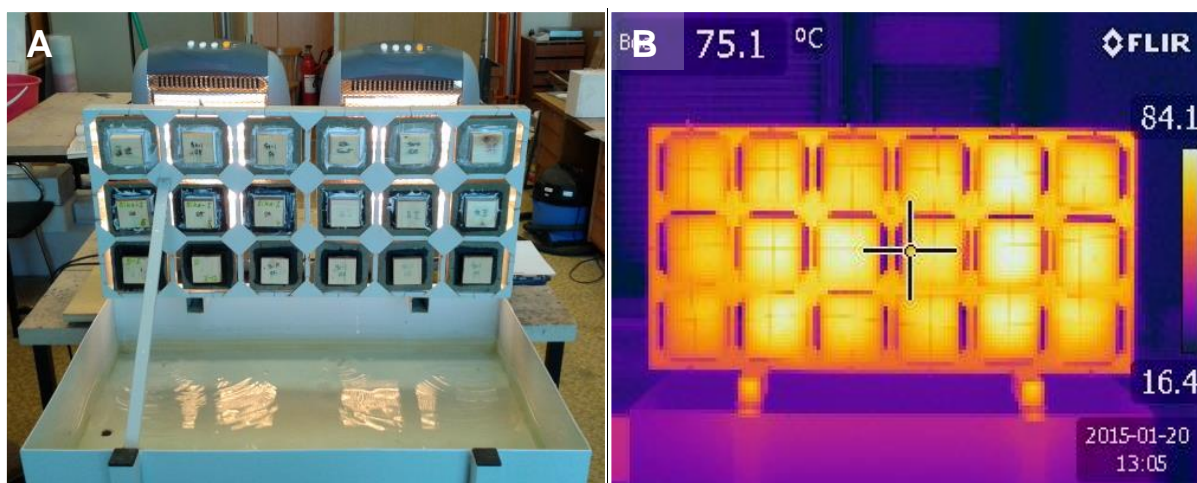
spočívá v zahřátí lepeného spoje na teplotu $(70 \pm 3) ^\circ\text{C}$ a následné ochlazení na teplotu $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Jedná se o teplotu, jejíž dosažení je zcela reálné, jak prokázala měření na zkušebním panelu, více viz kapitola 4.4.1.

Pro realizaci této zkušební metody je zapotřebí zkušební zařízení, jež umožní uchycení vzorků, jejich zahřátí a následné sklopení a schlazení ve vodní lázni, viz konstrukce na obrázku č. 19. Ohřívání jsem zajistila volně stojícími nízko - výkonnými infrazářiči, jejichž účinnost jsem zvýšila prostřednictvím návrhu termoizolační zástěny. Zástěnu jsem vyrobila z reflexního materiálu s nízkou emisivitou, jež eliminuje nežádoucí únik tepla sálajícího z infrazářičů a současně díky vysoké reflexivitě teplo koncentruje přímo na zkušební vzorky. Výše uvedených teplot je nutné dosáhnout v lepeném spoji, nikoliv na vnějším povrchu fasády, proto jsem před započítáním kondicionování zpracovala orientační posouzení v programu 3D Cube, abych ověřila rozložení teplot ve vzorku při jeho zahřívání. Nejkritičtější bylo prohrátí fasádního obkladu Cetris, který je uveden na příkladu na obrázku č. 18.

Požadované teploty, cca $70 ^\circ\text{C}$ v lepeném spoji, je možné dosáhnout po 20 až 30 minutách, v případě obkladu WPC již po 15 minutách. K ochlazení na požadovanou teplotu dochází za 5 až 10 minut. Povrchovou teplotu vzorků je třeba pravidelně kontrolovat, například dotykovým teploměrem nebo i pomocí termokamery, viz na obrázku č. 19 b).



Obrázek č. 18 – Simulace rozložení teplot ve zkušebním vzorku s obkladem Cetris Basic

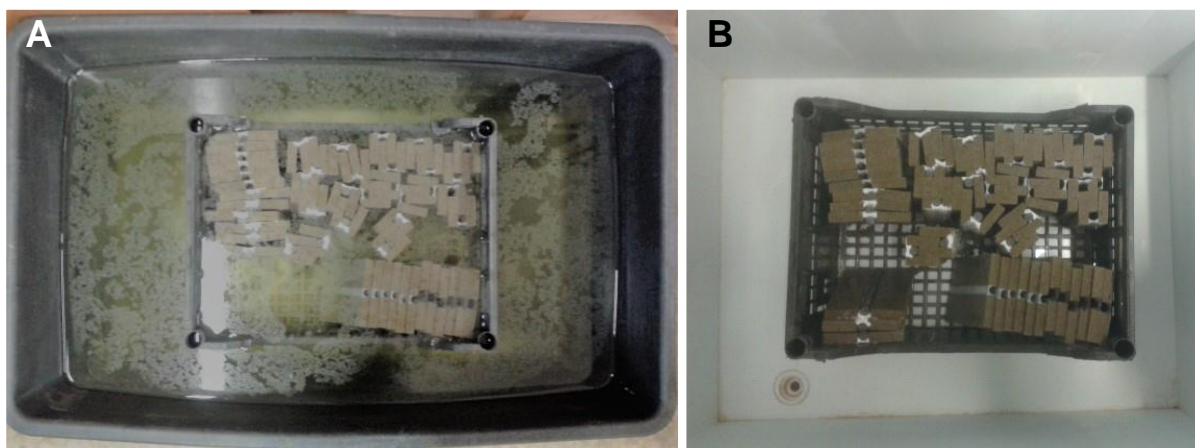


Obrázek č. 19 – Měření povrchové teploty kondicionovaných vzorků: a) vodní lázeň; b) termogram;

Teplotu jsem měřila vždy 30 sekund po ukončení každého ohřívání a 15 sekund po vyjmutí z vodní lázně. Vzorky je vhodné vizuálně kontrolovat po ukončení každého cyklu. Zjišťuje se případný vznik trhlin, bublin nebo jiný způsob porušení spoje. Po ukončení kondicionování se vzorky vždy ponechají po dobu alespoň 48 hodin na suchém místě ve standardním prostředí.

- Metoda simulace mrazuvzdornosti

Podstatou této metody kondicionování je střídavé zmrazování a rozmrazování zkušebních vzorků v 15 cyklech [146]. Metoda sestává ze dvou částí. V první fázi jsou zkušební vzorky ponořeny ve vodní lázni o teplotě $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ po dobu 6 hodin, viz obrázek č. 20 - a). Následně jsou z lázně vyjmuty a uloženy do mrazicího prostoru o teplotě $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ na dobu 18 hodin, viz obrázek č. 20 - b). Doba uložení ve vodě a v mrazícím prostoru, tj. 24 hodin, tvoří 1 cyklus. Po provedení požadovaných 15 cyklů jsem vzorky ponechala v čistém standardním prostředí po dobu 7 dní. Předpokládá se jejich kompletní usušení. Vzorky jsem opět po celou dobu cyklování monitorovala a vizuálně kontrolovala, zda nedochází k jejich porušení. Vizuální kontrolu je vhodné provést i před přistoupením k samotnému zkoušení, neboť při jejich vysychání může docházet k výskytu poruch.



Obrázek č. 20 – Ověření mrazuvzdornosti: a) vodní lázeň; b) mrazicí komora;

4.1.3. Zkoušení vzorků

Z výše definovaných postupů je zřejmé, že není možné současně zkoušet všechny zkušební vzorky, mají – li být dodrženy okrajové podmínky a délka doby vyztváření.

4.1.3.1. Definice okrajových podmínek

Okrajové podmínky pro zkoušení vzorků jsem stanovila na základě doporučení uvedených v normě pro stanovení přídržnosti ČSN 73 2577 a pro zkoušení pevnosti spoje ve smyku ČSN EN 1465. Pro zkoušení přídržnosti lepených sestav je doporučeno zkoušení minimálně 6 zkušebních vzorků, pro zkoušení pevnosti ve smyku je doporučeno zkoušení minimálně 5 vzorků. V některých případech je však nutné vyrobit více zkušebních vzorků, a to z důvodu neplatnosti nebo nevhodnosti výsledku měření, jak je zřejmé ze schématu postupu na obrázku č. 15, více viz také kapitola 5.1.1.

Experimentální měření jsem prováděla ve zkušebně Ústavu stavebního zkušebnictví na Fakultě stavební v Brně. Použila jsem mechanický lis Heckert FP 10/1, který umožňuje pořízení záznamu o průběhu deformací zkušebního tělesa v závislosti na působícím zatížení v čase. Zkušební rozsah lisu dovoluje nastavení v rozmezí 0 – 10 kN. Rychlost zatěžování jsem volila dle doporučení zkušebních norem na hodnotu 1 mm/min. Deformace zkušebních vzorků jsem zaznamenala pomocí indukčního snímače dráhy HBM 1-WA/100 MM-T (s maximální odchylkou 0,15 %), který byl umístěn na příčnicku trhacího lisu. Záznam dat byl proveden pomocí měřicího ústředny HBM Spider8 a softwaru catman@easy (V2.1),

jež umožňuje snadné převedení digitálního záznamu do listu tabulkového procesoru Excel. Hodnoty byly zaznamenávány s frekvencí ukládání dat 5 Hz.

Zkušební prostředí v laboratoři bylo definováno dle požadavků technických norem. Zkoušení probíhalo při teplotě $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $(50 \pm 20) \%$. Zkušební vzorky jsem ve zkušebně uložila s dostatečným předstihem, aby došlo k jejich aklimatizaci.

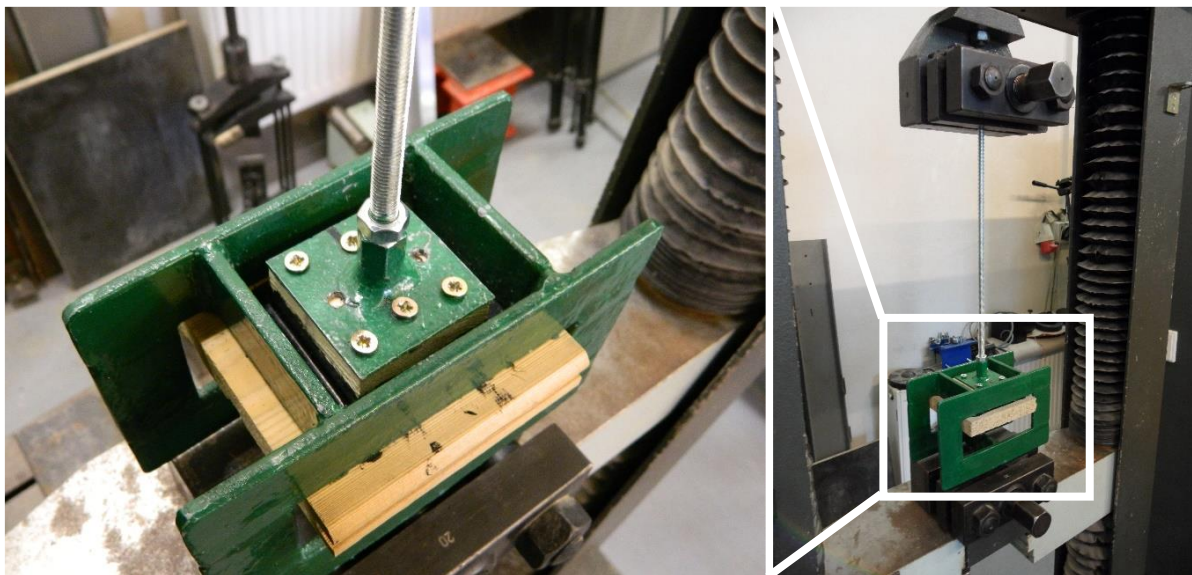
4.1.3.2. Návrh a příprava zkušebního zařízení

Zkušební vzorky bylo vždy nutné zatěžovat osově. Za tímto účelem jsem navrhla a nechala vyrobit nástavce pro uchycení vzorků, které je možné připevnit k trhacímu lisu, viz obrázek č. 21 a obrázek č. 22. Návrh vychází z konceptu, který byl ověřen v rámci projektu FR – TI4/332.

o Stanovení přídržnosti lepené sestavy

Mechanický lis má dvě čelisti, mezi něž se umísťuje zkušební vzorek. K dosažení rovnoměrného působení osového zatížení v celé ploše lepeného spoje bylo nutné pomocný nástavec navrhnout takovým způsobem, aby byla tato plocha umístěna přímo v jeho centru (těžišti). Nástavec se skládá ze dvou částí. Dolní část slouží k uchycení vzorku k dolní čelisti stroje. Spodní díl nástavce zůstává upevněn v čelistech lisu po celou dobu zkoušení. Zkušební vzorek se k hornímu dílu nástavce, jež je pevně připevněn k horní čelisti lisu, upevní pomocí mechanického spoje. Po porušení je vzorek jednoduše demontován.

Mechanický spoj jsem zvolila především z důvodu snadné výměny vzorků. Zkoušela jsem dřevěnou nosnou konstrukci, proto jsem při upevňování horního dílu nástavce musela zohlednit průběh vláken v podkonstrukci. V opačném případě by mohlo docházet k delaminaci adherendu podkonstrukce podél letokruhů. Takový způsob porušení je zcela nežádoucí. Realizované řešení je patrné na obrázku č. 21 z rozmístění a počtu otvorů v horním nástavci.



Obrázek č. 21 – Upnutí zkušebního nástavce pro zkoušení přídržnosti lepené sestavy v lisu

o Stanovení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

V případě zkoušení pevnosti ve smyku bylo nutné navrhnout jiný typ nástavce. Opět se skládal ze dvou dílů, kdy jedna část byla po celou dobu pevně uchycena v čelistech lisu a druhá část, spodní, byla demontována dle potřeb výměny vzorků, viz obrázek č. 22.

Spodní část je navržena a vyrobena tak, aby umožňovala osové namáhání vzorků s různou tloušťkou obkladu. V dolní části nástavce je umístěn kloub, který se po vložení vzorku zaaretuje, aby v průběhu zkoušení nedocházelo k vybočení nástavce.



Obrázek č. 22 – Upnutí zkušebního nástavce pro zkoušení pevnosti lepené sestavy ve smyku v lisu

4.1.4. Metodika vyhodnocení výsledků

U všech zkušebních vzorků jsem pořizovala záznam o průběhu tahových zkoušek. Pomocí zkušebního zařízení popsaného v kapitole 4.1.3.1 jsem zaznamenávala tahovou sílu a maximální prodloužení při porušení vzorku v čase.

4.1.4.1. Vyloučení extrémních hodnot

Je velice nepravděpodobné, že by se v souboru dat získaných z jednotlivých měření neobjevily hodnoty, které jsou výrazně odlišné. Dle mého názoru se jedná o častý jev, jenž může být zapříčiněn například nepředvídatelnou chybou při měření nebo i poruchou na zkušebním zařízení. Proto se domnívám, že nejdříve je vhodné zpracovat statistické posouzení naměřených hodnot a následně přistoupit k jejich detailní analýze. Posuzovaný výběrový soubor vždy tvoří hodnoty naměřené síly při porušení lepeného spoje. Jelikož se výběrový soubor vždy sestává pouze z 6 hodnot, což je počet zkušebních vzorků vystavených stejné metodě kondicionování, návrh vhodné metody statistického vyhodnocování byl nezbytný.

Za tímto účelem jsem zvolila tzv. Grubbsův test, který se nejčastěji používá pro vyloučení extrémních hodnot souborů dat, jenž odpovídají Gaussovu normálnímu rozdělení sledované náhodné veličiny [162]. Přednost této metody spočívá v možnosti použití i pro malou skupinu hodnot, což některé častější metody statistické analýzy dat neumožňují.

Při vyhodnocování jsem postupovala dle následujících kroků:

1. krok – Hodnoty výběrového souboru jsem seřadila do vzestupné variační řady.
2. krok – Provedla jsem výpočet aritmetického průměru, dle vztahu (4.1) a směrodatné odchylky, dle vztahu (4.2).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (4.2)$$

Směrodatná odchylka je definována jako druhá mocnina z rozptylu. Rozptyl je statistická hodnota, která ukazuje, do jaké míry jsou hodnoty výběrového souboru rozptýleny. Jeho výpočet byl proveden dle vztahu (4.3).

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (4.3)$$

3. krok – Zpracovala jsem výpočet testovacího kritéria pro první a poslední n-tou hodnotu variační řady dle vztahu (4.4).

$$T_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{\sigma} \leq H; T_n = \frac{x_n - \bar{x}}{\sigma} \leq H \quad (4.4)$$

4. krok – Vypočítané hodnoty testovacího kritéria jsem porovnávala s tabulkovou kritickou hodnotou $H = 1,996$ pro $n = 6$ výběrového souboru a zvolenou hladinou významnosti (pravděpodobnost) $\alpha = 0,05$ pro Grubbsův test [162].

Jsou-li krajní hodnoty výběrového souboru větší než 1,996, musí být nevhodný zkušební vzorek vyloučen. V případě zkoušení přídržnosti jsem vždy musela vyrobit vzorek nový, neboť technická norma stanovuje minimální požadovaný počet vzorků 6 ks [144]. Pro stanovení pevnosti ve smyku je dle zkušební metody dostatečným počtem pro vyhodnocení pevnosti 5 vzorků [145]. Avšak v takovém případě je nutné testování na vyloučení extrémních hodnot opakovat, neboť pokud je některá hodnota vyloučena, získáme nový výběrový soubor s odlišným rozpětím. Kritická hodnota H pro $n = 5$ je 1,869. Popsané kroky jsem opakovala, dokud nebyly vyloučeny všechny odlehle hodnoty výběrového souboru.

Další variantou vyhodnocování výsledků a vyloučení extrémních hodnot je doporučení normy ČSN EN 1465, která uvádí, že by všechny naměřené hodnoty síly při porušení měly vyhovět na kritérium opakovatelnosti⁴⁷ a reprodukovatelnosti⁴⁸ [145]. Jedná se pouze o doporučení, proto tato kritéria není nutné dodržet. Přesto jsem se rozhodla všechna naměřená data posoudit i na tato kritéria. Vyhovělo cca 50 % hodnocených dat. Ačkoliv je norma určena pro zkoušení a vyhodnocení výsledků pevnosti ve smyku, kritéria jsem aplikovala i na výstupy zkoušení přídržnosti.

Posledním kritériem, dle něhož jsem naměřené hodnoty posuzovala, je doporučení uvedené v normě ČSN 73 2577, které uvádí, že jednotlivé zjištěné hodnoty pevnosti

⁴⁷ Rozdíl mezi dvěma silami při přetržení vzorku lepidla by měl být menší než 2,5násobek standardní odchylky [145].

⁴⁸ Rozdíl mezi dvěma silami při přetržení vzorku by měl být menší než 20 % z aritmetického průměru výsledků jednotlivých zkoušek [145].

při tahovém namáhání nesmějí být nižší než 70 % hodnoty aritmetického průměru [144]. Tomuto kritériu vyhověly všechny hodnocené výběrové soubory.

Podrobné výsledky posouzení výběrových souborů za účelem vyloučení extrémních hodnot jsou uvedeny v kapitole 9.1.

4.1.4.2. Stanovení způsobu porušení

Po ukončení tahových zkoušek jsem všechny zkušební vzorky vizuálně prohlédla a fotograficky zdokumentovala za účelem stanovení způsobů jejich porušení. Způsob porušení, tzv. *failure mode*⁴⁹, je definován jednak kvalitou provedení stykových ploch adherendů, jejich geometrií a také způsobem a rychlostí zatěžování. Pro pochopení adhezních vlastností lepených ploch je popis způsobu porušení nezbytný, neboť i při stejných podmínkách zkoušení, stejné rychlosti zatěžování a použití stejného lepidla může u různých materiálů docházet ke zcela odlišným typům poškození.

Za tímto účelem jsem sestavila hodnotící škálu způsobu porušení uvedenou v tabulce č. 11, která by byla aplikovatelná na všechny zkoušené obkladové materiály. Jedná se o stupnici, která zohledňuje jednak doporučení normy ČSN ISO 10365⁵⁰ [33], a také doporučení mezinárodní technické normy ASTM D 5573⁵¹ [34], která definuje způsoby porušení kompozitního materiálu zpevněného vlákny.

Tabulka č. 11 – Způsob porušení lepené sestavy

Označení	Zkratka	Způsob porušení	Ilustrace
1	AF	Adhezní porušení.	A
2	CF	Kohezní porušení.	B
3	A/C - F	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	C
4	TL - F	Tenká vrstva kohezního porušení při jednom z adherentů (většinou v mikrovrstvě).	D
5	FTF	Porušení fasádního obkladu – vytržení vláken.	E
6	SF	Poškození jednoho z adherentu (nikoliv porušení typu FTF).	F
7	DF	Delaminace dřevěného obkladu nebo nosné konstrukce podél letokruhů.	F*

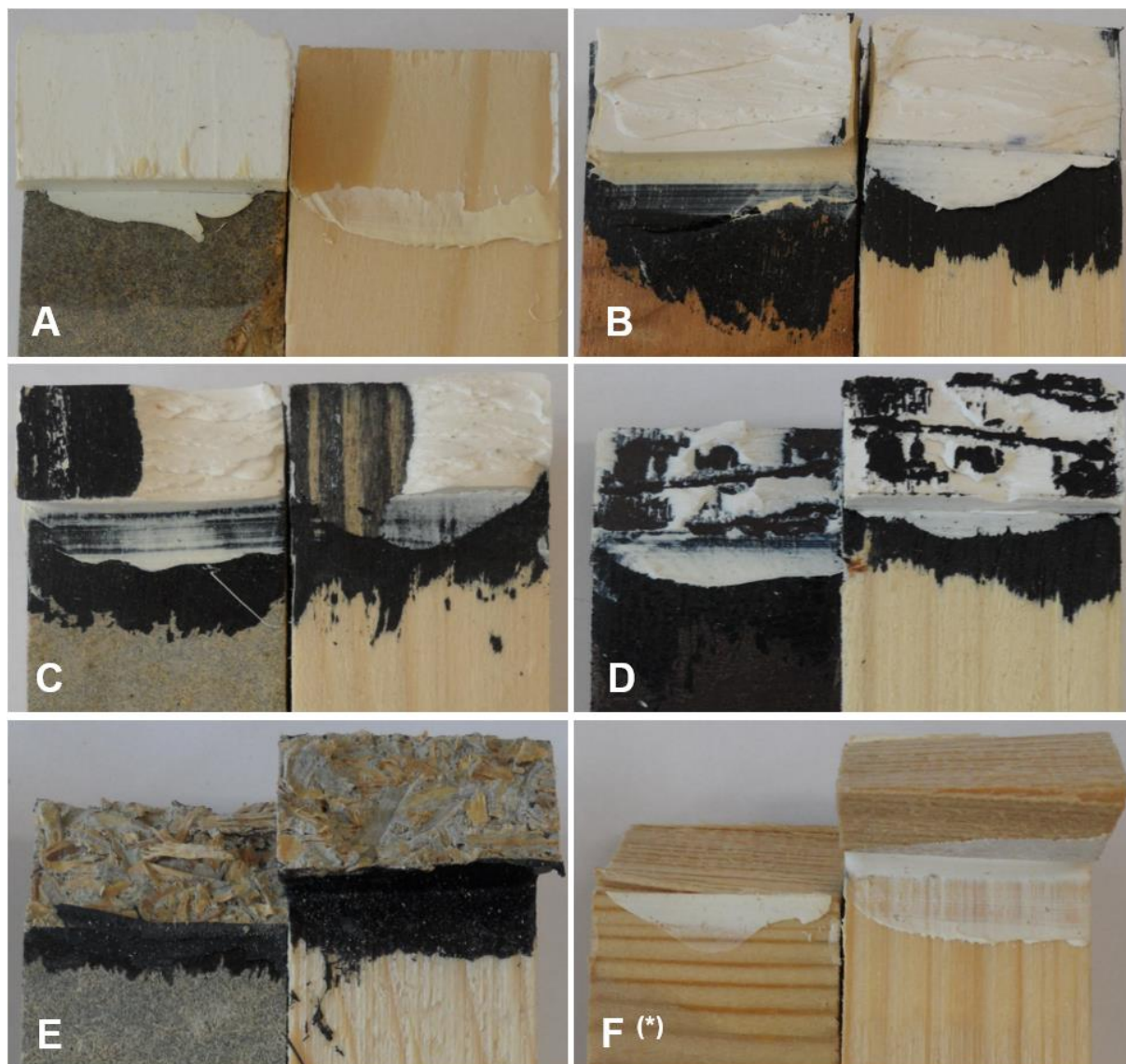
*Způsob porušení zaznamenán pouze při zkoušení přídržnosti lepených sestav při tahovém namáhání.

Hodnotící stupnice uvedená v tabulce č. 11 reprezentuje všechny typy porušení zkoušených lepených sestav, jejichž skutečná podoba je demonstrována na příkladech na obrázku č. 23. Na rozdíl od použitých technických norem jsem přidala typ porušení delaminací dřeva, který byl ovšem použit pouze v případě zkoušení přídržnosti lepených sestav při tahovém namáhání, kdy v několika případech došlo k delaminaci nosné konstrukce podél letokruhů.

⁴⁹ Zavedený mezinárodně užívaný anglický výraz pro označení způsobu porušení.

⁵⁰ ČSN ISO 10365: Lepidla – Označení hlavních typů porušení lepeného spoje.

⁵¹ ASTM D 5573: Standard Practice for Classifying Failure Modes in Fiber-Reinforced-Plastic (FRP) Joints.



Obrázek č. 23 – Ilustrativní příklad způsobů porušení

4.1.4.3. Stanovení napětí v lepeném spoji při tahovém namáhání

Na základě doporučení uvedených v technické normě pro zkoušení pevnosti lepené sestavy ve smyku jsem u všech zkušebních vzorků stanovila napětí na lepené ploše naměřené při jejich porušení dle vztahu (4.5).

$$\sigma_{adh} = \tau = \frac{F_{max}}{A_{ef}} = \frac{F_{max}}{(b_{ef} \times l_{ef})} \quad (4.5)$$

σ_{adh}	přídržnost lepené sestavy při tahovém namáhání v N/mm ²
τ	napětí na smykové ploše v N/mm ²
F_{max}	tahová síla zaznamenaná při porušení lepené sestavy v N
A_{ef}	plocha lepeného spoje v mm ²
b_{ef}	šířka lepeného spoje v mm
l_{ef}	délka lepeného spoje v mm

Pro každý výběrový soubor naměřených i vypočítaných hodnot jsem stanovila aritmetický průměr dle vztahu (4.1), směrodatnou odchylku dle vztahu (4.2) a rozptyl

dle vztahu (4.3). Z uvedených hodnot jsem následně vypočítala podle vztahu (4.6) variační koeficient. Jedná se o hodnotu, která ukazuje procentuální přesnost měření [162]. Čím nižší je hodnota variačního koeficientu, tím přesnější bylo provedené měření. Hodnota variačního koeficientu se ukázala být i vhodným ukazatelem pro ověření relevantnosti zvolených metod pro vyloučení extrémních hodnot.

$$v_x = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100 \% \quad (4.6)$$

4.1.4.4. Stanovení deformace lepeného spoje

Jedním z výstupů provedených měření byla hodnota maximálního prodloužení lepeného spoje při porušení. Z naměřených hodnot jsem mohla definovat deformaci lepeného spoje, která je charakterizována jeho protažením [165], resp. protažením lepidla ve spoji, dle vztahu (4.7) pro stanovení poměrného přetvoření ε . Jelikož v průběhu zkoušení byla sledována pouze změna délky, je možné dále mluvit o relativním (poměrném) prodloužení.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \quad (4.7)$$

ε	relativní (poměrné) prodloužení, bezrozměrná veličina
Δl	přírůstek délky lepeného spoje vyvolaný tahovým namáháním v mm
l_0	počáteční délka lepeného spoje v mm
l_1	délka lepeného spoje při porušení v mm

Na základě relativního prodloužení již bylo snadné charakterizovat tažnost δ lepeného spoje, resp. lepené sestavy, dle vztahu (4.8). Tažnost vyjadřuje procentuální poměrné prodloužení lepené sestavy.

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \% \quad (4.8)$$

δ	tažnost lepeného spoje v %
Δl	přírůstek délky lepeného spoje vyvolaný tahovým namáháním v mm
l_0	počáteční délka lepeného/tmeleného spoje v mm

4.2. ETAPA II. – Optimalizace velikosti fasádního obkladu pomocí numerického modelu metodou MKP

Tato etapa navazuje na etapu I. „Metodika stanovení fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav“. V etapě II. jsem si dala za cíl zpracovat návrh optimální velikosti fasádního obkladu.

K dosažení výše uvedeného cíle vedou dílčí výzkumné kroky, které jsou zaměřeny na:

- Stanovení tuhosti lepeného spoje, tj. podpory;
- Stanovení hodnoty 5 % dolního a 95 % horního kvantilu náhodné veličiny vypočítané z průměrné tuhosti podpor;
- Stanovení odolnosti lepených sestav při tahovém namáhání;
- Stanovení hodnoty tlaku větru působícího na vnější povrch simulovaného objektu;
- Sestavení numerického modelu ve výpočetním softwaru Nexis32;
- Návrh optimální velikosti fasádního obkladu;

Je nesporné, že každému uvedení nového produktu na trh, resp. doporučením vhodnosti použití vybraného montážního systému v kombinaci s konkrétním fasádním obkladem, by mělo vždy předcházet experimentální ověření stupně použitelnosti, jak uvádí i Liška [50]. Efektivita použití lepeného spoje může být značně ovlivněna materiálovými charakteristikami vybraného fasádního obkladu nebo nosné podkonstrukce, jak bylo nastíněno v Etapě I.

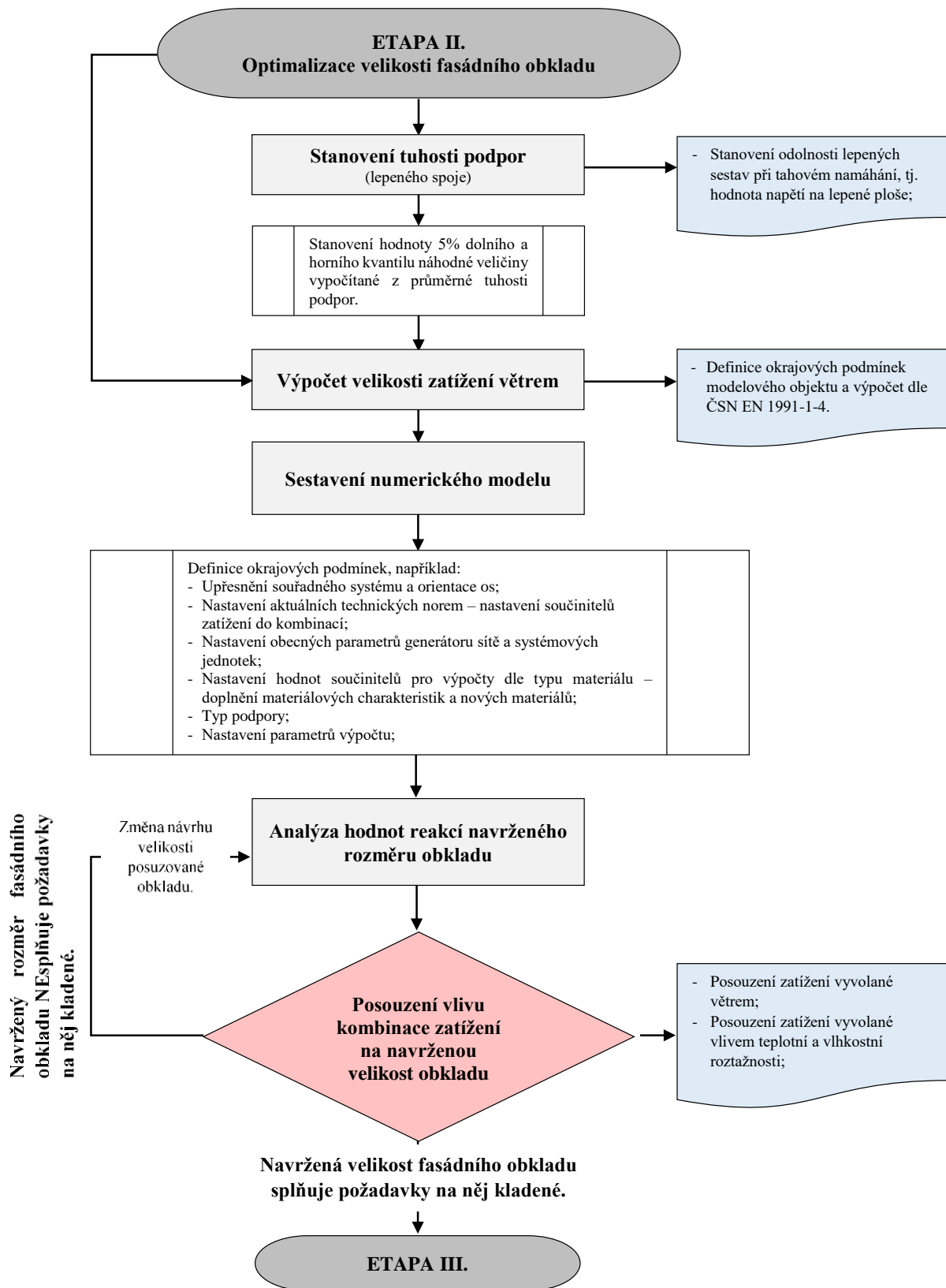
Účinnost a životnost lepeného fasádního kotvení můžeme zvýšit a prodloužit například optimalizací velikosti fasádního obkladu. Při zpracování návrhu rozměrů obkladových prvků je vhodné vzít v úvahu vliv působení zatížení od vlastní tíhy, větru a vlhkostní a teplotní roztažností, tedy objemových změn použitého materiálu, což také doporučují vybrané technické normy a kódy [116],[118],[120]. Dle mého názoru je při návrhu lepeného spoje důležité zohlednit také jeho celkovou poddajnost a tuhost. Mezi velikostí obkladu a tuhostí podpor, zde lepeného spoje, platí vztah nepřímé úměry. To znamená, že čím větší je tuhost podpory, tím menší velikost obkladu může být v návrhu použita.

V úvodní části druhé etapy se zabývám metodikou výpočtu tuhosti lepeného spoje pro vybranou kombinaci materiálů a výpočtem velikosti zatížení větrem, které působí na fasádu simulovaného objektu. Dále bylo nezbytné doplnit chybějící materiálové charakteristiky fasádních obkladů, konkrétně se jedná o vliv vlhkosti a teploty na objemové změny.

Výstupy úvodních dílčích kroků etapy II. jsem použila pro definici okrajových podmínek při tvorbě modelu konstrukce typického fasádního segmentu v softwaru Nexis32, jehož prostřednictvím jsem zjistila parametry namáhání lepeného spoje. Výpočtové hodnoty, tj. průběh vnitřních sil, velikost deformací a hodnoty reakcí při statické analýze sledované konstrukce, mi sloužily jako podklad pro závěrečnou optimalizaci velikosti fasádního obkladu.

Výstupem etapy II. „Optimalizace velikosti fasádního obkladu pomocí numerického modelu metodou MKP“ je návrh vhodné velikosti fasádního obkladu z vybraného materiálu. Na základě tohoto návrhu sestavím zkušební fasádní segment v měřítku 1:1, jehož experimentální zkoušení je obsahem etapy III.

Dílčí kroky etapy II. jsou znázorněny ve schématickém postupu na obrázku č. 24.



Obrázek č. 24 – Kroky postupu provádění etapy II.

4.2.1. Stanovení tuhosti lepeného spoje

Tuhost lepeného spoje je možné definovat stejným způsobem jako tuhost pružného tělesa. Tato fyzikální veličina udává míru změny délky, resp. i jiné rozměrové charakteristiky měnící se ve směru působení zatížení, vzhledem k velikosti působící vnější síly při pružné deformaci [165]-[168]. Jedná se o vlastnost závislou na materiálových charakteristikách a rozměrech tělesa. Při výpočtu tuhosti je možné postupovat dle vztahu (4.9), který se používá pro výpočet tzv. normálové tuhosti pružné podpory.

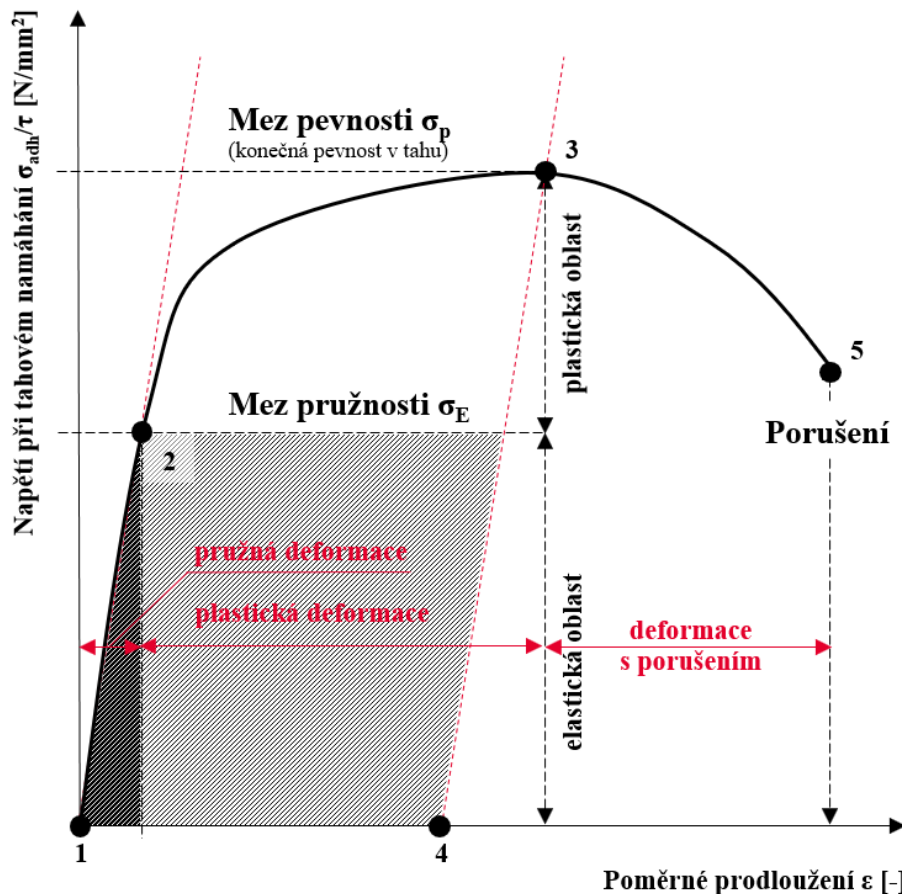
$$k_n = \frac{F_{max}}{\Delta l} \quad (4.9)$$

k_n normálová tuhost podpory v tahu v N/mm

F_{max} velikost síly působící na lepený spoj při porušení v N

Δl přírůstek délky lepeného spoje vyvolaný tahovým namáháním v mm

Pro většinu tradičních materiálů je běžné, že část pracovního diagramu, především ta v oblasti jeho počátku, je velmi blízká přímce, což poukazuje na lineárně pružné chování zkoušeného materiálu [165],[167], viz příklad na obrázku č. 25.



Obrázek č. 25 – Smluvní pracovní diagram pružného materiálu pro zkoušku tahem [165],[169]

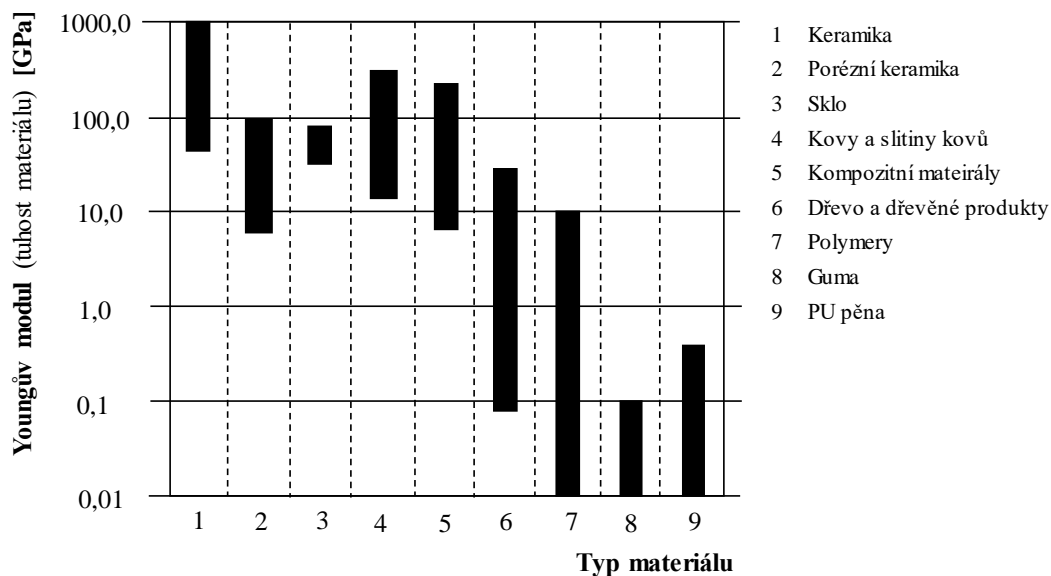
Ze vztahu (4.9) je zřejmé, že ve výpočtu není zohledněna plocha A_{ef} , na níž je lepidlo aplikováno a ani deformace ε , ke kterým při zatěžování spoje dochází. Pro stanovení tuhosti lepeného spoje jsou však tyto faktory významné. Lepený spoj je aplikován na konkrétní ploše obkladu, na níž působí silové účinky. Abych mohla hodnotu tuhosti použít ve výpočtech

numerického modelu, musela jsem čitatele vztahu (4.9) modifikovat tak, aby se jednalo o sílu působící na jednotku plochy, nikoliv na plochu konkrétních rozměrů, jak uvádí Jirásek a kol. [165]. Tato úprava mi umožnila zohlednit silové účinky působící přímo na úrovni daného materiálu. Stejným způsobem jsem postupovala i v případě jmenovatele vztahu (4.9), který je charakterizován přírůstkem délky Δl . Pro přiznání deformace přímo na úrovni materiálu je možné, na místo délkového přírůstku, aplikovat ve výpočetním vztahu poměrné přetvoření. Popsané modifikace vztahu (4.9) za účelem výpočtu tuhosti podpor fasádní konstrukce s lepeným spojem jsou patrné ve vztahu (4.10).

$$k = \frac{\frac{F_{max}}{A_{ef}}}{\frac{\Delta l}{l_0}} = \frac{\sigma_{adh}(\tau)}{\varepsilon} = E \quad (4.10)$$

k	tuhost podpory v tahu v N/mm^2
E	Youngův modul pružnosti v N/mm^2
F_{max}	tahová síla zaznamenaná při porušení lepené sestavy v N
A_{ef}	plocha lepeného spoje v mm^2
Δl	přírůstek délky lepeného spoje vyvolaný tahovým namáháním v mm
l_0	počáteční délka lepeného spoje v mm
σ_{adh}, τ	přidrženost/napětí na smykové ploše lepené sestavy při tahovém namáhání v N/mm^2
ε	relativní (poměrné) prodloužení, bezrozměrná veličina

Ze vztahu (4.10) je zřejmé, že v případě lepeného spoje je tuhost podpory možné definovat jako Youngův modul pružnosti. Youngův modul je materiálová konstanta, jež definuje pevnost a deformační vlastnosti materiálů. Čím vyšší je jeho hodnota, tím větších sil je třeba pro zaznamenání deformace zkoušeného materiálu. Tato veličina je také charakteristická závislostí na teplotě prostředí, kdy s rostoucí teplotou klesá hodnota modulu pružnosti [1]-[3]. Několik příkladů hodnot Youngova modulu dle typu materiálu je uvedeno na obrázku č. 26. Vztah (4.10) jsem použila pro výpočet tuhosti podpory všech kombinací vybraných materiálů.



Obrázek č. 26 – Příklad rozsahu hodnot Youngova modulu pružnosti v závislosti na druhu materiálu [2],[170]

Jak uvádím v kapitole 4.1.2, zkoušela jsem jednu sadu vzorků, které nebyly vystaveny simulacím vlivu venkovního prostředí a dále dvě sady vzorků, které byly kondicionovány proti náhlým teplotním změnám a mrazuvzdornosti. Pomocí vztahů (4.1) a (4.2) jsem stanovila průměrnou hodnotu a směrodatnou odchylku tuhosti podpor. Jednak pro každou zkoušenou skupinu vzorků samostatně, a to z důvodu ověření vlivu kondicionování na tuhost lepeného spoje (viz kapitola 5.1.7), a dále pro všechny zkušební vzorky s jednou kombinací vybraných materiálů dohromady. Hodnotu tuhosti, v níž byly zohledněny všechny okolní vlivy působící na spoj, jsem použila ve výpočtech numerického modelu.

S cílem zabezpečit maximální spolehlivost posuzované konstrukce jsem do numerického modelu použila hodnoty 95 % horního kvantilu náhodné veličiny vypočítané z průměrné tuhosti podpor dle vztahu (4.11).

$$x_{0,05} = \bar{x} + p_{0,05} \cdot \sigma; x_{0,95} = \bar{x} + p_{0,95} \cdot \sigma \quad (4.11)$$

$x_{0,05}$	5 % dolní kvantil sledované hodnoty
\bar{x}	aritmetický průměr sledované proměnné
σ	směrodatná odchylka sledované proměnné
$p_{0,05}$	hladina pravděpodobnosti výskytu, bezrozměrná veličina

Tuhost podpor je jedním z parametrů, který jsem zadávala do výpočetního softwaru Nexis32 za účelem stanovení optimální velikosti fasádního obkladu.

4.2.2. Sestavení numerického model

V úvodu této kapitoly uvádím, že sestavení numerického modelu a výstupy statické analýzy mi poskytly informace o tom, jak je typický fasádní segment namáhán. Konkrétní hodnoty velikosti vnitřních sil, deformací a reakcí jsem použila při návrhu optimální velikosti fasádního obkladu dle vztahů (4.13) a (4.14) v kapitole 4.2.3.

Numerický model jsem vytvořila v programu Nexis32, jež je založen na vytváření tzv. idealizované konstrukce [30],[175]. Model jsem sestavila pomocí jednoduché liniové konstrukce. V místech styků jsem vytvořila uzly, jimiž jsem definovala charakteristiky připojení a způsobu podepření. Jelikož jsem prováděla posouzení typického segmentu, tj. té části fasády, která se nachází v jejím středu, návrh byl značně zjednodušen.

Postupovala jsem po jednotlivých krocích:

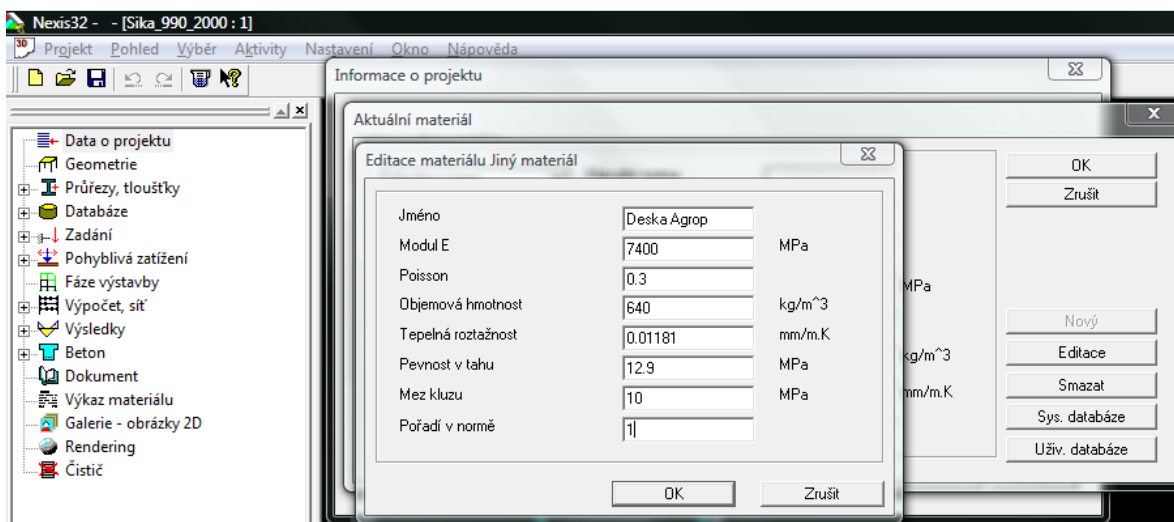
Prvním krokem bylo založení nového projektu a definování vlastností materiálů, jež nejsou vedeny v databázi SW, jak je patrné z příkladu na obrázku č. 27. Používala jsem informace poskytnuté výrobcem materiálu, ale i hodnoty, které jsem definovala postupem popsaným v etapě I. či kapitole 9.7.

Následujícím krokem je definice geometrie posuzované konstrukce. Tento krok spočíval především v návrhu geometrie typického fasádního segmentu. Na obrázku č. 28 je uveden příklad návrhu segmentu s fasádním obkladem z třívrstvé lepené desky, jemuž byly v následujícím kroku přiznány vlastnosti materiálu obkladu, viz obrázek č. 29. Z uvedeného příkladu je také zřejmé nastavení souřadného systému.

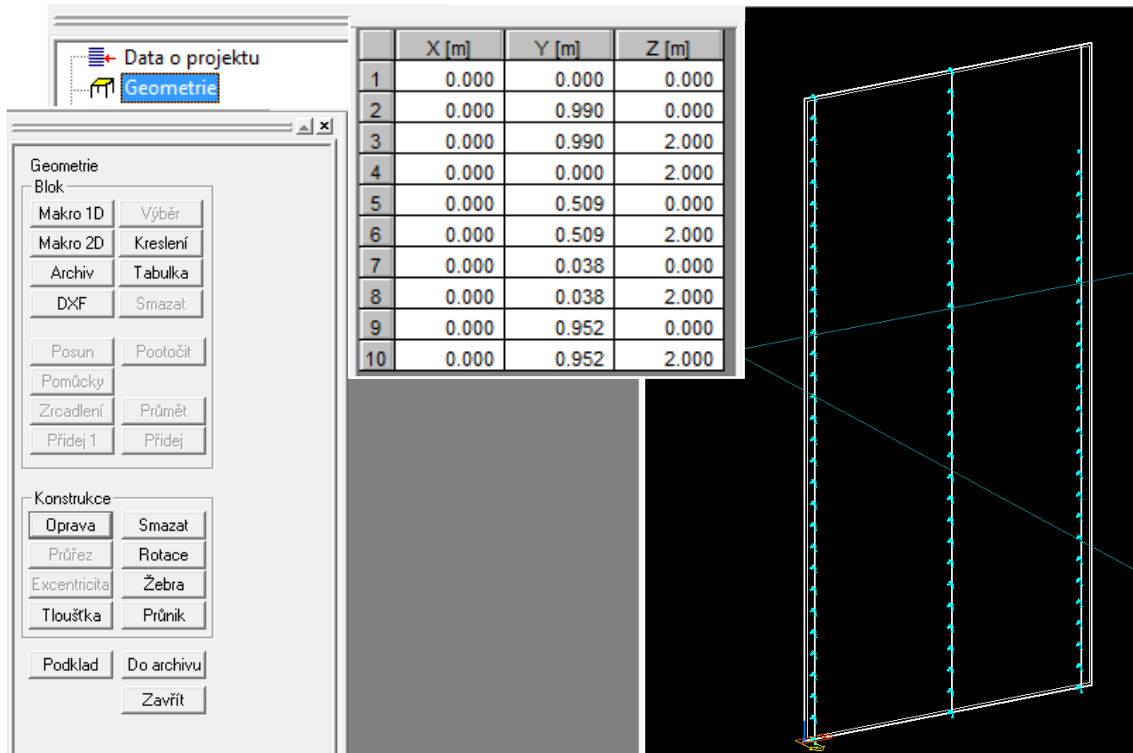
Další krok spočívá v doplnění informací o typu a tuhosti podpor, zde jsem opět použila výstupy etapy I. Jedná se o hodnoty 95 % horního kvantilu tuhosti podpor lepené sestavy, viz obrázek č. 30, jejichž hodnoty jsou uvedeny v kapitole 1.1.

Posledním, základním, krokem bylo definování zatěžovacích stavů. Zde jsem postupovala dle doporučení ČSN EN 1990 (ed. 2)⁵². Jedná se o zatížení vyvozená vlastní vahou, větrem a teplotní a vlhkostní roztažností. Postup výpočtu vstupních hodnot zatěžovacích stavů je uveden v kapitole 5.2.2. Zadání působících zatížení je patrné z příkladu na obrázku č. 31 a obrázcích č. 33 a č. 34.

V závěrečném kroku jsem definovala kombinaci zatěžovacích stavů dle příkladu na obrázku č. 35 pro statický lineární výpočet a příslušné koeficienty. Jedná se o poslední krok zadání před spuštěním výpočtu. Zadání zatěžovacích stavů jsem konzultovala se statikem.

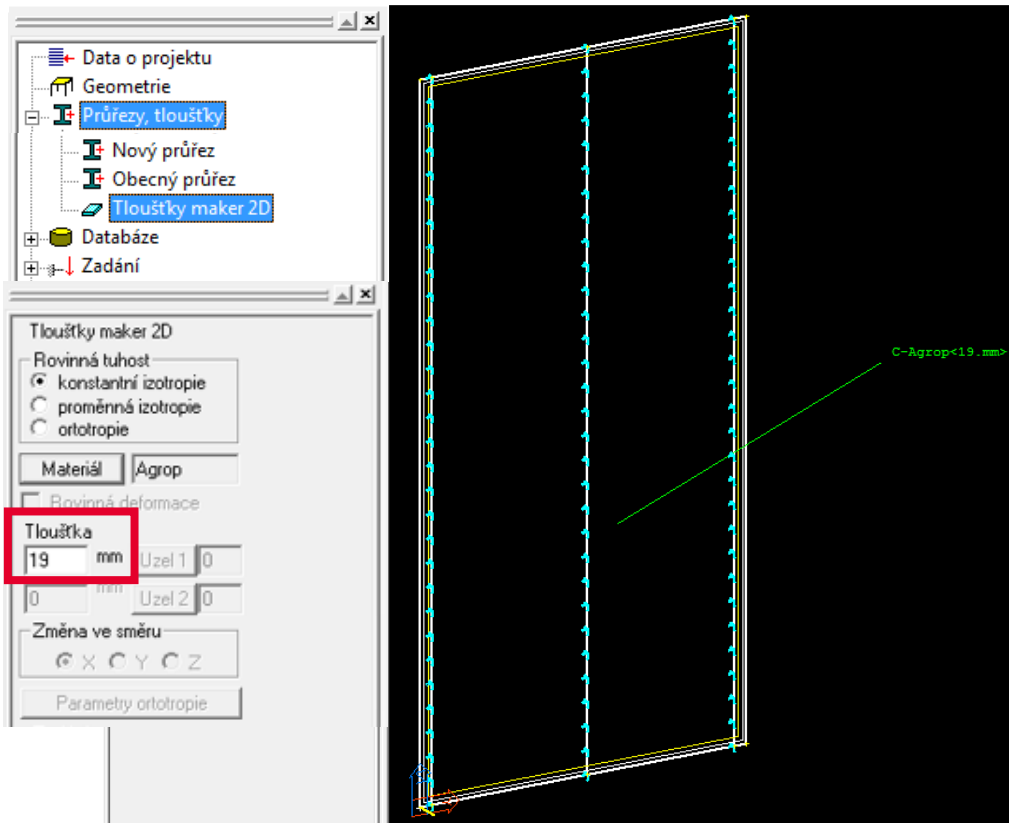


Obrázek č. 27 – Příklad vyplnění materiálových charakteristik

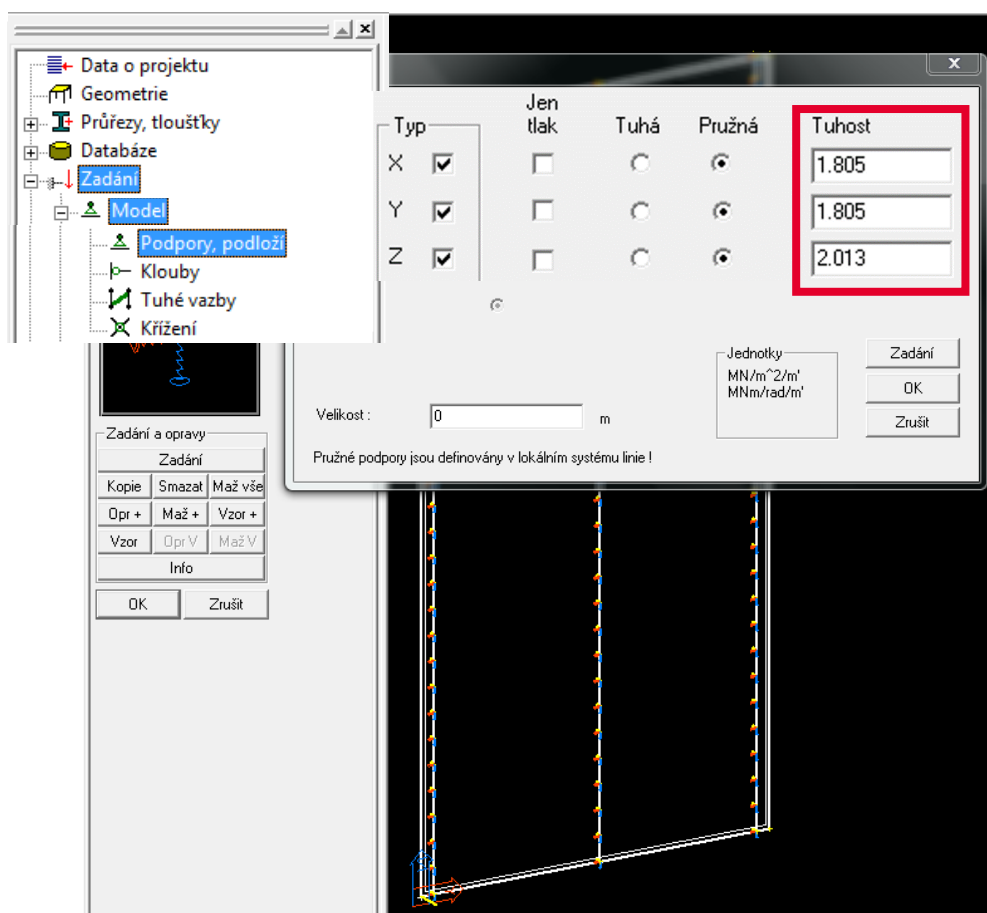


Obrázek č. 28 – Příklad zadávání geometrie fasádního segmentu

⁵² ČSN EN 1990 ed. 2: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.



Obrázek č. 29 – Příklad zadání průřezových charakteristik fasádního obkladu



Obrázek č. 30 – Příklad zadání deformační odolnosti podpor

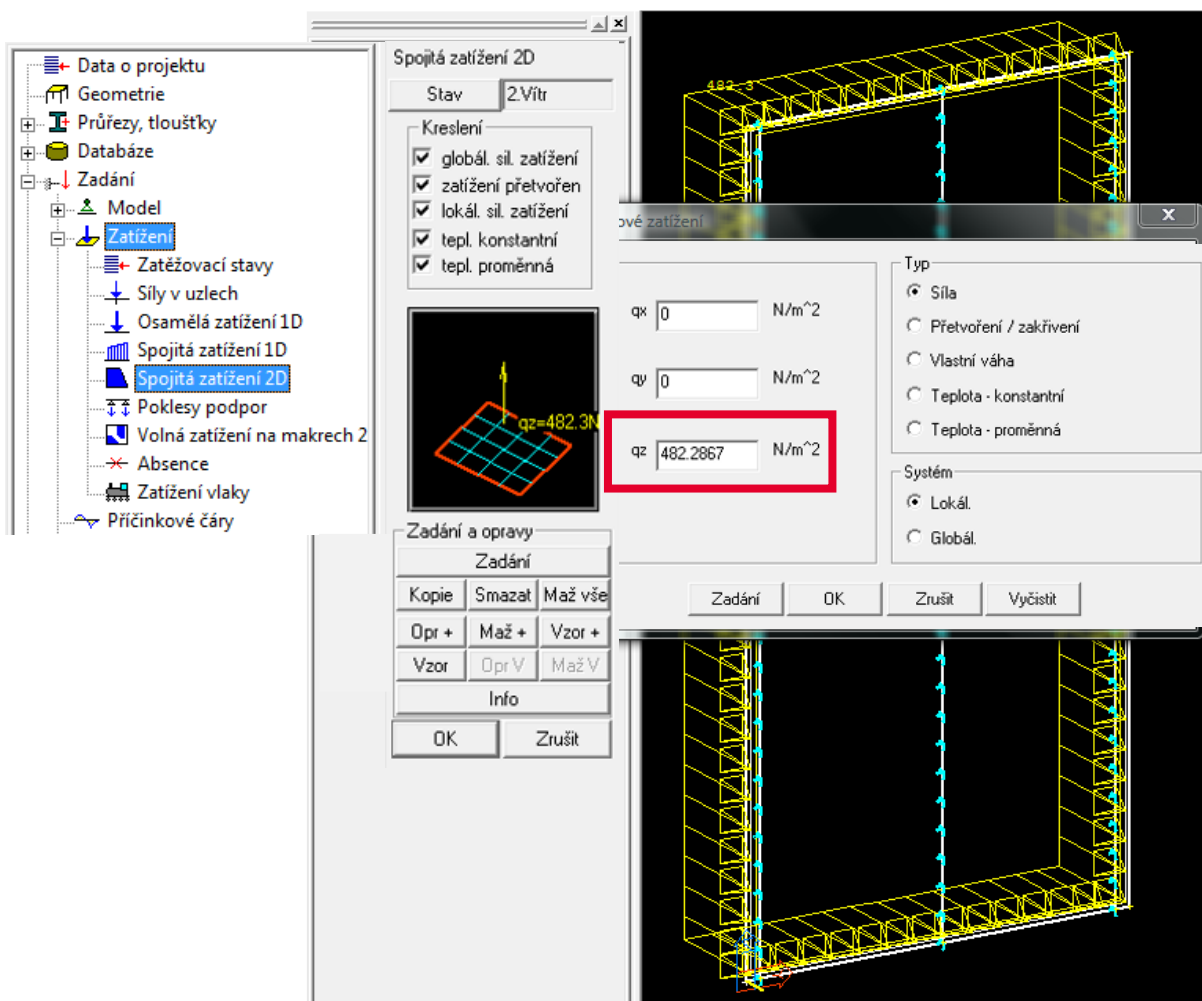
4.2.2.1. Stanovení hodnoty zatížení větrem

Při návrhu velikosti fasádního obkladu je důležité zohlednit nejenom tuhost podpor. Dalším parametrem, který ovlivňuje velikost použitého obkladu je zatížení větrem. Účinek větru závisí na velikosti, tvaru a dynamických vlastnostech posuzované konstrukce [120]. Této problematice jsem se věnovala již v kapitole 1.6.1.1, kde jsem stručně představila způsob působení proudění vzduchu na povrch fasády.

V práci jsem se zaměřila na posouzení vlivu záporných tlaků, které mají v porovnání s tlaky kladnými podstatnější vliv na vznikající napětí. Posouzení jsem zpracovala dle postupu definovaného v ČSN EN 1991-1-4⁵³. Hledanou veličinou je hodnota záporného tlaku větru působícího na povrch fasády w_e dle vztahu (4.12). Podrobný postup výpočtu je uveden v kapitole 9.6.

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (4.12)$$

- w_e tlak větru působící na vnější povrchy v N/m^2
 $q_p(z_e)$ maximální dynamický tlak v N/m^2
 z_e referenční výška pro vnější tlak v m
 c_{pe} součinitel vnějšího tlaku, bezrozměrná veličina



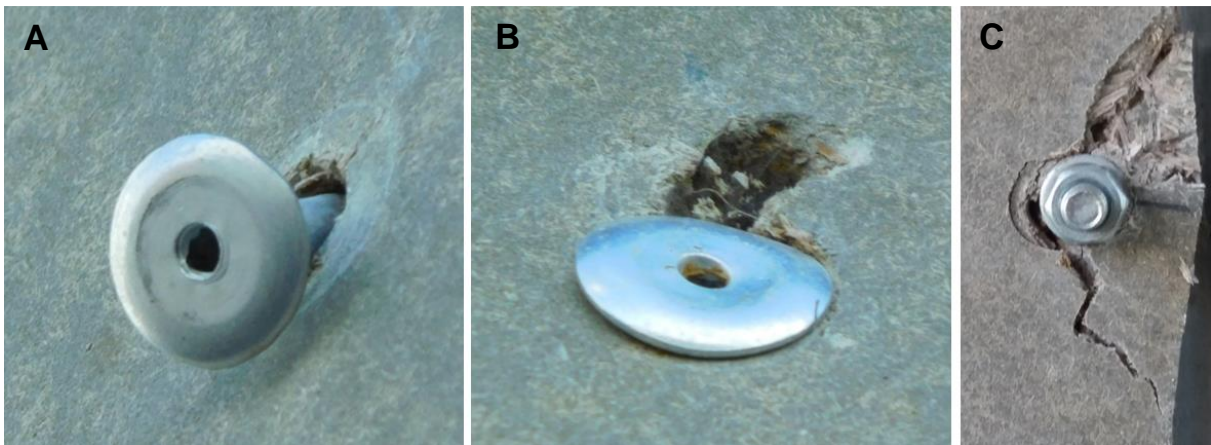
Obrázek č. 31 – Příklad zadání hodnoty zatížení větrem

⁵³ ČSN EN 1991 – 1 - 4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1 - 4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.

4.2.2.2. Stanovení vlivu teplotní a vlhkostní roztažnosti materiálu fasádního obkladu

Změny teploty a vlhkosti prostředí mají významný dopad na výstupy statického posouzení použitelnosti návrhu fasádní konstrukce [80],[109]-[112]. Teplotní i vlhkostní roztažnost materiálů způsobuje při změnách prostředí jejich rozpínání a smršťování.

Jedná se o tzv. přirozené teplotní a vlhkostní expanzní pohyby [161]. Tyto jsou zdrojem namáhání, především v oblasti kotvení obkladu, a tudíž i rychlejšího opotřebení jednotlivých prvků fasádního systému. U velkoplošných obkladů ze dřeva a materiálů na bázi dřeva je tento vliv nezanedbatelný. Je-li volné rozpínání desek omezeno nevhodně zpracovaným návrhem, vznikající vnitřní napětí mohou zapříčinit porušení materiálu či vytržení spojovacích prvků a následné odpadnutí obkladu [161],[171], jak je patrné z ilustrativního příkladu na obrázku č. 32.

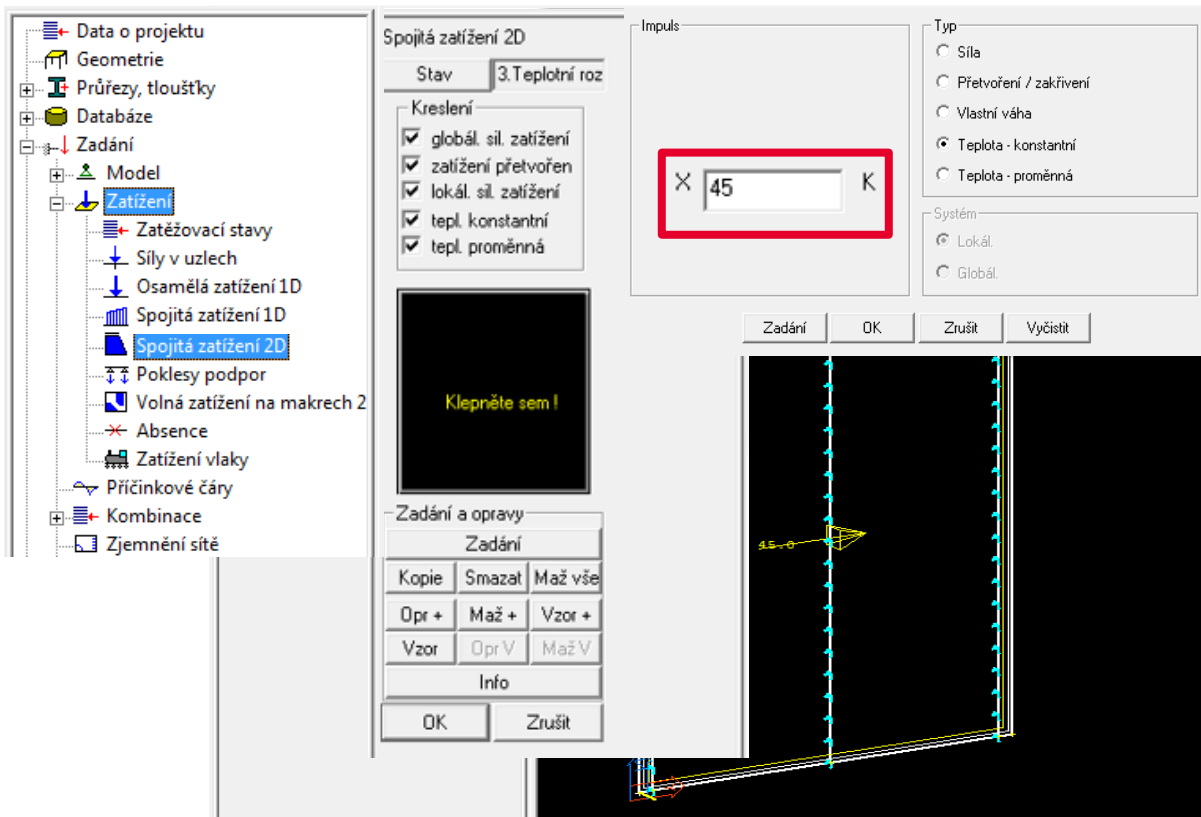


Obrázek č. 32 – Porušení obkladu Cetris Basic důsledkem nevhodného návrhu: a) i b) nevhodná délka nýtu a nevhodný návrh orientace nosné podkonstrukce; c) příliš malá vzdálenost od hrany obkladu;

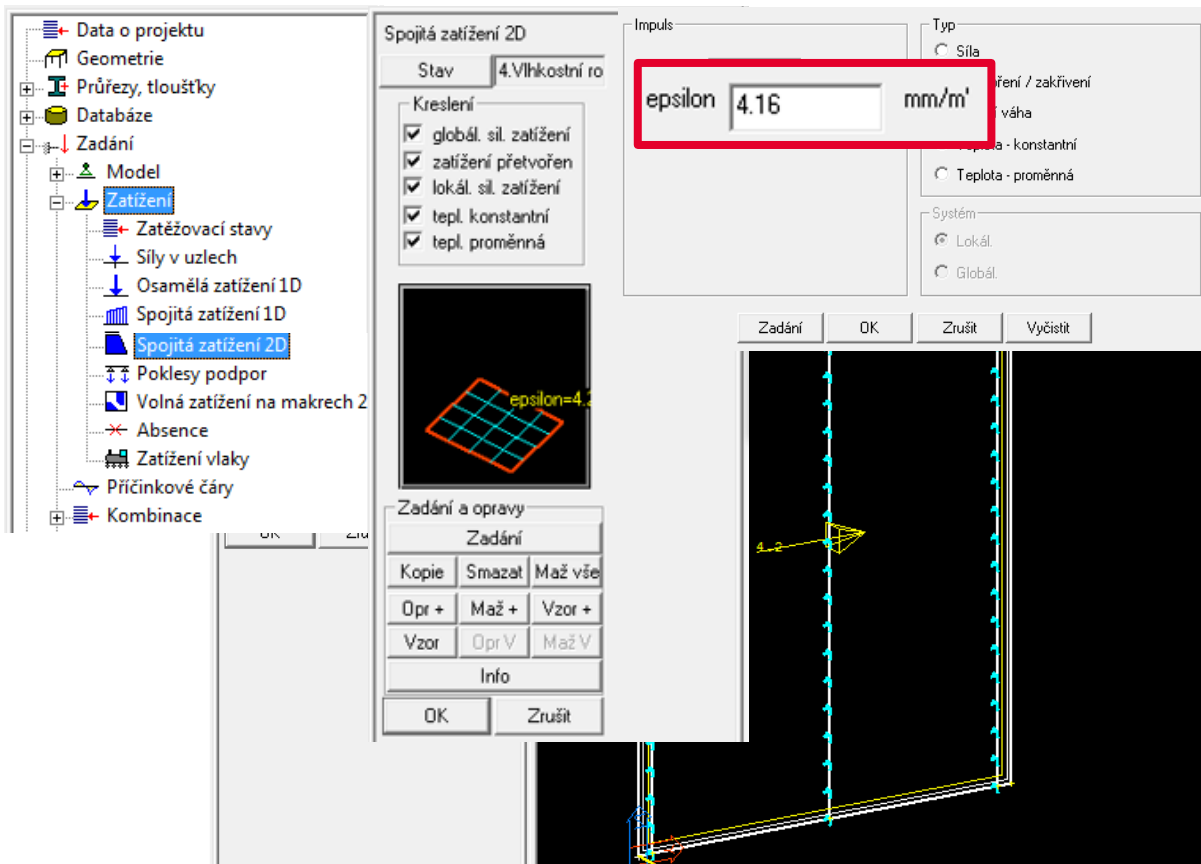
Hypotézu, že vliv expanze musí být zohledněn ve výpočtovém modelu, potvrzují i výsledky výzkumu dr. Wu z Louisiana State University publikované v letech 1990 – 1999. Závěry jeho týmu ukazují, že pravidelné expanzní pohyby prvků fasády, jež je umístěna v prostředí s nižší a/nebo střední vlhkostí prostředí, mají na její únavovou odolnost mnohonásobně vyšší vliv než prostředí s konstantně vyšší vlhkostí vzduchu [172]-[174].

Vztah mezi teplotní a vlhkostní expanzí látek není lineární. Použití konstantního poměru, pro výpočet změn rozměrů v měnících se podmínkách prostředí, je dle mého názoru nezodpovědné. V předložené práci jsem proto pro každý testovaný materiál experimentálně stanovila parametry související s jejich objemovými změnami. Postup stanovení a podrobné výsledky jsou uvedeny v kapitole 9.7. Zadání hodnot zatěžovacích stavů teplotní a vlhkostní roztažnosti jsem provedla dle příkladů na obrázku č. 33 a obrázku č. 34.

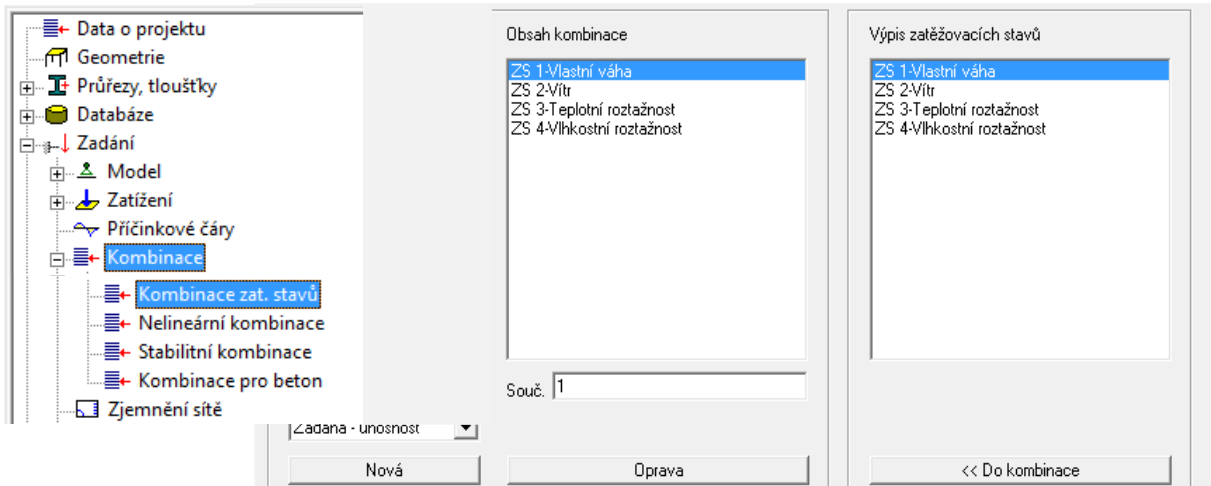
Před samotným spuštěním výpočtu jsem musela definovat jemnost sítě konečných prvků, kterou jsem nastavila na průměrnou velikost prvku 5 cm. Postup sestavení numerického modelu a definici okrajových podmínek jsem konzultovala s odborníkem, jenž daný SW užívá.



Obrázek č. 33 – Příklad zadání hodnoty zatížení změnou teploty prostředí



Obrázek č. 34 – Příklad zadání hodnoty zatížení změnou vlhkosti prostředí



Obrázek č. 35 – Příklad definování kombinací zatěžovacích stavů

4.2.3. Optimalizace návrhu velikosti fasádního obkladu

Posledním krokem etapy II. je stanovení vhodné velikosti fasádního obkladu. Výpočet jsem prováděla pomocí výstupů numerické analýzy. Použila jsem výsledky nejhorší kombinace zatěžovacích stavů. Tyto jsem vložila do vztahů (4.13) a (4.14). Pro výpočet velikosti fasádního obkladu jsem použila hodnotu 5 % dolního kvantilu napětí na lepené ploše.

$$\frac{\sigma_z}{\sigma_{adh}} \leq 1,0 \quad (4.13)$$

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{\tau}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{\tau}\right)^2} \leq 1,0 \quad (4.14)$$

σ_z hodnota napětí vyvolaná od zatížení větrem v N/mm^2

σ_x, σ_y hodnota napětí vyvolaná vlastní tíhou a teplotní a vlhkostní roztažností v N/mm^2

σ_{adh} hodnota 5% kvantilu normálového napětí (ověřeno experimentálně) v N/mm^2

τ hodnota 5% kvantilu smykového napětí (ověřeno experimentálně) v N/mm^2

Napětí, jež je vyvoláno zatížením působícím na fasádu, jsem stanovila z výstupů numerické analýzy pomocí vztahu (4.5), a to z hodnot nejméně příznivé kombinace sil, příklad je uveden v tabulce č. 12, které působí na konkrétní plochu lepeného spoje. Hodnoty normálového a smykové napětí vychází z výstupů etapy I.

Tabulka č. 12 – Příklad výstupů numerické analýzy pro fasádní obklad Cetris Basic

Síla/Systém	SikaTack® Panel	Dinitrol F500 LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
R_z [N]	- 20,58	- 20,73	- 20,28	- 20,47
R_x [N]	329,33	498,97	558,69	585,14
R_y [N]	514,11	483,73	309,86	560,31

Velikost obkladu stanovenou dle vztahů (4.13) a (4.14) jsem použila pro sestavení zkušebních segmentů, jež byly experimentálně ověřeny na účinky plošného zatížení působením záporných tlaků v etapě III.

4.3. ETAPA III. – Metodika ověření odolnosti lepených fasádních segmentů plošným zatěžováním

Hlavním cílem etapy III. je ověření skutečného chování konstrukčních dílců lepených fasádních sestav a verifikace adhezních vlastností lepeného spoje při zatížení větrem, resp. při zatížení negativními tlaky. Řešení etapy vychází ze závěrů zjištěných v etapě I. a etapě II.

Tuto etapu jsem opět rozdělila na dílčí výzkumné kroky, které jsou zaměřeny na:

- Výběr vhodných materiálů;
- Výběr zkušební metody;
- Návrh a výroba zkušebních segmentů;
- Testování zkušebních segmentů;
- Vyhodnocení výsledků měření;

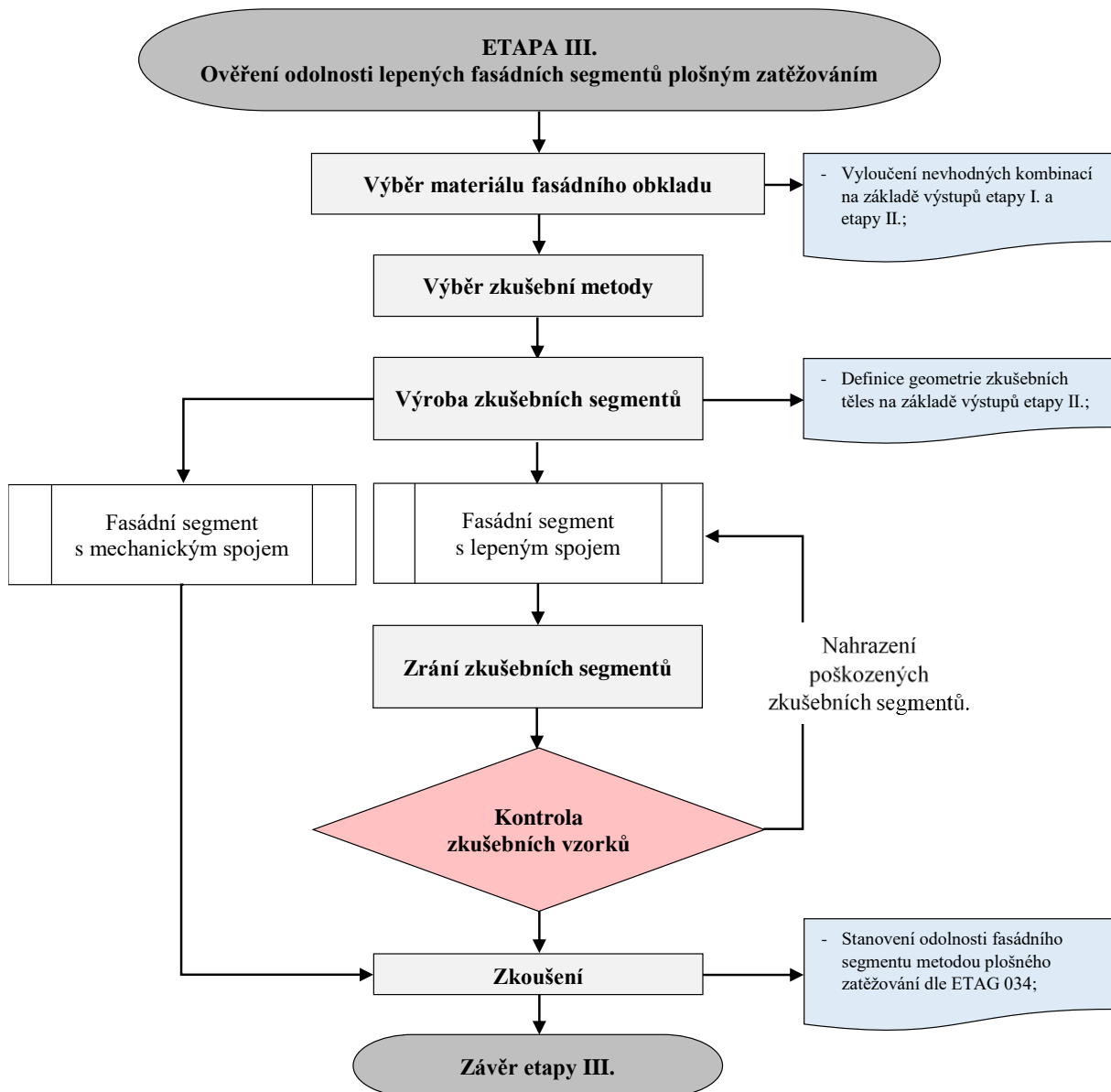
První dílčí krok etapy I. byl zaměřen na výběr materiálů vhodných pro použití v provětrávaném fasádním systému. Vybrala jsem čtyři odlišné typy fasádního obkladu a čtyři různé montážní systémy. Následně jsem zkušební vzorky vyrobené z kombinací vybraných materiálů podrobila laboratorním zkouškám zaměřeným na stanovení odolnosti lepeného spoje, a především na ověření adhezních vlastností. Na základě výstupů těchto zkoušek jsem v etapě III. vybrala vhodné kombinace materiálů pro zkoušení odolnosti lepeného segmentu proti zatížení větrem. Nevhodné fasádní obklady či montážní systémy jsem vyřadila.

Následně jsem se v etapě III. zaměřila na výběr vhodné zkušební metody, na základě jejichž požadavků jsem vytvořila návrh geometrie zkušebního fasádního segmentu. Po úvaze jsem se rozhodla vycházet z potřeb zkušebního postupu definovaného technickou směrnicí ETAG 034⁵⁴. V návrhu jsem zohlednila i výstupy numerické analýzy, kdy jsem na základě výstupů etapy II. vybrané velkoformátové fasádní obklady, tj. desku Cetrus Basic a třívrstvou lepenou desku, upravila na požadované rozměry, a požadavky používaného zkušebního zařízení. Technická směrnice doporučuje testovat nejhorší možnou variantu skladby fasádního systému, která nastane při zohlednění všech vedlejších vlivů působících na konstrukci, tj. pochybení během výroby či instalace zkušebního tělesa, a dále také při zohlednění změn teploty a vlhkosti prostředí.

Výstupem etapy III. je stanovení odolnosti fasádního segmentu proti působení negativních tlaků větru. Vedlejšími výstupy je hodnota odolnosti a poměrného prodloužení lepeného spoje při porušení, definice způsobu porušení a vlivu adhezních vlastností vybraných materiálů na způsob porušení, vliv montážní pásky na pevnost spoje při porušení apod.

Kroky etapy III. jsou znázorněny ve schématickém postupu na obrázku č. 36.

⁵⁴ ETAG 034:2012: European Technical Approval Guideline 034:2012 - Kits for External Wall Claddings.



Obrázek č. 36 – Kroky postupu provádění etapy III.

4.3.1. Výroba zkušebního fasádního segmentu

Všechny zkušební segmenty jsem vyrobila z materiálů, jejichž materiálové charakteristiky byly definovány v kapitole 4.1.1. S cílem ověřit a porovnat výhody a nevýhody lepeného fasádního spoje, jsem vyrobila i zkušební segmenty s tradičním mechanickým upevněním fasádního obkladu. Pro všechny zkoušené varianty fasádních systémů jsem sestavila zkušební tělesa o stejné geometrii, neboť jedině tak je možné získat data vhodná k vzájemnému srovnání.

4.3.1.1. Geometrie zkušebního fasádního segmentu

Na základě výstupů etapy I. a etapy II. jsem navrhla rozměry zkušebního fasádního segmentu. Jedná se o dva různé rozměry. První geometrii tělesa jsem navrhla pro segmenty s fasádním obkladem Cetriz Basic, druhou pro segmenty s fasádním obkladem z třívrstvé lepené desky a fasádními palubkami ze sibiřského modřínu. Bylo důležité, aby návrh respektoval požadavek technické normy na minimální plochu zkušebního tělesa, tj. 1,5 m². Jedná se o požadavek,

jsou - li testovány fasádní systémy s obkladovými prvky, které se navzájem neovlivňují [116]. Všechny fasádní segmenty se skládají z primárního a sekundárního materiálu.

○ Primární prvky fasádního zkušební segmentu

- Fasádní obklad – deska Cetris Basic, třívrstvá lepená deska a fasádní palubky ze sibiřského modřínu;
- Lepený spoj – čistící přípravek, zlepšovací nátěr (primer), montážní páska a konstrukční lepidlo, vše dle zkoušeného typu montážního systému;
- Nosná podkonstrukce – konstrukční hranoly KVH pevnostní třídy C24 ze smrkového dřeva, hoblované a impregnované.

V návrhu jsem použila hranoly průřezu 40/60 mm pro krajní a středové prvky konstrukce a hranoly 40/120 mm pro středo/krajní (spojovací) prvek nosné podkonstrukce, vynášející levou i pravou desku fasádního obkladu, viz příklad na obrázku č. 39.

○ Sekundární prvky fasádního zkušební segmentu

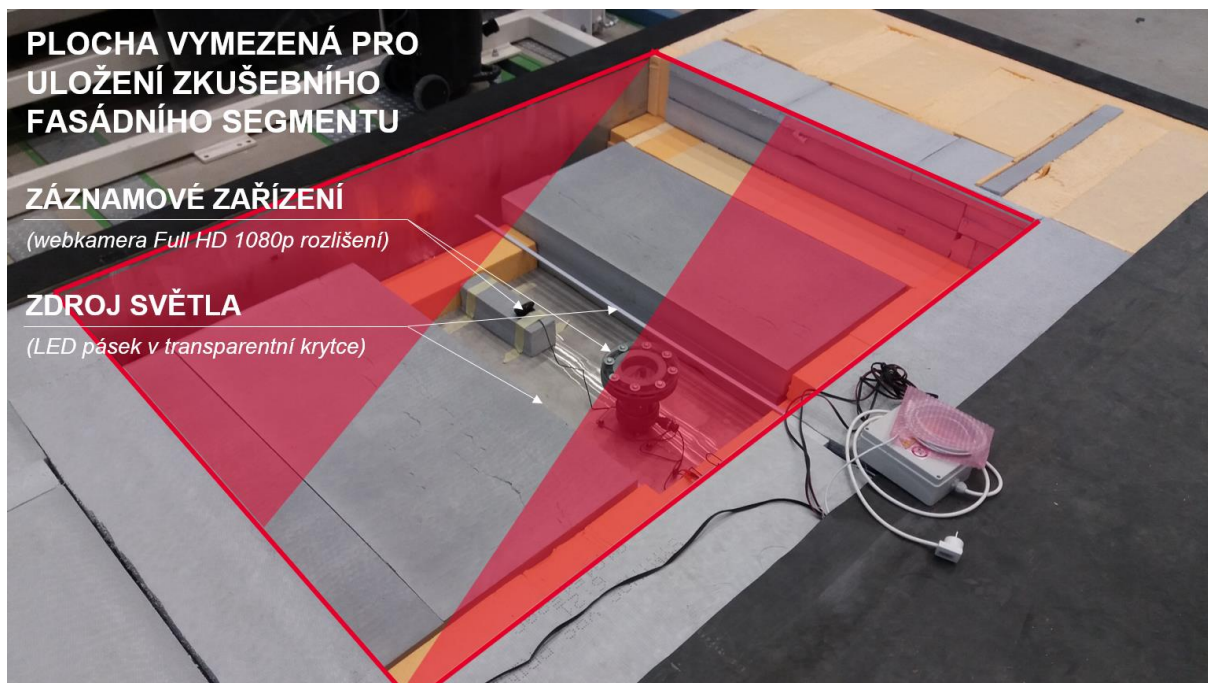
- Vynášecí konstrukce, k níž byl fasádní segment připevněn, a pomocí níž byl uložen do zkušebního zařízení – bednicí nosník Doka H20 top N dl. 4,90 m, v reálné praxi by se jednalo o stěnu objektu nebo hranoly uložené v horizontálním směru;
- PE fólie tl. 0,8 mm umožňující vznik podtlaku;
- Akustická pěnová páska š. 30 mm a tl. 3 mm pro zajištění těsnosti mechanických spojů;
- Spojovací materiál – vruty do dřeva – délku jsem volila dle mocnosti spojovaného materiálu;
- Extrudovaný polystyren XPS300G tl. 40 mm pro vyplnění mezery mezi PE fólií a fasádním obkladem.

Aby bylo možné fasádní zkušební segment bez problémů uložit do zkušebního zařízení, musela jsem v konceptu návrhu použít nosný prvek, který by byl schopen odolávat vyvíjeným tlakům a současně svým porušením neovlivnil výsledky tlakových zkoušek. Za tímto účelem jsem použila dřevěné bednicí nosníky typu H20 top N délky 4,90 m od firmy Doka Industrie GmbH (dále jen Doka). Zvolený typ nosníku je jednak schopen zajistit bezproblémové uložení zkušební fasádního segmentu do zkušební komory, viz obrázek č. 38, ale také při jeho zatěžování dochází pouze k minimálním průhybům [177]. Vybraný prvek tak neovlivňuje průběh zkoušky svým předčasným porušením či vznikem nadměrného průhybu.

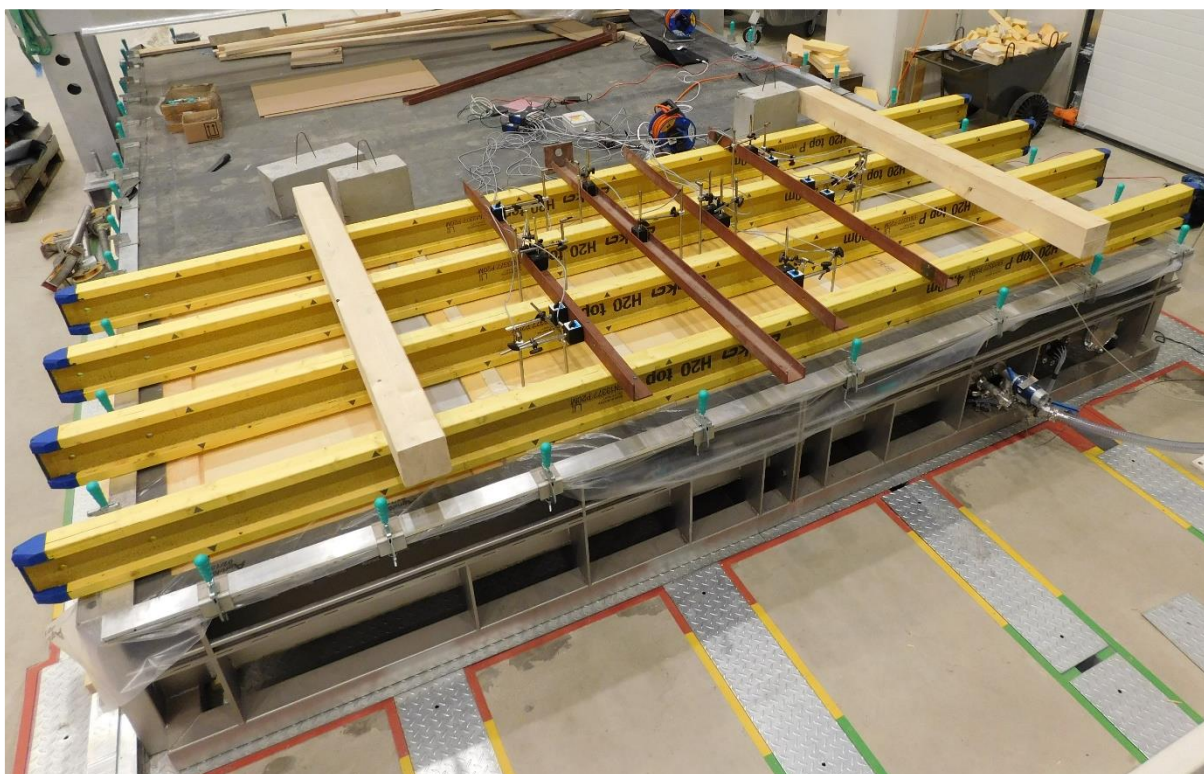
Upevnění nosné podkonstrukce k nosníkům Doka jsem navrhla prostřednictvím mechanického spoje pomocí vrtů do dřeva 5 × 65 mm se zápusťnou hlavou. Délku spojovacího prvku jsem stanovila dle pokynů ČSN EN 1995-1⁵⁵ [178]. Mezi nosníky Doka a nosnou podkonstrukci fasádního segmentu jsem vložila PE fólii. V místě průchodu spojovacích prvků fólií je umístěna akustická pěnová páska, která otvory zaplní a zajistí dokonalé hermetické uzavření zkušebního panelu ve vzduchotěsné komoře. Mezi PE fólií a rubovou stranou fasádního obkladu vznikne 40 mm mezera, v praxi se jedná o provětrávanou mezeru, kterou je ovšem pro účely zkoušení nutné vyplnit. Vyplnění mezery zajistí, aby při vytváření

⁵⁵ ČSN EN 1995 - 1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

podtlaku (vakua) nedocházelo k protržení PE fólie jejím napínáním. Zvolila jsem extrudovaný polystyren tl. 40 mm, jenž je stabilní a bude tak možné jeho opakované použití.



Obrázek č. 37 – Příprava zařízení a zkušební komory pro uložení fasádního segmentu



Obrázek č. 38 – Zkušební fasádní segment uložený ve zkušební komoře

4.3.1.2. Výroba zkušebního fasádního lepeného segmentu

Výrobu zkušebního segmentu jsem rozdělila do několika montážních kroků. Dle kroků 4. až 7. je možné postupovat pouze při aplikaci lepeného spoje.

1. krok – Příprava nosné konstrukce fasádního roštu.

Rozmístění bednicích nosníků Doka jsem pro segmenty s obkladem Cetris zvolila v osově vzdálenosti á 590 mm a pro segmenty s dřevěným fasádním obkladem jsem použila osovou vzdálenost á 517/518 mm, jak je patrné ze schémat v kapitole 9.8. Vzdálenost nosníků vychází z rozměru fasádního obkladu, kdy max. vhodná osová vzdálenost nosníků je cca 625 mm.

2. krok – Nalepení akustické pěnové pásky a uložení PE fólie.

3. krok – Umístění profilů nosné podkonstrukce.

Nosný rošt v osově vzdálenosti á 500 mm se připevňuje k nosníkům Doka pomocí vrutů do dřeva. Požadavek na osovou vzdálenost jsem převzala z podkladů firmy CIDEM Hranice, a.s., která pro obklad Cetris Basic tl. 10 mm doporučuje navrženou rozteč nosného roštu [148]. V případě dřevěného fasádního obkladu jsem vzhledem k jeho tloušťce, tj. 19 mm v obou případech, mohla navrhnout rozteč roštu až 625 mm. Pozici vrutů jsem navrhla střídavě z obou stran hranolů, aby bylo sníženo riziko jejich kroucení či ustřížení.

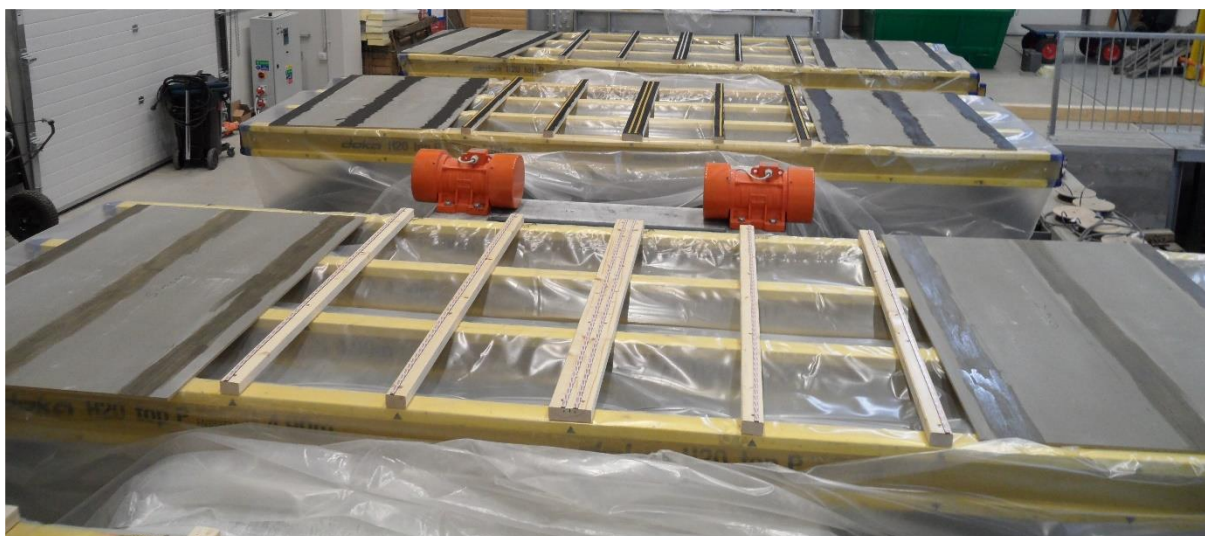
4. krok – Příprava nosné podkonstrukce a fasádního obkladu.

Před upevněním fasádního obkladu je nutné provést úpravu lepených povrchů. Ta se skládá z kroků totožných s přípravou zkušebních vzorků pro laboratorní zkoušení, viz kapitola 4.1.2.4. Konkrétně se jedná o zdrsnění povrchu smirkovým papírem, očištění lepených ploch aktivačním nátěrem, odvětrání čistícího přípravku po dobu cca 10 min a aplikace zlepšovacího nátěru.

5. krok – Nalepení montážní pásky na nosnou konstrukci.

V případě krajních nosníků musí být páska vždy na vnější straně KVH hranolu, alespoň 10 mm od jeho hrany. Na střední a krajní profily 40/60 se lepí jeden pruh pásky, na spojovací profil 40/120 dva pruhy. Popsané kroky jsou patrné z ilustrativních příkladů na obrázku č. 39 a obrázku č. 40.

Pozn.: Před přistoupením k aplikaci lepidla je vhodné fasádní obklad na přichystaný rošt přiložit a provést poslední přeměření a případnou rektifikaci roviny roštu. Lepený spoj je nerozebíratelný, po aplikaci lepidla a uložení obkladu nejsou možné žádné dodatečné úpravy.



Obrázek č. 39 – Výroba zkušebního segmentu: krok 1. – 5.

6. krok – Aplikace lepidla je demonstrována na obrázku č. 40.

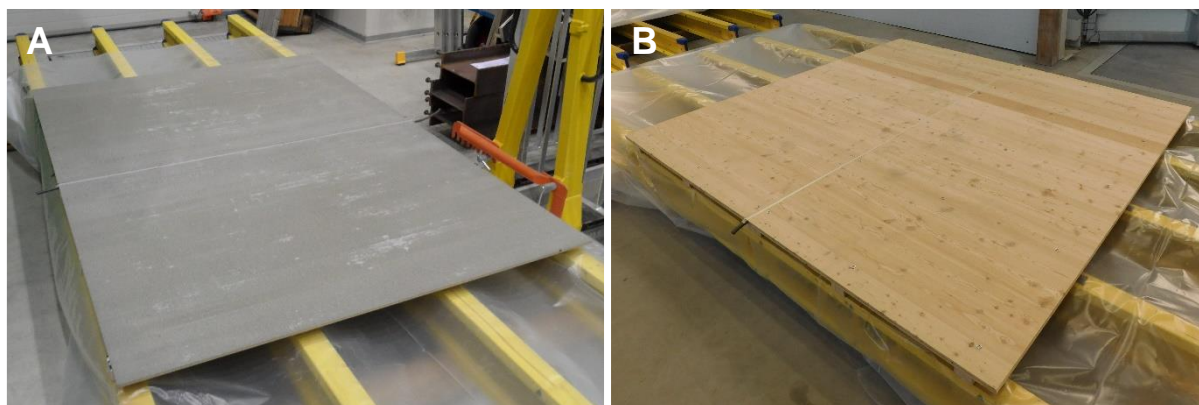
Lepidlo jsem aplikovala výtlačnou pistolí na kartuše a monoporce. Vhodné je použití zařízení s akumulátorem nebo pneumatickým pohonem. Aplikáční špičku jsem seřízla do tvaru trojúhelníku o šířce 8 mm a výšce 10 mm, jak doporučují výrobci montážních systémů [22],[156]-[158]. Lepidlo je vhodné aplikovat ve vzdálenosti alespoň 5 mm od montážní pásky, aby nedošlo k zatečení lepidla přes pásku, což by mohlo negativně ovlivnit její funkci (viz také kapitola 5.4.1), a opět min. 10 mm od hrany profilu roštu.



Obrázek č. 40 – Aplikace lepidla: a) systém Dinitrol F500LP Polyflex; b) systém SikaTack® Panel

7. krok – Připevnění fasádního obkladu.

Po nanesení lepidla je možné odstranit ochrannou fólii z montážní pásky a umístit fasádní obklad. Před přitlačení obkladu k montážní pásce, jež po dobu vytvrzování lepidla nese celou jeho váhu, je vhodné překontrolovat polohu umístění obkladu. Spáru mezi fasádními obklady je možné ponechat otevřenou, nebo ji vyplnit např. trvale pružným tmelem, viz příklady na obrázku č. 41.



Obrázek č. 41 – Připevnění fasádního obkladu: a) Cetris Basic; b) třívrstvá lepená deska

4.3.1.3. Výroba zkušebního fasádního segmentu s mechanickým kotvením

Pro zkušební segmenty s mechanickým upevněním fasádního obkladu jsem musela navrhnout několik modifikací výše definovaného postupu montáže.

Úprava postupu navazuje na 3. krok montáže následovně:

4. krok – Předvrtání otvorů ve fasádním obkladu v osových vzdálenostech dle předpřipraveného montážního schémata, viz kapitola 9.9.

Návrh rozmístění a velikost otvorů pro mechanické uchycení deskového fasádního obkladu jsem navrhla opět dle doporučení firmy CIDEM Hranice, a.s.⁵⁶ Otvory musí být vždy předvrtány. Posuvné body je vhodné předvrtat velikostí vrtáku \varnothing 8 mm a pevný bod, který je ve schématech vyznačen křížkem, vrtákem \varnothing 5 mm. U fasádních palubek se jedná pouze o otvory \varnothing 5 mm, neboť není nutné rozlišovat pevné a posuvné body. Každá palubka je upevněna pomocí 4 ks vrtů.

5. krok – Osazení a upevnění fasádního obkladu.

Fasádní desky Cetris Basic jsou upevněny pomocí fasádního šroubu pro kotvení cementotřískových desek Cetris 4,5 × 45 mm s podložkou EPDM 15 mm (nerez A2). Pro připevnění třívrstvé lepené desky jsem navrhla klempířské šrouby 4,5 × 50 mm s podložkou EPDM 15 mm (nerez A2). V obou případech se jedná o vrt do dřeva. Fasádní palubky ze sibiřského modřínu jsou uchyceny pomocí vrtů do dřeva se zápusnou hlavou 4,5 × 50 mm (nerez A2).

4.3.1.4. Zrání zkušebního segmentu

Stejně jako v případě laboratorních zkušebních metod pro stanovení fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav, popsanych v kapitole 4.1, i zkušební segmenty pro zkoušení odolnosti fasády proti zatížení větrem je nutné ponechat vyžrát. Lepené segmenty proto nebyly zkoušeny dříve než po 14 a více dnech ode dne jejich výroby. Zkušební segmenty vyžrávaly ve standardním prostředí.

4.3.2. Zkoušení fasádních segmentů

4.3.2.1. Definice okrajových podmínek

Cílem použité zkušební metody je stanovení únosnosti lepeného fasádního segmentu formou reprodukce účinků sání větru. Jedná se o rovnoměrně rozložené působení zatížení na zkušební vzorek o určitých rozměrech. Okrajové podmínky pro zkoušení vzorků jsem stanovila na základě doporučení uvedených v evropském návodu pro technická schvalování provětrávaných fasádních systémů ETAG 034.

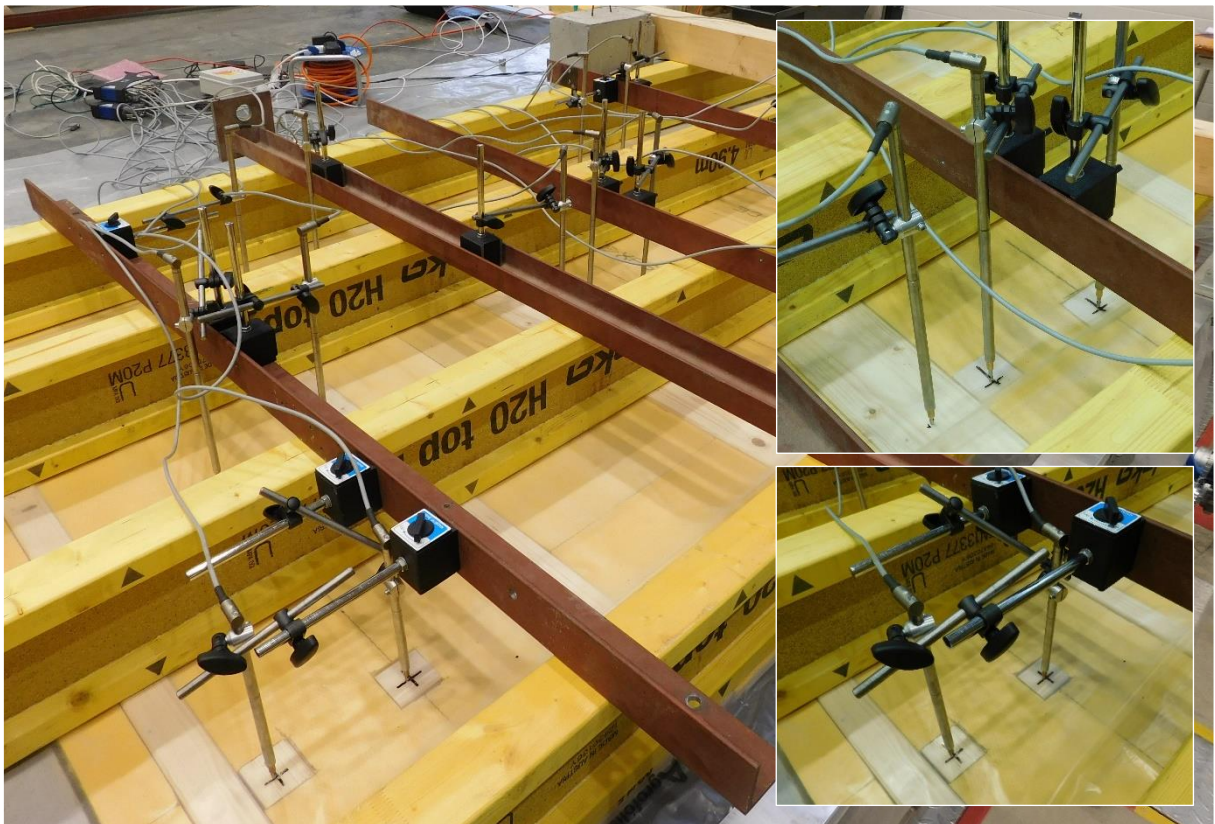
Technický pokyn nedefinuje vhodný či limitní počet zkušebních těles. Konečný počet zkušebních segmentů jsem navrhla především s ohledem na materiálové možnosti. Pro kombinace vybraných montážních systémů s fasádním obkladem Cetris Basic jsem vyrobila vždy dva zkušební segmenty a jeden segment s mechanickým spojem. Pro fasádní segmenty s dřevěným fasádním obkladem jsem vyrobila po jednom segmentu s mechanicky kotveným obkladem a po jednom segmentu s lepeným spojem.

Experimentální měření jsem prováděla ve zkušebně výzkumného centra AdMaS v Brně na ulici Purkyňova. Použila jsem vzduchotěsnou komoru určenou pro horizontální

⁵⁶ Návrh jsem konzultovala s Ing. Vaculou, který v této společnosti pracuje na pozici vedoucího vývoje.

plošné zatěžování konstrukčních prvků a dílců o vnitřních rozměrech $6,18 \times 4,18 \times 0,44$ m. Na tuto komoru je napojena suchá šroubová vývěva Edwards GXS250/2600 doplněná rootsovým dmychadlem. Vývěva zajišťuje dostatečný sací výkon pro vytvoření vakua ve zkušební komoře. Je schopna vytvářet vakuum v úrovni 700 mbar (abs) a méně. Rychlost zatěžování jsem, po konzultaci s pracovníkem centra AdMaS Ing. Petrem Daňkem, Ph.D., nastavila dle doporučení směrnice ETAG 034, blíže popsanych v kapitole 1.6.1.1.

Deformace zkušebního segmentu jsem zaznamenávala opět pomocí indukčnostních snímačů dráhy HBM 1-WA/100 MM-T a HBM 1-WA/50 MM-T (s maximální odchylkou 0,15 %). Snímače jsem umístila na profily nosné podkonstrukce a v ploše fasádního obkladu dle schémat uvedených v kapitole 9.9, viz příklad na obrázku č. 42. Snímače dráhy jsou spojeny se dvěma sběrnými ústředními QuantumX MX840A, každá s 8 záznamovými kanály. Samotný záznam pohybu byl zpracován softwarem catman@easy (V3.5.1), který umožňuje snadné převedení digitálního záznamu do listu tabulkového procesoru Excel.



Obrázek č. 42 – Rozmístění indukčnostních snímačů dráhy

Všechny zkoušky jsem prováděla při teplotě prostředí (20 ± 5) °C a relativní vlhkostí (50 ± 20) %. Zkušební segmenty jsem vyráběla ve zkušební hale, kde byly skladovány během vyzrání, a proto nebylo nutné se zabývat jejich aklimatizací před samotným zkoušením. V opačném případě je včasná aklimatizace vzorků nezbytná.

Před přistoupením ke zkoušení je také vhodné změřit povrchovou teplotu a vlhkost fasádního obkladu a nosné podkonstrukce. Hodnoty, jež neodpovídají standardním podmínkám musí být zohledněny při vyhodnocování výsledku zkoušek. Příliš nízká či vysoká vlhkost materiálu může mít vliv například na způsob porušení zkušebního segmentu.

4.3.2.2. Plošné zatěžování fasádního segmentu

Zkušební těleso jsem umístila do vzduchotěsné komory. Vzorek jsem v komoře hermeticky uzavřela pomocí PE fólie, jež je součástí všech zkušebních segmentů. Fólii jsem připevnila k rámu zkušební komory prostřednictvím stahovacích svorek tvaru C a kovových profilů. Následně jsem na povrchu zkušebního tělesa dle předpřipravených schémat rozmístila snímače dráhy. Postupným odsáváním vzduchu ze zkušební komory, dle kroků uvedených v kapitole 1.6.1.1, dochází k těsnému přilehnutí PE fólie k povrchu vzorku a jeho průhybu.

Zkouška postupným zatěžováním je ukončena v okamžiku, kdy je dosaženo plošného zatížení $3\,000\text{ N/m}^2$ - v případě panelů s fasádním obkladem Cetriz Basic. Tuto úroveň jsem navrhla po konzultaci s Ing. Vaculou a také na základě výstupů etapy I. Panely s dřevěným fasádním obkladem byly postupně zatěžovány až do výše zatížení $6\,000\text{ N/m}^2$. Tuto hladinu zatížení jsem opět definovala na základě výstupů etapy I. Od této úrovně byly fasádní segmenty zatěžovány kontinuálně se zvyšujícím se plošným zatěžováním bez přestávek až do jejich porušení.

4.3.3. Vyhodnocení výsledků měření

U všech zkušebních vzorků jsem pořizovala záznam o průběhu zkoušky. Pomocí zkušebního zařízení popsaného v kapitole 4.3.2.1 byly zaznamenány hodnoty maximálního tlaku působícího na zkušební těleso a maximální průhyb segmentu při porušení.

4.3.3.1. Stanovení nárůstu trvalých deformací

Naměřená data jsou hodnoty průhybů odečítaných pro každý vzorek z jednotlivých snímačů dráhy při dosažení příslušné úrovně plošného zatížení.

Z těchto dat jsem stanovila hodnotu nárůstu trvalých deformací na příčné ose při postupném zatěžování s následným odtižením na 10 s. Dalším souborem naměřených průhybů jsou trvalé deformace odpovídající příslušné hladině zatížení získaných odečtem hodnot po odtižení zkušebního panelu.

Z naměřených dat jsem pomocí vztahu (4.15) stanovila hodnoty prodloužení lepeného spoje v průběhu plošného zatěžování. Variantu vztahu (4.15) jsem volila dle polohy indukčnostního snímače dráhy.

$$l = l_{n+1} - l_n; l = l_n - l_{n+1} \quad (4.15)$$

4.3.3.2. Stanovení vlivu montážní pásky

Montážní páska lepících systémů má dvě hlavní funkce. Jednak funguje jako distanční podložka, která zajistí rovnoměrnou tloušťku lepidla 3 mm po celé délce lepeného spoje, a také funguje jako dočasný nosný prvek, který nese fasádní obklad do chvíle dostatečného vytvrzení lepidla. Jelikož byly zkušební panely vyráběny v horizontální poloze, bylo možné vzorek sestavit i bez použití montážní pásky.

Cílem je ověřit, zda páska negativně neovlivňuje vyzrání lepidla a následně i roznášení plošného zatížení v lepeném spoji. Tato skutečnost by mohla být příčinou oslabení pevnosti spoje a zkrácení jeho životnosti. Druhou motivací bylo sestavení vhodného technologického postupu pro zkoušení lepených segmentů metodou plošného zatěžování. Zkušební vzorky jsou často zkoušeny již po 14 dnech od instalace. V případě, že by vliv

montážní pásky byl nezanedbatelný, mohlo by docházet ke zkreslení výstupů zvolené zkušební metody.

4.3.3.3. Stanovení poměrného prodloužení lepeného spoje

Prodloužení lepeného spoje jsem stanovila odečtem hodnot zaznamenaných průhybů relevantními snímači dráhy dle vztahu (4.15).

4.3.3.4. Stanovení způsobu porušení fasádního segmentu

Stejně jako v případě laboratorních zkoušek, i v tomto případě jsem po destrukci fasádního segmentu zaznamenala jejich způsob porušení. K posouzení způsobu jsem opět použila kategorie popsané v kapitole 4.1.4.2. Zaznamenané způsoby porušení jsem taktéž porovnávala se závěry etapy I.

4.4. Nestandardní zkušební postupy a aplikace

Všeobecně lze konstatovat, že pro laboratorní zkušební postupy je důležitá definice a kontrola okrajových podmínek prostředí, díky čemuž jsme schopni dané experimenty opakovat. Avšak v reálném prostředí je uplatnění těchto kroků neproveditelné. Ať už se jedná o působení reálných povětrnostních vlivů nebo o dodržování technologických postupů, jednotlivé aplikace a měření se vždy budou lišit.

4.4.1. Posouzení vlivu reálného prostředí

Již v průběhu testování zkušebních vzorků během etapy I. jsem zaznamenala, že zvolené zkušební metody zcela nereflektují působení reálného prostředí. Domnívám se, že jsou mnohonásobně intenzivnější. Proto jsem předpokládala, že dopad vybraných zkušebních metod kondicionování na účinnost lepeného spoje bude značný. Tuto domněnku ovšem zcela vyvrátila analýza výsledků měření, více viz kapitola 5.1.7. Na základě těchto zjištění jsem se rozhodla přistoupit k nestandardnímu řešení zkoušení lepených spojů v reálném prostředí.

S ohledem na výstupy měření etapy I. jsem se rozhodla sestavit zkušební panely pouze v kombinaci s montážními systémy přímo určenými pro lepení fasádních obkladů. Vzhledem k velice uspokojivým výsledkům lepených sestav v kombinaci s velkoformátovým obkladem Cetris jsem od dalšího zkoušení s touto kombinací upustila, nezkoušela jsem ani kombinaci s masivní třívrstvou lepenou deskou.

Geometrie zkušebních panelů je patrná na obrázku č. 43. Základní rozměr panelu byl 550 × 1100 mm. Vyrobita jsem dvě varianty fasádních panelů, a to s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu a s WPC obkladem. Mezi jednotlivými palubkami jsem nechávala alespoň 5 mm širokou mezeru, aby nedocházelo k jejich vzájemnému ovlivňování. Nosný rošt jsem vyrobila ze smrkových hoblovaných a impregnovaných konstrukčních latí pevnostní třídy C22 o průřezu 25/45 mm. Osová vzdálenost hranolů odpovídala výše definovaným požadavkům, tj. á 500 mm. Zkušební tělesa jsem vyrobila dle pokynů výrobců lepicích systémů včetně aplikace montážní pásky.

Panely vybraných kombinací zkoušených materiálů jsem uložila v reálném prostředí na střeše objektu. Jedná se o stavbu jejíž parametry sloužili k definici okrajových podmínek simulovaného objektu v etapě II. Jak montážní páska, tak i lepidla byla stejně jako fasádní

obklad a nosná podkonstrukce vystaveny vlivům venkovního prostředí. Panely byly orientovány na jih a uloženy pod úhlem cca 60°.



Obrázek č. 43 – Zkušební panel vystavený působení reálného prostředí: a) fasádní palubky; b) WPC;

Po dobu 3 let, tzn. v období od 06/2015 – 06/2018, jsem monitorovala změny vzhledu lícové vrstvy fasádního obkladu vlivem přirozeného stárnutí. Dále jsem prováděla pravidelné kontroly a monitoring výskytu poruch. Po třech letech jsem zkušební panely rozřezala na zkušební vzorky a pomocí zařízení definovaného v kapitole 4.1.3.1 stanovila přídržnost lepených sestav dle vztahu (4.5) včetně 5 % dolního kvantilu odolnosti lepené sestavy a hodnotu poměrného prodloužení dle vztahu (4.7). Dále jsem posoudila způsob porušení vzorků dle postupu uvedeného v kapitole 4.1.4.2.

4.4.2. Posouzení vlivu technologické nekázně

V předchozích kapitolách jsem se několikrát zmínila o vysokých nárocích na dodržování technologické kázně při aplikaci montážního fasádního systému. Dodržování některých kroků, např. otevřená doba aplikace lepidla nebo doba odvětrání čistícího prostředku, pro mne bylo komplikované i v laboratorním prostředí. Z praxe vím, že v reálné situaci je přístup k respektování těchto postupů více liknavý, což mě vedlo k otázce: „Do jaké míry má nedodržení technologických postupů vliv na adhezi lepeného spoje?“.

Za tímto účelem jsem zpracovala stručnou případovou studii, kdy jsem pro sestavení zkušebních vzorků použila stejné materiály a zkušební postupy jako v etapě I. Na základě výsledků etapy I. jsem se rozhodla vliv technologické nekázně studovat pouze u fasádního obkladu ze sibiřského modřínu, konkrétně u fasádních palubek, v kombinaci s montážním systémem Sika, jehož adhezní vlastnosti byly dle mého názoru nejuspokojivější.

4.4.2.1. Volba technologické nekázně

Technologická nekázeň spočívá v nedodržení technologického postupu při realizaci spoje doporučeného daným výrobcem lepicího systému. Od pokynů výrobce jsem se odklonila jak v oblasti mikrovrstvy mezi lepidlem a fasádním obkladem, tak i v oblasti mezi lepidlem a nosnou podkonstrukcí. Jelikož se jedná o případovou studii navrhla jsem pouze 5 typů

nestandardní instalace systému, jež by mohla mít vliv na účinnost spoje, a která v praxi může nastat zcela běžně. Logicky se nabízí i zkoušení kombinací technologických nekázní, tento postup jsem neaplikovala.

- Nekázeň T01: Vyzrávání lepených sestav za nízkých teplot

Ideální teplota prostředí pro aplikaci montážního systému je $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$. Přestože se jedná o poměrně značný interval, v praxi se dle mého názoru můžeme velice často setkat s porušováním tohoto doporučení. Zkušební vzorky jsem proto ihned po vyrobení uložila v mrazicí komoře. Teplotu uvnitř komory jsem nastavila na $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Vzorky byly v této komoře ponechány po dobu 7 dnů. Po vyjmutí byly ponechány v laboratoři při standardních podmínkách po dobu dalších 7 dní.

- Nekázeň T02: Aplikace zlepšovacího nátěru na vlhký substrát

Adherendy fasádního obkladu a nosné podkonstrukce jsem na 24 hodin vložila do nádoby s vodou. Po vyjmutí z vody jsem vzorky nechala ve standardním prostředí oschnout po dobu 60 minut. Naměřená vlhkost materiálu před aplikací montážního systému byla v průměru 38%. Posléze jsem přistoupila k výrobě vzorků.

- Nekázeň T03: Aplikace lepidla na dvojistou vrstvu zlepšovacího nátěru

Po nanesení zlepšovacího nátěru na obkladový materiál jsem adherend nechala více jak 24 hodin odvětrat, což je limitní doporučení výrobce. Po uplynutí této doby jsem nanasla druhou vrstvu zlepšovacího nátěru bez předchozího odstranění první vrstvy. Dále jsem postupovala dle technologického postupu.

- Nekázeň T04: Aplikace lepidla na vlhký zlepšovací nátěr

Po nanesení zlepšovacího nátěru na adherend obkladu jsem ihned aplikovala lepidlo bez požadovaného odvětrání primeru. Takto vyrobené vzorky opět vyzrávaly při standardních podmínkách po dobu 14 dnů.

- Nekázeň T05: Aplikace lepidla na substrát bez použití zlepšovacího nátěru

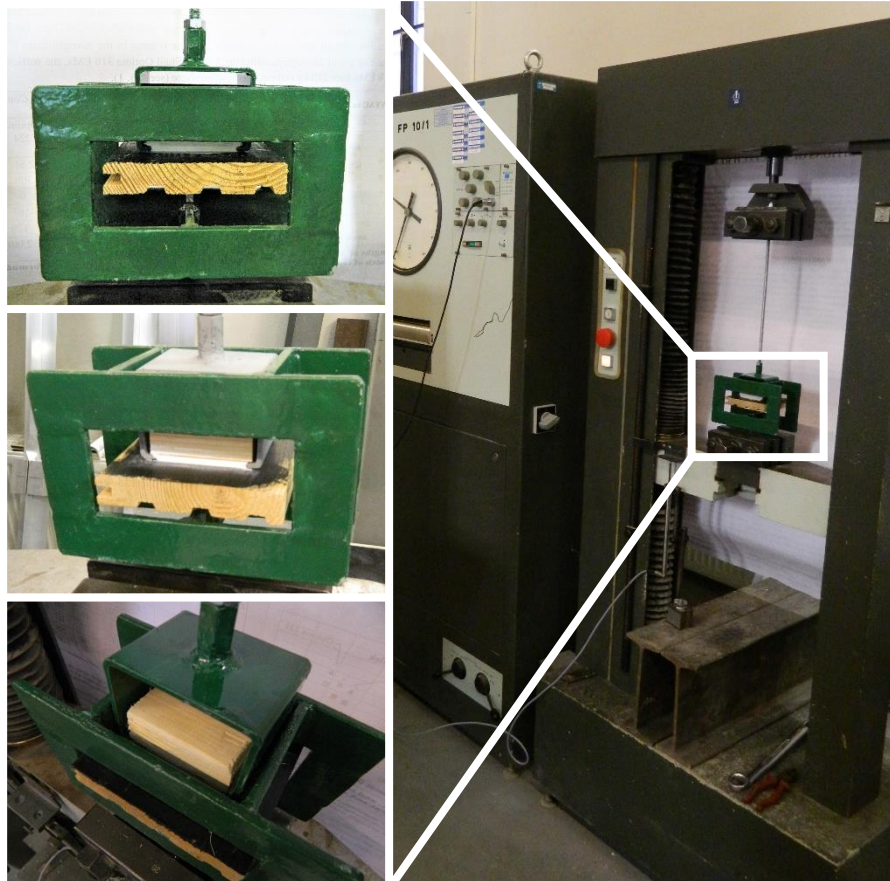
Tato technologická nekázeň spočívala ve vynechání aplikace zlepšovacích nátěrů. Montážní systém jsem nanasla přímo na očištěnou plochu adherendu. Vzorky vyzrávaly při standardních podmínkách po dobu 14 dní.

4.4.2.2. Vyzrávání a zkoušení lepených sestav

Vyjma lepených sestav s technologickou nekázní ozn. T01 všechny vzorky byly vyrobeny a po dobu 14 dní ponechány vyzrát v laboratoři ve standardním prostředí, tzn. při teplotě $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti prostředí $(55 \pm 10) \%$.

S cílem posoudit adhezni vlastnosti lepených sestav při nedodržení pokynů k aplikaci montážních systémů jsem zvolila stejné zkušební metody. Jedná se o metody pro stanovení pevnosti při tahovém namáhání, tj. přídržnosti a pevnosti jednoduchého přeplátovaného spoje ve smyku. Lepené sestavy jsem zkoušela na zařízení definovaném v kapitole 4.1.3.1. za stejných okrajových podmínek. Změnu jsem udělala pouze ve způsobu uchycení nosné podkonstrukce vzorků pro stanovení přídržnosti. Za tímto účel jsem vyrobila nový horní nástavec, který se na podkonstrukci nasouval. Jedná se o princip kleští, viz příklad na obrázku č. 44. Tímto způsobem jsem eliminovala porušení nosné konstrukce delaminací či vytržením mechanického spoje.

Naměřená data jsem posoudila stejným způsobem jako lepené sestavy zkoušené v etapě I. Vynechala jsem krok vyloučení zkušebních vzorků na základě posouzení extrémních hodnot výběrového souboru, neboť jsem zkoušela minimální počet vzorků, tj. 6 ks. Pro zkoušku pevnosti ve smyku jsem vždy mohla vyloučit jednu lepenou sestavu. Stanovila jsem přídržnost a pevnost ve smyku při tahovém namáhání dle vztahu (4.5) včetně 5 % dolního kvantilu odolnosti lepené sestavy a hodnotu poměrného prodloužení dle vztahu (4.7). Dále jsem posoudila způsob porušení vzorků dle postupu uvedeného v kapitole 4.1.4.2.



Obrázek č. 44 – *Upnutí zkušebního nástavce pro zkoušení přídržnosti lepené sestavy v lisu: uchycení typu „kleště“*

5. VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ

V následující kapitole jsou prezentovány výstupy prováděných experimentálních měření, jež byla podrobně představena v kapitole 4. Návrh zkušební metodiky. Tuto kapitolu jsem rozdělila do výzkumných kroků, které byly definovány v předchozích kapitolách. Jednotlivé dílčí výzkumné kroky jsou zaměřeny na analýzu konkrétních výsledků a jejich kritické posouzení.

5.1. ETAPA I. - Porovnání fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav

5.1.1. Posouzení smáčivosti lepeného povrchu

Před výrobou zkušebních vzorků pro účely tahových zkoušek, tj. pro stanovení přídržnosti lepeného povrchu k substrátu nosné podkonstrukce⁵⁷ a pro stanovení pevnosti jednoduchého přeplátovaného spoje ve smyku⁵⁸, jsem provedla test smáčivosti povrchu vybraných fasádních obkladů. Výstupem zkušební metody je stanovení velikosti kontaktního úhlu α .

Stupně smáčivosti jsem definovala již v kapitole 1.3.4. Je-li úhel $\alpha \geq 90^\circ$, smáčivost sledovaného povrchu je nedostatečná, v opačném případě je smáčivost dostatečná a není nutné provádět dodatečnou úpravu povrchu. Měření jsem prováděla na 3 zkušebních vzorcích od každého fasádního obkladu. Z naměřených hodnot jsem pomocí vztahu (4.1) stanovila aritmetický průměr a dle vztahu (4.2) směrodatnou odchylku. Na základě výstupů testu smáčivosti jsem v případě nutnosti upravila postup přípravy lepených ploch.

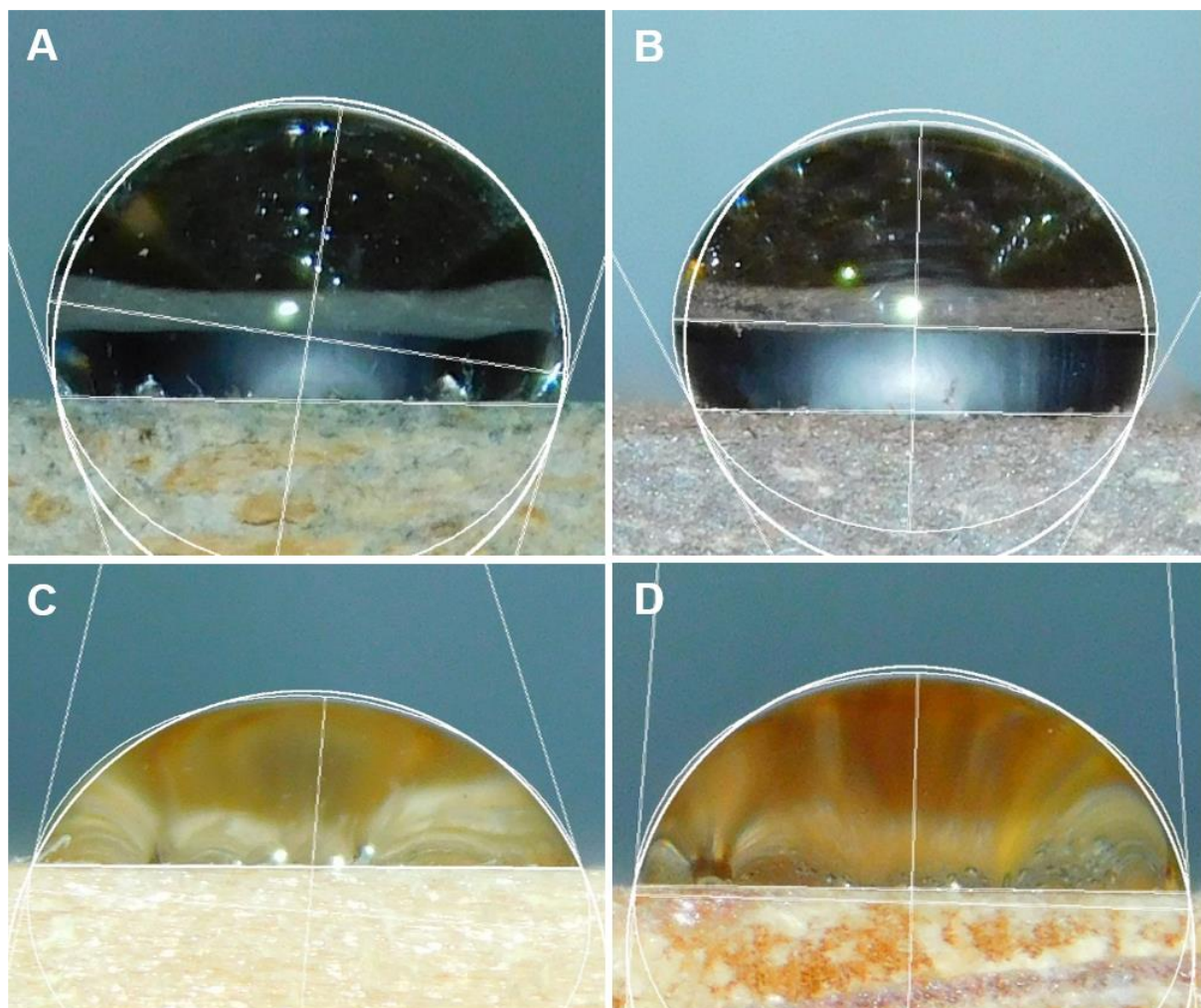
Hodnoty naměřené u vzorků bez povrchové úpravy jsou uvedeny v tabulce č. 13. Grafické výstupy posouzení smáčivosti povrchu metodou sedící kapky jsou patrné z příkladů na obrázku č. 45 a obrázku č. 46. Naměřené hodnoty kontaktního úhlu dřevěných obkladů, tj. třívrstvé lepené desky a fasádních palubek, ukazují, že smáčivost těchto povrchů je dostatečná i bez provedení úpravy povrchu. Naopak povrchy Cetris desky a WPC palubek jsou velice špatně smáčivé a jejich úprava je pro zlepšení adhezních vlastností nezbytná.

Tabulka č. 13 – Posouzení smáčivosti povrchu fasádního obkladu bez povrchové úpravy

Typ fasádního obkladu	Kontaktní úhel α		Hodnocení smáčivosti [-]
	\bar{x}_α [°]	σ_α [°]	
Cetris Basic	107,98	2,38	špatně smáčivý povrch
Třívrstvá lepená deska	69,21	8,76	dostatečně smáčivý povrch
Fasádní palubky	83,29	6,95	dostatečně smáčivý povrch
WPC	118,77	1,28	špatně smáčivý povrch

⁵⁷ Dle pokynů ČSN 73 2577: Zkouška přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu.

⁵⁸ Dle pokynů ČSN EN 1465: Lepidla – Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav.

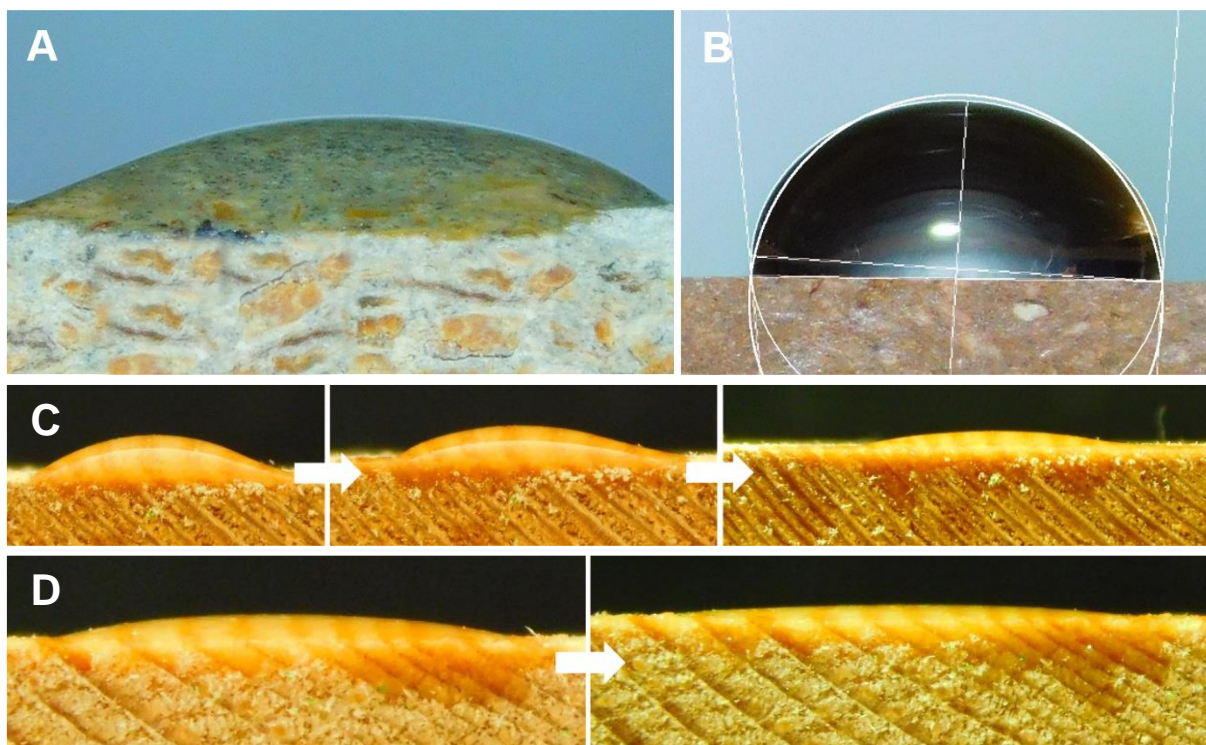


Obrázek č. 45 – Stanovení smáčivosti lepeného povrchu bez povrchové úpravy: a) Cetris Basic; b) WPC; c) třívrstvá lepená deska; d) fasádní palubka ze sibiřského modřínu;

V následujícím kroku jsem všechny sledované povrchy mechanicky upravila smirkovým papírem drsnosti P80. Jak je patrné z příkladu na obrázku č. 46, pouze u povrchu dřevoplastového obkladu jsem nezaznamenala 100 % zlepšení smáčivosti. V případě systémů Simson jsem povrch obkladu pouze očistila, což bylo dostatečné jen v případě dřevěného obkladu a Cetris desky. Povrch WPC palubek jsem, stejně jako u ostatních montážních systémů, musela upravit mechanicky, abych zlepšila jeho smáčivost.

Tabulka č. 14 – Posouzení smáčivosti povrchu fasádního obkladu s povrchovou úpravou

Typ fasádního obkladu	Kontaktní úhel α		Hodnocení smáčivosti [-]
	\bar{x}_α [°]	σ_α [°]	
Cetris Basic	33,53	5,76	ideálně smáčivý povrch
Třívrstvá lepená deska	0	0	ideálně smáčivý povrch
Fasádní palubky	0	0	ideálně smáčivý povrch
WPC	98,89	2,97	nedostatečně smáčivý povrch



Obrázek č. 46 – Stanovení smáčivosti lepeného povrchu po provedení povrchové úpravy: a) Cetris Basic; b) WPC; c) třívrstvá lepená deska; d) fasádní palubka;

5.1.2. Porovnání množství vyloučených vzorků

Na základě doporučených postupů vybraných metod pro vyloučení extrémních hodnot, podrobně představených v kapitole 4.1.4.1, jsem provedla analýzu všech naměřených dat tahových zkoušek. Technické normy relevantní pro řešené téma, tj. ČSN 73 2577 a ČSN EN 1465, definují minimální počet zkušebních vzorků, proto bylo nezbytné, aby všechna naměřená data byla posouzena a v případě nevhodnosti, resp. přílišného odchýlení od srovnávacích parametrů, byl nevyhovující vzorek vyloučen a nahrazen novým. Po vzoru doporučení použitých zkušebních norem jsem jako hlavní hodnotící kritérium všech výběrových souborů zvolila maximální sílu zaznamenanou při porušení zkušebního vzorku. Cílem tohoto posouzení tedy nebylo vyloučení zkušebního vzorku na základě způsobu jeho porušení, více viz kapitola 5.1.3.

Vyhodnocení jsem prováděla postupně dle typu obkladu, použitého lepicího systému a způsobu kondicionování. Podrobný počet vyloučených vzorků je uveden v kapitole 9.1.

5.1.2.1. Stanovení přídržnosti lepené sestavy

V případě vyhodnocování výsledku měření zkoušek pro stanovení přídržnosti lepené sestavy se již v úvodu jako hlavní problém ukázala volba zkoušení minimálního počtu zkušebních vzorků, tj. 6 ks [144]. Byl-li nějaký vzorek vyloučen na základě hodnotících kritérií, vždy jsem jej musela nahradit vzorkem novým. Celkem jsem zkoušela 39 sad po 6 zkušebních vzorcích, z nichž pouze 5 sad vyhovělo požadovaným parametrům, ve všech ostatních případech, tj. u zbývajících 34 sad, jsem vyráběla nové zkušební vzorky. Nejčastěji jsem nahrazovala vzorky, které byly vystaveny jednomu ze dvou způsobů kondicionování, což podpořilo hypotézu, že změna prostředí, resp. povětrnostní podmínky, má podstatný vliv na životnost lepeného spoje.

5.1.2.2. Stanovení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Stejně jako v případě zkoušení přídržnosti lepených sestav i pro zkoušení jejich pevnosti ve smyku při tahovém namáhání jsem vždy vyrobila 6 ks zkušebních vzorků. V tomto případě ovšem norma ČSN EN 1465 doporučuje zkoušení minimálně 5 ks [145]. Výroba jednoho náhradního vzorku se ukázala jako vhodný krok, neboť ze 72 sad zkušebních vzorků bylo nutné pouze ve 3 případech vyrobit vzorky náhradní, i zde se jednalo o vzorky kondicionované.

5.1.3. Porovnání způsobu porušení lepených sestav

Porovnání způsobů porušení lepených sestav jsem provedla nezávisle na počtu vyloučených zkušebních vzorků. Cílem tohoto posouzení je stanovení převažujícího způsobu porušení pro každou sadu zkušebních vzorků a případné zjištění, zda zvolené metody kondicionování mají vliv na způsob porušení lepeného spoje. Způsob porušení je jedním z častých parametrů pro ověření adheze lepených ploch. Posouzení jsem provedla dle postupu a kritérií uvedených v kapitole 4.1.4.2.

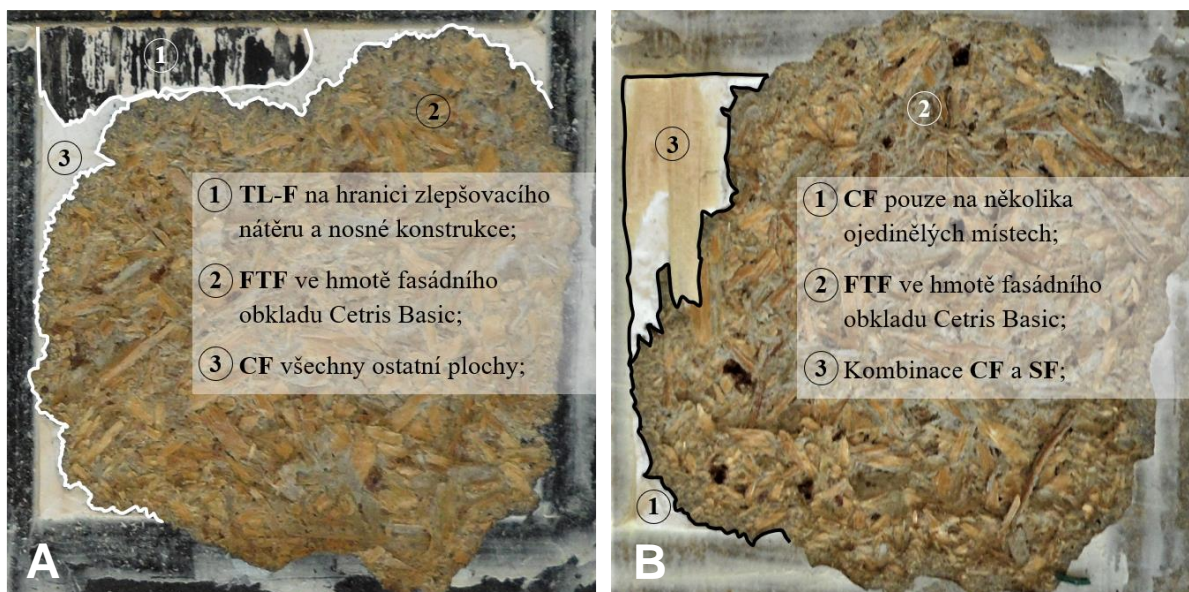
Podrobný výpis s popisem jednotlivých způsobů porušení je uveden v kapitole 9.2.

5.1.3.1. Stanovení způsobu porušení lepených sestav s fasádním obkladem Cetris Basic

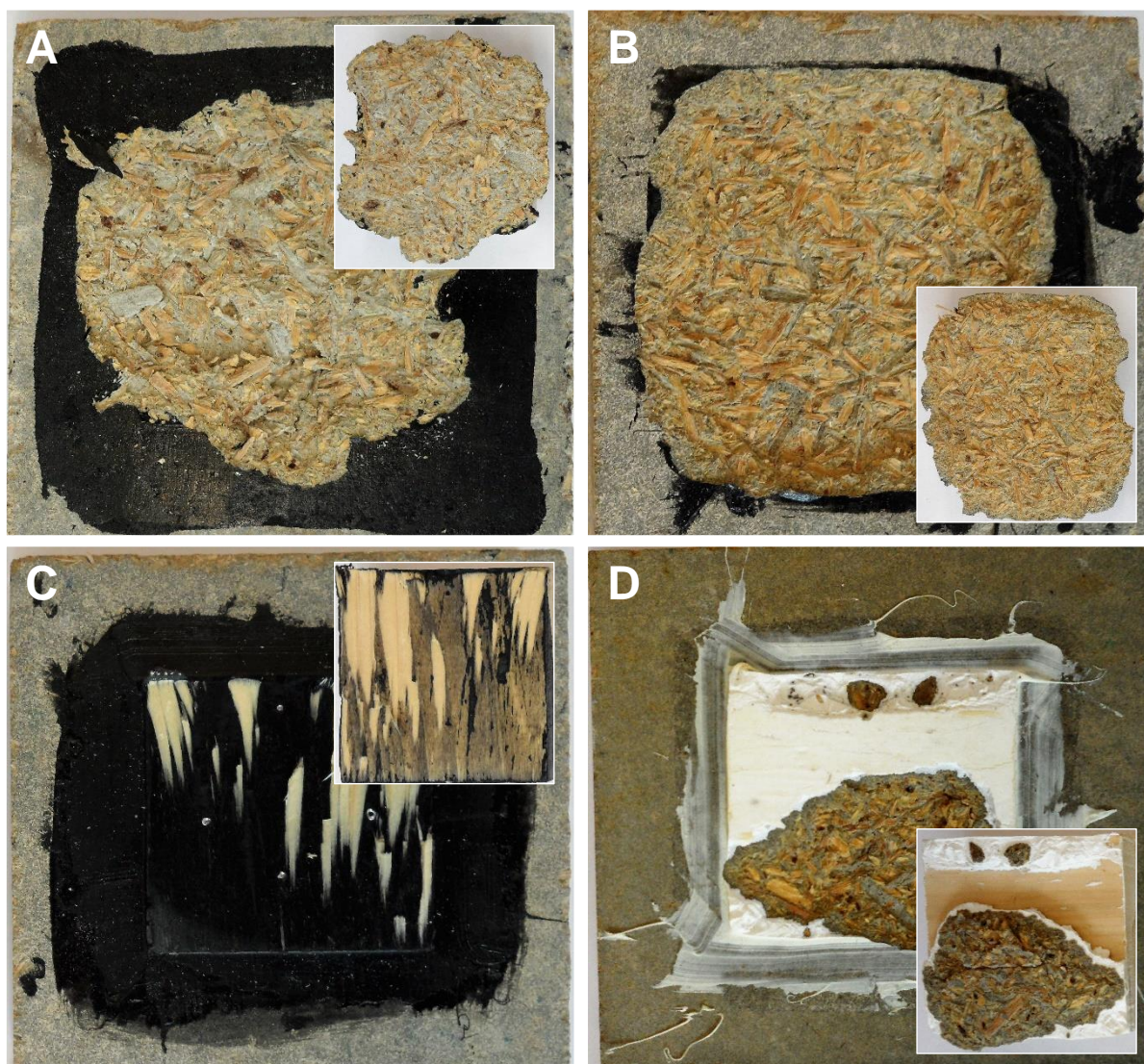
Nejčastějším způsobem porušení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem Cetris bylo porušení s označením FTF⁵⁹. Jedná se o způsob, kdy je téměř celá plocha lepeného spoje vytržena z vnější vrstvy fasádního obkladu. Příčinou vytržení je dosažení maximální pevnosti materiálu v ploše desky. Jedná se o porušení příznivé, neboť dokazuje, že zvolené materiály jsou kompatibilní.

Každý zkušební vzorek jsem vizuálně zkontrolovala a fotograficky zdokumentovala způsob porušení. Jak je patrné z příkladu na obrázku č. 47 nebo na obrázku č. 48. Ne vždy došlo k vytržení 100 % lepené plochy z fasádního obkladu, viz obrázek č. 48 c), d), jak je prezentováno na obrázku č. 48 a) a b). Ačkoliv jsem tento způsob porušení zaznamenala v 88 % měření všech vzorků zkoušených na přídržnost lepených sestav, viz výsledky porovnání na obrázku č. 49, v některých případech bylo nezbytné provést podrobnější analýzu typu porušení, jak je patrné z příkladu na obrázku č. 47. Pokud jsem poruchu typu FTF označila na více než 50 % lepené plochy, porušení jsem vyhodnotila také jako vytržení z obkladu.

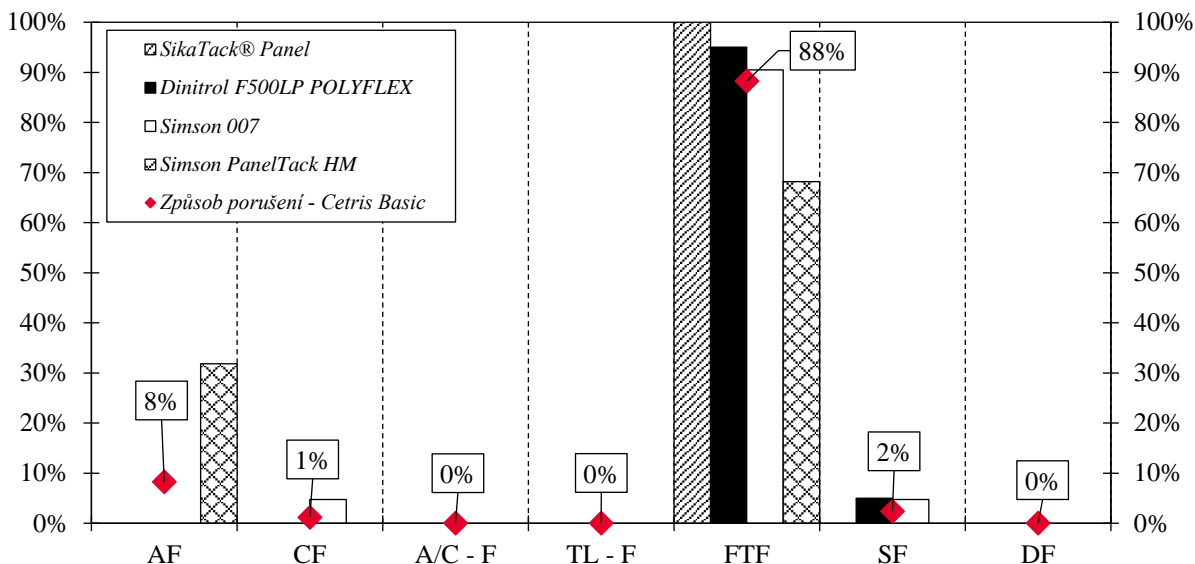
⁵⁹ FTF je způsob porušení nazvaný Fiber-tear Failure. Odkazuje na vytržení lepeného spoje z plochy vláknitého adherendu.



Obrázek č. 47 – Příklad analýzy převažujícího způsobu porušení zkušebních vzorků s obkladem Cetris Basic

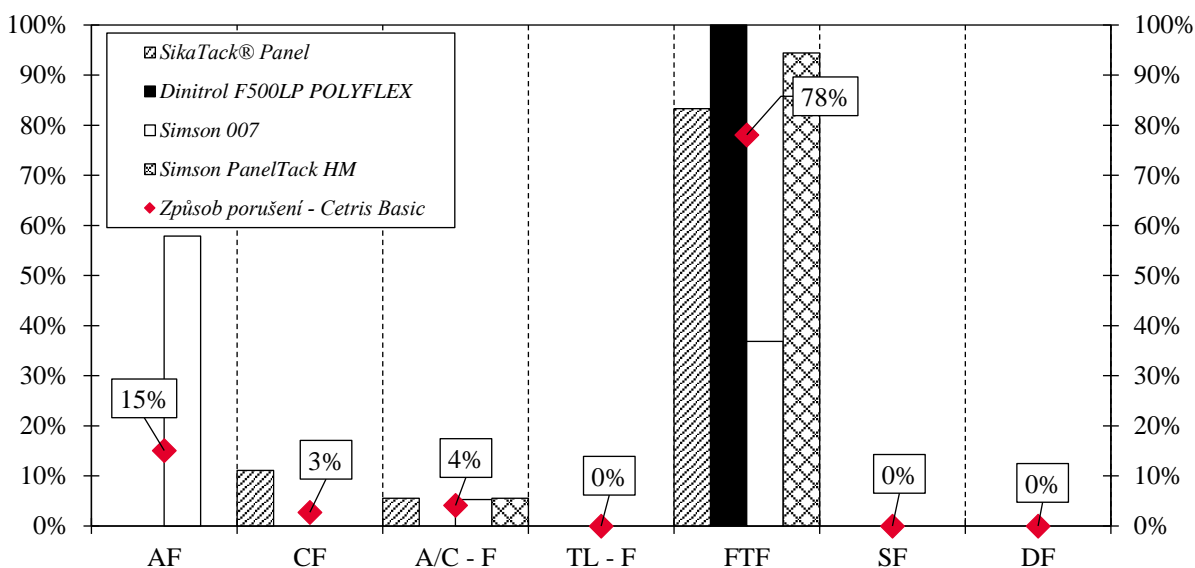


Obrázek č. 48 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti: a) FTF; b) FTF; c) AF v mikrovrstvě primeru a adherendu; d) AF v kombinaci s FTF;

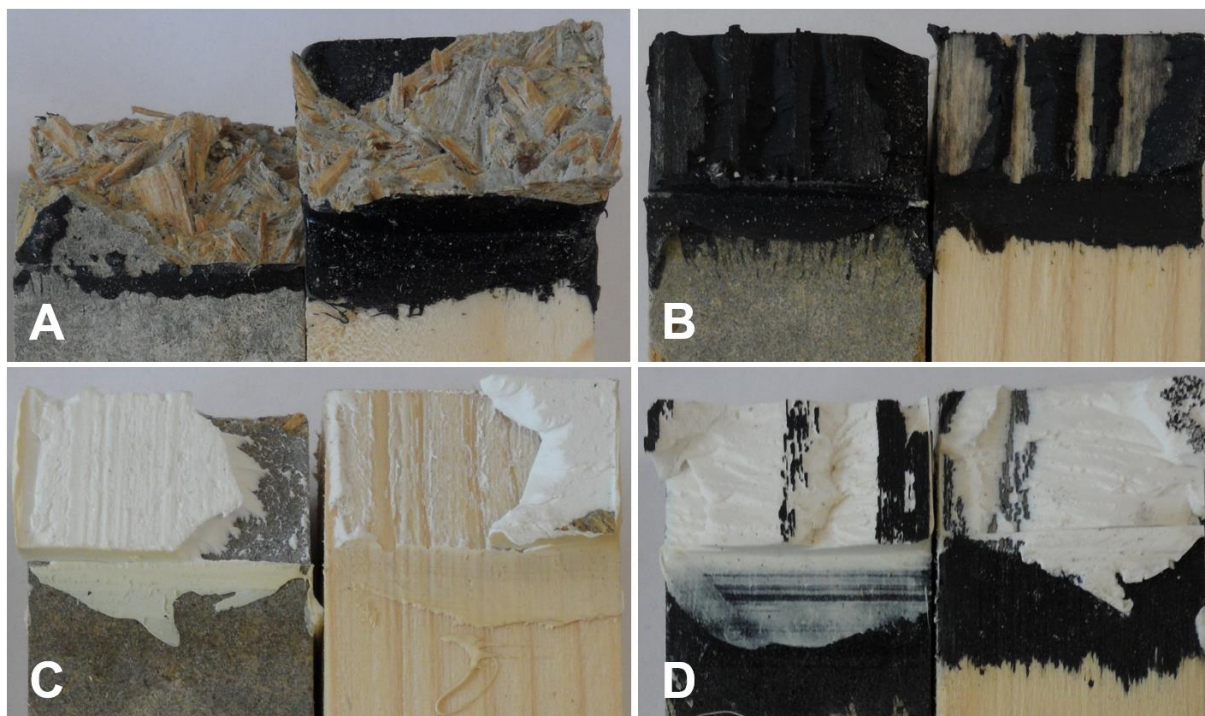


Obrázek č. 49 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti

Stejný způsob porušení jsem zaznamenala i u převážné většiny vzorků po provedení zkoušky pevnosti ve smyku. Jednalo se celkem o 78 % všech zkoušených vzorků, jak je patrné z vyhodnocení na obrázku č. 50. Způsob porušení byl ovšem rozmanitější, jak je zřejmé z příkladů na obrázku č. 51.



Obrázek č. 50 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku



Obrázek č. 51 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku: a) FTF; b) AF; c) AF mikrovrstvě primeru při povrchu obou adherendů; d) CF;

Pokud bych vybrané kombinace materiálů hodnotila pouze na základě převažujícího typu porušení, bylo by možné konstatovat, že se jedná o zcela kompatibilní varianty. Avšak z podrobného posouzení výstupů zkoušek přídržnosti a pevnosti ve smyku je zřejmé, že pouze systémy Sika a Dinitrol dosáhly uspokojivého výsledku. V případě systémů Simson 007 a Simson HM jsem alespoň u jedné zkušební metody zaznamenala příliš mnoho případů adhezního porušení.

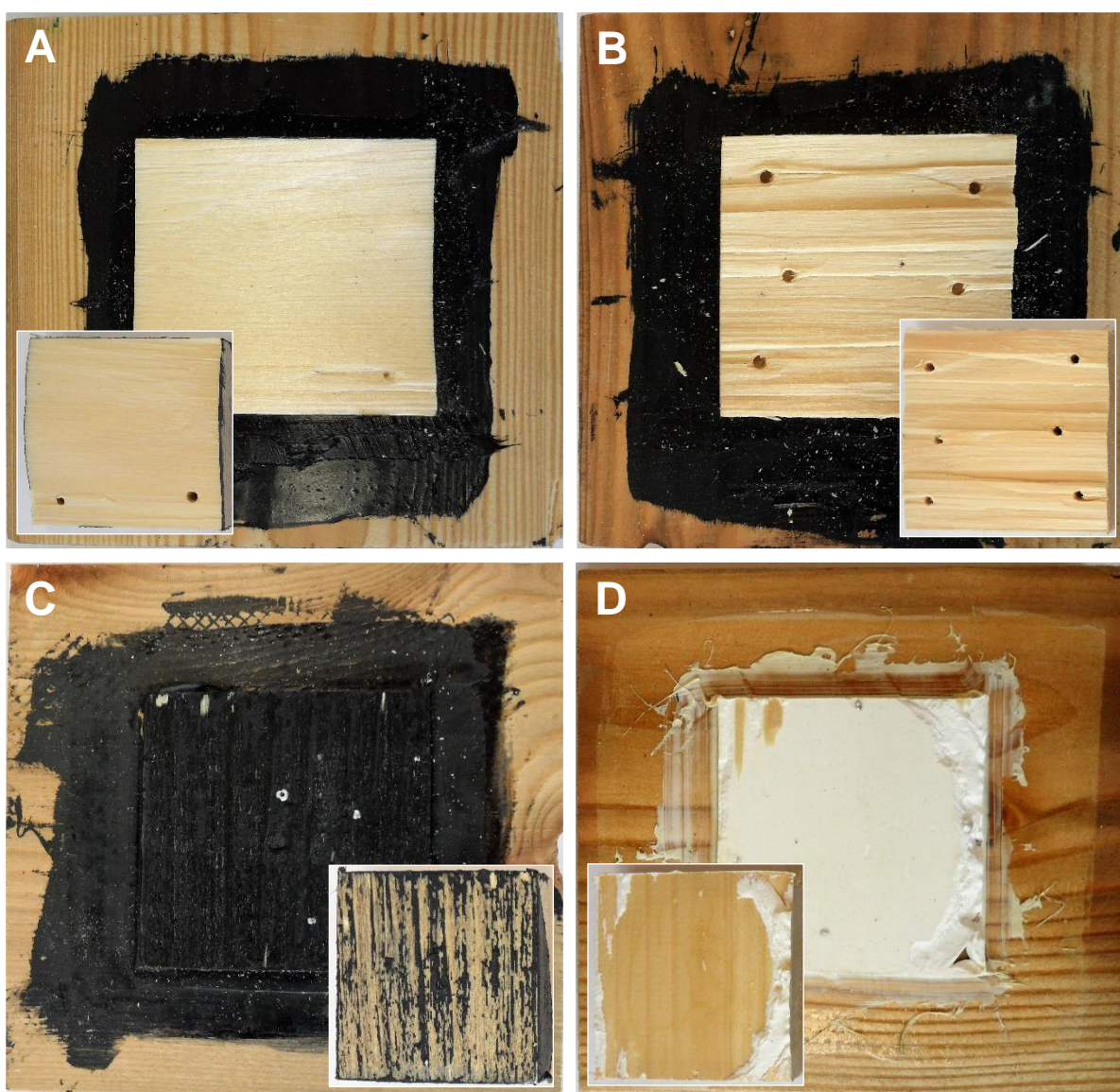
Detailní výsledky prezentované v kapitole 9.2.1 také ukázaly, že v případě kombinace s montážním systémem Simson HM došlo k určité anomálii způsobu porušení u zkušebních vzorků bez kondicionování, které vždy slouží i jako referenční pro následné porovnání sestav. V tomto případě jsem ovšem monitorovala adhezní porušení, viz příklad na obrázku č. 48 c). Naopak u sestav kondicionovaných došlo k porušení vytržením z obkladu, viz příklad na obrázku č. 48 b). Předpokládám, že pouze výroba nové sady zkušebních vzorků by potvrdila či vyvrátila tento jev.

5.1.3.2. Stanovení způsobu porušení lepených sestav s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

Byly zkoušeny dva typy fasádního obkladu ze sibiřského modřínu, fasádní palubky a masivní velkoformátová třívrstvá lepená deska. Uvažovala jsem, že se v obou případech jedná o sibiřský modřín, a tudíž jsou adhezní vlastnosti povrchů velice podobné. Tuto domněnku potvrdily i výsledky testu smáčivosti. V případě zkušební metody pro stanovení přídržnosti lepené sestavy jsem proto zkoušela pouze jednu variantu fasádního obkladu.

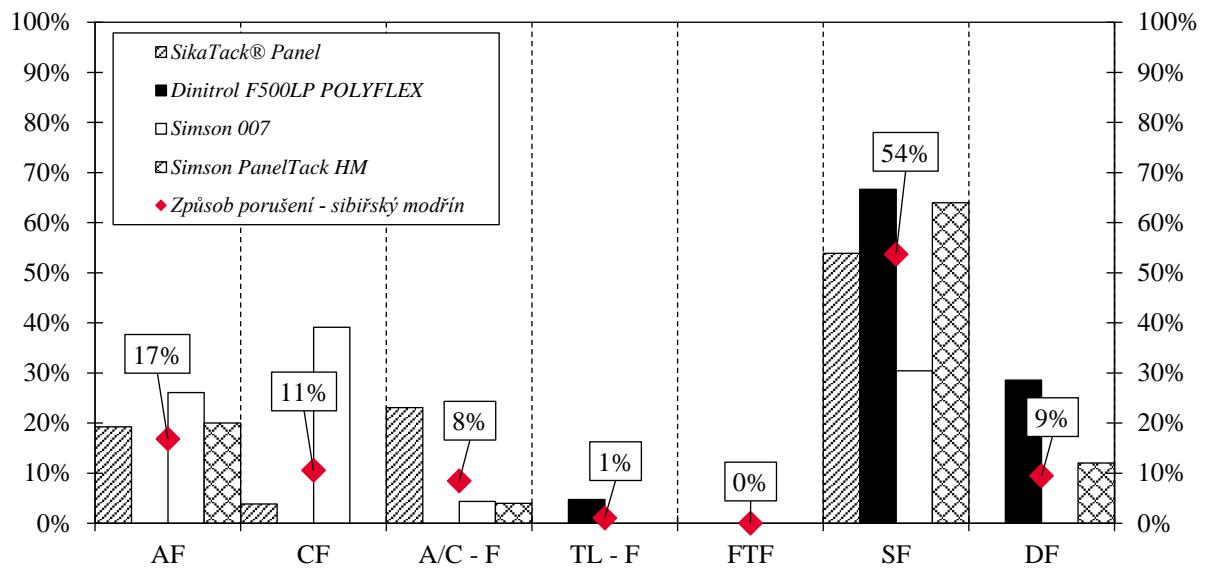
Naopak v případě zkušební metody pro stanovení pevnosti ve smyku bylo nezbytné provést zkoušky pro každý materiál zvlášť. Dřevo je anizotropní⁶⁰ materiál, tudíž jsou jeho vlastnosti v různých směrech odlišné, proto jsem zpracovala měření pro směry, které jsou relevantní pro uložení fasádního obkladu.

Z porovnání uvedeného na obrázku č. 53 je zřejmé, že způsob porušení zkušebních vzorků byl více rozmanitý než v případě kombinace s obkladem Cetris. Nejčastěji jsem zaznamenala porušení adherendu nosné podkonstrukce, k porušení obkladu nedocházelo. Porovnání také ukazuje, že v kombinaci s méně poddajným lepidlem systému Dinitrol docházelo k poruše jednoho z adherendů mnohem častěji než v případě ostatních systémů. Stejně jako u fasádního obkladu Cetris Basic, adhezni porušení jsem monitorovala převážně u systémů značky Simson, viz příklad na obrázku č. 52 c) se systémem Simson HM a na obrázku č. 52 d) se systémem Simson 007.



Obrázek č. 52 – Příklad způsobu porušení při zkoušení přidržitosti lepené sestavy: a) DF; b) SF; c) AF v mikrovrstvě primeru a d) AF v mikrovrstvě primeru;

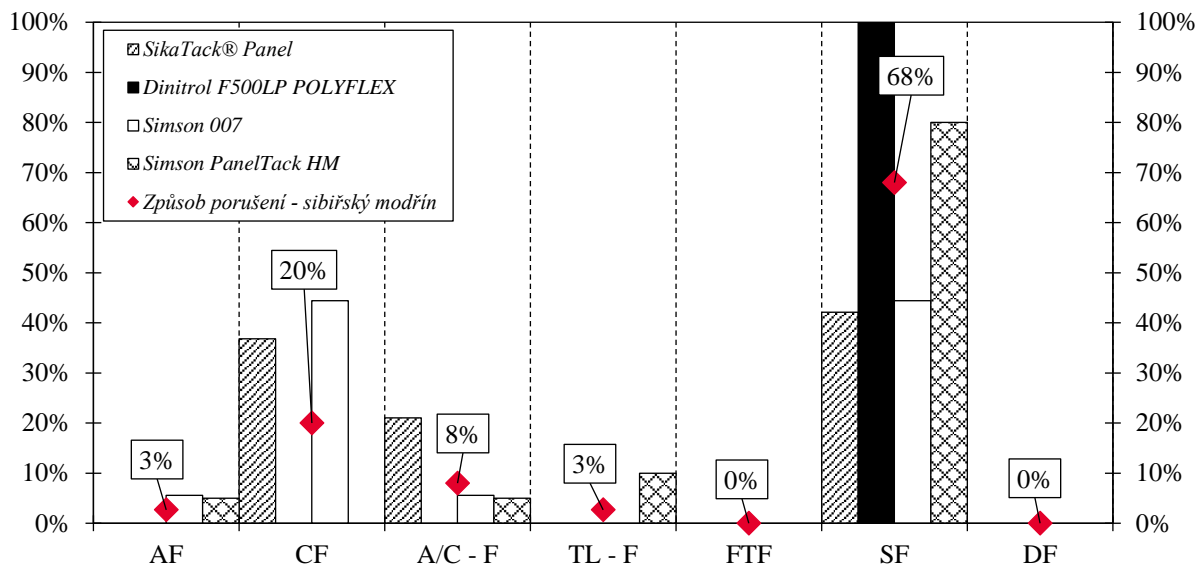
⁶⁰ Anizotropie je vlastnost, kterou se označuje závislost určité veličiny na volbě směru. Vlastnosti jsou v různých směrech odlišné [179].



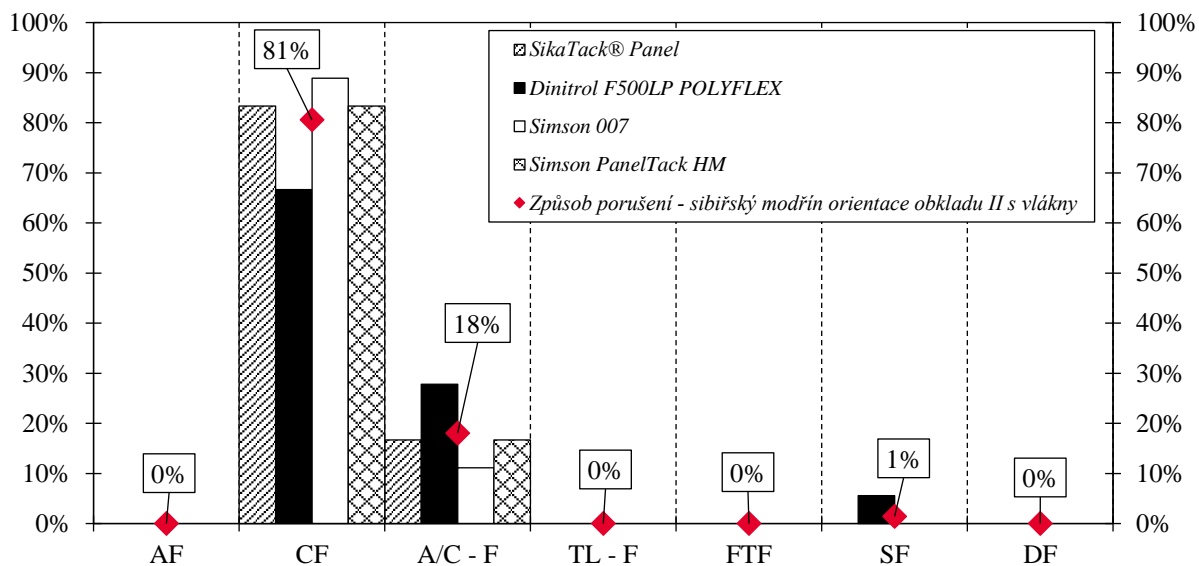
Obrázek č. 53 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti

V případě zkoušení pevnosti vybraných kombinací ve smyku jsem u obou fasádních obkladů kladla důraz na posouzení pevnosti lepené sestavy ve směru kolmém i rovnoběžném s vlákny dřevěného materiálu. U aplikací fasádních palubek bývá nejčastěji převládajícím rozměrem jejich délka. Směr vláken fasádního obkladu je tedy kolmý ke směru vláken dřevěné nosné podkonstrukce. Tato domněnka ovšem není pravidlem, nadto, dřevo je anizotropní materiál, a proto je pravděpodobné, že při návrhu menší velikosti palubky s vybraným lepícím systémem bude nutné zohlednit vlastnosti lepené sestavy v jiném směru, než bylo předpokládáno, resp. vlastnosti v kolmém směru mohou mít na napětí vznikající ve spoji podstatnější vliv. Z tohoto důvodu jsem zkoušela vždy dvě sady vzorků. V prvním případě jsem vlákna fasádního obkladu orientovala kolmo na směr vláken nosné podkonstrukce a v druhém případě byla vlákna orientována rovnoběžně.

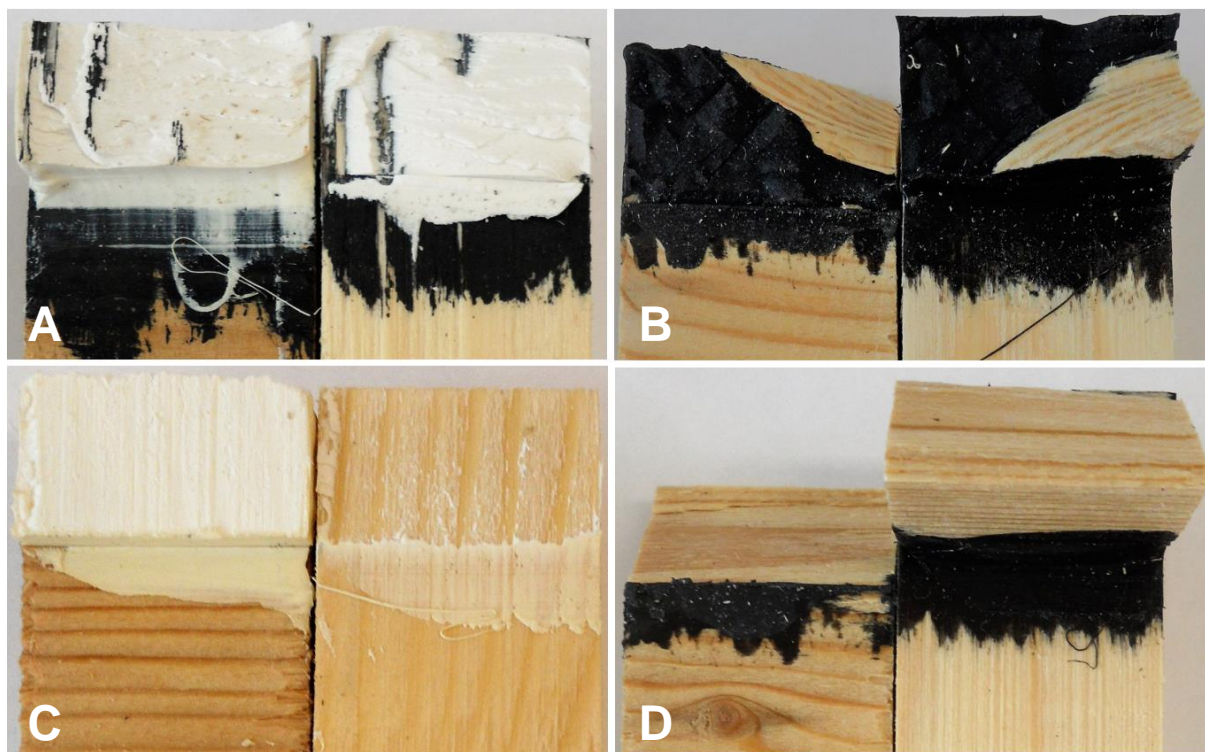
Rozdílný směr vláken měl podstatný vliv i na způsob porušení zkušebních vzorků. Zatímco u lepených sestav s obkladem s vlákny kolmo na směr působícího zatížení bylo nejčastějším způsobem porušení jednoho z adherendů. Jak ukazuje porovnání na obrázku č. 54, jedná se o 68 % všech měření. U vzorků s obkladem orientovaným ve stejném směru jako vlákna nosné podkonstrukce jsem v 81 % zaznamenala kohezní porušení lepeného spoje, viz obrázek č. 55, což poukazuje na vyčerpání pevnosti lepidla. Tuto skutečnost potvrzuje i 18 % porušení kombinací adheze a koheze a minimální výskyt jiného typu poruchy. Příklady způsobu porušení jednoduchých přepřátovaných sestav jsou uvedeny na obrázku č. 56.



Obrázek č. 54 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku – fasádní palubky ve směru \perp k vláknům



Obrázek č. 55 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku – fasádní palubky ve směru \parallel s vlákny

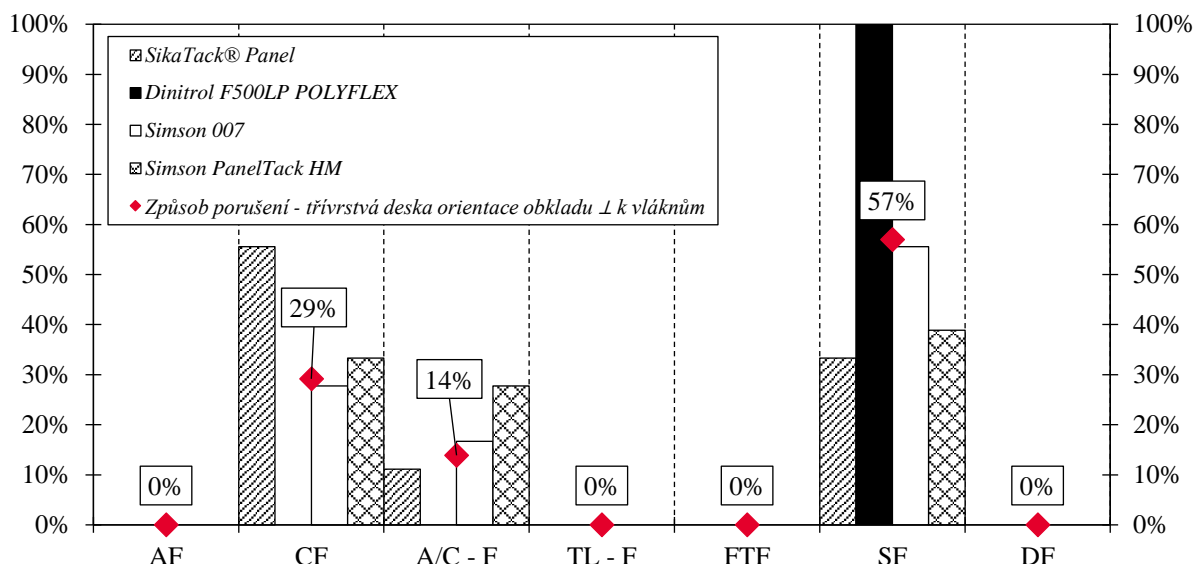


Obrázek č. 56 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku: fasádní palubka – a) CF; b) CF a SF; c) AF mikrovrstvě primeru při povrchu obou adherendu; d) SF;

Posouzení vlastností v obou směrech průběhu vláken dřeva bylo nutné provést i v případě třívrstvé lepené desky. Nikoliv však z důvodu posouzení způsobu porušení, ale za účelem stanovení mechanických a pevnostních charakteristik tohoto kompozitního materiálu. Na rozdíl od palubek u desky zásadně nepřevažuje jeden plošný rozměr nad druhým. To, v jakém směru bude deska instalována, závisí pouze na preferencích uživatele.

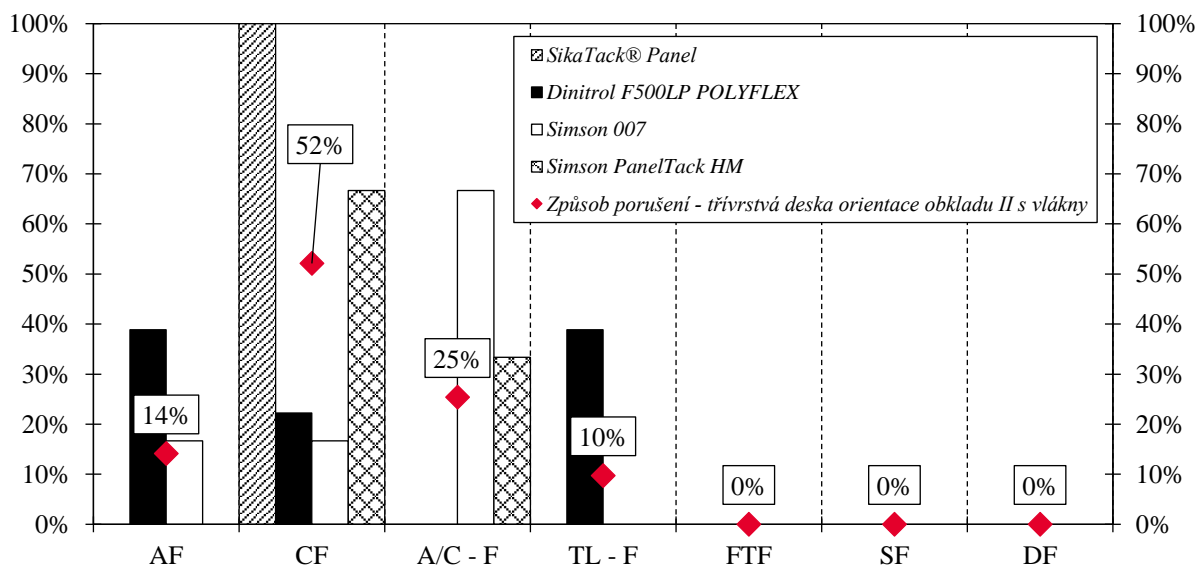
Předpokládala jsem, že deska s orientací vláken její lícové vrstvy kolmo k vláknům nosné podkonstrukce bude mít při určitém zatížení snahu se rozlepit, resp. odtrhnout tuto vrstvu kompozitu, viz příklad porušení na obrázku č. 59 a) a b), což bude následně i důvodem porušení lepené sestavy.

Tento předpoklad se potvrdil pouze u kombinace se systémem Dinitrol a v několika ojedinělých případech u ostatních systémů, viz posouzení na obrázku č. 57. Ačkoliv se deska snažila působit jako jednotný celek, po dosažení určité úrovně zatížení došlo k vytržení její lícové vrstvy.

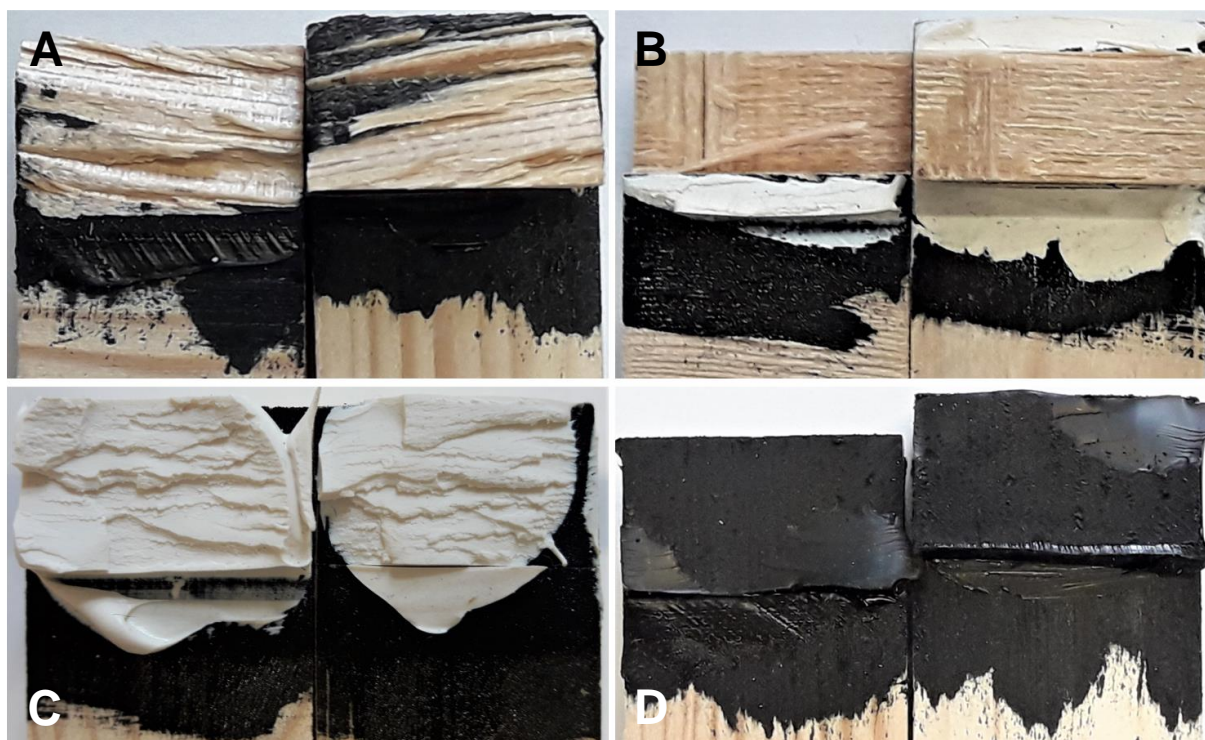


Obrázek č. 57 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku – třívrstvá lepená deska ve směru \perp k vláknům

Naopak u lepených sestav s orientací vláken lícové vrstvy desky ve směru rovnoběžném s působícím zatížením došlo u každého lepícího systému ke zcela jinému způsobu porušení. Zatímco u systému Simson 007 jsem nejčastěji monitorovala adhezní porušení u nosné podkonstrukce v mikrovrstvě mezi primerem a lepidlem nebo kombinaci adhezního a kohezního porušení, u systému Sika docházelo pouze k porušení koheznímu. Značné prodloužení lepidla bylo sledováno i u vzorků se systémem Dinitrol, které ovšem povětšinou vedlo k adheznímu porušení na rozmezí mikrovrstvy primeru a lepidla nebo ke koheznímu porušení s velice tenkou vrstvou lepidla u jednoho z adherendů, viz grafické porovnání na obrázku č. 58 a obrázku č. 59 d). Velice kladné výsledky vykazoval i montážní systém Simson HM, kdy jsem u více než 50 % vzorků zaznamenala kohezní porušení nebo kombinaci adhezního a kohezního porušení.



Obrázek č. 58 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku – třívrstvá lepená deska ve směru \parallel s vlákny



Obrázek č. 59 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku – třívrstvá lepená deska: a) SF; b) SF a CF v čele spoje; c) CF; d) AF s mírnou CF;

5.1.3.3. Stanovení způsobu porušení lepených sestav s fasádním obkladem z dřevoplastu

Posledním zkoušeným materiálem fasádního obkladu byl dřevoplast. Jak již bylo uvedeno výše, jedná se o kompozitní materiál, jehož podstatnou část tvoří plast (zde HDPE). Lepení plastů, resp. materiálů obsahujících plasty, je poměrně komplikované. Jedná se o materiály s velice špatnou absorpční schopností, a tedy i velice špatnými adhezními vlastnostmi. Tuto skutečnost potvrdily i výsledky testu smáčivosti prezentované v kapitole 5.1.1.

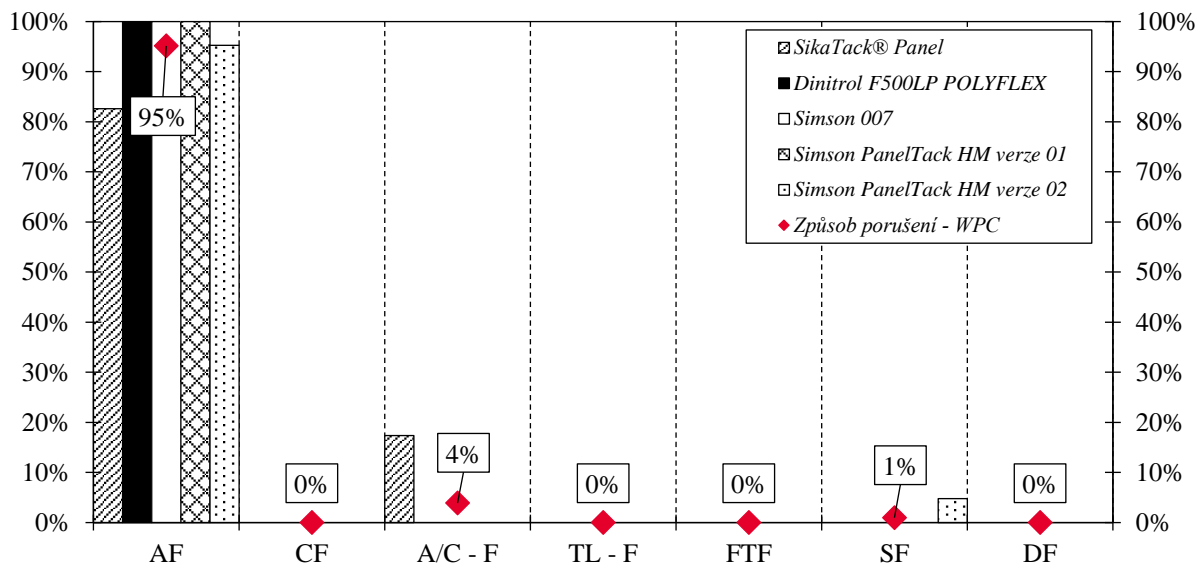
Jak je patrné z výsledků provedených zkoušek prezentovaných na obrázku č. 60 a obrázku č. 61, adhezní porušení lepeného spoje dominuje ve všech zkoušených kombinacích. K adheznímu porušení došlo v 95 % měření u zkoušky přídržnosti a v 88 % případech měření pevnosti ve smyku.

V případě systémů Simson byl tento způsob porušení předpokládán, jelikož dle pokynů výrobce není nutné provádět úpravu lepeného povrchu. Přestože test smáčivosti potvrdil nedostatečnou smáčivost povrchu, zkušební vzorky jsem vyrobila dle pokynů výrobce. U zkušebních vzorků se systémy Sika a Dinitrol jsem provedla mechanickou úpravu. Přesto u většiny lepených sestav došlo k adheznímu porušení, jak je uvedeno na příkladu na obrázku č. 62. Zlepšení smáčivosti povrchu provedením mechanické úpravy na způsob porušení spoje nemělo vliv, jak je také patrné z podrobných výsledků uvedených v kapitole 9.2.3. U systémů značky Simson jsem měření pevnosti spoje mohla provést pouze u zkušebních vzorků, které nebyly kondicionovány. Vzorky vystavené působení tepla, mrazu a vlhkosti se kompletně rozlepily ještě před ukončením cyklů kondicionování.

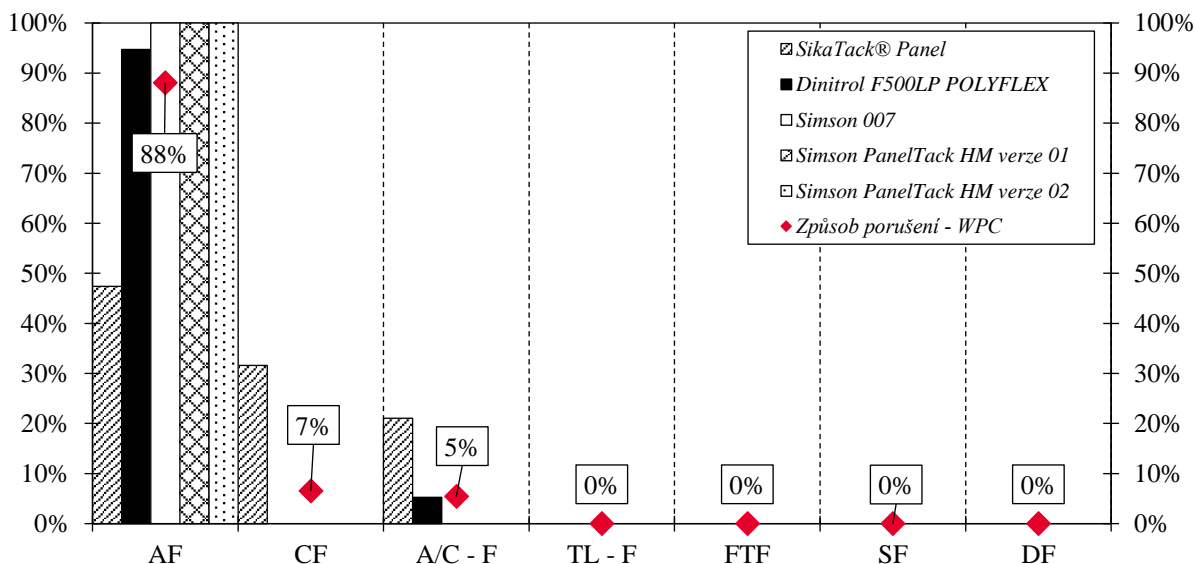
Výsledky lepených sestav prezentované v následující kapitole, zaznamenané u systémů Sika a Dinitrol, ukazují, že při aplikaci vhodné povrchové úpravy lepené plochy fasádního obkladu je možné dosáhnout vyšší pevnosti spoje. Zkušební postup jsem z tohoto

důvodu v případě systémů značky Simson opakovala, nyní již s mechanicky upravenou lepenou plochou dřevoplastu.

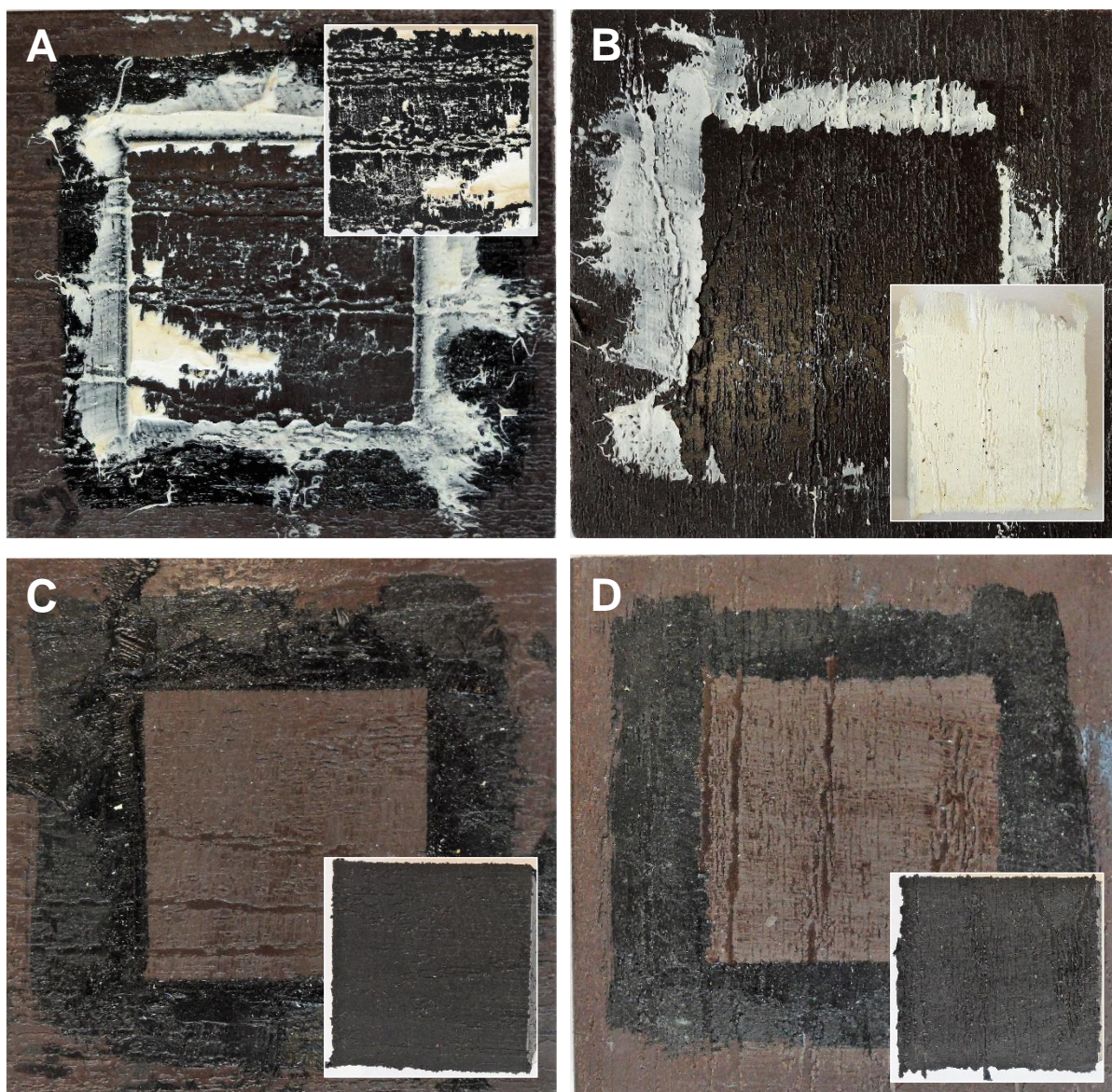
Jak je patrné z prezentovaných výsledků, u lepidla Simson 007 ke zlepšení adhezních vlastností nedošlo a všechny zkušební vzorky se opět rozlepily, proto výsledky nejsou prezentovány. Naopak v případě lepidla Simson HM jsem zaznamenala zlepšení. Mechanická úprava povrchu umožnila odzkoušení celé sady 18 vzorků, jak je patrné z výsledků na obrázku č. 61 a obrázku č. 62. Jedná se o hodnoty prezentované jako verze 02.



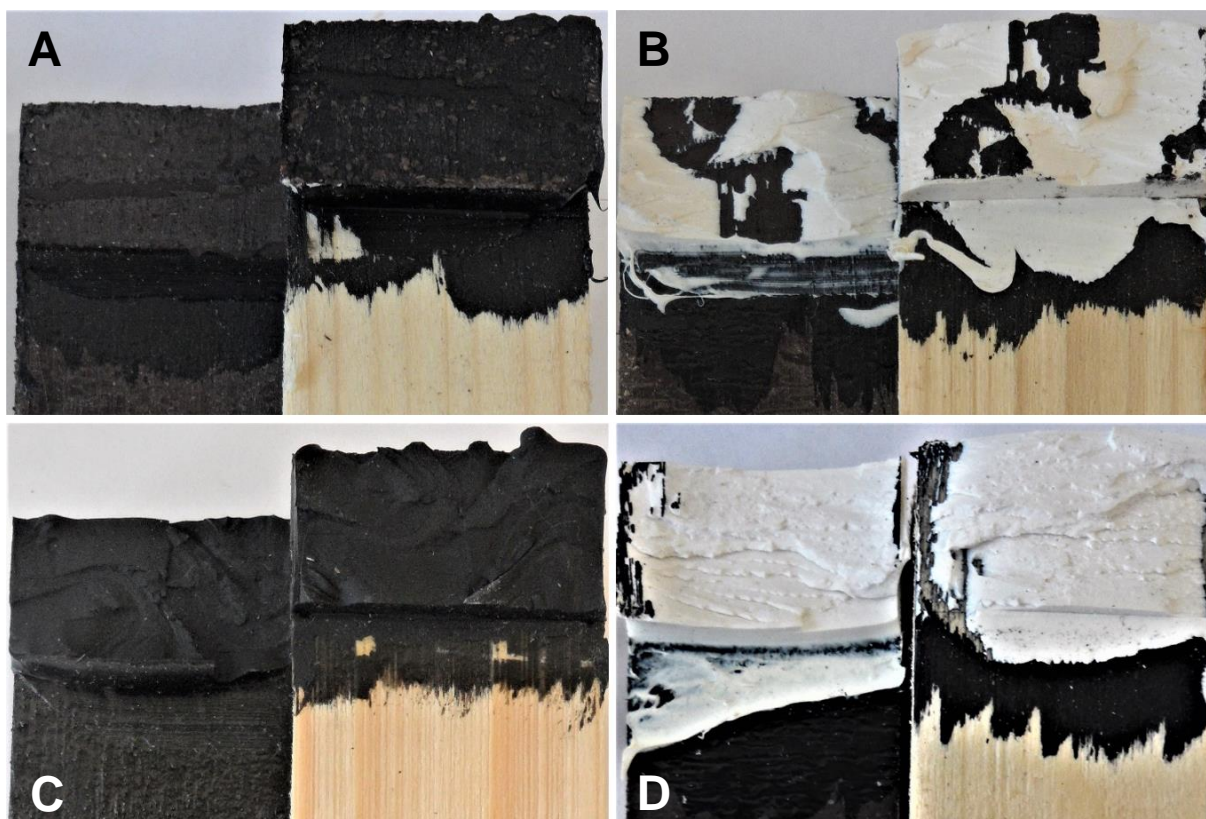
Obrázek č. 60 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti



Obrázek č. 61 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku



Obrázek č. 62 – Příklad adhezního způsobu porušení při zkoušení přídržnosti lepené sestavy: a) AF s mírnou CF u systém SikaTack® Panel; b) AF se systémem Simson 007; c) AF se systémem Dinitrol; d) AF u systému Simson PanelTack HM;



Obrázek č. 63 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku: a) AF s mírnou CF a TL-F; b) CF s mírnou AF; c) CF se systémem Simson PanelTack HM po provedení mechanické úpravy lepené plochy; d) CF;

5.1.4. Porovnání pevnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Jedním z dílčích cílů prováděných měření bylo zjistit, jaká je maximální mechanická odolnost lepených spojů v kombinaci s vybranými materiály. Jedná se o parametr, který ovlivňuje tuhost lepeného spoje a má tak přímý vliv na stanovení optimální velikosti fasádního obkladu.

Porovnání zkoušených kombinací jsem provedla z hlediska únosnosti lepeného spoje. Nosnost spoje je vyjádřena maximální dosaženou tahovou silou F_{\max} [N], při níž došlo k porušení zkušebního vzorku a napětím σ_{adh} nebo τ [N/mm²] na konkrétní lepené ploše A_{ef} [mm²].

Podrobné výsledky měření pevnosti lepených sestav jsou uvedeny v kapitole 9.3.1.

5.1.4.1. Výsledky přídržnosti lepených sestav při tahovém namáhání

Hodnoty prezentované v tabulce č. 15, naměřené pro kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic ukazují, že všechny zkoušené lepicí systémy dosáhly srovnatelných průměrných sil i průměrného napětí na lepené ploše.

Přihlédneme-li k hodnotě výsledného variačního koeficientu, je patrné, že v případě systému Simson HM měření nebyla tak přesná. Na základě uvedených hodnot se proto jako nejvhodnější jeví kombinace obkladu s lepicím systémem Sika, druhou vhodnou variantou je dle mého názoru systém Dinitrol.

Tabulka č. 15 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetrus Basic

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	1 906,09	1 812,20	1 758,66	1 887,14
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	0,76	0,72	0,70	0,75
σ [N/mm ²]	0,06	0,05	0,06	0,09
σ^2 [-]	0,004	0,003	0,004	0,009
v_x [%]	7,83	6,96	8,91	12,01
$x_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	0,66	0,64	0,60	0,60

V kapitole 5.1.3 uvádím, že v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu nejčastěji docházelo k porušení nosné podkonstrukce nebo lepeného spoje. Pevnost těchto materiálů je několikrát větší, než pevnost obkladu Cetrus v ploše desky, což je na první pohled patrné i z naměřených dat v tabulce č. 16. U všech zkoušených variant jsem zaznamenala téměř dvojnásobnou hodnotu přídržnosti. Ani u jedné zkoušené kombinace nebylo dosaženo maximálního napětí lepidla, ovšem u systému Simson HM se jí výsledné hodnoty blíží. Stejně jako u obkladu Cetrus se jako nevhodnější varianta jeví systém Sika, kdy bylo dosaženo poměrně vysoké přídržnosti a malého rozptylu mezi jednotlivými výsledky měření. Druhou vhodnou variantou je systém Simson HM.

Tabulka č. 16 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	3 260,14	3 486,82	3 274,49	2 826,21
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	1,30	1,39	1,31	1,13
σ [N/mm ²]	0,11	0,16	0,14	0,10
σ^2 [-]	0,012	0,027	0,021	0,012
v_x [%]	8,74	11,06	11,45	9,43
$x_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,12	1,14	1,07	0,96

Výstupy předchozí kapitoly ukázaly, že v 95 % provedených měření došlo u lepených sestav s WPC obkladem k adheznímu porušení. U některých zkoušených kombinací nebylo ani možné přistoupit k tahovým zkouškám. Tyto skutečnosti jsou patrné i z výsledků demonstrováných v tabulce č. 17, především u systémů Simson. Naměřené hodnoty také dokazují, že po provedení úpravy povrchu dřevoplastového obkladu bylo dosaženo několikanásobného zlepšení přídržnosti lepeného povrchu, resp. došlo ke zlepšení adhezních vlastností lepené plochy. Stejně jako v předchozích případech i zde se jako nejvhodnější varianta nabízejí systémy Sika a Dinitrol.

Tabulka č. 17 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP ⁶¹	Simson PanelTack HM verze 01 ⁶²	Simson PanelTack HM verze 02
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	2 360,47	1 823,77	412,60	213,93	1 775,40
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	0,94	0,73	0,17	0,09	0,71
σ [N/mm ²]	0,12	0,06	0,03	0,01	0,10
σ^2 [-]	0,014	0,004	0,003	0,000	0,011
v_x [%]	13,73	8,07	6,81	4,82	13,78
$\chi_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	0,75	0,64	0,11	0,07	0,55

5.1.4.2. Výsledky pevnosti lepených sestav ve smyku při tahovém namáhání

Stejně jako v případě zkoušení přídržnosti lepených sestav, i u zkušebních vzorků pro stanovení pevnosti ve smyku jsem v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic naměřila velice podobné hodnoty. Pouze v případě lepícího systému Simson 007 bylo dosaženo podstatně nižší pevnosti spoje. Extrémně vysoká hodnota variačního koeficientu referuje o značném rozptylu provedených měření, viz hodnoty v tabulce č. 18.

Tabulka č. 18 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	414,65	452,13	334,45	458,14
\bar{x}_{τ} [N/mm ²]	1,33	1,45	1,07	1,47
σ [N/mm ²]	0,13	0,10	0,13	0,11
σ^2 [-]	0,019	0,010	0,055	0,015
v_x [%]	10,02	6,81	21,41	7,74
$\chi_{\tau_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,11	1,29	0,85	1,28

Stanovení pevností lepených sestav v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu bylo komplikovanější, neboť jsem musela posoudit pevnost lepeného spoje v obou směrech orientace vláken dřevěného obkladu, jak již bylo zmíněno v kapitole 5.1.3.2.

Domnívám se, že právě druhá varianta vzorků s obkladem s vlákny orientovanými ve směru působení zatížení plně ověřila potenciál vybraných lepících systémů. U všech zkušebních vzorků se systémem Sika jsem zaznamenala kohezní porušení a téměř 100 % protažení lepidla, viz následující kapitola.

Troufám si říci, že lepidla Sika i Dinitrol se chovala *předpisově*. Po fázi elastické deformace plynule nastala fáze deformace plastické, při zachování konstantní maximální síly. Po vyčerpání pevnostní kapacity lepeného spoje došlo k okamžitému porušení kohezním způsobem. Hodnoty variačních koeficientů uvedené v tabulce č. 20 jasně ukazují, že síly při porušení spoje naměřené u všech sestav byly vyrovnané, bez přílišných odchylek jednotlivých měření. Pevnosti fasádních palubek dosažené u vzorků s obkladem ve směru orientace obkladu II s vlákny nosné podkonstrukce jsou vyšší, nikoliv však diametrálně odlišné.

U vzorků s obkladem orientovaným kolmo na vlákna docházelo k porušení obkladu, což je patrné i z hodnoty variačního koeficientu, viz tabulka č. 19. Přesto jsou zaznamenané

⁶¹ Zkušební vzorky se rozpadly v průběhu kondicionování. Do výpočtu hodnoty napětí na lepené ploše jsem uvažovala s nulovou hodnotou síly při porušení.

⁶² viz předchozí komentář.

síly blízké hodnotám naměřeným v kombinaci s obkladem orientovaným rovnoběžně s vlákny, vyjma systému Dinitrol.

Tabulka č. 19 – Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům obkladu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	493,24	519,05	366,56	450,89
\bar{x}_{τ} [N/mm ²]	1,58	1,66	1,17	1,49
σ [N/mm ²]	0,16	0,19	0,19	0,27
σ^2 [-]	0,027	0,038	0,038	0,085
v_x [%]	10,05	11,05	16,87	16,89
$x_{\tau_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,32	1,36	0,85	1,04

Tabulka č. 20 – Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu ve směru \parallel s vlákny obkladu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	423,41	1 214,05	510,45	577,99
\bar{x}_{τ} [N/mm ²]	1,35	3,88	1,63	1,85
σ [N/mm ²]	0,08	0,28	0,09	0,07
σ^2 [-]	0,007	0,107	0,009	0,005
v_x [%]	5,61	6,75	5,88	3,63
$x_{\tau_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,23	3,43	1,48	1,74

Druhým zkoušeným obkladem ze sibiřského modřínu je třívrstvá lepená deska. Deska by se dle mého názoru měla chovat jako homogenní materiál, tj. podobně jako obklad Cetris. S cílem eliminovat možné nepřesnosti, jsem opět přistoupila k měření pevnosti v obou směrech průběhu vláken a z naměřených hodnot jsem stanovila vážený průměr dle počtu vrstev obkladu a dle směru orientace jejich vláken, hodnoty váženého průměru jsou uvedeny v tabulce č. 21. Výsledky váženého průměru ukazují, že stejně jako u fasádních palubek nejvyšších pevností bylo dosaženo se systémem Dinitrol. Hodnota průměrné síly zaznamenané při porušení spoje je naprosto odlišná od ostatních systémů.

Tabulka č. 21 – Vážený průměr výsledků měření v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	377,35	1 039,68	359,41	390,38
\bar{x}_{τ} [N/mm ²]	1,21	3,33	1,15	1,25
σ [N/mm ²]	0,08	0,29	0,11	0,06
σ^2 [-]	0,008	0,098	0,016	0,004
v_x [%]	7,03	9,38	10,20	5,19
$x_{\tau_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,07	2,85	0,96	1,15

Pevnosti ve smyku naměřené v kombinaci s WPC obkladem pouze doplňují analýzu způsobu porušení uvedenou v kapitole 5.1.3. Ačkoliv je průměrná síla zaznamenaná při porušení vzorků srovnatelná se silami naměřenými u ostatních obkladů, viz tabulka č. 22, hodnota variačního koeficientu napovídá, že rozptyl jednotlivých sil byl mnohem větší. Na rozdíl od výsledků přídržností, v tomto případě se jako nejvhodnější varianta jeví

kombinace s lepicím systémem Dinitrol. Obklad je dostatečně pevný, nedošlo tak k jeho poškození a lepidlo se částečně elasticky deformovalo. Po fázi pružné deformace ovšem došlo k porušení spoje adhezí, nikoliv k plastické deformaci lepidla.

Tabulka č. 22 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP ⁶³	Simson PanelTack HM verze 01 ⁶⁴	Simson PanelTack HM verze 02
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	480,68	984,54	79,16	0	559,46
\bar{x}_{τ} [N/mm ²]	1,54	3,15	0,25	0	1,79
σ [N/mm ²]	0,18	0,36	0,07	0	0,28
σ^2 [-]	0,034	0,131	0,015	0	0,093
v_x [%]	11,87	12,28	9,19	0	15,09
$x_{\tau_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,24	2,56	0,14	0	1,34

5.1.5. Porovnání poměrného prodloužení a tažnosti lepených sestav

Poměrné prodloužení lepeného spoje bylo dalším sledovaným parametrem u prováděných tahových zkoušek. Stejně jako pevnost i prodloužení má podstatný vliv na stanovení velikosti obkladu, neboť přímo ovlivňuje tuhost podpor definovanou v kapitole 1.1.1 dle vztahu (4.10). Tažnost vybraného lepidla notně ovlivňuje i způsob porušení lepeného spoje.

Podrobné hodnoty naměřených posunů, poměrného prodloužení a tažnosti všech zkušebních vzorků jsou uvedeny v kapitole 9.4.

5.1.5.1. Výsledky poměrného prodloužení lepených sestav při tahovém namáhání

Hodnoty prezentované v tabulce č. 23, naměřené pro kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic ukazují, že všechny zkoušené lepicí systémy dosáhly podobného průměrného prodloužení. Výjimkou je pouze systém Simson HM, jehož tažnost byla o 10 % větší.

Domnívám se, že k přechodu z elastické na plastickou deformaci u systému Simson HM dochází při aplikaci nižšího zatížení, než je tomu u ostatních systémů. Této skutečnosti nasvědčuje i nižší pevnost lepidla v tahu deklarovaná výrobcem, viz tabulka č. 10. Proto bylo zaznamenáno větší protažení. Výsledné maximální protažení všech zkušebních vzorků bylo také limitováno pevností obkladu ve směru působícího zatížení.

Tabulka č. 23 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	1,10	1,19	1,04	1,49
\bar{x}_ε [-]	0,37	0,40	0,35	0,50
σ [-]	0,04	0,09	0,03	0,07
δ [%]	36,72	39,62	34,80	49,56

Hodnoty tažnosti lepeného spoje, uvedené v tabulce č. 24, pro kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu demonstrují, že v případě vhodných adhezních vlastností lepeného povrchu a při použití materiálu houževnatějšího než je samotné lepidlo, je možné dosáhnout

⁶³ Zkušební vzorky se rozpadly v průběhu kondicionování. Do výpočtu hodnoty napětí na lepené ploše jsem uvažovala s nulovou hodnotou síly při porušení.

⁶⁴ Všechny zkušební vzorky se rozpadly.

téměř 100 % protažení lepidla ve zkušném směru zatížení. Nejlepších výsledků bylo dosaženo se systémem Sika.

Tabulka č. 24 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	2,99	2,43	2,73	2,85
\bar{x}_ε [-]	1,00	0,81	0,91	0,95
σ [-]	0,19	0,13	0,17	0,19
δ [%]	99,70	81,04	91,04	94,90

O záporných aspektech adhezních vlastností dřevoplastového obkladu jsem se zmínila již mnohokrát, přesto jsem u některých systémů zaznamenala protažení až 50 %. V případě systému Sika dokonce 85 %, viz tabulka č. 25. Presentované výsledky opět jasně dokazují, že volba vhodné úpravy lepeného povrchu zvyšuje účinnost lepeného spoje. Hodnoty směrodatných odchylek ovšem ukazují, že zaznamenaná prodloužení pro jednotlivá měření byla značně rozptýlená.

Tabulka č. 25 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP ⁶⁵	Simson PanelTack HM verze 01 ⁶⁶	Simson PanelTack HM verze 02
\bar{x}_s [mm]	2,56	1,41	0,43	0,22	1,59
\bar{x}_ε [-]	0,85	0,47	0,14	0,07	0,53
σ [-]	0,21	0,05	0,02	0,01	0,12
δ [%]	85,36	47,19	14,43	7,32	53,04

5.1.5.2. Výsledky poměrného prodloužení lepených sestav ve smyku při tahovém namáhání

Jak je patrné z hodnot uvedených v tabulce č. 26, protažení lepeného spoje ve smyku mělo zcela jiný vývoj než při zkoušení přídržnosti lepených sestav. Presentované hodnoty dokazují, že tažnost je přímo úměrná pružnosti použitého lepidla. Zatímco u systémů Dinitrol a Simson nebylo dosaženo ani 50 % protažení při porušení spoje. Hodnota tažnosti systému Sika je o 20 % větší. V kombinaci s fasádním obkladem Cetris je proto, dle mého názoru, nejvhodnější použití lepicího systému Sika. Ten dokáže do určité míry eliminovat napětí, která by mohla vést k předčasnému poškození obkladu.

Tabulka č. 26 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	7,63	5,30	3,97	5,52
\bar{x}_ε [-]	0,61	0,42	0,32	0,44
σ [-]	0,11	0,04	0,11	0,07
δ [%]	61,07	42,40	31,76	44,14

⁶⁵ Zkušební vzorky se rozpadly v průběhu kondicionování. Do výpočtu hodnoty napětí na lepené ploše jsem uvažovala s nulovou hodnotou síly při porušení.

⁶⁶ Všechny zkušební vzorky se rozpadly.

Na dobré adhezni vlastnosti fasádního obkladu ze sibiřského modřínu jsem poukazovala již několikrát. Při zkoušení pevnosti ve smyku byla podstatná orientace vláken dřevěného obkladu vzhledem ke směru působícího zatížení. Předpokládala jsem, že hodnoty naměřené u sestav zatěžovaných ve směru kolmém na vlákna obkladu budou neuspokojivé, viz tabulka č. 27. Především s ohledem na způsob porušení vzorků. Avšak hodnoty naměřené v kombinaci s obkladem ve směru II s vlákny ukázaly, že u systémů Sika a Simson orientace vláken na prodloužení lepeného spoje nemá podstatný vliv, viz tabulka č. 28.

Lze předpokládat, že systém je schopen do určité míry eliminovat napětí působící na lepenou plochu, tak jako u obkladu Cetris. Naopak u systému Dinitrol, jež se vyznačuje vyšší tuhostí, vznikající napětí a nevhodná orientace obkladu vedou k předčasnému porušení spoje. Jak je patrné z výsledků uvedených v tabulce č. 28, vhodná orientace obkladu může umožnit aktivaci plastické deformace lepidla a k porušení spoje dochází při větším protažení.

Tabulka č. 27 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům obkladu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	11,45	6,99	5,95	5,25
\bar{x}_ε [-]	0,92	0,56	0,48	0,42
σ [-]	0,11	0,06	0,13	0,06
δ [%]	91,56	55,94	47,64	41,76

Tabulka č. 28 – Výsledky měření v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny obkladu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	11,27	11,89	5,52	6,66
\bar{x}_ε [-]	0,90	0,95	0,44	0,553
σ [-]	0,12	0,09	0,07	0,08
δ [%]	90,20	95,13	44,13	52,51

U obkladu z třívrstvé lepené desky bylo opět nezbytné stanovit vážený průměr hodnot naměřených pro kombinace s různou orientací vláken obkladu, viz tabulka č. 29. Zcela neuspokojivé jsou v tomto případě výsledky systému Simson HM. Ačkoliv se jedná o systém pro lepení dřeva, v této kombinaci jsem zaznamenala velice malé prodloužení.

Tabulka č. 29 – Vážený průměr výsledků měření v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	9,95	9,83	5,06	4,81
\bar{x}_ε [-]	0,80	0,79	0,41	0,38
σ [-]	0,07	0,06	0,09	0,07
δ [%]	79,59	78,62	40,75	38,44

Závěrem této kapitoly je opět nutné konstatovat, že špatné adhezni vlastnosti dřevoplastu měly vliv i na poměrné prodloužení lepených sestav, především v kombinaci s oběma systémy Simson před úpravou lepené plochy. Naopak systém Dinitrol dosáhl téměř 75 % prodloužení s malým rozptylem jednotlivých měření, stejně tak i Sika.

System Simson HM dosáhl většího prodloužení po úpravě lepené plochy než ve všech předchozích kombinacích, viz hodnoty v tabulce č. 30.

Tabulka č. 30 – Výsledky měření v kombinaci s fasádním z dřevoplastu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP ⁶⁷	Simson PanelTack HM verze 01 ⁶⁸	Simson PanelTack HM verze 02
\bar{x}_s [mm]	11,03	9,18	0,89	0	7,36
\bar{x}_ε [-]	0,87	0,73	0,07	0	0,59
σ [-]	0,11	0,05	0,02	0	0,07
δ [%]	86,82	73,42	7,13	0	58,91

5.1.6. Porovnání mechanické odolnosti lepených sestav

Ze záznamů měření jsem pro každou zkoušenou kombinaci materiálů zpracovala pracovní diagram. Z grafické prezentace průběhu zatěžovacích zkoušek je možné zjistit nejenom maximální sílu lepené sestavy při porušení a její prodloužení, ale do jisté míry i způsob porušení, resp. zda byly jednotlivé vzorky porušeny podobným způsobem. V této kapitole budou vzájemně porovnány výsledky obou zkušebních metod pro každou zkoušenou kombinaci vybraných materiálů.

V pracovních diagramech porovnávám hodnoty maximální síly dosažené při porušení lepených sestav s hodnotou vypočítaného napětí v tahu, resp. přídržností, a poměrné prodloužení spoje, resp. jeho tažnost. Stejně jako v předchozích kapitolách, pro každou skupinu kondicionovaných a nekondicionovaných zkušebních vzorků jsem stanovila aritmetický průměr z naměřených dat.

Podrobné pracovní diagramy všech naměřených hodnot jsou uvedeny v příloze 9.5.

5.1.6.1. Porovnání mechanické odolnosti v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

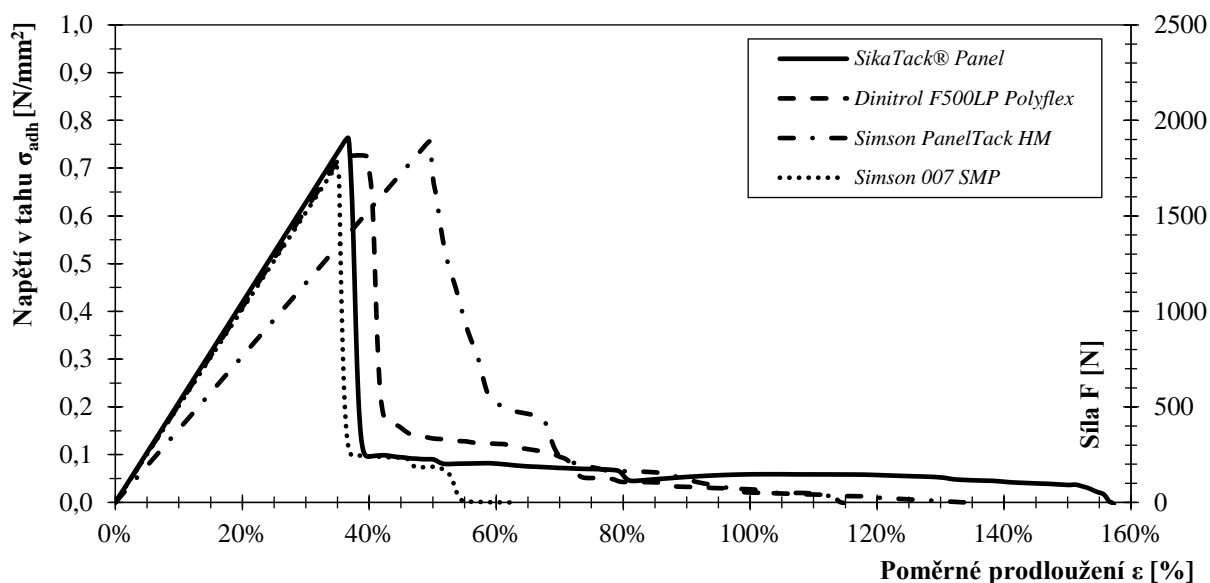
U zkušebních vzorků v kombinaci s obkladem Cetris nejčastěji docházelo k porušení vytržením lepené plochy z fasádního obkladu. Z porovnání pracovních diagramů průměrných naměřených hodnot na obrázku č. 64 a obrázku č. 65 pro jednotlivé lepicí systémy je zřejmé, že u všech vzorků byl průběh tahové zkoušky obdobný.

Z průběhů na obrázku č. 64 je déle patrné, že v této kombinaci materiálů se nejpružněji při zkoušce přídržnosti choval systém Simson HM. Zaznamenané křivky také ukazují, že po dosažení maximálního napětí ihned nedošlo k porušení lepeného spoje, jako tomu bylo u zkoušky pevnosti ve smyku, viz obrázek č. 65.

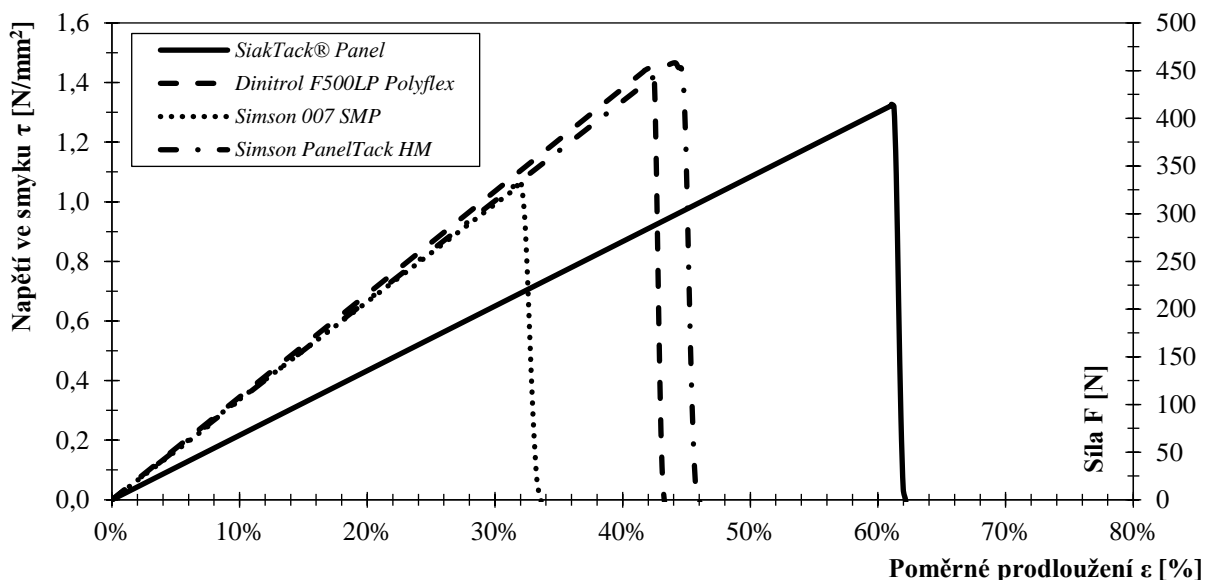
Na rozdíl od zkoušky přídržnosti, při zkoušení pevnosti ve smyku největšího protažení lepeného spoje bylo dosaženo se systémem Sika. U systémů Dinitrol a Simson HM bylo zaznamenáno porovnatelné prodloužení i maximální síla při porušení.

⁶⁷ Zkušební vzorky se rozpadly v průběhu kondicionování. Do výpočtu hodnoty napětí na lepené ploše jsem uvažovala s nulovou hodnotou síly při porušení.

⁶⁸ Všechny zkušební vzorky se rozpadly.



Obrázek č. 64 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem Cetris Basic



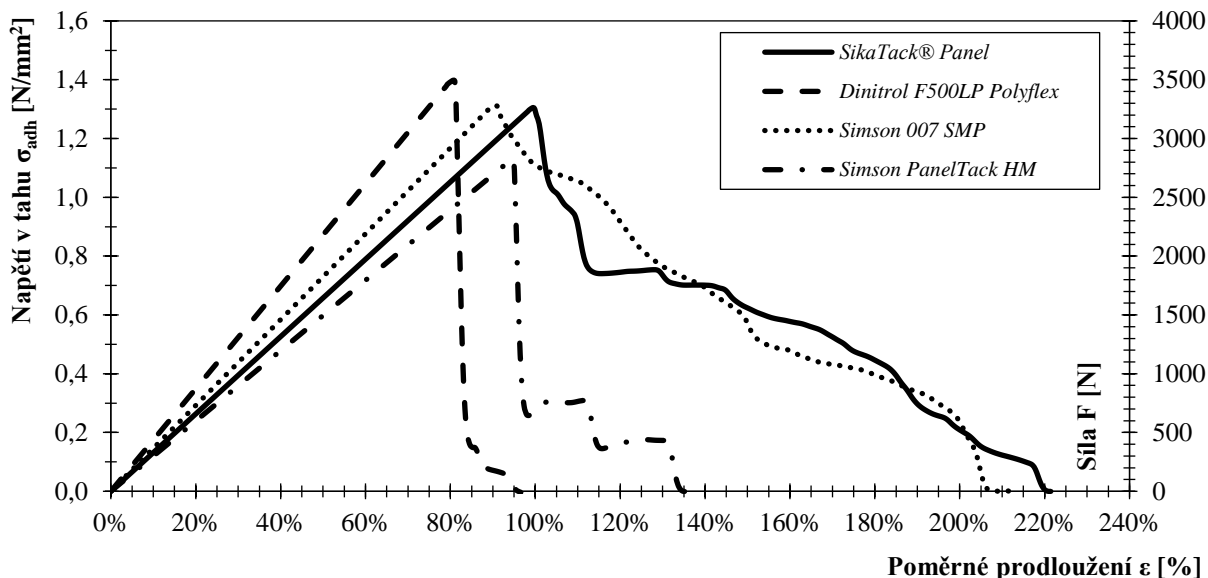
Obrázek č. 65 – Pracovní diagram zkoušky pevnosti ve smyku v kombinaci s obkladem Cetris Basic

5.1.6.2. Porovnání mechanické odolnosti v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

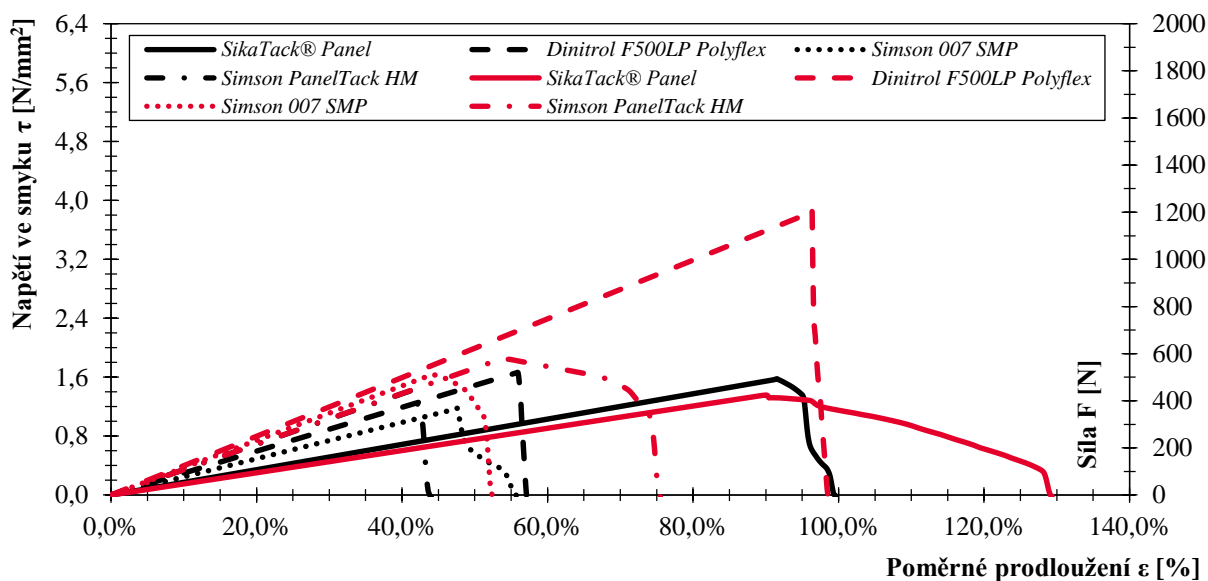
Z průměrných hodnot průběhů zkoušek uvedených na obrázku č. 66 vyplývá, že u elastických (pružných) lepidel nejdříve docházelo k téměř 100 % protažení spoje. Po dosažení meze pevnosti lepicího systému následovalo porušení. Jak u systému Simson HM, tak i u systému Sika ovšem ihned nedošlo k rozpadnutí spoje, ale i nadále docházelo k jeho deformaci s porušením. U lepidel tuhých, tzn. u systému Dinitrol a Simson 007, jsem pozorovala protažení spoje na úrovni max. 80 %, které bylo následováno okamžitým porušením. Deformaci s porušením jsem zaznamenala pouze u několika zkušebních vzorků.

Stejně charakteristiky průběhů jsem monitorovala i v případě zjišťování pevnosti lepené sestavy ve smyku s obkladem, jehož vlákna byla orientována kolmo na směr zatížení, viz obrázek č. 67. Zde ovšem vždy docházelo k porušení obkladu, což je patrné i v pracovním diagramu po dosažení maximálního zatížení. Naopak u zkušebních vzorků

s obkladem uloženým v opačném směru, v grafickém porovnání jsou označeny červeně, docházelo k porušení spoje až po téměř 100 % prodloužení lepidla. Pouze u lepidel Simson jsem naměřila podobné hodnoty pro oba směry uložení obkladu.



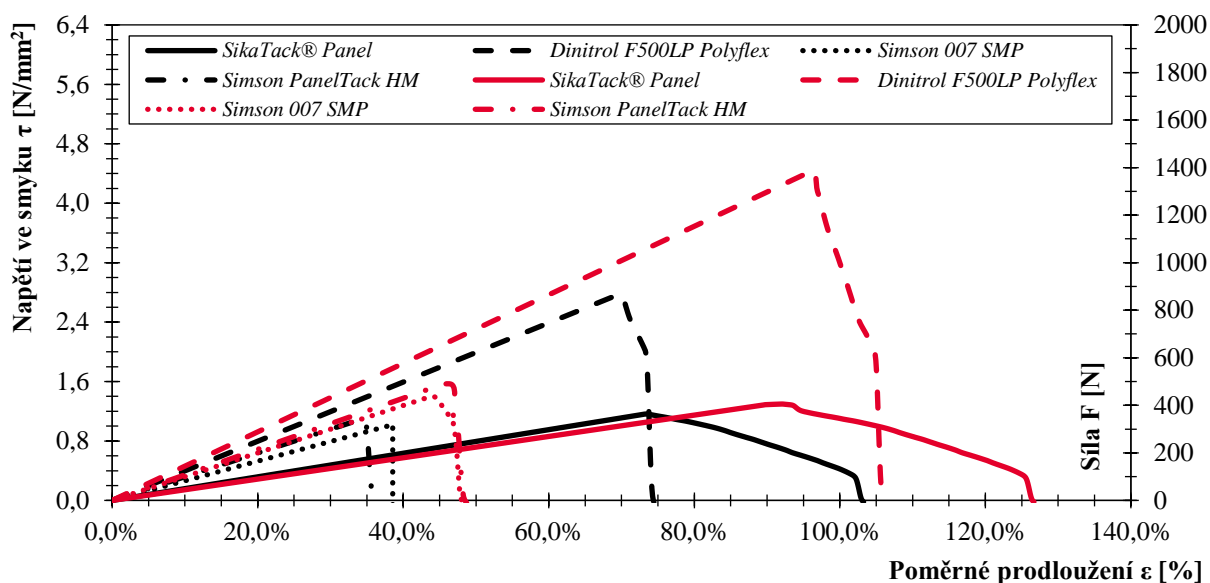
Obrázek č. 66 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu



Obrázek č. 67 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu

Průběh zkoušení lepených sestav s fasádním obkladem z třívrstvé lepené desky byl velice podobný jako u fasádních palubek, jak je možné vidět na obrázku č. 68. Pracovní diagramy některých lepicích systémů jsou dokonce téměř totožné, viz průběhy systému Sika.

Domnívám se, že právě u tohoto systému pracovní diagramy vhodně demonstrují průběh jednotlivých fází deformačního přetvoření. U systému Dinitrol jsem v této kombinaci zaznamenala podobný průběh porušení. Pozorovala jsem prodloužení spoje až 100 % s následnou deformací s porušením. Nepatrný rozdíl ve způsobu porušení je zřejmý také u pracovního diagramu systému Simson 007 (červeně), kdy po dosažení meze pevnosti ihned nedošlo k úplnému porušení lepené sestavy.

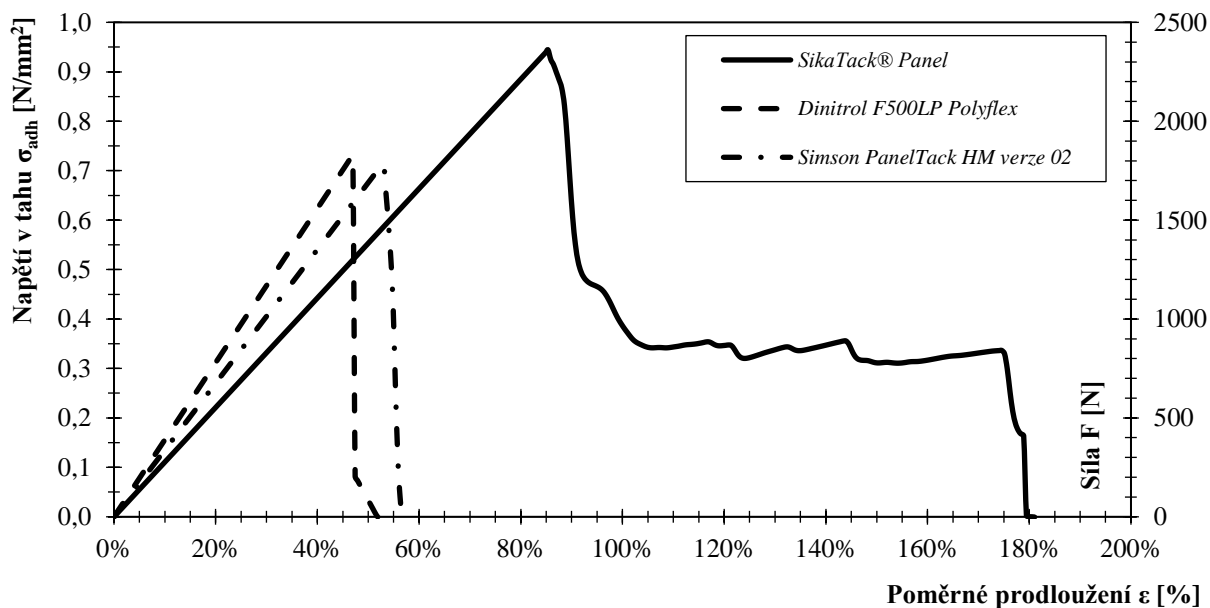


Obrázek č. 68 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu

5.1.6.3. Porovnání mechanické odolnosti v kombinaci s obkladem z dřevoplastu

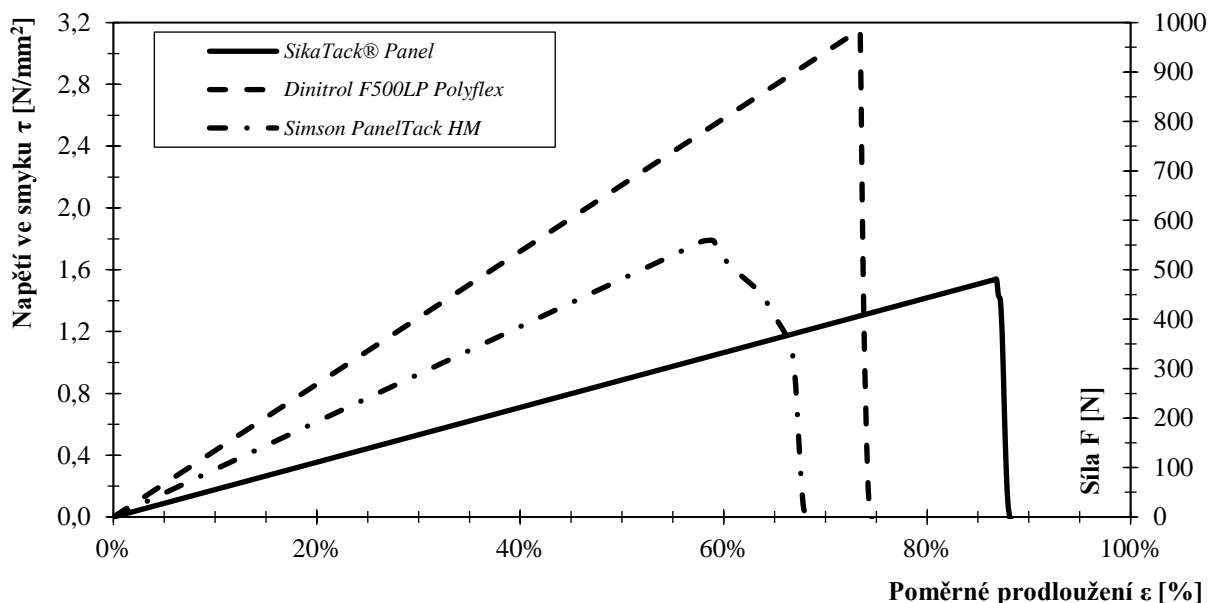
S ohledem na špatné adhezní vlastnosti dřevoplastu jsem se domnívala, že maximální zatížení dosažené při tahových zkouškách bude v porovnání s předchozími variantami téměř zanedbatelné. Jak je ovšem patrné z pracovního diagramu na obrázku č. 69, hodnoty naměřené pro systém Sika tento předpoklad zcela popírají. Zaznamenané výsledky jsou přívětivější než například v kombinaci s obkladem Cetris. I systémy Dinitrol a Simson HM po úpravě lepené plochy dosáhly podobných výsledků jako v případě kombinace s obkladem Cetris.

Systém Simson 007 jsem nemohla posoudit, neboť se vzorky během kondicionování rozpadly a nebylo tedy možné sestavit pracovní diagram se zohlednění všech zkoušených variant. Ze stejného důvodu jsem nemohla zpracovat pracovní diagram tohoto systému ze zkoušky pro stanovení pevnosti ve smyku, viz obrázek č. 70.



Obrázek č. 69 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem z dřevoplastu

Přestože jsem u všech zkušebních vzorků s dřevoplastovým obkladem pozorovala adhezní porušení, výstupy tahových zkoušek prezentovaných na obrázku č. 70 jsou velice příznivé. Přechod mezi deformačními oblastmi je plynulý a k porušení vzorků došlo až po dosažení meze pevnosti lepeného spoje. Domnívám se, že s volbou vhodné úpravy lepené plochy by mohlo být dosaženo i vhodnějšího způsobu porušení.



Obrázek č. 70 – Pracovní diagram zkoušky pevnosti ve smyku v kombinaci s obkladem z dřevoplastu

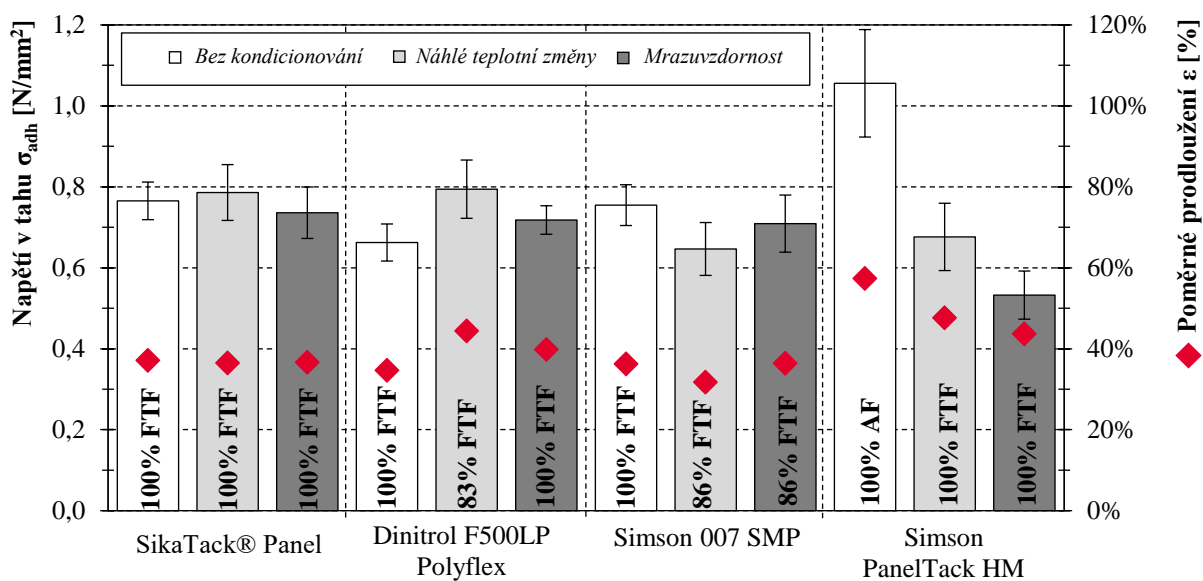
5.1.7. Posouzení vlivu umělého stárnutí na účinnost lepeného spoje

Jedním z podružných cílů této práce je posouzení vlivu vybraných metod kondicionování, jež simulují vliv reálného prostředí, na stárnutí fasádního systému, zde zaměřeno především na lepený spoj. Zejména jsem sledovala vliv metod umělého stárnutí na pevnost lepené sestavy při porušení a na poměrné prodloužení spoje.

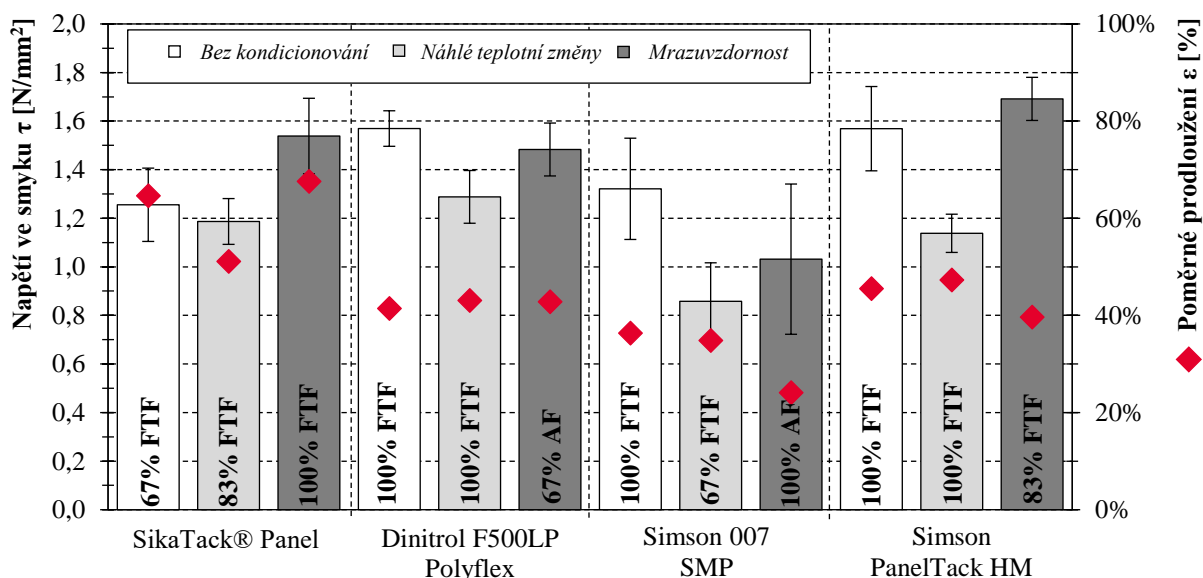
5.1.7.1. Posouzení vlivu kondicionování na lepené sestavy s obkladem Cetris Basic

Jak je patrné z výstupů prezentovaných na obrázku č. 71, vliv teploty na pevnost lepeného spoje je v případě polyuretanových lepidel zanedbatelný. V obou případech jsem dokonce sledovala zvýšení pevnosti spoje, někdy až o 20 %. V kombinaci se systémem Dinitrol došlo v několika případech ke změně způsobu porušení, což mohlo být způsobeno vlivem náhlých teplotních změn, avšak hodnoty naměřené pro jednoduchý přelátovaný spoj tuto domněnku zcela vyvrátily. Naopak, zvýšení pevnosti spoje jsem zaznamenala u zkušebních vzorků, u nichž jsem testovala vliv nízkých teplot, viz obrázek č. 72.

V kombinaci s montážními systémy Simson jsem vliv kondicionování monitorovala u obou zkušebních metod. V obou případech došlo ke snížení pevnosti spoje. Jak je patrné z výsledků zkoušky pevnosti ve smyku, metoda mrazuvzdornosti měla vliv i na velikost poměrného prodloužení. V případě systému Simson HM jsem zaznamenala snížení pevnosti až o 50 %.



Obrázek č. 71 – Porovnání vlivu kondicionování na přídržnost a prodloužení lepené sestavy



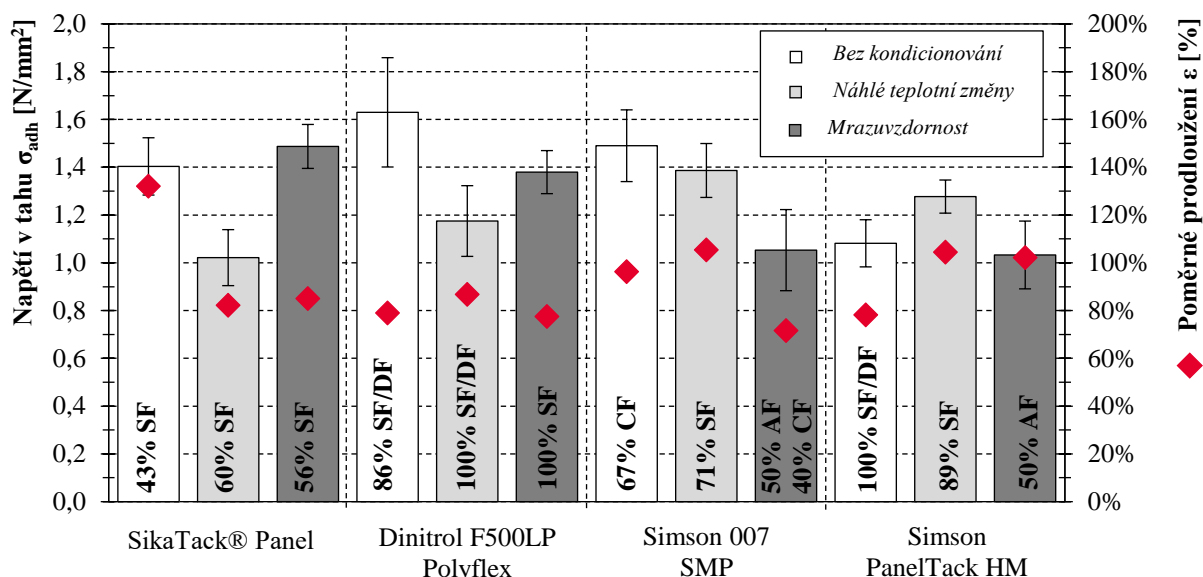
Obrázek č. 72 – Porovnání vlivu kondicionování na pevnost a prodloužení lepené sestavy ve smyku

5.1.7.2. Posouzení vlivu kondicionování na lepené sestavy s obkladem ze sibiřského modřínu

Vliv kondicionování na vlastnosti lepené sestavy s obkladem ze sibiřského modřínu jsem posoudila u všech vzorků zkoušených na přídržnost. U sestav zkoušených na pevnost ve smyku jsem posouzení provedla pouze u vzorků, kde byla vlákna obkladu orientována ve směru zatěžování. Vzorky s obkladem s vlákny orientovanými kolmo na směr zatěžování byly často porušeny vlivem destrukce materiálu obkladu, což komplikuje posouzení vlivu teploty na poměrné protažení spoje.

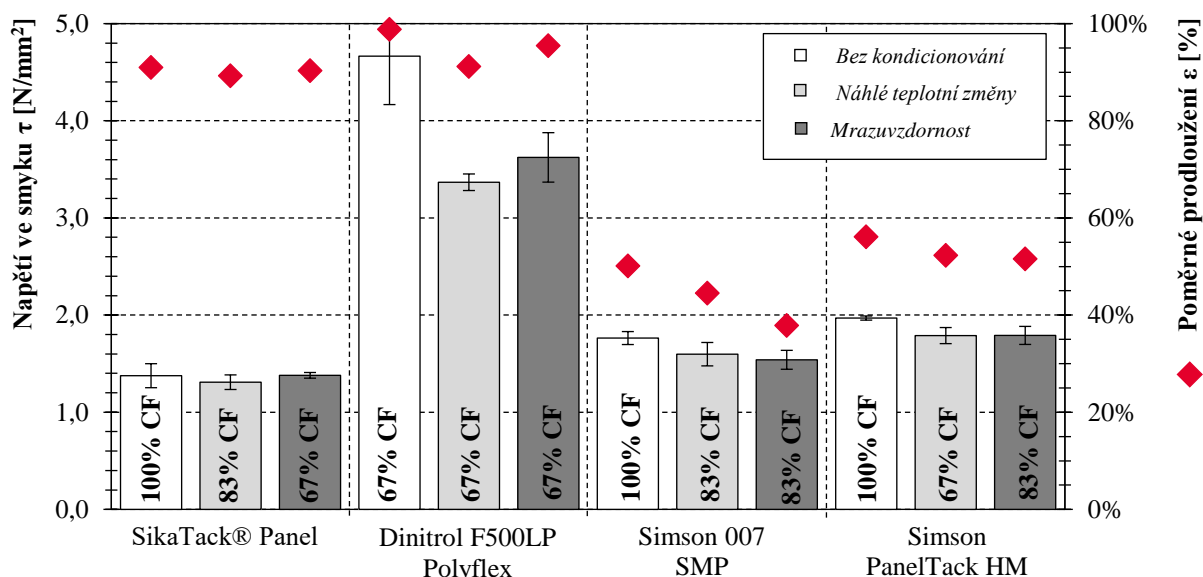
Z porovnání na obrázku č. 73 je patrné, že v kombinaci se systémem Sika mělo kondicionování vliv, a to především na poměrné prodloužení spoje. Zatímco u vzorků nekondicionovaných jsem zaznamenala protažení spoje větší jak 130 %, u vzorků kondicionovaných se pohybovalo pod hranicí 100 %. U systému Dinitrol jsem zaznamenala účinek teploty na pevnost spoje, ta se snížila o téměř 30 %, nikoliv však na jeho prodloužení. Stejný efekt je zřejmý i u sestav s lepidlem Simson 007. Naopak v případě systému Simson HM

není možné sledovat žádný vliv. U obou systémů Simson výsledky posouzení způsobu porušení demonstrují vliv kondicionování na způsob porušení spoje, kdy například u lepidla Simson HM byl vliv mrazuvzdornosti u 50 % vzorků příčinou výskytu adhezního porušení.

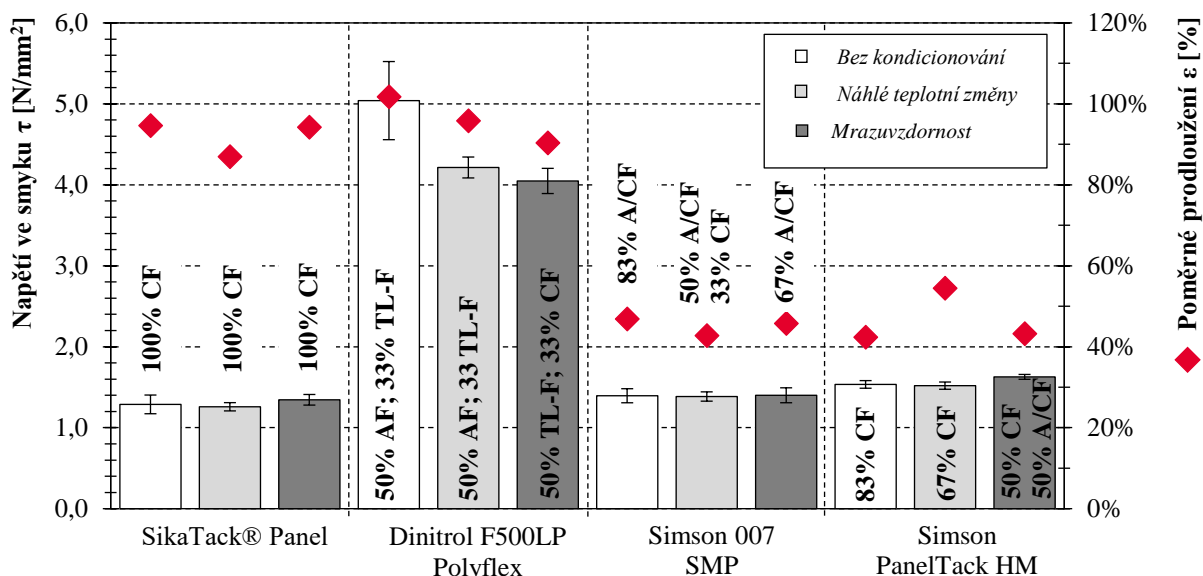


Obrázek č. 73 – Porovnání vlivu kondicionování na přídržnost a prodloužení lepené sestavy

Výstupy prezentované na obrázku č. 74 a obrázku č. 75 ukazují, že ani u jedné kombinace lepených sestav s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu teplota neovlivnila způsob jejich porušení. Kromě vzorků s lepidlem Dinitrol jsem nepozorovala její vliv ani na pevnost či poměrné prodloužení spoje. U sestav se systémem Dinitrol je patrné snížení pevnosti spoje o cca 20 % u obou zkušných obkladů.



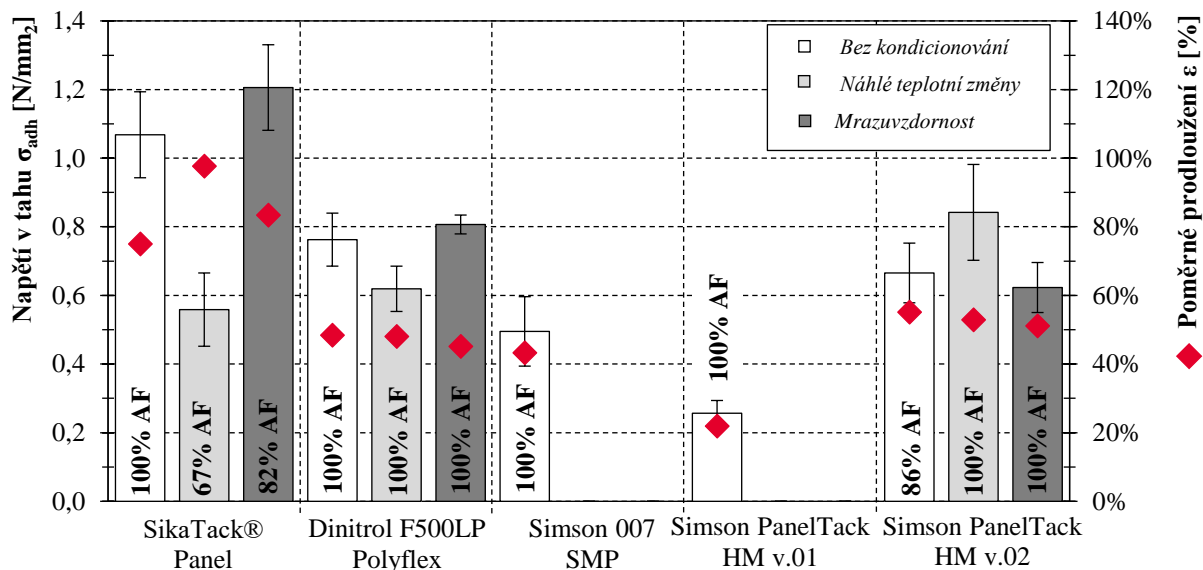
Obrázek č. 74 – Porovnání vlivu kondicionování na pevnost a prodloužení lepené sestavy ve smyku s obkladem z fasádních palubek



Obrázek č. 75 – Porovnání vlivu kondicionování na pevnost a prodloužení lepené sestavy ve smyku s obkladem z třívrstvé lepené desky

5.1.7.3. Posouzení vlivu kondicionování na lepené sestavy s dřevoplastovým obkladem

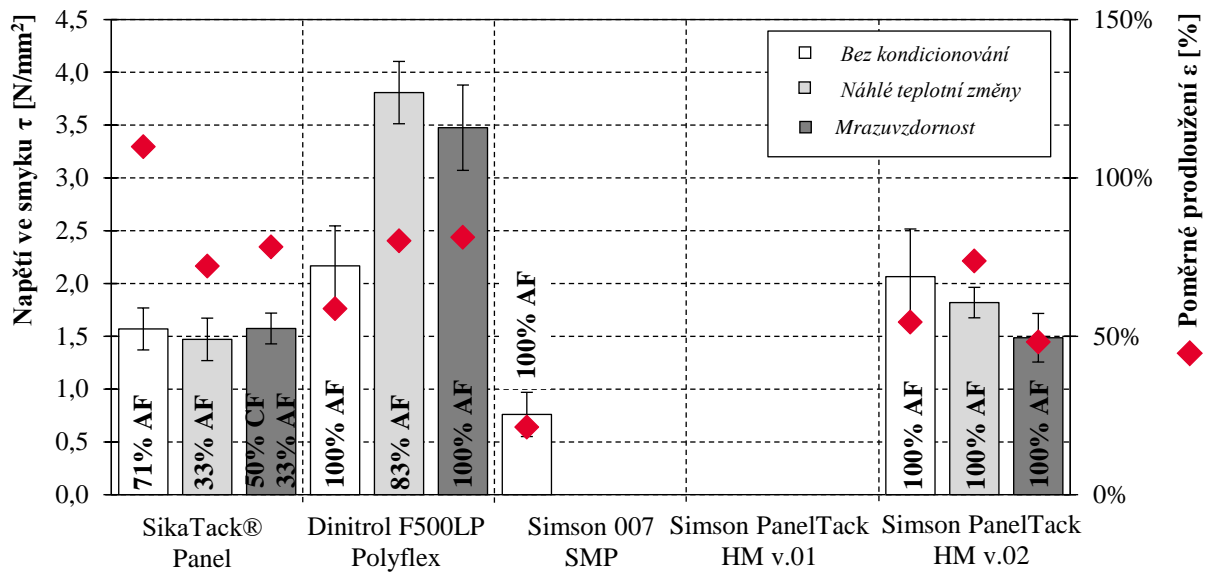
Zatímco u systémů s lepidlem na polyuretanové bázi jsem zaznamenala negativní vliv náhlých teplotních změn na pevnost spoje, u lepidla Sika se jedná o téměř 50 % snížení pevnosti. V kombinaci se systémem Simson HM tomu bylo zcela opačně, pevnost spoje se zvýšila o téměř 30 %. Vliv kondicionování na protažení spoje je téměř zanedbatelný, viz obrázek č. 76.



Obrázek č. 76 – Porovnání vlivu kondicionování na přídržnost a prodloužení lepené sestavy

Zcela odlišný vliv kondicionování jsem pozorovala u zkoušky pevnosti jednoduchého přeplátovaného spoje ve smyku při tahovém namáhání, jak je patrné z porovnání na obrázku č. 77. Zatímco v kombinaci s lepidlem Sika jsem zaznamenala vliv na prodloužení spoje (poměrné prodloužení menší až o 30 %), ale nikoliv na jeho pevnost, u lepených sestav s lepidlem Dinitrol došlo k nárůstu pevnosti spoje po kondicionování na náhlé teplotní změny až o 80 % a o 60 % u vzorků zkoušených na mrazuvzdornost. U systému Simson HM byly pozorované změny minoritní. Změny teplot měly malý vliv i na způsob porušení lepených

sestav, vyjma vzorků s lepidlem Sika. Zde došlo k 50 % zlepšení adhezních vlastností lepeného povrchu, avšak nedomnívám se, že se jedná o vliv vybrané metody kondicionování.



Obrázek č. 77 – Porovnání vlivu kondicionování na pevnost a prodloužení lepené sestavy ve smyku

5.2. ETAPA II. - Návrh optimální velikosti fasádního obkladu

5.2.1. Porovnání tuhostí podpor

Stanovení optimální velikosti fasádního obkladu je ovlivněno několika faktory. Jedná se především o tuhost nosné podpory, tzn. ve zkoušeném případě o tuhost lepeného spoje. Pro sestavení numerického modelu ve výpočetním softwaru jsem nejdříve musela stanovit tuhosti podpor dle vztahu (4.10). Pro každou ze zkoušených kombinací jsem vypočítala 5 % dolní a 95 % horní kvantil tuhosti podpory. Do výpočetního modelu jsem zadala pouze hodnoty 95 % horního kvantilu, jak doporučuje návrhová norma [180]. Tímto způsobem byly v empirickém modelu zohledněny i všechny negativní antecedence zaznamenané u lepených sestav s cílem provedení bezpečného návrhu fasádního segmentu s lepeným spojem.

5.2.1.1. Porovnání tuhostí podpor lepených sestav s obkladem Cetriss Basic

Pro hodnoty uvedené v tabulce č. 31 a v tabulce č. 32 platí, že čím vyšší hodnota tuhosti byla vypočítána, tím horší jsou vlastnosti lepeného spoje. Respektive, čím vyšší je tuhost podpory, tím horší je tažnost použitého konstrukčního lepidla pro zkoušenou kombinaci materiálů. Pokud jsou hodnoty stejně vysoké pro tuhost podpory v tahu i ve smyku jejich vliv na maximální rozměr obkladu bude menší než v případě, kdy jsou tyto hodnoty značně odlišné. Výsledky tuhosti podpor prezentované v této kapitole také úzce souvisí s tvárností lepidla a houževnatostí použitých materiálů.

Téměř u všech zkušebních vzorků s obkladem Cetriss Basic jsem zaznamenala stejný způsob porušení, pouze v některých případech jsem sledovala přechod do oblasti plastické deformace lepidla, proto i vypočítané tuhosti podpor namáhané kolmo na lepenou plochu jsou velice podobné, jak je vidět z výsledků v tabulce č. 31. Zatímco přídržnost zkušebních vzorků byla obdobná, v případě pevnosti ve smyku jsem *ideální* průběh zkoušky zaznamenala pouze u systému Sika. Tato skutečnost je zřejmá z výstupů uvedených v tabulce č. 32. Hodnota 95 % horního kvantilu systému Sika je srovnatelná s výstupy zkoušky adheze, naopak ostatní systémy mají hodnoty diametrálně odlišné.

Tabulka č. 31 – Tuhost podpory v tahu pro kombinaci s fasádním obkladem Cetriss Basic

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_k [N/mm ²]	2,09	1,92	2,03	1,52
σ [N/mm ²]	0,21	0,37	0,18	0,36
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	1,75	1,31	1,73	0,92
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	2,43	2,53	2,33	2,11

Tabulka č. 32 – Tuhost podpory ve smyku pro kombinaci s fasádním obkladem Cetriss Basic

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_k [N/mm ²]	2,24	3,46	3,46	3,47
σ [N/mm ²]	0,44	0,63	1,05	1,14
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	1,52	2,42	1,74	1,61
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	2,96	4,49	5,18	5,34

5.2.1.2. Porovnání tuhostí podpor lepených sestav s obkladem ze sibiřského modřínu

Již na základě výstupů porovnání pracovních diagramů lepených sestav v kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu bylo možné předpokládat, že hodnoty tuhosti podpor budou příznivější než u obkladu Cetrus, viz tabulka č. 33, a to především z důvodu většího poměrného prodloužení a také s ohledem na dosažení vyšších maximálních sil při porušení lepené sestavy.

Tuhosti podpor ve smyku jsem opět stanovila pro oba směry orientace vláken dřevěného obkladu v lepené sestavě. Do numerického modelu jsem v případě fasádních palubek uvažovala hodnoty pro ten rozměr, jehož teplotní a vlhkostní roztažnost má zásadnější vliv na bezpečnost návrhu. U fasádních palubek značně převládá jejich délkový rozměr. V modelu jsem uvažovala s maximální délkou palubky, tj. 5 m. Přestože se může zdát, že teplotní i vlhkostní roztažnost obkladu je v tomto směru minimální, viz tabulka č. 5, při provedení přepočtu pro uvažovaný rozměr je roztažnost ve směru II s vlákny převládající.

Stejně jako v kombinaci s fasádním obkladem Cetrus, i u fasádních palubek ze sibiřského modřínu jsem nejnižší hodnotu tuhosti podpor vypočítala pro kombinaci se systémem Sika, a to u obou zkušebních metod tahového namáhání, viz tabulka č. 33 až tabulka č. 35. U ostatních systémů byly hodnoty tuhosti taktéž obdobné jako u obkladu Cetrus, avšak tuhost ve smyku byla ve všech případech více než dvojnásobná, což má přímý vliv na maximální možný rozměr fasádní palubky.

Tabulka č. 33 – Tuhost podpory v tahu pro kombinaci s obkladem ze sibiřského modřínu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_k [N/mm ²]	1,39	1,70	1,50	1,24
σ [N/mm ²]	0,38	0,59	0,32	0,27
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	0,77	0,72	0,98	0,80
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	2,01	2,68	2,01	1,68

Tabulka č. 34 – Tuhost podpory ve smyku pro kombinaci s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům obkladu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_k [N/mm ²]	1,74	2,91	2,81	3,51
σ [N/mm ²]	0,22	0,48	0,92	1,06
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	1,37	2,12	1,30	1,78
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	2,11	3,70	4,32	5,25

Tabulka č. 35 – Tuhost podpory ve smyku pro kombinaci s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny obkladu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_k [N/mm ²]	1,53	4,07	3,85	3,50
σ [N/mm ²]	0,25	0,58	0,81	0,64
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	1,12	3,11	2,52	2,45
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	1,95	5,04	5,17	4,56

Pro obklad z třívrstvé lepené desky jsem tuhosti podpor stanovila pro oba směry orientace vláken lícové vrstvy obkladu. Stejně jako v případě hodnot poměrného prodloužení

a pevnosti lepené sestavy jsem vypočítala hodnotu váženého průměru tuhosti podpor pro kombinaci s daným obkladem, viz tabulka č. 36.

Tabulka č. 36 – Tuhost podpory v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM
\bar{x}_k [N/mm ²]	1,54	4,22	2,95	3,39
σ [N/mm ²]	0,16	0,64	0,67	0,80
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	1,27	3,16	1,85	2,09
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	1,81	5,27	4,04	4,70

5.2.1.3. Porovnání tuhostí podpor lepených sestav s obkladem ze sibiřského modřínu

S ohledem na výše popsané skutečnosti je zřejmé, že u některých zkoušených kombinací s obkladem z dřevoplastu ani nebylo možné tuhost podpory stanovit. Jedná se o kombinaci se systémem Simson 007 a Simson HM bez úpravy povrchu. Hodnoty uvedené v tabulce č. 37 a tabulce č. 38 ukazují, že i pro tuto kombinaci materiálů je nevhodnější systém Sika.

Tabulka č. 37 – Tuhost podpory v tahu pro kombinaci s obkladem z dřevoplastu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM verze 01	Simson PanelTack HM verze 02
\bar{x}_k [N/mm ²]	1,08	1,57	0,41	0,39	1,39
σ [N/mm ²]	0,50	0,27	0,56	0,57	0,32
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	0,26	1,13	-0,51	-0,54	0,86
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	1,90	2,02	1,32	1,32	1,91

Tabulka č. 38 – Tuhost podpory ve smyku pro kombinaci s obkladem z dřevoplastu

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson 007 SMP	Simson PanelTack HM verze 01	Simson PanelTack HM verze 02
\bar{x}_k [N/mm ²]	1,83	4,24	1,04	0	3,12
σ [N/mm ²]	0,40	0,65	1,69	0	0,67
$x_{0,05}$ [N/mm ²]	1,17	3,18	-1,74	0	2,02
$x_{0,95}$ [N/mm ²]	2,48	5,30	3,82	0	4,21

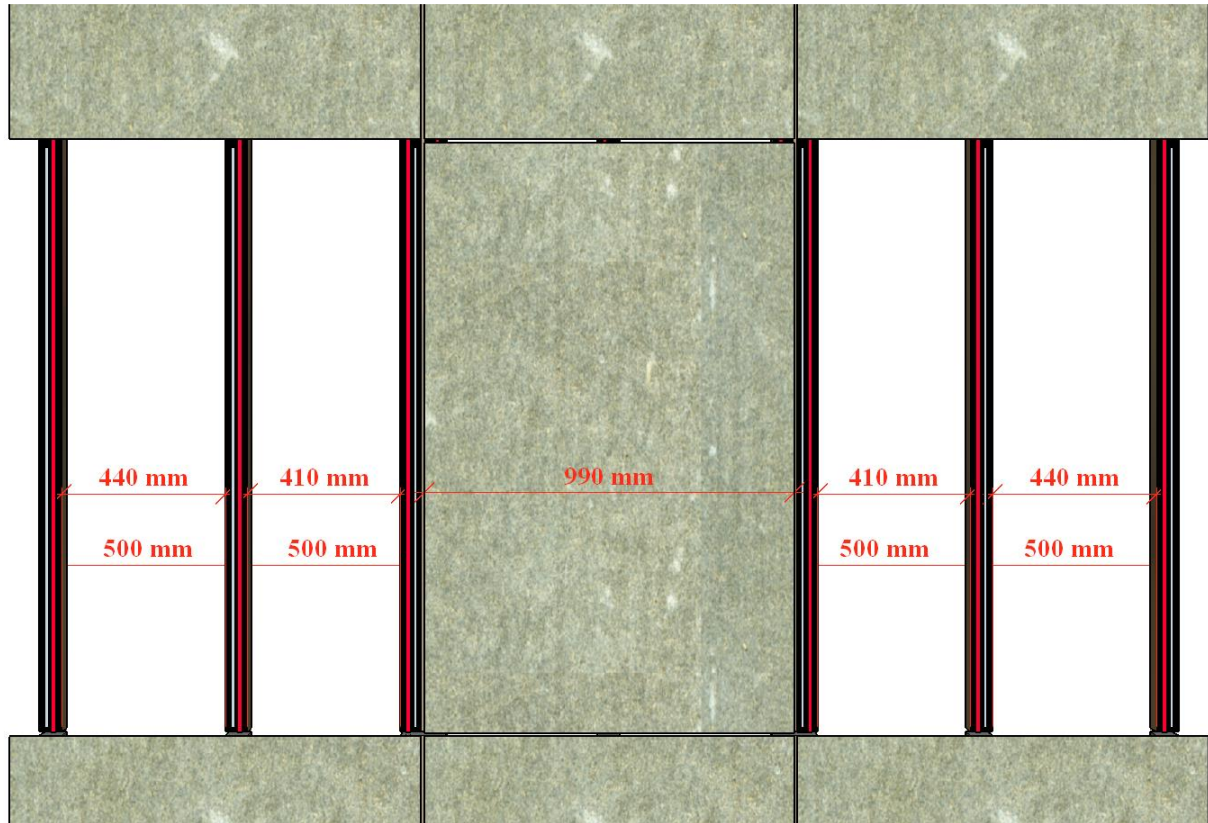
5.2.2. Porovnání velikosti fasádního obkladu

Pro stanovení maximální velikosti fasádního obkladu zkoušených kombinací jsem nejdříve musela sestavit numerický model ve výpočetním softwaru Nexis32, popis postupu viz kapitola 4.2.2. V modelu jsem zohlednila jednak tuhosti podpor zkoušených variant, ale také materiálové charakteristiky definované v kapitole 4.1.1.1 a v příloze 9.7.

Ve statickém modelu jsem posuzovala typický fasádní segment s konstantní šířkou definovanou na základě požadované maximální osové vzdálenosti profilů nosné podkonstrukce. Typický fasádní segment je znázorněn na obrázku č. 78.

Ve výpočtu stanovení optimální velikosti fasádního obkladu jsem uvažovala s osovou vzdáleností profilů nosné podkonstrukce á 500 mm. Lepidlo je vždy nanášeno ve vzdálenosti alespoň 10 mm od vnitřní hrany profilu, viz také kapitola 4.3.1.2. V případě velkoformátových deskových obkladů, tj. Cetris a třívrstvá lepená deska, jsem ve statickém modelu počítala s konstantní šířkou obkladu 990 mm. U obkladu z palubek byla vždy konstantním rozměrem šířka daného typu materiálu a proměnná byla jeho délka.

Ve statických výpočtech jsem zohlednila kombinaci čtyř zatěžovacích stavů, tj. vlastní tíha, zatížení větrem a teplotní a vlhkostní roztažnost. Výstupem numerické analýzy jsou reakce vyvozené nejnepříznivější kombinací všech zatěžovacích stavů působících na fasádu. Výsledné reakce jsem dosadila do vztahu (4.5) a stanovila hodnotu napětí od konkrétního zatěžovacího stavu. Hodnoty napětí jsem následně doplnila do vztahů (4.13) a (4.14). Téměř vždy bylo nutné výpočet několikrát opakovat a zvětšovat nebo zmenšovat rozměry obkladu.



Obrázek č. 78 – Posuzovaný fasádní segment v poli

5.2.2.1. Stanovení velikosti zatížení větrem

Pro účely stanovení tlaku větru působícího na povrch fasády dle vztahu (4.12) jsem nejdříve musela navrhnout simulovaný objekt.

Geometrie budovy vychází z rozměrů reálné stavby nacházející se ve městě Brně. Jedná se o administrativní budovu o půdorysném rozměru $10,0 \times 25,7$ m s výškou atiky 12,0 m. Výška objektu odpovídá požadavkům požární bezpečnosti na maximální povolenou požární výšku objektu s lepeným fasádním obkladem, tj. 12,0 m dle [22],[148]. Lokalita simulovaného objektu je Brno, část obce Brno – Veveří, která se nachází ve větrné oblasti II. Podrobný postup výpočtu hodnoty tlaku větru je uveden v kapitole 9.6. Velikost záporného tlaku větru působícího na povrch fasády je $482,29 \text{ N/m}^2$.

5.2.2.2. Stanovení vlivu teplotní a vlhkostní roztažnosti materiálu fasádního obkladu

○ Teplotní roztažnost fasádního obkladu

Pro zatěžovací stav teplotní roztažnosti je nutné zadat předpokládanou teplotní diferenci Δt . Jedná se o rozdíl extrémních teplot, kterým může být po dobu životnosti fasáda

vystavena. Předpokládala jsem, že ideální teplota pro instalaci fasády s lepeným spojem je $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Na základě analýzy počasí sledovaného období jsem zjistila, že v zimním období může být v lokalitě simulovaného objektu dosaženo teploty až kolem $(-20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, viz také kapitola 5.4.1 a obrázek č. 97. Domnívám se, že se jedná také o teplotu, jíž může být vystaven i lepený spoj.

Na základě měření, jež jsem prováděla v letním období roku 2015 na zkušebních panelech vystavených působení vnějšího prostředí, viz obrázek č. 43 v kapitole 4.4.1, jsem zjistila, že v lepeném spoji je možné dosáhnout teploty až kolem $(70 \pm 5) ^\circ\text{C}$ [176]. Měření teploty obkladu jsem prováděla v období červenec – srpen, pomocí 1-kanálového teploměru Testo 925 s teplotním čidlem Testo typu K pro nerovné povrchy. Jedná se o období, v němž jsem zaznamenala i nejvyšší venkovní teploty prostředí. V numerickém modelu jsem tedy uvažovala s rozdílem teplot 45 K, jak je patrné z příkladu na obrázku č. 33 v kapitole 4.2.2.

S teplotní roztažností souvisí i hodnota koeficientu délkové teplotní roztažnosti, kterou jsem zadala v první kroku tvorby numerického modelu při definici nového materiálu. Pro fasádní obklad Cetris Basic a WPC jsem hodnotu koeficientu délkové teplotní roztažnosti stanovila aritmetickým průměrem, v případě třívrstvé lepené desky bylo nutné stanovit průměr vážený. Pro fasádní palubky jsem vypočítala aritmetický průměr dle směru průběhu vláken. Jak je patrné z výsledků uvedených v tabulce č. 39, roztažnost dřeva je diametrálně odlišná ve směru kolmém na vlákna. Tento rozměr byl ovšem u zkoušeného typu obkladu zanedbatelný. Hodnoty průměrné délkové teplotní roztažnosti všech vybraných fasádních obkladů jsou uvedeny v tabulce č. 39.

Tabulka č. 39 – Průměrná hodnota délkové teplotní roztažnost fasádního obkladu

Typ fasádního obkladu	Koeficient teplotní roztažnosti α	
	[10^{-6}K^{-1}]	
Cetris Basic	8,51	
Třívrstvá lepená deska	6,61	
WPC	12,77	
Fasádní palubky	4,47 ⁶⁹	23,49 ⁷⁰

○ Vlhkostní roztažnost fasádního obkladu

Hodnotu vlhkostního zatížení pro účely dosazení do numerického modelu jsem stanovila obdobným způsobem jako zatížení vyvozené změnou teploty. V našich klimatických podmínkách je nemožné dosáhnout 0 % vlhkosti prostředí, jak je předepsáno v relevantních zkušebních normách, např. ČSN EN 317⁷¹ [164]. Za účelem stanovení reálné vlhkosti prostředí jsem proto zpracovala stručnou analýzu atmosférických vlivů v období jednoho roku, viz také kapitola 4.4 a kapitola 5.4.1. Zjistila jsem, že nejnižší zaznamenaná vlhkost prostředí ve sledované lokalitě byla $(20 \pm 2) \%$. Na druhou stranu během deště bývá vlhkost 100 % dosaženo zcela běžně. Do výpočetního modelu jsem tedy uvažovala

⁶⁹ Průměrná teplotní roztažnost fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny.

⁷⁰ Průměrná teplotní roztažnost fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům.

⁷¹ ČSN EN 317: Třískové a vláknité desky. Stanovení bobtnání po uložení ve vodě.

s přírůstkem velikosti obkladu e v mm/m při změně relativní vlhkosti z 20 % na 100 %. Uvažované hodnoty změny délky vlivem vlhkosti prostředí jsou uvedeny v Tabulka č. 40.

Tabulka č. 40 – Průměrná hodnota vlhkostní roztažnosti fasádního obkladu v při změně vlhkosti

Typ fasádního obkladu	Vlhkostní roztažnost e	
	[mm/m]	
Cetris Basic	2,88	
Třívrstvá lepená deska	4,16	
WPC	1,76	
Fasádní palubky	1,12	15,92

5.2.2.3. Stanovení optimální velikosti fasádního obkladu

Jak je patrné z hodnot uvedených v tabulce č. 41, zatížení od větru působícího na fasádní segment je v porovnání s ostatními zatíženími téměř zanedbatelné, a především u všech zkoušených kombinací takřka totožné. Naopak roztažnost vybraných obkladových materiálů, způsobená teplotními a vlhkostními změnami prostředí, měla na maximální možnou velikost fasádního obkladu vliv značný. Také tuhost lepených sestav, jejíž vliv byl podrobně popsán v kapitole 1.1, ovlivnila maximální možnou velikost obkladu pro jednotlivé zkoušené lepicí systémy.

Na základě výše uvedených skutečností nebylo překvapením, že návrh největšího možného rozměru fasádního obkladu Cetris Basic vyšel v kombinaci s lepicím systémem Sika. V kombinaci se systémy Dinitrol a Simson HM jsem musela rozměr obkladu podstatně zmenšit, avšak pouze v jednom směru. Nejhorších výsledků bylo dosaženo se systémem Simson 007, neboť ani při nejmenší možné výšce obkladu, tj. 300 mm, ověřované parametry nevyhověly. Jak je patrné z výsledků uvedených v tabulce č. 42, pro dosažení kladného výsledku bylo nutné zmenšit šířku obkladu.

Tabulka č. 41 – Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti obkladu Cetris Basic

Lepicí systém	Vlastní hmotnost, teplotní a vlhkostní roztažnost obkladu		Vítr
	Směr x [N/mm ²]	Směr y [N/mm ²]	Směr z [N/mm ²]
SikaTack® Panel	0,527	0,959	0,035
Dinitrol F500LP Polyflex	0,792	1,003	0,035
Simson 007 SMP	0,412	0,732	0,017
Simson PanelTack HM	0,922	0,883	0,034

Tabulka č. 42 – Velikost fasádního obkladu Cetris Basic

Lepicí systém	Výška obkladu [mm]	Šířka obkladu [mm]
SikaTack® Panel	1 850	990
Dinitrol F500LP Polyflex	1 300	990
Simson 007 SMP	850	490
Simson PanelTack HM	990	990

U kombinace s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu jsem na základě výsledků tahových zkoušek očekávala, že by mohl být navržen obklad větších rozměrů i v případě jiných montážních systémů, než je Sika. Toto se potvrdilo pouze v případě systému Dinitrol, jak je patrné z výsledků v tabulce č. 44. V ostatních případech jsem musela navrhnout

rozměry dokonce menší než u obkladu Cetris. Podstatný vliv měla opět příliš vysoká tuhost podpor. Pro oba systémy Simson bylo nutné zmenšit šířku obkladu.

Tabulka č. 43 – Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti obkladu z třívrstvé lepené desky

Lepicí systém	Vlastní hmotnost, teplotní a vlhkostní roztažnost obkladu		Vítr
	Směr x [N/mm ²]	Směr y [N/mm ²]	Směr z [N/mm ²]
SikaTack® Panel	0,440	0,952	0,033
Dinitrol F500LP Polyflex	1,288	2,517	0,034
Simson 007 SMP	0,442	0,826	0,017
Simson PanelTack HM	0,515	1,019	0,017

Tabulka č. 44 – Velikost fasádního obkladu z třívrstvé lepené desky

Lepicí systém	Výška obkladu [mm]	Šířka obkladu [mm]
SikaTack® Panel	2 150	990
Dinitrol F500LP Polyflex	2 000	990
Simson 007 SMP	800	490
Simson PanelTack HM	850	490

Na rozdíl od velkoformátových fasádních obkladů u fasádních palubek byla pevným rozměrem jeho výška, která je v porovnání s délkou velice malá. Z tohoto důvodu jsem předpokládala, že by všechny zkoušené systémy měly vyhovět na plný formát palubky, tj. 138 × 5 000 mm u palubek ze sibiřského modřínu a 139 × 2 000 mm u palubek z dřevoplastu. Tato domněnka se mi potvrdila, u obou zkoušených obkladů vyhověly všechny zkoušené kombinace, viz tabulka č. 46 a tabulka č. 48.

Tabulka č. 45 – Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti fasádních palubek ze sibiřského modřínu

Lepicí systém	Vlastní hmotnost, teplotní a vlhkostní roztažnost obkladu		Vítr
	Směr x [N/mm ²]	Směr y [N/mm ²]	Směr z [N/mm ²]
SikaTack® Panel	0,652	0,021	0,032
Dinitrol F500LP Polyflex	1,440	0,050	0,032
Simson 007 SMP	1,470	0,051	0,032
Simson PanelTack HM	1,333	0,045	0,031

Tabulka č. 46 – Velikost fasádních palubek ze sibiřského modřínu

Lepicí systém	Výška obkladu [mm]	Šířka obkladu [mm]
SikaTack® Panel	138	4 990
Dinitrol F500LP Polyflex	138	4 990
Simson 007 SMP	138	4 990
Simson PanelTack HM	138	4 990

U systémů Simson v kombinaci s dřevoplastem došlo k porušení zkušebních vzorků během kondicionování nebo již v průběhu jejich zrání, proto nebylo možné vypočítat hodnoty relevantní pro provedení výpočtu velikosti obkladu, viz tabulka č. 47 a tabulka č. 48.

Tabulka č. 47 – Napětí v lepeném spoji při maximální velikosti palubek z dřevoplastu

Lepicí systém	Vlastní hmotnost, teplotní a vlhkostní roztažnost obkladu		Vítr
	Směr x [N/mm ²]	Směr y [N/mm ²]	Směr z [N/mm ²]
SikaTack® Panel	0,615	0,044	0,033
Dinitrol F500LP Polyflex	1,233	0,090	0,033
Simson 007 SMP	x	x	x
Simson PanelTack HM verze 01	x	x	x
Simson PanelTack HM verze 02	1,003	0,072	0,033

Tabulka č. 48 – Velikost palubek z dřevoplastu

Lepicí systém	Výška obkladu [mm]	Šířka obkladu [mm]
SikaTack® Panel	139	1 990
Dinitrol F500LP Polyflex	139	1 990
Simson 007 SMP	x	x
Simson PanelTack HM verze 01	x	x
Simson PanelTack HM verze 02	139	1 990

5.3. ETAPA III. - Porovnání odolnosti lepených fasádních segmentů plošným zatěžováním

Hlavní přínos provedených zkoušek odolnosti fasádních segmentů metodou plošného zatěžování spatřuji v možnosti detailního ověření skutečného způsobu jejich porušení a verifikaci rozsahu trvalých deformací konstrukčních spojů.

V kapitole 4.3 jsem představila konkrétní kroky metodiky výroby a zkoušení lepených fasádních segmentů. Bylo nutné zohlednit výsledky laboratorních měření a výstupy z numerické analýzy. Rozhodujícím atributem pro návrh geometrie zkušební lepeného segmentu bylo zjištění maximální možné velikosti obkladu a následující objektivní posouzení odolnosti lepených segmentů proti zatížení větrem.

Výstupy numerické analýzy ukázaly, že vítr ovlivňuje velikost vybraných fasádních obkladů, v porovnání s ostatními zatěžovacími stavy, minimálně. Proto jsem se rozhodla u všech lepících systémů zkoušet stejný rozměr fasádního obkladu. Jelikož je vhodné zkoušet nejméně příznivou kombinaci, vycházela jsem z největších navržených rozměrů. Vždy se jedná o kombinaci se systémem Sika, viz kapitola 5.2.2.

Na základě výstupů etapy I. a etapy II. jsem se rozhodla neprovádět zkoušení lepených segmentů s dřevoplastovým obkladem. K tomuto závěru mne vedly především nepřesvědčivé výsledky laboratorních zkoušek a nevhodný způsob porušení u téměř 100 % zkoušených vzorků.

5.3.1. Porovnání geometrie lepených fasádních segmentů

5.3.1.1. Geometrie lepeného fasádního segmentu s obkladem Cetris Basic

Z výstupů numerického modelu a provedených výpočtů napětí v lepeném spoji jsem navrhla optimální velikost fasádního obkladu Cetris 990 × 1 850 mm. Tyto rozměry odpovídají středovému segmentu fasádního pláště. Rozměry obkladu jsem pro účely zkoušky upravila dle požadavků na nosnou podkonstrukci.

Maximální doporučená osová vzdálenost horizontálních prvků nosného roštu, resp. stěny objektu, zde bednicí nosníky, je á 600 mm [148]. Uložení nosníků jsem přizpůsobila jak tomuto požadavku, tak i navržené velikosti obkladu, a rozmístila je v osové vzdálenosti á 590 mm. Zkušební segment se skládá ze dvou polí, což mi umožnilo na obou stranách segmentu ponechat přesah obkladu a v průběhu zkoušky sledovat, zda tento volný okraj bude mít vliv na způsob a místo porušení. Velikost přesahu jsem konzultovala s panem Ing. Miroslavem Vaculou⁷². Na základě konzultace jsem navrhla přesah desky 75 mm na obou koncích segmentu, tj. 105 mm od osy krajního profilu, viz ilustrativní příklad v příloze 9.8.1.

Navrženou geometrii jsem opět posoudila ze statického hlediska ve výpočetním programu Nexis32. Jelikož jsem pro všechny zkušební segmenty zvolila stejný rozměr, bylo zřejmé, že na všechny posuzované parametry by mohl vyhovět pouze vzorek se systémem Sika, a to za předpokladu, že vliv přesahů bude minoritní. Výstupy numerické analýzy napověděly, že vliv zvolené velikosti přesahu bude zanedbatelný. Všechny kombinace segmentů o zvolené geometrii bez problémů vyhověly při posouzení na zatížení větrem.

⁷² Vedoucí oddělení vývoje firmy CIDEM Hranice, a.s. – Divize Cetris.

Dále jsem pomocí numerického modelu stanovila předpokládanou úroveň maximálního plošného zatížení, při němž je možné očekávat porušení fasádního segmentu, viz hodnoty v tabulce č. 49. Ve výpočtu jsou zahrnuty všechny nepříznivé parametry a bezpečnostní koeficienty, proto jsem předpokládala, že v průběhu zkoušky bude dosaženo vyššího zatížení.

Tabulka č. 49 – Stanovení předpokládané maximální úrovně plošného zatížení segmentu s obkladem Cetris Basic

Fasádní obklad/Lepicí systém Cetris Basic	Předpokládaná úroveň zatížení Q při porušení [kg/m ²]
SikaTack® Panel	927
Dinitrol F500LP Polyflex	893
Simson 007 SMP	846
Simson PanelTack HM	846

5.3.1.2. Geometrie fasádního segmentu s obkladem ze sibiřského modřínu

S velkoformátovým obkladem z třívrstvé lepené desky jsem opět největší rozměr fasádního obkladu navrhla v kombinaci s lepícím systémem Sika. U ostatních variant vždy vyšel rozměr obkladu menší, u systémů Simson se jedná o formát menší o více než 50 %. Zkoušení všech kombinací by z tohoto důvodu bylo dle mého názoru nevhodné a také nad rámec mých možností. Cena zvoleného velkoformátového obkladu za m² je téměř 3krát vyšší než cena obkladu Cetris Basic. Z těchto důvodů jsem přistoupila ke zkoušení pouze jedné kombinace, a to s lepidlem Sika.

Fasádní obklad je větší než v předchozím případě, proto jsem musela upravit osovou vzdálenost horizontálních prvků nosného roštu. Navrhla jsem rozteč nosníků Doka á 517/518 mm, což umožnilo připevnění obkladu o výšce 2 150 mm. Šířku obkladu jsem neměnila včetně velikosti postranních přesahů, viz schéma návrhu v příloze 9.8.2. Navrženou geometrii jsem i v tomto případě opět staticky posoudila a stanovila předpokládanou úroveň zatížení při porušení segmentu, viz hodnota v tabulce č. 50.

Tabulka č. 50 – Stanovení předpokládané maximální úrovně plošného zatížení segmentu s obkladem z třívrstvé lepené desky

Fasádní obklad/Lepicí systém Třívrstvá lepená deska	Předpokládaná úroveň zatížení Q při porušení [kg/m ²]
SikaTack® Panel	1 630

Pro zkoušení fasádních palubek jsem zvolila stejnou geometrii fasádního segmentu jako v případě třívrstvé lepené desky. Od počátku bylo zřejmé, že velikost obkladu nebude limitujícím prvkem, proto jsem pozornost zaměřila na porovnání odolnosti lepeného spoje s mechanickým a na posouzení chování lepeného spoje u obkladů menších rozměrů, schéma segmentu je uvedeno v příloze 9.8.3.

Před přistoupením ke zkoušení je vhodné změřit povrchovou teplotu a vlhkost fasádního obkladu a nosné konstrukce. Hodnoty, jež neodpovídají standardním podmínkám, musí být zohledněny při vyhodnocování výsledku zkoušek. Příliš nízká či vysoká vlhkost materiálu může mít vliv například na způsob porušení zkušebního segmentu. Měření vlhkosti materiálu jsem prováděla pomocí zařízení Testo 606-2, který měří jak vlhkost materiálů,

tak i teplotu a vlhkost prostředí. Průměrná vlhkost zkoušených materiálů byla $(10 \pm 1) \%$. Teplota a vlhkost zkušebního prostředí se pohybovala v rozmezí $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a $(50 \pm 5) \%$.

5.3.2. Porovnání průhybu segmentů a prodloužení lepeného spoje

Aplikovaná zkušební metoda mi umožnila nejenom zaznamenat chování segmentu v průběhu zatěžování, ale i způsob porušení a velikost deformací lepeného spoje. Tyto byly zaznamenány pomocí indukčnostních snímačů dráhy umístěných dle schémat uvedených v příloze 9.9.

Návrh rozmístění snímačů jsem koncipovala tak, aby bylo možné posoudit prodloužení lepeného spoje a stanovit velikost průhybů segmentu v jeho různých částech, tzn. jak v ploše obkladu, tak i na nosné podkonstrukci.

5.3.2.1. Porovnání maximálních průhybů a prodloužení lepeného spoje segmentů s obkladem Cetriss Basic

Na základě konzultace s Ing. Vaculou a jeho předchozích zkušenostech s plošným zatěžováním, jsem stanovila, že zatěžování lepeného segmentu s následným odtižením, prováděné dle postupu definovaného v relevantní technické normě, je vhodné aplikovat do úrovně plošného zatížení 300 kg/m^2 . Jedná se o úroveň zatížení, kdy je možné očekávat vznik deformací lepeného spoje na úrovni jeho počínajícího porušení. Nejedná se tedy o úroveň zatížení, kdy by bylo možné sledovat porušení celého segmentu.

Na základě výsledků laboratorních zkoušek jsem definovala předpokládané maximální prodloužení spoje, viz tabulka č. 51. Zohlednila jsem převažující směr zatížení působícího na fasádní segment.

Tabulka č. 51 – Předpokládaná hodnota maximálního prodloužení lepeného spoje

Lepicí systém	Prodloužení [mm]
SikaTack® Panel	3,28
Dinitrol F500LP Polyflex	2,56
Simson 007 SMP	2,02
Simson PanelTack HM	2,83

Hodnoty průhybů zaznamenané při zatížení na úrovni 300 kg/m^2 jsou uvedeny v tabulce č. 52. Podrobné hodnoty průhybů fasádních segmentů s obkladem Cetriss po jednotlivých úrovních zatížení potvrdily předpoklad, že s narůstajícím zatížením bude docházet i k nárůstu průhybu segmentu, ovšem jak je patrné z výsledků uvedených v tabulce č. 53, prodloužení spoje bylo pozvolnější, než jsem předpokládala.

Hodnoty uvedené v tabulce č. 52 jsou pouze průhyby v místě snímače dráhy. Pro zjištění maximálního prodloužení lepeného spoje na dané úrovni zatížení jsem musela odečíst data naměřená ve více polohách snímačů dráhy, viz tabulka č. 53. Prodloužení jsem mohla posoudit z výstupů snímačů označených w7 a w8, nebo w10 a w11.

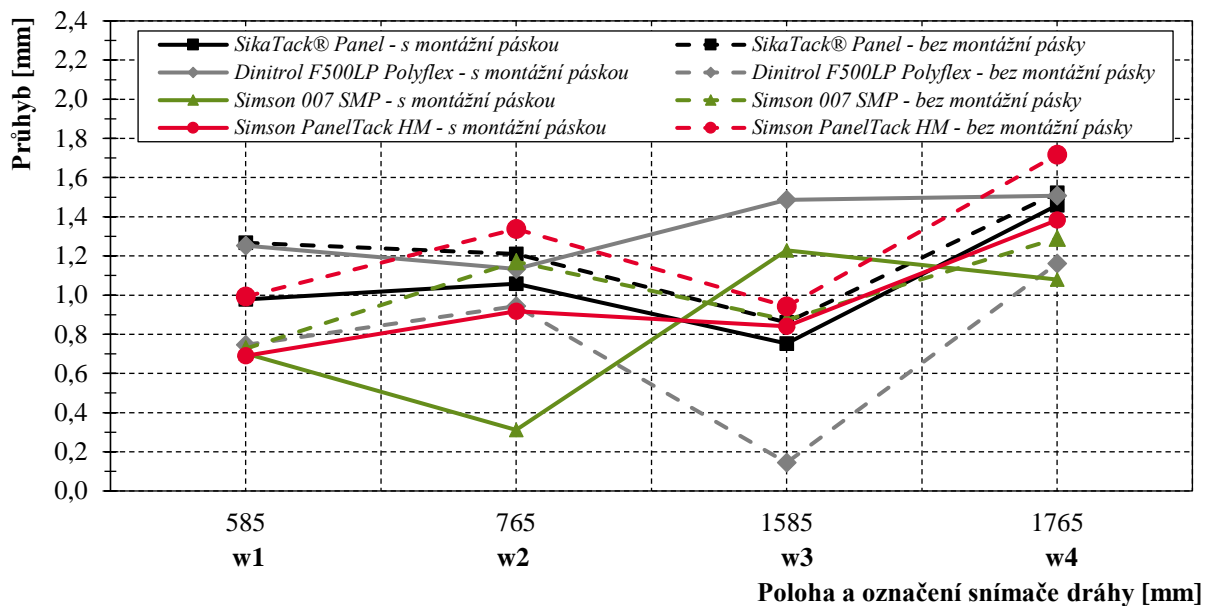
Tabulka č. 52 – Největší bodový průhyb lepeného segmentu při plošném zatížení na úrovni 300 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Průhyb [mm]
SikaTack® Panel			
– s montážní páskou	w9	pravá deska; střední pole; v ploše desky	1,75
– bez montážní pásky			2,84
Dinitrol F500LP Polyflex			
– s montážní páskou	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	1,68
– bez montážní pásky	w14	pravá deska; spodní pole; v ploše desky	1,51
Simson 007 SMP			
– s montážní páskou	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	1,52
– bez montážní pásky			1,44
Simson PanelTack HM			
– s montážní páskou	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	1,50
– bez montážní pásky			2,14
Mechanický spoj			
	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	2,34

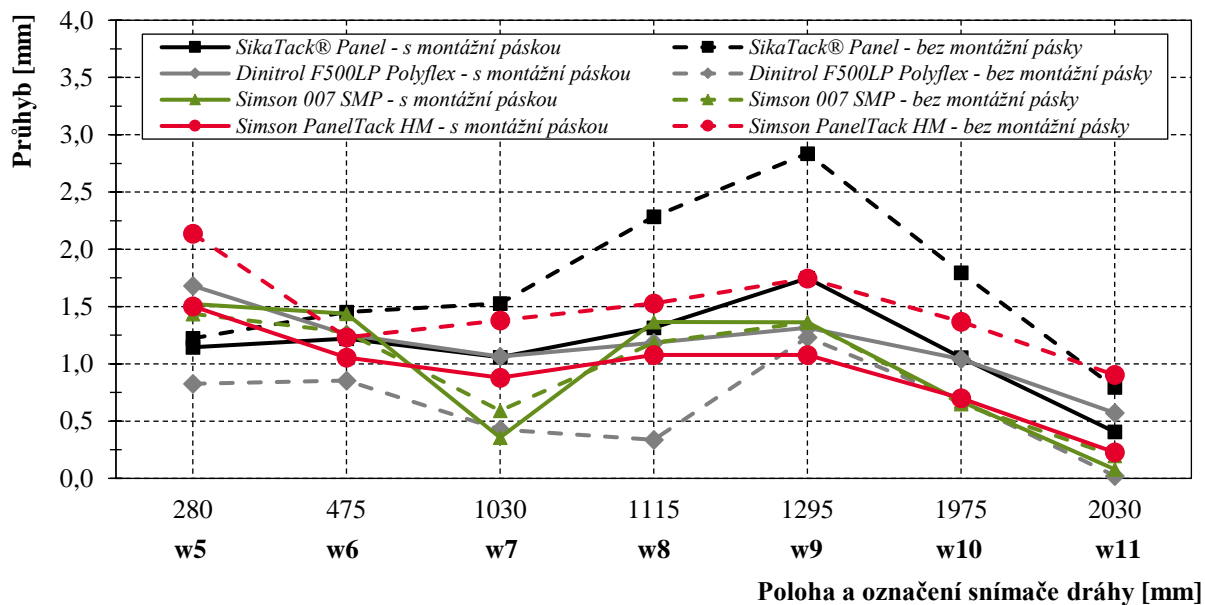
Tabulka č. 53 – Největší prodloužení lepeného spoje při plošném zatížení na úrovni 300 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímačů [-]	Poloha snímačů [-]	Prodloužení lepeného spoje [mm]
SikaTack® Panel			
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,12
– bez montážní pásky			1,00
Dinitrol F500LP Polyflex			
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,47
– bez montážní pásky			0,66
Simson 007 SMP			
– s montážní páskou	w8 – w7	střed segmentu; střední pole; prostřední profil	1,01
– bez montážní pásky			0,59
Simson PanelTack HM			
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,47
– bez montážní pásky			0,46
Mechanický spoj – fasádní spojovací prvek			
	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	1,27

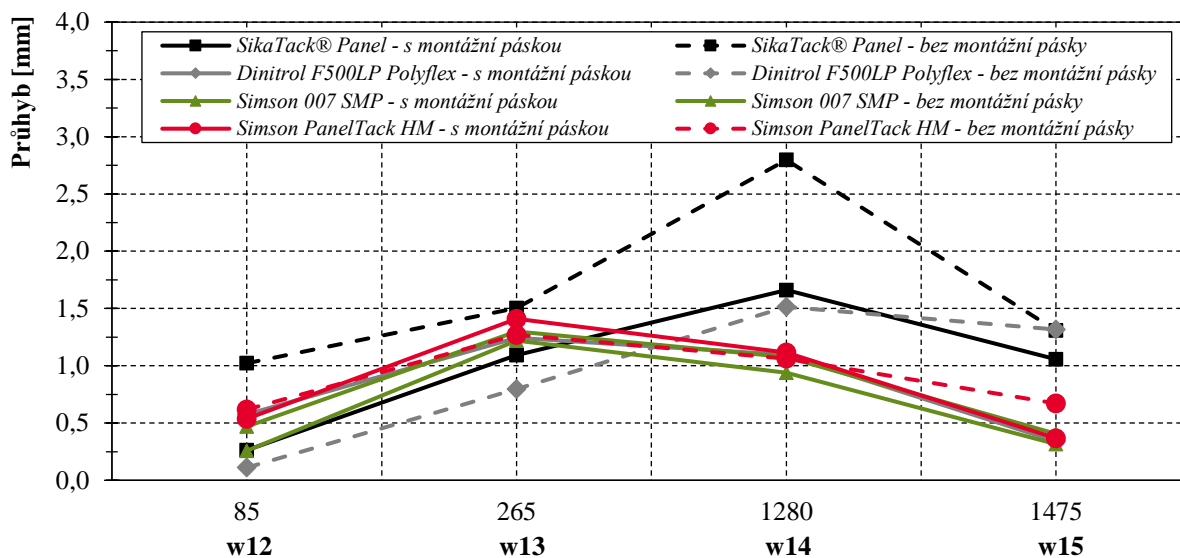
Rozdíly velikostí průhybů fasádních segmentů jsou lépe patrné z grafického porovnání hodnot naměřených v místě konkrétního snímače dráhy na obrázku č. 79 až obrázku č. 81. Z grafického znázornění je dále zřejmé, že u segmentů bez montážní pásky docházelo k větším průhybům.



Obrázek č. 79 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w1 – w4 při zatěžování na úrovni 300 kg/m²



Obrázek č. 80 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w5 – w11 při zatěžování na úrovni 300 kg/m²



Poloha a označení snímače dráhy [mm]

Obrázek č. 81 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w12 – w15 při zatěžování na úrovni 300 kg/m²

Po dosažení smluvní úrovně zatížení 300 kg/m² byl zkušební vzorek naposledy odtížen a následně byl zatěžován plynule až do jeho porušení. Hodnoty maximálních naměřených průhybů jsou uvedeny v tabulce č. 54, podrobné hodnoty měření jsou uvedeny v příloze 9.10.

Pro všechny zkušební segmenty jsem opět vypočítala velikost maximálního prodloužení lepeného spoje při porušení vzorku, viz tabulka č. 55.

Ani u jednoho zkušebního segmentu jsem na úrovni zatížení 300 kg/m² nepozorovala známky počínajícího porušení spoje či segmentu. Na základě výstupů numerické analýzy jsem předpokládala, že k porušení zkušebních vzorků dojde okolo zatížení 1 000 kg/m², viz tabulka č. 49, což se také částečně potvrdilo.

Tabulka č. 54 – Největší průhyb lepeného segmentu při porušení

Lepicí systém	Označení snímače	Poloha snímače	Úroveň zatížení	Průhyb
	[-]	[-]	[kg/m ²]	[mm]
SikaTack® Panel				
– s montážní páskou	w9	pravá deska; střední pole; v ploše desky	1 015	6,99
– bez montážní pásky			1 312	9,73
Dinitrol F500LP Polyflex				
– s montážní páskou	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	1 182	6,77
– bez montážní pásky	w4	pravá deska; horní pole; v ploše desky	1 236	6,64
Simson 007 SMP				
– s montážní páskou	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	1 119	6,85
– bez montážní pásky			1 159	6,32
Simson PanelTack HM				
– s montážní páskou	w5	levá deska; střední pole; v ploše desky	1 035	5,36
– bez montážní pásky			1 444	8,60
Mechanický spoj				
	w6	levá deska; střední pole; střední profil	1 012	25,08

Predikované protažení lepeného spoje nebylo dosaženo u žádného fasádního segmentu. Naměřené hodnoty jsou však velice podobné. U lepících systémů Sika, Dinitrol a Simson HM jsem zaznamenala podstatně větší prodloužení lepeného spoje u segmentů bez montážní pásky. U těchto segmentů bylo také dosaženo většího plošného zatížení. Naopak nejmenší úrovně zatížení při porušení dosáhl segment s mechanickým kotvením obkladu. Hodnota zatížení se ovšem pohybuje na srovnatelné úrovni jako u lepených segmentů. Diametrálně odlišný je však průhyb tělesa a prodloužení spoje, resp. zde oddálení obkladu od nosného roštu.

Tabulka č. 55 – Největší prodloužení lepeného spoje při porušení

Lepící systém	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Úroveň zatížení [kg/m ²]	Prodloužení lepeného spoje [mm]
SikaTack® Panel				
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole;	1 015	2,28
– bez montážní pásky		krajní profil	1 312	2,80
Dinitrol F500LP Polyflex				
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole;	1 182	1,57
– bez montážní pásky		krajní profil	1 236	2,03
Simson 007 SMP				
– s montážní páskou	w8 – w7	střed segmentu; střední pole; prostřední profil	1 119	2,09
– bez montážní pásky	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	1 159	1,66
Simson PanelTack HM				
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole;	1 035	1,48
– bez montážní pásky		krajní profil	1 444	2,36
Mechanický spoj – fasádní spojovací prvek				
	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	1 012	9,80

5.3.2.2. Porovnání maximálních průhybů a prodloužení lepeného spoje segmentů s obkladem ze sibiřského modřínu

Posouzení lepených segmentů s obkladem ze sibiřského modřínu jsem zpracovala stejným způsobem jako analýzu segmentů s obkladem Cetris. S ohledem na počet zkušebních vzorků jsem důraz kladla především na porovnání naměřených hodnot u segmentů s lepeným spojem a s mechanickým spojem.

Stejně jako v případě segmentů s obkladem Cetris jsem předpokládala, že u segmentů s mechanicky upevněným obkladem dojde k porušení na úrovni zatížení okolo 1 000 kg/m². Naopak u segmentů s lepeným spojem, by dle výsledků laboratorních měření, mělo dojít k porušení při dosažení vyššího zatížení, viz tabulka č. 50, kdy ovšem není možné eliminovat možnost porušení prvků nosného roštu. Z těchto důvodů jsem navrhla zatěžování lepeného segmentu s následným odtížením aplikovat až do úrovně plošného zatížení 600 kg/m², nikoliv 300 kg/m².

Z výstupů zkušebních metod etapy I. jsem opět definovala předpokládané maximální prodloužení spoje, viz tabulka č. 56.

Tabulka č. 56 – Předpokládaná hodnota maximálního prodloužení lepeného spoje

Lepicí systém	Prodloužení [mm]
SikaTack® Panel – deska	5,31
SikaTack® Panel – palubky	5,75

Hodnoty průhybu naměřené při zatížení na úrovni 600 kg/m² jsou uvedeny v tabulce č. 57. U velkoformátového obkladu bylo opět naměřeno větší prodloužení spoje u segmentů s mechanickým spojem, a to o 150 %. U fasádních palubek bylo prodloužení na sledované úrovni zatížení téměř totožné. Každá palubka byla k nosné podkonstrukci připevněna 4 vruty, proto je možné předpokládat, že pevnost spojů byla obdobná. Tento předpoklad potvrzují i hodnoty maximálních průhybů naměřené při porušení zkušebních segmentů uvedené v tabulce č. 59.

Podrobné hodnoty průhybů fasádních segmentů s obkladem ze sibiřského modřínu jsou uvedeny v příloze 9.10.2 a 9.10.3.

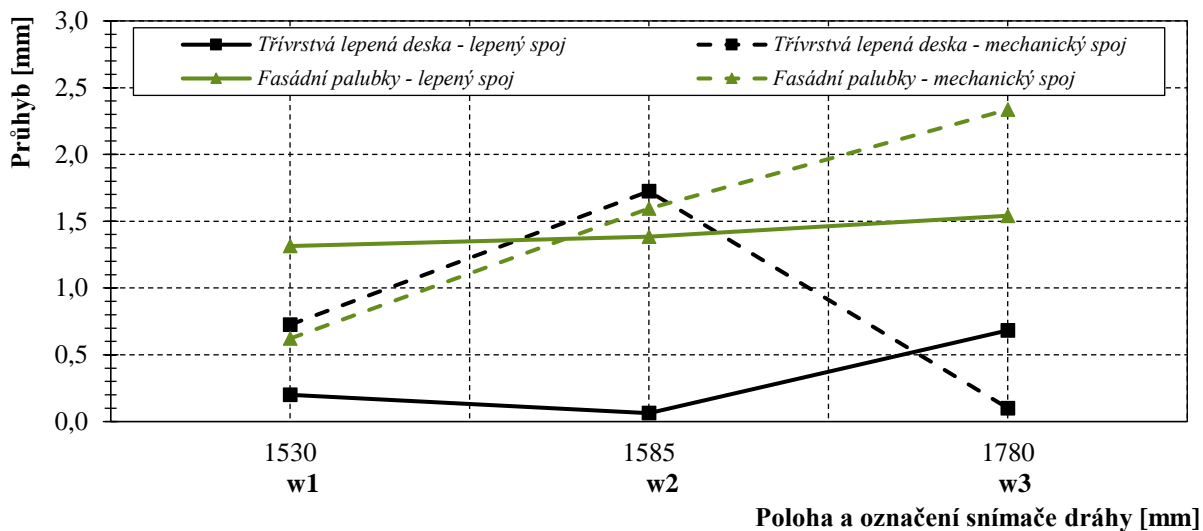
Tabulka č. 57 – Největší bodový průhyb zkušebního segmentu při plošném zatížení na úrovni 600 kg/m²

Typ uspořádání segmentu	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Průhyb [mm]
SikaTack® Panel – deska			
– lepený spoj	w10	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	1,10
– mechanický spoj	w7	levá deska; spodní půlka segmentu; střed segmentu; střed desky	2,76
SikaTack® Panel – palubky			
– lepený spoj	w12	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; krajní pole desky	2,46
– mechanický spoj	w10	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	2,79

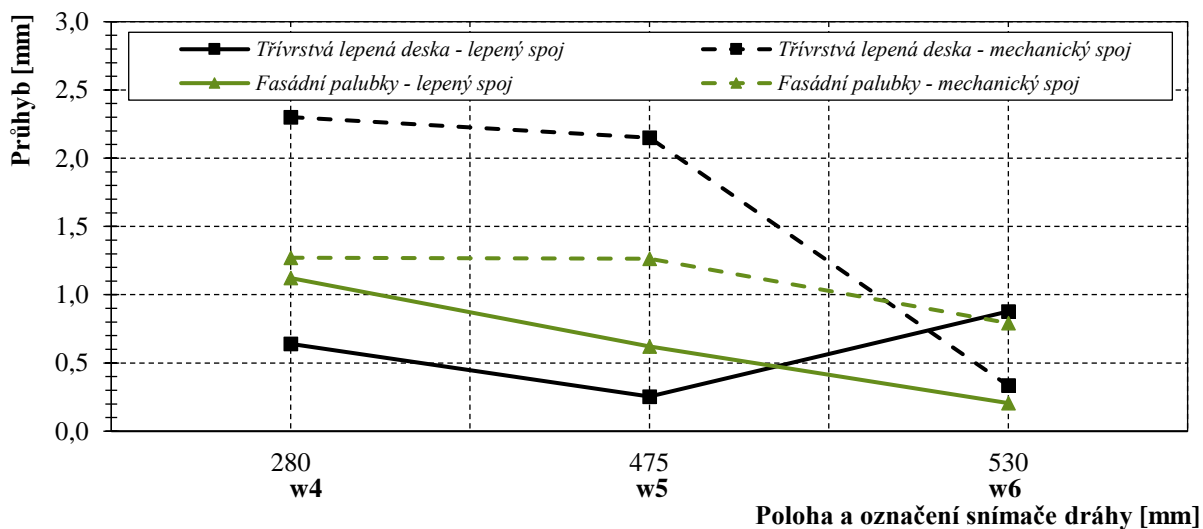
Tabulka č. 58 – Největší prodloužení spoje při plošném zatížení na úrovni 600 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímačů [-]	Poloha snímačů [-]	Prodloužení lepeného spoje [mm]
SikaTack® Panel – deska			
– lepený spoj	w10 – w11	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	0,75
– mechanický spoj	w5 – w6	levá deska; spodní půlka segmentu; střední nosný profil	1,82
SikaTack® Panel – palubky			
– lepený spoj	w10 – w11	pravá deska; spodní půlka segmentu;	0,49
– mechanický spoj		střední pole; střední profil	2,11

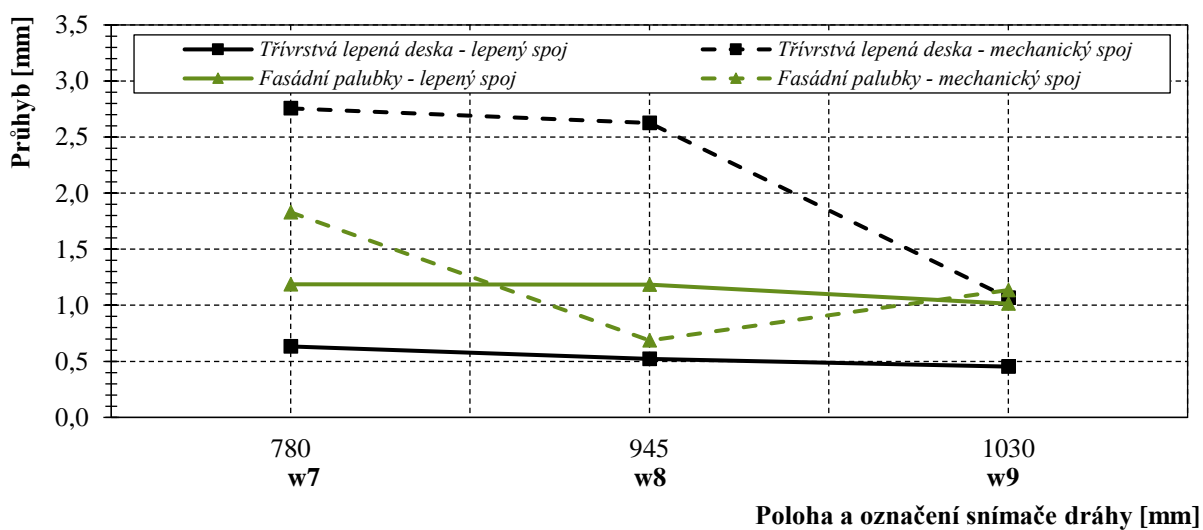
Rozdíly velikostí průhybů fasádních segmentů jsou patrné z grafického porovnání hodnot naměřených v místě konkrétního snímače dráhy na obrázcích č. 82 až obrázku č. 86. Z grafického znázornění je zřejmé, že u segmentů bez montážní pásky docházelo k větším průhybům.



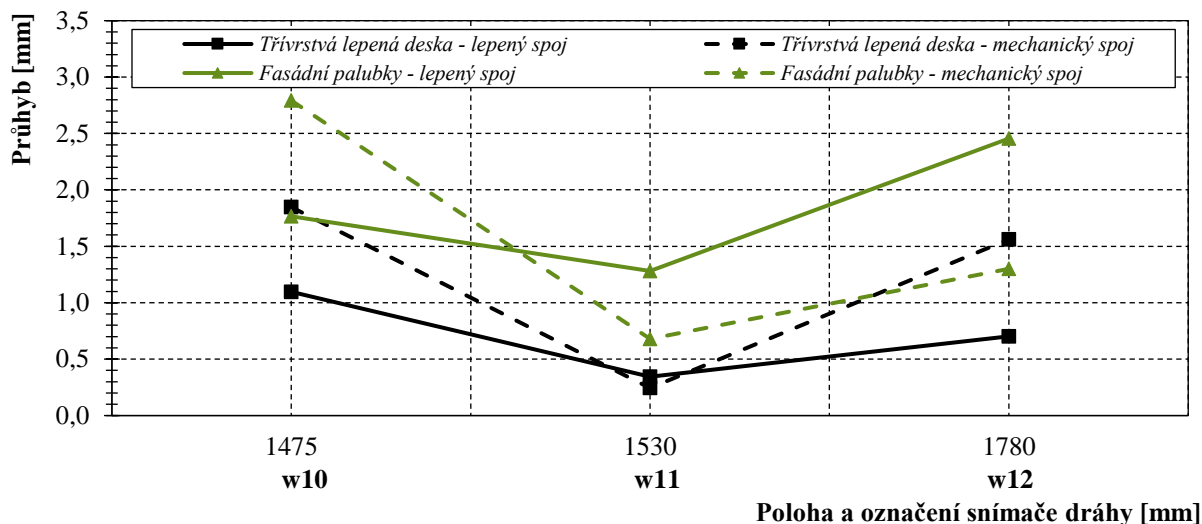
Obrázek č. 82 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w1 – w3 při zatěžování na úrovni 600 kg/m²



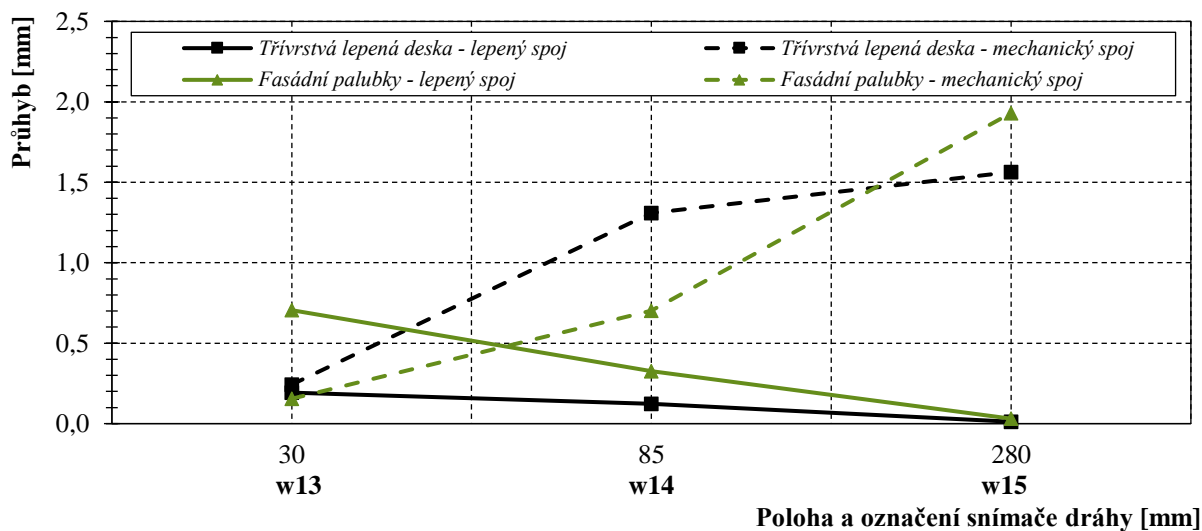
Obrázek č. 83 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w4 – w6 při zatěžování na úrovni 600 kg/m²



Obrázek č. 84 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w7 – w9 při zatěžování na úrovni 600 kg/m²



Obrázek č. 85 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w10 – w12 při zatěžování na úrovni 600 kg/m²



Obrázek č. 86 – Porovnání deformací na příčné ose snímačů w13 – w15 při zatěžování na úrovni 600 kg/m²

Stejně jako u lepených segmentů s obkladem Cetris, i zde jsem musela za účelem stanovení hodnoty prodloužení lepeného spoje na dané úrovni zatížení, odečíst data naměřená ve více polohách snímačů dráhy, viz tabulka č. 58 a tabulka č. 60. Jak je patrné z výsledných hodnot predikovaného protažení lepeného spoje nebylo dosaženo ani u jednoho lepeného segmentu.

Jak jsem již uvedla výše, po dosažení úrovně zatížení 600 kg/m² byl zkušební segment naposledy odtížen a následně byl zatěžován plynule až do jeho porušení. Hodnoty maximálních naměřených průhybů jsou uvedeny v tabulce č. 59.

Stejně jako u segmentů s obkladem Cetris ani u vzorků s dřevěným obkladem jsem na úrovni zatížení 600 kg/m² nepozorovala známky počínající poruchy. Na základě výstupů numerické analýzy jsem stanovila předpokládanou hladinu zatížení, na jejíž úrovni by mělo dojít k porušení zkušebních segmentů, viz tabulka č. 50. Tato hodnota byla u obou segmentů s lepeným spoje překonána o více než 400 kg/m².

Tabulka č. 59 – Největší průhyb zkušebního segmentu při porušení

Lepicí systém	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Úroveň zatížení [kg/m ²]	Průhyb [mm]
SikaTack® Panel – deska				
– lepený spoj	w8	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; deska/střední profil	2 183	4,09
– mechanický spoj	w7	levá deska; spodní půlka segmentu; střed segmentu; střed desky	1 223	11,63
SikaTack® Panel – palubky				
– lepený spoj	w7	levá deska; spodní půlka segmentu; střed segmentu; střed desky	2 002	7,16
– mechanický spoj	w10	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	1 644	8,27

Tabulka č. 60 – Největší prodloužení spoje při porušení

Lepicí systém	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Úroveň zatížení [kg/m ²]	Prodloužení lepeného spoje [mm]
SikaTack® Panel – deska				
– lepený spoj	w10 – w11	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	2 183	2,70
– mechanický spoj	w8 – w9	střední nosný profil;	1 223	7,04
SikaTack® Panel – palubky				
– lepený spoj	w5 – w6	levá deska; spodní půlka segmentu; střední nosný profil	2 002	3,49
– mechanický spoj	w10 – w11	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	1 644	4,81

5.3.3. Porovnání trvalých deformací lepených segmentů

5.3.3.1. Porovnání trvalých deformací lepených segmentů s obkladem Cetriz Basic

Postupné zatěžování lepených segmentů do úrovně zatížení 300 kg/m² s následným odtížením na 10 s mi umožnilo provést analýzu trvalých deformací vznikajících jak v lepeném spoji, tak i na celém zkušebním fasádním panelu, viz tabulka č. 61 a tabulka č. 62.

Podrobné výsledky zaznamenaných trvalých deformací jsou uvedeny v příloze 9.11.

Hodnoty trvalých deformací potvrdily, že u lepicích systémů se zaznamenaným větším prodloužením, resp. průhybem, byly také naměřeny větší trvalé deformace. Na úrovni zatížení 300 kg/m² jsem zaznamenala deformace menší než 0,5 mm. Jedinou výjimkou je trvalá deformace v kombinaci se systémem Sika. U fasádního segmentu bez montážní pásky jsem monitorovala deformaci 1,45 mm. Pro sledovanou úroveň zatížení se jedná o značný průhyb zkušebního segmentu. O to zajímavější je skutečnost, že k porušení zkušebního segmentu došlo až na úrovni plošného zatížení 1 312 kg/m², což je druhé nejvyšší zatížení zaznamenané během zkoušení všech kombinací s obkladem Cetriz. Domnívám se, že hodnota deformace mohla být způsobena chybou na měřicím zařízení, neboť jak je patrné z hodnot v tabulce č. 59, k porušení segmentu došlo v místě snímače ozn. w9. Na druhou stranu

je také možné, že v místě snímače ozn. w14 již nedocházelo k tak razantnímu nárůstu deformací, které by následně vedlo k porušení segmentu.

Tabulka č. 61 – Největší trvalá deformace lepeného segmentu při plošném zatížení na úrovni 300 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Průhyb [mm]
SikaTack® Panel			
– s montážní páskou	w1	levá deska; horní pole; střední profil	0,41
– bez montážní pásky	w14	pravá deska; spodní pole; v ploše desky	1,45
Dinitrol F500LP Polyflex			
– s montážní páskou	w3	pravá deska; horní pole; střední profil	0,51
– bez montážní pásky	w9	pravá deska; střední pole; v ploše desky	0,54
Simson 007 SMP			
– s montážní páskou	w6	levá deska; spodní pole; střední profil	0,40
– bez montážní pásky	w7	střed segmentu; střední pole; střední profil	0,06
	w10	pravá deska; střední pole; krajní profil	
Simson PanelTack HM			
– s montážní páskou	w13	levá deska; spodní pole; v ploše desky	0,33
– bez montážní pásky	w4	pravá deska; horní pole; v ploše desky	0,27
Mechanický spoj			
	w10	pravá deska; střední pole; v ploše desky	0,43

Tabulka č. 62 – Největší trvalá deformace lepeného spoje při plošném zatížení na úrovni 300 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímačů [-]	Poloha snímačů [-]	Prodloužení lepeného spoje [mm]
SikaTack® Panel			
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,12
– bez montážní pásky	w8 – w7	střed segmentu; střední pole; prostřední profil	0,82
Dinitrol F500LP Polyflex			
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,12
– bez montážní pásky			0,39
Simson 007 SMP			
– s montážní páskou	w8 – w7	střed segmentu; střední pole; prostřední profil	0,30
– bez montážní pásky	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,03
Simson PanelTack HM			
– s montážní páskou	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,17
– bez montážní pásky			0,11
Mechanický spoj – fasádní spojovací prvek			
	w10 – w11	pravá deska; střední pole; krajní profil	0,30

5.3.3.2. Porovnání trvalých deformací lepených segmentů s obkladem ze sibiřského modřínu

Analýzu trvalých deformací spoje jsem zpracovala pro měření na úrovni zatížení 600 kg/m². Podrobné hodnoty zaznamenaných trvalých deformací jsou uvedeny v příloze 9.11.2 a 9.11.3.

Výsledné hodnoty trvalých deformací pouze doplňují výše prezentovanou analýzu naměřených průhybů. Na sledované hladině zatížení jsem největší deformaci zaznamenala u segmentu s lepeným spojem a obkladem z třívrstvé lepené desky. Velikost a umístění

deformace na této úrovni zatížení, tj. 0,85 mm zaznamenané snímačem ozn. w10, odpovídá velikosti maximální deformace lepeného spoje při jeho porušení, tj. 2,70 mm. K porušení segmentu došlo ve stejném místě.

U žádného zkušebního segmentu jsem na úrovni zatížení 600 kg/m² nepozorovala velké rozdíly v trvalých deformacích lepeného a mechanického spoje. U segmentu s třívrstvou deskou a lepeným spojem jsem zaznamenala deformace o 50 % větší. Deformace segmentů s fasádními palubkami byly zcela srovnatelné.

Tabulka č. 63 – Největší trvalá deformace zkušebního segmentu při plošném zatížení na úrovni 600 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímače [-]	Poloha snímače [-]	Průhyb [mm]
SikaTack® Panel – deska			
– lepený spoj	w10	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	0,85
– mechanický spoj	w7	levá deska; spodní půlka segmentu; střed segmentu; střed desky	0,51
SikaTack® Panel – palubky			
– lepený spoj	w12	pravá deska; spodní půlka segmentu; krajní pole; střed desky	0,38
– mechanický spoj	w5	levá deska; horní půlka segmentu; střední pole; deska u středního profilu	0,43

Tabulka č. 64 – Největší trvalá deformace spoje při plošném zatížení na úrovni 600 kg/m²

Lepicí systém	Označení snímačů [-]	Poloha snímačů [-]	Prodloužení lepeného spoje [mm]
SikaTack® Panel – deska			
– lepený spoj	w10 – w11	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	0,72
– mechanický spoj	w5 – w6	levá deska; spodní půlka segmentu; střední nosný profil	0,36
SikaTack® Panel – palubky			
– lepený spoj	w5 – w6	levá deska; spodní půlka segmentu; střední nosný profil	0,19
– mechanický spoj	w10 – w11	pravá deska; spodní půlka segmentu; střední pole; střední profil	0,20

5.3.4. Posouzení působení porušení fasádního segmentu

Na základě výsledků etapy I. jsem předpokládala, že v kombinaci s obkladem Cetrus může k poruše lepeného spoje dojít pouze výjimečně. Velice pravděpodobné bylo porušení vytržením lepené plochy z obkladu, tzv. FTF porušení. Vyloučením dřevoplastového obkladu ze zkoušek plošným zatěžováním jsem téměř eliminovala i možnost výskytu adhezního porušení. Ačkoliv jsem u několika zkušebních segmentů monitorovala známky mírného adhezního porušení, především se systémem Simson 007, viz příklad na obrázku č. 89 b), nikdy se nejednalo o poškození, které by bylo příčinou destrukce vzorku.

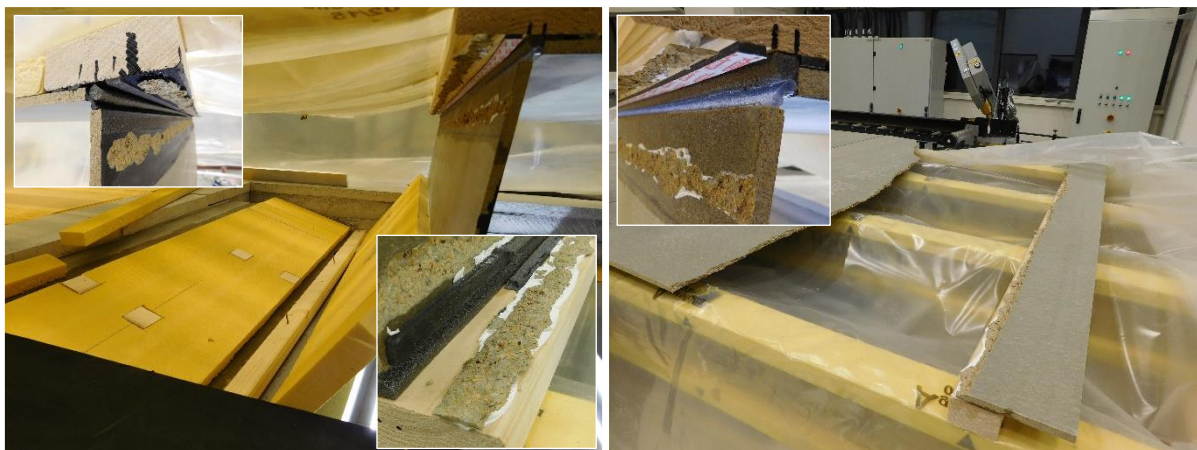
V případě fasádních segmentů s obkladem ze sibiřského modřínu jsem předpokládala, že důvodem porušení segmentu bude tzv. SF (porucha substrátu), zde nosné podkonstrukce.

Výše zmíněné domněnky se do jisté míry potvrdily. U všech zkoušených segmentů bylo hlavním typem porušení tzv. porušení adherendu (substrátu). Docházelo k porušení prvků nosné podkonstrukce, nejčastěji se jednalo o jeden ze středových profilů KVH 40/60. Nosníky byly vytrženy z bednicích nosníků Doka v místě spoje, tzn. v místě mechanického kotvení. Jednalo se tedy o porušení mechanického spoje, jež zapříčinilo destrukci dřevěného nosného profilu či fasádního obkladu, viz příklady na obrázku č. 87 a obrázku č. 88.

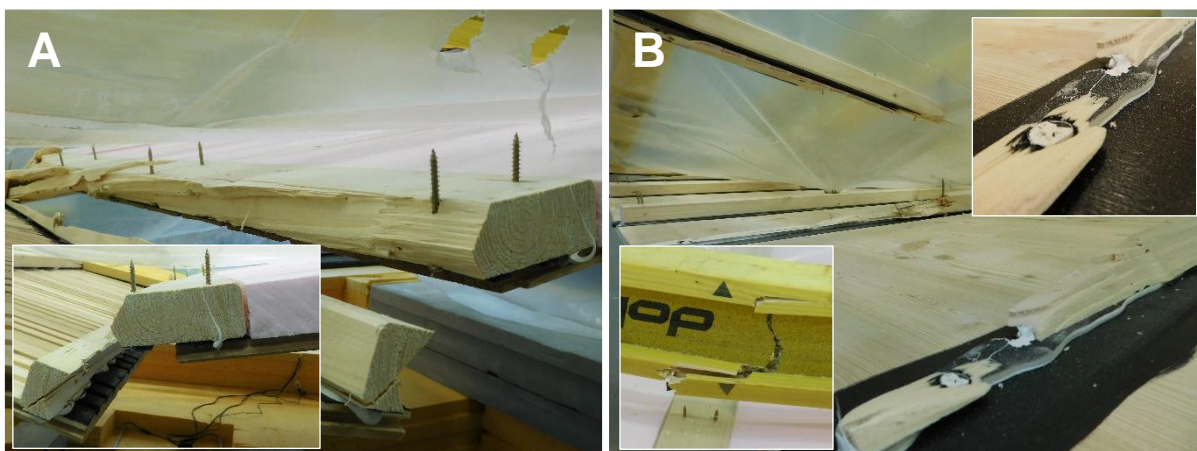
U zkušebního vzorku s obkladem z třívrstvé lepené desky v kombinaci s lepeným spojem bylo v průběhu zkoušení dosaženo tak vysokého zatížení, že byl porušen i bednicí nosník Doka, viz obrázek č. 88 b).

Důvodem porušení zkušebních vzorků s mechanickým spojem v kombinaci s velkoformátovým obkladem bylo vždy porušení fasádních kotevních prvků. Nejčastěji docházelo k jejich povytažení z nosných profilů a následné deformaci, která vedla k poškození desky v místě otvoru a jejímu následnému odpadnutí, viz příklady na obrázku č. 90 a obrázku č. 91.

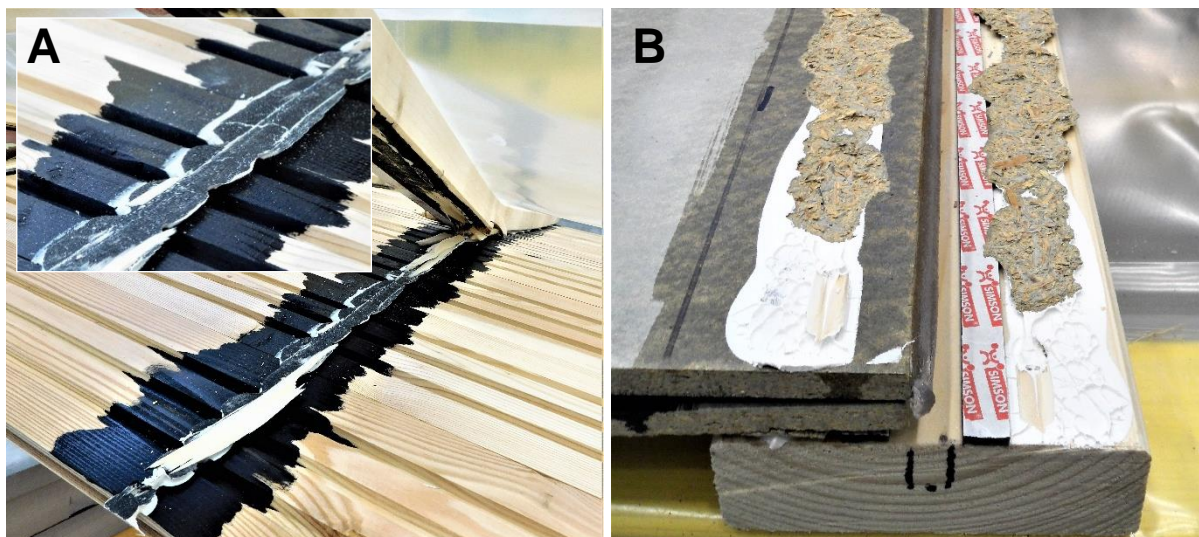
U fasádních segmentů s fasádními palubkami jsem v obou zkoušených případech zaznamenala porušení stejným způsobem. Opět došlo k vytržení kotevního prvku z nosníku Doka, jak je patrné na příkladu na obrázku č. 88 a). Monitorovala jsem i výskyt mírné adhezní poruchy, viz obrázek č. 89 a).



Obrázek č. 87 – Typické porušení lepeného segmentu s obkladem Cetris Basic



Obrázek č. 88 – Typické porušení lepeného segmentu s obkladem ze sibiřského modřínu: a) fasádní palubky – v detailu porušení středového profilu 40/120; b) třívrstvá lepená deska – v detailu porušení nosníku Doka a KVH profilu



Obrázek č. 89 – Příklad adhezní poruchy lepeného spoje: a) s fasádními palubkami porušení v mikrovrstvě na úrovni primeru u nosné podkonstrukce; b) mírné kohezni porušení systému Simson 007 SMP



Obrázek č. 90 – Porušení segmentu s mechanickým spojem a obkladem Cetris Basic: a) vytržení obkladu; b) deformace kotevního prvku; c) proražení otvoru v místě kotevního prvku



Obrázek č. 91 – Porušení segmentu s mechanickým spojem a obkladem ze sibiřského modřínu: a) povytažení kotevního prvku

5.3.5. Posouzení vlivu přesahu fasádního obkladu

V průběhu zkoušky plošného zatěžování fasádních segmentů jsem také sledovala, zda volný přesah fasádního obkladu bude mít vliv na místo porušení segmentu. Výsledky provedených měření pouze potvrdily skutečnost, která byla staticky posouzena v numerickém modelu, že místa přesahů nejsou u navržené geometrie kritická. Ani u jednoho zkušební vzorku nedošlo k jeho porušení v místě přesahu.

5.3.6. Posouzení vlivu montážní pásky

Funkce montážní pásky v lepeném fasádním systému je v porovnání s lepidlem poměrně krátkodobá, předpokládáme-li, že k dokonalému vytvrzení lepidla dojde cca po 24 hodinách od aplikace. Ovšem k degradaci jejích vlastností dochází až po několika letech. Zatímco životnost pásky, při zachování deklarovaných vlastností, jsou dle mého názoru maximálně 2 roky. Životnost lepeného spoje by měla být minimálně 20krát delší.

Odhad životnosti montážní pásky jsem provedla na základě 3 letého sledování degradace fasádních panelů vlivem stárnutí. Na obrázku č. 92 je uveden příklad stárnutí montážní pásky. Jedná se o pásku, která byla vystavena přímému působení povětrnostních podmínek, degradace tedy byla podstatně rychlejší. Přesto, její odlepování od podkladu jsem začala pozorovat až po prvním roce od instalace. Páska, jež byla chráněna obkladem, se začala odlepovat až po cca 2 letech od instalace, a to pouze u systémů Sika a Dinitrol.



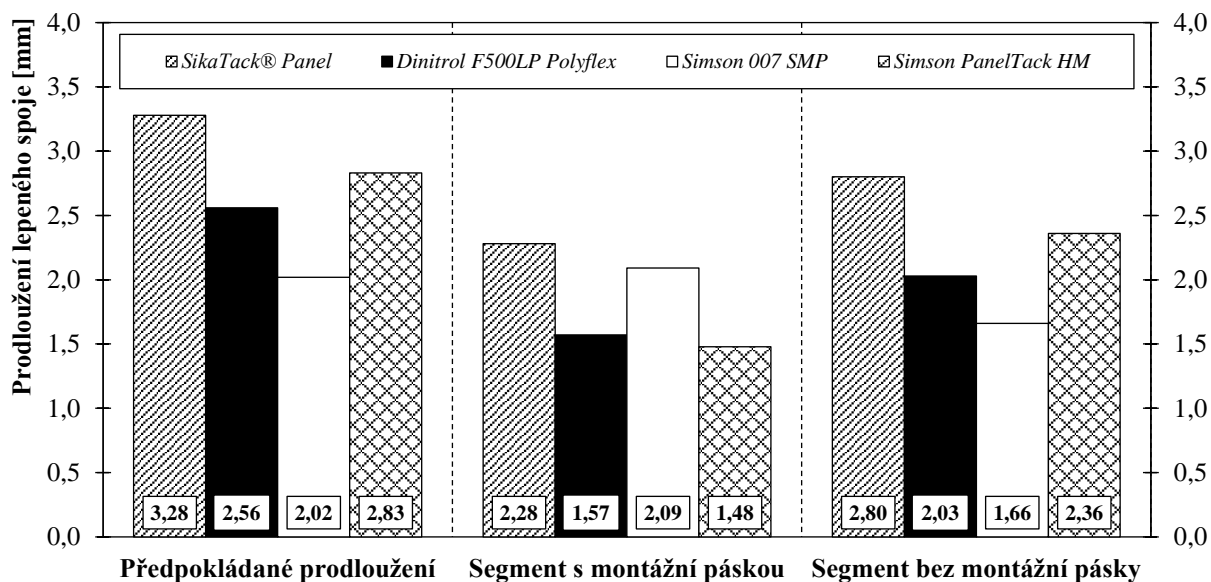
Obrázek č. 92 – Degradace exponované montážní pásky: a) po 6 měsících je páska mírně degradovaná; b) po roce již dochází k mírnému odlepování pásky; c) kompletní odlepení pásky;

Vliv montážní pásky na pevnost lepeného fasádního segmentu jsem sledovala pouze u vzorků s obkladem Cetris Basic. U zkušebních panelů s dřevěným fasádním obkladem vliv montážní pásky nebyl sledován. Pro každý lepicí systém jsem vyrobila dva zkušební vzorky. Jeden zkušební vzorek jsem vyrobila dle pokynů výrobce, druhý zkušební vzorek byl vyroben bez použití montážní pásky.

Z grafického porovnání maximálního prodloužení sledovaného spoje na obrázku č. 93 je zřejmé, že pouze u segmentů s lepicím systémem Simson 007 jsem zaznamenala prodloužení lepidla na úrovni předpokládané hranice. U ostatních systémů tohoto prodloužení nebylo dosaženo, i když naměřené hodnoty byly ve všech případech pouze o cca 0,5 mm nižší. Tato skutečnost prokazuje vhodnost zvolených laboratorních zkoušek, z jejichž výstupů bylo předpokládané maximální prodloužení stanoveno.

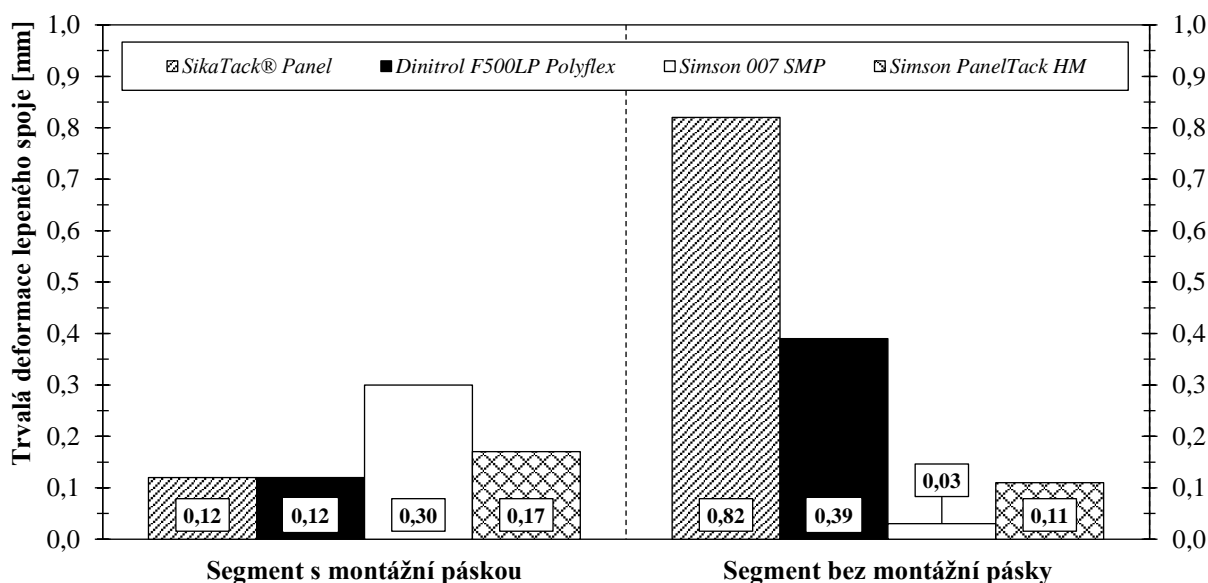
U všech zkoušených lepicích systémů jsem sledovala větší prodloužení spoje u segmentů bez použití montážní pásky, opět kromě systémů Simson 007, což potvrzuje hypotézu, že by páska mohla mít vliv na výsledky zkoušek pevnosti lepeného spoje prováděných po standardní době zrání, tj. po cca 14 – 28 dnech. Ve všech zmíněných případech jsem u segmentů bez montážní pásky naměřila prodloužení spoje větší o cca 0,5 mm. Tento rozdíl je při poměrně malém zaznamenaném maximálním protažení lepidla značný.

Na základě prezentovaných výstupů se domnívám, že by bylo vhodné v případě laboratorních zkoušek provádět měření bez použití montážní pásky.



Obrázek č. 93 – Porovnání maximálního prodloužení spoje při porušení zkušebního segmentu

Zaznamenané trvalé deformace uvedené na obrázku č. 94 pouze doplňují výše demonstrováný fakt, že montážní páska i více než 28 dní od instalace ovlivňuje protažení lepeného spoje. U systémů Sika a Dinitrol jsem naměřila větší trvalé deformace u segmentů bez montážní pásky, avšak u systémů Simson tomu tak není, větší trvalé deformace lepeného spoje jsem zaznamenala u segmentů s páskou. S ohledem na minimální rozdíl naměřených hodnot ovšem není možné s jistotou stanovit, zda se nejedná pouze o chybu měření. Pro určení přesného rozsahu vlivu montážní pásky na lepený spoj by bylo nutné provést opakovaná měření s větším počtem zkušebních segmentů.

Obrázek č. 94 – Porovnání trvalých deformací spoje po odtížení na úrovni 300 kg/m²

5.3.7. Porovnání zkušebních segmentů s lepeným a mechanickým spojem

V kapitole 5.3.4 jsem zpracovala posouzení zkušebních segmentů z hlediska způsobu jejich porušení. V této kapitole je provedeno posouzení všech zkušebních vzorků z hlediska hodnoty zatížení při porušení, maximálního bodového průhybu, maximálního prodloužení spoje a maximálních trvalých deformací.

Z porovnání naměřených hodnot uvedených v tabulce č. 65 je zřejmé, že nejnižšího plošného zatížení bylo dosaženo u segmentu s mechanickým spojem.

Tabulka č. 65 – Porovnání segmentů s fasádním obkladem Cetris Basic

Lepicí systém	Zatížení při porušení [kg/m ²]	Průhyb při porušení [mm]	Prodloužení spoje při porušení [mm]	Trvalá deformace spoje [mm]
SikaTack® Panel				
– s montážní páskou	1 015	6,99	2,28	0,12
– bez montážní pásky	1 312	9,73	2,80	1,00
Dinitrol F500LP Polyflex				
– s montážní páskou	1 182	6,77	1,57	0,47
– bez montážní pásky	1 236	6,64	2,03	0,66
Simson 007 SMP				
– s montážní páskou	1 119	6,85	2,09	1,01
– bez montážní pásky	1 159	6,32	1,66	0,59
Simson PanelTack HM				
– s montážní páskou	1 035	5,36	1,48	0,47
– bez montážní pásky	1 444	8,60	2,36	0,46
Mechanický spoj				
	1 012	25,08	9,80	1,27

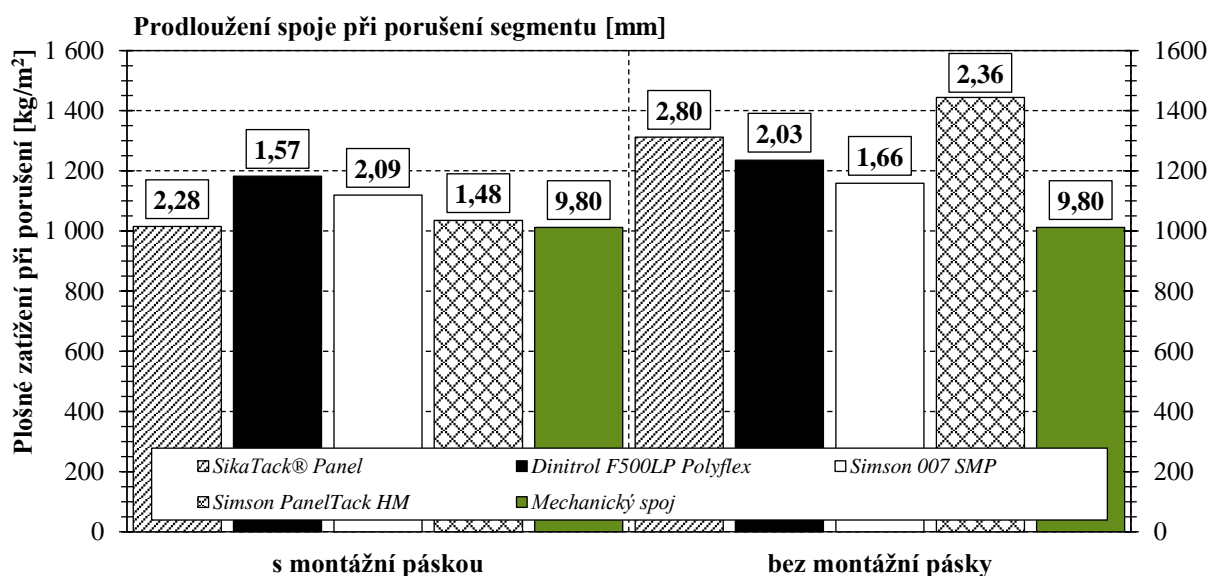
To stejné platí i pro zkušební vzorky s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu, viz tabulka č. 66.

Tabulka č. 66 – Porovnání segmentů s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

Lepicí systém	Zatížení při porušení [kg/m ²]	Průhyb při porušení [mm]	Prodloužení spoje při porušení [mm]	Trvalá deformace spoje [mm]
SikaTack® Panel – deska				
– lepený spoj	2 183	4,09	2,70	0,72
– mechanický spoj	1 223	11,63	7,04	0,36
SikaTack® Panel – fasádní palubky				
– lepený spoj	2 002	7,16	3,49	0,19
– mechanický spoj	1 644	8,27	4,81	0,20

U segmentů s velkoformátovými dřevěnými deskami bylo dosaženo téměř dvojnásobného zatížení při porušení. Výsledky zkušebních segmentů s fasádními palubkami jasně dokazují, že při navýšení počtu spojovacích prvků obkladu je možné dosáhnout podobného zatížení jako u lepeného spoje. Tato varianta by ovšem nemusela být esteticky přijatelná. Proto se dle mého názoru především u velkoformátových obkladů jako vhodnější varianta nabízí použití lepicího systému.

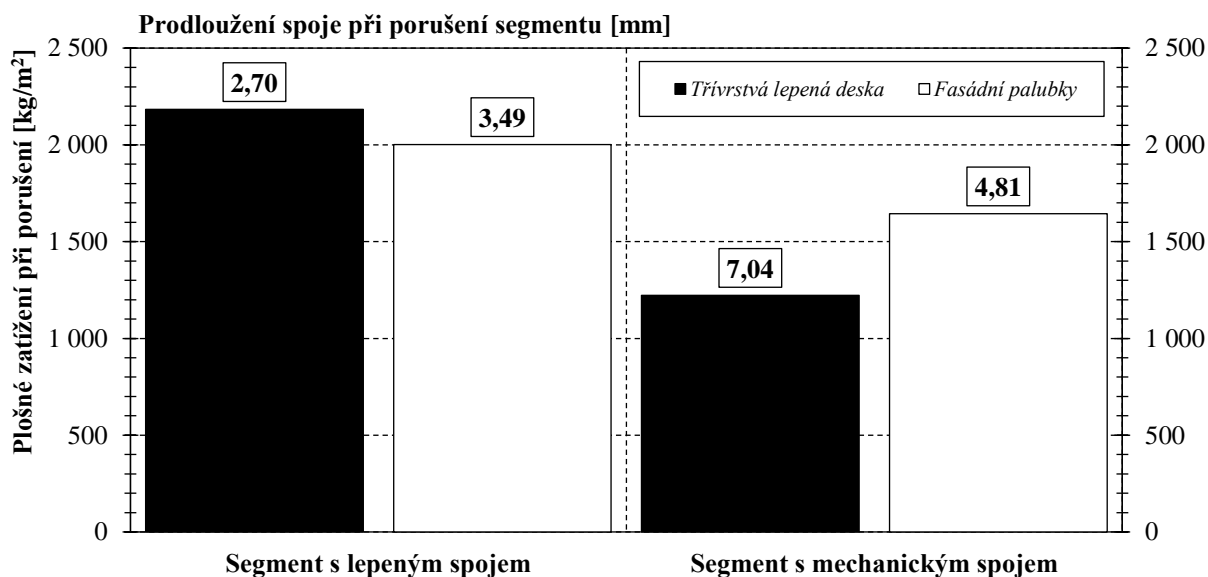
Z grafického porovnání na obrázku č. 95 je zřejmé, že při použití montážní pásky byla naměřena podobná maximální zatížení při porušení segmentu u všech lepicích systémů i u segmentu s mechanickým spojem. U každého systému uvádím hodnotu maximálního prodloužení spoje, která ukazuje, že u segmentů bez montážní pásky došlo k většímu prodloužení lepidla. Největší rozdíl mezi zkušebními vzorky jsem naměřila u lepicího systému Simson PanelTack HM. Mechanický spoj dle předpokladu umožnil větší prodloužení spoje, avšak při dosažení nižšího zatížení při porušení.



Obrázek č. 95 – Porovnání maximálního zatížení a prodloužení spoje při porušení segmentů s obkladem Cetris Basic

U segmentů s dřevěným fasádním obkladem jsem zaznamenala podobný průběh zkoušky, kdy ovšem u vzorků s lepeným spojem došlo k porušení při dosažení vyššího zatížení. Prodloužení lepeného spoje bylo obdobné jako u segmentů s obkladem Cetris.

Naopak s ohledem na rozměr fasádního segmentu menší prodloužení mechanického spoje je neočekávané, viz obrázek č. 96.



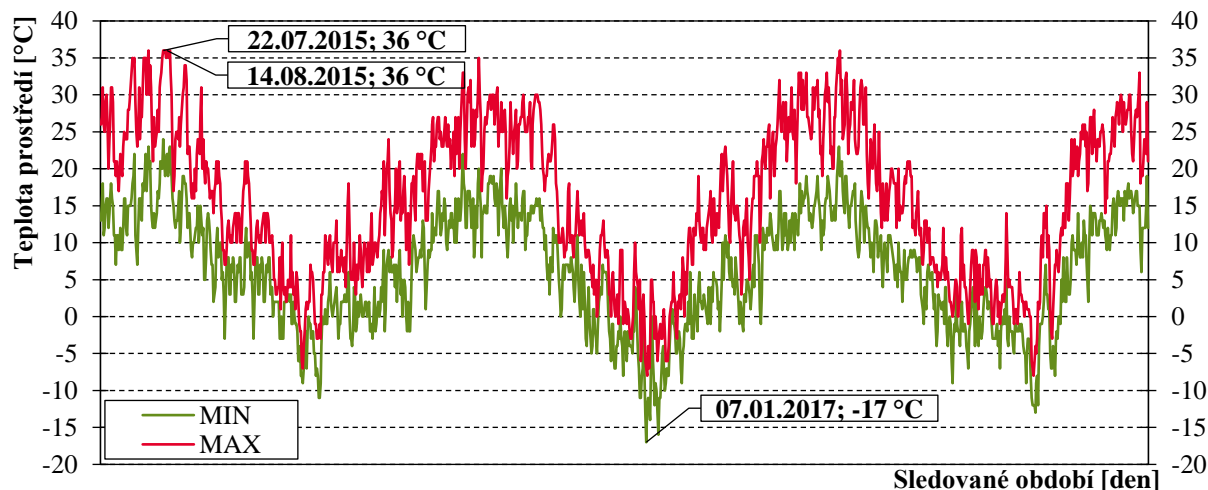
Obrázek č. 96 – Porovnání maximálního zatížení a prodloužení spoje při porušení segmentů s dřevěným obkladem

5.4. Nestandardní zkušební postupy a aplikace

5.4.1. Posouzení vlivu reálného prostředí

Za účelem posouzení vlivu reálného prostředí jsem zpracovala analýzu povětrnostních vlivů ve sledovaném období ze záznamu meteorologické stanice. Základem stanice je zařízení WS-2300, které zaznamenává venkovní teplotu, relativní vlhkost, atmosférický tlak, vodní srážky a další veličiny [181]. Čidla stanice jsou umístěna v nadmořské výšce 280 m n.m. na střeše budovy Hvězdárny a planetária Mikuláše Koperníka v Brně na Kraví hoře. Interval záznamu stanice je 5 minut. V tabulce č. 67 je uveden stručný přehled průměrných hodnot sledovaných veličin v daném měsíci.

S ohledem na délku sledovaného období jsem zpracovala graf extrémních teplot naměřených ve sledovaném období, z něhož je patrný vývoj teplotních minim a maxim, viz obrázek č. 97.



Obrázek č. 97 – Průběh teplot ve sledovaném období – 06/2015 – 06/2018 [181]

Tabulka č. 67 – Sledované parametry reálného prostředí zaznamenané během expozice fasádních panelů

Měsíc/rok	Teplota prostředí		Úhrn srážek [mm/den]	Vlhkost prostředí		Vítr	
	Min °C]	Max		Min [%]	Max	[km/h]	[m/s]
06/2015	7	31	15,6	19,7	91	89	24,7
07/2015	7	36	12,8	19	90	68	18,9
08/2015	10	36	34,2	19,9	96	52	14,4
09/2015	2	32	10,9	29,5	96,2	76	21,1
10/2015	-3	21	16,9	37	96	45	12,5
11/2015	-3	21	10,8	33	95,8	80	22,2
12/2015	-6	11	4,2	47,5	95,6	50	13,9
01/2016	-11	11	3,6	42,7	95,5	50	13,9
02/2016	-4	18	24,4	30	93	55	15,3
03/2016	-3	21	0,1	19,5	90	65	18,1
04/2016	-2	24	13,1	19,8	96	50	13,9
05/2016	1	27	10	19,7	95,5	48	13,3
06/2016	9	33	40,3	22,5	91,4	54	15,0
07/2016	8	35	23,7	19,8	95,7	54	15,0
08/2016	8	30	29,2	25	95,4	43	11,9
09/2016	3	30	6	26,3	95,8	58	16,1
10/2016	0	24	7,8	37,7	96,2	54	15,0
11/2016	-6	14	7,5	43	95,9	50	13,9
12/2016	-11	10	5,5	19,8	94	72	20,0
01/2017	-17	5	9,9	33,1	85	50	13,9
02/2017	-9	12	6,1	19,8	94,2	72	20,0
03/2017	-2	22	7,9	18,5	88,7	68	18,9
04/2017	-2	23	13	19,9	92,8	58	16,1
05/2017	-1	32	13,3	19,1	92	58	16,1
06/2017	9	33	20	19,3	87,8	76	21,1
07/2017	9	33	28,8	19,2	93	54	15,0
08/2017	8	36	20	19,6	90	72	20,0
09/2017	4	26	16,8	25,7	96	76	21,1
10/2017	1	21	24,6	32,1	96,4	112	31,1
11/2017	-4	13	9	47,4	95,8	54	15,0
12/2017	-9	12	5,1	45	94,1	68	18,9
01/2018	-7	14	21,5	40,6	95,5	72	20,0
02/2018	-12	6	3,2	18,3	92	54	15,0
03/2018	-13	15	9,4	19,2	87,7	68	18,9
04/2018	2	27	10	18,9	88	72	20,0
05/2018	9	29	13,6	19,4	91,8	58	16,1
06/2018	6	33	13,4	19,3	93	54	15,0
Extrémy	-17	36	40,3	18,3	96,4	112	31,1

Dále jsem pozornost zaměřila na množství úhrnu srážek, vlhkost prostředí a rychlost větru. Dle informací poskytnutých správcem zařízení se venkovní teplota měří ve výšce dva metry nad povrchem střechy a čidla jsou umístěna ve stínu, aby nebyla vystavena přímému slunečnímu záření [181]. Z grafického výstupu je patrné, že nejteplejším obdobím byly letní měsíce roku 2015. Naopak nejchladnějším obdobím byl leden 2017. Úhrn srážek uvedený v tabulce č. 67 je uveden jako celkové množství vodních srážek za jednotku času, zde v milimetrech za den. Množství se stanovuje výškou vodního sloupce, 1 mm srážek

odpovídá 1 litru vody spadlé na 1 m² [182]. Vždy jsem vybrala den v měsíci s maximální intenzitou deště.

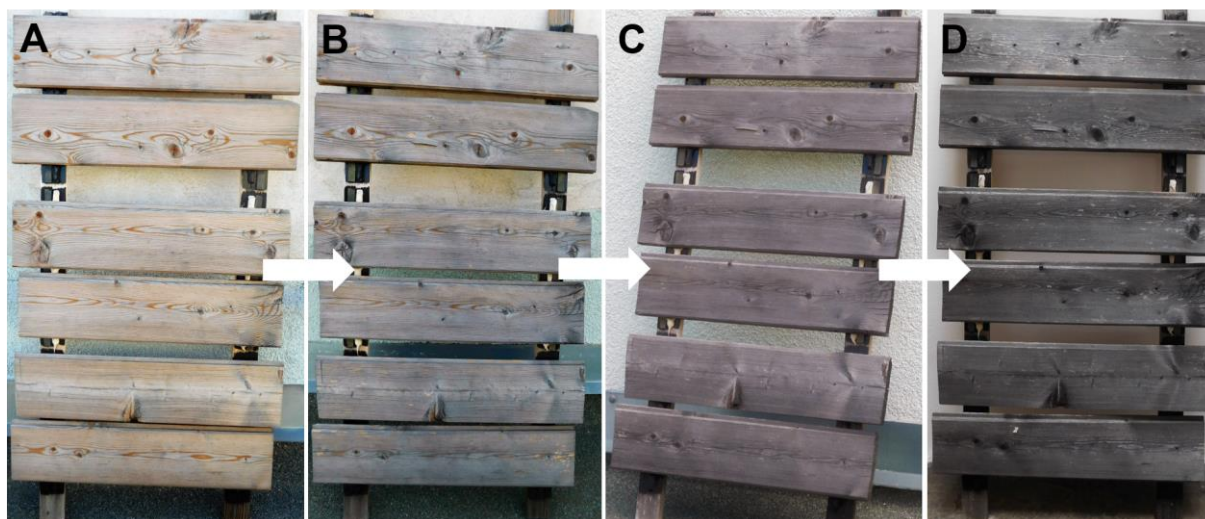
Dalším sledovaným parametrem je vlhkost prostředí, jež je vyjádřena množstvím vodních par ve vzduchu. Nejnižší vlhkost byla naměřena v únoru 2018 a nejvyšší v říjnu 2017. Naměřené hodnoty potvrzují korektnost postupu aplikovaného při definování okrajových podmínek numerického modelu, viz kapitola 4.2.2.

Posledním sledovaným parametrem je rychlost větru, zde prezentované hodnoty představují nejvyšší zaznamenanou rychlost v jednom dni daného měsíce. Naměřené hodnoty ukázaly, že sledovaná oblast není příliš větrná, nejčastěji bylo pozorováno bezvětří či mírný vánek o rychlosti maximálně 0,3 m/s. Přesto v některých dnech byly naměřeny rychlosti, které mohou způsobovat i menší škody na stavbách nebo lámat větve stromů. Nejvyšší rychlost větru naměřená v říjnu 2017 se pohybovala okolo 31,1 m/s. Jedná se o 11 stupeň rychlosti větru dle hodnocení dvanáctistupňové Beaufortovy stupnice⁷³. Tato síla větru je klasifikována jako vichřice a může způsobovat rozsáhlé devastace krajiny. Dle přepočtové tabulky se jedná o tlak větru 60,82 kg/m² (měřeno v 10 m) [183].

Podrobné výsledky měření lepených sestav vystavených působení reálného prostředí jsou uvedeny v kapitole 9.14.

5.4.1.1. Posouzení způsobu porušení fasádních panelů

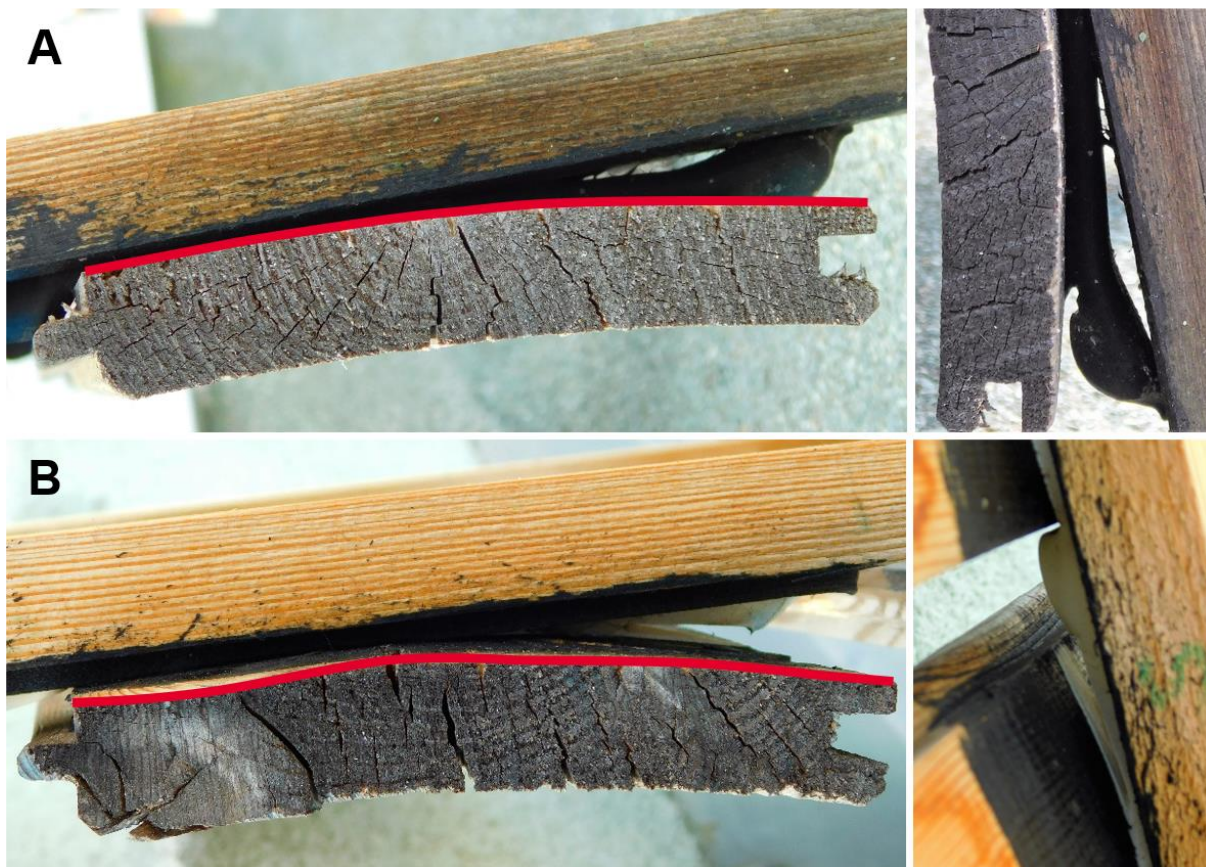
Fasádní panely, jež byly po dobu tří let vystaveny působení reálného prostředí jsem pravidelně monitorovala a zaznamenávala vizuální změny. Především se jednalo o stárnutí povrchu fasádních palubek ze sibiřského modřínu. Již po 6 měsících od instalace jsem zaznamenala vizuální změnu obkladu ze sibiřského modřínu. Došlo k typickému zašednutí, které se v průběhu dalších kontrol více probarvovalo, viz obrázek č. 98. Jedná se o jev typický pro tento druh dřeva. V případě WPC obkladu jsem nepozorovala žádné změny v barevnosti povrchu.



Obrázek č. 98 – Zašednutí fasádního obkladu ze sibiřského modřínu: a) leden 2016; b) září 2016; c) srpen 2017 a d) červen 2018;

⁷³ Stupnice vytvořená F. Beaufortem počátkem 19. století sloužící ke stanovení rychlosti větru [183].

U dřevěného obkladu také docházelo k jeho kroucení, což bylo příčinou vysokého napětí v lepeném spoji. U některých palubek došlo k porušení lepeného spoje se systémy Sika a Dinitrol, viz příklady na obrázku č. 99. U WPC obkladu jsem zaznamenala mírný průhyb jednotlivých prvků, a to především v letním období.



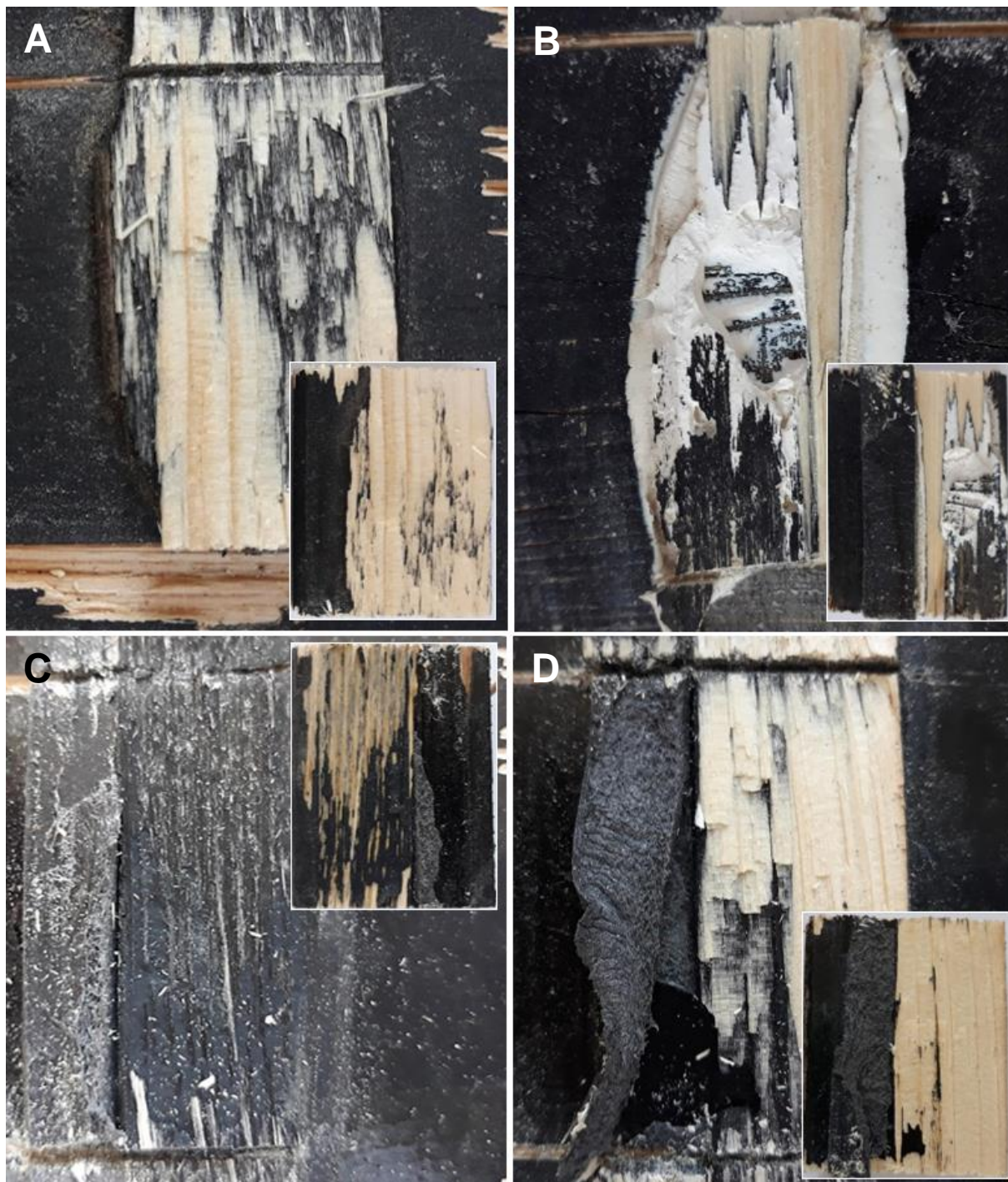
Obrázek č. 99 – Kroucení fasádního obkladu a poškození lepeného spoje cca 1 rok od instalace (zaznamenáno v září 2016): a) systém Dinitrol F500LP Polyflex; b) systém SikaTack® Panel;

5.4.1.2. Posouzení způsobu porušení zkušebních vzorků

S ohledem na velikost zkušebních panelů, jež byly vystaveny působení reálného prostředí, jsem mohla posoudit pouze omezený počet zkušebních vzorků. Geometrii zkušebních vzorků jsem dle možností přizpůsobila požadavkům ČSN 73 2577, vyrobila jsem celkem 6 ks pro každou kombinaci. Posouzení vlivu povětrnostních podmínek jsem proto provedla bez ohledu na počet vyloučených vzorků.

U fasádních panelů s obkladem ze sibiřského modřínu jsem nejčastěji zaznamenala porušení delaminací prvku nosné podkonstrukce. Jednalo se o 72 % sledovaných případů. Tento způsob porušení jsem zaznamenala u 85 % vzorků s lepidlem Dinitrol a 67 % vzorků s lepidly Sika a Simson HM. U dvou vzorků jsem zaznamenala adhezní porušení, jednalo se o porušení v mikrovrstvě mezi primerem a adherendem nosné podkonstrukce, viz příklad na obrázku č. 100 c). U dvou vzorků se systémem Sika jsem monitorovala kombinaci adhezního a kohezního porušení, viz příklad na obrázku č. 100 b). Z příkladu na obrázku č. 100 d) je patrné, že došlo ke koheznímu porušení montážní pásky.

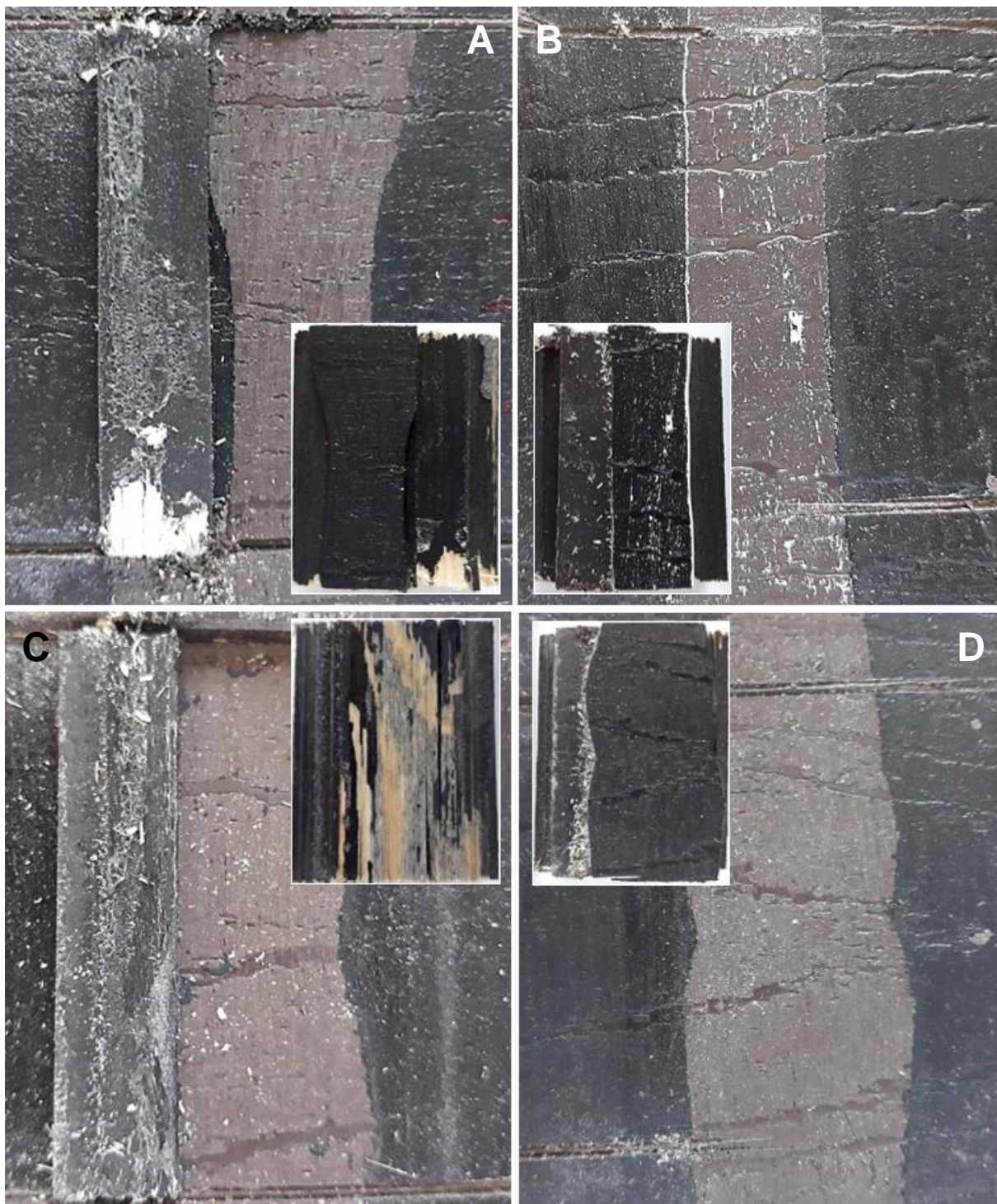
Především u systému Simson HM jsem pozorovala značný vliv pásky na pevnost spoje, v několika případech došlo k delaminaci podkonstrukce, ale montážní páska stále nebyla porušena. Pevnost takto porušeného spoje se většinou pohybovala okolo 55 N.



Obrázek č. 100 – Příklad způsobu porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti: a) DF (mírná AF) v kombinaci s lepidlem Dinitrol; b) A/C-F v kombinaci se Sikou; c) AF v mikrovrstvě primeru a adherendu v kombinaci s lepidlem Simson HM; d) DF v kombinaci s lepidlem Simson HM, patrné kohezní porušení montážní pásky;

V kombinaci s obkladem WPC jsem zaznamenala pouze adhezní způsob porušení, a to konkrétně v mikrovrstvě primeru a fasádního obkladu. U jednoho zkušební vzorku, viz obrázek č. 101 c), jsem sledovala porušení současně u povrchu obou adherendů.

V kombinaci se systémem Simson HM jsem opět zaznamenala vliv montážní pásky na pevnost spoje po porušení lepidla. V několika případech v kombinaci se systémy Dinitrol a Simson HM došlo k zatečení lepidla pod montážní pásku, viz příklad na obrázku č. 101 d).



Obrázek č. 101 – Příklad způsobu porušení lepeného panelu s obkladem WPC při zkoušce přidržnosti: a) AF u obkladu WPC (AF porušení přidržnosti pásky u nosné podkonstrukce) v kombinaci s lepidlem Dinitrol; b) AF v kombinaci se Sikou (mírné TLF); c) AF v mikrovrstvě primeru a obkladu WPC a současně i v mikrovrstvě primeru a nosné podkonstrukce – sledováno v kombinaci s lepidlem Simson HM; d) AF v kombinaci s lepidlem Simson HM, patrné zatečení lepidla pod montážní pásku;

5.4.1.3. Posouzení pevnosti při tahovém namáhání

Pro vybrané kombinace materiálů jsem stanovila pevnost lepeného spoje v tahu, tedy tzv. přídržnost. Měření jsem prováděla za stejných okrajových podmínek a na zařízení, jež jsou definována v kapitole 4.1.3. Zkoušela jsem minimální požadovaný počet vzorků, tj. 6 ks.

V kombinaci s fasádními palubkami a systémem Dinitrol a v kombinaci s WPC obkladem a systémem Sika došlo k porušení jednoho zkušební vzorku před tahovou zkouškou. S ohledem na možnosti náhrady zkušebních vzorků jsem neprováděla posouzení na základě kritérií definovaných v kapitole 4.1.4, tj. vyloučení extrémních hodnot. Velký rozptyl výsledků jednotlivých měření je patrný z hodnot variačního koeficientu v_x a rozptylu σ^2 .

Jak je patrné z hodnot uvedených v tabulce č. 68 a tabulce č. 69, největší pevnosti bylo v obou případech dosaženo se systémem Dinitrol. Pevnosti se systémy Sika a Simson HM jsou podobné. V případě systému Sika v kombinaci s fasádními palubkami mělo na výsledné pevnosti značný vliv nadměrné kroucení fasádního obkladu, přestože tomu rozptyl hodnot měření nenasvědčuje.

Tabulka č. 68 – Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	920,07	1 644,96	863,75
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	1,28	2,28	1,20
σ [N/mm ²]	0,04	0,24	0,32
σ^2 [-]	0,001	0,077	0,101
v_x [%]	3,01	18,43	26,53
$x_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,21	1,59	0,68

Tabulka č. 69 – Výsledky měření v kombinaci s dřevoplastovým obkladem

systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson PanelTack HM
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	402,53	830,10	584,96
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	0,56	1,15	0,81
σ [N/mm ²]	0,06	0,028	0,14
σ^2 [-]	0,004	0,078	0,018
v_x [%]	11,44	24,15	16,58
$x_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	0,73	0,69	0,59

5.4.1.4. Posouzení poměrného prodloužení a tažnosti

Hodnoty poměrného prodloužení a tažnosti lepených sestav prezentované v tabulce č. 70 demonstrují velice dobrou adhezi systémů Dinitrol a Simson k dřevěnému obkladu. U zkoušené skupiny vzorků jsem zaznamenala o cca 60 % větší prodloužení spoje než u vzorků zkoušených v laboratoři. Naopak v kombinaci se systémem Sika byly výsledky horší než u předchozích měření, zde mělo ovšem značný vliv kroucení obkladu. Jak je patrné z příkladu na obrázku č. 99 lepený spoj byl extrémně namáhán po dobu delší než 2 roky, což způsobilo jeho porušení.

Výsledky zaznamenané v kombinaci s dřevoplastovým obkladem jsou obdobné jako u laboratorních měření, viz tabulka č. 71. U všech zkoušených kombinací došlo k adheznímu porušení spoje a k jeho minimálnímu prodloužení. Sledovaná prodloužení jsou opět srovnatelná s laboratorními výsledky, vyjma systému Sika.

Tabulka č. 70 – Výsledky měření v kombinaci s fasádními palubkami

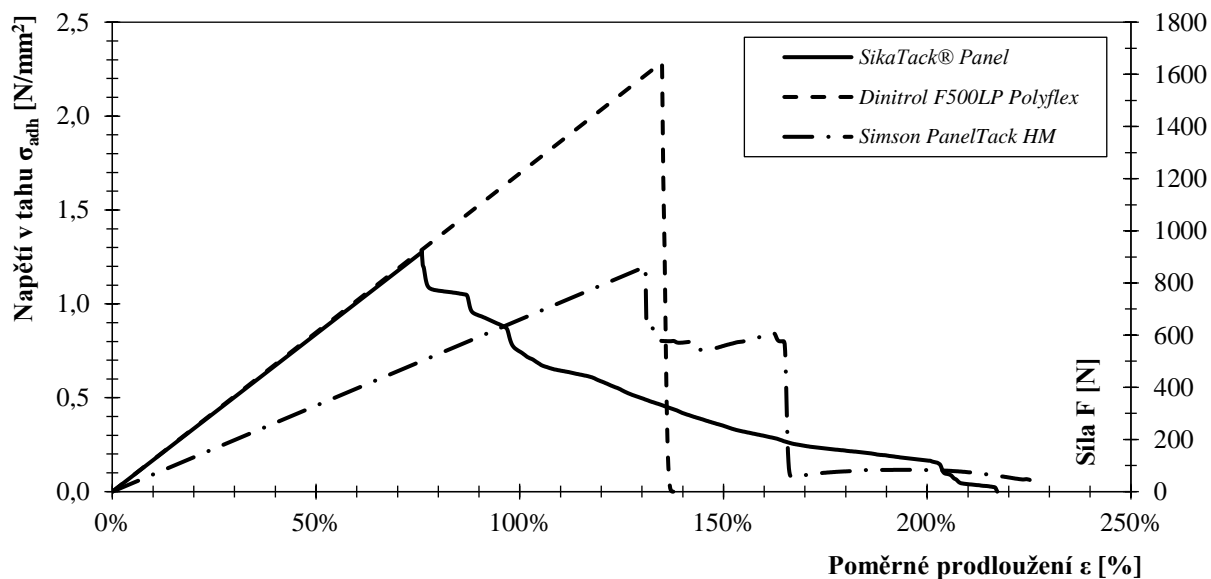
systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	2,28	4,05	3,93
\bar{x}_ε [-]	0,76	1,35	1,31
σ [-]	0,24	0,73	0,50
δ [%]	75,96	134,92	130,86

Tabulka č. 71 – Výsledky měření v kombinaci s dřevoplastovým obkladem

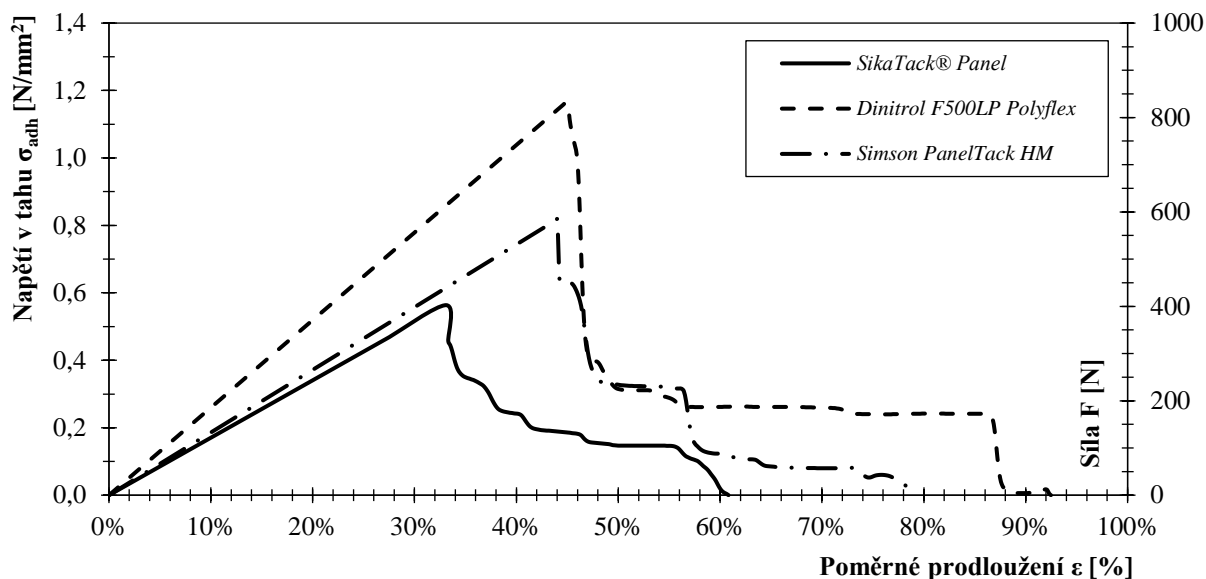
systém/ vlastnost	SikaTack® Panel	Dinitrol F500LP Polyflex	Simson PanelTack HM
\bar{x}_s [mm]	0,99	1,35	1,32
\bar{x}_ε [-]	0,33	0,45	0,44
σ [-]	0,05	0,10	0,12
δ [%]	33,12	44,87	44,02

5.4.1.5. Posouzení mechanické odolnosti

Z porovnání pracovních diagramů průměrných naměřených hodnot na obrázku č. 102 a obrázku č. 103 pro jednotlivé lepicí systémy je patrný obdobný průběh tahové zkoušky. Velice podobné jsou výstupy v kombinaci s WPC obkladem. V kombinaci s dřevěným obkladem jsem zaznamenala největší sílu i protažení u systému Dinitrol. Průběh zkoušky v kombinaci se systémy Sika a Simson HM byl u obou typů fasádního obkladu obdobný. Zaznamenané křivky ukazují, že po dosažení maximálního napětí ihned nedošlo k porušení lepeného spoje, jednalo se pouze o výjimečný jev v kombinaci se systémem Dinitrol.



Obrázek č. 102 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu



Obrázek č. 103 – Pracovní diagram zkoušky přídržnosti v kombinaci s obkladem z dřevoplastu

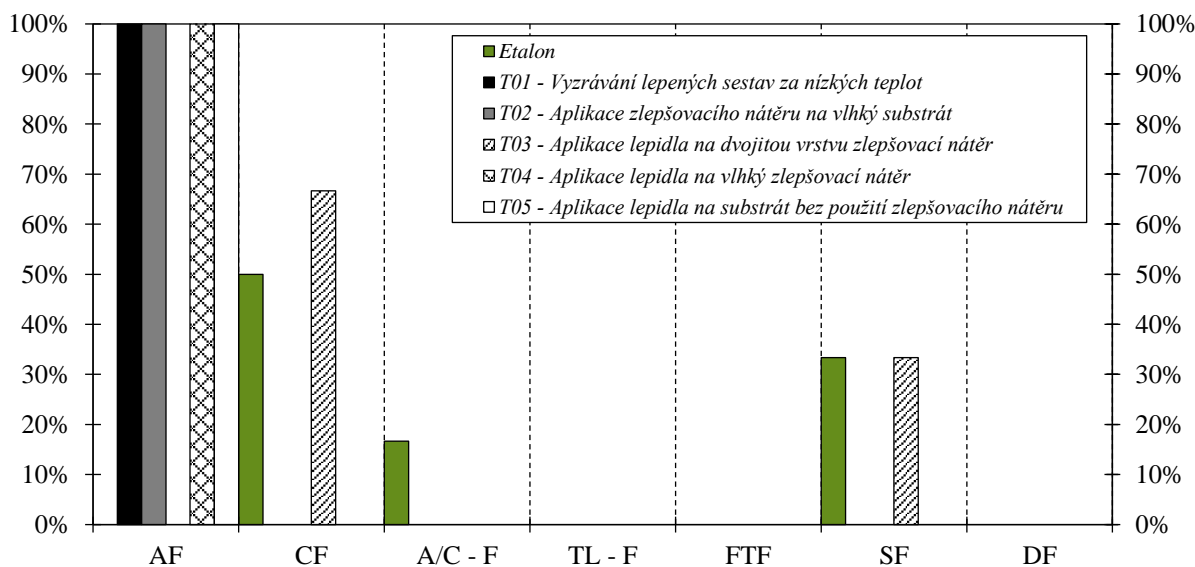
5.4.2. Posouzení vlivu technologické nekázně

S cílem posoudit vliv technologické nekázně na adhezní vlastnosti lepených sestav jsem u pěti sad zkušebních vzorků aplikovala vybraný způsob odchýlení se od pokynů výrobce. Jednu sadu jsem vyrobila přesně dle doporučeného technologického postupu. Výsledky zaznamenané u této skupiny vzorků jsem použila jako etalon.

Podrobné výsledky měření vlivu technologické nekázně na lepený spoj jsou uvedeny v kapitole 9.15.

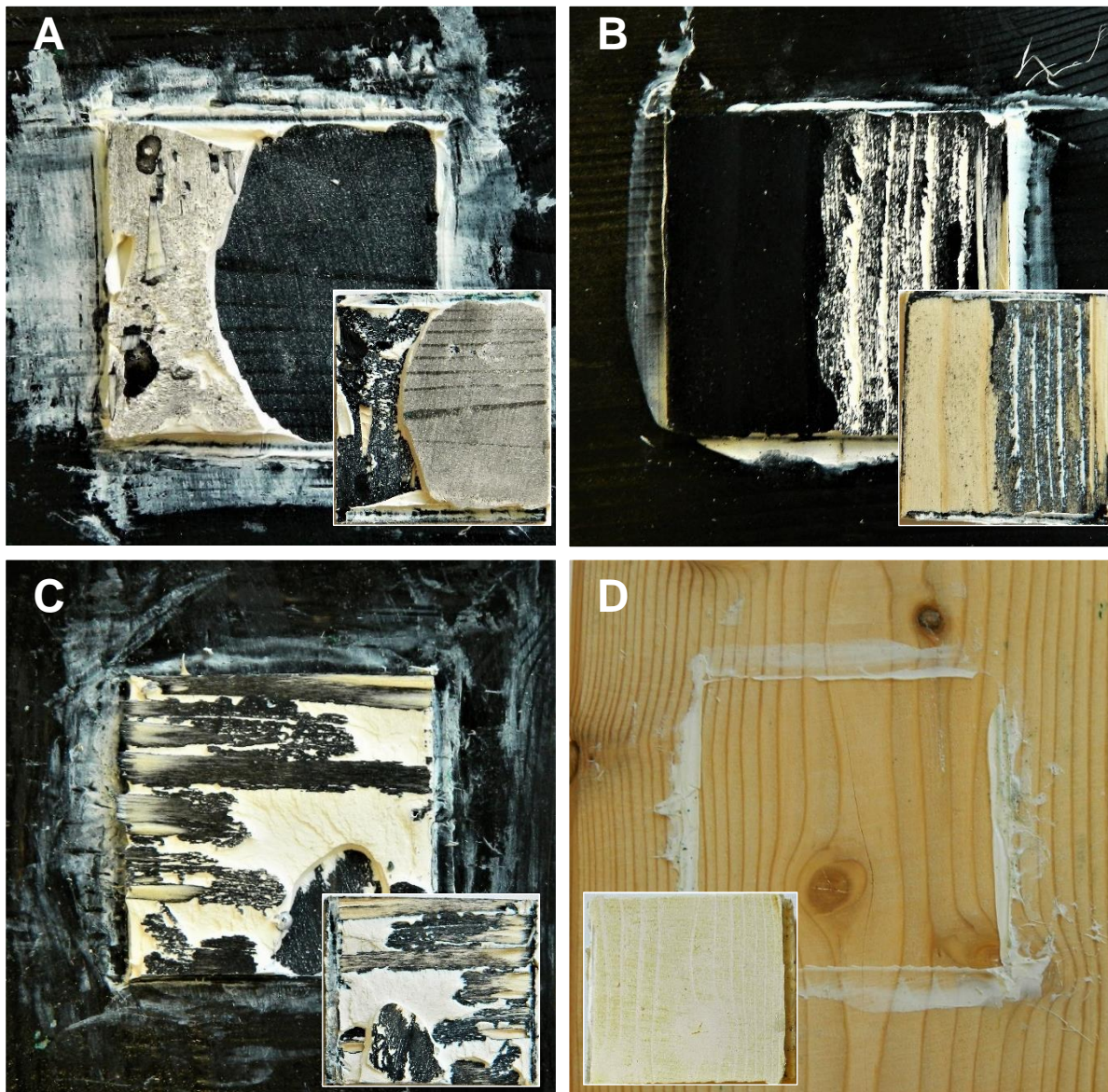
5.4.2.1. Posouzení způsobu porušení

Porovnání způsobů porušení lepených sestav jsem opět provedla nezávisle na počtu vyloučených zkušebních vzorků. Z porovnání na obrázku č. 104 je patrné, že u zkoušky přídržnosti převládalo porušení adhezním způsobem.



Obrázek č. 104 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce přídržnosti

Tento způsob porušení jsem předpokládala, neboť implementace technologické nekázně by měla zhoršit adhezní vlastnosti. Vzorky, které sloužili jako etalon se v 50 % případech porušily kohezním způsobem. Z prezentovaných výsledků je patrné, že nekázeň T03, tj. aplikace dvojité vrstvy primeru, nezhoršuje adhezní vlastnosti zkoušené kombinace. Na obrázku č. 105 je uvedeno několik příkladů typického porušení zkušebních vzorků.

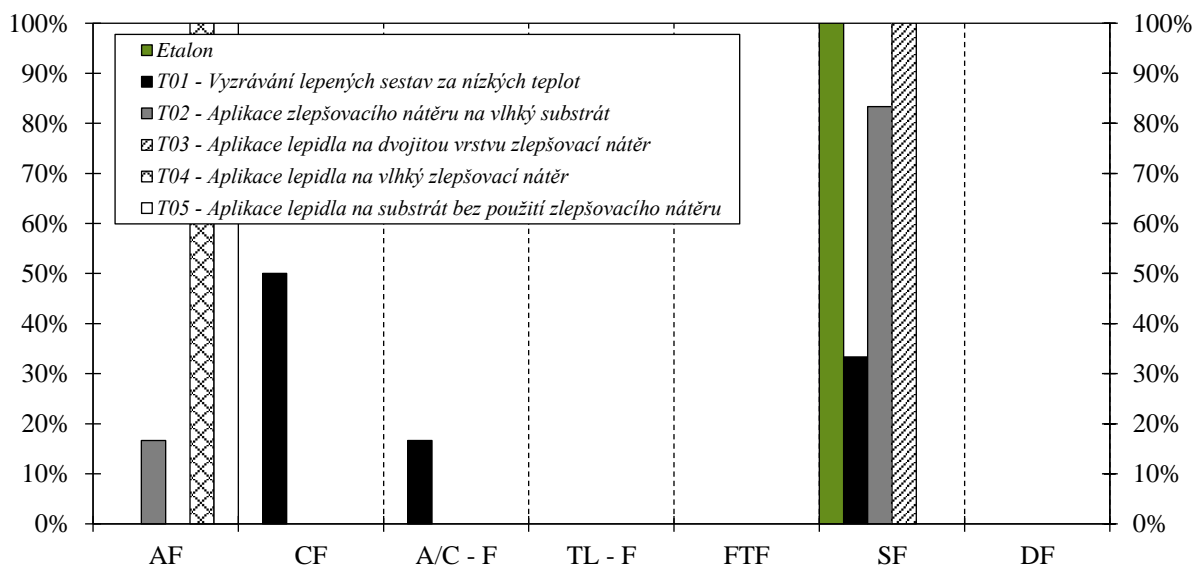


Obrázek č. 105 – Vybrané příklady způsobu porušení: a) T01 AF v obou mikrovrstvách mezi primerem a lepidlem v kombinaci s mírnou kohezí; b) T02 AF v mikrovrstvě primeru při adherendu podkonstrukce s mírnou TLF; c) T04 A/CF a mírná DF; d) T05 AF;

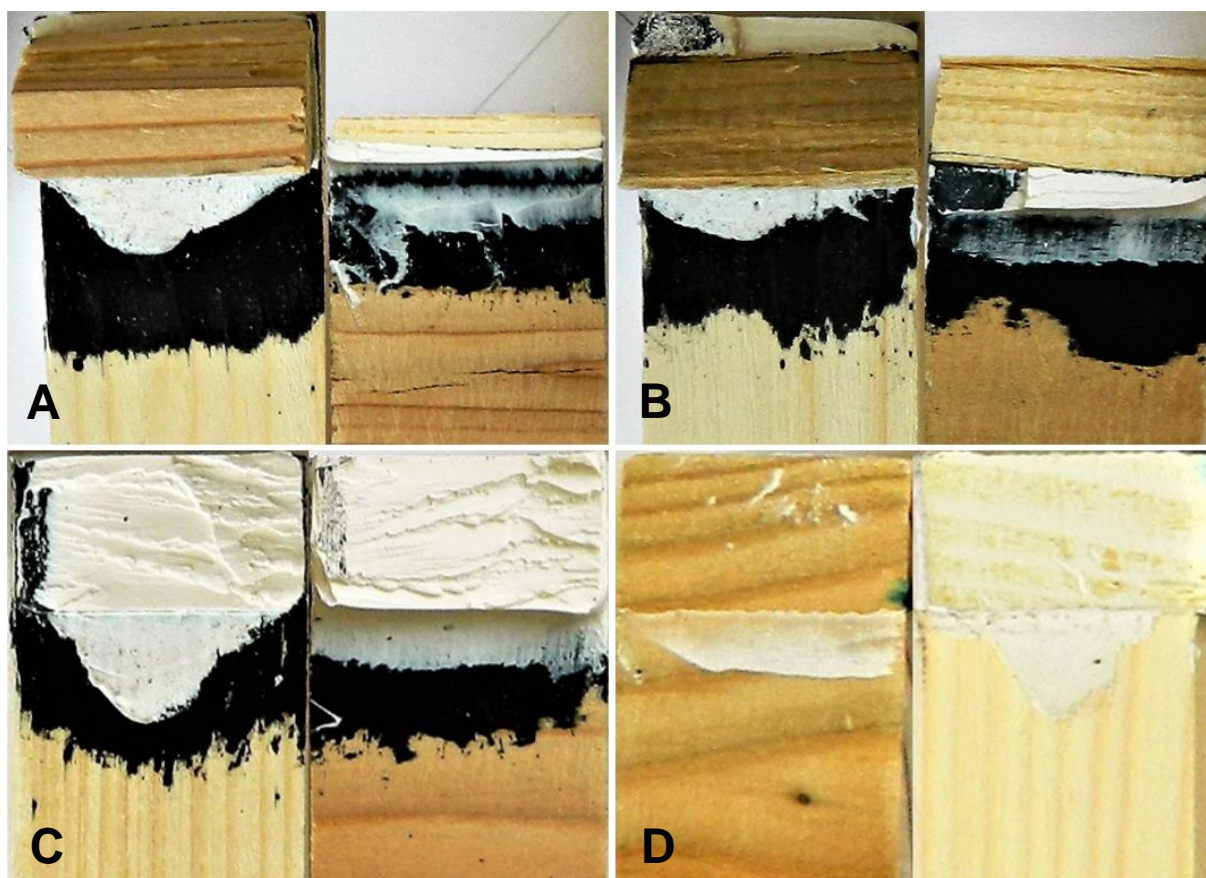
Nejčastějším způsobem porušení, jenž jsem zaznamenala při zkoušce pevnosti ve smyku bylo porušení adherendu fasádního obkladu. Jak je patrné z porovnání na obrázku č. 106, jedná se o převládající způsob porušení, pouze u technologické nekázně T04 a T05 jsem monitorovala 100 % adhezní porušení.

Domnívám se, že vliv aplikace lepidla na vlhký primer a na adherend bez primeru představují nekázeň, jež zhorší adhezní vlastnosti o 100 %. Negativní vliv vlhkého substrátu nebyl zcela potvrzen, také vliv dvojité vrstvy primeru je dle mého názoru nutné ověřit

či vyloučit dalším zkoušením. Účinek nízké teploty při vyzrávání na zhoršení adhezních vlastností také není zcela jednoznačný, avšak vzorky byly 7 dní před zkoušením uloženy ve standardním prostředí. Během této periody mohly dostatečně vytvrdnout. Přesto je z prezentovaných výsledků zřejmé, že i mírné odchýlení se od doporučeného technologického postupu zhoršuje vlastnosti lepeného spoje. Na obrázku č. 107 je uvedeno několik příkladů typického porušení zkušebních vzorků.



Obrázek č. 106 – Způsob porušení lepené sestavy při zkoušce stanovení pevnosti ve smyku



Obrázek č. 107 – Vybrané příklady způsobu porušení: a) T03 SF (mírné CF v čele spoje); b) T04 SF (mírné A/C/F v čele spoje); c) T01 CF (mírné AF v mikrovrstvě primeru a lepidla); T05 AF;

5.4.2.2. *Posouzení pevnosti při tahovém namáhání*

Hodnoty prezentované v tabulce č. 72 demonstrují vliv technologické nekázně na pevnost lepeného spoje, kdy u etalonu byla zaznamenána největší průměrná síla při porušení. Na druhou stranu rozdíly mezi výsledky nejsou tak výrazné, jak napovídá způsob porušení.

Největší vliv na snížení účinnosti spoje měla aplikace primeru na vlhký substrát, což dokazuje i velký rozptyl hodnot měření přídržnosti. Přesto výsledky zkoušky pevnosti lepené sestavy ve smyku tuto skutečnost zcela nepotvrzují, zde jsem největší zhoršení vlastností zaznamenala u vzorků bez primeru, viz tabulka č. 73. Jistým paradoxem je i fakt, že nejlepší vlastnosti jsem pozorovala u vzorků, jež vyzrávaly při teplotě $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabulka č. 72 – *Výsledky měření přídržnosti lepené sestavy*

nekázeň/ vlastnost	Etalon	T01	T02	T03	T04	T05
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	3 004,36	2 480,54	2 055,54	2 869,15	2 806,37	2 498,69
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	1,20	0,99	0,82	1,15	1,12	1,00
σ [N/mm ²]	0,09	0,04	0,21	0,03	0,11	0,12
σ^2 [-]	0,008	0,002	0,043	0,001	0,012	0,015
v_x [%]	7,43	4,12	25,32	2,60	9,60	12,41
$x_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,05	0,92	0,48	1,10	0,95	0,80

Tabulka č. 73 – *Výsledky měření pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání*

nekázeň/ vlastnost	Etalon	T01	T02	T03	T04	T05
$\bar{x}_{F_{pru}}$ [N]	393,62	431,37	361,26	421,25	419,41	357,63
$\bar{x}_{\sigma_{adh}}$ [N/mm ²]	1,26	1,38	1,16	1,35	1,34	1,14
σ [N/mm ²]	0,11	0,06	0,06	0,24	0,17	0,23
σ^2 [-]	0,012	0,004	0,004	0,059	0,028	0,052
v_x [%]	8,61	4,52	5,12	18,04	12,55	19,97
$x_{\sigma_{0,05}}$ [N/mm ²]	1,08	1,28	1,06	0,95	1,06	0,77

5.4.2.3. *Posouzení poměrného prodloužení a tažnosti*

Na základě převažujícího adhezního porušení lepených sestav při zkoušce přídržnosti jsem předpokládala, že zaznamenané prodloužení lepeného spoje bude u převážné většiny vzorků maximálně 50 %.

Výsledky prezentované v tabulce č. 74 jsou ovšem zcela odlišné. Ačkoliv v cca 77 % měření nastalo adhezní porušení, tento typ poruchy měl téměř zanedbatelný vliv na hodnotu potažení lepidla ve spoji. U více než poloviny zkoušených sad jsem pozorovala prodloužení větší než 100 %. Prezentované výsledky jsou diametrálně odlišné od výsledků prezentovaných v kapitole 5.1.5. Ani z výsledků uvedených v tabulce č. 75 není patrný negativní vliv technologické nekázně na prodloužení lepeného spoje.

Tabulka č. 74 – *Výsledky měření metodou stanovení přídržnosti lepené sestavy*

nekázeň/ vlastnost	Etalon	T01	T02	T03	T04	T05
\bar{x}_s [mm]	6,16	5,50	2,81	5,75	6,62	4,35
\bar{x}_e [-]	2,05	1,83	0,94	1,92	2,21	1,45
σ [-]	0,57	0,34	0,24	0,41	0,81	0,30
δ [%]	205,36	183,21	93,51	191,79	220,61	145,14

Tabulka č. 75 – Výsledky měření metodou stanovení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

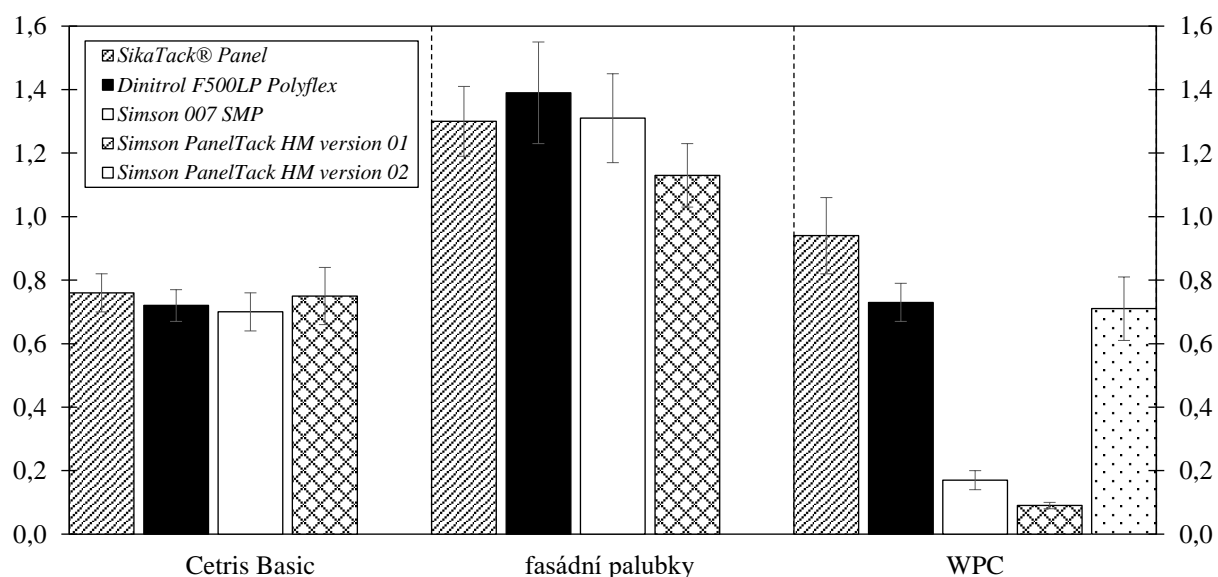
nekázeň/ vlastnost	Etalon	T01	T02	T03	T04	T05
\bar{x}_s [mm]	9,79	14,68	13,33	12,15	10,50	9,15
\bar{x}_ε [-]	0,78	1,17	1,07	0,97	0,84	0,73
σ [-]	0,10	0,25	0,12	0,15	0,17	0,17
δ [%]	78,30	117,44	106,63	97,20	84,02	73,17

6. DISKUZE A SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Souhrnné zhodnocení provedených zkoušek a jejich výstupů by mělo vést ke komplexnímu posouzení vhodnosti použitých postupů. S cílem ověřit adhezi lepených spojů fasádních obkladů z materiálů na bázi dřeva jsem metodiku této práce rozdělila na tři hlavní etapy.

V první etapě jsem se zabývala stanovením fyzikálně – mechanických vlastností lepených sestav vyrobených z kombinací různých materiálů. Vybrala jsem dva typy zcela odlišných kompozitů, přesto oba obsahují více jak 50 % dřevěné složky, a materiály z rostlého dřeva. Charakterizaci adhezních vlastností jsem provedla prostřednictvím dvou běžně užívaných tahových zkoušek. Jedná se o zkoušku přídržnosti povrchové vrstvy k podkladu, jejíž výstupy jsou relevantní především z hlediska zaznamenaných způsobů porušení. Druhou metodou je zkouška stanovení pevnosti jednoduchých překládaných sestav ve smyku při tahovém namáhání. Hodnoty pevnosti a prodloužení lepeného spoje zaznamenané touto metodou poskytují informaci o velikosti napětí jakému může spoj odolávat, než dojde k jeho porušení.

Závěry porovnání pevnosti lepených sestav při tahovém namáhání, uvedené na obrázku č. 108, demonstrují, že pokud by zvolené kombinace materiálů byly posuzovány pouze na základě hodnoty přídržnosti a síly zaznamenané při jejich porušení, lepené sestavy s obkladem Cetris Basic by byly kompatibilní ve všech zkoušených variantách. Ačkoliv bylo dosaženo menších pevností spoje, než například v kombinaci s dřevěným obkladem, vždy došlo k porušení obkladu (průměrně v 88 % měření) a nikoliv spoje. Poměrně malé hodnoty směrodatné odchylky ukazují na malý rozptyl chyb měření.



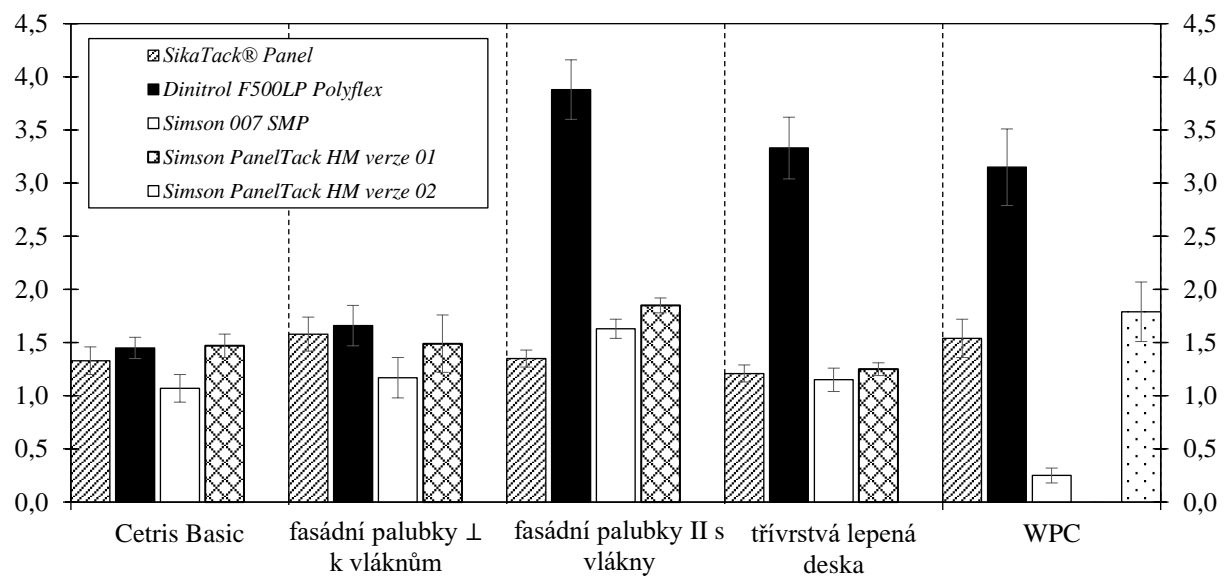
Obrázek č. 108 – Porovnání průměrných přídržností lepených sestav při tahovém namáhání v N/mm^2

Ve variantě s obkladem ze sibiřského modřínu jsou naměřené pevnosti lepených sestav také srovnatelné, ovšem ve všech případech jsem zaznamenala větší odchylky ve výsledcích jednotlivých měření. Příčinou širšího rozptylu výsledných hodnot je patrně způsob porušení lepeného spoje, který byl více rozmanitý než u obkladu Cetris a výsledné pevnosti tak byly také mnohem rozdílnější. V cca 63 % měření došlo k poškození adherendu podkonstrukce.

Dle mého názoru je tato kombinace materiálů také kompatibilní, neboť k adhezivnímu porušení spoje docházelo zcela výjimečně. Naopak v kombinaci s WPC obkladem jsem zaznamenala převážně adhezivní porušení (v 95 % měření), které nasvědčuje tomu, že vybrané materiály nejsou za zkoušených podmínek slučitelné. Výsledky zaznamenané v kombinaci se systémy Sika, Dinitrol a Simson HM po úpravě povrchu ovšem naznačují, že podrobnější zkoumání fyzikálně – chemických vlastností povrchu tohoto materiálu zcela jistě může vést ke zlepšení adhezivních vlastností a kompatibilitě s montážními systémy.

Jak zmiňuji výše, stanovení přídržnosti lepených sestav při tahovém namáhání je důležité především pro zjištění stupně kompatibility zvolených materiálů, pro stanovení možného způsobu porušení a pro výpočet stanovení vlivu zatížení větrem, viz vztah (4.13), které je ovšem v porovnání s ostatními zatíženími působícími na fasádní obklad definovanými v kapitole 4.2.2.2 zanedbatelné. Pro návrh optimální velikosti fasádního obkladu je daleko podstatnější hodnota smykové pevnosti spoje při tahovém namáhání, resp. napětí na smykové ploše.

U všech zkoušených kombinací jsem zaznamenala obdobné pevnosti při porušení, viz výstupy grafického porovnání napětí na smykové ploše na obrázku č. 109. Bez ohledu na typ obkladu, výsledky systémů Sika a Simson HM jsou srovnatelné, naopak v případě systému Dinitrol jsem monitorovala výrazné odchylky v kombinaci s dřevěným a dřevoplastovým obkladem. Výsledky také potvrdily, že systém Simson 007 je pravděpodobně nejméně vhodným lepidlem pro zvolené typy obkladových materiálů. S dřevoplastem je zcela nekompatibilní. Domnívám se, že tento závěr do jisté míry vyvrátil předpoklad, že univerzální lepidlo může být použito pro lepení jakýchkoli druhů materiálů.



Obrázek č. 109 – Porovnání průměrného napětí lepených sestav na smykové ploše v N/mm^2

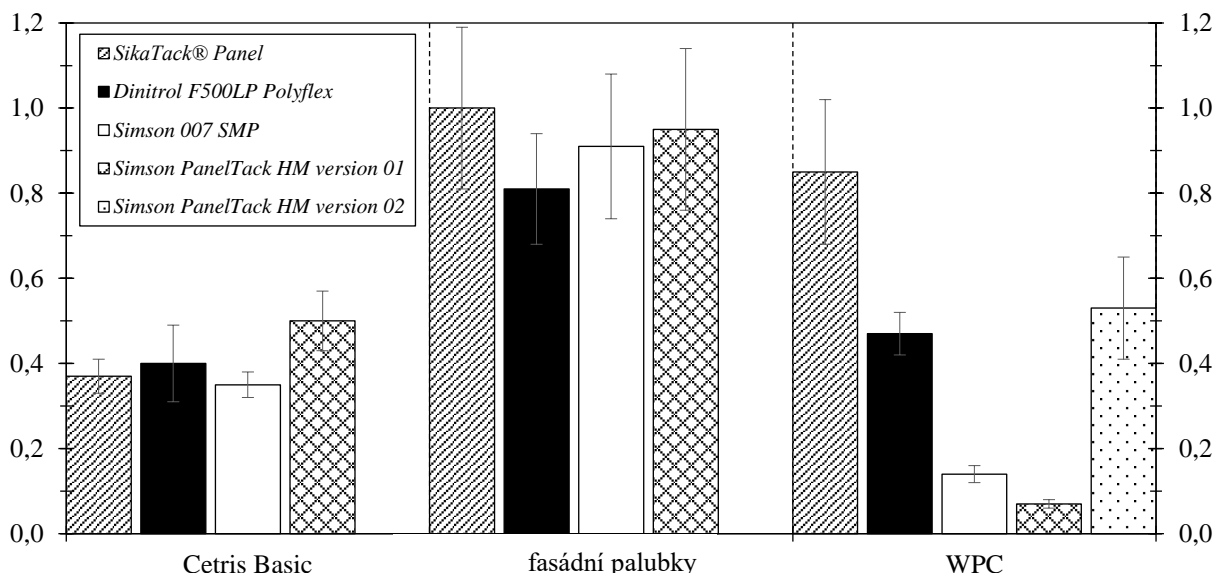
Dalším parametrem, na jehož základě jsem posuzovala adhezivní vlastnosti vybraných materiálů je poměrné prodloužení spoje. Ke stanovení poměrného prodloužení a tažnosti, která je jeho procentuálním vyjádřením, všech lepených sestav jsem přistupovala způsobem popsaným v kapitole 5.1.5.

Výsledné poměrné prodloužení lepicích systémů v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu i dřevoplastu bylo ovlivněno způsobem porušení zkušebních vzorků.

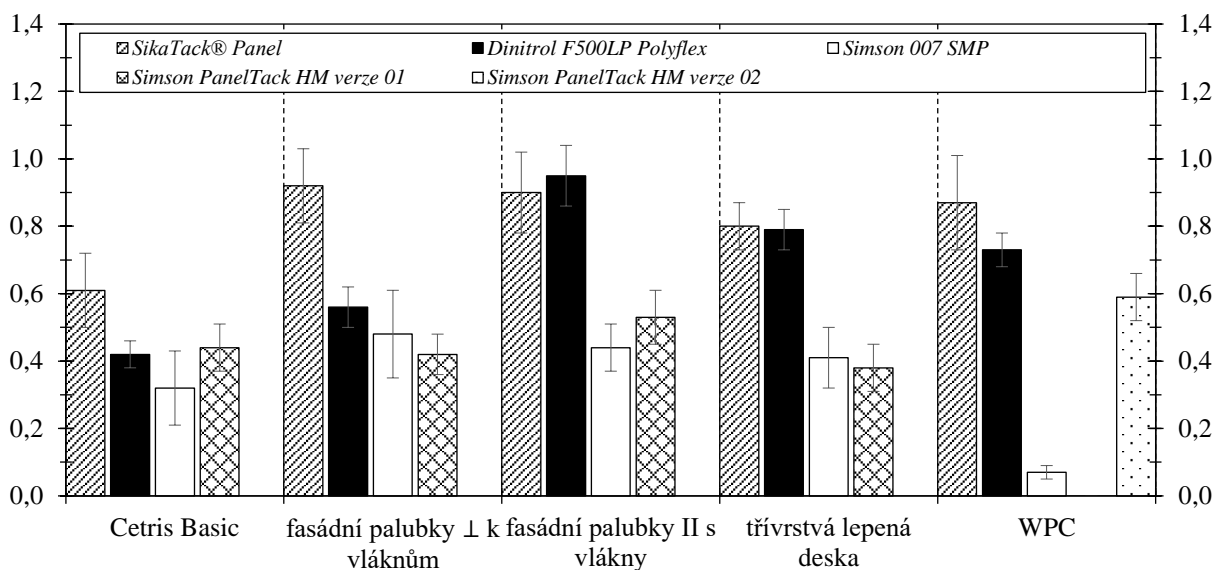
V případě dřevěného obkladu často docházelo k poruše podkonstrukce, ovšem u každého zkušební vzorku konstrukce odolávala tlakům po jinou dobu, tudíž i prodloužení spoje byla značně rozdílná. I v případě dřevoplastového obkladu je z hodnot uvedených na obrázku č. 110 patrné, že jeho špatné adhezní vlastnosti měli podstatný vliv na délku prodloužení a na rozptyl výsledků měření posunu, viz např. směrodatná odchylka systému Sika a Simson HM.

Poměrné prodloužení a tažnost jednotlivých zkušebních vzorků jsem stanovila i pro zkušební vzorky pro stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání. Z grafického porovnání na obrázku č. 111 je zřejmé, že v průměru největšího prodloužení bylo dosaženo opět v kombinaci se systémem Sika. Směrodatné odchylky ovšem ukazují vysoký rozptyl hodnot jednotlivých měření. Naopak se systémem Dinitrol jsem většinou zaznamenala menší prodloužení, ale naměřené hodnoty jsou konzistentnější.

Naměřená data z obou zkušebních metod zcela potvrdila hypotézu, že základním předpokladem vhodného lepicího systému fasádních obkladů je tažnost lepidla. Tato skutečnost je patrná především z výsledků naměřených v kombinaci se systémem Sika. U materiálů s vyšší pevností, zde dřevěný a dřevoplastový obklad, by mohl být vhodným systémem spíše Dinitrol. Ovšem jeho vysoká tuhost v některých zkoušených případech zapříčinila předčasné porušení vzorku, což by u reálného fasádního systému mohlo mít fatální následky. Dle mého názoru fasádní obklad ze sibiřského modřínu je jediným z vybraných materiálů, u něhož bylo možné sledovat *ideální* chování lepeného spoje. Ani při dosažení vyššího zatížení nedocházelo k okamžitému porušení obkladu jako u desky Cetris, nebo k adheznímu porušení jako u dřevoplastu.



Obrázek č. 110 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav při tahovém namáhání v mm



Obrázek č. 111 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav ve smyku při tahovém namáhání v mm

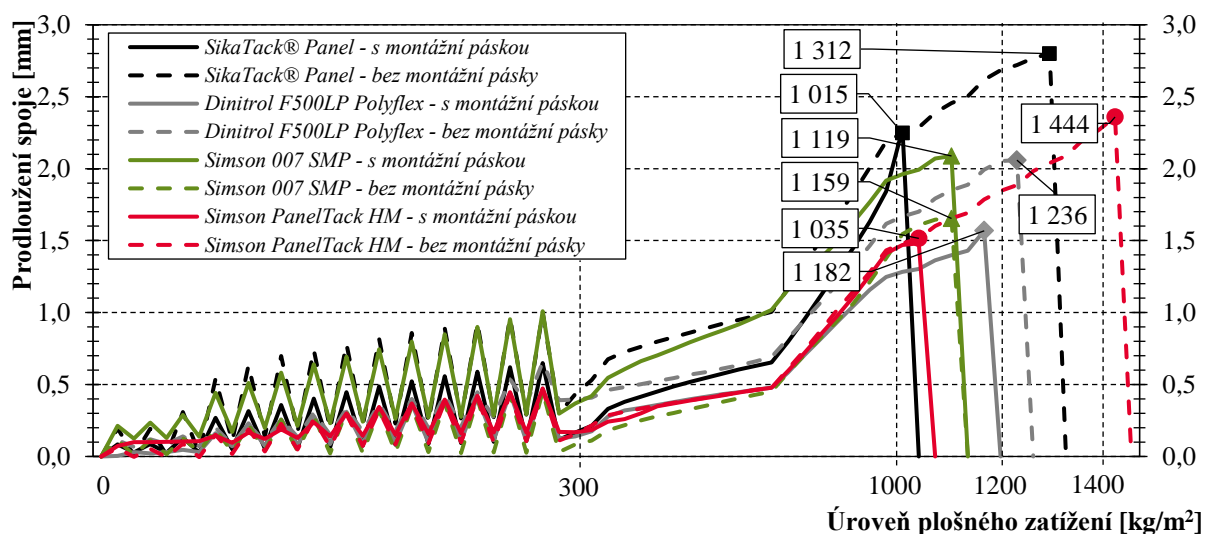
Cílem druhé etapy této práce bylo stanovení optimální velikosti fasádního obkladu. Při návrhu geometrie obkladu je důležité zvážit všechna zatížení, která by na něj mohla v průběhu životnosti působit. Z tohoto důvodu jsem pro všechny sledované parametry, tj. např. pevnost spoje při porušení nebo jeho prodloužení, stanovila aritmetický průměr konkrétní zkoušené kombinace materiálů.

Z hodnot pro jednotlivé kombinace materiálů, prezentovaných v kapitole 5., je zřejmé, že nejvýznamnější vliv na optimální velikost obkladu má tuhost podpory, tzn. zde lepeného spoje. Jelikož jsem u všech vybraných materiálů naměřila poměrně velkou teplotní i vlhkostní roztažnost, je nezbytné, aby lepený spoj byl poddajný a dokázal se bez vzniku většího vnitřního napětí těmto rozměrovým změnám přizpůsobit. Vhodným příkladem je montážní systém Sika. Ve všech zkoušených kombinacích jsem monitorovala konzistentní výsledky. Na rozdíl od ostatních systémů i při malém zatížení dokázalo lepidlo svým protažením částečně přenést napětí ve spoji. U jiných systémů jsem povětšinou zaznamenala předčasné porušení spoje. Není tedy překvapením, že maximální možné velikosti obkladů jsem ve všech zkoušených variantách doporučila se systémem Sika. Mnohdy jsou navržené rozměry diametrálně odlišné od ostatních zkoušených variant. U systémů Simson jsem velikost obkladu zmenšila až o 50 %. Značným překvapením jsou právě negativní výsledky systému Simson HM. Ačkoliv se jedná o systém určený přímo pro lepení dřevěných obkladů a obkladů na bázi dřeva, výstupy provedených měření jsou nepřesvědčivé. Velký rozptyl pozorovaných způsobů porušení a diametrální rozdíly v tuhostech podpor v tahu i ve smyku působí velice rozpačitě. Všeobecně lze konstatovat, že vybraná lepidla na bázi MS polymerů jsou v porovnání s lepidly polyuretanovými méně tvárná a tužší. Tato vlastnost je dle mého názoru ve většině případů příčinou předčasného porušení spoje.

Zkušební metoda plošného zatěžování, jíž je věnována třetí etapa disertační práce, je de facto dalším ověřením odolnosti spoje proti tahovému namáhání. Její nesporná výhoda spočívá ve zkoušení uceleného fasádního segmentu v reálném měřítku. Zatímco prostřednictvím laboratorních měření jsem mohla posoudit vliv adhezčních vlastností vybraných materiálů na pevnost spoje, prostřednictvím této metody jsem mohla mimo jiné zjistit, co je nejslabším článkem celého fasádního systému. U všech zkoušených segmentů

se jednalo o mechanický spoj mezi prvkem nosné podkonstrukce a nosníkem Doka. Jak jsem ověřila u segmentů s dřevěným obkladem vyšší pevnosti spoje je možné dosáhnout navýšením počtu kotevních prvků. Avšak i v tomto případě došlo k porušení v místě mechanického kotvení, nikoliv k porušení lepeného spoje.

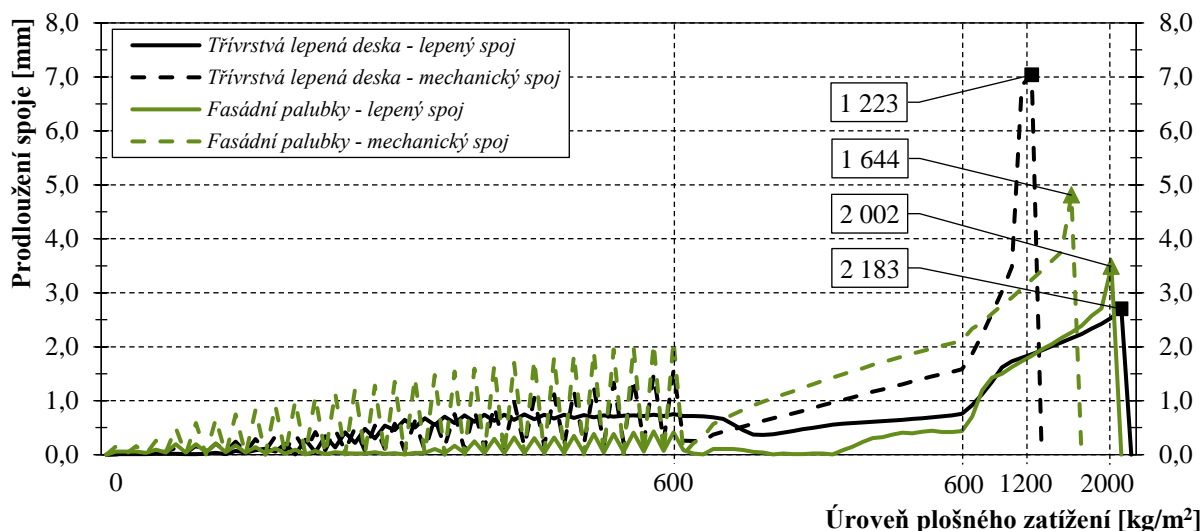
Pro všechny zkoušené kombinace jsem na základě výstupů etapy I. a etapy II. predikovala úroveň zatížení a velikost protažení lepeného spoje. Těchto hodnot jsem nedosáhla u žádného fasádního segmentu. Hodnoty naměřené u segmentu s obkladem Cetris jsou však velice podobné, jak je patrné z porovnání na obrázku č. 112. Porovnání výstupů segmentů s a bez montážní pásky ukazuje, že páska může mít vliv na pevnost spoje. Domnívám se, že při ověřování pevnosti a kompatibility materiálů fasádního systému, například metodou plošného zatěžování, je vhodné pásku nepoužívat.



Obrázek č. 112 – Porovnání průběhu plošného zatěžování fasádních segmentů s obkladem Cetris Basic

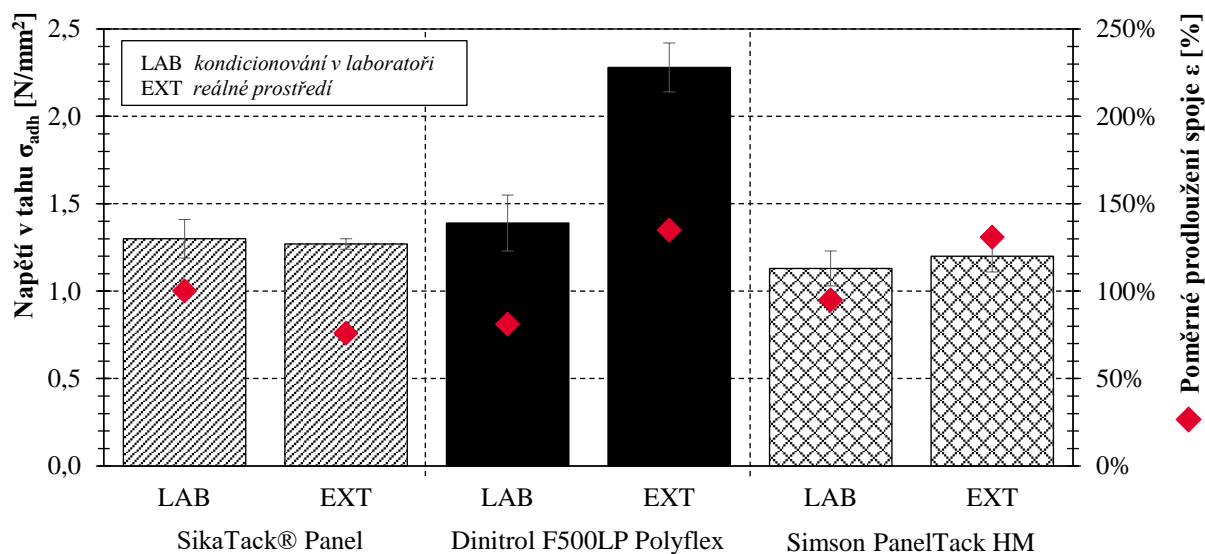
Hodnoty maximálního zatížení při porušení a průhybů zkušebních segmentů zaznamenané u obou segmentů s fasádními palubkami jsou srovnatelné. Domnívám se, že v tomto případě zvolené množství mechanických kotevních prvků představovalo ekvivalent množství naneseného lepidla. Při použití polovičního množství vrutů, což je u tohoto typu fasádního obkladu častější řešení, by dle mého názoru bylo možné očekávat porušení na úrovni zatížení cca 1 200 kg/m². Z porovnání grafických záznamů průběhu zkoušky plošného zatěžování v místě největších prodloužení spoje na obrázku č. 113 je zřejmé, že poloha maximálního průhybu segmentu byla zcela odlišná a podobnost výsledných hodnot je tak naprosto náhodná.

U zkušebních segmentů s mechanickým spojem jsem ve všech zkoušených případech zaznamenala několikanásobně větší prodloužení spoje, které u fasádního obkladu Cetris vedlo i k jeho porušení. U vzorků s lepeným spojem bylo porušení obkladu vždy zapříčiněno destrukcí nosné podkonstrukce. Nejednalo se tedy o primární typ poruchy. Lze předpokládat, že zatímco u mechanického spoje by fasádní obklad v reálné situaci celý z fasády odpadl, u lepeného spoje by jednotlivé menší fragmenty stále zůstaly přilepené k nosné podkonstrukci, dokud by nebylo přistoupeno k jejich manuálnímu odstranění.



Obrázek č. 113 – Porovnání průběhu plošného zatěžování fasádních segmentů

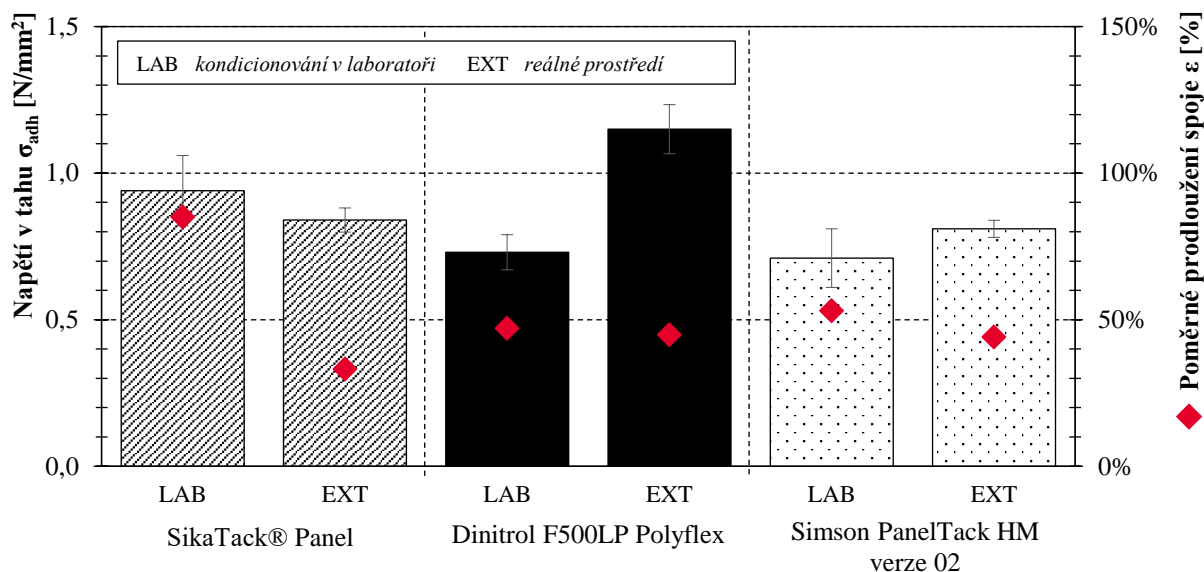
Závěrem disertační práce se věnuji dvěma nestandardním metodám ověření adhezních vlastností. První metoda ověřuje vliv reálného prostředí na pevnost lepeného spoje. Komparace výsledků této metody a metod umělého stárnutí ukázala, že zvolené metody kondicionování vhodně simulují působení povětrnostních vlivů. Jak je patrné z výsledků prezentovaných na obrázku č. 114 a na obrázku č. 115, naměřené hodnoty jsou velice podobné. Pouze v kombinaci se systémem Dinitrol jsem zaznamenala větší napětí u vzorků vystavených působení reálného prostředí. Zde ovšem bylo zkoušeno pouze 5 zkušebních vzorků, proto není možné této hodnotě přikládat příliš velkou váhu.



Obrázek č. 114 – Porovnání napětí na lepené ploše a poměrného prodloužení vzorků kondicionovaných v laboratoři a v reálném prostředí – fasádní palubky ze sibiřského modřínu

Výsledky sledované v kombinaci s WPC obkladem na obrázku č. 115 opět potvrdily nutnost provedení úpravy lepené plochy. I v této kombinaci jsem naměřila podobné hodnoty jako v případě laboratorních zkoušek. Domnívám se, že u této kombinace je možné sledovat mírný vliv prostředí na maximální protažení lepeného spoje při porušení. Především v kombinaci se systémem Sika, kdy u obou obkladů došlo ke snížení protažení až o cca 61 %. K ověření této hypotézy by bylo nutné zkoušet sadu více vzorků. Z výsledků

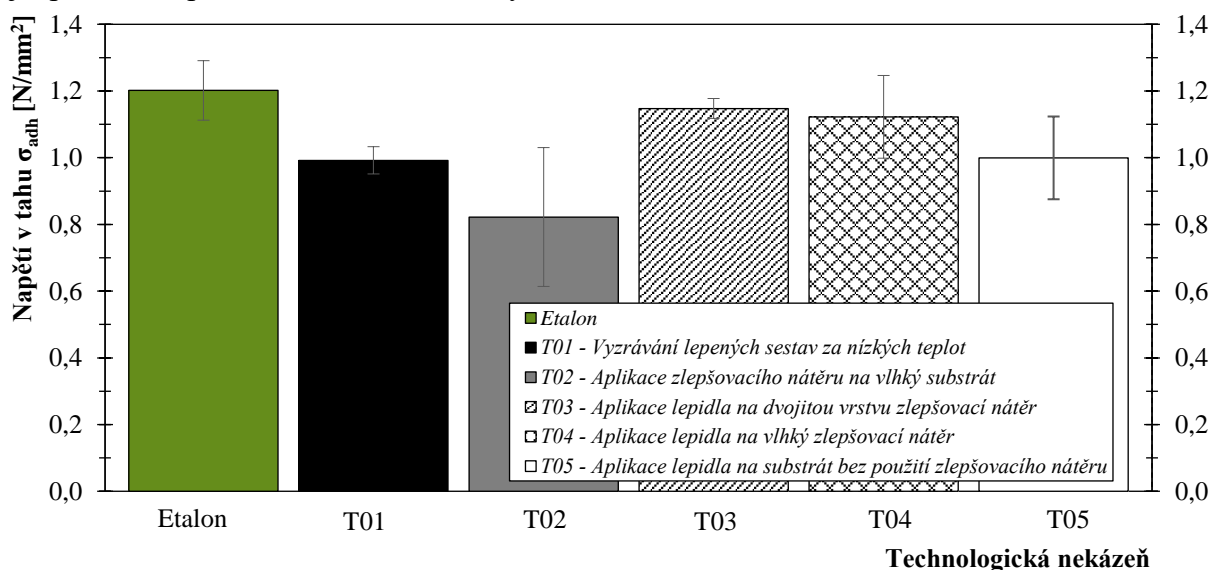
je možné pozorovat, že vliv reálného prostředí na systém Dinitrol není tak značný, jako vliv vybraných metod kondicionování. U obou zkušebních obkladů jsem naměřila o cca 60 % vyšší napětí na lepené ploše.



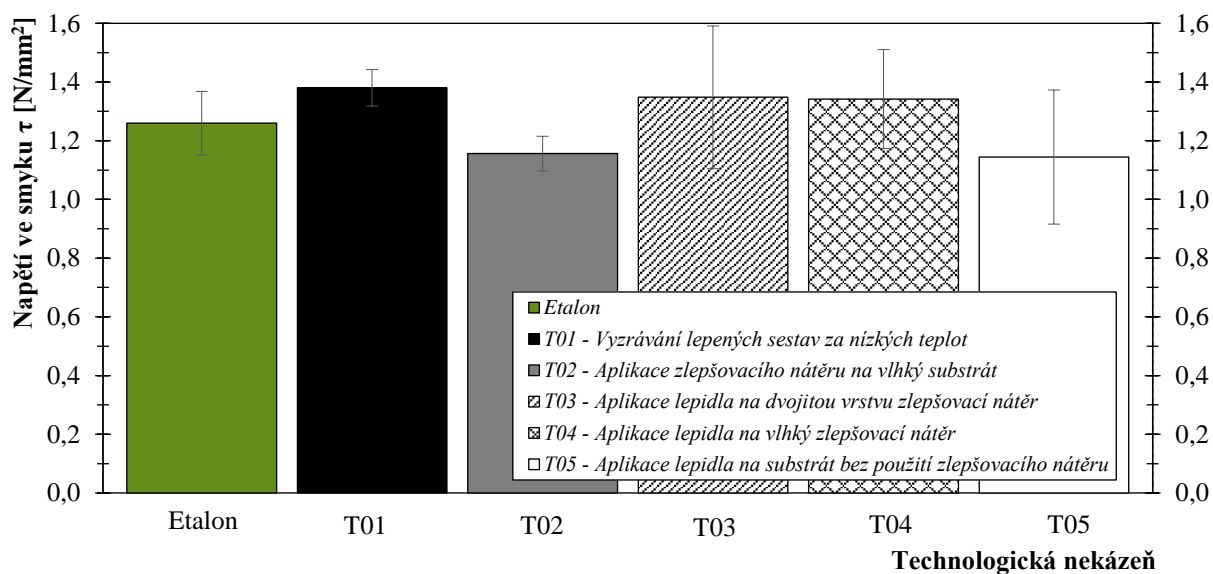
Obrázek č. 115 – Porovnání napětí na lepené ploše a poměrného prodloužení vzorků kondicionovaných v laboratoři a v reálném prostředí – dřevoplastový obklad

Druhý nestandardní přístup k posouzení adhezních vlastností lepených sestav byl zaměřen na vliv technologické nekázně. Ačkoliv se jedná pouze o případovou studii, její výsledky ukazují, že ne vždy nedodržení doporučeného technologického postupu musí nutně vést k předčasnému porušení spoje či ke snížení adhezních vlastností.

Jak je patrné z grafického porovnání na obrázku č. 116 a obrázku č. 117, hodnoty naměřené u obou zkušebních metod, tj. přídržnost a pevnost ve smyku, jsou velice podobné. Především u vzorků etalonu, a to včetně přesnosti měření vyjádřeného směrodatnou odchylkou. Dále je zřejmé, že nejzápornější vliv na mechanické vlastnosti lepené sestavy má nekázeň T02, tj. aplikace zlepšovacího nátěru na vlhký substrát.

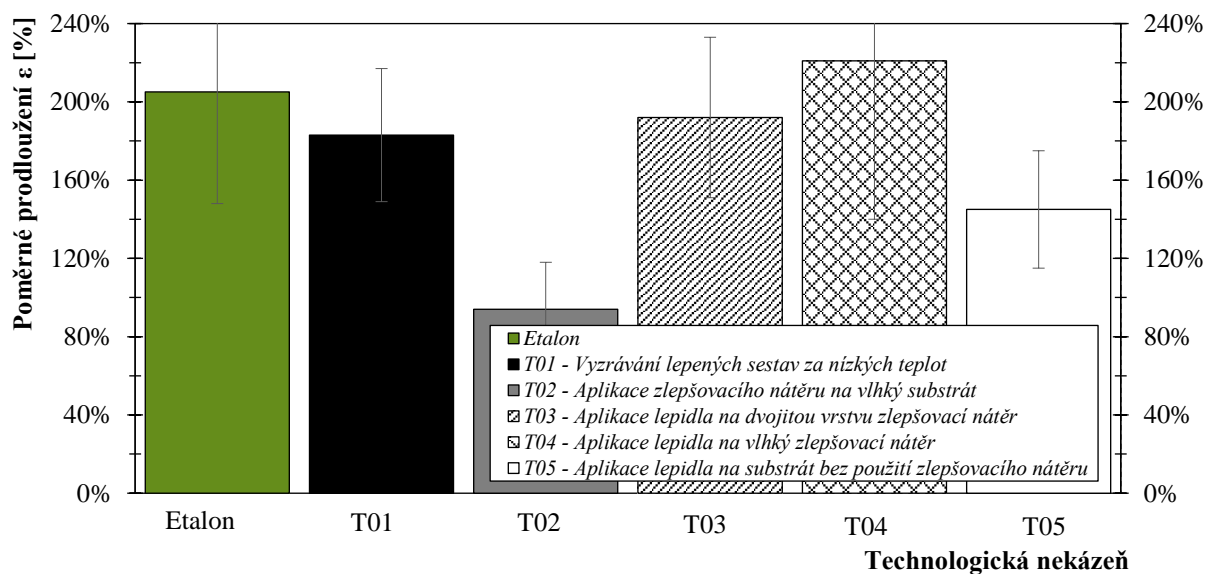


Obrázek č. 116 – Porovnání průměrných přídržností lepených sestav při tahovém namáhání v N/mm²

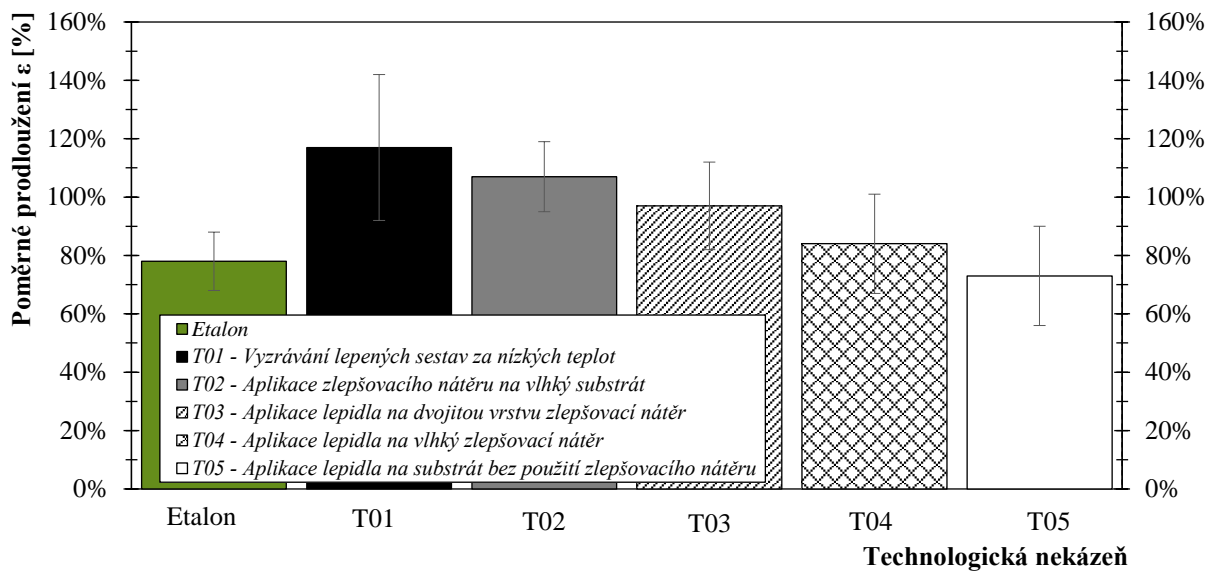


Obrázek č. 117 – Porovnání průměrného napětí na smykové ploše v N/mm²

Grafická porovnání tažnosti lepeného spoje prezentovaná na obrázku č. 118 a na obrázku č. 119 ovšem demonstrují značný rozptyl naměřených hodnot. Domnívám se, že tento rozptyl může být potvrzením vlivu nekážň na účinnost spoje. Předpokládám, že další měření by tuto hypotézu mohla potvrdit či vyvrátit.



Obrázek č. 118 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav při tahovém namáhání



Obrázek č. 119 – Porovnání průměrného prodloužení lepených sestav ve smyku při tahovém namáhání

7. PŘÍNOS PRO VĚDNÍ OBOR A PRAXI

V předložené disertační práci prostřednictvím rozsáhlého výzkumu z oblasti lepených spojů fasádních obkladů ze dřeva a materiálů na bázi dřeva prezentuji výsledky, jež považuji za přínosné jak pro vědní obor, tak i pro stavební praxi.

Přínos práce bych shrnula v několika bodech:

- + Potvrzení hypotézy, že montážní systémy jsou adekvátní náhradou tradičních metod spojování, kdy výstupy metody plošného zatěžování ukázaly, že nejslabším článkem celého fasádního systému je spoj mechanický nikoliv lepený.
- + Potvrzení složitosti studia adheze a definice adhezních vlastností. Bez rozdílu druhu materiálu, studium této oblasti vyžaduje vedle makroskopického rovněž mikroskopický přístup.
- + Výsledky dokazují, že ne všechny materiály jsou vhodné k lepení, i když výrobci montážních systémů uvádějí opačnou informaci (viz výsledky v kombinaci s WPC obkladem).
- + Potvrzení vhodnosti vybraných tahových zkoušek za účelem stanovení adhezních vlastností lepených sestav. Kdy není vhodné zkoušet minimální doporučený počet zkušebních vzorků. Naopak, tento přístup je zcela nevhodný.
- + Prokázání skutečnosti, že hodnoty pevnosti a poměrného prodloužení lepených sestav se mohou výrazně lišit u různých druhů materiálů a současně i v porovnání s hodnotami deklarovanými výrobcí montážních systémů. Tato skutečnost pouze potvrzuje hypotézu, že je vhodné zkoušet vybranou kombinaci materiálů, nikoliv vycházet pouze z informací uvedených v technických listech.
- + Bylo potvrzeno, že i v případě adhezního porušení lepeného spoje, jež poukazuje na špatné adhezní vlastnosti lepeného povrchu, může být dosaženo vysokých sil při jeho porušení a velkého poměrného prodloužení. Je tedy vhodné tomuto problému věnovat zvýšenou pozornost a lepený povrch upravit takovým způsobem, jenž pozitivně ovlivní způsob porušení spoje.
- + Zpracovaná analýza výsledků demonstruje vliv tuhosti vybraného montážního systému na mechanickou odolnost fasádního systému.
- + Pro některé materiály fasádních obkladů, například Cetriz Basic nebo masivní dřevěná lepená deska, je lepený spoj vhodnějším způsobem uchycení z důvodu velké teplotní a vlhkostní roztažnosti obkladu. Výstupy zkoušek také ukazují, že tento způsob kotvení je vhodnější pro velkoformátové obklady. Rozměr obkladu však není limitující element, jak nasvědčují kladné výsledky v kombinaci s fasádními palubkami.
- + Významným přínosem práce je také sestavení a detailní popis základních kroků zkušební metodiky vhodné pro ověření adhezních vlastností různých materiálů. Nejen zde představených. Postup je aplikovatelný pro účely zkoušení nejenom fasádních lepených spojů.
- + Optimalizace návrhu velikosti fasádního obkladu s využitím implementačních kroků. Disertační práce obsahuje popis největších úskalí návrhu, která ovlivňují životnost fasádní konstrukce. Popsaný postup návrhu je obdobný pro jakýkoliv jiný typ softwaru používaného pro statickou analýzu konstrukcí.

- + Ověření možnost využití metody plošného zatěžování za účelem stanovení spolupůsobení jednotlivých komponent fasádního systému. Zvolená metoda poskytuje komplexní informace o chování fasádního segmentu při působení tahového namáhání při cyklickém zatěžování zkušební vzorku (sledování vlivu na únavovou pevnost spoje apod.).
- + Posledním nepochybným přínosem této práce je řada publikovaných odborných článků, jež vedly k rozšíření řešené problematiky do širšího povědomí odborné veřejnosti. Publikované výsledky a informace mohou podpořit častější použití montážních systémů v kombinaci s obklady ze dřeva a na bázi dřeva.

Sestavená metodika zkoušení adhezních vlastností materiálů, kroky zkušebních postupů a metodika analýzy výstupů jsou upotřebitelné i v oblasti pedagogické.

Jedná se o prostředek umožňující například:

- Představení problematiky lepených spojů a lepení samotného.
- Charakteristiku kladů a záporů lepených spojů (nejenom fasádních).
- Představení kroků metody plošného zatěžování.

Vybrané kapitoly této práce mohou sloužit jako příklad vlivu působení teploty a vlhkosti na stavební materiály aj.

7.1. Možnosti dalšího rozvoje výzkumu řešené problematiky

Výsledky a analýza výstupů experimentálního výzkumu prezentovaného v předložené disertační práci nabízí hned několik oblastí rozvoje možného budoucího výzkumu.

Jedná se například o následující oblasti:

- Oblast vlivu teploty na vlastnosti fasádního spoje (např. pevnost a životnost). Konkrétně je možné se zabývat studiem vlivu působení reálného prostředí na lepený spoj a následně porovnat tyto výstupy s laboratorními měřeními. Vhodné je také zaměřením se na více typů metod kondicionování a zkoušení jejich kombinací, tj. například vliv vysoké teploty, vysoké vlhkosti prostředí a UV záření.
- Oblast vlivu rozdílné tloušťky vrstvy lepidla na pevnost lepeného fasádního spoje, oblast pružných lepidel doposud nebyla dostatečně prozkoumána a popsána.
- Oblast ovlivnění adhezních vlastností materiálů vybranou úpravou lepených ploch. Příkladem je například dřevoplastový obklad, kde by bylo vhodné posoudit vliv plastové složky na adhezní vlastnosti, či zpracovat posouzení vlivu poměru plastové a dřevěné složky materiálu apod.
- Oblast vlivu technologické nekázně na adhezní vlastnosti a na soudržnost lepeného spoje. Posouzení vlivu kombinací nekázní, jež by mohly nastat i v praxi, například kombinace vlhkého materiálu, dvojité vrstvy zlepšovacího nátěru a prachu.
- Oblast montážních lepidel. Popsaná metodika je aplikovatelná i na tato lepidla. Vliv teploty, vlhkosti či technologické nekázně v souvislosti s těmito lepidly také doposud nebyl dostatečně vyzkoumán a popsán.

Stručný návrh možných oblastí dalšího výzkumu je důkazem přínosu problematiky zpracované v této disertační práci.

8. ZÁVĚR

Hlavním cílem této disertační práce bylo zkoumání adheze a adhezních vlastností lepených povrchů fasádních obkladů z materiálů na bázi dřeva.

Úvodem práce jsem se zabývala charakterizací hlavních znaků konceptu provětrávaných fasádních systémů a následně popisem adheze a adhezních vlastností lepených povrchů, které jsou dnes velmi často považovány za komplikovaný fenomén založený na hledání mezioborových souvislostí. Především z oblasti chemie, fyziky a mechaniky. Vzájemné vztahy a souvislosti v práci zkoumám prostřednictvím rozsáhlého experimentálního výzkumu z oblasti lepených spojů, který jsem rozdělila do tří na sebe navazujících etap. Jedná se o etapu I., orientovanou na stanovení fyzikálně - mechanických vlastností lepených sestav, etapu II., v níž se věnuji návrhu optimální velikosti fasádního obkladu pomocí numerického modelu metodou MKP a etapu III., zaměřující se na ověření odolnosti lepených fasádních segmentů plošným zatěžováním. Tyto hlavní části práce jsem doplnila samostatnou kapitolou věnující se oblasti nestandardního zkoušení lepených spojů. Konkrétně se jedná o posouzení vlivu reálného prostředí a stanovení vlivu technologické nekázně.

Nejvýznamnější přínos předložené práce spatřuji v prokazatelném potvrzení hypotézy, že montážní systémy jsou vhodnou náhradou tradičních metod spojování. Tuto skutečnost jsem prokázala především prostřednictvím využití metody plošného zatěžování, kdy nejslabším článkem celého fasádního systému byl spoj mechanický nikoliv lepený. Možnosti využití metody plošného zatěžování za účelem ověření spolupůsobení jednotlivých komponent fasádního systému jsem ověřila v etapě III. Zvolená metoda dle mého názoru poskytuje komplexní informace o chování fasádního segmentu při působení tahového namáhání s možností využití cyklického zatěžování zkušební vzorku. Kromě výše uvedeného umožňuje i sledování vlivu kladných nebo negativních tlaků na únavovou pevnost konstrukčních spojů apod.

Dále jsem ověřila, že bez rozdílu druhu materiálu studium adheze a adhezních vlastností lepených povrchů vyžaduje nejenom makroskopické pojetí řešení problematiky, kterého jsem využívala při zpracování této práce, ale i mikroskopický přístup se zaměřením na zkoumání fyzikálně - chemických vlastností. Mimo to, prezentované výstupy ukazují, že ne všechny materiály fasádních obkladů jsou vhodné k lepení v *syrovém*⁷⁴ stavu, přestože výrobce montážního systému uvádí opačnou informaci. Prezentované výstupy etapy I. potvrzují, že zlepšení adhezních vlastností je možné dosáhnout provedením i jednoduché úpravy lepených ploch. Právě volba povrchové úpravy vyžaduje mikroskopickou studii povrchů. Domnívám se, že se jedná o jednu z vhodných oblastí budoucího výzkumu. Ideálním příkladem je dřevoplastový obklad, kde prostřednictvím zdrsnění lepené plochy došlo ke zlepšení adhezních vlastností povrchu o 100 %.

Jak uvádím výše, v etapě I. jsem také potvrdila, že vybrané tahové zkoušky jsou velmi vhodné pro stanovení adhezních vlastností lepených sestav. Nicméně pro dodržení normativních doporučení na tzv. opakovatelnost a reprodukovatelnost jednotlivých měření,

⁷⁴ Zde myšleno jako materiál, resp. lepená plocha, u něhož nebyla provedena žádná úprava lepeného povrchu, například aplikací čistícího či zlepšovacího nátěru.

či za účelem získání statisticky relevantní skupiny dat, je zcela nevhodné zkoušet minimální doporučený počet zkušebních vzorků.

Značný přínos práce také spatřuji ve formulaci metodického postupu etapy II. a jejích výstupech, které jasně demonstrují, že mechanická odolnost fasádního systému může být ovlivněna poddajností vybraného montážního systému. Ačkoliv tuhost spoje není definována pouze vlastnostmi lepidla samotného, prezentované výsledky ukazují, že nepřilíš tvárné lepidlo může být příčinou výskytu předčasných poruch. Oblasti tuhosti lepených spojů byla v soudobé literatuře doposud věnována velice malá pozornost, přestože má tato vlastnost zásadní vliv na maximální možný rozměr fasádního obkladu a často i jeho životnost. Zatímco pro materiály křehké, zde zastoupeno obkladem Cetris Basic, jsou vhodná lepidla k jejichž plastické deformaci dochází při nižším zatížení, obklady houževnaté, zde např. dřevoplast, mohou být spojovány i lepidly méně tvárnými.

BIBLIOGRAFIE

- [1] PETRIE E.M. *Handbook of Adhesives and Sealants*. 2. vyd. New York, NY: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2007. 765 s. ISBN 978-0-071-47916-5.
- [2] DA SILVA L.F.M., ÖCHSNER A. & ADAMS R.D. *Handbook of Adhesion Technology*. 1. vyd. Berlín: Springer-Verlag, 2011. 1568 s. ISBN 978-3-642-01168-9.
- [3] EBNESAJJAD S. *Adhesives Technology Handbook*. 2. vyd. New York: William Andrew, 2008. 387 s. ISBN 978-0-8155-1533-3.
- [4] EBNESAJJAD S. *Surface Treatment of Materials for Adhesive Bonding*. 2. vyd. Londýn, UK: William Andrew, Elsevier, 2014. 341 s. ISBN 978-0-323-26435-8.
- [5] KUCZMASZEWSKI, J. *Fundamentals of metal-metal adhesive joint design*. Lublin: Lublin University of Technology. Polish Academy of Sciences, Lublin Branch, 2006. 199 s. Vedoucí dizertační práce prof. dr hab. inž. Robert Sikora.
- [6] MITTAL K.L. & PIZZI A. *Handbook of Adhesive Technology: Revised and Expanded*. 2. vyd. New York, NY: CRC Press, 2003.
- [7] MITTAL K.L. *Progress in Adhesion and Adhesives*. 2. vyd. New Jersey: Wiley, 2017. 437 s. ISBN 978-1-119-40638-9.
- [8] LEE L.H. *Fundamentals of adhesion*. New York, NY: Plenum Press, 1991.
- [9] LACOMBE R. *Adhesion Measurement Methods*. 1. vyd. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. 439 s. ISBN 0-8247-5361-5.
- [10] *Adhesion*. [online] URL: <<http://www.dictionary.com/browse/adhesion>> [cit. 2017-07-22].
- [11] *Van der Waalsovy síly*. [online] URL: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Van_der_Waalsovy_sily> [cit. 2017-09-19].
- [12] WU, S. *Polymer Interface and Adhesion*. 1. vyd. New York: Marcel Dekker, 1982. 630 s. ISBN 978-0-8247-1533-0.
- [13] ČSN EN 923. *Lepidla - Termíny a definice*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016. 64 s. Třídící znak 66 8501.
- [14] BLAŽÍČEK O. J. & KROPÁČEK J. *Slovník pojmů z dějin umění: Názvosloví a tvarosloví architektury, sochařství, malířství a užitého umění*. 2. vyd. Praha: Aurora, 2013. 480 s. ISBN 978-80-7299-104-4.
- [15] *Fasáda*. [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Fasáda>> [cit. 2018-05-31].
- [16] ČSN EN 13119. *Lehké obvodové pláště - Terminologie*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018. 24 s. Třídící znak 74 7200.
- [17] ČSN 74 7251. *Skládané pláště, obklady a pláště z panelů – Požadavky na přesnost osazení, kvalitu a vzhled*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018. 24 s. Třídící znak 50 4195.
- [18] BARTOVSKÁ L. & ŠIŠKOVÁ M. *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*. [online]. 2005 [cit. 2018-01-10]. <http://147.33.74.135/knihy/uid_es-001/hesla/uhel_smaceni.html>.
- [19] ADAMSON A. W. & GAST, A. *Physical Chemistry of Surfaces*. 6. vyd. Los Angeles: John Wiley & Sons, 1997. ISBN: 0-471-14873-3.

- [20] ČSN EN ISO 291. *Plasty – Standarní prostředí pro kondicionování a zkoušení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 12 s. Třídící znak 64 0204.
- [21] KINLOCH A.J. *Adhesion and Adhesives: Science and Technology*. 1. vyd. Netherland: Springer, 1987. 441 s. ISBN 978-9-4015-7764-9.
- [22] *SikaTack® Panel System - Montážní systém pro provětrávané fasádní panely*. Brno: Sika CZ, s.r.o., 2016. 6 s.
- [23] OSTEN M. *Lepení plastických hmot*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1972. 152 s.
- [24] BENEŠ M. et al. Základní definice termínů vztahujících se k polymerům. *Chemické listy*. 1985, svazek 79, s. 281-295. ISSN 1213-7103.
- [25] *Polymer*. [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Polymer>> [cit. 2018-01-09].
- [26] *Isokyanát*. [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Isokyan%C3%A1t>> [cit. 2018-01-09].
- [27] *Polyol*. [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Polyol>> [cit. 2018-01-09].
- [28] SMEJKAL L. *Role polyolů v rezistenci lišejníků vůči mrazu*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně. Vedoucí práce Josef Hájek.
- [29] *Základní meteorologická terminologie*. [online] URL: <<http://portal.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/meteorologicka-terminologie>> [cit. 2018-01-09].
- [30] *NEXIS 32 rel. 3.60 Základní modul*. Brno: SCIA CZ, s.r.o., 2002. 356 s.
- [31] ČSN EN 828. *Lepidla – Smáčivost – Stanovení měřením kontaktního úhlu a volné povrchové energie pevného povrchu*. Praha: Ústav pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. 16 s. Třídící znak 66 8621.
- [32] ČSN EN 2781. *Letectví a kosmonautika – Nekovové materiály – Konstrukční lepidla – Zkušební metody – Stanovení tloušťky primeru*. Praha: Český normalizační institut, 1999. 8 s. Třídící znak 31 7529.
- [33] ČSN ISO 10365. *Lepidla – Označení hlavních typů porušení lepeného spoje*. Praha: Český normalizační institut, 1995. 5 s. Třídící znak 66 8509.
- [34] ASTM D 5573. *Standard Practice for Classifying Failure Modes in Fiber-Reinforced-Plastic (FRP) Joints*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2005. 3 s.
- [35] PUŠKÁR A. a kol. *Obvodové pláště budov – Fasády*. 1. vyd. Bratislava: Nakladatelství Jaga group, v.o.s., 2002. 311 s. ISBN 80-88905-72-9.
- [36] GABRIEL I. *Dřevěné fasády – materiály, návrhy, realizace*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 136 s. ISBN 978-80-247-3819-2.
- [37] KOLB J. *Dřevostavby – Systém nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.
- [38] KNAACK U. a kol. *Façades – Principles of Construction*. 2. vyd. Basilej: Birkhäuser Verlag GmbH, 2014. ISBN 978-3-03821-044-3.
- [39] BLAHA V. Kolik dřevostaveb se staví v České republice a kolik stojí?. *Dřevostavitel*, 2016. [online] URL: <<https://www.drevostavitel.cz/clanek/kolik-drevostaveb-se-stavi-v-ceske-republice>> [cit. 2018-04-12].
- [40] MRÁZKOVÁ Z. Fasády a zateplení – při rekonstrukci domu jedna z nejdůležitějších částí. *Stavebnictví3000.cz*, 2014. URL: <<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/fasady-a-zatepleni-pri-rekonstrukci-domu-jedna-z-nejdulezitejsich-casti/>> [cit. 2018-04-12].

-
- [41] *Facade*. [online] URL: < <http://www.dictionary.com/browse/facade> > [cit. 2017-09-17].
- [42] *Český internet s.r.o.* [online]. POJAR P. (Česká republika) [cit. 2017-09-17]. URL: <<https://www.ceskestavby.cz/jak-se-stavi-dum/fasada-omitky-5656.html#odstavec12>>.
- [43] BIRKELAND Ø. *Curtain Walls*. Norwegian Building Research Institute, 1962. 72 s.
- [44] *EzineArticles.com* [online]. ROBINSON D.A. (Velká Británie) [cit. 2018-05-06]. URL: <<http://ezinearticles.com/?A-Potted-History-of-Rainscreen-Cladding&id=2090843>>.
- [45] *EQUITONE – Planning and Application Guide*. Burton upon Trent: MarleyEternit, 2014. 176 s. [online]. URL: <<http://marleyeternit.co.uk>>. [cit. 2018-05-06].
- [46] *European History of Rain Screen, Climate Shield Systems*. [online]. URL: <<http://www.climate-shield.com/european-climate-shield-history>> [cit. 2018-05-07].
- [47] *Regional Enterprise Tower*. [online] URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Regional_Enterprise_Tower> [cit. 2018-05-07].
- [48] BIKAS D. a kol. Ventilated Facades: Requirements and Specifications Across Europe. *Procedia Environmental Sciences*. 2017, roč. 38, s. 148-154. DOI: 10.1016/j.proenv.2017.03.096.
- [49] ŠAGÁT E. *Větrání obvodových pláštů budov*. Brno, 2016. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Vedoucí práce Libor Matějka.
- [50] LIŠKA P. *Revitalizace vybraných lehkých obvodových pláštů budov, realizovaných u nás do roku 1990*. Brno, 2016. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Vedoucí práce Barbora Kovářová.
- [51] IBAÑEZ-PUY M. et al. Opaque Ventilated Façades: Thermal and energy performance review. *Renew. Sustain. Energy. Rev.* 2017, roč. 79, s. 180–191. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.059.
- [52] DE GRACIA A. et al. Numerical modelling of ventilated facades: a review. *Renew. Sustain. Energy. Rev.* 2013, roč. 22, s.539–549. DOI: 10.1016/j.rser.2013.02.029.
- [53] JONSSON R. *Prospects for timber frame in multi-storey house building in England, France, Germany, Ireland, the Netherlands and Sweden*. Sweden. 2009, 30 s. ISBN 978-91-7636-668-4.
- [54] FIŠAROVÁ Z., KALOUSEK L., FRANK M. et al. The influence of ventilated façade on sound insulation properties of envelope walls. *MATEC Web of Conferences*. 2017, roč. 93. DOI: 10.1051/mateconf/20179303003.
- [55] FIŠAROVÁ Z., KALOUSEK L. & FRANK M. Laboratory airborne sound insulation testing of various compositions of timber buildings' envelope walls and their mutual comparison. *Akustika*. 2016, roč. 24, s. 16-24. ISSN: 1801-9064.
- [56] JENSEN G. Fire spread modes and performance of fire stops in vented façade constructions – overview and standardization of test methods. *MATEC Web of Conferences*. 2013, roč. 9, s. 02002. DOI: doi.org/10.1051/mateconf/20130902002.
- [57] BUCHANAN A.H. Fire performance of timber construction. *Prog. Struct. Eng. Mat.* 2000, roč. 2, s. 1528-2716. DOI: 10.1002/1528-2716(200007/09)2.
- [58] RUSINOVÁ M. & ŠLANHOF J. Fire Safety of Apartment Buildings Fabricated from Glued Sandwich Panels Compared with the more Frequently Used Structural Systems. *Appl. Mech. Mater.* 2017, roč. 861, s. 104-111. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.861.104.
-

- [59] IVORRA S., GARCÍA-BARBA J., MATEO M. et al. Partial collapse of a ventilated stone façade: Diagnosis and analysis of the anchorage system. *Eng. Fail. Anal.* 2013, roč. 31, s. 290-301. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.01.045](https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.01.045).
- [60] FUČILA J. & SZOMOLÁNYIOVÁ K. *Montované prvky: vonkajšie a vnútorné montované obklady, podhl'ady, podlahy a priečky*. Nakladateľství Jaga group, v.o.s., 2005. 247 s. ISBN 80-80760-15-2.
- [61] ČERMÁK S. *Návrh fasádneho obkladu ze dřeva a z materiálů na jeho bázi*. Brno, 2013/20146. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Lesnická a dřevařská fakulta. Vedoucí práce Helena Křenková.
- [62] KUKLÍK P. a kol. *Dřevěné konstrukce*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2005. 188 s. ISBN 80-01-03310-4.
- [63] *Velký požár Londýna*. [online] URL:<https://cs.wikipedia.org/wiki/Velký_požár_Londýna> [cit. 2016-01-05].
- [64] KRÁL P. & HRÁZSKÝ J. Dřevěné fasády. In *Vše o dřevě v interiéru a exteriéru* (ed. VODIČKOVÁ E.). Bratislava: Jaga group, 2008. s. 47-50. ISSN 1335-9177.
- [65] HRAPKOVÁ L., RYCHTÁŘ J. & VESELÝ V. Fasádní obklady dřevěné a z materiálů na bázi dřeva. *Stavební partner*. 2012, roč. 1, č. 1, 13 s.
- [66] *COLLÈGE ROSA - PARKS*. [online] URL:<<https://architopik.lemoniteur.fr>> [cit. 2018-07-05].
- [67] ČSN EN 350. *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Zkoušení a klasifikace odolnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva proti biologickým činitelům*. Praha: Ústav pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017. 72 s. Třídící znak 49 0081.
- [68] BURCHARDT B. R. & MERZ P. W. Elastic Bonding and Sealing in Industry. In *Handbook of Adhesives and Sealants*. 2. vyd. Elsevier Science Ltd, 2006. 487 s. ISBN 978-0-08-044708-7. Kapitola 6, s. 355-xlii.
- [69] NICHOLSON C. *History of Adhesives*. ESC Report 1 (2). Chicago: BSA, 1991.
- [70] WADLEY L. Putting ochre to the test: replication studies of adhesives that may have been used for hafting tools in the Middle Stone Age. *J. Hum. Evol.* 2005, roč. 49, č. 5, s. 587-601. DOI: doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.06.007.
- [71] *Klih*. [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Klih>> [cit. 2017-09-21].
- [72] SHASHOUA Y., BRADLEY S. M. & DANIELS V. D. Degradation of Cellulose Nitrate Adhesive. *Studies in Conservation*. 1992, roč. 37, s. 113-119.
- [73] GOLAND M. & REISSNER E. The stresses in cemented joints. *J. Appl. Mech. Trans.* 1944, ASME 66 roč.11, s. A17-A27.
- [74] PRANE J. W. *Newly Revised Rauch Guide Remains Comprehensive Source: Adhesives Age*. 1. vyd. Manchester, VT: Impact Marketing Consultants, Inc., 1996.
- [75] *Základy teorie lepení*. Poradenské centrum společnosti LEAR, a.s. URL: <<http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/lepeni.html>> [cit. 2017-05-12].
- [76] PACKHAM D. E. The Mechanical Theory of Adhesion: Changing Perceptions 1925 - 1991. *J. Adhesion*. 1992, roč. 39, s. 137-144. DOI: doi.org/10.1080/00218469208026545.
- [77] DERJAGUIN B. V. & SMILGA V. P. Electronic Theory of Adhesion. *J. Appl. Phys.* 1967, roč. 38, s. 4609-4616. DOI: doi.org/10.1063/1.1709192.

- [78] OSTEN M. *Práce s lepidly a tmely*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996. 129 s. ISBN 80-7169-338-3.
- [79] MITTAL K.L. & LEE K.W. *Polymer Surfaces and Interfaces: Characterization, Modification and Application*. Utrecht, Netherlands: VSP, 1997.
- [80] ZISSMAN W.A. Influence of constitution of Adhesion. *Handbook of Adhesives*. 2. vyd. (I. SKEIST, ed.). New York: Van Nostrand Reinhold, 1977.
- [81] MACHALICKÁ K., VOKÁČ M. & ELIÁŠOVÁ M. Influence of Artificial Aging on Structural Adhesive Connections for Façade Applications. *Int. J. Adhes. Adhes.* 2018, roč. 83, s. 168-177. DOI: doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2018.02.022.
- [82] GENT A.N. & HAMED G.R. Fundamentals of adhesion. *Handbook of Adhesives* (I. SKEIST, ed.). 3. vyd. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 39-73 s. ISBN 978-1-461-28019-4.
- [83] HOLUB J. *Smáčivost povrchu vůči kapalinám a druhá viskozita kapalin*. Brno, 2010. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Simona Fialová.
- [84] NHAMOINESU S. & OVEREND M. The Mechanical Performance of Adhesives for a Steel-Glass Composite Façade System. *Proceedings of Challenging Glass 3 – Conference on Architectural and Structural Applications of Glass*. Bos, Louter, Nijse, Veer (Eds.), TU Delft, 2012.
- [85] HALDIMANN M., LUIBLE A. & OVEREND M. Structural use of glass. In *Structural Engineering Documents SED10, International Association for Bridge and Structural Engineering IABSE*, Zurich, May 2008.
- [86] LICARI J.J. & SWANSON D.W. Chemistry, Formulation, and Properties of Adhesives. In *Materials and Processes for Electronic Applications, Adhesives Technology for Electronic Applications*. 2. vyd. William Andrew Publishing, 2011. Kapitola 3, s. 75-141. DOI: doi.org/10.1016/B978-1-4377-7889-2.10003-8.
- [87] COGNARD P. *Adhesives and Sealants: Basic Concepts and High-Tech Bonding*. 1. vyd. Oxford: ELSEVIER Ltd., 2005. 511 s. ISBN 0-08-044554-3.
- [88] *What are polyurethane adhesives?*. [online]
URL:<<http://www.adhesiveandglue.com/polyurethane-adhesive.html>> [cit. 2016-10-19].
- [89] STRØBECH CH. Polyurethane adhesives. *Int. J. Adhes. Adhes.* 1990, roč. 10, s. 225-228. DOI: doi.org/10.1016/0143-7496(90)90108-A.
- [90] *What is a modified silane adhesive?*. [online]
URL:<<http://www.adhesiveandglue.com/modified-silane.html>> [cit. 2016-10-19].
- [91] GUILLAUME S. M. Advances on the Synthesis of Silyl-Modified Polymers (SMPs). *Polym. Chem.* 2018, roč. 9, s. 1911-1926. DOI: 10.1039/c8py00265g.
- [92] HASTUTI S.A., SUHARTY N.S.B. & TRIYONO. Joint strength of mixed silyl modified polymer-epoxy adhesive on single lap joint etched aluminum. *Jurnal Teknologi*. 2017, roč. 7, s. 39-44. DOI: 10.11113/jt.v79.11873.
- [93] OSTEN M. *Práce s lepidly a tmely*. 2. vyd. Praha: STNL, 1982. 283 s.
- [94] OSTEN M. *Práce s lepidly a tmely*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996. 129 s. ISBN 80-7169-338-3.

- [95] DUKES W.A. & BRYANT R.W. The Effect of Adhesive Thickness on Joint Strength. *J. Adhesion*. 1969, roč. 1, s. 48-53. DOI: doi.org/10.1080/00218466908077374.
- [96] LIJUAN L., CHENGUANG H. & TOSHIYUKI S. Effect of adhesive thickness, adhesive type and scarf angle on the mechanical properties of scarf adhesive joints. *Int. J. Solids. Struct.* 2013, č. 50, s. 4333-4340. DOI: doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2013.09.005.
- [97] BANE M.D. & DA SILVA L.F.M. Mechanical Characterization of Flexible Adhesive. *J. Adhesion*. 2009, roč. 85, s. 261-285. DOI: doi.org/10.1080/00218460902881808.
- [98] DAVIES P. et al. Influence of adhesive bond line thickness on joint strength. *Int. J. Adhes. Adhes.* 2009, roč. 29, s. 724-736. DOI: doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2009.03.002.
- [99] BANE M.D., DA SILVA L.F.M. & CAMPILHO R.D.S.G. The Effect of Adhesive Thickness on the Mechanical Behavior of a Structural Polyurethane Adhesive. *J. Adhesion*. 2016, roč. 91, s. 331-346. DOI: doi.org/10.1080/002184642014903802.
- [100] BOUTAR Y. et al. Effect of adhesive thickness and surface roughness on the shear strength of aluminium one-component polyurethane adhesive single-lap joints for automotive applications. *J. Adhes. Sci. Technol.* 2016, roč. 30, s. 1913-1929. DOI: doi.org/10.1080/01694243.2016.1170588.
- [101] AKHAVAN-SAFAR A., AYATOLLAHI M.R. & DA SILVA L.F.M. Strength prediction of adhesively bonded single lap joints with different bondline thickness: A critical longitudinal strain approach. *Int. J. Solids. Struct.* 2017, roč. 109, s. 189-198. DOI: doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2017.01.022.
- [102] TRHOŇ P. *Analýza lepidel ve všeobecném strojírenství*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Jaroslav Kubíček.
- [103] KRÜGER G. & SCHNEIDER R. An Elastic Adhesion System for Structural Bonding of Facade Panels. *Otto – Graf – Journal*. 1999, roč. 10, s. 87-98.
- [104] STRAALLEN IJ. J. a kol. Structural Adhesive Bonded Joints in Engineering – drafting design rules. *Int. J. Adhes. Adhes.* 1998, roč. 18, s. 41-49.
- [105] PASTERNAK H. & CIUPACK Y. Development of Eurocode-based design rules for adhesive bonded joints. *Int. J. Adhes. Adhes.* 2014, roč. 53, s. 97-106. DOI: doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2014.01.011.
- [106] NOVOTNÝ M. *Vliv venkovní teploty na vlastnosti výztužné vrstvy při realizaci ETICS*. Brno, 2013. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Vedoucí práce Petr Lízal.
- [107] ŠAFÁŘOVÁ M. *Stabilizace plochých střech lepením*. Brno, 2017. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Vedoucí práce Miloš Kalousek.
- [108] PETŘÍČEK T. *Adheze spojů asfaltových pásů mechanicky kotvených*. Brno, 2013. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Vedoucí práce Karel Šuhajda.
- [109] ANDERSON G. P., DEVRIES K. L. & SHARON G. Evaluation of Adhesive Test Methods. In MITTAL K.L. (eds) *Adhesive Joints Formation, Characteristics, and Testing*. 1. vyd. Boston, MA: Springer US, 1984. Kapitola Evaluation and Characterization, s. 269-287.

- [110] MACHALICKÁ K. & ELIÁŠOVÁ M. Adhesive joints in glass structures: effects of various materials in the connection, thickness of the adhesive layer, and ageing. *Int. J. Adhes. Adhes.* 2017, roč. 72, s. 10-22. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.09.007.
- [111] WOLF A. T. Classification of degradation factors. In WOLF A.T. (eds) *Durability of building sealants*. 1. vyd. Cachan: RILEM Publ., 1999. s. 37-40.
- [112] KRÜGER G. & VÖLKEL G.E. Actual problems of structural sealant glazing. In *Otto – Graf Journal*. 1998, roč. 10, s. 1-8.
- [113] ETAG 002. *Structural Sealant Glazing Kits*. Brusel: European Organisation for Technical Approvals, 2001. 97 s. [online] URL: <<http://www.eota.org>>.
- [114] ČSN EN ISO 9142. *Lepidla-Směrnice k výběru laboratorních podmínek stárnutí pro hodnocení lepených spojů*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 28 s. Třídící znak 66 8538.
- [115] ČSN EN ISO 11431. *Stavební konstrukce - Těsnící hmoty – tmely - Stanovení přilnavosti/soudržnosti po vystavení účinkům tepla, vody a umělého světla přes sklo*. Praha: Český normalizační institut, 2003. 20 s. Třídící znak 72 2350.
- [116] ETAG 034. *Kits for External Wall Claddings – Part I: Ventilated Cladding Kits Comprising Cladding Components and Associated Fixings*. Brusel: European Organisation for Technical Approvals, 2012. 98 s. [online] URL: <<http://www.eota.org>>.
- [117] ETAG 034. *Kits for External Wall Claddings – Part II: Cladding Kits Comprising Cladding Components, Associated Fixings, Subframe and Possible Insulation Layer*. Brusel: European Organisation for Technical Approvals, 2012. 29 s. [online] URL: <<http://www.eota.org>>.
- [118] ČSN EN 12179. *Lehké obvodové pláště – Odolnost proti zatížení větrem – Zkušební metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2001. 8 s. Třídící znak 74 7202.
- [119] *Determination of the Resistance to Wind Loads of Partially Bonded Roof Waterproofing Membranes*. Brusel: European Organisation for Technical Approvals, 2003. 4 s. [online] URL:< http://www.sgpstandard.cz/editor/files/stav_vyr/dok_es/eta/tr/005.pdf> [cit. 2017-05-19].
- [120] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 129 s. Třídící znak 73 0035.
- [121] GERHARDT H.J. & JANSER F. Wind loads on wind permeable facades. *J. Wind. Eng. Ind. Aerod.* 1994, roč. 53, s. 37-48.
- [122] KAWAI H. Wind Loads on Double Skin Facades with Opening Windows. In *Proceedings of The Six Asia – Pacific Conference on Wind Engineering*. 1. vyd. 2005. s. 231-247.
- [123] KAWAI H. Wind force on double skin façade with building high grazing. In *Proceedings of The 12th International Conference on Wind Engineering*. 1. vyd. 2007. s. 311-318.
- [124] INCULETA D. R., NAVARRO M.G. & ISYUMOV N. The effects of an open double facade on structural and cladding wind loads. In *Proceedings of The 12th International Conference on Wind Engineering*. 2007. s. 319-326.
- [125] CHINO N., IWASA Y. & HAGIWARA T. et al. Wind load acting on double composite exteriors – A study on internal pressure of double composite exteriors. *J. Struc. Constr. Engng.* 1993, č. 448, s. 29-36.

- [126] CHINO N., IWASA Y. & SATO H. Field measurements of wind load on double composite exteriors. *Jour. Technol. Des.* 1997, č. 4, s. 25-30.
- [127] DIANA G., BELLOLI M. & GIAPPINO S. Wind Tunnel Testing Developments in the Last 50 Years. In *Proceedings of the Sixth European and African Conference on Wind Engineering*. 1. vyd. Cambridge: 2013, s. 151-180. ISBN-13 9780704428348.
- [128] MENDIS P., NGO T. & HARITOS N. Wind Loading on Tall Buildings. *Electronic Journal of Structural Engineering*. Special Issue: Loading on Structures. 2007. s. 9-21. ISSN 1443-9255.
- [129] GEURTS C.P.W., VAN STAALDUINEN P.C. & DE WIT M.S. Towards a reliable design of facade and roof elements against wind loading. *HERON*. 2004, roč. 49, č. 2, s. 171-187. ISSN 1574-4078.
- [130] ZAMMIT K. & OVEREND M. Transient Wind Loads on Complex Façades. [online] URL:< <https://www.gft.eng.cam.ac.uk/media/kz/49-zammit.pdf>> [cit. 2016-04-13].
- [131] LOUA W., HUANGA M. & ZHANG M. Experimental and zonal modeling for wind pressures on double-skin facades of a tall building. *Energ. Buildings*. 2012, roč. 54, s. 179-191. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.06.025](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.06.025).
- [132] FRIEDRICH D. & LUIBLE A. Measuring the wind suction capacity of plastics-based cladding using foil bag tests: A comparative study. *J. Build. Engng.* 2016, roč. 8, s. 152-161. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.job.2016.10.009](https://doi.org/10.1016/j.job.2016.10.009).
- [133] GERHARDT H.J. The Deformation and Wind Safety of Metal Facades. In *Proceedings of The International Conference on Building Envelope Systems Technology*. 1. vyd. Bath: 1997. s. 453-456.
- [134] *Report of Testing StrataClad® Wall System for compliance with the applicable requirements of the following criteria: AAMA 508-07, Voluntary Test Method and Specification for Pressure Equalized Rain Screen Wall Cladding Systems*. Edmonton: Intertek. 2013. 15 s.
- [135] *Test report no. D4387.01-901-44: AAMA 508-07: Voluntary Test Method and Specification for Pressure Equalized Rain Screen Wall Cladding Systems*. Lynden, WA: Architectural Testing, Inc. 2014. 14 s.
- [136] *Test report no. A9814.01-109-44: AAMA 508-07: Voluntary Test Method and Specification for Pressure Equalized Rain Screen Wall Cladding Systems*. Middlesex, NJ: Architectural Testing, Inc. 2016. 16 s.
- [137] *BDA Wind Uplift Tester*. Gorinchem: Kiwa BDA Testing B.V., 2016. 1 s.
- [138] MELCHER J. K problémům dimenzování nosných konstrukcí z konstrukčního skla. *Konstrukce*. 2005, č. 4, s. 1-8. ISSN 1803-8433.
- [139] SCHMID P., MELCHER J., KARMAZÍNOVÁ M. et al. Univerzální systém celoplošného zatěžování prvků stavebních konstrukcí. In *XXII. Mezinárodní konference CONSTRUMAT 2016*. 1. vyd. Stará Živohošť: 2016, s. 1-7.
- [140] KARMAZÍNOVÁ M. & MELCHER J. Glass-fibre-concrete applied for building facade panels subjected to wind load actions. *Adv. Mat. Res.* 2013, roč. 743, s. 58-62. DOI: [10.4028/www.scientific.net/AMR.743.58](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.743.58).
- [141] MELCHER J., KARMAZÍNOVÁ M., KRŠÍK J. et al. Verification of experiment of vacuum loading on slab. In *Advances and Trends in Engineering Sciences and*

- Technologies II – Proceedings of the 2nd International Conference on Engineering Sciences and Technologies*. 2017, 1. vyd. 1., s. 201-206. ISBN 978-131539382-7.
- [142] VASAN N. & STATHOPOULOS T. Experimental study of wind effects on unglazed transpired collectors. *Sol. Energy*. 2014, roč. 101, s. 138-149. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.solener.2013.11.037](https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.11.037).
- [143] ČSN EN 13830 ed. 2. *Lehké obvodové pláště – Norma výroby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016. 84 s. Třídící znak 74 7209.
- [144] ČSN 73 2577. *Zkouška přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci a měření, 1981. 4 s. Třídící znak 32691
- [145] ČSN EN 1465. *Lepidla – Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 12 s. Třídící znak 66 8510.
- [146] ČSN 73 2579. *Zkouška mrazuvzdornosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci a měření, 1981. 4 s. Třídící znak 32733.
- [147] ČSN 73 2581. *Zkouška odolnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí proti náhlým teplotním změnám*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci a měření, 1983. 8 s. Třídící znak 31163.
- [148] *Podklady pro projektování*. Hranice: CIDEM Hranice, a.s. – divize Cetris, 2011. 220 s.
- [149] *Cladding*. [Online] URL: <http://russwood.co.uk/cladding/siberian-larch> [cit. 2016-06-17].
- [150] *Technický list – SIBIŘSKÝ MODŘÍN*. Praha: m.t.a. spol. s r.o., 2018. 1 s.
- [151] *Agrop SWP Vícevrstvá masivní deska – Technická dokumentace*. Ptení: AGROP NOVA a.s., 2016. 64 s.
- [152] KLYOSOV A.A. *Wood-Plastic Composites*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 698 s. ISBN 978-0-470-14891-4.
- [153] *Polyethylen s vysokou hustotou*. [online] URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/Polyethylen_s_vysokou_hustotou [2017-08-18].
- [154] *Bezpečnostní list – Plotové wpc prkno NEXTWOOD*. Brno: DG Tip, spol. s r.o., 2013. 2 s.
- [155] ČSN EN 338. *Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016. 16 s. Třídící znak 73 1711.
- [156] *Dinitrol F500LP Polyflex: Technický list*. Liberec: AUTO-COLOR spol. s r.o., 2013. 5 s.
- [157] *Wall cladding panel engineering: Professional adhesive systems for exterior wall cladding panels*. Hertogenbosch, NL: Bostik B.V., 2017. 8 s.
- [158] *Simson 007: Technický list*. Hertogenbosch, NL: Bostik B.V., 2016. 2 s.
- [159] ČSN EN 828. *Lepidla – Smáčivost – Stanovení měřením kontaktního úhlu a volné povrchové energie pevného povrchu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. 16 s. Třídící znak 66 8621.
- [160] CHEW M.Y.L., Curing characteristics and elastic recovery of sealants. *Build. Environ.* 2001, roč. 36, s. 925-929.
- [161] BÖHM M. *Vliv vlhkosti na mechanicko-fyzikální vlastnosti OSB*. Praha, 2008. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce František Friess.

- [162] *Vylučování extrémních hodnot souboru.* [online] URL: <<https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn2/extremy.htm>> [cit. 2017-08-25].
- [163] ČSN 64 0528. *Plasty. Stanovení koeficientu délkové teplotní roztažnosti.* Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1993. 4 s. Třídící znak 32668.
- [164] ČSN EN 317. *Třískové a vláknité desky. Stanovení bobtnání po uložení ve vodě.* Praha: Český normalizační institut, 1995. 8 s. Třídící znak 49 0166.
- [165] JIRÁSEK M., ŠMILAUER V. & ZEMAN J. *Pružnost, pevnost, plasticita.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra mechaniky. 2016, 29 s.
- [166] *Tuhost.* [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Tuhost>> [cit. 2018-01-09].
- [167] *Kmitání.* [online] URL: <https://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/330/.content/files/dynamika_1_D11_kmitani_vlastni.pdf> [cit. 2018-07-10].
- [168] *Tuhost a poddajnost konstrukce.* [online] URL: <http://fast10.vsb.cz/koubova/cv_2_ZDK.pdf> [cit. 2018-07-10].
- [169] FOREJT M. *Teorie tváření a nástroje.* 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1991. 187 s. ISBN 80-214-0294-6.
- [170] *The Young Modulus.* [online] URL: <<https://www.tes.com/lessons/BrkqmHR0bQtaOw/the-young-modulus>> [cit. 2018-07-13].
- [171] SUCHSLAND O. Linear hygroscopic expansion of selected commercial particleboards. *Forest Prod. J.* 1972, roč. 22.
- [172] WU Q. & SUCHSLAND O. Linear expansion and its relationship to moisture content change for commercial oriented strandboards. *Forest Prod. J.* 1996, roč. 46, s. 76-83.
- [173] WU Q. In-plane dimensional stability of oriented strand panel: effect of processing variables. *Wood Fiber Sci.* 1999, roč. 31, s. 28-40.
- [174] WU Q. & PIAO CH. Thickness swelling and its relationship to internal bond strength loss of commercial oriented strandboard. *Forest Prod. J.* 1999, roč. 49.
- [175] MIKEŠ K. *Modelování ocelových a dřevěných konstrukcí pomocí MKP software* (text pro studenty předmětu Navrhování nosných konstrukcí). Praha: České vysoké učení technické, 2014. 21 s.
- [176] NEČASOVÁ B. & LIŠKA P. Sledování změn povrchu fasádních materiálů v čase vlivem okolního prostředí. In *Sborník abstraktů Juniorstav 2016.* 1. vyd. Brno: 2016. s. 1-9. ISBN 978-80-214-5312-8.
- [177] *Dřevěný bednicí nosník.* Praha: Česká Doka bednicí technika spol. s r.o., 2012. 20 s.
- [178] KUKLÍK P. & KUKLÍKOVÁ A. *Navrhování dřevěných konstrukcí: Příručka k ČSN EN 1995-1.* 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o., 2010. 140 s. ISBN 978-80-87093-88-7.
- [179] *Anizotropie.* [online] URL: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Anizotropie>> [cit. 2017-09-12].
- [180] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.* Praha: Český normalizační institut, 2004. 76 s. Třídící znak 73 0002.
- [181] *Meteostanice.* [online] URL: <http://www.hvezdarna.cz/?page_id=1255> [cit. 2018-07-10].
- [182] BOHUŠ Š. *Vývoj nových druhů plynotěsných a vodotěsných povrchových úprav.* Praha, 2013. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Vedoucí práce Rostislav Drochytka.

- [183] *Beaufortova stupnice*. [online] URL:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_stupnice> [cit. 2018-08-10].

9. PŘÍLOHY

9.1. Podrobné výsledky vyloučení extrémních hodnot

9.1.1. Vyloučení extrémních hodnot zkušebních vzorků pro stanovení přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Fasádní obklad	Lepicí systém	Způsob kondicionování ⁷⁵	Počet vyloučený vzorků ⁷⁶
Cetris Basic	SikaTack® Panel	N	1/7
		I	2/8
		F	1/7
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/7
		I	0/6
		F	1/7
	Simson 007 SMP	N	1/7
		I	1/7
		F	1/7
	Simson PanelTack HM	N	1/7
		I	1/7
		F	2/8
Celkem zkušebních vzorků			85
Fasádní palubky	SikaTack® Panel	N	1/7
		I	4/10
		F	3/9
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/7
		I	1/7
		F	1/7
	Simson 007 SMP	N	0/6
		I	0/6
		F	0/6
	Simson PanelTack HM	N	2/8
		I	3/9
		F	2/8
Celkem zkušebních vzorků			90
WPC	SikaTack® Panel	N	0/6
		I	4/10
		F	1/7
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/7
		I	1/7
		F	1/7
	Simson 007 SMP	N	1/7
		I	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu. ⁷⁷
		F	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu. ⁷⁷
	Simson PanelTack HM verze 01	N	1/7
		I	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
		F	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
Simson PanelTack HM verze 02 ⁷⁸	N	1/7	
	I	1/7	
	F	1/7	
Celkem zkušebních vzorků			79

⁷⁵ N – bez kondicionování, I – náhlé teplotní změny, F – mrazuvzdornost.

⁷⁶ Počet vyloučených vzorků z celkového počtu zkoušených vzorků.

⁷⁷ K porušení, tj. k rozlepení spoje, vzorků došlo již v průběhu kondicionování.

⁷⁸ Lepená plocha fasádního obkladu byla mechanicky upravena smirkovým papírem drsnost P80.

9.1.2. Vyloučení extrémních hodnot zkušebních vzorků pro stanovení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Fasádní obklad	Lepicí systém	Způsob kondicionování	Počet vyloučený vzorků
Cetris Basic	SikaTack® Panel	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Simson 007 SMP	N	1/6
		I	1/6
		F	2/7
	Simson PanelTack HM	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
Celkem zkušebních vzorků			73
Fasádní palubky zkoušené ve směru \perp k vláknům	SikaTack® Panel	N	1/6
		I	2/7
		F	1/6
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Simson 007 SMP	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Simson PanelTack HM	N	1/6
		I	3/8
		F	1/6
Celkem zkušebních vzorků			75
Fasádní palubky zkoušené ve směru II s vlákny	SikaTack® Panel	N	0/6
		I	1/6
		F	1/6
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/6
		I	1/6
		F	0/6
	Simson 007 SMP	N	1/6
		I	0/6
		F	0/6
	Simson PanelTack HM	N	1/6
		I	0/6
		F	0/6
Celkem zkušebních vzorků			72
Třívrstvá lepená deska zkoušená ve směru \perp k vláknům	SikaTack® Panel	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Simson 007 SMP	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Simson PanelTack HM	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
Celkem zkušebních vzorků			72

PŘÍLOHY

Fasádní obklad	Lepicí systém	Způsob kondicionování	Počet vyloučený vzorků
Třívrstvá lepená deska zkoušená ve směru II s vlákny	SikaTack® Panel	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/6
		I	0/6
		F	0/6
	Simson 007 SMP	N	1/6
		I	1/6
		F	0/6
	Simson PanelTack HM	N	0/6
		I	0/6
		F	1/6
Celkem zkušebních vzorků			72
WPC	SikaTack® Panel	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Dinitrol F500LP Polyflex	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
	Simson 007 SMP	N	1/6
		I	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
		F	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
	Simson PanelTack HM verze 01	N	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
		I	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
		F	Nedostatečná přídržnost k fasádnímu obkladu.
	Simson PanelTack HM verze 02	N	1/6
		I	1/6
		F	1/6
Celkem zkušebních vzorků			60

9.2. Podrobné výsledky posouzení způsobu porušení zkušebních vzorků

9.2.1. Posouzení způsobu porušení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

9.2.1.1. Výsledky přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	Z	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		7	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		7	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		8	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
7		FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
Dinitrol F500 LP Polyflex	Z	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		7	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstrukce.	Nebylo možné řádně odzkoušet, vruty se protáčely v předvrtaných otvorech podkonstrukce.
	F	4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
2		FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
3		FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
4		FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.		
6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.		
7	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.		

Označení vzorku a způsobu porušení		Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	N	1 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná koheze v rohu podkonstrukce.
		2 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná adheze v rohu podkonstrukce.
		3 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná adheze v rohu podkonstrukce.
		6 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		7 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	1 SF	Porušení adherendu – podkonstr.	Poškození podkonstrukce během zatěžování.
		2 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		7 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	1 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná koheze v rohu podkonstrukce.
		4 CF	Kohezní porušení.	Kombinace kohezního porušení a porušení obkladu (vytržení) v poměru 60/40.
		5 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná koheze v rohu podkonstrukce.
		6 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná koheze v rohu podkonstrukce.
		7 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu a mírná koheze v rohu podkonstrukce.
Simson PanelTack HM	N	1 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		2 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		3 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		4 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		5 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		6 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		7 AF	Adhezní porušení	Adhezní porušení u podkonstrukce.
	I	1 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu. Mírná adheze u podkonstrukce v poměru 95/5.
		3 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		7 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	1 FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
2 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
3 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
4 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
5 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
6 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
7 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	
8 FTF		Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.	

9.2.1.2. Výsledky pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	N	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Porušení lepeného spoje.
		5	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Porušení lepeného spoje.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	1	A/CF	Kombinace adhezniho a kohezního porušení.	Kohezní porušení lepeného spoje v kombinaci s adhezním porušením u podkonstrukce.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	N	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	7	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		1	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		3	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	x
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	5	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		1	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce i u obkladu v poměru 60/40.
Simson PanelTack HM	N	6	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	I	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu. Mírná adheze u podkonstrukce v poměru 95/5.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Koheze v kombinaci s adhezí u podkonstrukce.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
	F	1	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		2	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		3	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		4	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		5	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.
		6	FTF	Porušení adherendu – obklad.	Vytržení celé lepené plochy z obkladu.

9.2.2. Posouzení způsobu porušení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

9.2.2.1. Výsledky přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	Z	1	CF	Kohezní porušení.	Kohezní porušení lepeného spoje. Adhezní porušení u podkonstrukce. x x Podkonstrukce stále drží na 50% lepené plochy. x x
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		4	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	
		5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		7	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	
	I	1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x x Adhezní porušení u podkonstrukce. x Adhezní a kohezní porušení u podkonstrukce i obkladu v poměru 50/50. x x Adhezní porušení u podkonstrukce. x x
		2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		5	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		7	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		8	AF	Adhezní porušení.	
		9	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	
		10	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u obkladu. x x x x Adhezní porušení u obkladu. x x
		2	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	
		3	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		7	AF	Adhezní porušení.	
		8	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		9	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
	Dinitrol F500 LP Polyflex	Z	1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.
2			DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	
3			DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	
4			DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	
5			TLF	Tenká vrstva kohezního porušení.	
6			SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
7			SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
I		1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x x x x x x x
		2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		4	DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	
		5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	
		6	DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	
		7	DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení		
F	1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	7	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
Simson 007 SMP	N	1	CF	Kohezní porušení.	Kombinace kohezního porušení a porušení adherendu – podkonstrukce v poměru 90/10.	
		2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.		
		3	CF	Kohezní porušení.	Mírná adheze u obkladu i podkonstrukce v poměru 85/15. Adheze u podkonstrukce.	
		4	AF	Adhezní porušení.		
		5	CF	Kohezní porušení.		x
		6	CF	Kohezní porušení.		x
	I	1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	Koheze i adheze u podkonstrukce v poměru 60/40.	
		2	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.		
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.		x
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.		x
5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x			
6	CF	Kohezní porušení.	x			
7	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x			
F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.		
	2	CF	Kohezní porušení.	x		
	3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.		
	4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce a porušení adherendu, podkonstrukce, v poměru 70/30.		
	5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x		
	6	CF	Kohezní porušení.	x		
	7	CF	Kohezní porušení.	x		
	8	CF	Kohezní porušení.	x		
	9	CF	Kohezní porušení.	x		
	10	CF	Kohezní porušení.	x		
Simson PanelTack HM	N	1	DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	x	
		2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		5	DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	Delaminace podkonstrukce a její porušení.	
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		7	DF	Delaminace adherendu – podkonstr.	Delaminace podkonstrukce a její porušení.	
		8	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
		2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	Porušení podkonstrukce v kombinaci a adhezním a kohezním porušením v poměru 70/15/15.	
		5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		7	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		8	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	
		9	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x	

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení
F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.
	2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
	3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.
	4	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Adheze u podkonstrukce v poměru 55/45.
	5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.
	6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
	7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.
	8	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x

9.2.2.2. *Výsledky pevnosti obkladem z fasádních palubek ve smyku při tahovém namáhání \perp k vláknům*

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Sika Tack® Panel	N	1	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		2	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	F	5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce.
		7	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce.
	F	1	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce.
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce.
6		CF	Kohezní porušení.	x	
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		2	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	I	1	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		2	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	F	5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		7	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		7	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	N	1	AF	Adhezní Porušení.	Adheze u obkladu.
		2	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	F	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
Simson PanelTack HM	N	1	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		2	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů v kombinaci s mírnou kohezí.
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	I	1	SF	Porušení adherendu.	Kombinace mírné koheze v čele spoje a porušení obkladu.
		2	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		6	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		7	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		8	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
	F	1	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u podkonstrukce.
		3	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.
		4	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Pravděpodobně nejdříve mírná adheze, která vedla k porušení lepeného spoje.
5		SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.	
6		SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu podél letokruhů.	

9.2.2.3. Výsledky pevnosti s obkladem z fasádních palubek ve smyku při tahovém namáhání II s vlákny

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	N	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Porušení obkladu.
		6	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce, v poměru 60/40.
	F	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Kombinace kohezní a adhezního porušení u obkladu i podkonstrukce, v poměru 50/50.
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	A/CF	Kombinace kohezního a adhezního porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce bylo velice malé, cca 12%.
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla.
		4	SF	Porušení adherendu.	Mírná koheze, defekt adherendu – suk.
		5	CF	Kohezní porušení.	Velice mírná porucha adherendu cca 2 %, delaminace podkonstrukce.
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Pravděpodobně nejdříve mírná adheze, která vedla k porušení lepidla.
		5	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Koheze na cca 65 % plochy.
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	F	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Poměr koheze a adheze, 50/50.
		4	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze na 35 % plochy, nejdříve koheze.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	N	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Pravděpodobně nejdříve mírná adheze u podkonstrukce, která vedla ke koheznímu porušení lepidla.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	F	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Pravděpodobně nejdříve mírná adheze u podkonstrukce, která vedla ke koheznímu porušení lepidla.
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
Simson PanelTack HM	N	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Pravděpodobně nejdříve mírná adheze u podkonstrukce, která vedla ke koheznímu porušení lepidla.
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Poměr koheze a adheze, 50/50.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	F	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Poměr koheze a adheze, 40/60.
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x

9.2.2.4. *Výsledky pevnosti s obkladem z třívrstvé lepené desky ve smyku při tahovém namáhání \perp k vláknům*

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Sika Tack® Panel	N	1	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
	F	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla, 60/40.
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla, 60/40.
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		2	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
	I	1	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		2	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
	F	1	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		2	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	Z	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze u podkonstrukce v poměru 70/30.
		2	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Spíše koheze v poměru 80/20. Adheze u podkonstrukce.
		2	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze a koheze v poměru 50/50.
		3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
	F	1	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		2	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
Simson PanelTack HM	Z	1	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze a koheze v poměru 15/85.
		2	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze a koheze v poměru 10/90.
		3	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze a koheze v poměru 10/90.
		4	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
		6	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.
F	1	CF	Kohezní porušení.	x	
	2	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.	
	3	SF	Porušení adherendu.	Odtržení lícové vrstvy lepeného obkladu.	
	4	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze u podkonstrukce v poměru 10/90. Spíše koheze.	
	5	A/CF	Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Adheze u podkonstrukce v poměru 10/90. Spíše koheze.	
	6	CF	Kohezní porušení.	x	

9.2.2.5. *Výsledky pevnosti s obkladem z třívrstvé lepené desky ve smyku při tahovém namáhání II s vláknou*

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Sika Tack® Panel	N	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	I	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
	F	1	CF	Kohezní porušení.	x
		2	CF	Kohezní porušení.	x
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	CF	Kohezní porušení.	x
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	CF	Kohezní porušení.	x
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla. Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla. Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla. Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze). x Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze).
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	TLF	Tenká vrstva lepidla.	
		5	CF	Kohezní porušení.	
		6	TLF	Tenká vrstva lepidla.	
	I	1	TLF	Tenká vrstva lepidla.	Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze). Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla. x Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla. Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze). Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	CF	Kohezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	TLF	Tenká vrstva lepidla.	
		6	AF	Adhezní porušení.	
	F	1	TLF	Tenká vrstva lepidla.	Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze). Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze). Adhezní porušení u podkonstrukce na rozmezí primeru a lepidla. x x Na hranici mezi lepidlem a primerem velice tenká vrstva lepidla (koheze).
		2	TLF	Tenká vrstva lepidla.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	CF	Kohezní porušení.	
		5	CF	Kohezní porušení.	
		6	TLF	Tenká vrstva lepidla.	

Označení vzorku a způsobu porušení		Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	Z	1	CF Kohezní porušení.	Poměr koheze a adheze, 50/50. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 70/30. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 70/30. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 70/30. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 85/25. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla.
		2	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		3	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		4	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		5	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		6	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
	I	1	AF Adhezní porušení.	Na rozhraní primeru a lepidla u podkonstrukce. x x Poměr koheze a adheze, 60/40. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 85/25. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 90/10. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla.
		2	CF Kohezní porušení.	
		3	CF Kohezní porušení.	
		4	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		5	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		6	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
	F	1	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Poměr koheze a adheze, 70/30. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 85/25. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 85/25. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Na rozhraní primeru a lepidla u podkonstrukce. Na rozhraní primeru a lepidla u podkonstrukce. Poměr koheze a adheze, 50/50. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla.
		2	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		3	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		4	AF Adhezní porušení.	
		5	AF Adhezní porušení.	
		6	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
Simson PanelTack HM	Z	1	CF Kohezní porušení.	x x x x Poměr koheze a adheze, 50/50. x
		2	CF Kohezní porušení.	
		3	CF Kohezní porušení.	
		4	CF Kohezní porušení.	
		5	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		6	CF Kohezní porušení.	
	I	1	CF Kohezní porušení.	x x x x Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla.
		2	CF Kohezní porušení.	
		3	CF Kohezní porušení.	
		4	CF Kohezní porušení.	
		5	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		6	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
	F	1	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	Poměr koheze a adheze, 85/25. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Poměr koheze a adheze, 60/40. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla. Adheze u podkonstrukce na rozhraní primeru a lepidla, 60/40. x x x
		2	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		3	A/CF Kombinace kohezní a adhezního porušení.	
		4	CF Kohezní porušení.	
		5	CF Kohezní porušení.	
		6	CF Kohezní porušení.	

9.2.3. Posouzení způsobu porušení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem z dřevoplastu

9.2.3.1. Výsledky přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu a mírná koheze v poměru 95/5.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu a mírná koheze v poměru 95/5.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 50/50.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 50/50.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		8	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 45/55.
		9	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		10	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 55/45.
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
6		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
7		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
Dinitrol F500LP Polyflex	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
2		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
3		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
4		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
5		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
6		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	
7		AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.	

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson 007 SMP	Z	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	AF	Adhezní porušení.	
		6	AF	Adhezní porušení.	
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	AF	Adhezní porušení.	
6		AF	Adhezní porušení.		
Simson PanelTack HM verze 01	Z	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	AF	Adhezní porušení.	
		6	AF	Adhezní porušení.	
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	AF	Adhezní porušení.	
6		AF	Adhezní porušení.		

Označení vzorku a způsobu porušení				Způsob porušení	Rozsah porušení
Simson PanelTack HM verze 02	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.

9.2.3.2. Výsledky pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení				Způsob porušení	Rozsah porušení
SikaTack® Panel	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu s malým kohezním porušením v čele spoje.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 70/30.
		7	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu a velmi mírná koheze ve středu spoje.
		2	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 50/50.
		3	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 60/40.
		4	CF	Kohezní porušení.	Mírná adheze v čele spoje.
		5	CF	Kohezní porušení.	x
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	CF	Kohezní porušení.	x
		4	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 50/50.
		5	CF	Kohezní porušení.	Mírná adheze u obkladu.
6		CF	Kohezní porušení.	Velmi mírná adheze u podkonstrukce.	

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	Kombinace kohezního a adhezního porušení u obkladu v poměru 50/50.
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
Simson 007 SMP	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	AF	Adhezní porušení.	
		6	AF	Adhezní porušení.	
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.
		2	AF	Adhezní porušení.	
		3	AF	Adhezní porušení.	
		4	AF	Adhezní porušení.	
		5	AF	Adhezní porušení.	
		6	AF	Adhezní porušení.	
Simson PanelTack HM verze 01	N	1	AF	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.	
		2	AF		
		3	AF		
		4	AF		
		5	AF		
		6	AF		
	I	1	AF	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.	
		2	AF		
		3	AF		
		4	AF		
		5	AF		
		6	AF		
	F	1	AF	Zkušební vzorek se rozpadl během kondicionování.	
		2	AF		
		3	AF		
		4	AF		
		5	AF		
		6	AF		

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Simson PanelTack HM verze 02	N	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	I	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
	F	1	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		3	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení.	Adheze u obkladu.

9.3. Podrobné výsledky posouzení pevnosti lepeného spoje při tahovém namáhání

9.3.1. Posouzení přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

9.3.1.1. Posouzení přídržnosti lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

Označení vzorku ⁷⁹	Doba porušení [min]	F _{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]		
				[N]	[N/mm ²]				
SikaTack® Panel	Z	1	2,08	1861,307	0,745	116,046	0,046	6,07	0,002
		2	2,16	1779,136	0,712				
		3	2,45	2189,829	0,876				
		4	2,69	2052,824	0,821				
		5	2,00	1787,337	0,715				
		6	2,13	1929,487	0,772				
		7	2,35	2069,829	0,828				
	I	1	2,13	1574,593	0,630	172,404	0,069	8,77	0,005
		2	2,08	1849,568	0,740				
		3	2,56	2075,176	0,830				
		4	1,92	1673,166	0,669				
		5	2,21	2223,437	0,889				
		6	2,45	2393,246	0,957				
		7	2,08	1993,770	0,798				
		8	2,11	1974,525	0,790				
	F	1	3,04	1969,045	0,788	158,915	0,064	8,64	0,004
		2	3,28	1707,739	0,683				
		3	3,52	2189,186	0,876				
		4	3,04	1656,281	0,663				
		5	3,23	1768,362	0,707				
		6	3,41	2119,397	0,848				
7		2,93	1819,256	0,728					
Dinitrol F500 LP Polyflex	Z	1	2,08	1554,653	0,622	1656,112	0,662	6,91	0,002
		2	2,16	1685,065	0,674				
		3	2,45	1811,457	0,725				
		4	2,69	1659,980	0,664				
		5	2,00	1472,322	0,589				
		6	2,13	2335,678	0,934				
		7	2,35	1753,193	0,701				
	I	1	2,13	1760,161	0,704	1985,447	0,794	9,07	0,005
		2	2,08	2092,221	0,837				
		3	2,56	2179,216	0,872				
		4	1,92	1769,809	0,708				
		5	2,21	2194,171	0,878				
		6	2,45	1917,106	0,767				
	F	1	2,08	1857,126	0,743	1795,032	0,718	4,91	0,001
		2	2,11	1785,085	0,714				
		3	3,04	1729,126	0,692				
		4	3,28	2023,719	0,809				
		5	3,52	1650,814	0,660				
		6	3,04	1824,322	0,730				
		7	3,23	1923,719	0,769				

⁷⁹ Červeně jsou zvýrazněny zkušební vzorky, které byly na základě posouzení extrémních hodnot vyloučeny z výběrového souboru, průměrné hodnoty jsou stanoveny pouze pro platné vzorky.

Označení vzorku ⁷⁹		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	Z	1	2,27	1871,28	0,749	125,971	0,050	6,68	0,003
		2	2,21	1835,74	0,734				
		3	1,95	1786,05	0,714				
		4	2,13	1730,25	0,692				
		5	1,97	1627,02	0,651				
		6	2,35	2099,14	0,840				
		7	2,29	1999,14	0,800				
	I	1	1,63	1358,31	0,543	163,269	0,065	10,10	0,004
		2	1,55	1441,29	0,577				
		3	1,55	1732,02	0,693				
		4	1,63	1631,04	0,652				
		5	2,08	2425,25	0,970				
		6	2,03	1809,37	0,724				
		7	1,71	1725,25	0,690				
	F	1	2,99	1598,23	0,639	176,387	0,071	9,95	0,005
		2	3,47	2084,66	0,834				
		3	3,12	1773,51	0,709				
		4	3,39	1735,40	0,694				
		5	2,35	1560,60	0,624				
		6	2,16	873,33	0,349				
		7	3,07	1884,66	0,754				
Simson PanelTack HM	Z	1	4,40	2400,804	0,960	331,830	0,133	12,57	0,0176
		2	3,71	1595,498	0,638				
		3	4,75	2637,025	1,055				
		4	3,55	2309,628	0,924				
		5	4,00	2556,623	1,023				
		6	4,51	3336,683	1,335				
		7	3,73	2595,498	1,038				
	I	1	2,75	1737,970	0,695	207,815	0,083	12,29	0,0069
		2	1,84	1435,498	0,574				
		3	1,76	1439,678	0,576				
		4	2,03	2144,000	0,858				
		5	2,03	1940,905	0,776				
		6	2,24	1646,151	0,658				
		7	1,89	1944,000	0,778				
	F	1	1,73	546,894	0,219	148,631	0,059	11,16	0,0035
		2	2,19	2059,417	0,824				
		3	2,37	1383,397	0,553				
		4	2,11	1165,186	0,466				
		5	1,76	1223,236	0,489				
		6	2,19	1186,251	0,475				
		7	1,84	1546,894	0,619				
		8	1,79	1483,096	0,593				

9.3.1.3. Posouzení přídržnosti lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
					[N]	[N/mm ²]			
SikaTack® Panel	Z	1	7,47	3384,523	1,354	299,781	0,120	8,54	0,014
		2	4,99	3200,161	1,280				
		3	4,21	3116,784	1,247				
		4	10,88	4217,086	1,687				
		5	6,51	3925,548	1,570				
		6	8,37	3807,678	1,523				
		7	4,51	3617,551	1,447				
	I	1	4,16	2433,769	0,974	293,127	0,117	11,48	0,014
		2	5,79	1432,764	0,573				
		3	4,59	1062,915	0,425				
		4	3,09	2914,573	1,166				
		5	6,40	3589,548	1,436				
		6	1,23	891,658	0,357				
		7	2,93	2062,593	0,825				
		8	3,23	2432,606	0,973				
		9	3,84	2891,085	1,156				
		10	3,33	2589,075	1,036				
	F	1	3,17	1673,166	0,669	230,108	0,092	6,19	0,008
		2	10,21	5294,472	2,118				
		3	4,13	3296,884	1,319				
		4	4,08	3845,226	1,538				
		5	4,19	3600,000	1,440				
		6	4,80	4447,839	1,779				
		7	3,33	3673,586	1,469				
		8	3,63	3994,463	1,598				
		9	3,41	3896,449	1,559				
	Dinitrol F500 LP Polyflex	Z	1	4,64	4853,869	1,942	571,999	0,229	14,04
2			4,08	4506,533	1,803				
3			3,81	4350,553	1,740				
4			3,87	3401,407	1,361				
5			3,23	3060,101	1,224				
6			4,08	3274,774	1,310				
7			3,95	4060,056	1,624				
I		1	2,88	2856,281	1,143	370,115	0,148	12,60	0,022
		2	2,91	2586,935	1,035				
		3	3,57	3667,136	1,467				
		4	2,93	2667,487	1,067				
		5	2,64	3130,452	1,252				
		6	3,15	1714,171	0,686				
		7	4,59	2714,089	1,086				
F		1	4,69	3181,508	1,273	225,247	0,090	6,53	0,008
		2	3,47	4530,653	1,812				
		3	2,96	3363,618	1,345				
		4	3,73	3216,482	1,287				
		5	3,39	3768,442	1,507				
		6	3,44	3712,563	1,485				
		7	2,88	3450,532	1,380				

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	N	1	3,97	3417,890	1,367	375,377	0,150	10,08	0,023
		2	5,25	3437,025	1,375				
		3	4,45	3532,864	1,413				
		4	4,59	3458,895	1,384				
		5	5,01	4205,025	1,682				
		6	5,79	4299,498	1,720				
	I	1	4,32	3326,714	1,331	282,112	0,113	8,14	0,013
		2	5,73	3132,623	1,253				
		3	4,21	2561,608	1,025				
		4	3,52	3455,196	1,382				
		5	4,37	3297,447	1,319				
		6	3,17	4022,111	1,609				
		7	3,71	3561,893	1,425				
	F	1	1,33	694,191	0,278	424,512	0,170	16,13	0,029
		2	4,91	3852,864	1,541				
		3	2,67	878,633	0,351				
		4	4,19	2186,291	0,875				
		5	3,57	3337,488	1,335				
		6	3,92	4257,689	1,703				
7		2,45	2279,383	0,912					
8		1,79	2455,317	0,982					
9		3,15	3077,885	1,231					
10		4,13	2457,282	0,983					
Simson PanelTack HM	N	1	5,23	1619,618	0,648	246,590	0,099	9,12	0,010
		2	4,45	1710,472	0,684				
		3	5,81	2873,890	1,150				
		4	6,29	3026,814	1,211				
		5	5,68	2233,407	0,893				
		6	4,61	2759,397	1,104				
		7	5,23	2619,150	1,048				
		8	5,39	2710,495	1,084				
	I	1	2,77	1043,940	0,418	173,287	0,069	5,43	0,005
		2	3,65	3099,980	1,240				
		3	7,31	4483,216	1,793				
		4	4,56	1830,754	0,732				
		5	3,71	3119,196	1,248				
		6	3,73	3033,970	1,214				
		7	2,80	3483,613	1,393				
		8	5,55	3043,385	1,217				
		9	6,35	3377,227	1,351				
	F	1	2,16	1782,352	0,713	354,735	0,142	13,74	0,020
		2	2,16	3345,367	1,338				
		3	1,63	2020,181	0,808				
		4	3,52	2363,498	0,945				
		5	2,05	2748,623	1,099				
		6	2,93	3133,427	1,253				
		7	3,47	2782,930	1,113				
8		1,71	2442,605	0,977					

9.3.1.5. Posouzení přídržnosti lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem z dřevoplastu

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
SikaTack® Panel	N	1	3,81	2592,161	1,037	313,177	0,125	11,73	0,016
		2	4,69	2875,337	1,150				
		3	3,20	2318,472	0,927				
		4	3,36	2231,960	0,893				
		5	4,27	3047,879	1,219				
		6	3,97	2956,382	1,183				
	I	1	8,45	1437,266	0,575	266,878	0,107	19,11	0,011
		2	4,83	176,402	0,071				
		3	0,00	0,000	0,000				
		4	6,51	956,462	0,383				
		5	0,00	0,000	0,000				
		6	7,01	2872,603	1,149				
		7	3,23	1760,343	0,704				
		8	3,01	1273,000	0,509				
		9	3,71	1665,623	0,666				
		10	3,04	1287,014	0,515				
	F	1	5,39	3227,015	1,291	311,763	0,125	10,34	0,016
		2	4,64	2668,060	1,067				
		3	3,60	3303,719	1,321				
		4	3,41	2974,472	1,190				
		5	3,65	3360,402	1,344				
6		0,00	0,000	0,000					
7		4,27	2552,878	1,021					
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	2,53	1547,578	0,619	193,086	0,077	10,13	0,006
		2	3,12	2054,432	0,822				
		3	2,61	1843,457	0,737				
		4	2,75	2066,010	0,826				
		5	2,72	2099,457	0,840				
		6	3,28	2618,372	1,047				
		7	2,45	1826,909	0,731				
	I	1	3,79	2134,513	0,854	165,058	0,066	10,66	0,004
		2	3,89	1652,905	0,661				
		3	3,68	1422,955	0,569				
		4	3,95	1371,498	0,549				
		5	3,36	1390,151	0,556				
		6	3,04	1819,498	0,728				
		7	3,01	1631,920	0,653				
	F	1	2,21	1939,297	0,776	68,685	0,027	3,41	0,001
		2	2,03	1618,492	0,647				
		3	2,29	1975,075	0,790				
		4	2,19	2060,302	0,824				
		5	2,19	2025,729	0,810				
		6	2,29	2140,704	0,856				
		7	2,64	1959,931	0,784				

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	N	1	1,81	1687,477	0,675	252,914	0,101	20,43	0,010
		2	1,76	1290,935	0,516				
		3	1,79	1387,096	0,555				
		4	1,71	1112,121	0,445				
		5	1,36	651,739	0,261				
		6	1,44	941,829	0,377				
		7	1,65	1007,419	0,403				
	F I	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
	F I	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
	Simson HM verze 01	N	1	1,41	361,970	0,145	92,773	0,037	14,46
2			2,16	736,965	0,295				
3			1,87	565,548	0,226				
4			2,19	776,040	0,310				
5			1,63	505,407	0,202				
6			1,97	634,854	0,254				
7			1,97	631,856	0,253				
F I		Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
F I		Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
Simson PanelTack HM verze 02		N	1	2,85	2035,136	0,814	217,385	0,087	13,07
	2		2,77	1156,181	0,462				
	3		3,63	1435,819	0,574				
	4		3,36	1453,508	0,581				
	5		5,39	1636,824	0,655				
	6		3,23	1859,216	0,744				
	7		4,59	1561,167	0,624				
	I	1	3,31	1934,312	0,774	349,208	0,140	16,59	0,020
		2	3,52	2186,452	0,875				
		3	3,17	1670,432	0,668				
		4	3,31	1300,422	0,520				
		5	3,12	1800,523	0,720				
		6	3,41	2707,940	1,083				
		7	2,69	2330,422	0,932				
	F	1	2,03	1791,759	0,717	182,127	0,073	11,69	0,005
		2	1,41	1461,709	0,585				
		3	2,11	1747,136	0,699				
4		2,61	2010,854	0,804					
5		2,93	1314,975	0,526					
6		2,11	1379,699	0,552					
7		2,67	1650,099	0,660					

9.3.2. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

9.3.2.1. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

Označení vzorku ⁸⁰		Doba porušení [min]	F _{max} [N]	Přidrženost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]
SikaTack® Panel	Z	1	360,523	1,154	47,158	0,151	12,02	0,023
		2	304,884	0,976				
		3	420,020	1,344				
		4	456,523	1,461				
		5	320,965	1,027				
		6	403,618	1,292				
	I	1	206,955	0,662	29,465	0,094	7,95	0,009
		2	342,915	1,097				
		3	368,000	1,178				
		4	401,126	1,284				
		5	407,397	1,304				
		6	334,794	1,071				
	F	1	399,276	1,278	48,560	0,155	10,10	0,024
		2	530,975	1,699				
		3	453,307	1,451				
		4	342,191	1,095				
		5	501,548	1,605				
		6	518,754	1,660				
Dinitrol F500 LP Polyflex	Z	1	483,216	1,546	22,846	0,073	4,66	0,005
		2	378,050	1,210				
		3	532,905	1,705				
		4	471,477	1,509				
		5	470,834	1,507				
		6	493,668	1,580				
	I	1	366,151	1,172	33,930	0,109	8,43	0,012
		2	361,729	1,158				
		3	450,894	1,443				
		4	413,749	1,324				
		5	479,678	1,535				
		6	419,940	1,344				
	F	1	574,553	1,839	34,037	0,109	7,34	0,012
		2	498,975	1,597				
		3	484,824	1,551				
		4	464,080	1,485				
		5	399,920	1,280				
		6	469,548	1,503				

⁸⁰ Červeně jsou zvýrazněny zkušební vzorky, které byly na základě posouzení extrémních hodnot vyloučeny z výběrového souboru, průměrné hodnoty jsou stanoveny pouze pro platné vzorky.

Označení vzorku ⁸⁰		Doba porušení [min]	F _{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]		
Simson 007 SMP	N	1	6,19	553,970	1,773	65,142	0,208	15,78	0,043	
		2	3,60	334,151	1,069					
		3	4,32	387,055	1,239					
		4	4,19	363,256	1,162					
		5	3,81	493,668	1,580					
		6	3,17	486,111	1,556					
	I	1	2,77	294,191	0,941	49,557	0,159	18,48	0,025	
		2	2,53	289,769	0,927					
		3	5,04	528,965	1,693					
		4	3,12	332,784	1,065					
		5	2,32	194,090	0,621					
		6	2,32	229,789	0,735					
	F	1	0,00	0,000	0,000	96,641	0,309	29,98	0,096	
		2	1,92	375,075	1,200					
		3	1,79	267,900	0,857					
		4	0,00	0,000	0,000					
		5	2,29	481,930	1,542					
		6	1,68	204,462	0,654					
		7	1,80	282,479	0,904					
	Simson PanelTack HM	N	1	10,75	549,950	1,760	54,244	0,174	11,06	0,030
			2	8,29	505,809	1,619				
3			7,95	404,824	1,295					
4			7,17	537,487	1,720					
5			9,49	453,146	1,450					
6			6,05	323,859	1,036					
I		1	3,79	360,362	1,153	24,585	0,079	6,91	0,006	
		2	3,55	390,191	1,249					
		3	3,97	338,653	1,084					
		4	3,23	319,276	1,022					
		5	2,75	369,608	1,183					
		6	4,37	196,744	0,630					
F		1	3,49	498,573	1,595	27,732	0,089	5,25	0,008	
		2	3,33	547,216	1,751					
		3	2,40	538,854	1,724					
		4	3,01	493,749	1,580					
		5	2,35	440,844	1,411					
		6	2,37	564,342	1,806					

9.3.2.2. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přidrženost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Sika Tack® Panel	N	1	14,75	604,784	1,935	33,902	0,108	8,61	0,012
		2	6,64	355,698	1,138				
		3	8,85	447,035	1,431				
		4	8,35	414,231	1,326				
		5	6,75	361,809	1,158				
		6	7,09	389,307	1,246				
		7	10,20	493,990	1,581				
	I	1	11,57	564,503	1,806	59,468	0,190	11,70	0,036
		2	11,40	458,211	1,466				
		3	6,87	435,457	1,393				
		4	14,02	688,161	2,202				
		5	8,75	228,824	0,732				
		6	11,02	588,945	1,885				
		7	11,92	367,759	1,177				
	F	1	9,77	512,322	1,639	56,817	0,182	9,83	0,033
		2	10,12	593,849	1,900				
		3	12,10	655,276	2,097				
		4	10,63	512,965	1,641				
5		11,27	615,075	1,968					
6		14,75	604,784	1,935					
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	3,71	246,995	0,790	29,868	0,096	9,92	0,009
		2	3,71	311,156	0,996				
		3	5,65	325,950	1,043				
		4	3,57	292,663	0,937				
		5	3,92	213,709	0,684				
		6	4,08	328,362	1,051				
	I	1	13,23	781,186	2,500	73,588	0,235	10,31	0,055
		2	11,81	590,231	1,889				
		3	13,47	761,407	2,437				
		4	12,05	767,035	2,455				
		5	14,08	667,256	2,135				
		6	9,41	506,211	1,620				
	F	1	9,68	591,437	1,893	70,126	0,224	12,92	0,050
		2	16,69	1079,638	3,455				
		3	8,69	466,492	1,493				
4		11,01	591,437	1,893					
5		11,07	815,116	2,608					
6		8,83	448,965	1,437					
7		11,07	615,116	1,968					

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	N	1	5,68	292,985	0,938	58,105	0,186	17,60	0,035
		2	4,00	397,186	1,271				
		3	2,83	313,407	1,003				
		4	2,16	231,075	0,739				
		5	3,20	396,382	1,268				
		6	2,83	250,533	0,802				
	I	1	8,11	464,402	1,486	59,276	0,190	13,57	0,036
		2	5,17	473,246	1,514				
		3	3,39	322,492	1,032				
		4	7,12	511,759	1,638				
		5	3,92	359,799	1,151				
		6	3,63	374,111	1,197				
	F	1	2,00	296,844	0,950	64,670	0,207	19,42	0,043
		2	3,17	274,332	0,878				
		3	3,04	378,854	1,212				
		4	2,77	437,548	1,400				
		5	2,13	277,065	0,887				
		6	2,93	466,412	1,493				
Simson PanelTack HM	N	1	11,28	559,759	1,791	84,218	0,269	16,45	0,073
		2	9,73	615,397	1,969				
		3	7,95	456,523	1,461				
		4	11,73	820,181	2,625				
		5	7,68	378,050	1,210				
		6	7,25	550,352	1,761				
	I	1	5,76	651,658	2,085	94,701	0,398	23,01	0,158
		2	3,36	497,126	1,591				
		3	6,19	707,055	2,263				
		4	3,73	314,131	1,005				
		5	3,71	313,487	1,003				
		6	2,93	337,528	1,080				
		7	3,04	357,528	1,144				
		8	4,09	551,658	1,765				
	F	1	2,21	380,141	1,216	48,096	0,154	11,21	0,024
		2	3,12	373,548	1,195				
		3	2,19	433,608	1,388				
		4	2,83	783,920	2,509				
5		2,75	455,719	1,458					
6		2,16	502,271	1,607					

9.3.2.3. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přidrženost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Sika Tack® Panel	N	1	11,47	405,789	1,299	38,646	0,124	8,99	0,015
		2	10,53	445,186	1,425				
		3	12,21	379,739	1,215				
		4	10,80	433,286	1,387				
		5	11,41	412,945	1,321				
		6	12,88	502,915	1,609				
	I	1	11,49	411,548	1,317	23,455	0,075	5,73	0,006
		2	10,53	430,131	1,376				
		3	12,21	383,025	1,226				
		4	10,80	381,956	1,222				
		5	11,41	438,861	1,404				
		6	12,88	493,930	1,581				
	F	1	11,42	436,966	1,398	9,156	0,029	2,12	0,001
		2	10,53	446,261	1,428				
		3	12,21	424,975	1,360				
		4	11,84	421,561	1,349				
		5	12,15	425,960	1,363				
		6	11,71	469,136	1,501				
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	11,97	1382,432	4,424	155,746	0,498	10,68	0,248
		2	15,31	1766,915	5,654				
		3	12,59	1412,181	4,519				
		4	8,96	654,794	2,095				
		5	10,85	1352,281	4,327				
		6	10,85	1375,116	4,400				
	I	1	11,96	1040,633	3,330	26,650	0,085	2,53	0,007
		2	14,18	1285,732	4,114				
		3	12,37	1094,251	3,502				
		4	9,95	1022,716	3,273				
		5	11,21	1031,956	3,302				
		6	11,21	1071,434	3,429				
	F	1	11,96	1062,955	3,401	79,520	0,254	7,02	0,065
		2	14,74	1172,295	3,751				
		3	12,48	1248,476	3,995				
		4	10,40	1059,333	3,390				
		5	11,03	1045,591	3,346				
		6	13,26	1204,362	3,854				

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	N	1	5,23	435,377	1,393	20,856	0,067	3,78	0,004
		2	6,80	575,598	1,842				
		3	6,24	535,236	1,713				
		4	5,07	576,965	1,846				
		5	6,80	528,563	1,691				
		6	7,36	539,015	1,725				
	I	1	5,64	432,663	1,385	37,618	0,120	7,54	0,014
		2	6,80	526,941	1,686				
		3	6,31	500,945	1,603				
		4	5,53	468,516	1,499				
		5	6,68	527,585	1,688				
		6	7,06	538,489	1,723				
	F	1	5,73	431,531	1,381	30,390	0,097	6,32	0,009
		2	6,65	498,580	1,595				
		3	6,30	507,672	1,625				
		4	6,41	463,410	1,483				
		5	6,80	465,280	1,489				
		6	6,73	519,950	1,664				
Simson PanelTack HM	N	1	6,13	543,504	1,739	6,671	0,021	1,08	0,000
		2	7,03	622,198	1,991				
		3	6,86	608,998	1,949				
		4	6,04	624,704	1,999				
		5	7,23	611,725	1,958				
		6	7,76	609,461	1,950				
	I	1	5,74	526,486	1,685	25,895	0,083	4,63	0,007
		2	6,75	589,123	1,885				
		3	6,45	546,472	1,749				
		4	5,28	531,520	1,701				
		5	6,99	568,943	1,821				
		6	7,41	591,368	1,892				
	F	1	6,19	514,401	1,646	29,009	0,093	5,18	0,009
		2	6,60	590,236	1,889				
		3	5,65	582,984	1,866				
		4	6,83	526,913	1,686				
		5	7,25	562,093	1,799				
		6	6,13	580,724	1,858				

9.3.2.4. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přidržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Sika Tack® Panel	N	1	7,09	373,548	1,195	35,261	0,113	9,46	0,013
		2	11,01	421,226	1,348				
		3	9,20	312,201	0,999				
		4	9,07	370,171	1,185				
		5	9,31	486,191	1,556				
		6	10,53	386,653	1,237				
	I	1	8,19	372,613	1,192	21,134	0,068	5,79	0,005
		2	11,31	380,824	1,219				
		3	9,20	341,008	1,091				
		4	8,91	339,511	1,086				
		5	12,40	454,358	1,454				
		6	10,64	391,451	1,253				
	F	1	8,59	387,465	1,240	26,272	0,084	7,46	0,007
		2	8,69	462,690	1,481				
		3	8,88	367,736	1,177				
		4	8,19	322,386	1,032				
		5	10,43	362,351	1,160				
		6	8,35	320,987	1,027				
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	15,25	1275,50	4,082	127,676	0,409	15,54	0,167
		2	8,56	657,69	2,105				
		3	11,20	1016,20	3,252				
		4	9,36	844,22	2,702				
		5	10,93	880,32	2,817				
		6	9,44	708,42	2,267				
	I	1	7,41	966,593	3,093	78,240	0,250	8,93	0,063
		2	6,40	657,688	2,105				
		3	7,81	836,945	2,678				
		4	8,91	750,955	2,403				
		5	9,25	880,322	2,817				
		6	9,28	948,261	3,034				
	F	1	7,49	991,960	3,174	85,549	0,274	9,48	0,075
		2	7,15	769,005	2,461				
		3	8,32	926,573	2,965				
		4	9,60	840,583	2,690				
		5	10,59	1077,910	3,449				
		6	9,49	982,231	3,143				

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	N	1	5,36	366,714	1,173	64,340	0,206	18,13	0,042
		2	3,68	288,080	0,922				
		3	5,68	382,312	1,223				
		4	3,23	282,050	0,903				
		5	1,81	162,010	0,518				
		6	5,41	455,075	1,456				
	I	1	8,13	358,754	1,148	42,953	0,137	13,48	0,019
		2	2,21	235,263	0,753				
		3	6,19	334,251	1,070				
		4	8,51	337,246	1,079				
		5	2,13	204,883	0,656				
		6	6,05	327,253	1,047				
	F	1	3,92	347,330	1,111	16,829	0,054	5,79	0,003
		2	5,15	280,556	0,898				
		3	5,68	309,581	0,991				
		4	5,73	310,714	0,994				
		5	3,01	267,832	0,857				
		6	5,23	284,934	0,912				
Simson PanelTack HM	N	1	6,96	332,090	1,063	27,218	0,087	7,53	0,008
		2	4,53	264,022	0,845				
		3	6,48	358,163	1,146				
		4	5,68	395,403	1,265				
		5	7,89	389,546	1,247				
		6	6,91	331,633	1,061				
	I	1	3,17	340,866	1,091	14,294	0,046	4,35	0,002
		2	2,29	305,722	0,978				
		3	3,12	322,886	1,033				
		4	3,89	328,362	1,051				
		5	2,19	282,678	0,905				
		6	2,51	346,359	1,108				
	F	1	2,08	359,375	1,150	25,340	0,081	7,57	0,007
		2	2,69	319,993	1,024				
		3	1,87	354,677	1,135				
		4	2,19	348,401	1,115				
		5	1,87	292,287	0,935				
		6	3,95	261,748	0,838				

9.3.2.5. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přidrženost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Sika Tack® Panel	N	1	10,19	423,558	1,355	36,074	0,115	8,96	0,013
		2	11,97	387,618	1,240				
		3	11,76	346,693	1,109				
		4	13,09	457,648	1,464				
		5	12,05	412,302	1,319				
		6	11,60	408,281	1,307				
	I	1	11,19	411,414	1,317	15,976	0,051	4,06	0,003
		2	10,69	391,752	1,254				
		3	11,49	374,637	1,199				
		4	10,91	377,159	1,207				
		5	11,10	438,432	1,403				
		6	11,86	411,652	1,317				
	F	1	11,60	444,678	1,423	20,478	0,066	4,87	0,004
		2	11,14	420,008	1,344				
		3	11,97	390,443	1,249				
		4	11,83	462,755	1,481				
		5	11,96	440,379	1,409				
		6	11,77	405,884	1,299				
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	11,55	1719,719	5,503	150,780	0,482	9,57	0,233
		2	12,72	1589,628	5,087				
		3	14,05	1748,663	5,596				
		4	13,31	1349,307	4,318				
		5	13,09	1468,141	4,698				
		6	11,57	1202,894	3,849				
	I	1	12,01	1355,461	4,337	40,384	0,129	3,07	0,017
		2	13,11	1300,874	4,163				
		3	12,22	1365,561	4,370				
		4	10,93	1310,469	4,193				
		5	11,61	1242,529	3,976				
		6	11,51	1326,958	4,246				
	F	1	11,68	1251,310	4,004	48,600	0,156	3,84	0,024
		2	13,04	1262,730	4,041				
		3	11,92	1326,852	4,246				
		4	10,84	1178,440	3,771				
		5	11,16	1254,769	4,015				
		6	12,18	1315,559	4,210				

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	N	1	6,24	444,945	1,424	27,096	0,087	6,22	0,008
		2	5,44	439,638	1,407				
		3	8,48	452,181	1,447				
		4	4,88	459,337	1,470				
		5	4,19	305,688	0,978				
		6	5,52	383,357	1,227				
	I	1	6,08	437,273	1,399	17,999	0,058	4,16	0,003
		2	5,68	436,302	1,396				
		3	6,42	441,394	1,412				
		4	5,05	451,042	1,443				
		5	5,52	367,335	1,175				
		6	5,79	398,436	1,275				
	F	1	6,01	416,168	1,332	28,842	0,092	6,59	0,009
		2	5,47	455,839	1,459				
		3	6,34	468,585	1,499				
		4	6,39	472,190	1,511				
		5	6,75	414,726	1,327				
		6	5,51	398,618	1,276				
Simson PanelTack HM	N	1	9,17	452,283	1,447	14,736	0,047	3,07	0,002
		2	7,65	473,144	1,514				
		3	8,45	487,818	1,561				
		4	6,83	488,178	1,562				
		5	9,92	498,826	1,596				
		6	6,35	477,545	1,528				
	I	1	4,00	450,638	1,442	14,013	0,045	2,95	0,002
		2	3,25	478,471	1,531				
		3	4,19	469,145	1,501				
		4	5,36	469,172	1,501				
		5	3,33	488,865	1,564				
		6	3,33	492,671	1,577				
	F	1	2,67	448,076	1,434	9,366	0,030	1,84	0,001
		2	4,48	513,950	1,645				
		3	2,53	513,316	1,643				
		4	2,96	494,745	1,583				
		5	2,99	501,080	1,603				
		6	7,20	520,404	1,665				

9.3.2.6. Posouzení přídržnosti lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem z dřevoplastu

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Sika Tack® Panel	Z	1	10,08	600,925	1,923	62,155	0,199	12,67	0,040
		2	5,27	448,000	1,434				
		3	6,93	410,693	1,314				
		4	5,85	528,080	1,690				
		5	5,38	454,593	1,455				
		6	6,67	677,467	2,168				
		7	8,42	500,925	1,603				
	I	1	10,93	507,980	1,626	62,850	0,201	13,67	0,040
		2	8,47	440,523	1,410				
		3	7,65	311,075	0,995				
		4	6,60	419,940	1,344				
		5	8,45	552,683	1,769				
		6	7,78	377,085	1,207				
	F	1	7,33	500,101	1,600	45,554	0,146	9,26	0,021
		2	9,12	447,196	1,431				
		3	7,48	538,854	1,724				
		4	8,78	591,920	1,894				
		5	8,82	541,588	1,733				
6		6,87	431,598	1,381					
Dimitrol F500 LP Polyflex	Z	1	6,59	794,050	2,541	118,347	0,379	17,47	0,143
		2	6,56	941,508	3,013				
		3	5,81	745,327	2,385				
		4	5,60	452,663	1,449				
		5	4,91	420,181	1,345				
		6	5,79	713,327	2,283				
		7	5,73	680,844	2,179				
	I	1	9,68	1335,317	4,273	92,247	0,295	7,75	0,087
		2	14,08	1226,131	3,924				
		3	14,35	1089,849	3,488				
		4	16,27	1091,216	3,492				
		5	14,27	1208,362	3,867				
		6	19,89	1411,377	4,516				
	F	1	13,71	1130,131	3,616	126,279	0,404	11,63	0,163
		2	15,07	1305,889	4,179				
		3	9,25	547,055	1,751				
		4	12,72	980,744	3,138				
		5	11,89	952,764	3,049				
6		12,08	1061,467	3,397					

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Simson 007 SMP	Z	1	2,72	238,794	0,764	65,468	0,209	27,57	0,044
		2	2,91	288,804	0,924				
		3	0,00	0,000	0,000				
		4	3,09	309,226	0,990				
		5	2,19	229,628	0,735				
		6	1,92	120,925	0,387				
		I	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.						
F	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.								
Simson	Z	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
	I	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
	F	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
Simson PanelTack HM verze 02	Z	1	8,03	650,131	2,080	141,050	0,451	21,86	0,204
		2	6,24	475,015	1,520				
		3	9,84	838,754	2,684				
		4	6,35	503,638	1,612				
		5	9,81	884,744	2,831				
		6	8,51	759,156	2,429				
	I	1	4,91	627,457	2,008	45,098	0,144	7,93	0,021
		2	5,81	583,236	1,866				
		3	5,23	599,879	1,920				
		4	5,09	516,342	1,652				
		5	4,48	453,709	1,452				
		6	4,72	515,859	1,651				
	F	1	3,28	402,171	1,287	71,931	0,230	15,49	0,053
		2	1,87	302,312	0,967				
		3	3,60	570,533	1,826				
		4	3,89	371,377	1,188				
		5	3,49	468,503	1,499				
		6	3,15	509,829	1,631				

9.4. Podrobné výsledky posouzení poměrného prodloužení lepeného spoje při tahovém namáhání

9.4.1. Posouzení lepené sestavy zkouškou přídržnosti při tahovém namáhání

9.4.1.1. Posouzení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
SikaTack® Panel	Z	1	1,003	0,334	0,371	0,054	33,44	37,08
		2	1,059	0,353			35,31	
		3	1,263	0,421			42,08	
		4	1,438	0,479			47,92	
		5	0,953	0,318			31,77	
		6	1,028	0,343			34,27	
		7	1,194	0,398			39,79	
	I	1	1,053	0,351	0,365	0,049	35,10	36,46
		2	1,066	0,355			35,52	
		3	1,391	0,464			46,35	
		4	0,956	0,319			31,88	
		5	1,147	0,382			38,23	
		6	1,197	0,399			39,90	
		7	0,994	0,331			33,13	
		8	1,009	0,336			33,65	
	F	1	1,075	0,358	0,366	0,023	35,83	36,61
		2	1,153	0,384			38,44	
		3	1,231	0,410			41,04	
		4	1,053	0,351			35,10	
		5	1,106	0,369			36,88	
		6	1,206	0,402			40,21	
7		0,997	0,332	33,23				
Dinitrol F500 LP Polyflex	Z	1	1,116	0,372	0,347	0,023	37,19	34,71
		2	1,031	0,344			34,38	
		3	0,997	0,332			33,23	
		4	0,919	0,306			30,63	
		5	1,113	0,371			37,08	
		6	1,259	0,420			41,98	
		7	1,072	0,357			35,75	
	I	1	2,388	0,796	0,444	0,160	79,58	44,36
		2	1,203	0,401			40,10	
		3	1,178	0,393			39,27	
		4	1,000	0,333			33,33	
		5	1,184	0,395			39,48	
		6	1,031	0,344			34,38	
	F	1	1,131	0,377	0,398	0,096	37,71	39,81
2		0,916	0,305	30,52				
3		1,106	0,369	36,88				
4		1,209	0,403	40,31				
5		1,019	0,340	33,96				
6		1,184	0,395	39,48				
7		1,809	0,603	60,31				

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Simson 007 SMP	Z	1	1,150	0,383	0,363	0,036	38,33	36,25
		2	1,119	0,373			37,29	
		3	0,916	0,305			30,52	
		4	0,963	0,321			32,08	
		5	0,953	0,318			31,77	
		6	1,206	0,402			40,21	
		7	1,172	0,391			39,06	
	I	1	0,981	0,327	0,317	0,022	32,71	31,72
		2	0,928	0,309			30,94	
		3	0,944	0,315			31,46	
		4	0,853	0,284			28,44	
		5	1,209	0,403			40,31	
		6	1,072	0,357			35,73	
		7	0,931	0,310			31,04	
	F	1	1,022	0,341	0,364	0,031	34,06	36,44
		2	1,244	0,415			41,46	
		3	1,075	0,358			35,83	
		4	1,191	0,397			39,69	
		5	0,975	0,325			32,50	
		6	0,853	0,284			28,44	
		7	1,053	0,351			35,10	
Simson PanelTack HM	Z	1	1,841	0,614	0,574	0,070	61,35	57,36
		2	1,372	0,457			45,73	
		3	2,009	0,670			66,98	
		4	1,422	0,474			47,40	
		5	1,656	0,552			55,21	
		6	1,884	0,628			62,81	
		7	1,513	0,504			50,42	
	I	1	1,859	0,620	0,476	0,075	61,98	47,64
		2	1,219	0,406			40,63	
		3	1,306	0,435			43,54	
		4	1,369	0,456			45,63	
		5	1,344	0,448			44,79	
		6	1,588	0,529			52,92	
		7	1,259	0,420			41,98	
	F	1	1,119	0,373	0,437	0,058	37,29	43,68
		2	1,459	0,486			48,65	
		3	1,575	0,525			52,50	
		4	1,366	0,455			45,52	
		5	1,128	0,376			37,60	
		6	1,475	0,492			49,17	
		7	1,181	0,394			39,38	
8		1,138	0,379	37,92				

9.4.1.3. Posouzení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]		
SikaTack® Panel	N	1	5,547	1,849	1,320	0,378	184,90	131,98	
		2	2,969	0,990			98,96		
		3	2,488	0,829			82,92		
		4	7,334	2,445			244,48		
		5	3,975	1,325			132,50		
		6	5,306	1,769			176,88		
		7	3,471	1,157			115,71		
	I	1	2,988	0,996	0,821	0,114	99,58	82,14	
		2	4,516	1,505			150,52		
		3	3,669	1,223			122,29		
		4	2,216	0,739			73,85		
		5	5,031	1,677			167,71		
		6	2,541	0,847			84,69		
		7	2,131	0,710			71,04		
		8	2,375	0,792			79,17		
		9	2,884	0,961			96,15		
		10	2,191	0,730			73,02		
	F	1	1,994	0,665	0,850	0,091	66,46	85,00	
		2	7,731	2,577			257,71		
		3	2,822	0,941			94,06		
		4	2,759	0,920			91,98		
		5	2,859	0,953			95,31		
		6	3,347	1,116			111,56		
		7	2,184	0,728			72,81		
		8	2,421	0,807			80,71		
		9	2,253	0,751			75,10		
	Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	2,747	0,916	0,790	0,060	91,56	78,96
			2	2,372	0,791			79,06	
3			2,188	0,729	72,92				
4			2,256	0,752	75,21				
5			1,828	0,609	60,94				
6			2,372	0,791	79,06				
7			2,278	0,759	75,94				
I		1	2,088	0,696	0,867	0,158	69,58	86,68	
		2	2,588	0,863			86,25		
		3	2,850	0,950			95,00		
		4	2,325	0,775			77,50		
		5	2,247	0,749			74,90		
		6	4,513	1,504			150,42		
		7	3,506	1,169			116,88		
F		1	3,263	1,088	0,775	0,162	108,75	77,47	
		2	2,266	0,755			75,52		
		3	1,847	0,616			61,56		
	4	2,509	0,836	83,65					
	5	2,206	0,735	73,54					
	6	2,309	0,770	76,98					
	7	1,809	0,603	60,31					

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Simson 007 SMP	N	1	2,284	2,886	0,962	0,132	76,15	96,20	
		2	3,150				105,00		
		3	2,647				88,23		
		4	2,713				90,42		
		5	2,994				99,79		
		6	3,528				117,60		
	I	1	3,216	3,160	1,053	0,218	107,19	105,35	
		2	4,453				148,44		
		3	2,688				89,58		
		4	2,513				83,75		
		5	3,381				112,71		
		6	2,734				91,15		
		7	2,666				88,85		
	F	1	0,791	2,147	0,716	0,164	26,35	71,58	
		2	3,422				114,06		
		3	1,666				55,52		
		4	2,919				97,29		
		5	2,341				78,02		
		6	2,666				88,85		
		7	1,509				50,31		
		8	1,606				53,54		
		9	2,031				67,71		
		10	2,478				82,60		
	Simson PanelTack HM	N	1	2,244	2,346	0,782	0,081	74,79	78,19
			2	1,838				61,25	
			3	2,481				82,71	
			4	2,713				90,42	
			5	2,459				81,98	
			6	1,941				64,69	
			7	2,203				73,44	
8			2,278	75,94					
I		1	1,703	3,133	1,044	0,210	56,77	104,44	
		2	2,534				84,48		
		3	6,181				206,04		
		4	3,822				127,40		
		5	3,134				104,48		
		6	2,813				93,75		
		7	2,450				81,67		
		8	3,653				121,77		
		9	4,216				140,52		
F		1	2,144	3,062	1,021	0,269	71,46	102,07	
		2	3,306				110,21		
		3	2,297				76,56		
		4	4,753				158,44		
		5	2,681				89,38		
		6	3,178				105,94		
		7	2,941				98,02		
	8	2,522	84,06						

9.4.1.5. Posouzení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem z dřevoplastu

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
SikaTack® Panel	N	1	2,084	0,695	0,750	0,134	69,48	75,03
		2	2,881	0,960			96,04	
		3	1,688	0,563			56,25	
		4	1,953	0,651			65,10	
		5	2,616	0,872			87,19	
		6	2,284	0,761			76,15	
	I	1	3,816	1,272	0,977	0,274	127,19	97,66
		2	2,059	0,686			68,65	
		3	0,000	0,000			0,00	
		4	2,866	0,955			95,52	
		5	0,000	0,000			0,00	
		6	3,000	1,000			100,00	
		7	4,184	1,395			139,45	
		8	2,059	0,686			68,63	
		9	2,655	0,885			88,50	
		10	2,000	0,667			66,68	
	F	1	2,628	0,876	0,834	0,097	87,60	83,39
		2	2,247	0,749			74,90	
		3	2,694	0,898			89,79	
		4	2,481	0,827			82,71	
		5	2,922	0,974			97,40	
6		0,000	0,000	0,00				
7		2,038	0,679	67,92				
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	1,294	0,431	0,484	0,051	43,13	48,40
		2	1,747	0,582			58,23	
		3	1,409	0,470			46,98	
		4	1,494	0,498			49,79	
		5	1,478	0,493			49,27	
		6	1,859	0,620			61,98	
		7	1,291	0,430			43,02	
	I	1	1,503	0,501	0,480	0,054	50,10	48,00
		2	1,594	0,531			53,13	
		3	1,450	0,483			48,33	
		4	1,606	0,535			53,54	
		5	1,350	0,450			45,00	
		6	1,191	0,397			39,69	
		7	1,138	0,379			37,92	
F	1	1,313	0,438	0,452	0,052	43,75	45,17	
	2	1,163	0,388			38,75		
	3	1,397	0,466			46,56		
	4	1,278	0,426			42,60		
	5	1,316	0,439			43,85		
	6	1,359	0,453			45,31		
	7	1,666	0,555			55,52		

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Simson 007 SMP	N	1	1,450		0,483		48,33	41,19	
		2	1,403		0,468		46,77		
		3	1,419		0,473		47,29		
		4	1,363	1,299	0,454	0,412	0,074		45,42
		5	0,856		0,285		28,54		
		6	0,959		0,320		31,98		
		7	1,200		0,400		40,00		
	I	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
	F	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
	Simson HM verze 01	N	1	0,391		0,130		13,02	21,96
2			0,750		0,250		25,00		
3			0,609		0,203		20,31		
4			0,756	0,659	0,252	0,220	0,028	25,21	
5			0,509		0,170		16,98		
6			0,675		0,225		22,50		
7			0,653		0,218		21,77		
I		Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
F		Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							
Simson PanelTack HM verze 02		N	1	1,669		0,556		55,63	55,12
	2		1,050		0,350		35,00		
	3		1,447		0,482		48,23		
	4		1,328	1,654	0,443	0,551	0,121	44,27	
	5		2,309		0,770		76,98		
	6		1,269		0,423		42,29		
	7		1,900		0,633		63,33		
	I	1	1,303		0,434		43,44	52,92	
		2	1,403		0,468		46,77		
		3	1,222		0,407		40,73		
		4	1,300	1,588	0,433	0,529	0,153		43,33
		5	1,228		0,409		40,94		
		6	2,478		0,826		82,60		
		7	1,891		0,630		63,02		
F	1	1,381		0,460		46,04	51,09		
	2	1,169		0,390		38,96			
	3	1,447		0,482		48,23			
	4	1,863	1,533	0,621	0,511	0,086		62,08	
	5	1,822		0,607		60,73			
	6	1,459		0,486		48,65			
	7	1,919		0,640		63,96			

9.4.2. Posouzení lepené sestavy zkouškou pevnosti ve smyku při tahovém namáhání

9.4.2.1. Posouzení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
SikaTack® Panel	N	1	7,038	0,563	0,646	0,152	56,30	64,59
		2	6,481	0,519			51,85	
		3	5,422	0,434			43,38	
		4	7,656	0,613			61,25	
		5	9,325	0,746			74,60	
		6	10,925	0,874			87,40	
	I	1	8,200	0,656	0,511	0,056	65,60	51,07
		2	5,919	0,474			47,35	
		3	7,322	0,586			58,58	
		4	7,081	0,567			56,65	
		5	6,122	0,490			48,98	
		6	5,472	0,438			43,78	
	F	1	7,022	0,562	0,676	0,107	56,18	67,55
		2	8,978	0,718			71,83	
		3	6,759	0,541			54,08	
		4	9,122	0,730			72,98	
		5	10,247	0,820			81,98	
		6	9,213	0,737			73,70	
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	5,169	0,414	0,414	0,043	41,35	41,38
		2	4,569	0,366			36,55	
		3	4,163	0,333			33,30	
		4	5,272	0,422			42,18	
		5	5,678	0,454			45,43	
		6	5,581	0,447			44,65	
	I	1	4,763	0,381	0,431	0,025	38,10	43,06
		2	5,541	0,443			44,33	
		3	5,538	0,443			44,30	
		4	5,428	0,434			43,43	
		5	6,394	0,512			51,15	
		6	5,641	0,451			45,13	
	F	1	7,956	0,637	0,428	0,045	63,65	42,76
		2	5,331	0,427			42,65	
		3	5,169	0,414			41,35	
		4	4,406	0,353			35,25	
		5	5,916	0,473			47,33	
		6	5,903	0,472			47,23	

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
Simson 007 SMP	N	1	7,934	0,635	0,364	0,046	63,48	36,36
		2	4,284	0,343			34,28	
		3	5,303	0,424			42,43	
		4	4,972	0,398			39,78	
		5	4,547	0,364			36,38	
		6	3,619	0,290			28,95	
	I	1	4,663	0,373	0,348	0,050	37,30	34,83
		2	4,128	0,330			33,03	
		3	8,997	0,720			71,98	
		4	5,413	0,433			43,30	
		5	3,747	0,300			29,98	
		6	3,816	0,305			30,53	
F	1	0,000	0,000	0,241	0,036	0,00	24,09	
	2	3,122	0,250			24,98		
	3	2,744	0,220			21,95		
	4	0,000	0,000			0,00		
	5	3,825	0,306			30,60		
	6	2,559	0,205			20,48		
	7	2,808	0,225			22,47		
Simson PanelTack HM	N	1	7,116	0,569	0,455	0,071	56,93	45,50
		2	5,200	0,416			41,60	
		3	5,216	0,417			41,73	
		4	4,650	0,372			37,20	
		5	6,253	0,500			50,03	
		6	3,809	0,305			30,48	
	I	1	6,378	0,510	0,473	0,063	51,03	47,27
		2	6,103	0,488			48,83	
		3	6,956	0,557			55,65	
		4	5,434	0,435			43,48	
		5	4,672	0,374			37,38	
		6	7,747	0,620			61,98	
	F	1	5,888	0,471	0,397	0,071	47,10	39,66
		2	5,706	0,457			45,65	
		3	3,947	0,316			31,58	
		4	5,409	0,433			43,28	
		5	3,797	0,304			30,38	
		6	3,834	0,307			30,68	

9.4.2.2. Posouzení lepené sestavy v kombinaci s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu
ve směru \perp k vláknům

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Sika Tack® Panel	N	1	11,456	0,917	0,783	0,100	91,65	78,30
		2	8,447	0,676			67,58	
		3	11,616	0,929			92,93	
		4	10,928	0,874			87,43	
		5	8,772	0,702			70,18	
		6	9,175	0,734			73,40	
	I	1	11,072	0,886	0,884	0,155	88,58	88,43
		2	12,597	1,008			100,78	
		3	12,359	0,989			98,88	
		4	7,316	0,585			58,53	
		5	15,344	1,228			122,75	
		6	9,553	0,764			76,43	
		7	11,922	0,954			95,38	
	F	1	9,209	0,737	1,080	0,087	73,68	107,97
		2	12,181	0,975			97,45	
		3	12,600	1,008			100,80	
		4	15,241	1,219			121,93	
		5	13,344	1,068			106,75	
6		14,113	1,129	112,90				
Dimitrol F500 LP Polyflex	N	1	4,391	0,351	0,392	0,075	35,13	39,20
		2	4,313	0,345			34,50	
		3	6,709	0,537			53,67	
		4	4,163	0,333			33,30	
		5	4,672	0,374			37,38	
		6	4,922	0,394			39,38	
	I	1	8,816	0,705	0,686	0,047	70,53	68,60
		2	7,888	0,631			63,10	
		3	9,050	0,724			72,40	
		4	7,875	0,630			63,00	
		5	9,247	0,740			73,98	
		6	6,075	0,486			48,60	
	F	1	7,250	0,580	0,600	0,067	58,00	60,03
		2	13,072	1,046			104,58	
		3	6,600	0,528			52,80	
4		8,453	0,676	67,63				
5		8,531	0,683	68,25				
6		6,681	0,535	53,45				
7		8,531	0,683	68,25				

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
--------------------	----------------------------	---------------------------------------	--	--	--	-------------------------	---

Simson 007 SMP	N	1	7,206	4,393	0,351	0,123	57,65	35,14	
		2	4,853				0,388		38,83
		3	3,203				0,256		25,63
		4	2,222				0,178		17,78
		5	3,606				0,289		28,85
		6	3,094				0,248		24,75
	I	1	10,653	9,098	0,728	0,200	85,23	72,78	
		2	8,944				0,716		71,55
		3	5,819				0,466		46,55
		4	12,956				1,037		103,65
		5	6,747				0,540		53,98
		6	6,188				0,495		49,50
	F	1	3,216	4,374	0,350	0,073	25,73	34,99	
		2	5,425				0,434		43,40
		3	5,175				0,414		41,40
		4	4,653				0,372		37,23
		5	3,400				0,272		27,20
		6	5,063				0,405		40,50
Simson PanelTack HM	N	1	7,478	5,791	0,463	0,083	59,83	46,33	
		2	6,500				0,520		52,00
		3	5,225				0,418		41,80
		4	7,891				0,631		63,13
		5	5,031				0,403		40,25
		6	4,722				0,378		37,78
	I	1	10,353	5,881	0,470	0,041	82,83	46,42	
		2	5,772				0,462		46,18
		3	11,159				0,893		89,28
		4	6,359				0,509		50,88
		5	6,441				0,515		51,53
		6	4,959				0,397		39,68
		7	5,959				0,477		47,68
		8	6,353				0,508		47,68
	F	1	3,381	4,068	0,325	0,057	27,05	32,54	
		2	5,163				0,413		41,30
		3	3,656				0,293		29,25
		4	4,741				0,379		37,93
5		4,672	0,374				37,38		
6		3,466	0,277				27,73		

9.4.2.3. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s fasádními palubkami ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Sika Tack® Panel	Z	1	11,284	0,903	0,910	0,061	90,28	90,99
		2	10,359	0,829			82,88	
		3	12,003	0,960			96,03	
		4	10,691	0,855			85,53	
		5	11,256	0,901			90,05	
		6	12,647	1,012			101,18	
	I	1	11,072	0,886	0,893	0,160	88,58	89,28
		2	12,597	1,008			100,78	
		3	12,359	0,989			98,88	
		4	7,316	0,585			58,53	
		5	12,454	0,996			99,63	
		6	11,922	0,954			95,38	
	F	1	9,209	0,737	0,903	0,142	73,68	90,33
		2	12,181	0,975			97,45	
		3	12,600	1,008			100,80	
		4	9,124	0,730			72,99	
		5	13,344	1,068			106,75	
		6	14,113	1,129			112,90	
Dimitrol F500 LP Polyflex	Z	1	11,816	0,945	0,988	0,120	94,53	98,78
		2	15,116	1,209			120,93	
		3	12,366	0,989			98,93	
		4	8,684	0,695			69,48	
		5	10,613	0,849			84,90	
		6	11,825	0,946			94,60	
	I	1	11,365	0,909	0,912	0,086	90,92	91,17
		2	13,093	1,047			104,75	
		3	9,459	0,757			75,67	
		4	12,174	0,974			97,40	
		5	11,376	0,910			91,00	
		6	12,604	1,008			100,83	
	F	1	12,585	1,007	0,954	0,057	100,68	95,45
		2	13,214	1,057			105,71	
		3	11,536	0,923			92,29	
		4	11,383	0,911			91,06	
		5	11,386	0,911			91,09	
		6	11,484	0,919			91,87	

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
Simson 007 SMP	N	1	4,909	0,393	0,501	0,062	39,28	50,08
		2	6,500	0,520			52,00	
		3	6,084	0,487			48,68	
		4	4,875	0,390			39,00	
		5	6,625	0,530			53,00	
		6	7,213	0,577			57,70	
	I	1	4,447	0,356	0,445	0,070	35,58	44,48
		2	6,533	0,523			52,27	
		3	5,526	0,442			44,21	
		4	5,902	0,472			47,22	
		5	6,533	0,523			52,27	
		6	4,416	0,353			35,33	
	F	1	5,684	0,455	0,378	0,070	45,47	37,84
		2	3,855	0,308			30,84	
		3	5,783	0,463			46,27	
		4	5,321	0,426			42,57	
		5	3,855	0,308			30,84	
		6	3,882	0,311			31,06	
Simson PanelTack HM	N	1	6,129	0,490	0,561	0,078	49,03	56,08
		2	7,026	0,562			56,21	
		3	6,923	0,554			55,38	
		4	5,278	0,422			42,23	
		5	7,667	0,613			61,34	
		6	8,155	0,652			65,24	
	I	1	5,837	0,467	0,523	0,072	46,70	49,88
		2	6,692	0,535			53,54	
		3	6,594	0,527			52,75	
		4	5,027	0,402			40,22	
		5	7,303	0,584			58,42	
		6	7,767	0,621			47,68	
	F	1	6,646	0,532	0,516	0,075	53,17	51,57
		2	6,548	0,524			52,39	
		3	4,995	0,400			39,96	
		4	7,252	0,580			58,01	
		5	7,712	0,617			61,70	
		6	5,522	0,442			44,18	

9.4.2.4. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Sika Tack® Panel	Z	1	7,250	9,565	0,580	0,765	0,112	58,00	76,52
		2	11,275		0,902			90,20	
		3	9,425		0,754			75,40	
		4	9,131		0,731			73,05	
		5	9,406		0,753			75,25	
		6	10,744		0,860			85,95	
	I	1	7,975	9,342	0,638	0,747	0,093	63,80	74,74
		2	11,016		0,881			88,13	
		3	8,647		0,692			69,18	
		4	8,647		0,692			69,18	
		5	12,147		0,972			97,18	
		6	10,425		0,834			83,40	
	F	1	8,359	8,624	0,669	0,690	0,063	66,88	68,99
		2	8,753		0,700			70,03	
		3	8,603		0,688			68,83	
		4	7,919		0,634			63,35	
		5	10,119		0,810			80,95	
		6	8,119		0,650			64,95	
Dimitrol F500LP Polyflex	Z	1	15,57	9,748	1,246	0,780	0,079	124,58	77,99
		2	8,55		0,684			68,40	
		3	11,33		0,907			90,65	
		4	9,26		0,741			74,08	
		5	10,38		0,830			83,03	
		6	9,22		0,738			73,78	
	I	1	7,219	8,293	0,578	0,663	0,060	57,75	66,35
		2	6,231		0,499			49,85	
		3	7,588		0,607			60,70	
		4	8,626		0,690			69,01	
		5	8,988		0,719			71,90	
		6	9,047		0,724			72,38	
	F	1	7,300	8,184	0,584	0,655	0,077	58,40	65,47
		2	6,969		0,558			55,75	
		3	8,081		0,647			64,65	
		4	9,306		0,745			74,45	
		5	10,334		0,827			82,68	
		6	9,263		0,741			74,10	

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Simson 007 SMP	N	1	5,588	5,147	0,447	0,412	0,106	44,70	41,18
		2	3,769		0,302			30,15	
		3	5,916		0,473			47,33	
		4	3,478		0,278			27,83	
		5	2,125		0,170			17,00	
		6	6,984		0,559			55,88	
	I	1	3,900	4,674	0,312	0,374	0,120	31,20	37,40
		2	2,066		0,165			16,53	
		3	5,811		0,465			46,49	
		4	5,916		0,473			47,33	
		5	2,019		0,162			16,15	
		6	5,680		0,454			45,44	
	F	1	3,725	4,638	0,298	0,371	0,073	29,80	37,10
		2	4,787		0,383			38,30	
		3	5,312		0,425			42,50	
		4	5,365		0,429			42,92	
		5	2,859		0,229			22,88	
		6	4,866		0,389			38,93	
Simson PanelTack HM	N	1	4,472	4,393	0,358	0,351	0,040	35,78	35,14
		2	2,834		0,227			22,68	
		3	4,194		0,336			33,55	
		4	3,631		0,291			29,05	
		5	5,181		0,415			41,45	
		6	4,484		0,359			35,88	
	I	1	5,394	5,052	0,432	0,404	0,082	43,15	40,41
		2	3,744		0,300			29,95	
		3	5,300		0,424			42,40	
		4	6,668		0,533			53,35	
		5	3,544		0,284			28,35	
		6	4,153		0,332			33,23	
	F	1	3,131	3,434	0,251	0,275	0,041	25,05	27,47
		2	4,353		0,348			34,83	
		3	3,050		0,244			24,40	
		4	3,619		0,290			28,95	
		5	3,016		0,241			24,13	
		6	2,413		0,193			19,30	

9.4.2.5. Posouzení pevnosti lepené sestavy ve smyku v kombinaci s třívrstvou lepenou deskou ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
SikaTack® Panel	N	1	9,953	0,796	0,946	0,042	79,63	94,63
		2	11,666	0,933			93,33	
		3	11,481	0,919			91,85	
		4	12,831	1,027			102,65	
		5	11,784	0,943			94,28	
		6	11,381	0,911			91,05	
	I	1	10,880	0,870	0,870	0,007	87,04	86,98
		2	10,841	0,867			86,73	
		3	10,773	0,862			86,18	
		4	11,023	0,882			88,19	
		5	10,790	0,863			86,32	
		6	10,844	0,867			86,75	
	F	1	11,784	0,943	0,942	0,003	94,27	94,19
		2	11,756	0,940			94,05	
		3	11,723	0,938			93,78	
		4	11,819	0,946			94,55	
		5	11,769	0,942			94,15	
		6	11,835	0,947			94,68	
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	11,341	0,907	1,018	0,065	90,73	101,76
		2	12,525	1,002			100,20	
		3	13,822	1,106			110,58	
		4	13,047	1,044			104,38	
		5	12,863	1,029			102,90	
		6	11,325	0,906			90,60	
	I	1	12,060	0,965	0,958	0,008	96,48	95,84
		2	12,035	0,963			96,28	
		3	12,066	0,965			96,53	
		4	11,907	0,953			95,26	
		5	12,012	0,961			96,09	
		6	11,797	0,944			94,38	
	F	1	11,395	0,912	0,904	0,008	91,16	90,37
		2	11,342	0,907			90,73	
		3	11,370	0,910			90,96	
		4	11,278	0,902			90,23	
		5	11,293	0,903			90,35	
		6	11,101	0,888			88,81	

Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
Simson 007 SMP	N	1	6,009	5,550	0,481	0,469	0,095	48,08	46,87
		2	5,225		0,418			41,80	
		3	8,068		0,645			64,55	
		4	4,647		0,372			37,18	
		5	4,003		0,320			32,03	
		6	5,347		0,428			42,78	
	I	1	6,526	5,340	0,522	0,427	0,077	52,21	42,72
		2	4,564		0,365			36,51	
		3	6,519		0,522			52,15	
		4	4,575		0,366			36,60	
		5	4,357		0,349			34,85	
		6	4,518		0,361			36,14	
	F	1	6,280	5,722	0,502	0,458	0,081	50,24	45,78
		2	4,299		0,344			34,39	
		3	6,381		0,510			51,05	
		4	6,373		0,510			50,98	
		5	6,703		0,536			53,62	
		6	4,296		0,344			34,37	
Simson PanelTack HM	N	1	6,01	5,292	0,481	0,423	0,070	48,10	42,34
		2	5,03		0,403			40,25	
		3	5,58		0,447			44,65	
		4	4,44		0,355			35,53	
		5	6,61		0,528			52,85	
		6	4,08		0,327			32,65	
	I	1	6,98	6,803	0,558	0,544	0,110	55,80	54,42
		2	5,57		0,446			44,58	
		3	7,32		0,586			58,58	
		4	9,50		0,760			75,98	
		5	5,72		0,458			45,78	
		6	5,73		0,458			45,83	
	F	1	4,20	5,399	0,336	0,432	0,097	33,63	43,20
		2	7,75		0,620			61,99	
		3	4,32		0,346			34,56	
		4	5,09		0,407			40,69	
		5	5,14		0,411			41,10	
		6	4,70		0,376			37,63	

9.4.2.6. Posouzení lepené sestavy v kombinaci s fasádním obkladem z dřevoplastu

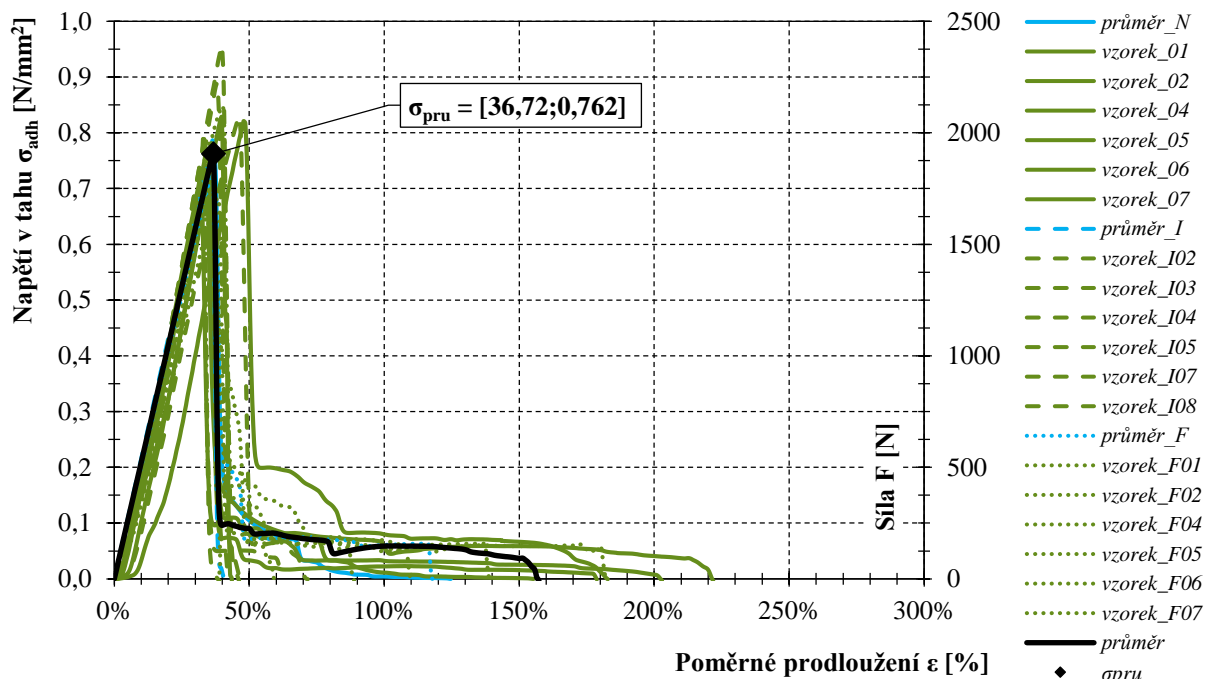
Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
SikaTack® Panel	N	1	18,547	1,484	1,099	0,208	148,38	109,87
		2	11,006	0,881			88,05	
		3	14,747	1,180			117,98	
		4	12,291	0,983			98,33	
		5	11,266	0,901			90,13	
		6	14,091	1,127			112,73	
	I	1	14,547	1,164	0,723	0,126	116,38	72,27
		2	11,806	0,945			94,45	
		3	9,053	0,724			72,43	
		4	8,184	0,655			65,48	
		5	6,975	0,558			55,80	
		6	9,044	0,724			72,35	
		7	8,291	0,663			66,33	
	F	1	9,059	0,725	0,783	0,093	72,48	78,33
		2	11,406	0,913			91,25	
		3	9,222	0,738			73,78	
		4	10,859	0,869			86,88	
		5	10,894	0,872			87,15	
6		8,375	0,670	67,00				
Dinitrol F500 LP Polyflex	N	1	8,094	0,648	0,587	0,030	64,75	58,75
		2	8,406	0,673			67,25	
		3	7,191	0,575			57,53	
		4	7,038	0,563			56,30	
		5	6,006	0,481			48,05	
		6	7,188	0,575			57,50	
		7	7,206	0,577			57,65	
	I	1	10,431	0,835	0,802	0,047	83,45	80,16
		2	9,475	0,758			75,80	
		3	9,641	0,771			77,13	
		4	10,981	0,879			87,85	
		5	9,569	0,766			76,55	
		6	13,500	1,080			108,00	
	F	1	10,634	0,851	0,814	0,077	85,08	81,36
		2	11,794	0,944			94,35	
		3	7,072	0,566			56,58	
		4	9,900	0,792			79,20	
		5	9,188	0,735			73,50	
6		9,331	0,747	74,65				
Simson 007 SMP	N	1	2,969	0,238	0,214	0,053	23,75	21,39
		2	3,106	0,249			24,85	
		3	0,000	0,000			0,00	
		4	3,494	0,280			27,95	
		5	2,091	0,167			16,73	
		6	1,706	0,137			13,65	
	I	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.						
F	Zkušební vzorky se rozpadly během kondicionování.							

Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]		
verze 01	Z	Zkušební vzorky se rozpadly během vyzrávání.							
	I	Zkušební vzorky se rozpadly během vyzrávání.							
	F	Zkušební vzorky se rozpadly během vyzrávání.							
Simson Panel/Tack HM verze 02	N	1	7,069	6,823	0,566	0,546	0,103	56,55	54,58
		2	5,366		0,429			42,93	
		3	8,791		0,703			70,33	
		4	5,475		0,438			43,80	
		5	8,738		0,699			69,90	
		6	7,413		0,593			59,30	
	I	1	8,831	9,234	0,707	0,739	0,062	70,65	73,88
		2	10,544		0,844			84,35	
		3	9,494		0,760			75,95	
		4	9,069		0,726			72,55	
		5	8,081		0,647			64,65	
		6	8,234		0,659			65,88	
	F	1	5,694	6,035	0,456	0,483	0,040	45,55	48,28
		2	3,000		0,240			24,00	
		3	6,306		0,505			50,45	
		4	6,813		0,545			54,50	
		5	5,981		0,479			47,85	
		6	5,381		0,431			43,05	

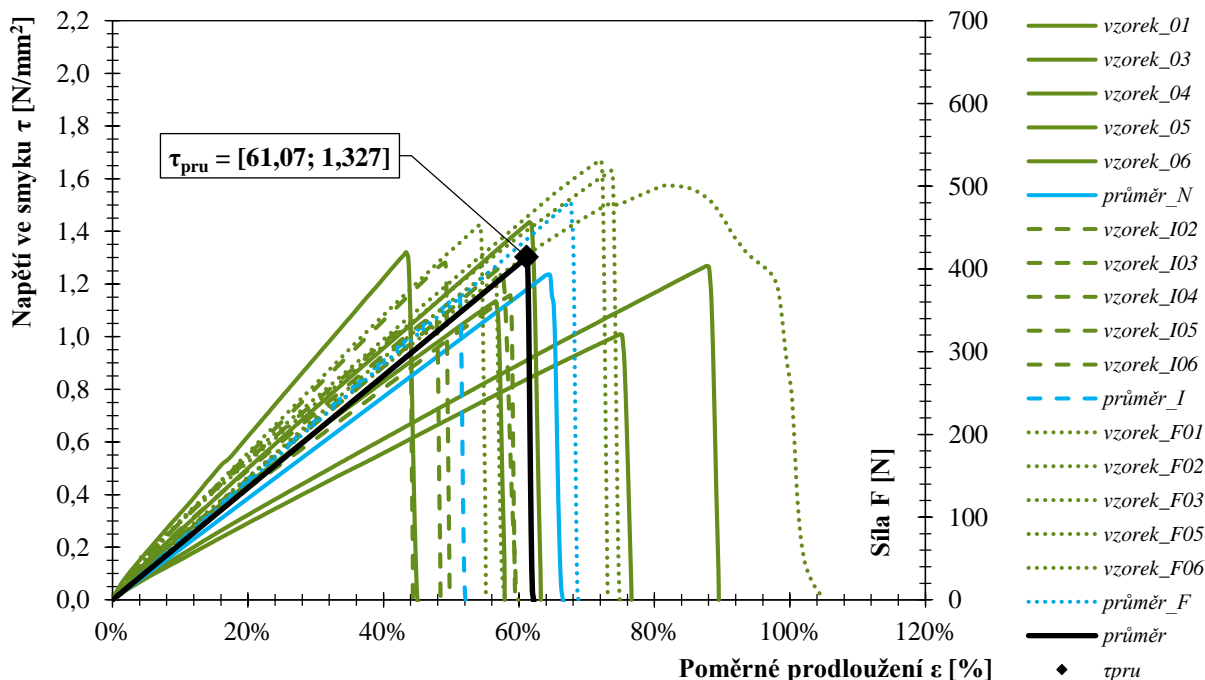
9.5. Podrobné výsledky posouzení mechanické odolnosti lepených sestav

9.5.1. Posouzení mechanické odolnosti lepené sestavy při tahovém namáhání v kombinaci s fasádním obkladem Cetris Basic

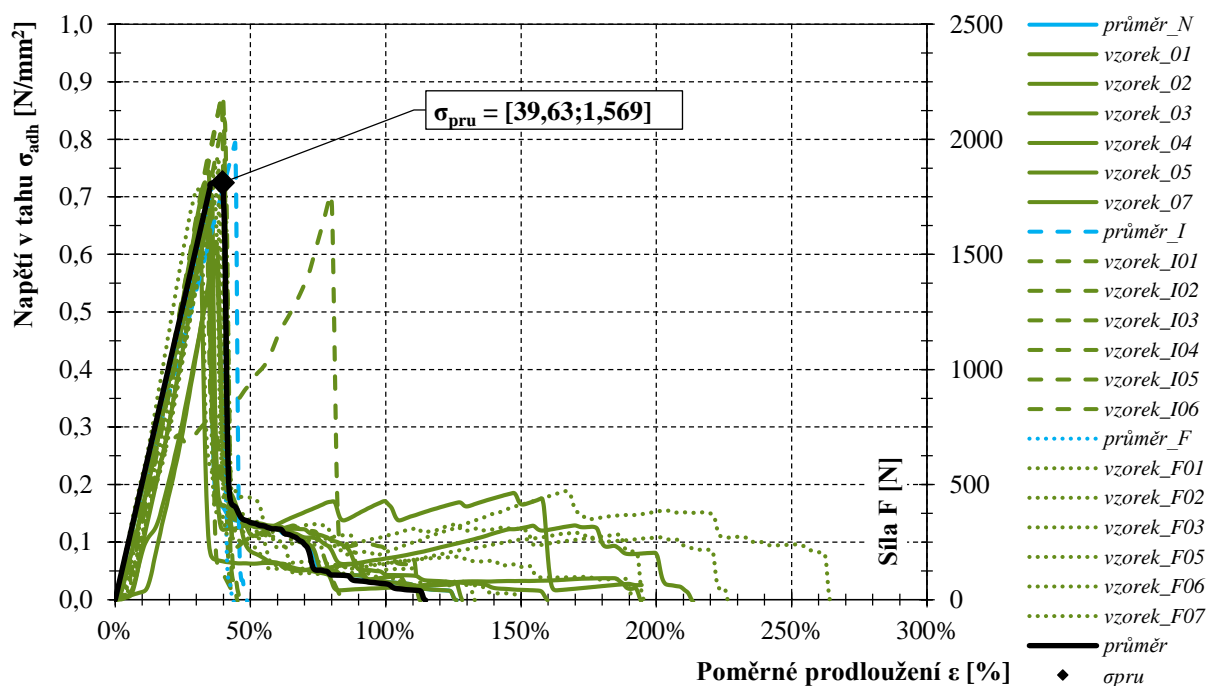
9.5.1.1. Přídržnost lepené sestavy se systémem SikaTack® Panel



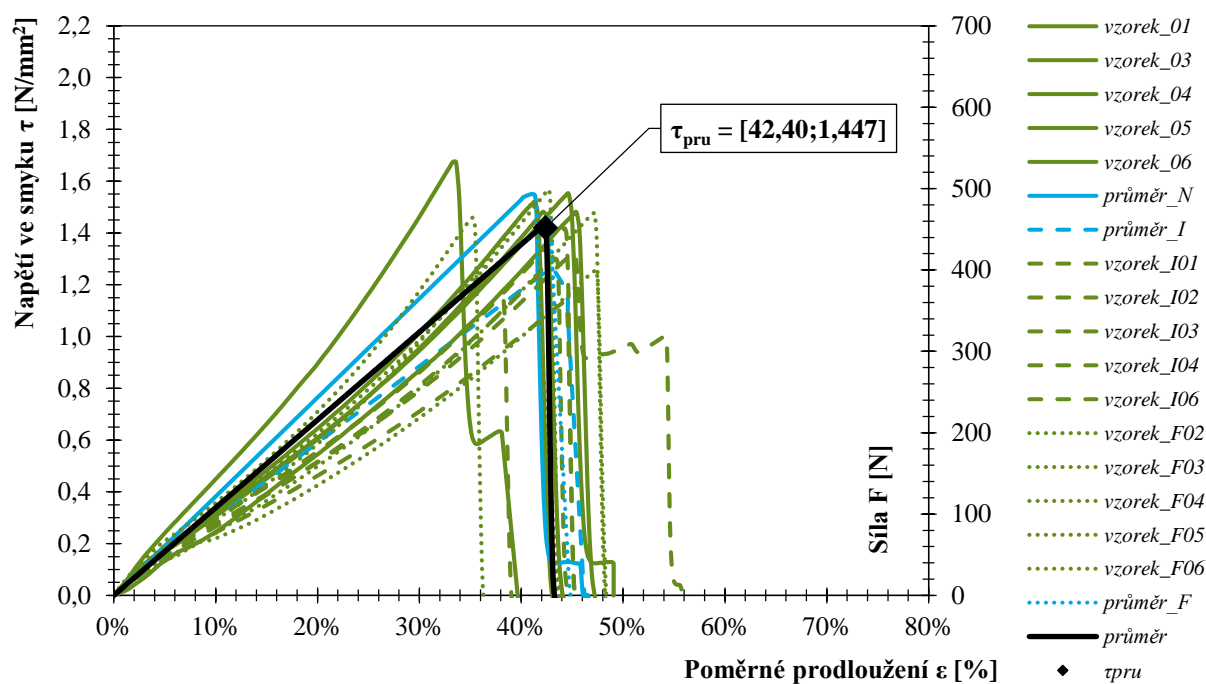
9.5.1.2. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem SikaTack® Panel



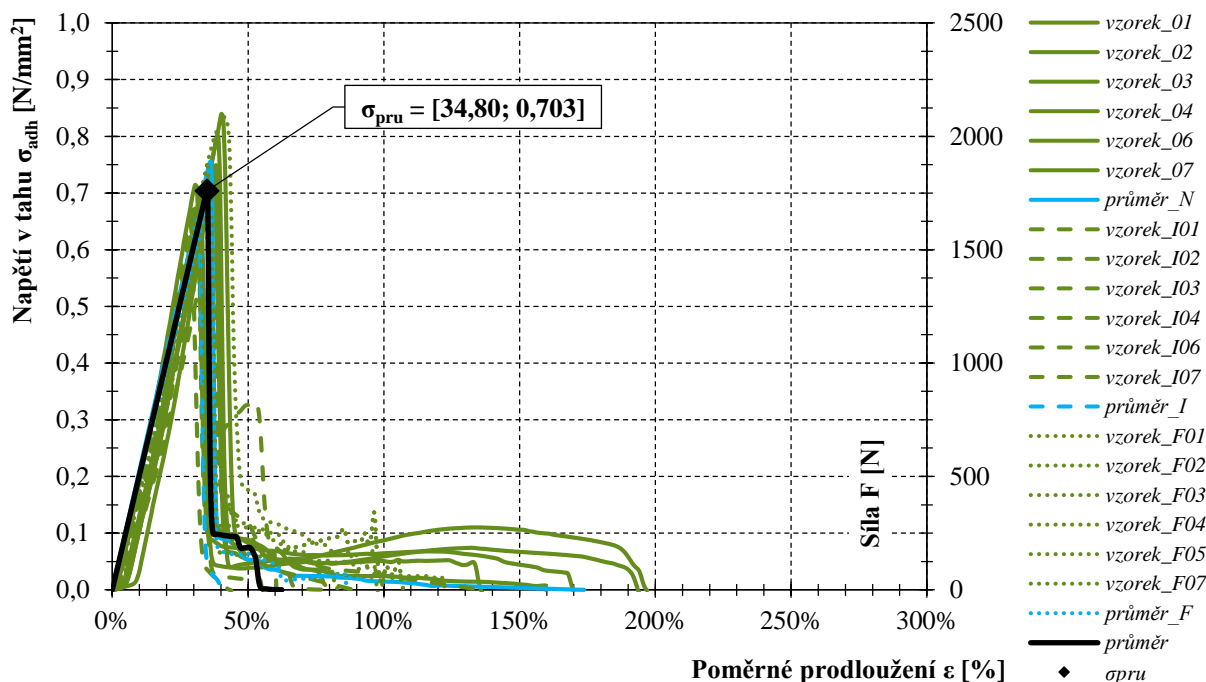
9.5.1.3. Přídržnost lepené sestavy se systémem Dinitrol F500LP Polyflex



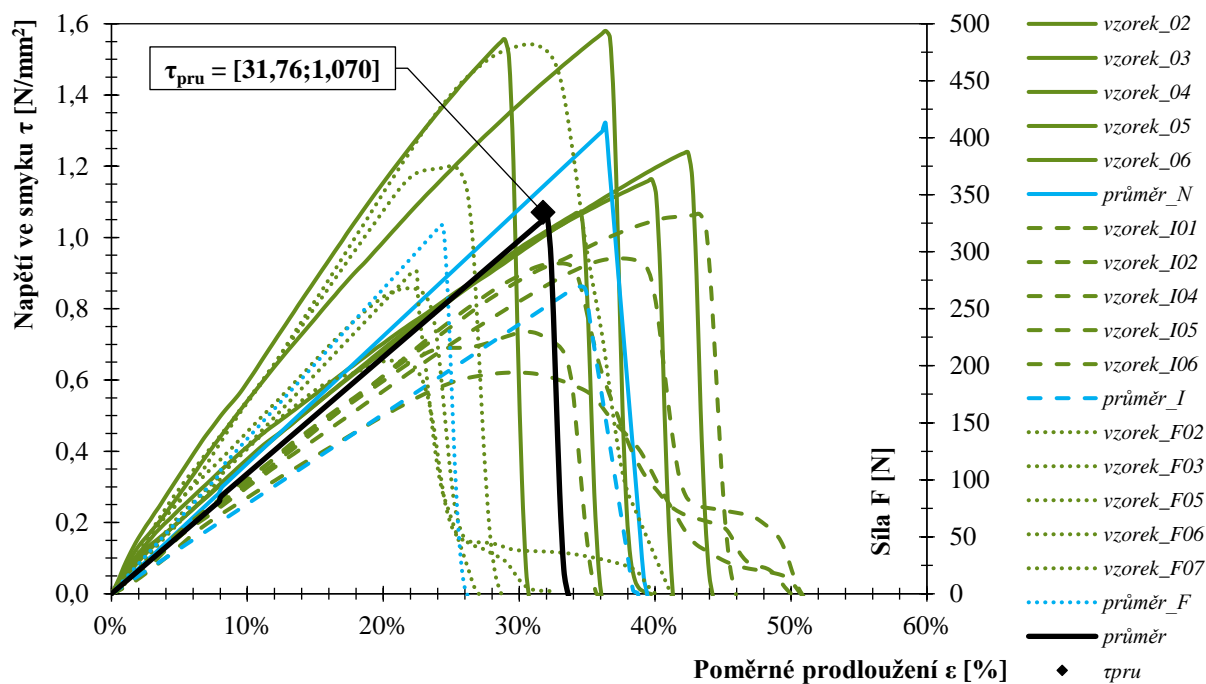
9.5.1.4. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Dinitrol F500LP Polyflex



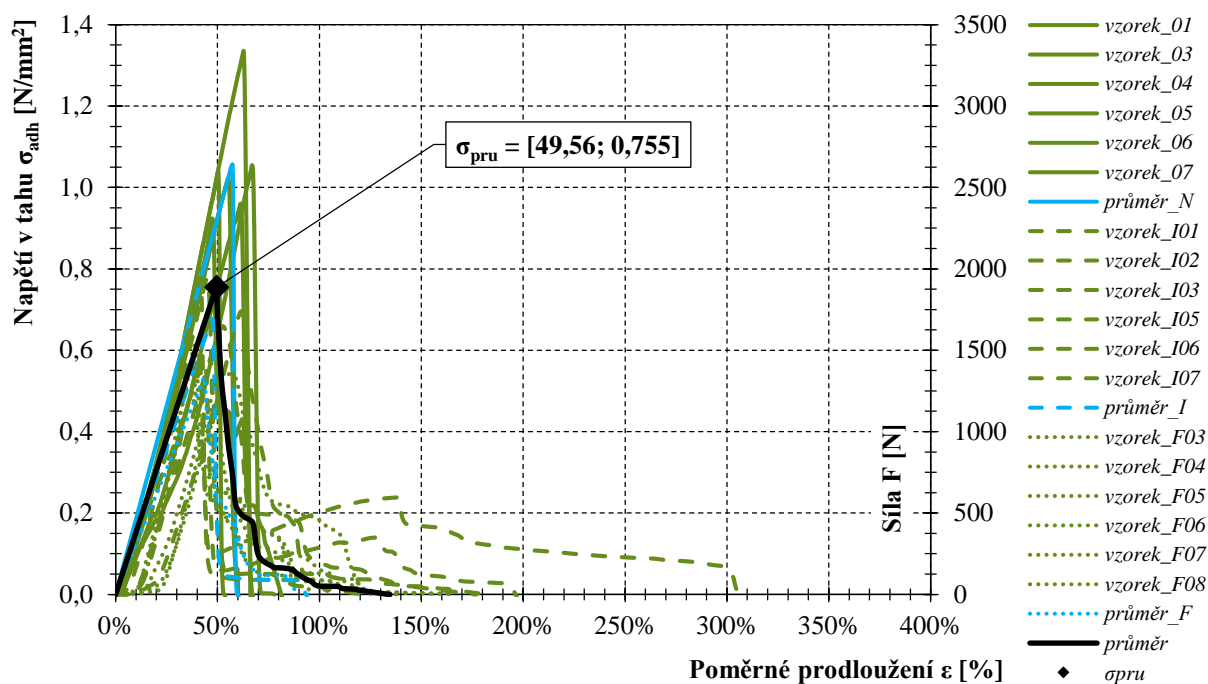
9.5.1.5. Přídržnost lepené sestavy se systémem Simson 007 SMP



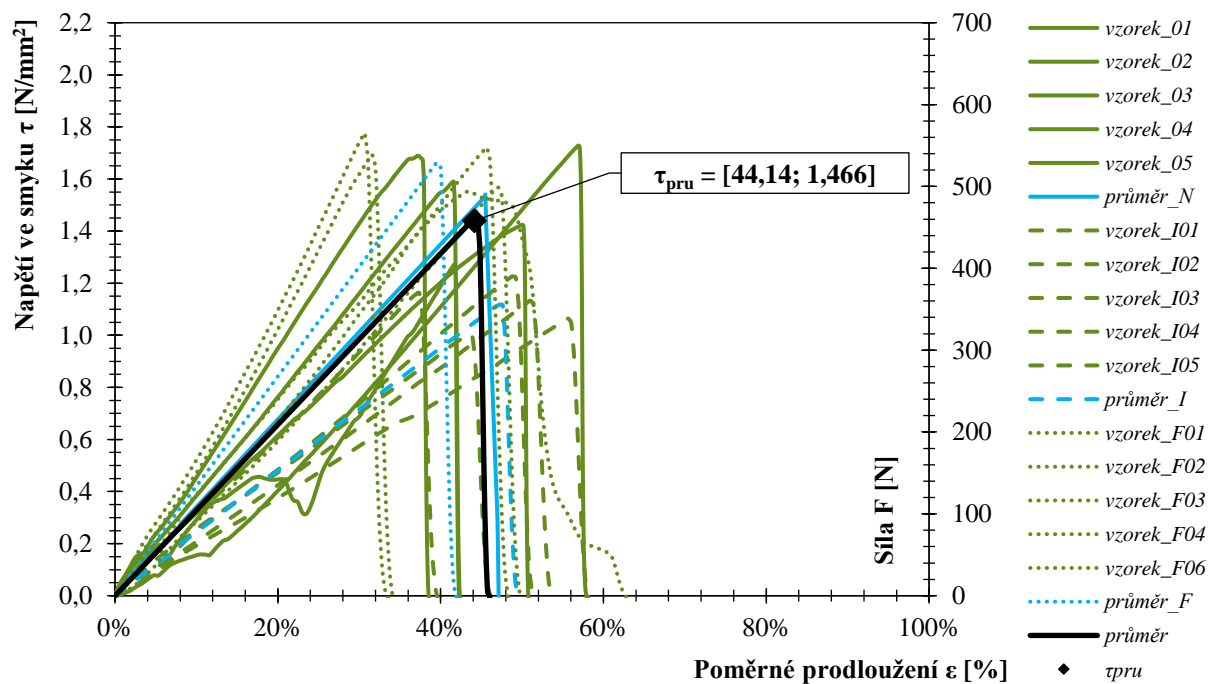
9.5.1.6. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson 007 SMP



9.5.1.7. Přídržnost lepené sestavy se systémem Simson PanelTack HM

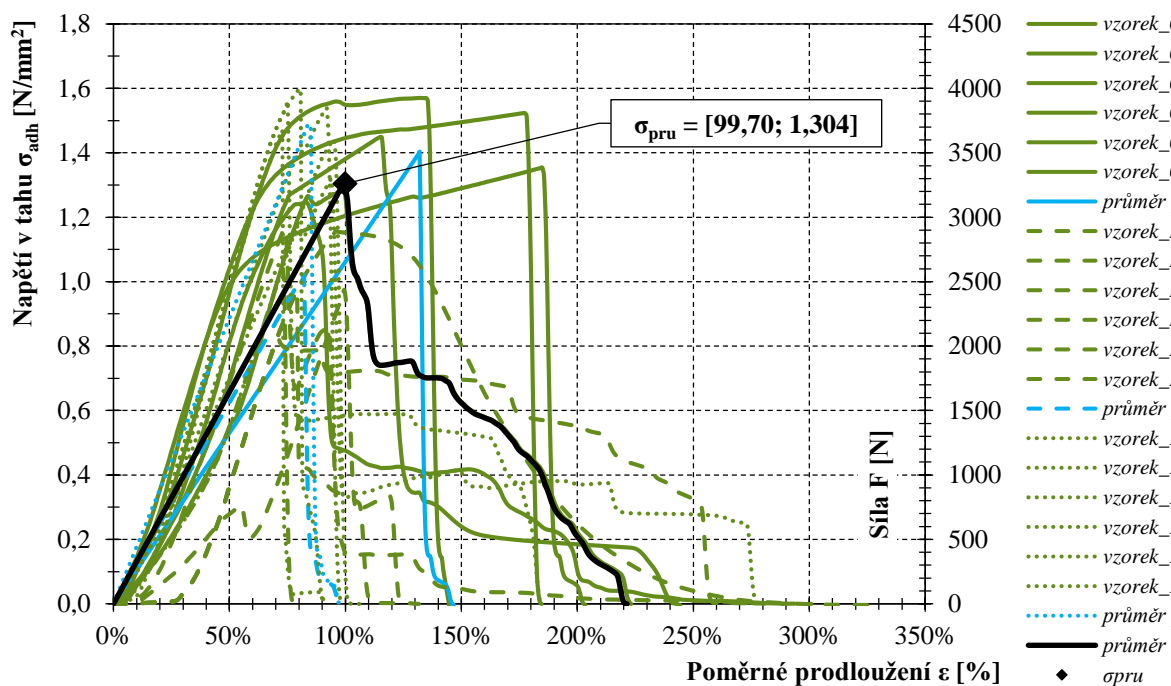


9.5.1.8. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM

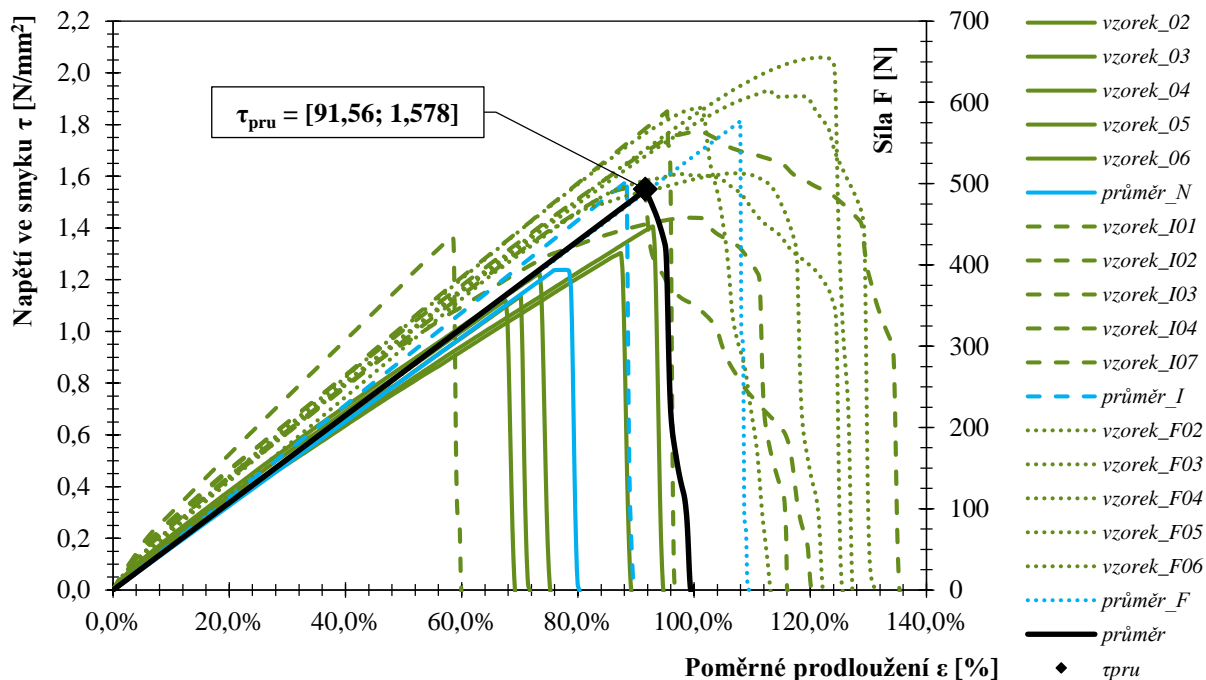


9.5.2. Posouzení mechanické odolnosti lepené sestavy při tahovém namáhání v kombinaci s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

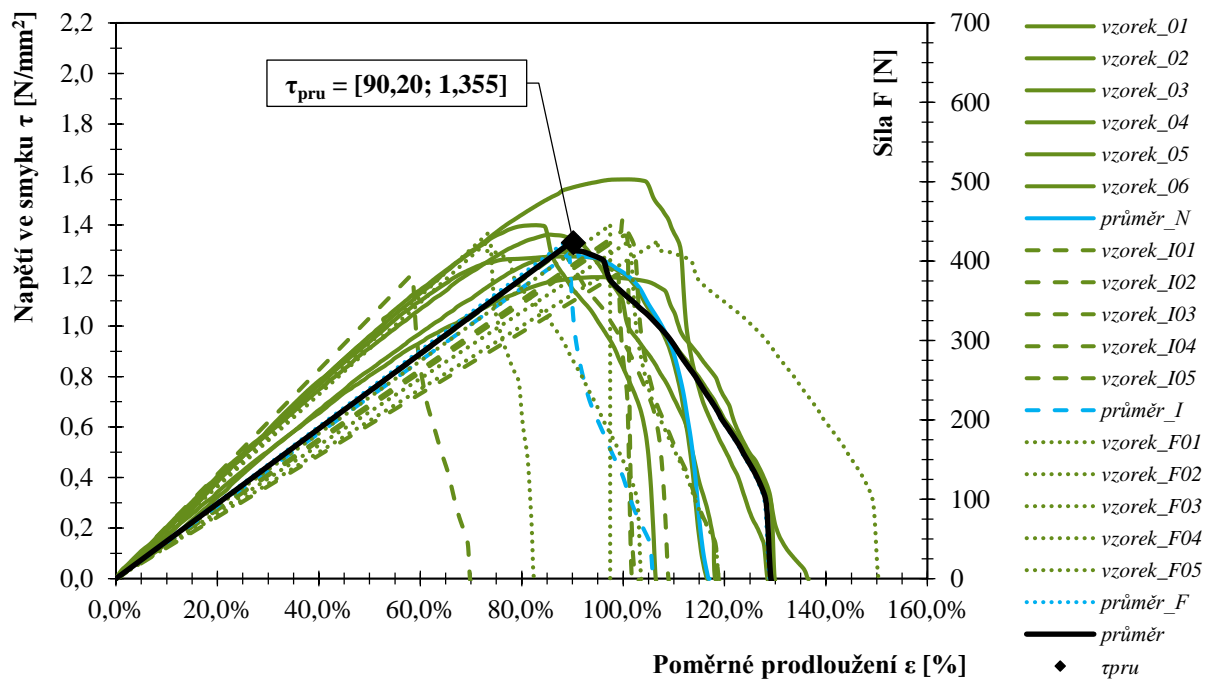
9.5.2.1. Přídržnost lepené sestavy se systémem SikaTack® Panel



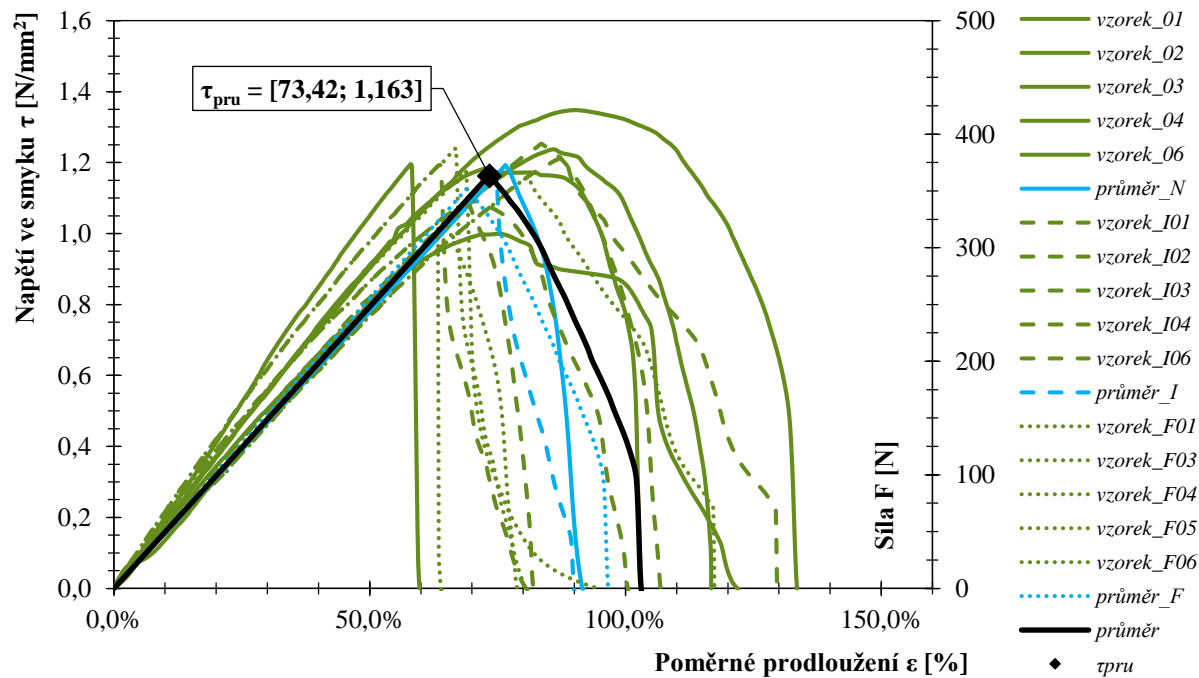
9.5.2.2. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem SikaTack® Panel – zkoušeno s obkladem s orientací \perp k vláknům



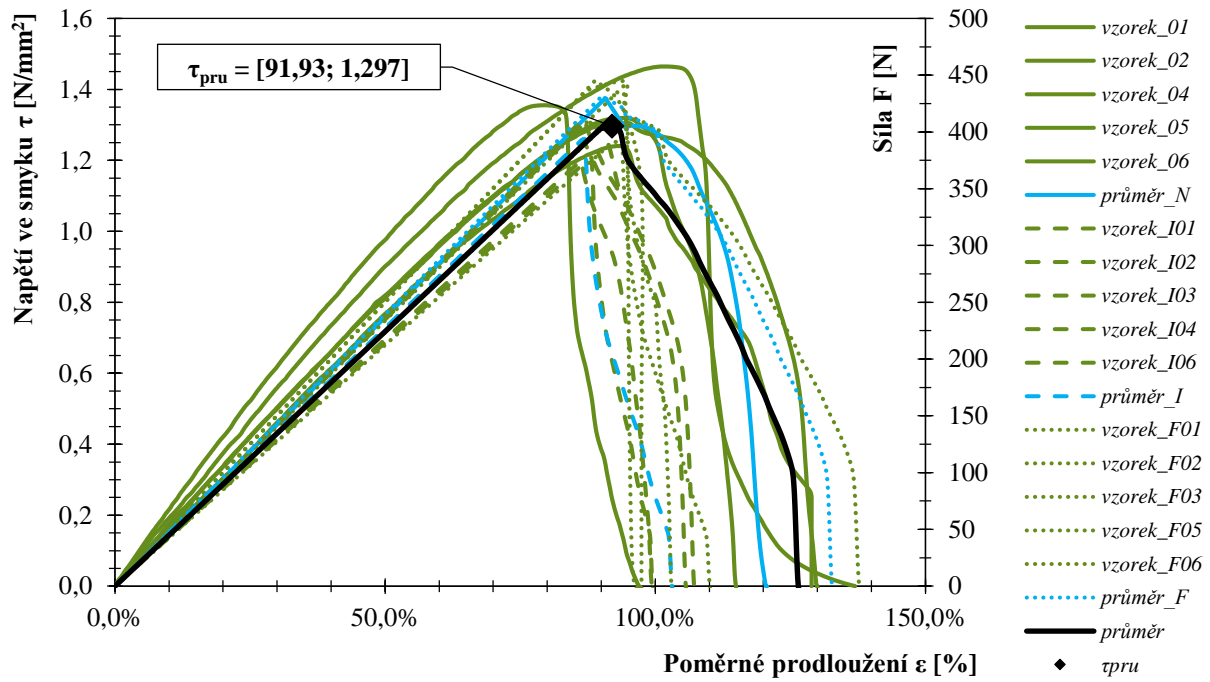
9.5.2.3. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem SikaTack® Panel – zkušeno s obkladem s orientací // s vlákny



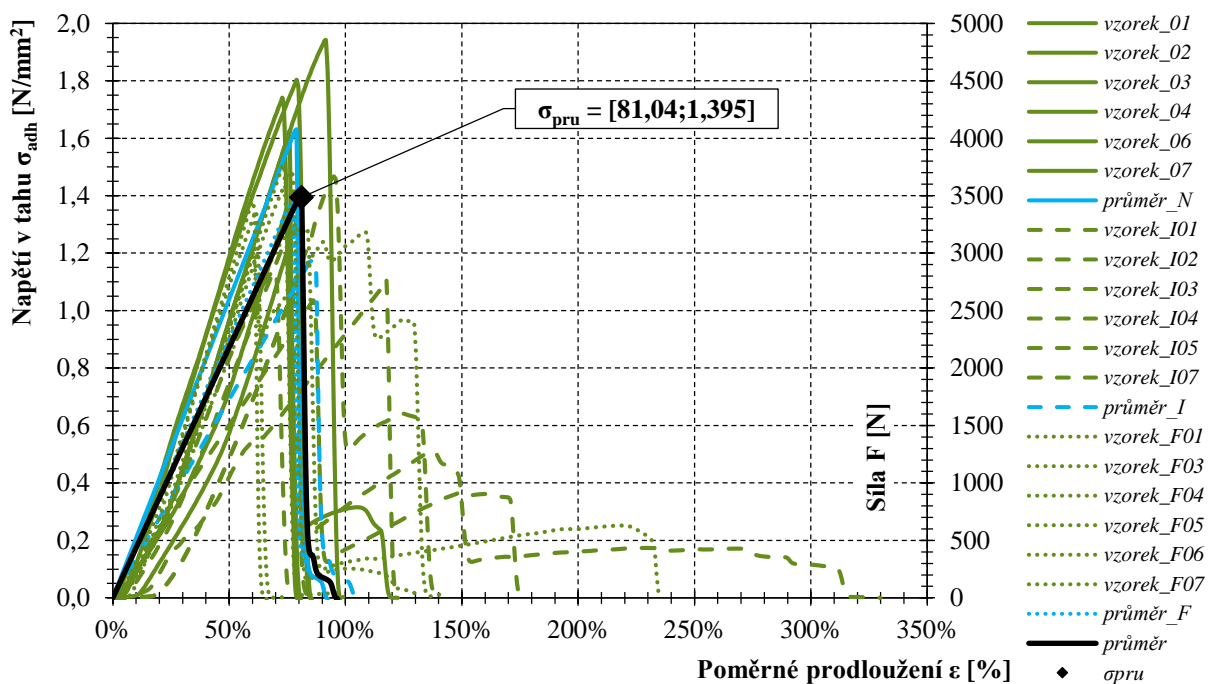
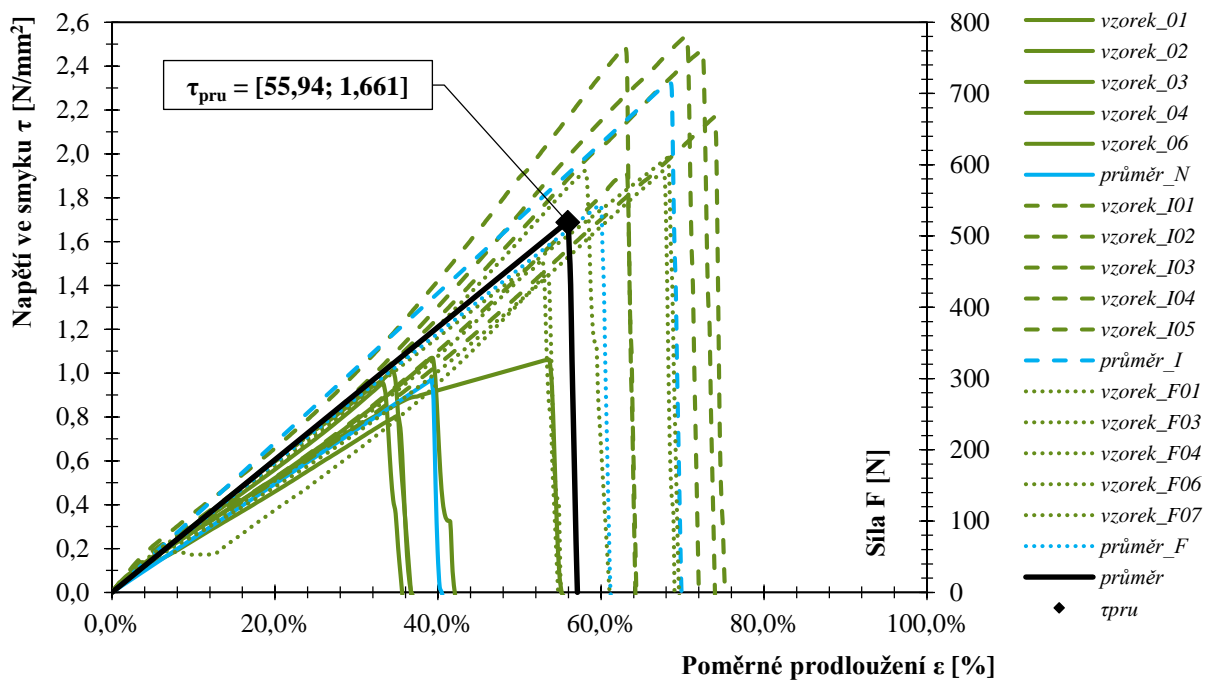
9.5.2.4. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem SikaTack® Panel – zkušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací \perp k vláknům



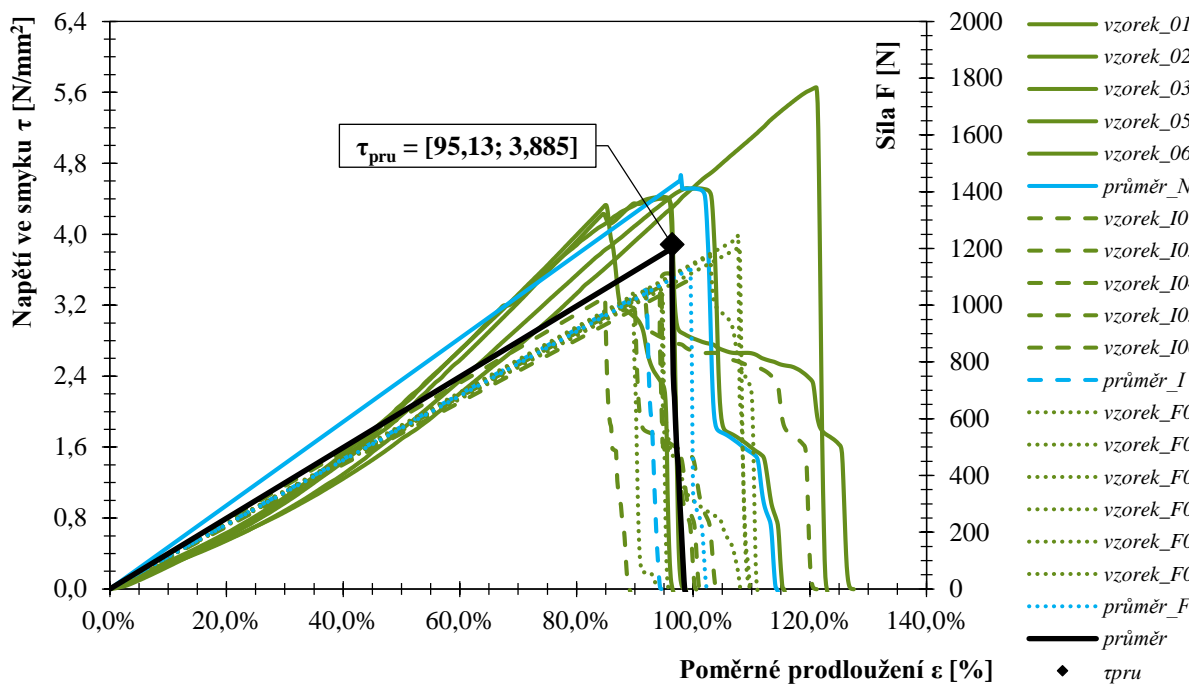
9.5.2.5. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem SikaTack® Panel – zkušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací II s vlákny



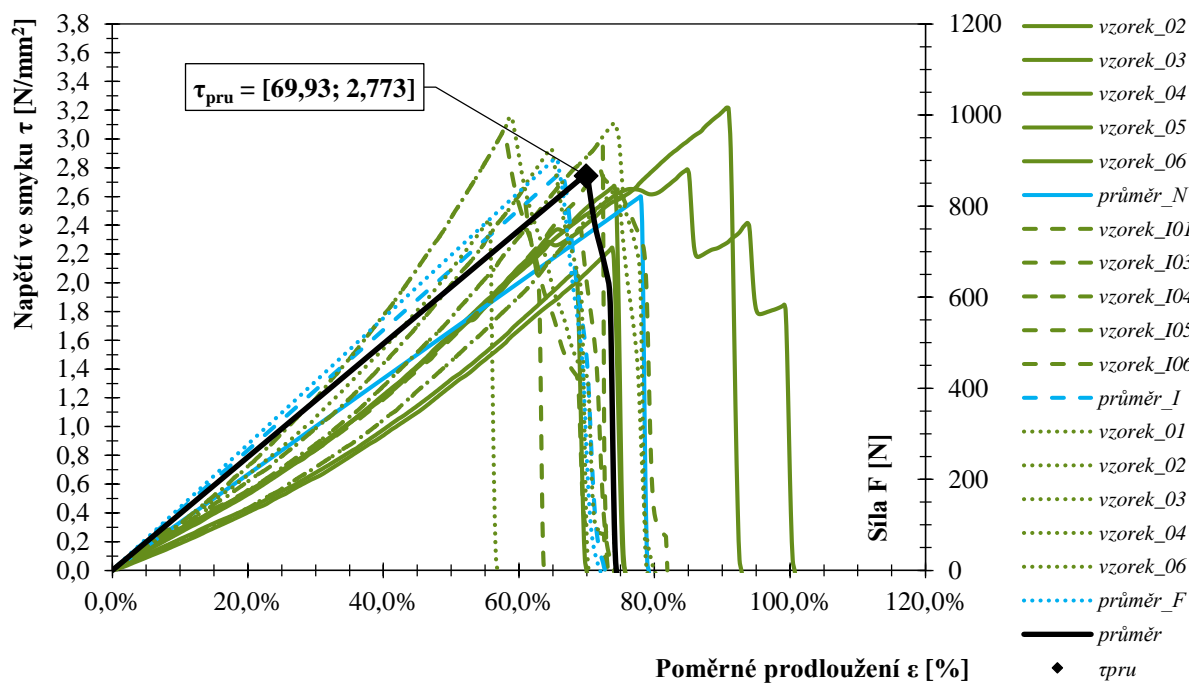
9.5.2.7. Přídržnost lepené sestavy se systémem Dinitrol F500LP Polyflex

9.5.2.8. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Dinitrol F500LP Polyflex – zkoušeno s obkladem s orientací \perp k vláknům

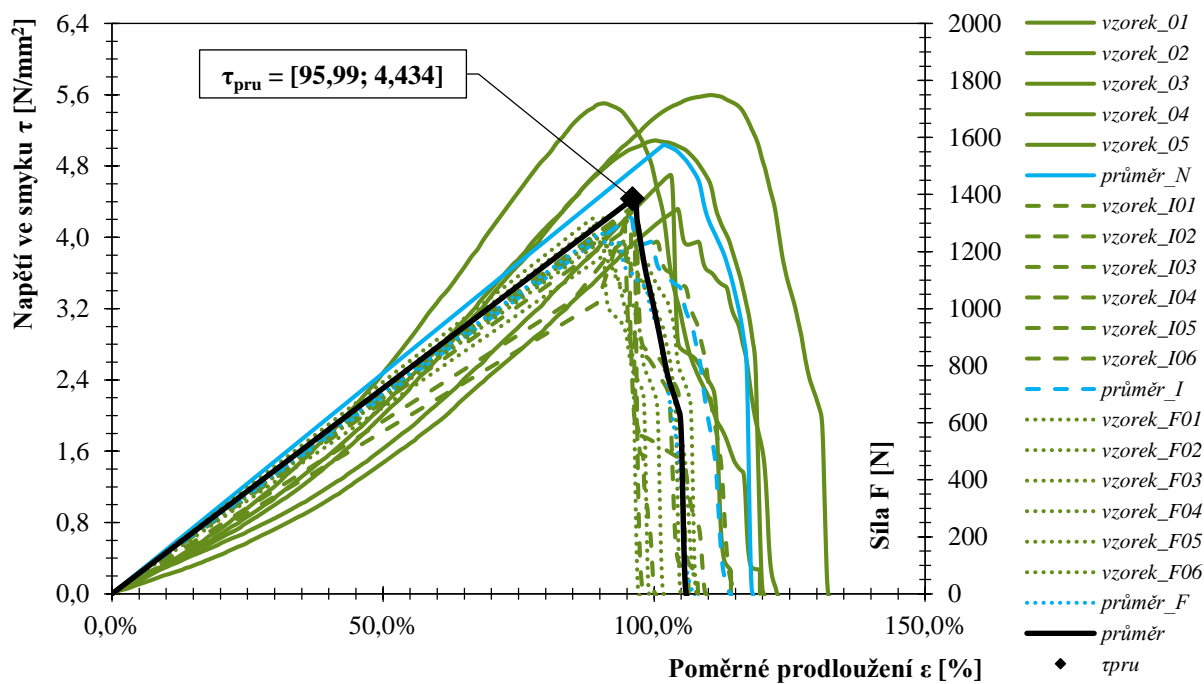
9.5.2.9. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Dinitrol F500LP Polyflex – zkoušeno s obkladem s orientací // s vlákny



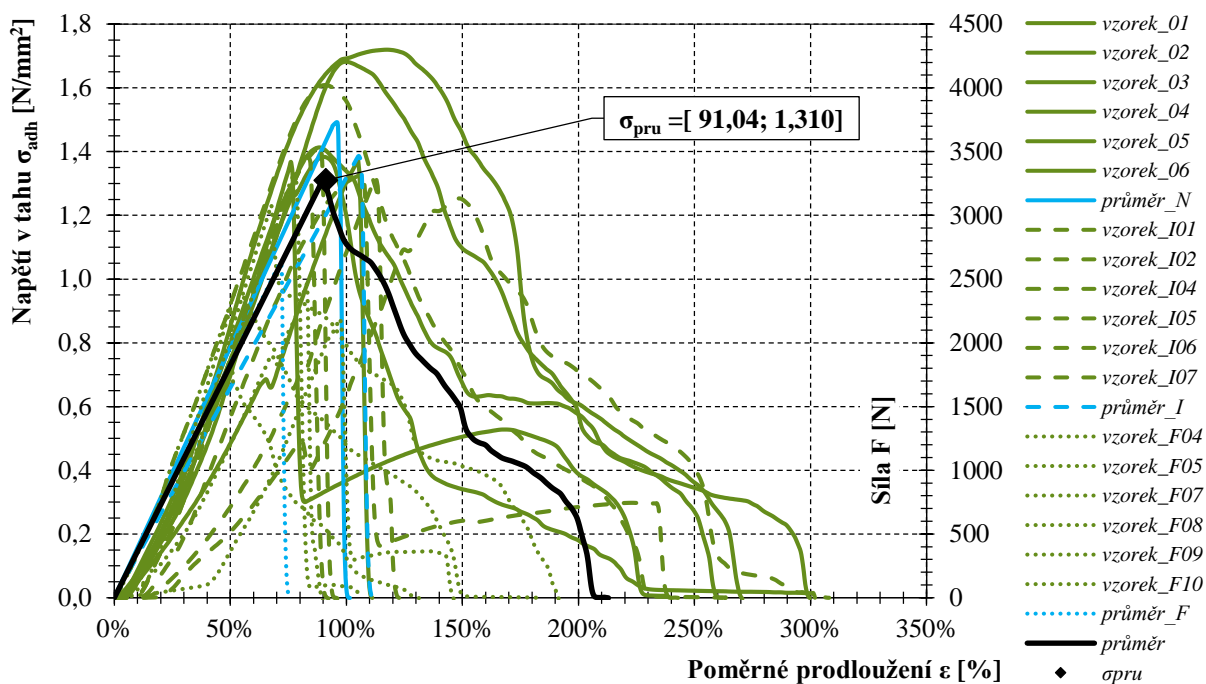
9.5.2.10. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Dinitrol F500LP Polyflex – zkoušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací \perp k vláknům



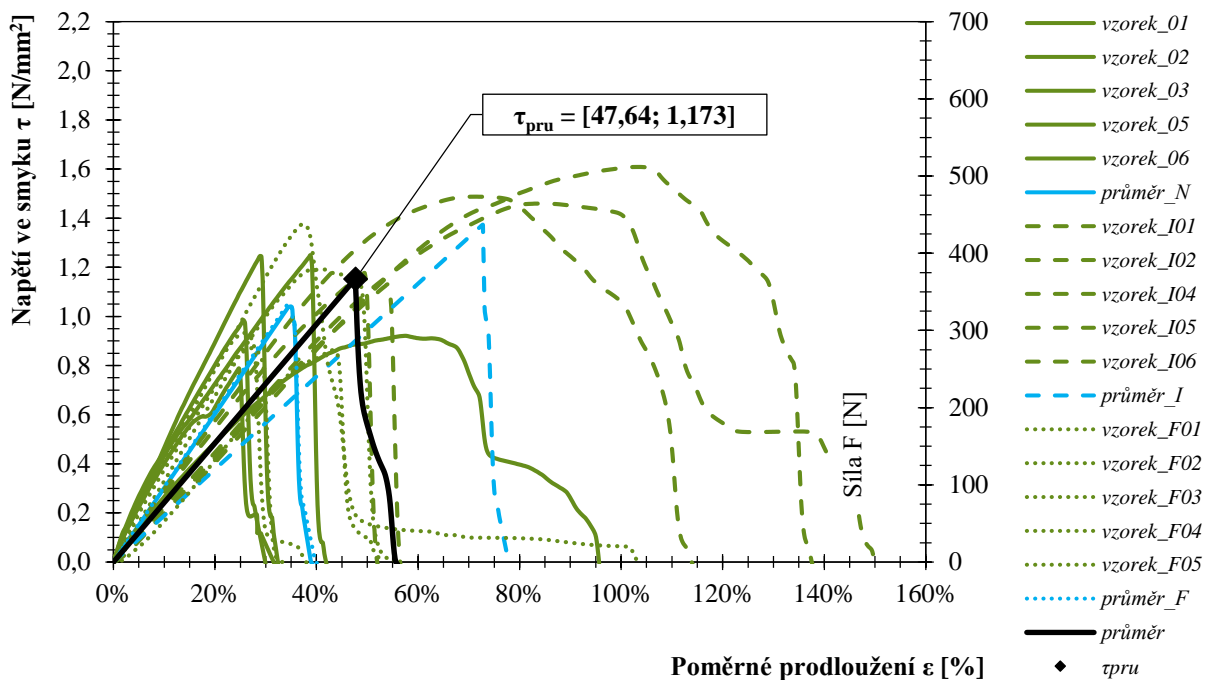
9.5.2.11. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Dinitrol F500LP Polyflex – zkoušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací II s vlákny



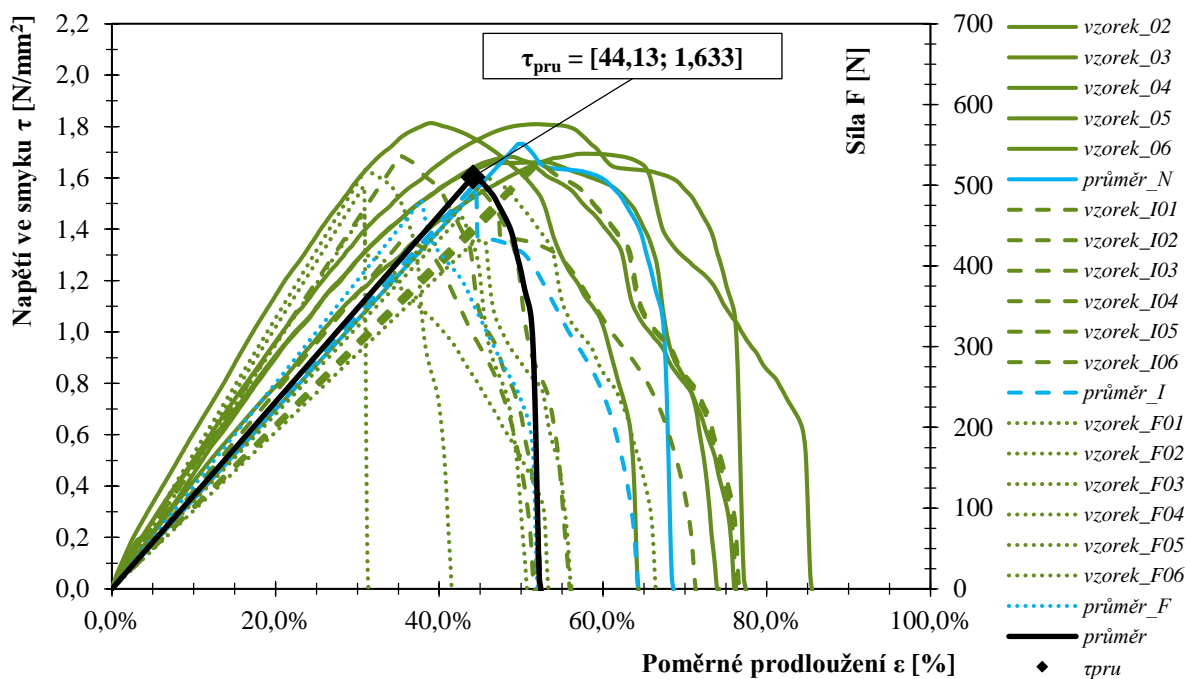
9.5.2.12. Přídržnost lepené sestavy se systémem Simson 007 SMP



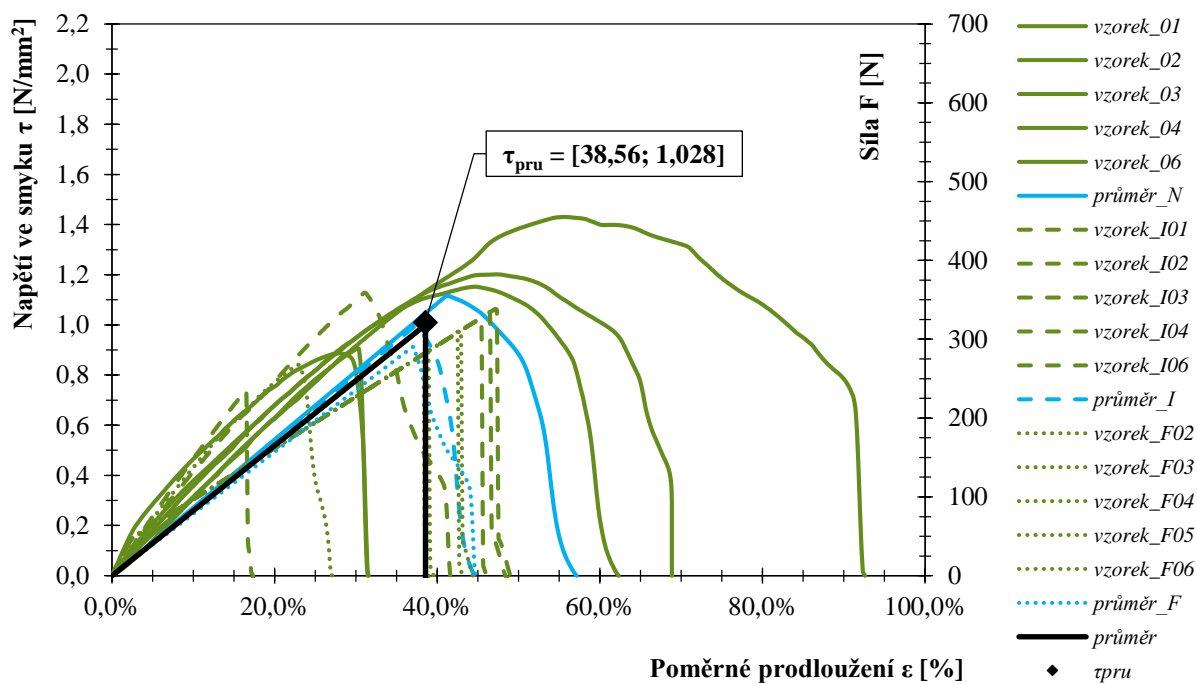
9.5.2.13. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson 007 SMP – zkoušeno s obkladem s orientací \perp k vláknům



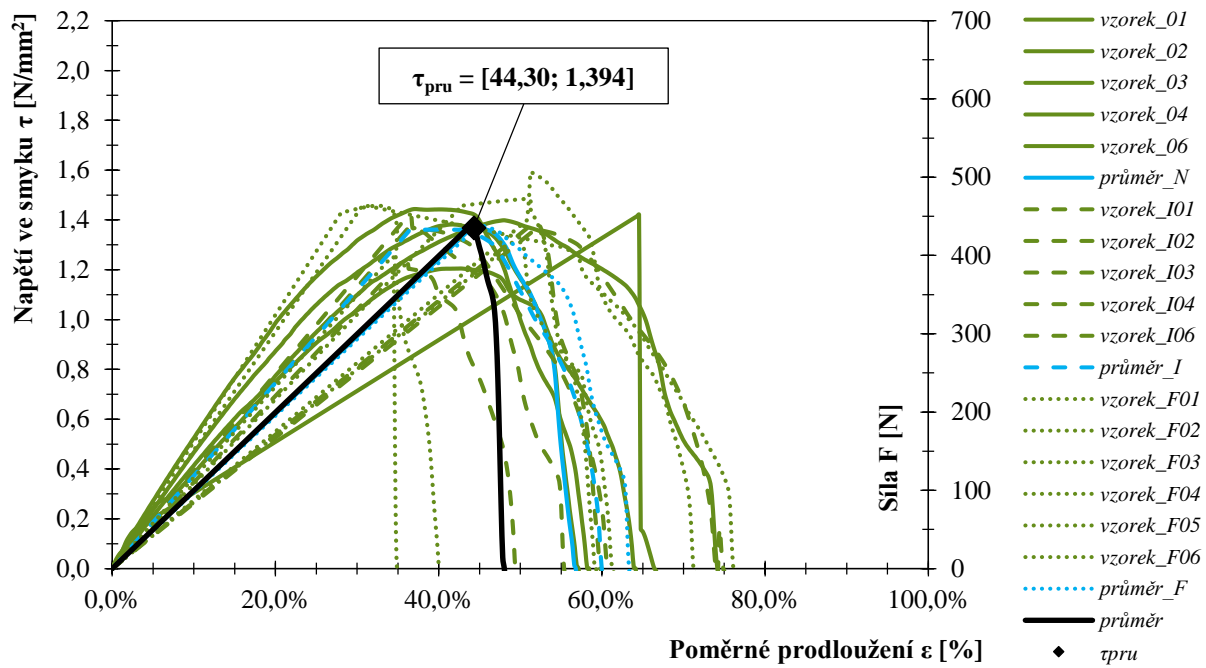
9.5.2.14. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson 007 SMP – zkušeno s obkladem s orientací // s vlákny



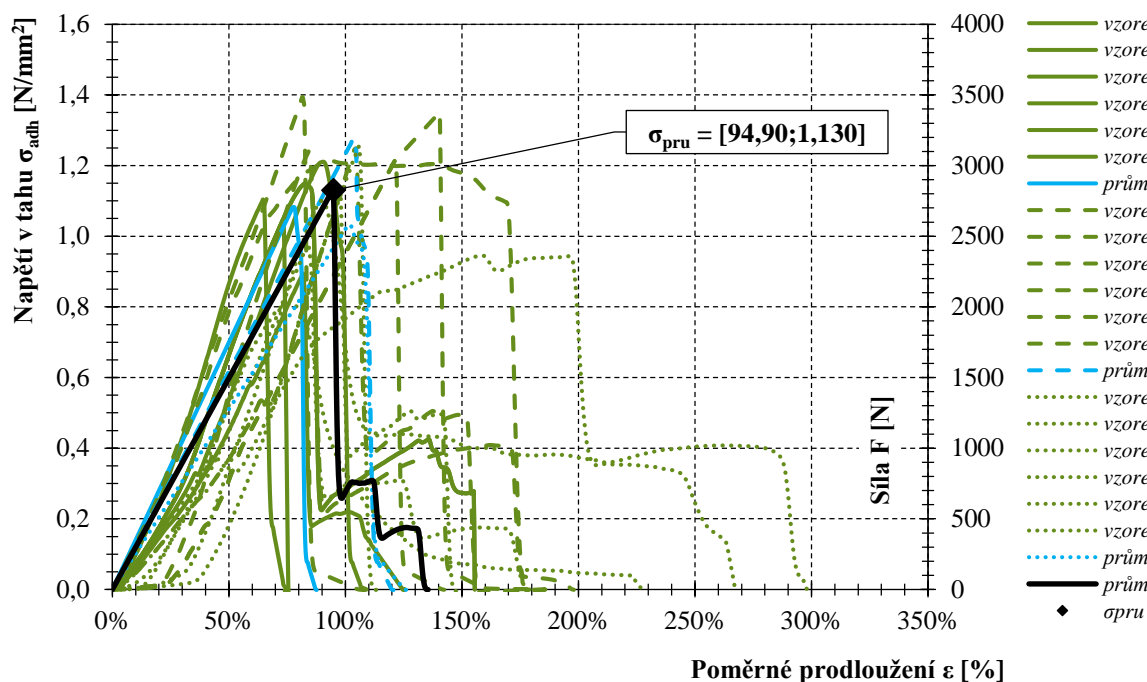
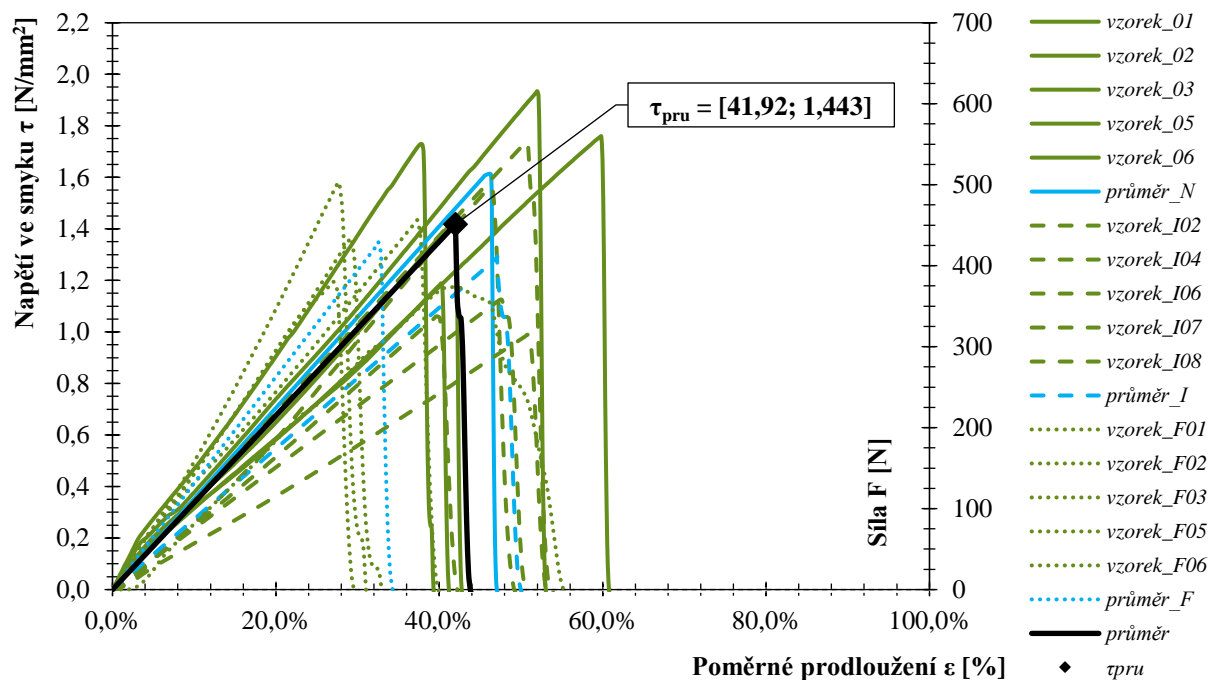
9.5.2.15. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson 007 SMP – zkušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací \perp k vláknům



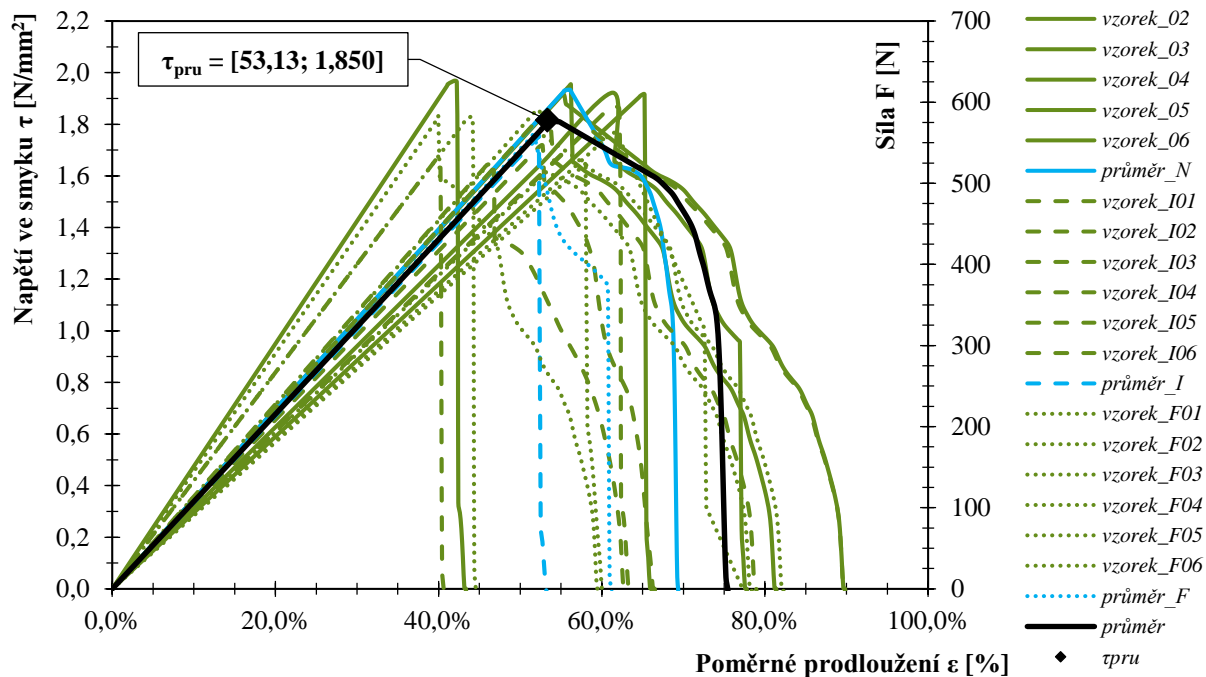
9.5.2.16. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson 007 SMP – zkoušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací II s vlákny



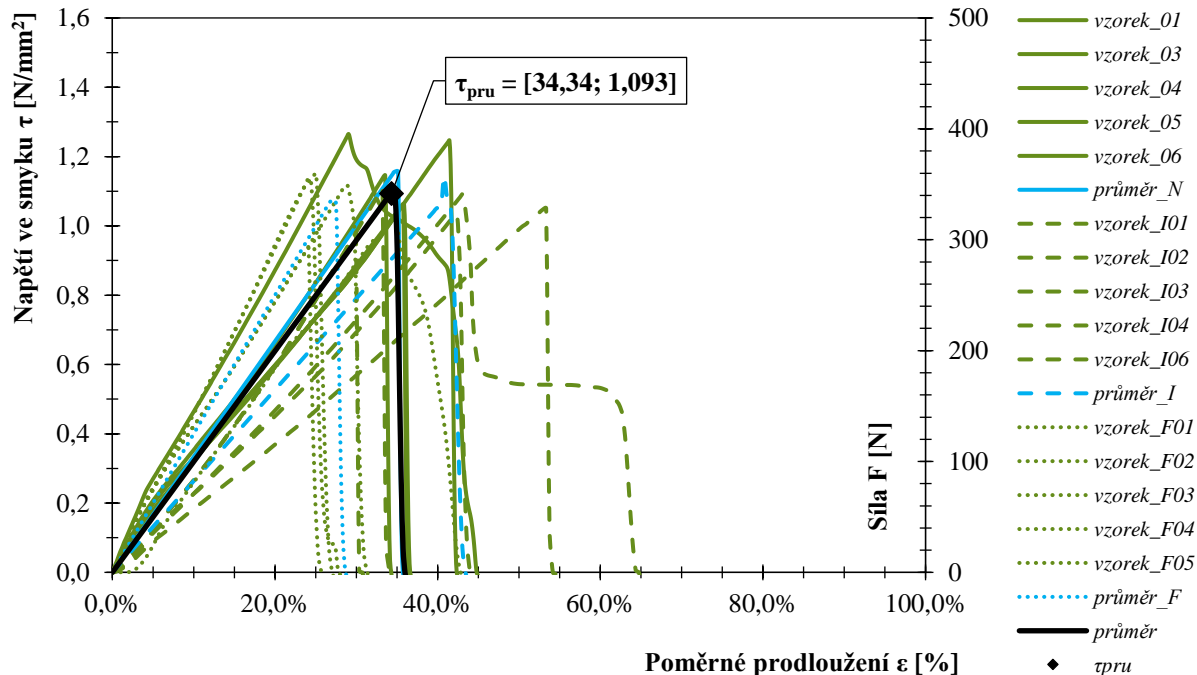
9.5.2.17. Přidrženost lepené sestavy se systémem Simson PanelTack HM

9.5.2.18. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM – zkoušeno s obkladem s orientací \perp k vláknům

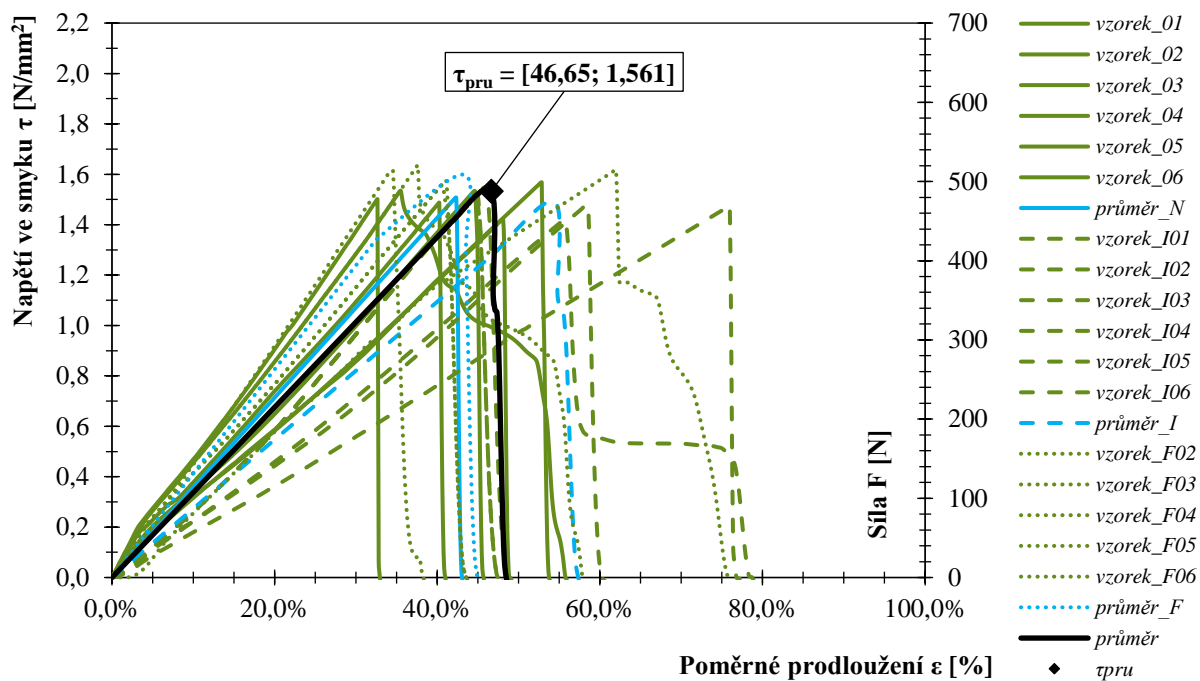
9.5.2.19. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM – zkoušeno s obkladem s orientací // s vlákny



9.5.2.20. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM – zkoušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací \perp k vláknům

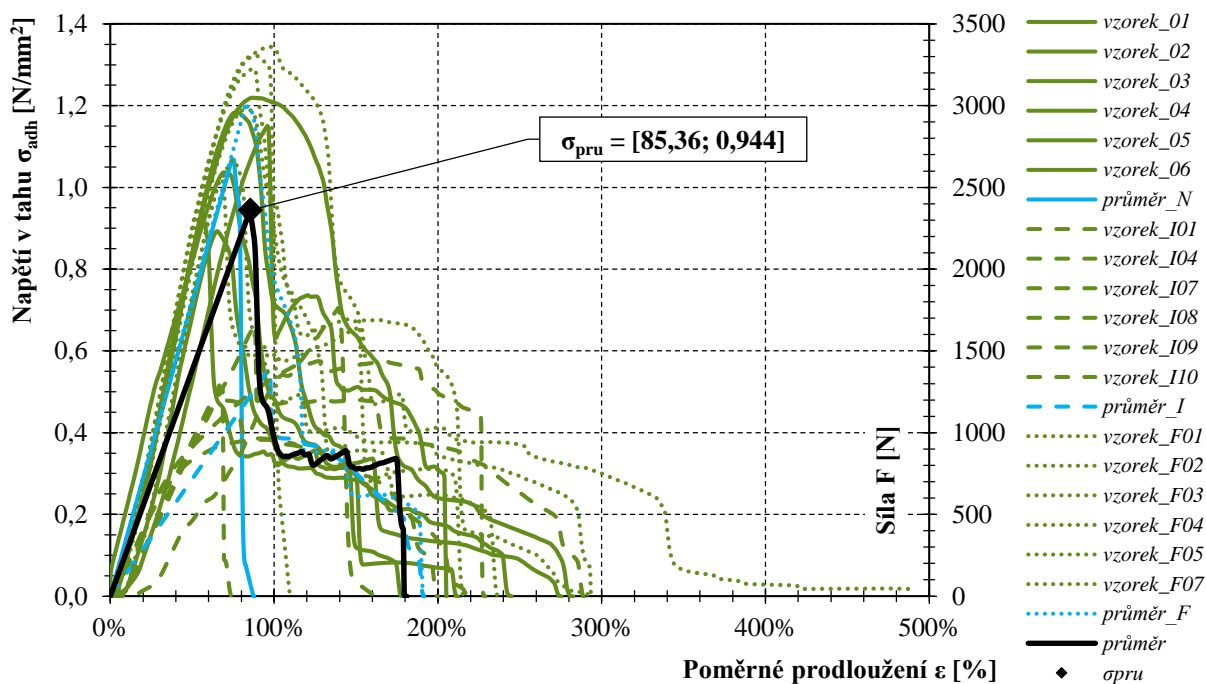


9.5.2.21. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM – zkoušeno s obkladem z třívrstvé lepené desky s orientací II s vlákny

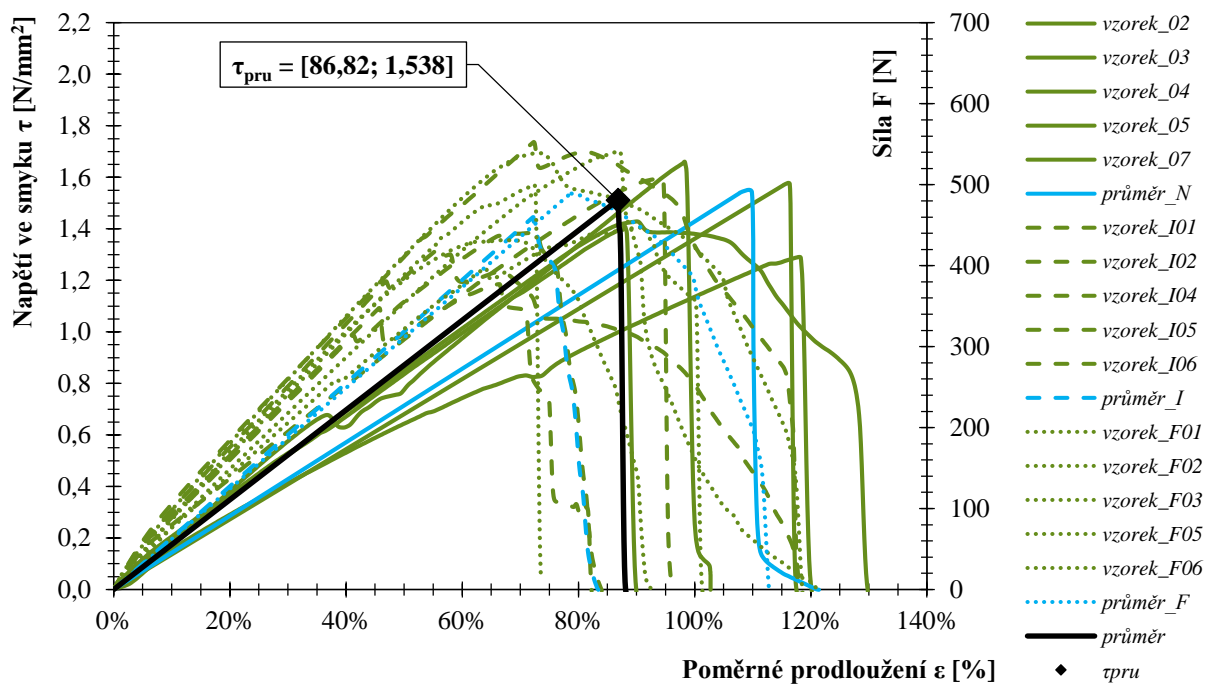


9.5.3. Posouzení mechanické odolnosti lepené sestavy při tahovém namáhání v kombinaci s obkladem z dřevoplastu

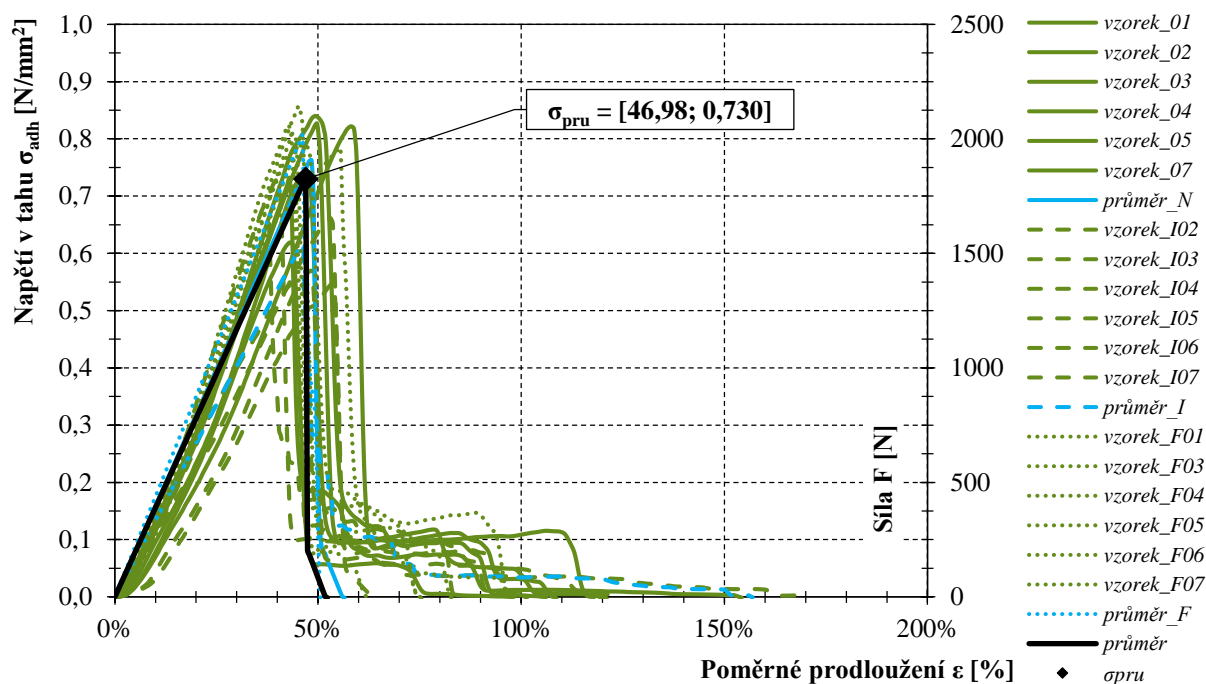
9.5.3.1. Přídržnost lepené sestavy se systémem SikaTack® Panel



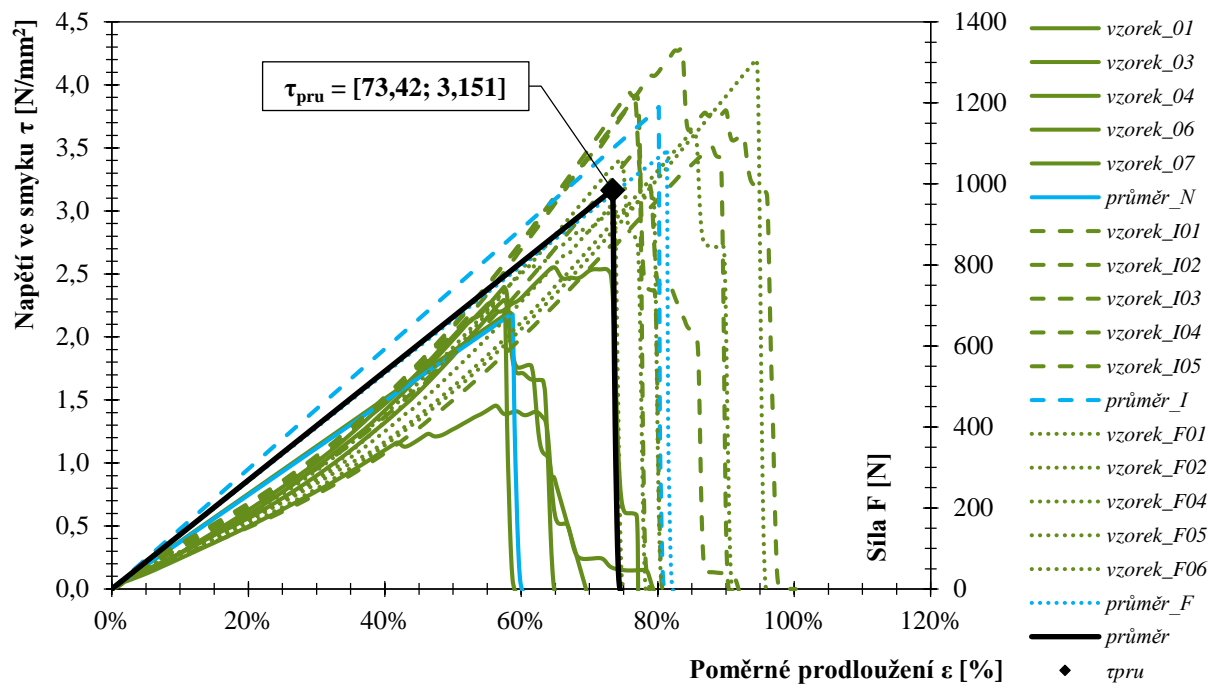
9.5.3.2. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem SikaTack® Panel



9.5.3.4. Přídržnost lepené sestavy se systémem Dinitrol F500LP Polyflex

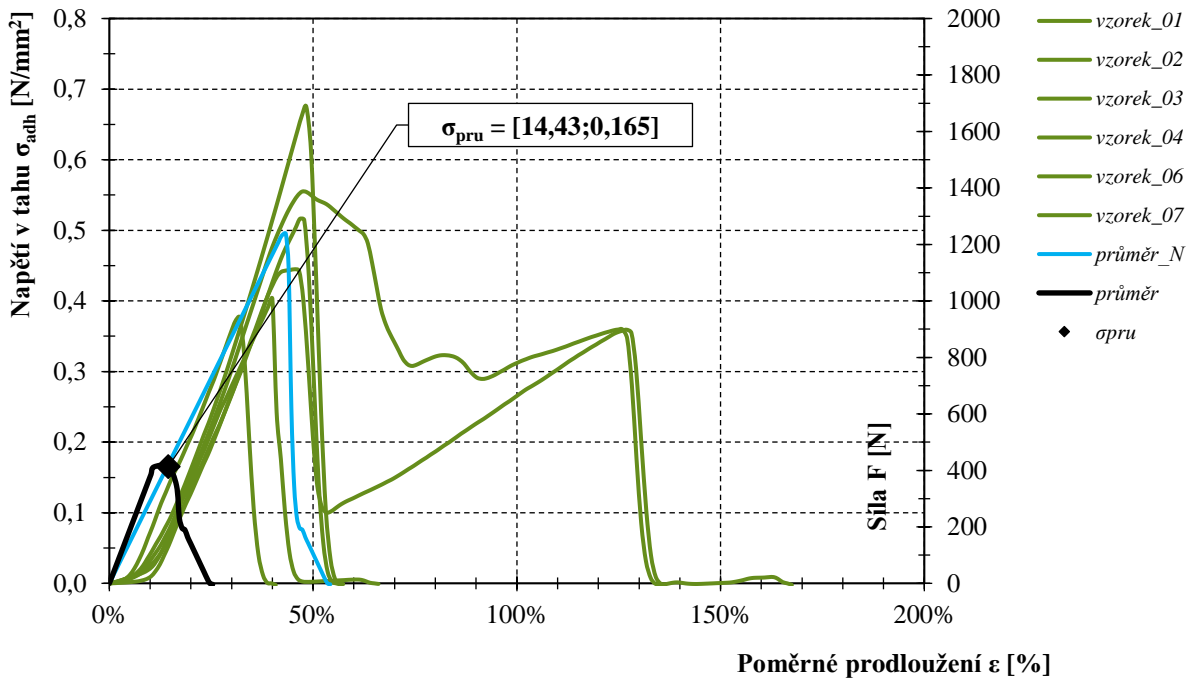


9.5.3.5. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Dinitrol F500LP Polyflex

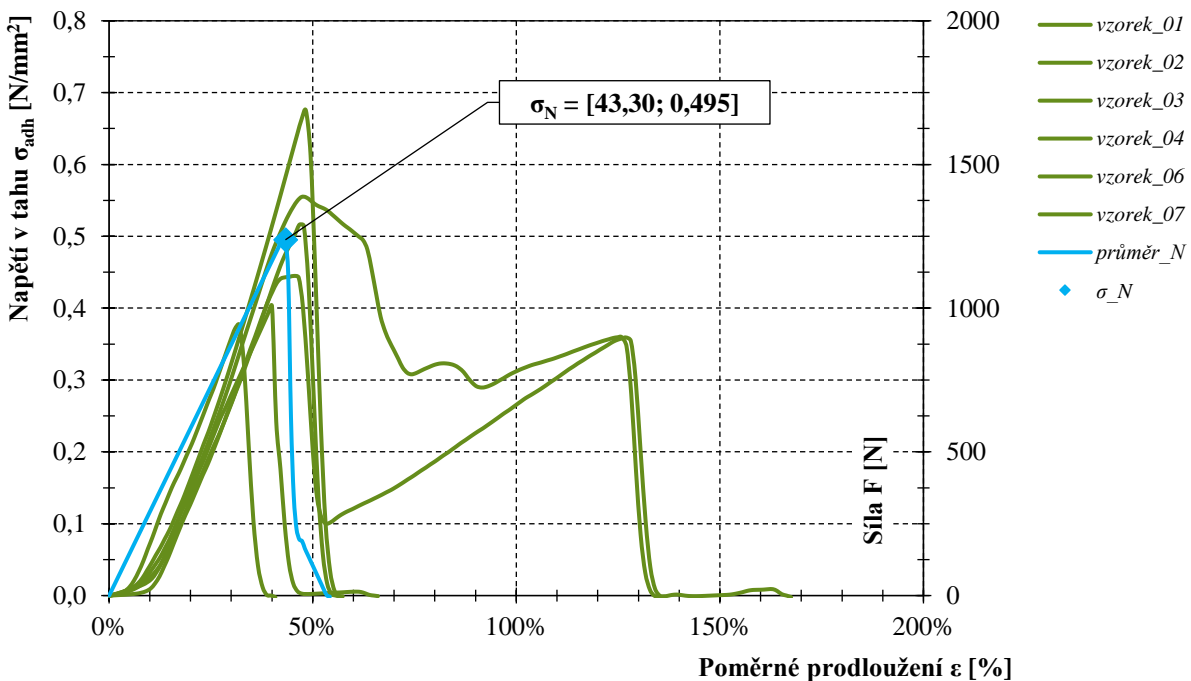


9.5.3.6. Přídržnost lepené sestavy se systémem Simson 007 SMP bez kondicionování

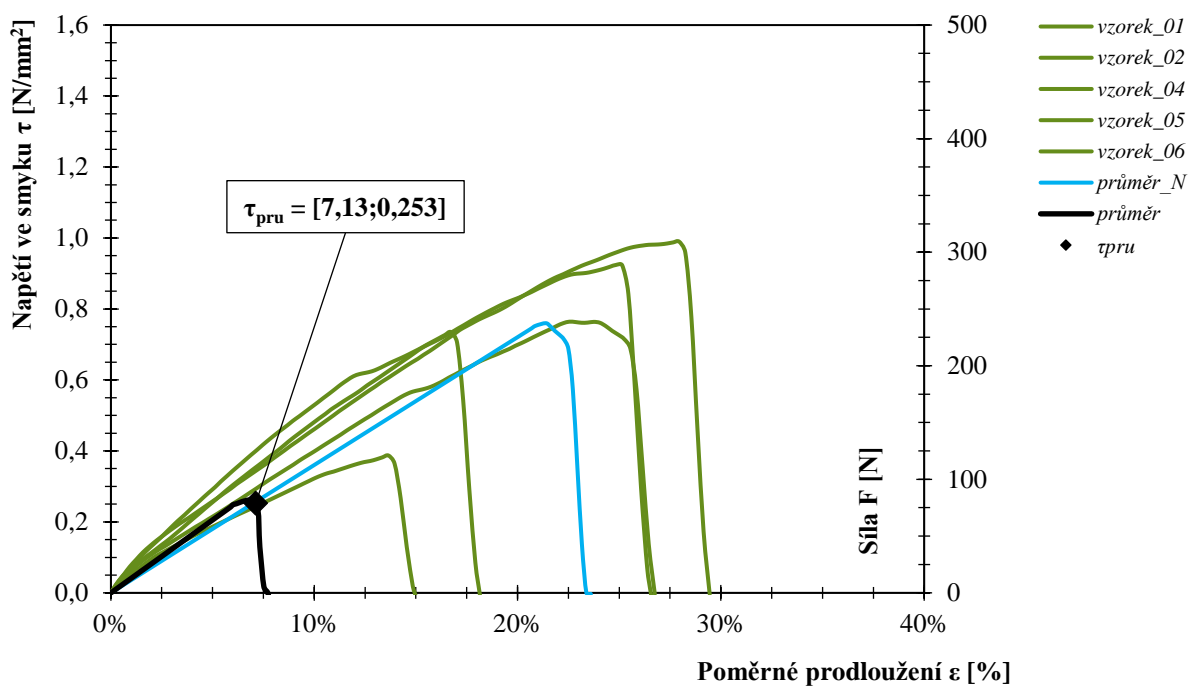
Kondicionované zkušební vzorky se rozpadly již během cyklování, proto pro stanovení průměrné hodnoty maximálního napětí, síly při porušení a poměrného prodloužení byla uvažována jejich nulová hodnota.



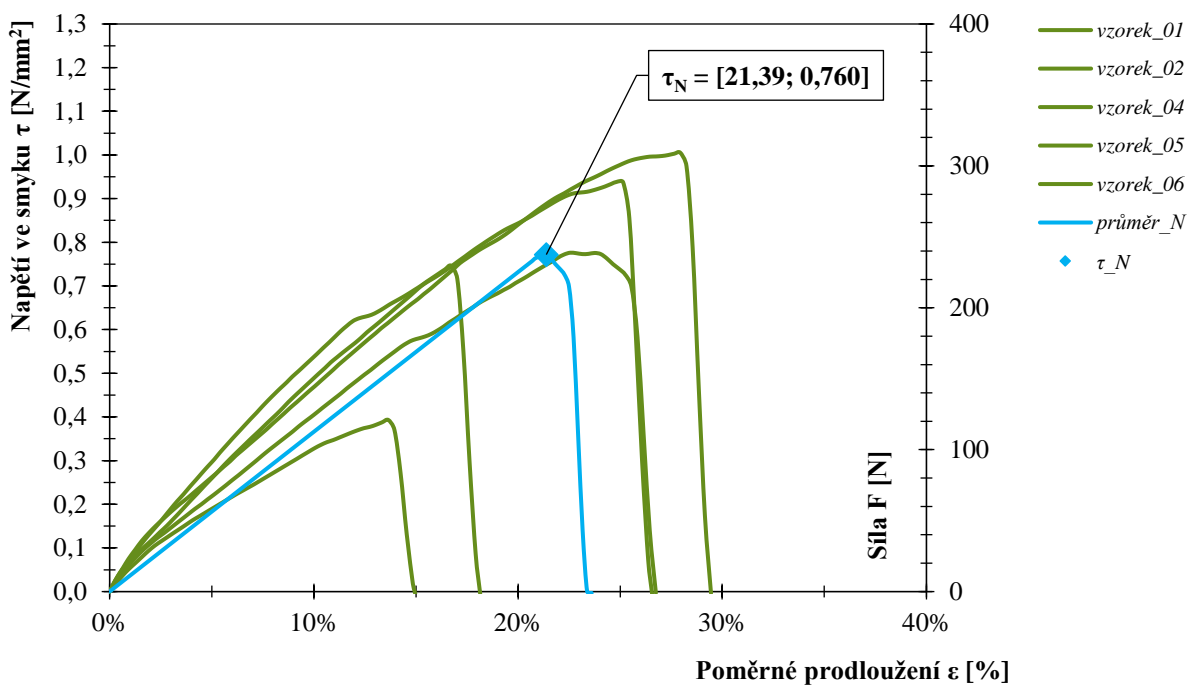
Pracovní diagram nekondicionovaných zkušebních vzorků.



9.5.3.7. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson 007 SMP

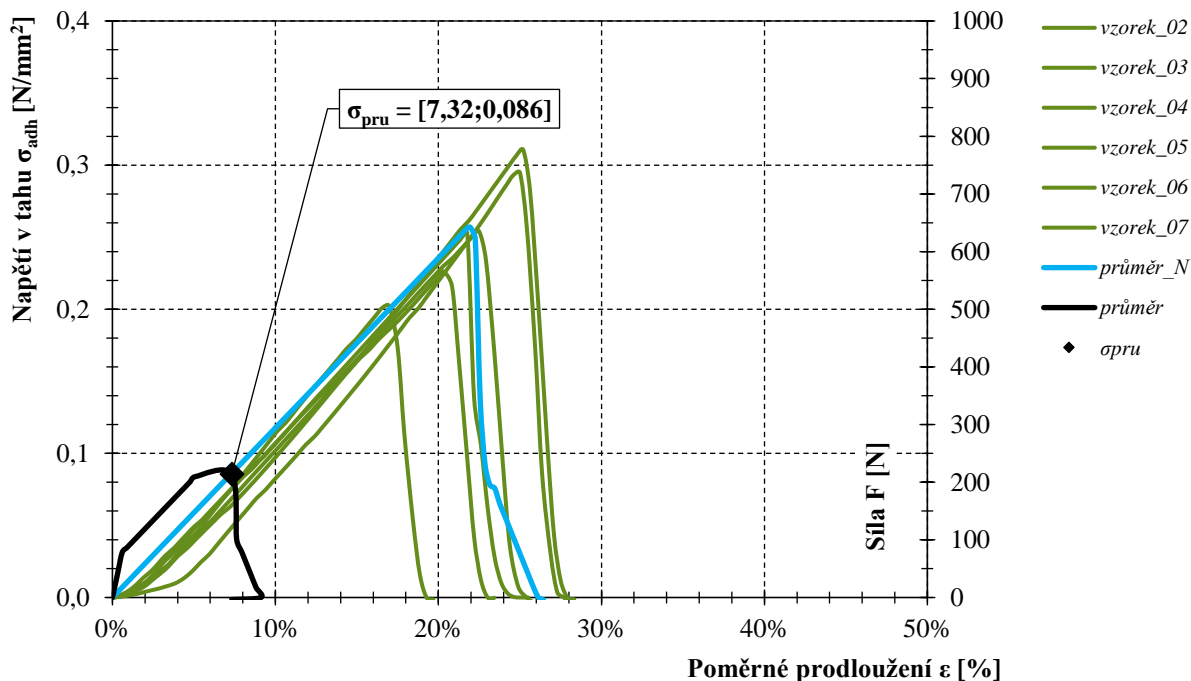


Pracovní diagram nekondicionovaných zkušebních vzorků.

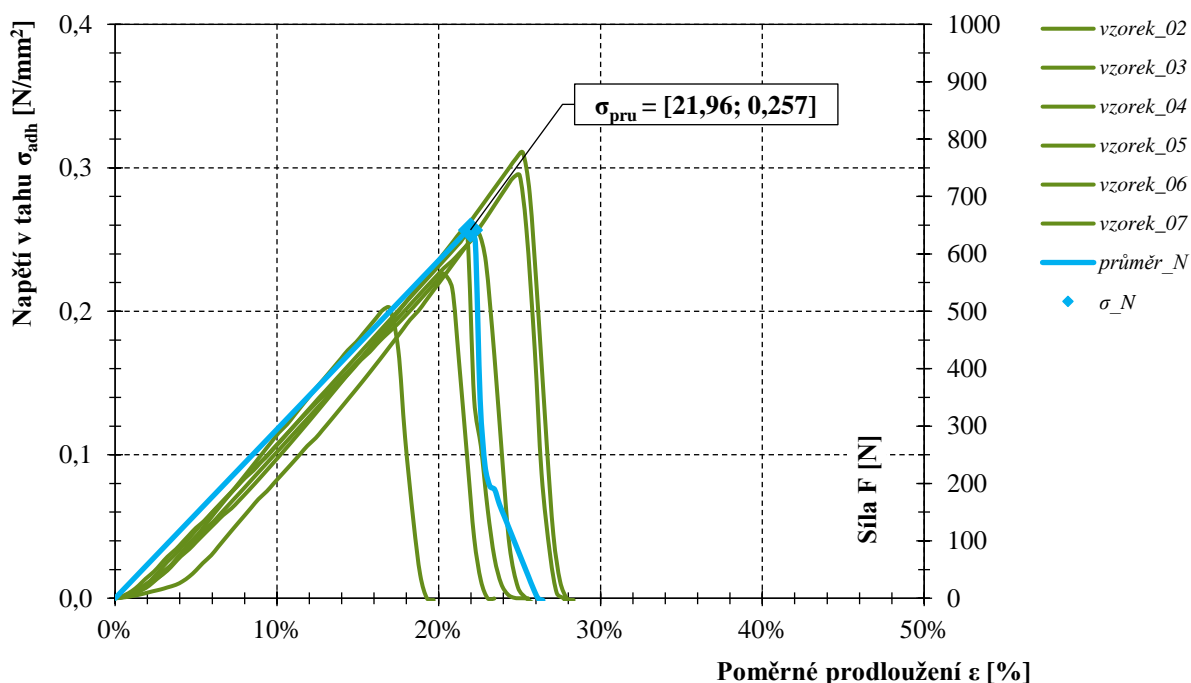


9.5.3.8. Přídržnost lepené sestavy se systémem Simson PanelTack HM verze 01 bez kondicionování

Kondicionované zkušební vzorky se rozpadly již během cyklování, proto pro stanovení průměrné hodnoty maximálního napětí, síly při porušení a poměrného prodloužení byla uvažována jejich nulová hodnota.



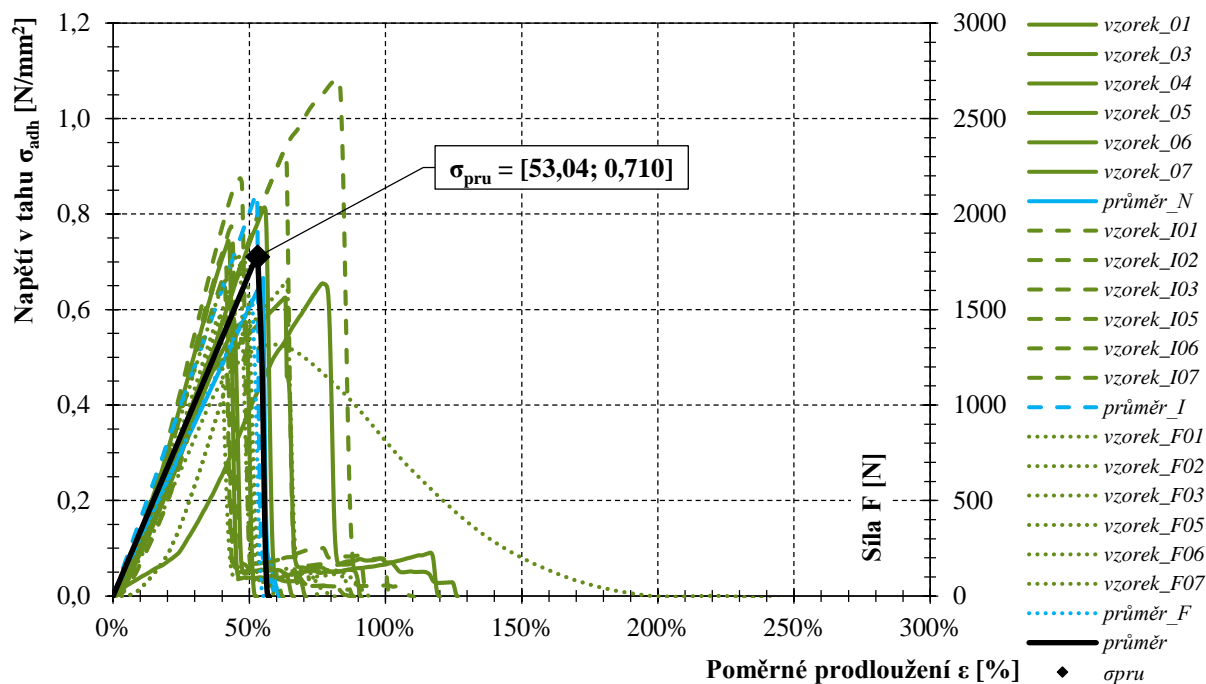
Pracovní diagram nekondicionovaných zkušebních vzorků.



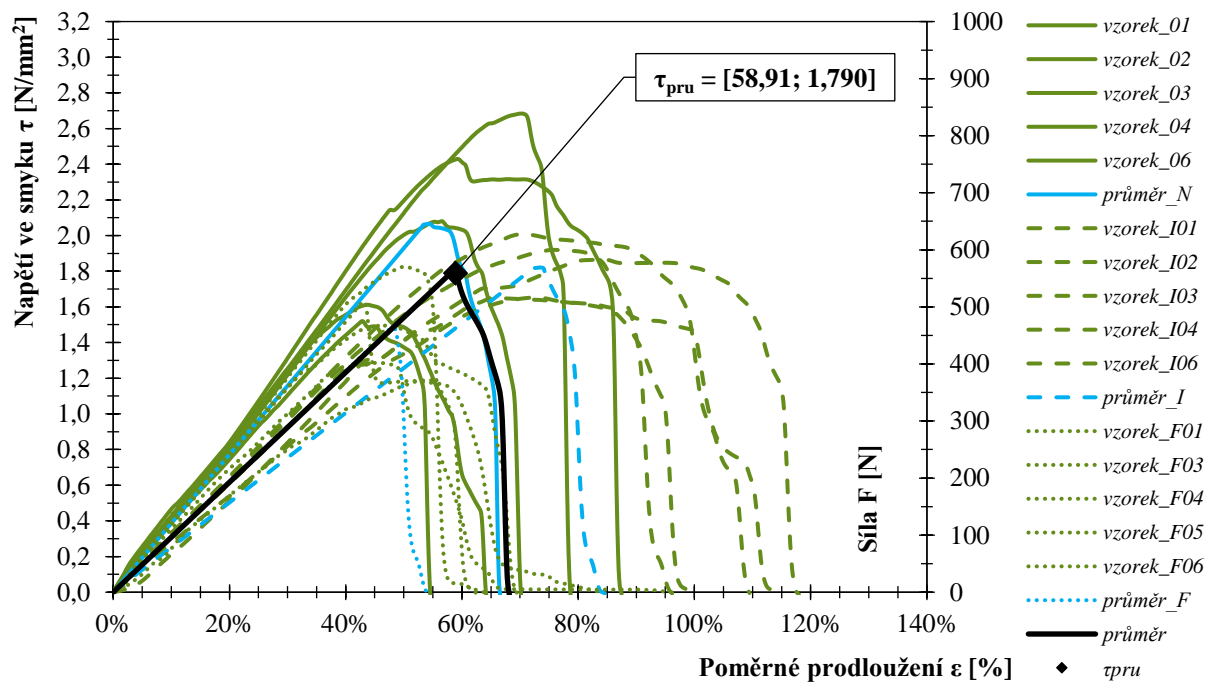
9.5.3.9. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM verze 01

Zkušební vzorky se rozpadly již během vyzrávání.

9.5.3.10. Přídržnost lepené sestavy se systémem Simson PanelTack HM verze 02



9.5.3.11. Pevnost lepené sestavy ve smyku se systémem Simson PanelTack HM verze 02



9.6. Stanovení tlaku větru na povrch fasády

Hodnotu záporného tlaku, jenž působí na fasádní plášť jsem stanovila dle postupu definovaného ČSN EN 1991-1-4. Lokalita simulovaného objektu je Brno, část obce Brno – Veveří, jedná se o větrnou oblast II. Půdorysný rozměr objektu je $10,0 \times 25,7$ m, výška atiky objektu je 12 m.

9.6.1. Základní rychlost větru

Výchozí základní rychlost větru je charakteristická desetiminutová střední rychlost větru nezávislá na směru větru a ročním období. Rychlost je definovaná pro výšku 10 m nad zemí, v terénu bez překážek s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami, vzdálenými od sebe nejméně 20násobek výšky překážek [120].

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = \mathbf{25,0} \text{ m/s}$$

v_b je základní rychlost větru ve výšce 10 m nad zemí v terénu kategorie II, definovaná jako funkce směru větru a ročního období v m/s;

c_{dir} součinitel směru větru, byla uvažována doporučená hodnota 1,0;

c_{season} součinitel ročního období, byla uvažována doporučená hodnota 1,0;

$v_{b,0}$ výchozí základní rychlost větru podle národní přílohy NA.2.5, tj. 25 m/s;

9.6.2. Střední rychlost větru nad terénem

Střední rychlost větru ve výšce nad terénem závisí na drsnosti terénu, orografii a základní rychlosti větru [120].

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 1,041 \cdot 1 \cdot 25 = \mathbf{26,033} \text{ m/s}$$

$v_m(z)$ střední rychlost větru v m/s;

$c_r(z)$ součinitel drsnosti terénu;

$c_o(z)$ součinitel orografie, byla uvažována doporučená hodnota 1,0;

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{12}{0,05}\right) = \mathbf{1,041} \quad \text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}, \text{ kde } (2 \leq 12 \leq 200)$$

z_0 parametr drsnosti terénu, dle tabulky 4.1 – kategorie II je jeho hodnota 0,05 m;

z_{\min} minimální výška definovaná v tabulce 4.1 pro kategorii II. jako 2 m;

k_r součinitel terénu, který závisí na uvažovaném parametru drsnosti terénu z_0 ;

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19$$

$z_{0,II}$ dle tabulky 4.1 – kategorie II je 0,05 m;

9.6.3. Maximální dynamický tlak

Maximální dynamický tlak zahrnuje střední a krátkodobé fluktuace rychlosti větru [120].

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,183] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 26,033 = \mathbf{964,573} \text{ N/m}^2$$

$q_p(z)$ maximální dynamický tlak v N/m^2 ;

ρ měrná hmotnost vzduchu, byla uvažována doporučená hodnota 1,25 kg/m³;
 $I_v(z)$ intenzita turbulence ve výšce z;

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} = \mathbf{0,183} \text{ m/s}$$

k_I součinitel turbulence, byla uvažována doporučená hodnota 1,0;

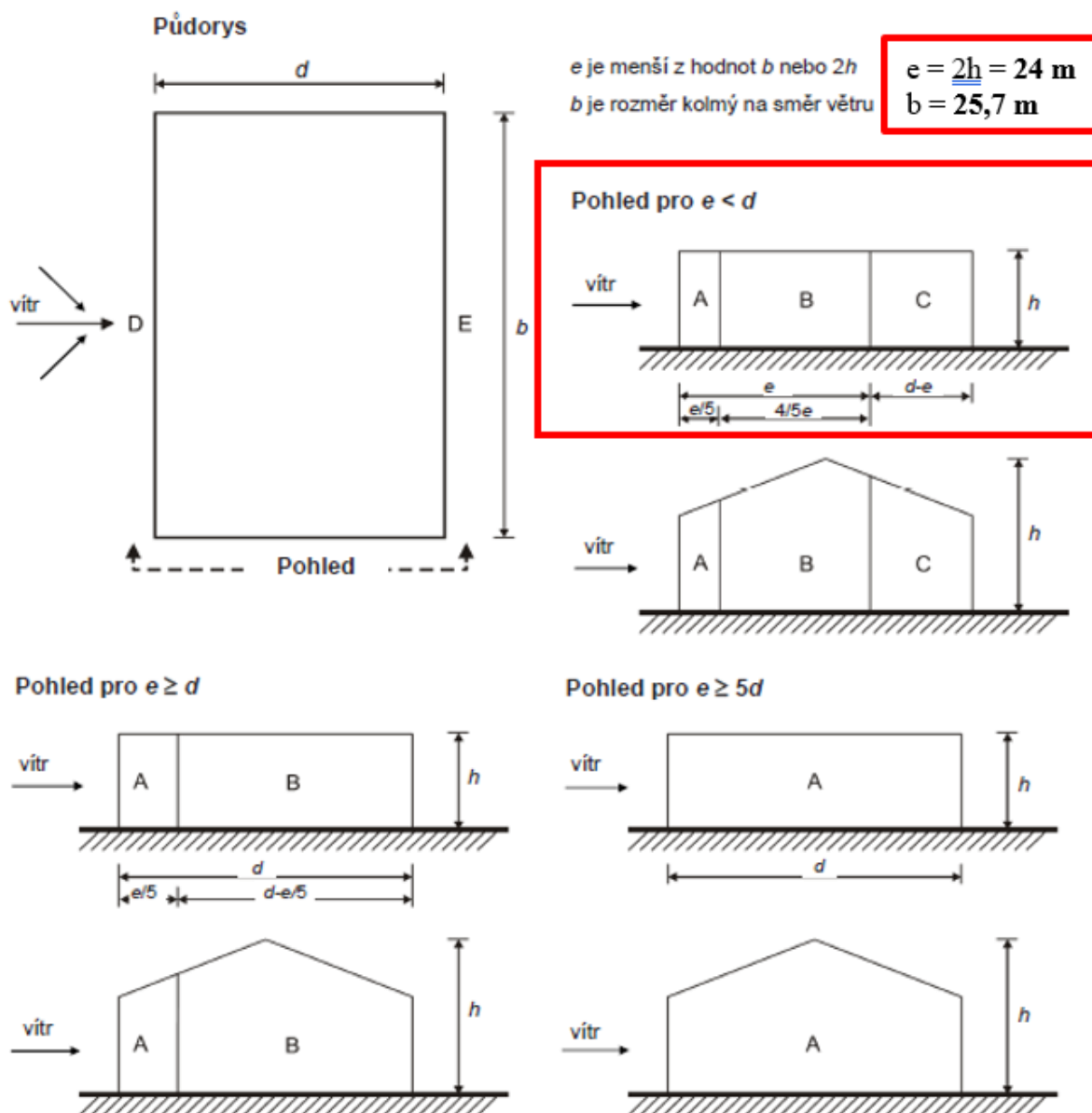
9.6.4. Tlak větru na povrchu fasády

Jedná se o tlak větru působící na vnější povrchy konstrukce definovaný dle vztahu (4.12) [120]. Stanovila jsem poměr výšky a šířky objektu, tj. 12/25,7 m, tzn. $h \leq b$.

Následně jsem dle parametrů uvedených na obrázku č. 120 stanovila kritickou oblast působení větru na fasádu a součinitel tlaku.

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 964,573 \cdot 0,5 = \mathbf{-482,287} \text{ N/m}^2$$

c_{pe} součinitel tlaku stanoven v závislosti na poměru šířky a výšky simulovaného objektu. Byla uvažována hodnota -0,05;



Obrázek 7.5 – Legenda pro svislé stěny

Tabulka 7.1 – Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

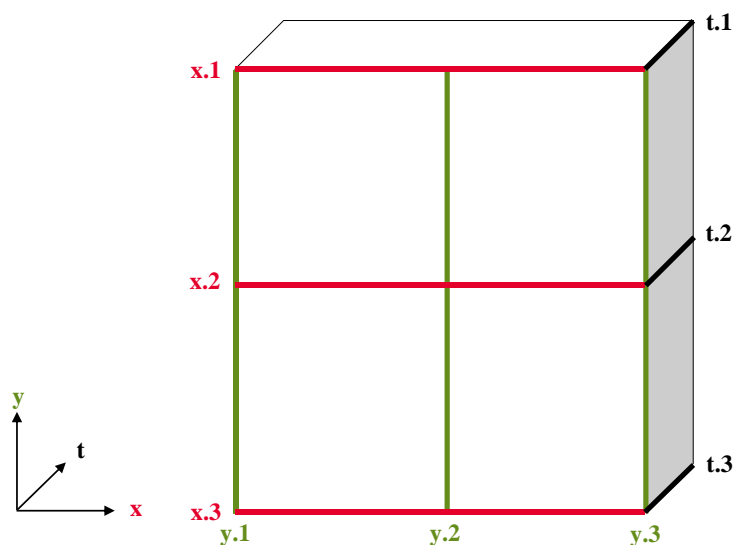
Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,7	-0,7
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,5	-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,7	+1,0	-0,3	-0,3

Obrázek č. 120 – Tabulka 7.1 a obrázek 7.5 pro stanovení tlaku větru [120]

9.7. Stanovení materiálových charakteristik fasádního obkladu

U všech vybraných obkladových materiálů, vyjma velkoformátových desek Cetris, výrobce neuváděl informace o délkové roztažnosti při změně vlhkosti vzduchu a o hodnotě koeficientu teplotní roztažnosti, případně i o objemové hmotnosti. Tyto údaje jsou ovšem elementární pro sestavení výpočetního modelu a pro stanovení vhodné velikosti fasádního obkladu. Proto bylo jejich doplnění nezbytné.

Za účelem odběru a přípravy zkušebních těles jsem adaptovala a modifikovala několik zkušebních postupů, jež jsou doporučeny technickými normami ČSN EN 324 – 1⁸¹, ČSN EN 324 – 2⁸², ČSN EN 325⁸³ a ČSN EN 326 – 1⁸⁴. Pro každý materiál fasádního obkladu jsem testovala 3 zkušební vzorky, které byly označeny pořadovým číslem. Rozměry zkušebních vzorků jsem měřila v bodech vyznačených na obrázku č. 121 pomocí digitálního posuvného měřítka 150 mm XTline P13430 se setinovou přesností záznamu. Rozměry byly měřeny ve vzdálenosti 0,5 mm od horní a spodní hrany vzorku a v jeho středu. Hmotnost zkušebních těles jsem stanovila pomocí digitální váhy s přesností záznamu 0,01 g. Vlhkostní a teplotní roztažnost zkušebních těles jsem zjišťovala pomocí klimatizační komory Binder. Použila jsem zařízení s teplotním rozpětím měření (–10 – 100) °C, (0 – 100) % relativní vzdušné vlhkosti a rovnoměrným prouděním vzduchu 0,15 m/s na povrchu zkušebních těles.



Obrázek č. 121 – Schéma postupu měření zkušebních vzorků

9.7.1. Stanovení objemové hmotnosti

Objemovou hmotnost všech zkušebních vzorků jsem stanovila z poměru hmotnosti zkušebního tělesa a jeho objemu při stejné vlhkosti dle rovnice 9.1. Zkušební tělesa byla klimatizována do konstantní hmotnosti ve standardním prostředí s relativní vlhkostí vzduchu odpovídající danému vlhkostnímu stupni s odchylkou $\pm 5\%$ a teplotou s odchylkou $\pm 2\text{ °C}$. Za konstantní jsem hmotnost považovala v případě, že se výsledky dvou po sobě následujících vážení

⁸¹ ČSN EN 324 – 1: Desky ze dřeva. Stanovení rozměrů desek. Část 1: Stanovení tloušťky, šířky a délky.

⁸² ČSN EN 324 – 2: Desky ze dřeva. Stanovení rozměrů desek. Část 2: Stanovení pravouhlosti a přímosti boků.

⁸³ ČSN EN 325: Desky na bázi dřeva – Stanovení rozměrů zkušebních těles.

⁸⁴ ČSN EN 326 – 1: Desky ze dřeva – Odběr vzorků, nařezávání a kontrola – Část 1: Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušky.

provedených v intervalu 24 h nelišily o více než 0,1 % hmotnosti zkušební tělesa, tak jak uvádí Böhm [161].

$$\rho = \frac{m_i}{l_{x_i} \cdot l_{y_i} \cdot t_i} \times 10^6 \quad (9.1)$$

- ρ objemová hmotnost v kg/m^3
 m hmotnost zkušební vzorku v g
 $l_{x,y}$ délkový rozměr zkušební vzorku ve směru x a y v mm
 t tloušťka zkušební vzorku v mm

S ohledem na vyšší počet zkušebních vzorků jsem ze všech relevantních měření stanovila aritmetický průměr, viz hodnoty uvedené v tabulce č. 76.

Tabulka č. 76 – Objemová hmotnost fasádního obkladu

Typ fasádního obkladu	Průměrná objemová hmotnost \bar{x}_p [kg/m^3]
Cetris Basic	1275
Fasádní palubky	573
Třívrstvá lepená deska	640
WPC	1250

9.7.2. Stanovení koeficientu délkové teplotní roztažnosti

Podstatou zkoušky je stanovení délkového přírůstku na vzorku fasádního obkladu vlivem jeho teplotní roztažnosti dle vztahu pro výpočet koeficientu délkové teplotní roztažnosti α . Postup stanovení koeficientu je definován například technickou normou ČSN EN 64 0528⁸⁵, který jsem adaptovala pro účely této práce, viz rovnice 9.2.

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0} \times \frac{1}{T_2 - T_1} = \frac{\Delta l}{(\Delta T \times l_0)} \times 10^{-6} \quad (9.2)$$

- α koeficient délkové teplotní roztažnosti v K^{-1}
 T_1 nižší mezní teplota v K
 T_2 vyšší mezní teplota v K
 l_0 počáteční měřená délka zkušební tělesa v mm
 Δl přírůstek délky zkušební tělesa vyvolaný změnou teploty ΔT v mm [163]

Zkušební vzorky jsem umístila do klimatické komory s možností nastavení teploty a vlhkosti prostředí. Za účelem stanovení koeficientu délkové teplotní roztažnosti jsem prováděla měření při teplotách $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ a $(90 \pm 5)^\circ\text{C}$, vše při konstantní relativní vlhkosti prostředí 0 %. V každém teplotním stupni jsem provedla přeměření těles. Rozdíly naměřených délek jsou patrné z výstupů v tabulce č. 77.

Pro fasádní obklad Cetris Basic a WPC jsem hodnotu koeficientu délkové teplotní roztažnosti stanovila aritmetickým průměrem, v případě třívrstvé lepené desky bylo nutné stanovit průměr vážený. Pro fasádní palubky jsem vypočítala aritmetický průměr dle směru průběhu vláken. Jak je patrné z výsledků, roztažnost dřeva je diametrálně odlišná ve směru kolmém na vlákna. Tento rozměr byl ovšem u zkoušeného typu obkladu zanedbatelný.

⁸⁵ ČSN EN 64 0528: Plasty. Stanovení koeficientu délkové teplotní roztažnosti.

Tabulka č. 77 – Délková teplotní roztažnost fasádního obkladu

Typ obkladu	Ozn.	Rozdíl teplot ΔT [K]	Rozdíl délek Δl		Součinitel teplotní roztážnosti α		Průměrný součinitel teplotní roztážnosti $\bar{\alpha}_\alpha$	
			Směr X [mm]	Směr Y	Směr X [10 ⁻⁶ K ⁻¹]	Směr Y	[10 ⁻⁶ K ⁻¹]	
Cetris Basic	1	344,15	0,3	0,1	10,01	4,06	7,52	8,51
	2		0,3	0,2	7,74	6,32	7,13	
	3		0,4	0,3	13,32	7,67	10,87	
Třívrstvá lepená deska	1		0,2	0,3	5,02	8,83	6,29	6,61 ⁸⁶
	2		0,3	0,3	8,04	8,81	8,29	
	3		0,1	0,3	4,26	7,22	5,25	
WPC	1		0,3	0,5	8,13	15,49	11,28	12,77
	2		0,5	0,6	13,41	17,23	15,05	
	3		0,5	0,3	13,92	9,37	11,97	
Fasádní palubky	1		0,2	0,9	5,43	25,18	4,47 ⁸⁷	23,49 ⁸⁸
	2		0,2	0,7	4,88	18,74		
	3		0,1	0,9	3,09	26,56		

9.7.3. Stanovení vlhkostní roztažnosti

Podstatou zkoušky je stanovení procentuálního délkového přírůstku na vzorku fasádního obkladu vlivem jeho vlhkostní roztažnosti, tj. bobtnání. Postup jsem navrhla dle metodiky definované technickou normou ČSN EN ISO 10545 – 10⁸⁹ a ČSN EN 317⁹⁰. Zkouška spočívá ve stanovení procentuálního příbytku a ztrátě objemu vlivem působení vlhkosti. Zkušební vzorky jsem opět umístila do klimatizační komory, zde, na rozdíl od předchozí metody, byla nastavena konstantní teplota $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ a proměnlivá relativní vlhkosti prostředí 0 a 100 %. Zkušební vzorky jsem na požadované úrovni vlhkosti udržovala po dobu 24 hodin a následně jsem provedla jejich přeměření, viz tabulka č. 78. Hodnotu průměrného příbytku délky jsem vypočítala dle rovnice 9.3.

$$e = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \% \quad (9.3)$$

- e příbytek délky zkušební tělesa vyvolaný změnou vlhkosti prostředí v %
 l_1 délka zkušební tělesa ovlivněná působením vlhkosti v mm
 l_0 počáteční měřená délka zkušební tělesa v mm
 Δl přírůstek délky zkušební tělesa vyvolaný změnou vlhkosti v mm [163]-[164]

⁸⁶ Jedná se o hodnotu váženého průměru.

⁸⁷ Průměrná teplotní roztažnost fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny.

⁸⁸ Průměrná teplotní roztažnost fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům.

⁸⁹ ČSN EN ISO 10545 – 10: Keramické obkladové prvky - Část 10: Stanovení změn rozměrů vlivem vlhkosti.

⁹⁰ ČSN EN 317: Třískové a vláknité desky. Stanovení bobtnání po uložení ve vodě.

Tabulka č. 78 – Průměrný příbytek délky vlivem působení vlhkosti na fasádní obklad

Typ obkladu	Ozn.	Průměrná délka při RH 0 %		Průměrná délka při RH 100 %		Průměrný příbytek délky		
		Směr X [mm]	Směr Y [mm]	Směr X [mm]	Směr Y [mm]	Směr X [%]	Směr Y [%]	Průměr \bar{x}_e [%]
Cetris Basic	1	98,95	98,74	99,37	99,04	0,40	0,32	0,36
	2	99,32	98,66	99,69	98,85			
	3	96,16	98,88	96,57	99,35			
Třívrstvá lepená deska	1	100,13	100,21	100,69	100,64	0,59	0,38	0,52 ⁹¹
	2	99,95	100,37	100,42	100,84			
	3	99,86	100,98	100,60	101,23			
WPC	1	99,18	99,60	99,19	99,84	0,19	0,24	0,22
	2	99,15	100,21	99,30	100,44			
	3	100,40	100,88	100,82	101,14			
Fasádní palubky	1	96,59	104,63	96,71	106,54	0,14 ⁹²	1,99 ⁹³	
	2	101,70	106,83	101,82	108,41			
	3	101,07	103,59	101,25	106,49			

⁹¹ Jedná se o hodnotu váženého průměru.

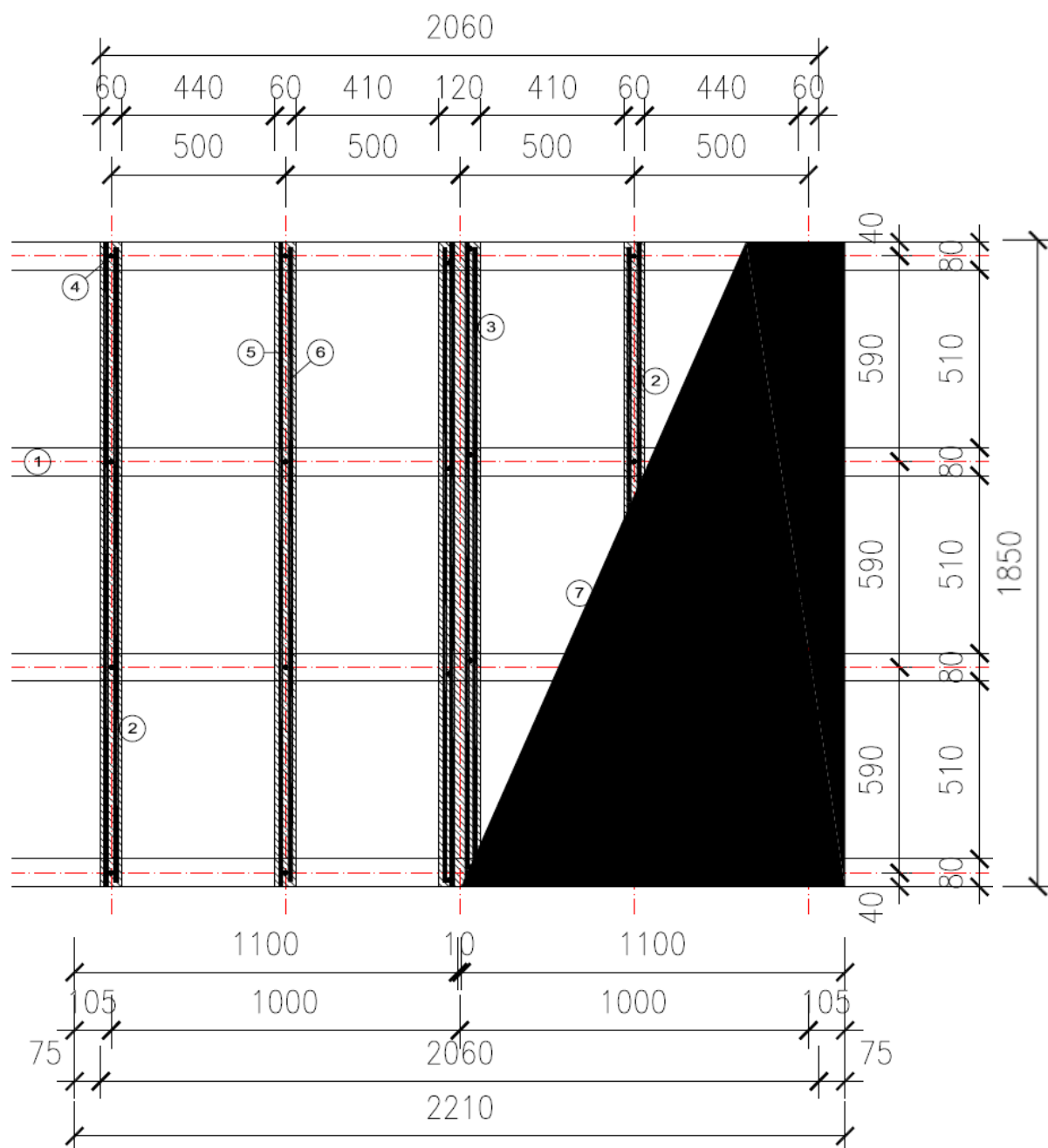
⁹² Průměrná teplotní roztažnost fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru II s vlákny.

⁹³ Průměrná teplotní roztažnost fasádních palubek ze sibiřského modřínu ve směru \perp k vláknům.

9.8. Stanovení velikosti zkušebního fasádního segmentu

9.8.1. Fasádní segment s obkladem Cetris Basic

9.8.1.1. Geometrie fasádního segmentu s lepeným spojem

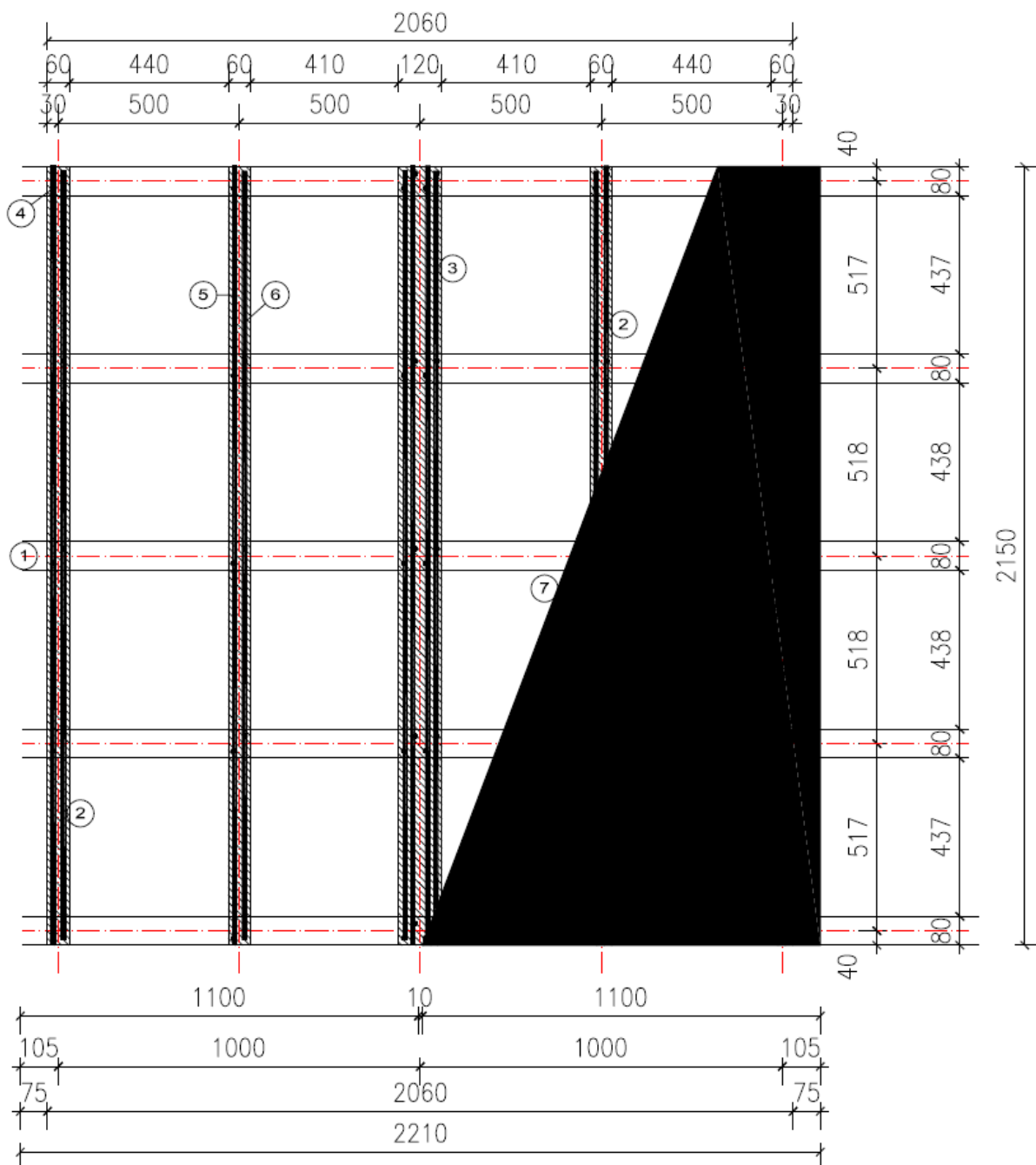


- ① bednicí nosník Doka H20 top N
- ② KVH hranol 40/60 dl. 1 850 mm
- ③ KVH hranol 40/120 dl. 1 850 mm
- ④ vrut se zápusťnou hlavou

- ⑤ montážní páska (dle typu montážního systému)
- ⑥ lepidlo (dle typu montážního systému)
- ⑦ velkoformátový fasádní obklad (zde Cetris Basic)

9.8.2. Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky ze sibiřského modřínu

9.8.2.1. Geometrie fasádního segmentu s lepeným spojem

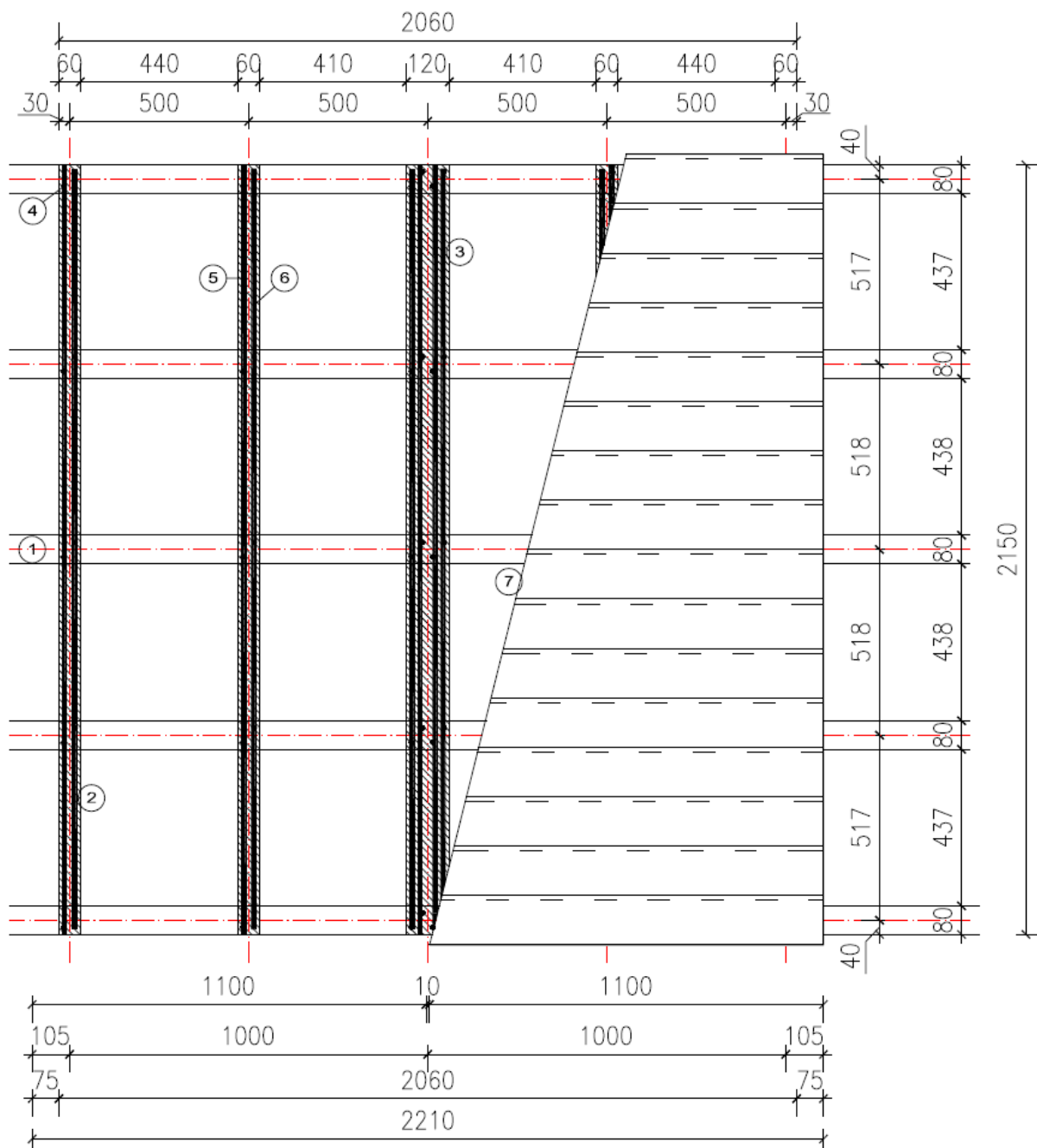


- ① bednicí nosník Doka H20 top N
- ② KVH hranol 40/60 dl. 2 000 mm
- ③ KVH hranol 40/120 dl. 2 000 mm
- ④ vrut se zápusťnou hlavou

- ⑤ montážní páska (dle typu montážního systému)
- ⑥ lepidlo (dle typu montážního systému)
- ⑦ velkoformátový fasádní obklad (zde masivní třívrstvá lepená deska)

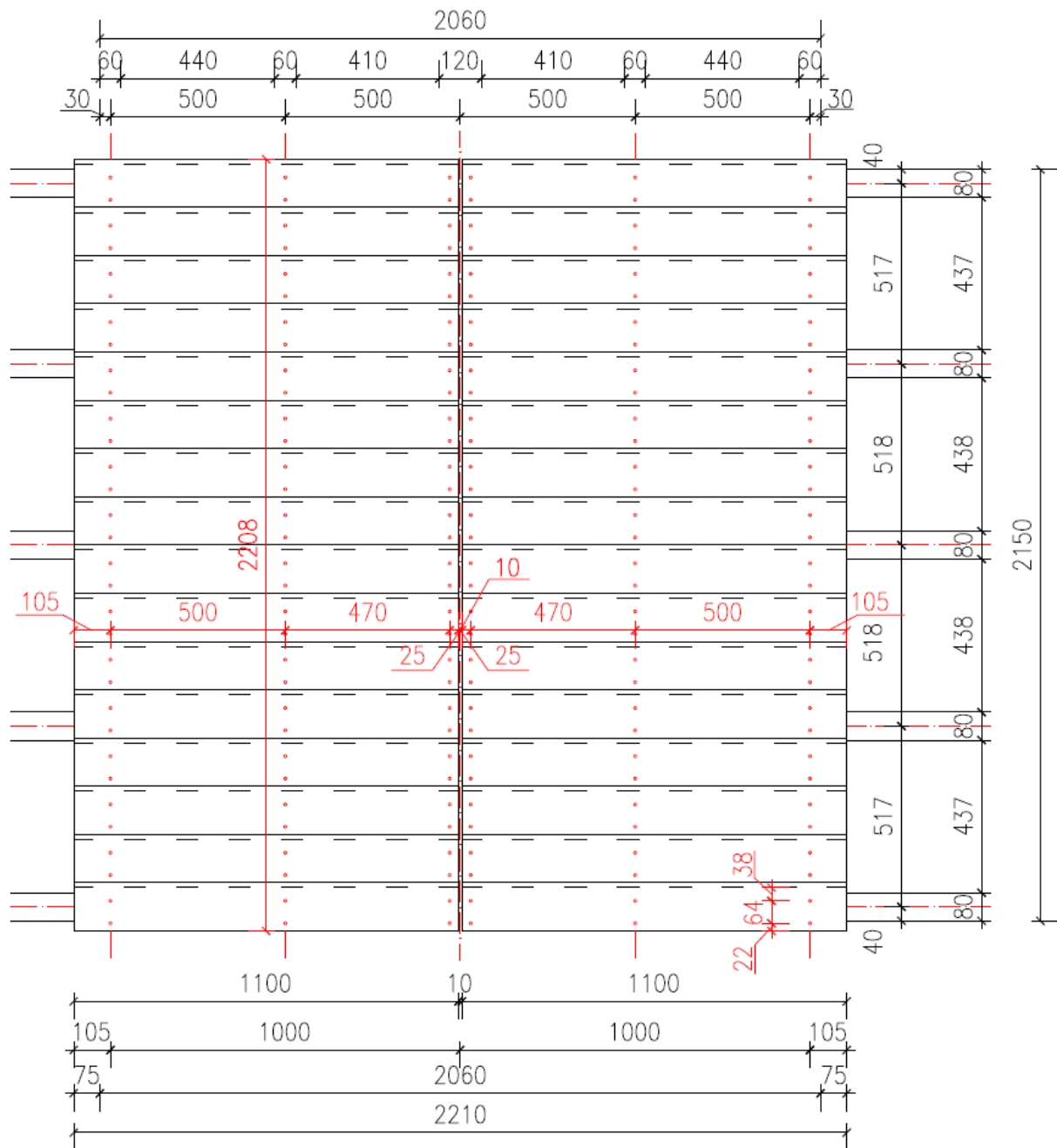
9.8.3. Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu

9.8.3.1. Geometrie fasádního segmentu s lepeným spojem



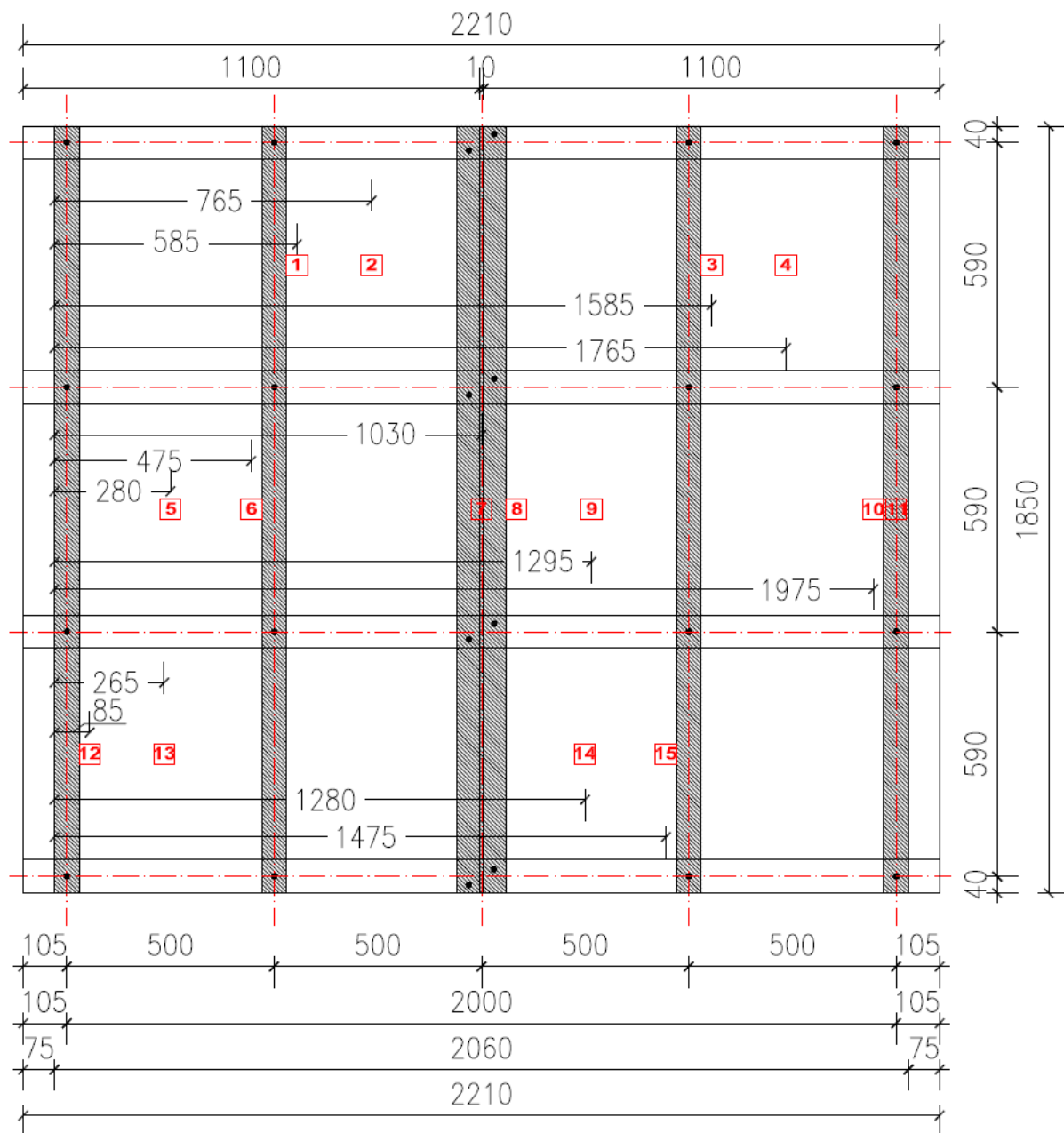
- | | | | |
|---|--|---|--|
| ① | bednicí nosník Doka H20 top N | ⑥ | lepidlo (dle typu montážního systému) |
| ② | KVH hranol 40/60 dl. 2 000 mm | ⑦ | velkoformátový fasádní obklad
(zde fasádní palubky ze sibiřského modřínu) |
| ③ | KVH hranol 40/120 dl. 2 000 mm | | |
| ④ | vrut se zápusťnou hlavou | | |
| ⑤ | montážní páska (dle typu montážního systému) | | |

9.8.3.2. Geometrie fasádního segmentu s mechanickým spojem

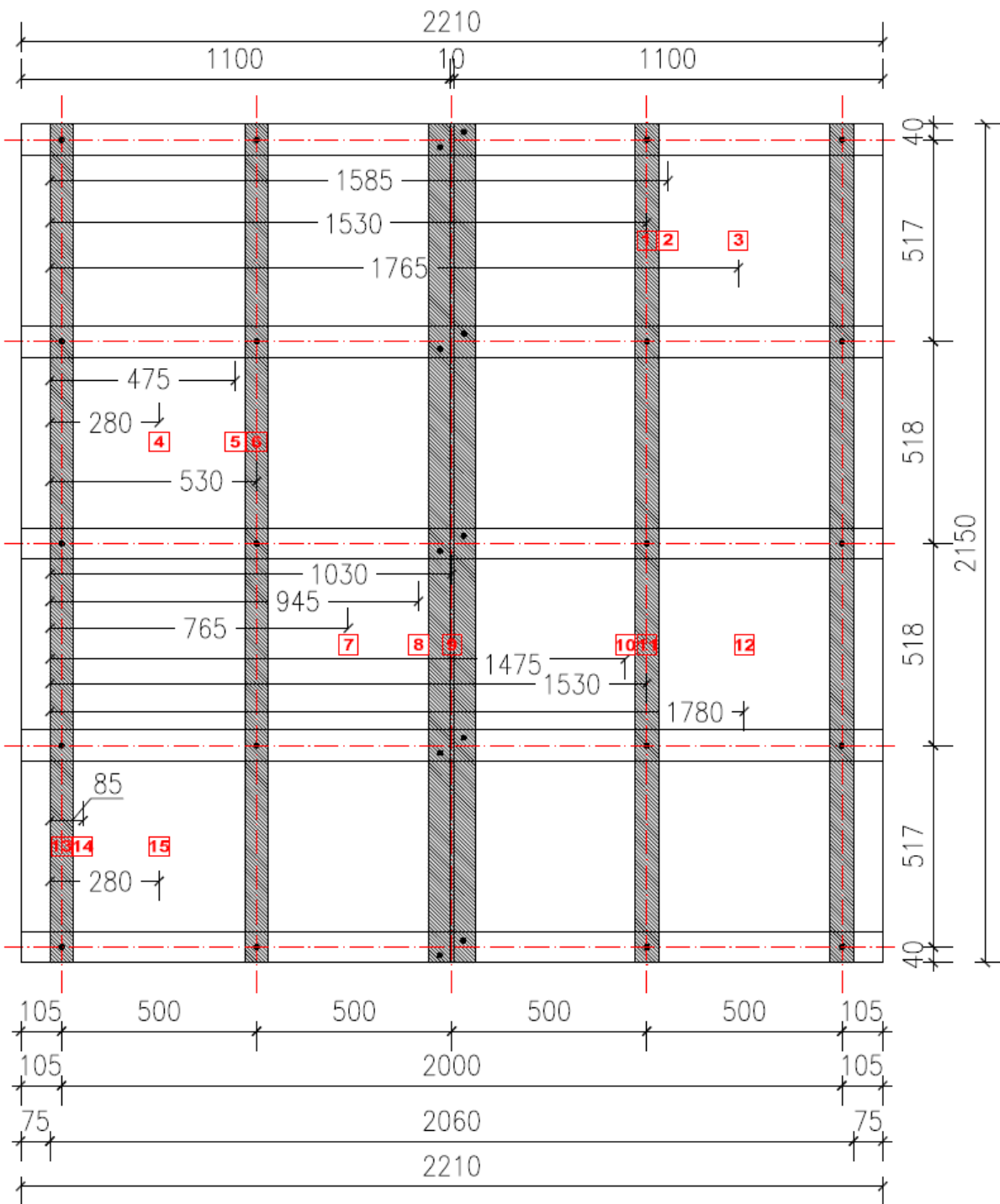


9.9. Schéma rozmístění snímačů dráhy

9.9.1. Fasádní segment s obkladem Cetris Basic



9.9.2. Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky ze sibiřského modřínu



9.10. Podrobné výsledky velikosti průhybu fasádního segmentu

9.10.1. Fasádní segment s obkladem Cetrus Basic

9.10.1.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel s montážní páskou

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
30	0,08	0,09	0,07	0,21	0,05	0,11	0,02	0,06	0,14	0,09	0,00	0,06	0,09	0,44	0,19
30	0,08	0,09	0,05	0,22	0,05	0,12	0,06	0,14	0,16	0,09	0,00	0,12	0,09	0,46	0,19
50	0,13	0,15	0,12	0,30	0,11	0,19	0,08	0,16	0,26	0,13	0,00	0,14	0,15	0,56	0,26
100	0,25	0,32	0,23	0,54	0,28	0,35	0,26	0,38	0,56	0,29	0,02	0,20	0,32	0,80	0,43
120	0,30	0,40	0,29	0,62	0,36	0,43	0,34	0,47	0,67	0,37	0,06	0,22	0,38	0,89	0,49
140	0,34	0,47	0,34	0,71	0,44	0,51	0,41	0,56	0,79	0,46	0,10	0,24	0,45	0,98	0,56
160	0,39	0,54	0,40	0,80	0,53	0,59	0,49	0,65	0,91	0,54	0,14	0,25	0,52	1,06	0,62
180	0,44	0,61	0,45	0,90	0,61	0,67	0,57	0,75	1,03	0,62	0,17	0,26	0,59	1,15	0,68
200	0,49	0,68	0,50	0,99	0,69	0,75	0,65	0,83	1,14	0,69	0,20	0,27	0,66	1,23	0,74
220	0,58	0,75	0,55	1,09	0,76	0,84	0,72	0,92	1,26	0,77	0,24	0,27	0,73	1,31	0,80
240	0,67	0,83	0,60	1,18	0,83	0,93	0,81	1,02	1,38	0,84	0,28	0,27	0,81	1,40	0,86
260	0,76	0,90	0,65	1,27	0,92	1,02	0,89	1,11	1,50	0,91	0,32	0,26	0,90	1,49	0,92
280	0,87	0,98	0,70	1,37	1,03	1,12	0,98	1,22	1,63	0,98	0,36	0,26	1,00	1,58	0,99
300	0,98	1,06	0,75	1,46	1,14	1,22	1,06	1,32	1,75	1,05	0,41	0,26	1,09	1,66	1,06
30	0,43	0,16	0,10	0,40	0,21	0,28	0,08	0,18	0,27	0,17	0,00	0,26	0,26	0,51	0,22
50	0,47	0,22	0,15	0,48	0,28	0,35	0,16	0,26	0,38	0,22	0,00	0,26	0,33	0,62	0,29
100	0,55	0,35	0,24	0,65	0,42	0,48	0,26	0,40	0,58	0,34	0,01	0,26	0,47	0,81	0,43
120	0,60	0,43	0,31	0,75	0,49	0,54	0,38	0,52	0,74	0,43	0,05	0,26	0,54	0,92	0,50
140	0,64	0,50	0,37	0,83	0,55	0,60	0,46	0,61	0,85	0,51	0,09	0,26	0,60	1,01	0,56
160	0,68	0,56	0,42	0,91	0,61	0,66	0,53	0,69	0,96	0,58	0,13	0,26	0,66	1,09	0,63
180	0,72	0,63	0,46	0,99	0,68	0,72	0,60	0,78	1,07	0,65	0,17	0,26	0,72	1,17	0,69
200	0,76	0,70	0,51	1,08	0,75	0,80	0,68	0,87	1,18	0,73	0,21	0,26	0,78	1,26	0,75
220	0,81	0,77	0,56	1,15	0,82	0,87	0,75	0,95	1,29	0,79	0,24	0,26	0,84	1,34	0,81
240	0,85	0,84	0,61	1,23	0,90	0,95	0,83	1,04	1,41	0,86	0,28	0,26	0,90	1,42	0,87
260	0,90	0,91	0,66	1,31	0,98	1,03	0,90	1,13	1,52	0,92	0,32	0,26	0,97	1,50	0,93
280	0,97	0,99	0,71	1,39	1,08	1,13	0,98	1,22	1,64	0,99	0,36	0,26	1,04	1,59	1,00
300	1,03	1,06	0,76	1,47	1,18	1,23	1,06	1,32	1,75	1,06	0,41	0,26	1,11	1,66	1,06
400	1,36	1,46	1,01	1,92	1,76	1,78	1,50	1,84	2,40	1,44	0,64	0,43	1,54	2,11	1,41
500	1,68	1,87	1,28	2,39	2,40	2,37	1,97	2,40	3,07	1,84	0,89	0,68	2,01	2,59	1,78
600	2,02	2,31	1,57	2,89	3,08	3,00	2,46	3,00	3,79	2,27	1,15	0,94	2,50	3,09	2,18
700	2,32	2,71	1,86	3,38	3,69	3,57	2,89	3,55	4,47	2,70	1,41	1,17	2,96	3,59	2,57
800	2,58	3,07	2,15	3,88	4,17	4,01	3,20	4,01	5,08	3,12	1,67	1,33	3,37	4,07	2,94
900	2,83	3,44	2,50	4,42	4,60	4,41	3,44	4,38	5,66	3,55	1,92	1,43	3,73	4,50	3,29
1 000	3,06	3,80	2,85	4,98	5,05	4,81	3,62	4,70	6,23	3,91	2,07	1,54	4,11	4,93	3,66
1 015	3,23	3,96	3,08	5,29	5,17	4,98	3,78	5,10	6,99	4,34	2,06	1,60	4,23	5,28	4,09

9.10.1.2. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel bez montážní pásky

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,04	0,06	0,00	0,09	0,11	0,18	0,00	0,00	0,38	0,21	0,01	0,02	0,17	0,84	0,05
30	0,04	0,06	0,00	0,09	0,11	0,19	0,01	0,00	0,38	0,23	0,04	0,05	0,17	0,85	0,05
50	0,12	0,14	0,02	0,18	0,19	0,28	0,10	0,13	0,60	0,38	0,08	0,11	0,28	1,15	0,11
100	0,34	0,35	0,16	0,41	0,37	0,49	0,36	0,45	1,05	0,75	0,21	0,24	0,52	1,60	0,36
120	0,47	0,45	0,23	0,52	0,46	0,57	0,48	0,62	1,25	0,91	0,28	0,35	0,64	1,80	0,50
140	0,57	0,52	0,30	0,61	0,53	0,63	0,59	0,77	1,41	1,02	0,33	0,43	0,73	1,92	0,60
160	0,68	0,60	0,36	0,72	0,60	0,70	0,69	0,98	1,61	1,12	0,38	0,52	0,84	2,04	0,69
180	0,79	0,69	0,43	0,84	0,68	0,77	0,81	1,21	1,85	1,22	0,43	0,64	0,94	2,16	0,78
200	0,89	0,76	0,50	0,94	0,76	0,84	0,92	1,40	2,01	1,30	0,48	0,71	1,03	2,26	0,86
220	0,99	0,85	0,57	1,06	0,83	0,94	1,03	1,60	2,18	1,40	0,54	0,77	1,13	2,37	0,95
240	1,05	0,93	0,63	1,16	0,89	1,03	1,14	1,78	2,33	1,48	0,59	0,83	1,21	2,47	1,03
260	1,12	1,02	0,70	1,28	0,98	1,16	1,26	1,95	2,50	1,59	0,66	0,88	1,30	2,58	1,12
280	1,20	1,12	0,79	1,41	1,10	1,31	1,40	2,13	2,67	1,69	0,73	0,96	1,40	2,69	1,22
300	1,27	1,21	0,86	1,52	1,22	1,45	1,53	2,28	2,84	1,80	0,80	1,02	1,50	2,80	1,31
30	0,55	0,12	0,00	0,17	0,19	0,42	0,10	0,88	0,99	0,65	0,22	0,96	0,31	1,50	0,34
50	0,62	0,21	0,03	0,28	0,26	0,49	0,20	0,93	1,12	0,75	0,22	0,98	0,41	1,59	0,42
100	0,77	0,40	0,18	0,50	0,44	0,63	0,44	1,18	1,43	0,99	0,32	1,04	0,62	1,80	0,60
120	0,83	0,49	0,25	0,60	0,52	0,70	0,55	1,29	1,58	1,09	0,36	1,06	0,72	1,90	0,67
140	0,88	0,57	0,31	0,70	0,59	0,76	0,66	1,40	1,72	1,17	0,41	1,08	0,81	2,00	0,74
160	0,92	0,64	0,38	0,81	0,66	0,83	0,76	1,51	1,86	1,25	0,45	1,08	0,91	2,10	0,81
180	0,97	0,72	0,44	0,91	0,73	0,89	0,86	1,62	1,99	1,32	0,49	1,09	0,99	2,20	0,88
200	1,01	0,79	0,51	1,02	0,80	0,96	0,97	1,73	2,13	1,40	0,54	1,09	1,08	2,30	0,95
220	1,06	0,87	0,58	1,12	0,87	1,05	1,08	1,84	2,27	1,48	0,59	1,09	1,16	2,40	1,02
240	1,10	0,95	0,65	1,22	0,93	1,14	1,18	1,94	2,41	1,56	0,63	1,08	1,24	2,50	1,09
260	1,16	1,03	0,71	1,32	1,00	1,24	1,29	2,05	2,55	1,64	0,69	1,08	1,32	2,60	1,16
280	1,21	1,12	0,79	1,43	1,11	1,36	1,41	2,18	2,70	1,72	0,75	1,08	1,42	2,70	1,24
300	1,27	1,22	0,87	1,54	1,24	1,49	1,54	2,31	2,86	1,81	0,81	1,08	1,51	2,81	1,32
400	1,61	1,71	1,27	2,13	1,92	2,15	2,20	3,05	3,68	2,30	1,14	1,17	2,05	3,35	1,74
500	2,00	2,24	1,68	2,76	2,67	2,86	2,88	3,83	4,55	2,83	1,49	1,38	2,63	3,92	2,17
600	2,42	2,81	2,13	3,40	3,45	3,60	3,57	4,61	5,42	3,37	1,87	1,59	3,21	4,49	2,61
700	2,78	3,30	2,57	4,03	4,11	4,20	4,11	5,25	6,17	3,91	2,24	1,78	3,75	5,01	3,00
800	3,09	3,73	2,98	4,64	4,57	4,61	4,44	5,70	6,78	4,39	2,56	1,85	4,18	5,44	3,34
900	3,42	4,19	3,42	5,29	5,06	5,05	4,73	6,11	7,37	4,85	2,84	1,92	4,64	5,84	3,63
1 000	3,73	4,60	3,82	5,91	5,58	5,51	4,89	6,42	7,85	5,17	2,98	2,03	5,15	6,17	3,87
1 030	3,83	4,73	3,93	6,09	5,76	5,66	4,92	6,50	7,99	5,25	3,01	2,06	5,32	6,27	3,94
1 050	3,90	4,82	4,01	6,22	5,87	5,76	4,95	6,56	8,09	5,31	3,02	2,08	5,43	6,33	3,99
1 100	4,06	5,03	4,21	6,54	6,17	6,02	5,00	6,69	8,32	5,45	3,06	2,15	5,74	6,50	4,11
1 130	4,17	5,18	4,33	6,74	6,37	6,19	5,04	6,78	8,48	5,55	3,09	2,21	5,95	6,61	4,20
1 150	4,24	5,28	4,42	6,88	6,51	6,31	5,06	6,84	8,59	5,61	3,11	2,25	6,09	6,69	4,26
1 200	4,43	5,53	4,64	7,26	6,88	6,62	5,13	7,01	8,89	5,79	3,17	2,37	6,47	6,91	4,43
1 230	4,54	5,68	4,78	7,50	7,11	6,81	5,17	7,11	9,07	5,90	3,22	2,45	6,70	7,04	4,54
1 250	4,61	5,79	4,88	7,66	7,26	6,94	5,20	7,19	9,20	5,99	3,27	2,51	6,87	7,14	4,61
1 302	4,82	6,07	5,18	8,11	7,69	7,30	5,28	7,37	9,58	6,24	3,47	2,66	7,31	7,39	4,82
1 312	4,88	6,14	5,34	8,28	7,81	7,40	5,29	7,43	9,73	6,31	3,51	2,70	7,43	7,47	4,88

9.10.1.3. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex s montážní páskou

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,22	0,09	0,10	0,14	0,10	0,08	0,00	0,04	0,03	0,01	0,01	0,03	0,13	0,19	0,00
30	0,27	0,10	0,12	0,15	0,11	0,09	0,01	0,04	0,03	0,03	0,01	0,03	0,13	0,22	0,00
50	0,34	0,17	0,19	0,24	0,19	0,15	0,03	0,08	0,07	0,06	0,01	0,05	0,20	0,26	0,00
100	0,52	0,34	0,39	0,47	0,43	0,33	0,15	0,19	0,20	0,18	0,01	0,13	0,38	0,36	0,00
120	0,60	0,41	0,49	0,57	0,55	0,42	0,22	0,26	0,27	0,26	0,03	0,17	0,47	0,41	0,00
140	0,67	0,48	0,60	0,66	0,66	0,50	0,30	0,35	0,36	0,33	0,07	0,21	0,54	0,47	0,00
160	0,74	0,56	0,70	0,76	0,78	0,59	0,39	0,44	0,47	0,41	0,13	0,26	0,63	0,54	0,01
180	0,81	0,64	0,82	0,87	0,91	0,68	0,48	0,54	0,58	0,50	0,19	0,30	0,71	0,61	0,05
200	0,88	0,72	0,94	0,97	1,03	0,77	0,58	0,64	0,70	0,59	0,25	0,35	0,80	0,70	0,10
220	0,95	0,80	1,05	1,07	1,15	0,86	0,67	0,74	0,81	0,67	0,31	0,39	0,88	0,77	0,14
240	1,02	0,88	1,17	1,18	1,28	0,95	0,76	0,85	0,94	0,76	0,37	0,44	0,97	0,85	0,19
260	1,09	0,96	1,28	1,28	1,40	1,04	0,85	0,95	1,05	0,85	0,43	0,48	1,06	0,93	0,23
280	1,17	1,05	1,39	1,40	1,54	1,15	0,96	1,07	1,19	0,95	0,50	0,53	1,15	1,01	0,29
300	1,25	1,13	1,49	1,51	1,68	1,26	1,06	1,18	1,31	1,04	0,57	0,58	1,24	1,10	0,34
30	0,47	0,13	0,59	0,26	0,24	0,19	0,06	0,10	0,08	0,17	0,03	0,07	0,20	0,32	0,05
50	0,52	0,20	0,66	0,35	0,33	0,25	0,07	0,14	0,12	0,20	0,03	0,10	0,27	0,34	0,05
100	0,64	0,37	0,81	0,55	0,55	0,40	0,18	0,25	0,22	0,30	0,02	0,17	0,45	0,41	0,02
120	0,70	0,45	0,88	0,65	0,67	0,48	0,25	0,32	0,30	0,36	0,04	0,21	0,54	0,46	0,02
140	0,75	0,51	0,94	0,73	0,76	0,55	0,32	0,39	0,39	0,42	0,09	0,25	0,61	0,51	0,02
160	0,81	0,59	1,00	0,83	0,88	0,63	0,41	0,49	0,49	0,50	0,14	0,29	0,69	0,58	0,04
180	0,87	0,67	1,07	0,93	0,99	0,72	0,50	0,58	0,61	0,58	0,20	0,33	0,77	0,65	0,08
200	0,93	0,74	1,14	1,03	1,11	0,80	0,59	0,68	0,72	0,65	0,26	0,37	0,85	0,73	0,12
220	0,99	0,82	1,21	1,12	1,22	0,89	0,68	0,77	0,83	0,73	0,31	0,41	0,93	0,80	0,16
240	1,06	0,89	1,28	1,22	1,33	0,97	0,77	0,87	0,95	0,81	0,37	0,46	1,01	0,87	0,20
260	1,12	0,97	1,35	1,31	1,45	1,06	0,86	0,97	1,06	0,88	0,43	0,50	1,09	0,94	0,24
280	1,19	1,05	1,42	1,41	1,57	1,16	0,96	1,08	1,19	0,97	0,50	0,54	1,17	1,02	0,30
300	1,26	1,13	1,49	1,51	1,69	1,25	1,06	1,18	1,31	1,05	0,57	0,58	1,25	1,09	0,34
400	1,62	1,55	1,86	2,03	2,35	1,77	1,58	1,73	1,95	1,49	0,91	0,82	1,69	1,50	0,59
500	1,99	1,96	2,24	2,57	3,01	2,29	2,09	2,28	2,61	1,94	1,24	1,06	2,16	1,91	0,84
600	2,36	2,38	2,61	3,10	3,70	2,84	2,63	2,84	3,27	2,40	1,58	1,32	2,62	2,33	1,10
700	2,69	2,77	2,97	3,63	4,34	3,34	3,14	3,38	3,93	2,87	1,93	1,58	3,10	2,75	1,36
800	2,92	3,07	3,30	4,16	4,84	3,72	3,54	3,83	4,52	3,33	2,28	1,83	3,55	3,15	1,60
900	3,14	3,38	3,60	4,66	5,31	4,05	3,86	4,21	5,05	3,72	2,56	2,00	3,97	3,53	1,83
1 000	3,35	3,65	3,85	5,09	5,75	4,31	4,04	4,43	5,43	3,92	2,68	2,12	4,34	3,85	1,99
1 030	3,42	3,74	3,93	5,23	5,91	4,40	4,09	4,50	5,55	3,98	2,70	2,16	4,48	3,95	2,04
1 050	3,46	3,80	3,99	5,32	6,00	4,46	4,13	4,54	5,62	4,02	2,71	2,18	4,56	4,01	2,08
1 100	3,59	3,96	4,14	5,56	6,28	4,62	4,20	4,64	5,82	4,10	2,74	2,25	4,79	4,17	2,15
1 130	3,67	4,05	4,24	5,71	6,45	4,72	4,26	4,71	5,95	4,16	2,76	2,30	4,92	4,27	2,20
1 150	3,73	4,12	4,31	5,83	6,58	4,80	4,29	4,76	6,04	4,19	2,76	2,33	5,03	4,34	2,24
1 182	3,83	4,24	4,53	6,05	6,77	4,92	4,34	4,89	6,29	4,35	2,78	2,38	5,18	4,52	2,41

9.10.1.4. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex bez montážní pásky

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,02	0,06	0,00	0,19	0,05	0,13	0,04	0,00	0,31	0,11	0,00	0,00	0,05	0,75	0,26
30	0,03	0,06	0,01	0,20	0,05	0,14	0,06	0,04	0,36	0,12	0,00	0,00	0,05	0,77	0,27
50	0,06	0,12	0,01	0,29	0,11	0,20	0,08	0,05	0,57	0,14	0,00	0,00	0,11	0,85	0,36
100	0,17	0,26	0,02	0,48	0,24	0,34	0,09	0,07	0,74	0,20	0,01	0,00	0,23	0,98	0,67
120	0,24	0,32	0,02	0,54	0,29	0,41	0,10	0,10	0,80	0,25	0,03	0,00	0,28	1,03	0,81
140	0,31	0,38	0,03	0,58	0,34	0,46	0,11	0,11	0,85	0,33	0,07	0,00	0,34	1,08	0,88
160	0,37	0,45	0,03	0,63	0,40	0,51	0,12	0,12	0,89	0,43	0,13	0,01	0,39	1,13	0,95
180	0,43	0,51	0,05	0,69	0,45	0,56	0,12	0,14	0,93	0,47	0,14	0,02	0,44	1,18	1,00
200	0,49	0,58	0,06	0,76	0,51	0,61	0,14	0,17	0,98	0,51	0,14	0,03	0,49	1,23	1,05
220	0,54	0,65	0,08	0,82	0,57	0,66	0,21	0,21	1,02	0,56	0,16	0,04	0,55	1,29	1,12
240	0,60	0,73	0,10	0,89	0,63	0,71	0,26	0,25	1,07	0,60	0,17	0,05	0,61	1,35	1,17
260	0,64	0,79	0,10	0,93	0,70	0,74	0,31	0,25	1,11	0,62	0,17	0,10	0,67	1,39	1,26
280	0,69	0,87	0,13	1,08	0,77	0,80	0,37	0,31	1,17	0,61	0,07	0,11	0,73	1,46	1,29
300	0,75	0,94	0,14	1,16	0,83	0,86	0,43	0,34	1,23	0,68	0,02	0,11	0,80	1,51	1,32
30	0,21	0,11	0,12	0,19	0,11	0,24	0,12	0,21	0,64	0,41	0,01	0,12	0,12	0,81	0,38
50	0,22	0,16	0,12	0,28	0,17	0,30	0,12	0,21	0,79	0,43	0,02	0,12	0,17	0,90	0,60
100	0,34	0,31	0,12	0,45	0,30	0,42	0,12	0,21	0,86	0,48	0,01	0,12	0,30	1,03	0,88
120	0,40	0,37	0,11	0,52	0,35	0,46	0,12	0,21	0,89	0,50	0,01	0,12	0,35	1,08	0,94
140	0,44	0,43	0,11	0,58	0,40	0,50	0,12	0,21	0,91	0,52	0,01	0,12	0,40	1,12	1,00
160	0,49	0,50	0,11	0,65	0,46	0,55	0,12	0,20	0,94	0,54	0,01	0,12	0,45	1,17	1,06
180	0,53	0,56	0,11	0,72	0,51	0,59	0,12	0,20	0,97	0,56	0,01	0,12	0,50	1,21	1,11
200	0,57	0,62	0,11	0,79	0,57	0,63	0,14	0,21	1,00	0,58	0,01	0,12	0,55	1,26	1,16
220	0,61	0,69	0,11	0,86	0,62	0,68	0,19	0,23	1,04	0,60	0,01	0,12	0,60	1,31	1,21
240	0,64	0,76	0,11	0,93	0,67	0,72	0,25	0,25	1,09	0,62	0,01	0,12	0,65	1,36	1,25
260	0,68	0,82	0,12	1,00	0,73	0,77	0,30	0,27	1,13	0,65	0,01	0,12	0,70	1,41	1,27
280	0,72	0,89	0,13	1,07	0,78	0,81	0,36	0,30	1,18	0,67	0,01	0,12	0,75	1,46	1,29
300	0,76	0,95	0,15	1,16	0,83	0,86	0,42	0,34	1,24	0,71	0,02	0,12	0,80	1,51	1,32
400	0,98	1,32	0,24	1,60	1,14	1,11	0,74	0,51	1,54	0,93	0,11	0,12	1,08	1,79	1,43
500	1,22	1,71	0,35	2,07	1,47	1,40	1,11	0,72	1,88	1,18	0,24	0,12	1,37	2,09	1,56
600	1,50	2,14	0,47	2,56	1,82	1,71	1,53	0,96	2,27	1,47	0,40	0,12	1,67	2,39	1,71
700	1,83	2,59	0,60	3,07	2,20	2,06	1,98	1,22	2,67	1,82	0,62	0,19	2,04	2,73	1,96
800	2,08	2,98	0,70	3,61	2,54	2,63	2,42	1,50	3,08	2,18	0,85	0,16	2,37	3,09	2,24
900	2,39	3,42	0,79	4,22	2,86	3,29	2,87	1,81	3,52	2,57	1,10	0,05	2,73	3,47	2,56
1 000	2,70	3,86	0,85	4,88	3,22	3,98	3,29	2,15	4,01	2,95	1,34	0,19	3,06	3,91	2,87
1 030	2,81	4,00	0,85	5,08	3,33	4,19	3,40	2,26	4,16	3,07	1,40	0,19	3,17	4,04	2,97
1 050	2,87	4,09	0,85	5,22	3,41	4,32	3,48	2,33	4,27	3,13	1,43	0,19	3,25	4,14	3,03
1 100	3,02	4,32	0,82	5,57	3,62	4,67	3,67	2,52	4,54	3,31	1,52	0,19	3,43	4,37	3,18
1 130	3,10	4,47	0,78	5,80	3,75	4,88	3,78	2,62	4,71	3,41	1,56	0,19	3,54	4,51	3,29
1 150	3,16	4,56	0,75	5,94	3,85	5,03	3,84	2,69	4,82	3,48	1,59	0,19	3,62	4,61	3,35
1 200	3,30	4,80	0,64	6,34	4,12	5,41	4,00	2,86	5,11	3,63	1,64	0,19	3,83	4,85	3,54
1 230	3,39	4,95	0,57	6,58	4,30	5,67	4,09	2,96	5,29	3,72	1,67	0,19	3,98	5,00	3,66
1 236	3,46	5,03	0,55	6,64	4,64	6,29	4,09	2,97	5,30	3,74	1,68	0,18	4,37	5,00	3,66

9.10.1.5. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP s montážní páskou

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,00	0,04	0,16	0,12	0,11	0,24	0,01	0,23	0,16	0,16	0,00	0,03	0,12	0,22	0,00
30	0,01	0,06	0,18	0,14	0,14	0,27	0,02	0,26	0,17	0,18	0,00	0,09	0,16	0,23	0,00
50	0,01	0,07	0,27	0,20	0,21	0,33	0,04	0,33	0,26	0,20	0,00	0,10	0,24	0,29	0,00
100	0,05	0,08	0,46	0,38	0,40	0,52	0,10	0,54	0,48	0,29	0,00	0,18	0,43	0,44	0,07
120	0,12	0,09	0,54	0,45	0,52	0,63	0,13	0,64	0,58	0,34	0,03	0,22	0,53	0,52	0,12
140	0,20	0,09	0,62	0,53	0,64	0,74	0,15	0,73	0,68	0,39	0,04	0,25	0,62	0,58	0,15
160	0,25	0,10	0,69	0,60	0,75	0,84	0,17	0,81	0,77	0,43	0,04	0,28	0,71	0,65	0,18
180	0,31	0,11	0,78	0,66	0,86	0,93	0,20	0,89	0,85	0,47	0,05	0,30	0,80	0,71	0,22
200	0,39	0,14	0,86	0,73	0,98	1,02	0,23	0,97	0,94	0,50	0,06	0,33	0,89	0,78	0,26
220	0,45	0,17	0,92	0,80	1,08	1,10	0,25	1,05	1,02	0,54	0,07	0,35	0,98	0,83	0,29
240	0,52	0,20	0,99	0,86	1,19	1,19	0,27	1,12	1,11	0,57	0,07	0,37	1,07	0,89	0,31
260	0,59	0,23	1,07	0,93	1,30	1,27	0,30	1,20	1,19	0,61	0,07	0,40	1,16	0,95	0,34
280	0,66	0,27	1,15	1,00	1,41	1,36	0,33	1,28	1,27	0,64	0,08	0,42	1,25	1,01	0,37
300	0,70	0,31	1,23	1,08	1,52	1,44	0,36	1,37	1,36	0,67	0,08	0,47	1,30	1,08	0,41
30	0,23	0,13	0,35	0,28	0,30	0,43	0,07	0,43	0,30	0,35	0,08	0,23	0,33	0,30	0,09
50	0,24	0,13	0,43	0,35	0,38	0,49	0,08	0,50	0,38	0,37	0,08	0,23	0,41	0,36	0,09
100	0,33	0,13	0,60	0,50	0,57	0,68	0,13	0,68	0,58	0,45	0,08	0,24	0,57	0,50	0,14
120	0,37	0,13	0,67	0,56	0,68	0,78	0,15	0,75	0,67	0,48	0,08	0,27	0,65	0,56	0,17
140	0,42	0,13	0,73	0,63	0,78	0,87	0,17	0,83	0,75	0,51	0,08	0,29	0,74	0,63	0,21
160	0,46	0,13	0,79	0,68	0,88	0,94	0,19	0,90	0,83	0,54	0,08	0,32	0,81	0,68	0,23
180	0,50	0,15	0,86	0,74	0,98	1,02	0,22	0,97	0,91	0,56	0,08	0,34	0,90	0,74	0,26
200	0,54	0,18	0,93	0,80	1,08	1,10	0,25	1,04	0,99	0,59	0,08	0,36	0,98	0,80	0,29
220	0,58	0,20	0,98	0,86	1,17	1,17	0,27	1,10	1,06	0,61	0,08	0,38	1,06	0,86	0,31
240	0,61	0,22	1,04	0,91	1,26	1,23	0,29	1,17	1,13	0,63	0,08	0,42	1,11	0,91	0,34
260	0,64	0,25	1,10	0,96	1,35	1,30	0,32	1,23	1,21	0,65	0,08	0,44	1,16	0,97	0,36
280	0,68	0,28	1,17	1,02	1,44	1,37	0,34	1,30	1,29	0,67	0,08	0,46	1,24	1,03	0,39
300	0,72	0,31	1,24	1,09	1,54	1,44	0,36	1,38	1,37	0,68	0,08	0,48	1,32	1,08	0,41
400	1,00	0,64	1,62	1,44	2,10	1,90	0,66	1,81	1,85	0,81	0,08	0,61	1,76	1,42	0,60
500	1,30	1,00	2,02	1,79	2,71	2,39	1,02	2,29	2,38	0,99	0,13	0,77	2,23	1,79	0,83
600	1,61	1,37	2,44	2,16	3,34	2,89	1,41	2,79	2,91	1,18	0,20	0,95	2,71	2,15	1,05
700	1,94	1,74	2,87	2,52	3,98	3,37	1,78	3,28	3,46	1,38	0,28	1,12	3,18	2,52	1,29
800	2,17	2,02	3,29	2,84	4,45	3,66	2,01	3,64	3,92	1,60	0,37	1,23	3,59	2,85	1,49
900	2,39	2,31	3,75	3,21	4,95	3,92	2,23	4,00	4,41	1,86	0,49	1,38	4,04	3,20	1,70
1 000	2,57	2,60	4,22	3,61	5,48	4,20	2,41	4,33	4,90	2,09	0,59	1,54	4,52	3,53	1,90
1 030	2,63	2,69	4,36	3,73	5,65	4,29	2,45	4,41	5,04	2,15	0,61	1,59	4,68	3,63	1,95
1 050	2,67	2,74	4,45	3,80	5,76	4,35	2,48	4,47	5,13	2,19	0,62	1,62	4,78	3,69	1,99
1 100	2,76	2,89	4,70	3,98	6,11	4,59	2,54	4,61	5,35	2,28	0,64	1,71	5,11	3,85	2,08
1 190	2,77	2,97	4,81	4,07	6,85	5,67	2,49	4,58	5,36	2,32	0,65	1,84	5,88	3,80	2,02

9.10.1.6. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP bez montážní pásky

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,00	0,25	0,01	0,15	0,13	0,09	0,00	0,10	0,13	0,11	0,00	0,00	0,10	0,08	0,00
30	0,00	0,25	0,02	0,15	0,13	0,09	0,00	0,10	0,14	0,11	0,00	0,00	0,10	0,08	0,00
50	0,00	0,32	0,08	0,23	0,23	0,17	0,00	0,17	0,23	0,13	0,00	0,02	0,19	0,15	0,00
100	0,09	0,45	0,23	0,42	0,43	0,34	0,00	0,33	0,42	0,19	0,00	0,06	0,37	0,29	0,01
120	0,14	0,50	0,29	0,50	0,51	0,42	0,01	0,39	0,50	0,22	0,00	0,07	0,45	0,35	0,03
140	0,21	0,56	0,36	0,59	0,62	0,51	0,03	0,47	0,59	0,26	0,01	0,09	0,54	0,42	0,06
160	0,26	0,61	0,42	0,66	0,70	0,59	0,05	0,54	0,67	0,30	0,03	0,10	0,61	0,47	0,08
180	0,39	0,72	0,52	0,80	0,86	0,74	0,17	0,67	0,81	0,39	0,08	0,14	0,74	0,57	0,14
200	0,39	0,76	0,54	0,83	0,90	0,78	0,19	0,71	0,86	0,40	0,07	0,14	0,79	0,60	0,14
220	0,45	0,84	0,60	0,91	1,00	0,87	0,26	0,80	0,95	0,44	0,09	0,16	0,87	0,66	0,17
240	0,51	0,92	0,66	0,99	1,10	0,97	0,33	0,89	1,04	0,49	0,12	0,19	0,95	0,73	0,21
260	0,58	1,00	0,72	1,09	1,21	1,07	0,41	0,98	1,15	0,54	0,14	0,21	1,04	0,80	0,24
280	0,67	1,10	0,81	1,20	1,34	1,19	0,52	1,09	1,27	0,61	0,17	0,24	1,14	0,88	0,29
300	0,73	1,17	0,87	1,29	1,44	1,28	0,59	1,18	1,36	0,65	0,20	0,26	1,22	0,94	0,32
30	0,01	0,25	0,04	0,16	0,15	0,12	0,05	0,11	0,15	0,10	0,01	0,01	0,13	0,08	0,00
50	0,01	0,31	0,10	0,24	0,25	0,19	0,05	0,18	0,24	0,12	0,01	0,02	0,22	0,15	0,00
100	0,11	0,45	0,25	0,43	0,45	0,37	0,05	0,34	0,44	0,20	0,01	0,06	0,40	0,29	0,01
120	0,17	0,51	0,31	0,51	0,54	0,45	0,05	0,41	0,52	0,23	0,01	0,07	0,48	0,35	0,03
140	0,22	0,56	0,37	0,59	0,62	0,53	0,06	0,47	0,60	0,26	0,01	0,09	0,56	0,41	0,06
160	0,28	0,62	0,43	0,68	0,72	0,62	0,09	0,55	0,68	0,31	0,03	0,11	0,64	0,47	0,08
180	0,34	0,69	0,49	0,76	0,81	0,70	0,15	0,63	0,77	0,35	0,05	0,12	0,72	0,54	0,11
200	0,41	0,77	0,55	0,85	0,92	0,80	0,22	0,72	0,87	0,40	0,07	0,15	0,81	0,60	0,15
220	0,47	0,85	0,61	0,93	1,02	0,89	0,29	0,81	0,96	0,45	0,10	0,17	0,89	0,67	0,18
240	0,53	0,93	0,66	1,01	1,12	0,98	0,36	0,90	1,06	0,50	0,12	0,19	0,97	0,74	0,22
260	0,59	1,01	0,73	1,10	1,22	1,08	0,43	0,99	1,16	0,55	0,14	0,22	1,06	0,80	0,25
280	0,66	1,09	0,80	1,19	1,33	1,18	0,52	1,09	1,27	0,60	0,17	0,24	1,14	0,88	0,28
300	0,72	1,17	0,87	1,28	1,43	1,27	0,59	1,19	1,36	0,65	0,20	0,26	1,22	0,94	0,31
400	1,06	1,62	1,26	1,81	2,01	1,79	1,01	1,71	1,92	0,93	0,34	0,38	1,67	1,31	0,51
500	1,40	2,09	1,68	2,34	2,61	2,31	1,48	2,25	2,50	1,20	0,49	0,53	2,12	1,68	0,70
600	1,72	2,53	2,09	2,87	3,19	2,80	1,92	2,78	3,05	1,48	0,65	0,66	2,59	2,04	0,88
700	1,99	2,90	2,43	3,37	3,64	3,15	2,24	3,19	3,51	1,76	0,82	0,73	2,99	2,35	1,04
800	2,24	3,25	2,77	3,88	4,06	3,47	2,51	3,56	3,97	2,08	1,01	0,77	3,38	2,67	1,23
900	2,52	3,65	3,12	4,45	4,57	3,82	2,77	3,92	4,45	2,42	1,21	0,82	3,83	3,01	1,45
1 000	2,80	4,06	3,43	5,00	5,14	4,21	2,95	4,22	4,86	2,69	1,31	0,89	4,34	3,31	1,63
1 100	3,09	4,46	3,72	5,54	5,76	4,67	3,12	4,49	5,22	2,92	1,38	0,98	4,91	3,59	1,78
1 130	3,18	4,61	3,83	5,73	6,05	4,94	3,17	4,58	5,34	3,01	1,40	1,02	5,18	3,67	1,83
1 150	3,25	4,70	3,89	5,85	6,24	5,15	3,20	4,63	5,42	3,06	1,41	1,04	5,38	3,72	1,85
1 159	3,27	4,73	3,91	5,89	6,32	5,23	3,21	4,64	5,44	3,07	1,42	1,05	5,45	3,74	1,86

9.10.1.7. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM s montážní páskou

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,05	0,06	0,01	0,19	0,11	0,05	0,01	0,02	0,00	0,07	0,00	0,03	0,17	0,27	0,00
30	0,05	0,06	0,04	0,20	0,10	0,05	0,04	0,04	0,00	0,10	0,00	0,03	0,19	0,27	0,00
50	0,08	0,11	0,06	0,29	0,20	0,10	0,04	0,06	0,00	0,10	0,00	0,06	0,27	0,31	0,00
100	0,19	0,26	0,19	0,49	0,42	0,24	0,18	0,22	0,01	0,14	0,00	0,14	0,48	0,41	0,00
120	0,24	0,32	0,26	0,58	0,52	0,31	0,24	0,30	0,15	0,17	0,00	0,18	0,58	0,49	0,01
140	0,28	0,38	0,33	0,65	0,62	0,38	0,30	0,37	0,24	0,19	0,00	0,21	0,66	0,56	0,05
160	0,33	0,44	0,40	0,74	0,73	0,45	0,37	0,46	0,35	0,24	0,00	0,25	0,76	0,63	0,09
180	0,38	0,51	0,47	0,84	0,84	0,53	0,44	0,55	0,47	0,30	0,00	0,29	0,86	0,70	0,13
200	0,42	0,57	0,53	0,93	0,95	0,60	0,51	0,64	0,56	0,36	0,02	0,33	0,95	0,77	0,17
220	0,47	0,64	0,59	1,02	1,06	0,69	0,58	0,73	0,66	0,43	0,06	0,37	1,04	0,84	0,20
240	0,53	0,71	0,65	1,11	1,17	0,77	0,66	0,81	0,77	0,49	0,10	0,41	1,13	0,90	0,24
260	0,58	0,78	0,72	1,20	1,28	0,86	0,73	0,90	0,87	0,56	0,14	0,45	1,22	0,97	0,28
280	0,64	0,85	0,78	1,29	1,39	0,96	0,81	0,99	0,97	0,63	0,18	0,50	1,32	1,05	0,32
300	0,69	0,92	0,84	1,38	1,50	1,06	0,88	1,08	1,08	0,70	0,23	0,54	1,41	1,12	0,37
30	0,08	0,09	0,22	0,31	0,21	0,27	0,10	0,14	0,00	0,19	0,02	0,09	0,41	0,35	0,02
50	0,11	0,15	0,22	0,39	0,29	0,29	0,11	0,18	0,00	0,21	0,02	0,11	0,48	0,38	0,02
100	0,22	0,30	0,34	0,58	0,53	0,43	0,26	0,35	0,18	0,24	0,00	0,19	0,65	0,51	0,04
120	0,27	0,36	0,39	0,67	0,63	0,50	0,32	0,42	0,27	0,26	0,00	0,23	0,73	0,57	0,07
140	0,31	0,42	0,45	0,75	0,72	0,56	0,38	0,49	0,35	0,30	0,00	0,26	0,79	0,62	0,10
160	0,36	0,48	0,50	0,83	0,82	0,62	0,44	0,57	0,44	0,35	0,00	0,29	0,87	0,69	0,13
180	0,41	0,55	0,55	0,92	0,92	0,69	0,50	0,64	0,54	0,40	0,04	0,33	0,95	0,75	0,17
200	0,46	0,61	0,60	1,00	1,02	0,75	0,57	0,72	0,63	0,46	0,07	0,36	1,02	0,81	0,20
220	0,50	0,67	0,65	1,08	1,11	0,82	0,63	0,79	0,71	0,51	0,10	0,40	1,10	0,87	0,23
240	0,55	0,73	0,70	1,16	1,21	0,88	0,69	0,86	0,81	0,56	0,14	0,43	1,18	0,94	0,27
260	0,60	0,80	0,75	1,24	1,31	0,95	0,76	0,94	0,90	0,61	0,17	0,47	1,26	1,00	0,31
280	0,65	0,86	0,80	1,32	1,41	1,02	0,82	1,01	0,99	0,67	0,20	0,51	1,34	1,06	0,34
300	0,70	0,93	0,85	1,40	1,51	1,09	0,89	1,09	1,09	0,72	0,24	0,54	1,42	1,12	0,37
400	0,97	1,28	1,13	1,83	2,05	1,47	1,25	1,51	1,61	1,04	0,45	0,74	1,84	1,46	0,58
500	1,27	1,66	1,44	2,28	2,61	1,90	1,64	1,96	2,17	1,39	0,67	0,96	2,28	1,82	0,80
600	1,60	2,08	1,78	2,75	3,22	2,39	2,08	2,45	2,77	1,77	0,92	1,20	2,75	2,18	1,03
700	1,91	2,48	2,12	3,23	3,82	2,88	2,50	2,92	3,36	2,14	1,17	1,45	3,22	2,53	1,26
800	2,13	2,81	2,47	3,73	4,32	3,25	2,84	3,34	3,92	2,55	1,44	1,69	3,69	2,92	1,51
900	2,36	3,14	2,85	4,25	4,75	3,58	3,14	3,71	4,48	2,97	1,71	1,85	4,10	3,30	1,77
1 000	2,62	3,50	3,27	4,80	5,20	3,93	3,40	4,07	5,05	3,39	1,98	2,01	4,51	3,68	2,05
1 030	2,69	3,60	3,47	5,02	5,34	4,03	3,48	4,17	5,26	3,52	2,05	2,06	4,64	3,79	2,12
1 035	2,70	3,62	3,53	5,07	5,36	4,04	3,49	4,20	5,31	3,55	2,06	2,07	4,67	3,81	2,13

9.10.1.8. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM bez montážní pásky

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,04	0,15	0,04	0,23	0,22	0,01	0,02	0,05	0,07	0,08	0,02	0,06	0,09	0,00	0,00
30	0,05	0,15	0,03	0,23	0,21	0,01	0,02	0,05	0,07	0,08	0,03	0,06	0,09	0,00	0,00
50	0,10	0,22	0,08	0,34	0,33	0,05	0,07	0,10	0,11	0,15	0,06	0,09	0,15	0,00	0,00
100	0,23	0,38	0,21	0,58	0,60	0,16	0,20	0,25	0,27	0,33	0,18	0,16	0,31	0,08	0,00
120	0,31	0,47	0,28	0,69	0,73	0,25	0,30	0,35	0,39	0,42	0,23	0,20	0,38	0,17	0,02
140	0,39	0,56	0,35	0,80	0,87	0,35	0,41	0,47	0,53	0,52	0,29	0,24	0,47	0,26	0,08
160	0,46	0,66	0,42	0,91	1,02	0,44	0,52	0,59	0,68	0,62	0,36	0,28	0,56	0,35	0,16
180	0,54	0,75	0,49	1,02	1,18	0,55	0,63	0,72	0,83	0,72	0,43	0,32	0,65	0,45	0,24
200	0,62	0,85	0,57	1,13	1,34	0,66	0,75	0,85	0,98	0,83	0,51	0,37	0,74	0,55	0,31
220	0,70	0,95	0,65	1,25	1,50	0,78	0,89	0,99	1,14	0,94	0,59	0,42	0,85	0,66	0,39
240	0,77	1,05	0,72	1,37	1,66	0,89	1,01	1,13	1,30	1,05	0,67	0,47	0,95	0,76	0,46
260	0,84	1,14	0,79	1,48	1,82	1,00	1,13	1,26	1,44	1,15	0,75	0,51	1,05	0,86	0,53
280	0,91	1,24	0,86	1,59	1,97	1,11	1,25	1,38	1,59	1,26	0,82	0,56	1,15	0,96	0,60
300	0,99	1,34	0,94	1,72	2,14	1,23	1,38	1,53	1,75	1,37	0,90	0,62	1,27	1,06	0,67
30	0,10	0,21	0,11	0,40	0,37	0,00	0,01	0,06	0,13	0,27	0,12	0,11	0,16	0,07	0,14
50	0,15	0,28	0,13	0,50	0,47	0,00	0,06	0,11	0,17	0,33	0,12	0,14	0,22	0,06	0,11
100	0,28	0,46	0,27	0,74	0,75	0,13	0,23	0,30	0,36	0,52	0,23	0,21	0,39	0,16	0,10
120	0,36	0,54	0,33	0,84	0,88	0,23	0,34	0,41	0,49	0,60	0,29	0,25	0,47	0,25	0,15
140	0,43	0,63	0,39	0,94	1,01	0,33	0,44	0,53	0,62	0,68	0,35	0,28	0,55	0,33	0,20
160	0,50	0,72	0,46	1,04	1,15	0,44	0,55	0,65	0,76	0,77	0,42	0,32	0,64	0,42	0,26
180	0,57	0,82	0,53	1,15	1,30	0,55	0,67	0,78	0,90	0,86	0,49	0,36	0,73	0,52	0,32
200	0,65	0,91	0,60	1,25	1,44	0,67	0,79	0,91	1,05	0,95	0,56	0,40	0,82	0,61	0,38
220	0,72	0,99	0,66	1,34	1,58	0,78	0,91	1,03	1,18	1,04	0,63	0,44	0,90	0,70	0,43
240	0,79	1,09	0,73	1,44	1,73	0,90	1,03	1,16	1,33	1,13	0,70	0,49	1,00	0,79	0,50
260	0,86	1,17	0,80	1,54	1,87	1,01	1,15	1,28	1,47	1,21	0,77	0,53	1,09	0,89	0,56
280	0,93	1,26	0,87	1,64	2,01	1,12	1,27	1,41	1,61	1,30	0,84	0,58	1,19	0,98	0,62
300	0,99	1,34	0,94	1,73	2,15	1,23	1,38	1,53	1,75	1,38	0,91	0,62	1,28	1,07	0,67
400	1,38	1,84	1,33	2,28	2,94	1,86	2,04	2,23	2,52	1,89	1,29	0,91	1,83	1,57	1,00
500	1,77	2,33	1,74	2,85	3,71	2,49	2,70	2,93	3,30	2,40	1,66	1,21	2,38	2,07	1,32
600	2,16	2,80	2,17	3,43	4,49	3,15	3,35	3,67	4,08	2,91	2,03	1,53	2,94	2,58	1,65
700	2,38	3,15	2,59	4,01	5,06	3,62	3,86	4,29	4,77	3,41	2,40	1,84	3,48	3,06	1,97
800	2,59	3,50	2,98	4,58	5,51	3,99	4,27	4,82	5,37	3,92	2,77	2,04	3,92	3,49	2,25
900	2,79	3,84	3,32	5,09	5,92	4,33	4,58	5,25	5,90	4,36	3,08	2,16	4,30	3,89	2,52
1 000	2,96	4,17	3,61	5,57	6,33	4,64	4,79	5,58	6,32	4,66	3,22	2,26	4,69	4,23	2,73
1 030	3,02	4,27	3,70	5,71	6,45	4,74	4,84	5,67	6,44	4,74	3,26	2,29	4,81	4,33	2,79
1 050	3,06	4,33	3,76	5,81	6,54	4,80	4,87	5,73	6,52	4,79	3,27	2,31	4,89	4,39	2,83
1 100	3,14	4,50	3,90	6,05	6,74	4,94	4,94	5,86	6,71	4,91	3,31	2,35	5,07	4,55	2,91
1 130	3,20	4,59	3,99	6,21	6,86	5,03	4,98	5,95	6,82	4,99	3,33	2,37	5,19	4,64	2,96
1 150	3,23	4,66	4,06	6,32	6,95	5,09	5,01	6,00	6,90	5,04	3,35	2,39	5,27	4,71	3,00
1200	3,32	4,83	4,22	6,59	7,17	5,24	5,07	6,13	7,10	5,17	3,39	2,42	5,47	4,87	3,09
1230	3,38	4,95	4,32	6,76	7,31	5,33	5,11	6,22	7,22	5,26	3,41	2,45	5,60	4,97	3,15
1250	3,42	5,02	4,39	6,88	7,40	5,39	5,14	6,27	7,30	5,31	3,43	2,46	5,68	5,04	3,18
1300	3,53	5,21	4,57	7,19	7,66	5,56	5,22	6,42	7,52	5,47	3,48	2,51	5,91	5,22	3,28
1330	3,59	5,33	4,68	7,37	7,83	5,67	5,26	6,51	7,66	5,56	3,52	2,54	6,05	5,34	3,34
1350	3,65	5,42	4,77	7,52	7,96	5,77	5,31	6,59	7,77	5,64	3,55	2,57	6,16	5,43	3,39
1400	3,78	5,65	4,96	7,85	8,28	5,99	5,40	6,76	8,03	5,81	3,61	2,65	6,43	5,65	3,51
1430	3,86	5,79	5,09	8,06	8,49	6,13	5,47	6,89	8,21	5,92	3,65	2,70	6,59	5,80	3,61
1444	3,90	5,87	5,20	8,18	8,60	6,19	5,49	6,97	8,37	6,04	3,68	2,73	6,67	5,95	3,77

9.10.1.9. Kombinace s mechanickým spojem

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,02	0,09	0,09	0,18	0,11	0,02	0,01	0,08	0,11	0,27	0,00	0,02	0,11	0,01	0,00
30	0,04	0,11	0,11	0,19	0,12	0,02	0,02	0,10	0,11	0,29	0,00	0,04	0,13	0,02	0,01
50	0,06	0,18	0,17	0,30	0,23	0,06	0,02	0,14	0,18	0,38	0,00	0,08	0,21	0,04	0,01
100	0,32	0,39	0,38	0,56	0,51	0,16	0,04	0,28	0,40	0,57	0,00	0,23	0,44	0,19	0,15
120	0,44	0,50	0,49	0,70	0,66	0,24	0,12	0,41	0,56	0,65	0,00	0,31	0,58	0,31	0,26
140	0,56	0,62	0,63	0,85	0,84	0,37	0,21	0,57	0,74	0,78	0,01	0,42	0,74	0,44	0,38
160	0,68	0,75	0,76	1,01	1,02	0,52	0,32	0,72	0,92	0,92	0,08	0,53	0,89	0,57	0,50
180	0,80	0,88	0,91	1,17	1,21	0,67	0,44	0,89	1,11	1,06	0,16	0,64	1,04	0,71	0,63
200	0,92	1,01	1,04	1,32	1,39	0,82	0,56	1,05	1,30	1,20	0,24	0,74	1,19	0,85	0,75
220	1,06	1,16	1,21	1,50	1,60	1,00	0,69	1,23	1,51	1,36	0,33	0,87	1,36	1,01	0,89
240	1,17	1,27	1,31	1,63	1,76	1,14	0,79	1,38	1,68	1,48	0,40	0,96	1,50	1,14	1,01
260	1,29	1,40	1,45	1,79	1,94	1,30	0,91	1,54	1,87	1,62	0,48	1,07	1,66	1,28	1,13
280	1,43	1,54	1,59	1,95	2,14	1,47	1,03	1,71	2,07	1,77	0,56	1,18	1,83	1,43	1,27
300	1,56	1,67	1,73	2,11	2,34	1,64	1,14	1,87	2,26	1,91	0,65	1,29	2,00	1,58	1,40
30	0,20	0,23	0,27	0,49	0,41	0,10	0,05	0,24	0,22	0,49	0,13	0,27	0,47	0,13	0,24
50	0,25	0,31	0,31	0,58	0,49	0,11	0,04	0,28	0,30	0,54	0,12	0,30	0,54	0,16	0,24
100	0,45	0,53	0,52	0,81	0,75	0,26	0,11	0,48	0,55	0,69	0,11	0,43	0,75	0,32	0,34
120	0,55	0,63	0,63	0,93	0,89	0,38	0,19	0,59	0,69	0,78	0,10	0,50	0,85	0,42	0,42
140	0,65	0,73	0,74	1,05	1,03	0,50	0,28	0,71	0,84	0,89	0,12	0,57	0,97	0,52	0,51
160	0,76	0,85	0,86	1,18	1,19	0,64	0,37	0,84	1,00	1,01	0,17	0,66	1,09	0,64	0,61
180	0,87	0,96	0,99	1,31	1,35	0,77	0,47	0,98	1,17	1,14	0,23	0,75	1,22	0,77	0,72
200	0,98	1,07	1,11	1,45	1,51	0,91	0,57	1,12	1,35	1,26	0,29	0,83	1,34	0,90	0,83
220	1,10	1,19	1,24	1,59	1,68	1,07	0,69	1,27	1,54	1,40	0,37	0,93	1,47	1,05	0,95
240	1,21	1,31	1,36	1,72	1,85	1,21	0,80	1,42	1,71	1,52	0,43	1,02	1,60	1,18	1,07
260	1,33	1,43	1,49	1,86	2,02	1,36	0,91	1,58	1,90	1,66	0,51	1,11	1,74	1,32	1,18
280	1,45	1,56	1,62	2,00	2,20	1,51	1,03	1,74	2,09	1,79	0,58	1,21	1,88	1,46	1,30
300	1,57	1,68	1,74	2,13	2,37	1,66	1,14	1,89	2,27	1,92	0,65	1,30	2,03	1,60	1,42
400	2,26	2,40	2,45	2,89	3,37	2,58	1,77	2,75	3,30	2,68	1,08	1,85	2,85	2,36	2,08
500	3,06	3,22	3,23	3,73	4,51	3,67	2,44	3,68	4,45	3,51	1,53	2,42	3,78	3,18	2,81
600	3,99	4,16	4,09	4,64	5,74	4,85	3,14	4,68	5,72	4,39	2,01	3,00	4,72	4,07	3,63
700	4,90	5,07	4,97	5,58	6,82	5,90	3,64	5,51	6,87	5,23	2,41	3,52	5,63	4,93	4,41
800	6,01	6,12	6,02	6,66	7,96	7,06	4,04	6,31	8,09	6,08	2,79	3,96	6,55	5,80	5,23
900	17,92	16,73	6,98	7,64	22,14	23,16	3,74	6,43	8,90	6,74	2,71	7,33	16,70	6,65	5,96
1 000	18,96	18,45	19,00	17,53	23,76	25,03	3,31	10,65	22,96	11,38	2,15	8,02	18,49	16,12	17,14
1 012	19,01	18,57	19,50	18,03	23,88	25,08	3,31	10,80	23,45	11,95	2,15	8,07	18,61	16,41	17,49

9.10.2. Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky

9.10.2.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,02	0,04	0,00	0,00	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
50	0,03	0,04	0,06	0,00	0,01	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00
100	0,07	0,07	0,14	0,04	0,02	0,20	0,16	0,10	0,09	0,02	0,00	0,12	0,07	0,05	0,00
120	0,07	0,07	0,16	0,07	0,02	0,25	0,18	0,13	0,11	0,01	0,00	0,14	0,09	0,07	0,00
140	0,07	0,04	0,17	0,09	0,02	0,29	0,21	0,15	0,13	0,01	0,05	0,16	0,11	0,09	0,00
160	0,06	0,01	0,19	0,11	0,01	0,34	0,24	0,17	0,16	0,05	0,12	0,17	0,14	0,11	0,00
180	0,05	0,06	0,20	0,14	0,01	0,39	0,26	0,20	0,18	0,10	0,19	0,18	0,15	0,12	0,00
200	0,04	0,09	0,21	0,16	0,01	0,45	0,29	0,22	0,20	0,17	0,23	0,19	0,19	0,14	0,00
220	0,04	0,10	0,21	0,17	0,02	0,51	0,32	0,25	0,23	0,24	0,24	0,20	0,21	0,16	0,00
240	0,03	0,11	0,22	0,18	0,03	0,56	0,35	0,28	0,26	0,30	0,25	0,23	0,23	0,17	0,00
260	0,03	0,13	0,23	0,18	0,02	0,62	0,38	0,31	0,28	0,39	0,26	0,25	0,24	0,18	0,00
280	0,02	0,13	0,24	0,18	0,01	0,69	0,41	0,34	0,31	0,49	0,27	0,29	0,24	0,18	0,00
300	0,03	0,13	0,26	0,18	0,00	0,75	0,44	0,36	0,33	0,58	0,28	0,32	0,25	0,18	0,00
320	0,06	0,07	0,29	0,18	0,01	0,82	0,47	0,39	0,36	0,74	0,29	0,33	0,24	0,18	0,00
340	0,05	0,09	0,30	0,16	0,03	0,86	0,50	0,41	0,38	0,81	0,31	0,35	0,24	0,18	0,01
360	0,06	0,08	0,33	0,16	0,04	0,89	0,52	0,43	0,39	0,86	0,31	0,38	0,24	0,18	0,01
380	0,07	0,06	0,36	0,16	0,04	0,90	0,53	0,44	0,40	0,90	0,31	0,41	0,23	0,18	0,02
400	0,08	0,05	0,39	0,20	0,04	0,90	0,54	0,45	0,40	0,92	0,32	0,44	0,23	0,18	0,03
420	0,09	0,04	0,41	0,24	0,05	0,91	0,55	0,46	0,41	0,95	0,32	0,47	0,23	0,18	0,03
440	0,11	0,03	0,45	0,30	0,03	0,91	0,55	0,46	0,41	0,97	0,32	0,51	0,23	0,18	0,04
460	0,11	0,02	0,48	0,34	0,01	0,90	0,56	0,47	0,42	0,98	0,32	0,54	0,22	0,18	0,05
480	0,12	0,01	0,51	0,39	0,05	0,90	0,57	0,48	0,42	1,00	0,33	0,56	0,22	0,18	0,05
500	0,14	0,01	0,54	0,44	0,09	0,90	0,57	0,48	0,42	1,01	0,33	0,59	0,22	0,18	0,05
520	0,15	0,02	0,57	0,48	0,13	0,89	0,58	0,49	0,43	1,03	0,34	0,61	0,22	0,17	0,05
540	0,16	0,03	0,60	0,53	0,17	0,89	0,59	0,49	0,43	1,05	0,34	0,63	0,21	0,16	0,04
560	0,18	0,04	0,63	0,57	0,20	0,89	0,60	0,50	0,44	1,07	0,34	0,66	0,21	0,15	0,03
580	0,19	0,05	0,66	0,61	0,24	0,88	0,62	0,51	0,44	1,08	0,34	0,68	0,20	0,14	0,02
600	0,20	0,06	0,68	0,64	0,25	0,88	0,63	0,52	0,45	1,10	0,34	0,70	0,19	0,12	0,01
30	0,04	0,07	0,05	0,11	0,02	0,10	0,09	0,05	0,07	0,84	0,13	0,07	0,02	0,04	0,08
50	0,04	0,06	0,08	0,11	0,02	0,15	0,12	0,07	0,09	0,84	0,13	0,09	0,00	0,06	0,08
100	0,04	0,05	0,14	0,12	0,02	0,26	0,18	0,13	0,15	0,82	0,13	0,14	0,05	0,09	0,08
120	0,04	0,06	0,16	0,13	0,02	0,30	0,20	0,15	0,16	0,80	0,14	0,16	0,07	0,11	0,08
140	0,04	0,11	0,17	0,14	0,01	0,34	0,23	0,17	0,18	0,78	0,21	0,17	0,09	0,12	0,08
160	0,04	0,16	0,19	0,16	0,01	0,39	0,26	0,20	0,20	0,74	0,29	0,19	0,12	0,14	0,08
180	0,04	0,21	0,20	0,17	0,01	0,44	0,28	0,22	0,22	0,72	0,35	0,20	0,14	0,16	0,08
200	0,04	0,21	0,21	0,19	0,01	0,48	0,31	0,24	0,24	0,72	0,35	0,21	0,17	0,18	0,08
220	0,04	0,22	0,23	0,21	0,01	0,53	0,33	0,27	0,26	0,73	0,35	0,22	0,19	0,20	0,08
240	0,04	0,22	0,24	0,21	0,01	0,58	0,35	0,29	0,28	0,76	0,35	0,23	0,20	0,20	0,08
260	0,05	0,21	0,26	0,22	0,00	0,64	0,38	0,31	0,30	0,79	0,35	0,25	0,20	0,20	0,08
280	0,04	0,19	0,28	0,22	0,00	0,69	0,41	0,34	0,32	0,82	0,35	0,28	0,20	0,20	0,08
300	0,03	0,17	0,29	0,22	0,00	0,74	0,43	0,36	0,34	0,85	0,35	0,30	0,20	0,20	0,08
320	0,01	0,15	0,31	0,22	0,02	0,80	0,46	0,38	0,36	0,88	0,35	0,33	0,20	0,19	0,08
340	0,01	0,12	0,33	0,20	0,04	0,85	0,49	0,41	0,38	0,91	0,35	0,36	0,19	0,18	0,08
360	0,03	0,09	0,35	0,19	0,06	0,89	0,51	0,43	0,39	0,93	0,35	0,39	0,17	0,16	0,08
380	0,04	0,08	0,38	0,21	0,06	0,89	0,52	0,44	0,40	0,94	0,35	0,42	0,17	0,16	0,08
400	0,06	0,07	0,40	0,25	0,06	0,89	0,53	0,45	0,41	0,95	0,35	0,45	0,17	0,16	0,08
420	0,07	0,05	0,43	0,30	0,05	0,90	0,54	0,45	0,41	0,96	0,35	0,48	0,17	0,16	0,08

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
440	0,08	0,04	0,46	0,34	0,01	0,90	0,55	0,46	0,41	0,98	0,35	0,51	0,18	0,16	0,08
460	0,10	0,03	0,49	0,39	0,03	0,89	0,55	0,46	0,42	0,99	0,35	0,53	0,18	0,16	0,08
480	0,11	0,01	0,52	0,43	0,08	0,89	0,56	0,47	0,42	1,00	0,35	0,56	0,18	0,16	0,07
500	0,13	0,00	0,55	0,48	0,11	0,89	0,57	0,48	0,42	1,02	0,35	0,59	0,18	0,16	0,06
520	0,14	0,01	0,58	0,51	0,15	0,89	0,58	0,48	0,43	1,03	0,35	0,62	0,18	0,15	0,05
540	0,16	0,03	0,60	0,55	0,17	0,88	0,59	0,49	0,43	1,05	0,35	0,64	0,18	0,14	0,04
560	0,17	0,04	0,63	0,58	0,21	0,88	0,61	0,50	0,44	1,06	0,35	0,67	0,18	0,14	0,03
580	0,19	0,05	0,66	0,62	0,23	0,88	0,62	0,51	0,45	1,08	0,35	0,69	0,18	0,13	0,02
600	0,20	0,07	0,69	0,65	0,26	0,88	0,63	0,52	0,46	1,10	0,34	0,71	0,18	0,12	0,01
700	0,30	0,15	0,83	0,82	0,40	0,88	0,70	0,58	0,49	1,21	0,29	0,81	0,16	0,06	0,04
800	0,42	0,26	0,99	1,01	0,54	0,89	0,76	0,65	0,53	1,33	0,22	0,90	0,10	0,02	0,07
900	0,56	0,39	1,14	1,20	0,67	0,95	0,82	0,72	0,58	1,48	0,13	0,99	0,04	0,11	0,11
1 000	0,72	0,54	1,27	1,37	0,78	1,00	0,91	0,80	0,64	1,64	0,02	1,07	0,03	0,19	0,14
1 100	0,89	0,70	1,37	1,52	0,89	1,05	1,01	0,88	0,72	1,83	0,10	1,17	0,09	0,27	0,18
1 200	1,02	0,83	1,50	1,62	0,95	1,11	1,11	0,99	0,82	2,03	0,23	1,34	0,15	0,35	0,22
1 300	1,14	0,94	1,63	1,70	0,98	1,14	1,24	1,12	0,93	2,20	0,34	1,50	0,23	0,46	0,28
1 400	1,29	1,08	1,78	1,74	0,98	1,25	1,48	1,43	1,25	2,41	0,47	1,68	0,36	0,60	0,33
1 500	1,42	1,22	1,94	1,74	0,98	1,18	1,91	1,88	1,69	2,63	0,62	1,89	0,53	0,80	0,42
1 600	1,54	1,34	2,09	1,76	0,98	0,99	2,33	2,29	2,07	2,82	0,74	2,09	0,73	1,05	0,54
1 700	1,66	1,45	2,23	1,85	0,98	0,87	2,63	2,58	2,34	2,98	0,82	2,26	0,87	1,23	0,65
1 800	1,79	1,58	2,39	1,97	0,98	0,77	2,90	2,83	2,58	3,16	0,92	2,43	0,98	1,38	0,75
1 900	1,94	1,74	2,58	2,09	0,98	0,65	3,18	3,16	2,88	3,36	1,03	2,61	1,05	1,49	0,83
2 000	2,10	1,90	2,77	2,21	1,07	0,53	3,44	3,42	3,12	3,56	1,14	2,81	1,11	1,59	0,91
2 100	2,31	2,11	2,99	2,35	1,20	0,42	3,72	3,71	3,43	3,79	1,25	3,01	1,17	1,68	0,98
2 183	3,00	2,85	3,57	2,51	1,39	0,12	4,06	4,09	3,81	4,04	1,34	3,19	1,24	1,77	1,05

9.10.2.2. Kombinace s mechanickým spojem

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00
30	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01
50	0,00	0,03	0,00	0,05	0,04	0,00	0,08	0,04	0,00	0,05	0,05	0,00	0,02	0,01	0,01
100	0,04	0,10	0,00	0,12	0,10	0,00	0,19	0,15	0,03	0,15	0,15	0,03	0,04	0,05	0,01
120	0,05	0,12	0,02	0,16	0,12	0,01	0,25	0,20	0,04	0,21	0,21	0,05	0,03	0,05	0,00
140	0,07	0,14	0,06	0,19	0,15	0,01	0,31	0,25	0,05	0,27	0,27	0,07	0,03	0,04	0,04
160	0,09	0,17	0,10	0,23	0,19	0,01	0,36	0,30	0,06	0,32	0,32	0,10	0,03	0,02	0,09
180	0,10	0,19	0,15	0,28	0,24	0,03	0,42	0,35	0,06	0,38	0,38	0,13	0,02	0,01	0,14
200	0,12	0,21	0,20	0,33	0,29	0,05	0,08	0,41	0,07	0,44	0,01	0,17	0,02	0,01	0,18
220	0,13	0,24	0,25	0,39	0,35	0,07	0,52	0,46	0,08	0,49	0,00	0,21	0,02	0,02	0,22
240	0,15	0,28	0,26	0,45	0,40	0,09	0,57	0,51	0,09	0,54	0,01	0,26	0,02	0,03	0,26
260	0,17	0,34	0,26	0,51	0,45	0,11	0,62	0,57	0,11	0,59	0,01	0,31	0,03	0,05	0,30
280	0,19	0,39	0,26	0,56	0,49	0,13	0,67	0,63	0,14	0,63	0,02	0,35	0,04	0,06	0,33
300	0,22	0,46	0,26	0,65	0,56	0,19	0,74	0,73	0,19	0,70	0,02	0,41	0,04	0,09	0,39
320	0,25	0,52	0,26	0,72	0,62	0,23	0,83	0,82	0,25	0,75	0,03	0,46	0,05	0,12	0,43
340	0,27	0,58	0,26	0,81	0,71	0,23	0,94	0,95	0,32	0,81	0,04	0,51	0,07	0,17	0,48
360	0,30	0,64	0,27	0,91	0,81	0,24	1,06	1,07	0,39	0,86	0,05	0,56	0,09	0,23	0,53
380	0,33	0,72	0,27	1,05	0,94	0,26	1,22	1,21	0,46	0,93	0,06	0,63	0,11	0,32	0,59
400	0,36	0,78	0,28	1,18	1,08	0,27	1,37	1,35	0,53	0,99	0,08	0,69	0,13	0,39	0,65
420	0,39	0,85	0,28	1,33	1,23	0,29	1,53	1,49	0,59	1,05	0,09	0,76	0,15	0,45	0,71
440	0,42	0,94	0,26	1,46	1,37	0,30	1,67	1,62	0,64	1,11	0,10	0,83	0,17	0,52	0,77
460	0,45	1,02	0,27	1,58	1,49	0,31	1,80	1,75	0,70	1,18	0,12	0,91	0,19	0,61	0,84
480	0,49	1,11	0,26	1,69	1,59	0,33	1,93	1,87	0,75	1,25	0,14	1,00	0,20	0,69	0,92
500	0,52	1,19	0,24	1,79	1,68	0,34	2,05	1,98	0,80	1,33	0,15	1,07	0,21	0,79	1,01
520	0,56	1,28	0,23	1,89	1,77	0,35	2,17	2,10	0,85	1,41	0,17	1,15	0,21	0,89	1,12
540	0,60	1,39	0,18	1,99	1,86	0,35	2,32	2,23	0,90	1,51	0,19	1,24	0,21	1,01	1,24
560	0,63	1,49	0,17	2,08	1,95	0,35	2,47	2,36	0,95	1,60	0,20	1,32	0,22	1,11	1,35
580	0,68	1,60	0,14	2,19	2,05	0,35	2,62	2,50	1,01	1,72	0,22	1,44	0,23	1,21	1,46
600	0,73	1,72	0,10	2,30	2,15	0,33	2,76	2,62	1,07	1,85	0,24	1,56	0,24	1,31	1,56
30	0,21	0,21	0,30	0,35	0,41	0,07	0,51	0,44	0,19	0,36	0,04	0,29	0,05	0,12	0,11
50	0,21	0,21	0,30	0,39	0,41	0,07	0,56	0,44	0,19	0,39	0,04	0,29	0,05	0,12	0,11
100	0,21	0,27	0,30	0,55	0,56	0,07	0,71	0,57	0,19	0,48	0,06	0,30	0,01	0,12	0,11
120	0,21	0,29	0,30	0,61	0,63	0,07	0,77	0,62	0,20	0,53	0,06	0,34	0,01	0,13	0,16
140	0,21	0,32	0,30	0,68	0,69	0,08	0,83	0,67	0,20	0,59	0,06	0,37	0,02	0,17	0,20
160	0,22	0,35	0,30	0,75	0,77	0,09	0,89	0,72	0,20	0,65	0,06	0,42	0,03	0,22	0,26
180	0,24	0,39	0,31	0,82	0,84	0,10	0,95	0,78	0,20	0,70	0,06	0,48	0,04	0,26	0,31
200	0,26	0,43	0,32	0,89	0,92	0,13	1,02	0,85	0,23	0,76	0,05	0,54	0,06	0,30	0,36
220	0,28	0,49	0,32	0,97	1,00	0,18	1,10	0,93	0,26	0,82	0,04	0,60	0,08	0,34	0,40
240	0,30	0,54	0,32	1,05	1,08	0,22	1,17	1,01	0,29	0,88	0,03	0,66	0,10	0,38	0,45
260	0,33	0,60	0,32	1,12	1,15	0,27	1,25	1,10	0,33	0,93	0,02	0,72	0,12	0,42	0,50
280	0,36	0,66	0,32	1,20	1,22	0,30	1,33	1,20	0,39	0,98	0,00	0,77	0,15	0,47	0,55
300	0,39	0,73	0,32	1,27	1,30	0,30	1,45	1,32	0,46	1,04	0,01	0,83	0,17	0,52	0,60
320	0,41	0,79	0,31	1,35	1,38	0,30	1,56	1,44	0,53	1,10	0,02	0,89	0,19	0,56	0,66
340	0,43	0,85	0,30	1,42	1,45	0,30	1,67	1,55	0,59	1,16	0,04	0,94	0,21	0,61	0,70
360	0,46	0,92	0,28	1,50	1,53	0,30	1,78	1,67	0,66	1,22	0,06	1,00	0,23	0,65	0,75
380	0,48	0,99	0,26	1,58	1,60	0,30	1,89	1,79	0,73	1,28	0,07	1,06	0,25	0,71	0,81
400	0,50	1,06	0,24	1,66	1,69	0,30	2,01	1,91	0,80	1,35	0,10	1,13	0,27	0,78	0,88
420	0,52	1,13	0,23	1,74	1,77	0,30	2,11	2,02	0,85	1,41	0,11	1,18	0,28	0,85	0,95
440	0,55	1,20	0,21	1,80	1,83	0,30	2,19	2,10	0,89	1,47	0,13	1,23	0,28	0,92	1,03

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
460	0,57	1,27	0,20	1,88	1,90	0,30	2,28	2,19	0,92	1,53	0,14	1,29	0,29	1,00	1,12
480	0,59	1,34	0,18	1,94	1,95	0,32	2,34	2,24	0,94	1,57	0,15	1,33	0,29	1,07	1,19
500	0,62	1,42	0,16	2,01	2,00	0,32	2,42	2,31	0,96	1,63	0,16	1,39	0,29	1,13	1,27
520	0,65	1,49	0,15	2,08	2,04	0,33	2,49	2,39	0,98	1,69	0,18	1,44	0,29	1,19	1,34
540	0,67	1,56	0,14	2,15	2,08	0,33	2,57	2,46	1,01	1,75	0,19	1,49	0,29	1,24	1,41
560	0,70	1,63	0,12	2,22	2,12	0,33	2,65	2,52	1,03	1,81	0,21	1,54	0,28	1,28	1,47
580	0,73	1,70	0,10	2,28	2,16	0,33	2,72	2,59	1,05	1,87	0,22	1,59	0,27	1,32	1,54
600	0,76	1,77	0,09	2,34	2,20	0,34	2,79	2,66	1,08	1,93	0,24	1,65	0,26	1,37	1,61
700	0,99	2,24	0,03	2,80	2,62	0,34	3,34	3,18	1,31	2,42	0,36	2,13	0,26	1,65	2,00
800	1,25	2,80	0,20	3,32	3,28	0,34	4,00	3,83	1,61	3,00	0,49	2,70	0,34	2,05	2,56
900	1,53	3,38	0,39	3,94	4,07	0,34	4,73	4,55	1,93	3,56	0,63	3,26	0,44	2,48	3,19
1 000	1,80	3,91	0,56	4,54	4,81	0,34	5,41	5,23	2,20	4,10	0,76	3,77	0,46	2,95	3,79
1 100	2,07	4,43	0,74	5,18	5,53	0,34	6,12	5,93	2,45	4,64	0,87	4,27	0,46	3,42	4,37
1 200	2,36	5,10	0,94	5,95	6,52	0,16	11,30	9,44	2,60	5,29	1,06	4,82	0,45	6,26	8,64
1 223	2,44	5,29	0,97	6,19	6,81	0,16	11,63	9,69	2,65	5,41	1,09	4,93	0,45	6,39	8,84

9.10.3. Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek

9.10.3.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,06	0,10	0,00	0,02	0,12	0,08	0,68	0,04	0,02	0,00
30	0,01	0,05	0,07	0,03	0,01	0,07	0,10	0,00	0,02	0,13	0,08	0,69	0,04	0,01	0,00
50	0,05	0,09	0,12	0,04	0,01	0,10	0,15	0,00	0,04	0,19	0,12	0,83	0,06	0,03	0,00
100	0,18	0,21	0,27	0,11	0,01	0,20	0,29	0,10	0,14	0,34	0,24	1,01	0,14	0,08	0,01
120	0,25	0,26	0,33	0,13	0,01	0,20	0,35	0,16	0,19	0,41	0,29	1,07	0,17	0,09	0,01
140	0,30	0,31	0,39	0,14	0,00	0,21	0,40	0,23	0,24	0,48	0,35	1,15	0,19	0,11	0,01
160	0,36	0,37	0,45	0,15	0,01	0,18	0,46	0,29	0,28	0,56	0,40	1,22	0,22	0,13	0,02
180	0,41	0,42	0,51	0,18	0,02	0,16	0,51	0,34	0,33	0,63	0,45	1,29	0,26	0,16	0,04
200	0,46	0,47	0,56	0,23	0,03	0,15	0,56	0,39	0,36	0,69	0,50	1,36	0,29	0,19	0,07
220	0,51	0,52	0,62	0,29	0,04	0,13	0,61	0,45	0,40	0,76	0,55	1,43	0,33	0,21	0,09
240	0,56	0,57	0,67	0,35	0,05	0,12	0,65	0,50	0,44	0,82	0,60	1,50	0,36	0,24	0,12
260	0,61	0,62	0,73	0,38	0,06	0,11	0,70	0,55	0,48	0,89	0,65	1,56	0,39	0,27	0,14
280	0,65	0,67	0,78	0,42	0,06	0,09	0,75	0,60	0,52	0,95	0,70	1,63	0,43	0,30	0,17
300	0,70	0,72	0,83	0,47	0,02	0,07	0,80	0,66	0,56	1,02	0,75	1,69	0,47	0,34	0,21
320	0,75	0,77	0,88	0,52	0,02	0,05	0,85	0,72	0,61	1,09	0,81	1,76	0,52	0,38	0,25
340	0,79	0,82	0,93	0,55	0,07	0,04	0,90	0,77	0,65	1,15	0,85	1,82	0,56	0,40	0,26
360	0,83	0,86	0,98	0,62	0,12	0,02	0,94	0,82	0,68	1,21	0,90	1,88	0,58	0,42	0,28
380	0,88	0,91	1,03	0,69	0,18	0,02	0,97	0,85	0,71	1,27	0,94	1,94	0,59	0,42	0,26
400	0,92	0,96	1,08	0,69	0,26	0,01	1,00	0,88	0,73	1,32	0,98	1,99	0,60	0,40	0,21
420	0,96	1,00	1,12	0,71	0,31	0,01	1,02	0,90	0,75	1,37	1,01	2,04	0,60	0,38	0,17
440	1,00	1,04	1,17	0,73	0,35	0,03	1,04	0,92	0,76	1,41	1,04	2,08	0,61	0,37	0,15
460	1,04	1,09	1,22	0,85	0,35	0,04	1,05	0,94	0,78	1,45	1,06	2,13	0,62	0,38	0,16
480	1,08	1,13	1,26	0,89	0,39	0,07	1,07	0,97	0,80	1,49	1,09	2,17	0,62	0,37	0,14
500	1,12	1,17	1,31	0,91	0,43	0,08	1,09	0,99	0,82	1,54	1,12	2,22	0,63	0,35	0,11
520	1,16	1,22	1,35	0,95	0,46	0,08	1,11	1,02	0,84	1,58	1,15	2,27	0,63	0,34	0,09
540	1,20	1,25	1,40	1,00	0,50	0,12	1,12	1,05	0,87	1,62	1,18	2,31	0,64	0,33	0,07
560	1,23	1,30	1,44	1,03	0,54	0,14	1,14	1,09	0,90	1,67	1,21	2,35	0,66	0,33	0,04
580	1,28	1,34	1,49	1,08	0,59	0,15	1,17	1,13	0,95	1,72	1,25	2,41	0,68	0,32	0,00
600	1,31	1,39	1,54	1,12	0,62	0,21	1,19	1,18	1,01	1,77	1,28	2,46	0,71	0,33	0,03
30	0,19	0,11	0,21	0,14	0,11	0,08	0,15	0,15	0,07	0,33	0,13	0,81	0,12	0,05	0,03
50	0,19	0,15	0,26	0,17	0,11	0,10	0,21	0,16	0,08	0,39	0,18	0,91	0,15	0,07	0,03
100	0,28	0,27	0,40	0,15	0,08	0,18	0,34	0,26	0,18	0,54	0,30	1,10	0,23	0,09	0,06
120	0,33	0,32	0,45	0,15	0,08	0,19	0,40	0,31	0,23	0,60	0,35	1,17	0,26	0,10	0,06
140	0,38	0,37	0,50	0,14	0,08	0,18	0,46	0,37	0,28	0,66	0,40	1,25	0,29	0,12	0,05
160	0,43	0,42	0,56	0,15	0,09	0,18	0,51	0,42	0,33	0,73	0,46	1,32	0,31	0,14	0,05
180	0,47	0,47	0,61	0,16	0,11	0,17	0,56	0,47	0,37	0,79	0,51	1,39	0,35	0,16	0,03
200	0,52	0,52	0,66	0,20	0,11	0,15	0,61	0,52	0,41	0,85	0,56	1,46	0,38	0,19	0,01
220	0,57	0,58	0,71	0,28	0,14	0,13	0,65	0,57	0,45	0,91	0,61	1,52	0,42	0,24	0,04
240	0,62	0,62	0,76	0,25	0,10	0,13	0,70	0,61	0,48	0,97	0,65	1,58	0,44	0,23	0,03
260	0,67	0,67	0,81	0,29	0,10	0,11	0,74	0,66	0,52	1,03	0,70	1,64	0,47	0,26	0,05
280	0,72	0,73	0,86	0,34	0,10	0,09	0,80	0,71	0,57	1,09	0,76	1,71	0,52	0,29	0,08
300	0,77	0,78	0,92	0,49	0,09	0,07	0,85	0,75	0,61	1,16	0,81	1,77	0,56	0,36	0,15
320	0,82	0,83	0,97	0,51	0,02	0,05	0,89	0,80	0,65	1,22	0,86	1,84	0,61	0,38	0,16
340	0,86	0,88	1,02	0,58	0,03	0,03	0,94	0,84	0,69	1,28	0,91	1,90	0,63	0,40	0,18
360	0,91	0,93	1,07	0,62	0,10	0,02	0,98	0,88	0,72	1,33	0,96	1,95	0,63	0,40	0,17
380	0,96	0,98	1,12	0,71	0,16	0,01	1,02	0,91	0,76	1,39	1,00	2,01	0,64	0,41	0,16
400	1,01	1,03	1,17	0,75	0,25	0,01	1,06	0,95	0,79	1,44	1,05	2,06	0,65	0,40	0,12
420	1,05	1,07	1,21	0,81	0,31	0,01	1,08	0,98	0,82	1,49	1,09	2,12	0,65	0,41	0,10

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
440	1,09	1,11	1,25	0,85	0,37	0,04	1,10	1,01	0,85	1,53	1,12	2,16	0,66	0,41	0,08
460	1,12	1,15	1,29	0,89	0,41	0,04	1,12	1,03	0,86	1,57	1,14	2,20	0,67	0,41	0,05
480	1,15	1,19	1,33	0,91	0,47	0,06	1,13	1,05	0,88	1,60	1,17	2,24	0,67	0,40	0,02
500	1,18	1,23	1,37	0,97	0,50	0,10	1,15	1,08	0,92	1,63	1,19	2,28	0,69	0,39	0,00
520	1,21	1,26	1,41	1,00	0,53	0,11	1,16	1,10	0,93	1,67	1,21	2,32	0,69	0,38	0,01
540	1,24	1,29	1,45	1,01	0,58	0,14	1,17	1,13	0,96	1,70	1,23	2,36	0,70	0,36	0,03
560	1,27	1,33	1,48	1,07	0,59	0,17	1,18	1,15	0,99	1,73	1,25	2,39	0,71	0,36	0,02
580	1,30	1,36	1,52	1,07	0,62	0,20	1,19	1,18	1,02	1,76	1,27	2,43	0,72	0,34	0,05
600	1,32	1,39	1,55	1,10	0,65	0,21	1,20	1,21	1,05	1,79	1,29	2,47	0,72	0,32	0,07
700	1,49	1,60	1,76	1,39	0,92	0,22	1,54	1,57	1,42	2,01	1,47	2,71	0,75	0,27	0,26
800	1,67	1,81	1,97	1,74	1,25	0,05	2,06	2,10	1,93	2,27	1,68	3,00	0,61	0,01	0,62
900	1,86	2,02	2,20	2,00	1,52	0,09	2,52	2,54	2,37	2,53	1,90	3,28	0,42	0,28	0,98
1 000	2,04	2,23	2,44	2,24	1,69	0,19	2,85	2,86	2,69	2,77	2,09	3,51	0,29	0,44	1,21
1 100	2,22	2,43	2,67	2,38	1,86	0,24	3,13	3,14	2,97	2,99	2,27	3,75	0,18	0,61	1,46
1 200	2,39	2,64	2,89	2,56	2,04	0,31	3,40	3,41	3,23	3,21	2,45	3,98	0,08	0,78	1,69
1 300	2,54	2,81	3,09	2,72	2,19	0,36	3,68	3,68	3,51	3,43	2,62	4,21	0,01	0,93	1,91
1 400	2,67	2,96	3,26	2,87	2,37	0,42	3,95	3,95	3,79	3,64	2,79	4,42	0,08	1,07	2,12
1 500	2,79	3,11	3,42	3,06	2,55	0,51	4,22	4,22	4,06	3,84	2,93	4,62	0,13	1,19	2,33
1 600	2,90	3,25	3,58	3,25	2,75	0,58	4,51	4,50	4,35	4,03	3,07	4,79	0,19	1,32	2,53
1 700	3,02	3,40	3,75	3,50	3,01	0,74	4,83	4,82	4,68	4,21	3,20	4,96	0,38	1,47	2,74
1 800	3,14	3,56	3,93	3,81	3,34	0,95	5,16	5,17	5,03	4,40	3,32	5,14	0,48	1,61	2,93
1 900	3,27	3,72	4,11	4,10	3,73	1,16	5,52	5,59	5,41	4,59	3,45	5,32	0,56	1,77	3,16
2 000	3,45	3,94	4,32	4,67	4,38	1,67	6,01	6,17	5,90	4,80	3,59	5,53	0,64	1,88	3,37
2 002	3,71	4,58	5,47	5,91	5,31	3,82	7,16	6,49	6,62	5,17	4,51	6,07	1,07	2,53	4,49

9.10.3.2. Kombinace s mechanickým spojem

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
30	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,16	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01
30	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,16	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01
50	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,26	0,00	0,10	0,00	0,00	0,04
100	0,06	0,28	0,21	0,08	0,00	0,03	0,12	0,01	0,01	0,55	0,05	0,28	0,00	0,05	0,13
120	0,08	0,36	0,31	0,10	0,00	0,04	0,16	0,02	0,01	0,66	0,08	0,35	0,01	0,07	0,16
140	0,11	0,43	0,40	0,13	0,00	0,05	0,20	0,02	0,01	0,76	0,10	0,42	0,01	0,10	0,18
160	0,14	0,50	0,50	0,16	0,00	0,05	0,24	0,03	0,01	0,87	0,12	0,49	0,02	0,12	0,21
180	0,16	0,57	0,60	0,20	0,01	0,05	0,29	0,04	0,00	0,98	0,15	0,56	0,02	0,14	0,23
200	0,19	0,63	0,70	0,23	0,04	0,05	0,34	0,05	0,00	1,08	0,17	0,62	0,03	0,16	0,25
220	0,21	0,69	0,80	0,26	0,06	0,06	0,38	0,06	0,01	1,19	0,20	0,68	0,04	0,19	0,27
240	0,24	0,75	0,89	0,30	0,08	0,06	0,45	0,08	0,05	1,30	0,22	0,73	0,04	0,21	0,29
260	0,26	0,80	0,97	0,33	0,11	0,05	0,51	0,11	0,10	1,40	0,25	0,78	0,05	0,23	0,33
280	0,28	0,85	1,06	0,36	0,14	0,05	0,58	0,13	0,14	1,49	0,27	0,82	0,05	0,25	0,37
300	0,31	0,91	1,15	0,39	0,16	0,05	0,64	0,16	0,19	1,58	0,30	0,85	0,06	0,27	0,41
320	0,33	0,96	1,24	0,43	0,19	0,05	0,72	0,19	0,25	1,68	0,33	0,89	0,06	0,29	0,46
340	0,36	1,01	1,33	0,47	0,23	0,04	0,77	0,22	0,30	1,77	0,36	0,93	0,07	0,31	0,50
360	0,38	1,06	1,42	0,51	0,28	0,02	0,84	0,24	0,35	1,86	0,38	0,96	0,07	0,33	0,55
380	0,40	1,11	1,51	0,55	0,34	0,03	0,91	0,27	0,40	1,95	0,41	0,99	0,07	0,34	0,63
400	0,43	1,18	1,59	0,60	0,42	0,11	0,98	0,31	0,46	2,03	0,43	1,03	0,07	0,35	0,72
420	0,45	1,22	1,68	0,66	0,53	0,20	1,05	0,34	0,52	2,11	0,46	1,06	0,07	0,36	0,83
440	0,47	1,27	1,75	0,72	0,63	0,29	1,12	0,37	0,58	2,18	0,48	1,08	0,07	0,37	0,94
460	0,49	1,31	1,82	0,78	0,74	0,37	1,20	0,41	0,64	2,26	0,51	1,11	0,07	0,38	1,07
480	0,51	1,36	1,90	0,85	0,83	0,44	1,30	0,45	0,72	2,34	0,53	1,14	0,07	0,42	1,21
500	0,53	1,40	1,97	0,92	0,90	0,50	1,39	0,49	0,78	2,41	0,56	1,16	0,08	0,46	1,33
520	0,55	1,44	2,04	0,99	0,98	0,57	1,48	0,53	0,86	2,49	0,58	1,19	0,10	0,51	1,46
540	0,56	1,47	2,11	1,05	1,05	0,63	1,57	0,57	0,93	2,56	0,61	1,22	0,11	0,57	1,58
560	0,58	1,51	2,18	1,12	1,12	0,68	1,66	0,61	1,00	2,63	0,63	1,24	0,13	0,63	1,70
580	0,60	1,55	2,26	1,19	1,19	0,74	1,74	0,65	1,06	2,71	0,65	1,27	0,14	0,67	1,82
600	0,62	1,60	2,34	1,27	1,26	0,79	1,83	0,69	1,14	2,79	0,68	1,30	0,15	0,70	1,93
30	0,07	0,22	0,38	0,33	0,43	0,22	0,15	0,05	0,01	0,28	0,07	0,16	0,02	0,17	0,14
50	0,08	0,28	0,38	0,33	0,43	0,20	0,15	0,05	0,01	0,40	0,07	0,23	0,02	0,17	0,14
100	0,13	0,45	0,53	0,37	0,43	0,17	0,24	0,05	0,01	0,68	0,11	0,40	0,02	0,18	0,18
120	0,16	0,51	0,60	0,39	0,43	0,16	0,27	0,05	0,01	0,79	0,14	0,46	0,02	0,19	0,20
140	0,18	0,57	0,68	0,40	0,43	0,15	0,32	0,05	0,01	0,90	0,16	0,53	0,02	0,20	0,23
160	0,20	0,62	0,76	0,42	0,43	0,13	0,36	0,06	0,01	1,01	0,19	0,59	0,02	0,22	0,26
180	0,22	0,68	0,84	0,44	0,43	0,13	0,41	0,07	0,01	1,12	0,21	0,66	0,03	0,23	0,29
200	0,25	0,73	0,93	0,47	0,43	0,13	0,46	0,08	0,01	1,22	0,23	0,72	0,03	0,25	0,32
220	0,27	0,78	1,00	0,50	0,43	0,12	0,52	0,10	0,06	1,31	0,26	0,77	0,03	0,27	0,36
240	0,29	0,83	1,07	0,52	0,43	0,13	0,58	0,13	0,11	1,39	0,28	0,81	0,04	0,28	0,40
260	0,31	0,88	1,15	0,55	0,42	0,12	0,64	0,16	0,16	1,48	0,30	0,85	0,04	0,30	0,44
280	0,33	0,93	1,23	0,58	0,42	0,13	0,71	0,19	0,21	1,57	0,33	0,89	0,05	0,32	0,49
300	0,35	0,97	1,31	0,61	0,44	0,13	0,77	0,21	0,26	1,65	0,35	0,93	0,05	0,34	0,53
320	0,37	1,02	1,39	0,64	0,48	0,14	0,83	0,24	0,31	1,74	0,37	0,96	0,06	0,36	0,59
340	0,39	1,07	1,47	0,67	0,53	0,17	0,89	0,27	0,37	1,83	0,40	0,99	0,06	0,37	0,65
360	0,42	1,12	1,55	0,72	0,58	0,22	0,95	0,29	0,42	1,91	0,42	1,02	0,06	0,39	0,73
380	0,44	1,17	1,63	0,76	0,65	0,28	1,02	0,32	0,47	1,99	0,44	1,05	0,06	0,40	0,80
400	0,46	1,21	1,71	0,81	0,73	0,35	1,08	0,35	0,52	2,07	0,47	1,08	0,06	0,41	0,89
420	0,48	1,26	1,79	0,85	0,80	0,42	1,15	0,38	0,58	2,15	0,49	1,11	0,06	0,43	0,99
440	0,50	1,30	1,86	0,90	0,87	0,48	1,21	0,41	0,63	2,23	0,51	1,13	0,06	0,44	1,08

Zatížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
460	0,52	1,34	1,92	0,95	0,94	0,53	1,28	0,44	0,69	2,30	0,54	1,16	0,06	0,46	1,19
480	0,53	1,38	1,99	1,00	0,99	0,58	1,36	0,47	0,75	2,38	0,56	1,18	0,07	0,50	1,30
500	0,55	1,42	2,05	1,05	1,04	0,62	1,44	0,51	0,82	2,45	0,58	1,20	0,08	0,53	1,42
520	0,57	1,46	2,11	1,10	1,10	0,66	1,52	0,55	0,89	2,53	0,60	1,23	0,10	0,57	1,53
540	0,58	1,49	2,17	1,15	1,15	0,70	1,61	0,58	0,96	2,59	0,63	1,25	0,11	0,60	1,64
560	0,60	1,53	2,23	1,20	1,21	0,74	1,69	0,62	1,03	2,67	0,65	1,27	0,13	0,64	1,76
580	0,61	1,56	2,29	1,25	1,24	0,77	1,77	0,65	1,09	2,73	0,67	1,29	0,14	0,67	1,85
600	0,63	1,60	2,35	1,29	1,28	0,80	1,83	0,68	1,14	2,80	0,68	1,31	0,15	0,70	1,94
700	0,71	1,80	2,69	1,53	1,50	0,99	2,17	0,83	1,40	3,12	0,78	1,43	0,21	0,83	2,38
800	0,81	2,02	3,09	1,77	1,65	1,11	2,48	0,96	1,64	3,34	0,89	1,57	0,26	0,98	2,73
900	0,91	2,25	3,49	1,98	1,80	1,23	2,73	1,08	1,83	3,60	0,98	1,72	0,30	1,10	3,08
1 000	1,00	2,45	3,85	2,14	1,92	1,32	2,93	1,17	1,98	3,83	1,06	1,85	0,32	1,17	3,40
1 100	1,08	2,66	4,21	2,30	2,03	1,40	3,13	1,26	2,12	4,05	1,14	1,97	0,35	1,25	3,73
1 200	1,17	2,85	4,56	2,43	2,13	1,48	3,33	1,35	2,28	4,29	1,21	2,09	0,38	1,34	4,07
1 300	1,24	3,01	4,88	2,56	2,26	1,57	3,57	1,46	2,46	4,53	1,29	2,23	0,41	1,44	4,45
1 400	1,30	3,15	5,16	2,69	2,41	1,68	3,82	1,57	2,66	4,77	1,36	2,35	0,45	1,53	4,82
1 500	1,36	3,29	5,43	2,83	2,55	1,79	4,09	1,69	2,88	5,03	1,44	2,47	0,48	1,64	5,20
1 600	1,41	3,40	5,65	2,97	2,71	1,92	4,40	1,83	3,13	5,28	1,53	2,59	0,53	1,77	5,59
1 644	2,45	4,62	6,53	4,39	4,27	3,47	5,89	3,08	4,62	8,27	3,46	3,43	1,15	3,08	6,78

9.11. Podrobné výsledky velikosti trvalých deformací fasádního segmentu

9.11.1. Fasádní segment s obkladem Cetris Basic

9.11.1.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel s montážní páskou

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,04	0,00	0,02	0,11	0,02	0,03	0,05	0,15	0,10	0,03	0,00	0,12	0,02	0,18	0,06
30	0,03	0,00	0,01	0,10	0,01	0,03	0,05	0,15	0,09	0,03	0,00	0,12	0,02	0,17	0,06
50	0,02	0,02	0,03	0,12	0,03	0,05	0,07	0,11	0,10	0,04	0,01	0,15	0,02	0,14	0,07
100	0,03	0,02	0,03	0,14	0,05	0,09	0,07	0,17	0,14	0,06	0,01	0,17	0,04	0,19	0,08
120	0,04	0,03	0,04	0,16	0,07	0,12	0,08	0,18	0,15	0,07	0,01	0,18	0,04	0,21	0,09
140	0,04	0,04	0,05	0,18	0,08	0,13	0,08	0,18	0,16	0,07	0,02	0,18	0,04	0,20	0,09
160	0,05	0,04	0,06	0,21	0,10	0,15	0,08	0,19	0,17	0,08	0,02	0,20	0,05	0,22	0,09
180	0,06	0,05	0,07	0,24	0,12	0,17	0,08	0,19	0,18	0,09	0,02	0,21	0,06	0,24	0,10
200	0,10	0,06	0,07	0,26	0,14	0,18	0,10	0,19	0,19	0,09	0,01	0,23	0,07	0,23	0,10
220	0,14	0,05	0,07	0,27	0,15	0,18	0,10	0,19	0,19	0,09	0,00	0,26	0,10	0,23	0,10
240	0,19	0,05	0,07	0,29	0,15	0,17	0,10	0,19	0,20	0,09	0,00	0,26	0,13	0,24	0,10
260	0,26	0,07	0,08	0,31	0,16	0,19	0,11	0,21	0,21	0,11	0,00	0,26	0,16	0,26	0,11
280	0,33	0,07	0,08	0,33	0,16	0,20	0,12	0,22	0,22	0,11	0,00	0,26	0,19	0,27	0,12
300	0,41	0,08	0,08	0,34	0,18	0,21	0,12	0,22	0,23	0,12	0,00	0,26	0,21	0,29	0,12

9.11.1.2. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel bez montážní pásky

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,04	0,05	0,04	0,04	0,02	0,06	0,00
30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,05	0,05	0,04	0,07	0,02	0,07	0,01
50	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,06	0,02	0,03	0,13	0,12	0,10	0,11	0,04	0,32	0,04
100	0,08	0,01	0,03	0,00	0,01	0,13	0,03	0,07	0,28	0,24	0,13	0,17	0,08	0,68	0,14
120	0,13	0,01	0,03	0,00	0,02	0,15	0,03	0,10	0,32	0,28	0,14	0,23	0,09	0,92	0,18
140	0,19	0,02	0,03	0,01	0,02	0,16	0,04	0,17	0,39	0,33	0,16	0,30	0,11	1,26	0,20
160	0,27	0,02	0,02	0,02	0,03	0,18	0,04	0,28	0,58	0,36	0,17	0,42	0,12	1,31	0,21
180	0,34	0,03	0,03	0,03	0,04	0,20	0,05	0,40	0,67	0,40	0,18	0,51	0,15	1,34	0,22
200	0,41	0,03	0,03	0,04	0,05	0,21	0,05	0,50	0,70	0,42	0,19	0,59	0,16	1,36	0,23
220	0,47	0,03	0,03	0,04	0,06	0,22	0,06	0,59	0,72	0,44	0,20	0,66	0,17	1,38	0,25
240	0,50	0,04	0,02	0,06	0,08	0,24	0,06	0,68	0,76	0,47	0,21	0,72	0,19	1,40	0,27
260	0,52	0,04	0,00	0,06	0,08	0,25	0,06	0,76	0,78	0,49	0,21	0,81	0,19	1,41	0,26
280	0,54	0,04	0,00	0,07	0,08	0,27	0,06	0,84	0,81	0,51	0,22	0,89	0,20	1,44	0,26
300	0,55	0,05	0,00	0,08	0,09	0,30	0,07	0,89	0,83	0,53	0,23	0,96	0,21	1,45	0,27

9.11.1.3. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex s montážní páskou

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,20	0,05	0,09	0,04	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,06	0,16	0,00
30	0,22	0,06	0,10	0,06	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,08	0,19	0,00
50	0,26	0,05	0,11	0,05	0,09	0,05	0,05	0,01	0,00	0,04	0,01	0,01	0,07	0,19	0,00
100	0,31	0,06	0,15	0,07	0,12	0,07	0,06	0,03	0,02	0,07	0,00	0,02	0,08	0,23	0,00
120	0,34	0,07	0,21	0,10	0,14	0,10	0,07	0,04	0,03	0,08	0,01	0,03	0,10	0,26	0,01
140	0,34	0,07	0,23	0,09	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04	0,10	0,02	0,04	0,09	0,27	0,03
160	0,36	0,08	0,28	0,11	0,16	0,11	0,07	0,05	0,04	0,11	0,02	0,04	0,11	0,29	0,04
180	0,36	0,07	0,30	0,11	0,16	0,11	0,06	0,05	0,04	0,11	0,02	0,05	0,11	0,28	0,05
200	0,37	0,07	0,33	0,11	0,17	0,12	0,06	0,05	0,04	0,12	0,02	0,05	0,11	0,28	0,06
220	0,37	0,07	0,38	0,12	0,17	0,12	0,06	0,06	0,04	0,12	0,02	0,06	0,11	0,28	0,06
240	0,39	0,08	0,42	0,12	0,18	0,13	0,07	0,06	0,04	0,13	0,02	0,06	0,11	0,28	0,07
260	0,40	0,08	0,46	0,14	0,19	0,14	0,06	0,07	0,05	0,14	0,02	0,06	0,13	0,29	0,07
280	0,38	0,05	0,46	0,10	0,16	0,11	0,05	0,05	0,02	0,13	0,03	0,05	0,10	0,26	0,09
300	0,42	0,08	0,51	0,15	0,21	0,14	0,06	0,07	0,04	0,15	0,03	0,05	0,14	0,29	0,07

9.11.1.4. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex bez montážní pásky

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,03	0,01	0,01	0,06	0,00	0,05	0,06	0,04	0,16	0,07	0,00	0,00	0,04	0,31	0,10
30	0,03	0,01	0,01	0,09	0,01	0,07	0,07	0,05	0,23	0,09	0,00	0,00	0,04	0,43	0,14
50	0,06	0,00	0,02	0,08	0,01	0,09	0,08	0,07	0,29	0,07	0,00	0,00	0,03	0,37	0,13
100	0,10	0,01	0,02	0,08	0,01	0,13	0,09	0,10	0,33	0,11	0,03	0,00	0,04	0,44	0,39
120	0,12	0,02	0,03	0,10	0,02	0,15	0,10	0,11	0,41	0,16	0,06	0,00	0,05	0,53	0,44
140	0,13	0,02	0,03	0,06	0,02	0,15	0,11	0,12	0,43	0,27	0,13	0,01	0,06	0,49	0,41
160	0,14	0,03	0,04	0,05	0,02	0,16	0,12	0,13	0,46	0,30	0,15	0,02	0,06	0,51	0,41
180	0,15	0,03	0,06	0,06	0,03	0,17	0,11	0,16	0,47	0,34	0,16	0,03	0,07	0,54	0,42
200	0,16	0,03	0,07	0,05	0,03	0,17	0,11	0,19	0,49	0,35	0,17	0,04	0,07	0,51	0,34
220	0,18	0,04	0,09	0,04	0,04	0,17	0,12	0,24	0,52	0,38	0,19	0,05	0,08	0,54	0,34
240	0,18	0,04	0,11	0,02	0,04	0,17	0,12	0,27	0,54	0,39	0,19	0,07	0,09	0,51	0,26
260	0,19	0,04	0,12	0,04	0,06	0,16	0,10	0,29	0,53	0,35	0,07	0,12	0,10	0,49	0,20
280	0,20	0,05	0,13	0,05	0,06	0,18	0,12	0,30	0,53	0,39	0,02	0,12	0,11	0,53	0,19
300	0,21	0,05	0,14	0,02	0,06	0,18	0,12	0,29	0,54	0,40	0,01	0,12	0,10	0,50	0,15

9.11.1.5. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP s montážní páskou

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,06	0,09	0,04	0,06	0,20	0,02	0,15	0,07	0,20	0,00	0,09	0,10	0,13	0,00
30	0,01	0,07	0,09	0,04	0,06	0,21	0,03	0,15	0,07	0,19	0,00	0,09	0,11	0,14	0,00
50	0,01	0,07	0,09	0,05	0,07	0,21	0,03	0,16	0,08	0,19	0,00	0,12	0,12	0,15	0,00
100	0,06	0,08	0,12	0,07	0,09	0,25	0,03	0,21	0,10	0,20	0,03	0,17	0,14	0,18	0,01
120	0,13	0,08	0,13	0,08	0,10	0,30	0,04	0,24	0,12	0,23	0,04	0,17	0,15	0,19	0,03
140	0,14	0,08	0,14	0,09	0,11	0,31	0,04	0,25	0,13	0,23	0,04	0,19	0,16	0,20	0,04
160	0,14	0,09	0,15	0,11	0,12	0,33	0,04	0,27	0,14	0,25	0,05	0,20	0,17	0,20	0,06
180	0,15	0,09	0,17	0,12	0,13	0,34	0,04	0,29	0,15	0,26	0,06	0,20	0,18	0,20	0,06
200	0,18	0,10	0,19	0,13	0,16	0,36	0,05	0,31	0,17	0,30	0,07	0,21	0,20	0,21	0,07
220	0,19	0,10	0,19	0,14	0,17	0,37	0,05	0,32	0,17	0,31	0,08	0,22	0,21	0,21	0,08
240	0,20	0,10	0,20	0,15	0,18	0,37	0,05	0,33	0,17	0,30	0,09	0,22	0,22	0,21	0,08
260	0,21	0,11	0,21	0,16	0,19	0,38	0,05	0,34	0,18	0,31	0,09	0,23	0,23	0,22	0,09
280	0,23	0,11	0,22	0,18	0,21	0,39	0,05	0,35	0,19	0,32	0,10	0,23	0,24	0,22	0,10
300	0,24	0,12	0,24	0,19	0,22	0,40	0,07	0,36	0,20	0,34	0,10	0,23	0,25	0,22	0,10

9.11.1.6. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP bez montážní pásky

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
30	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
50	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
100	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
120	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
140	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
160	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
180	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01
200	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
220	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
240	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01
260	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,00	0,02	0,05	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01
280	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,05	0,00	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01
300	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,00	0,02	0,06	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01

9.11.1.7. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack s montážní páskou

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,03	0,04	0,06	0,03	0,03	0,04	0,03	0,00	0,10	0,00	0,02	0,07	0,06	0,00
30	0,05	0,07	0,04	0,07	0,06	0,05	0,08	0,03	0,00	0,10	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
50	0,02	0,03	0,05	0,08	0,04	0,04	0,05	0,03	0,00	0,11	0,00	0,02	0,09	0,08	0,00
100	0,02	0,03	0,06	0,10	0,04	0,04	0,07	0,06	0,00	0,11	0,01	0,02	0,12	0,10	0,00
120	0,02	0,04	0,10	0,10	0,05	0,06	0,08	0,06	0,00	0,12	0,00	0,03	0,14	0,12	0,00
140	0,02	0,04	0,12	0,11	0,06	0,07	0,08	0,07	0,00	0,13	0,00	0,04	0,17	0,12	0,00
160	0,02	0,05	0,15	0,12	0,07	0,09	0,09	0,08	0,00	0,14	0,00	0,04	0,20	0,16	0,00
180	0,02	0,05	0,16	0,13	0,08	0,10	0,09	0,08	0,00	0,14	0,00	0,05	0,22	0,17	0,00
200	0,02	0,05	0,18	0,15	0,09	0,12	0,09	0,09	0,00	0,15	0,00	0,05	0,24	0,21	0,01
220	0,02	0,06	0,19	0,16	0,11	0,14	0,09	0,09	0,00	0,16	0,00	0,06	0,26	0,24	0,01
240	0,02	0,06	0,19	0,17	0,12	0,17	0,10	0,10	0,00	0,17	0,01	0,06	0,28	0,27	0,02
260	0,03	0,06	0,20	0,18	0,12	0,20	0,10	0,10	0,00	0,18	0,01	0,06	0,29	0,29	0,03
280	0,03	0,06	0,21	0,19	0,13	0,23	0,10	0,11	0,00	0,18	0,02	0,07	0,30	0,31	0,04
300	0,03	0,06	0,22	0,20	0,14	0,27	0,10	0,11	0,00	0,19	0,02	0,07	0,31	0,33	0,04

9.11.1.8. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM bez montážní pásky

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,03	0,01	0,04	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00
30	0,01	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00
50	0,01	0,03	0,00	0,04	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,02	0,03	0,00	0,00
100	0,02	0,05	0,01	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02
120	0,02	0,06	0,02	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,06	0,03	0,06	0,02	0,04
140	0,03	0,06	0,03	0,13	0,08	0,00	0,00	0,00	0,03	0,12	0,07	0,03	0,06	0,03	0,07
160	0,04	0,06	0,03	0,15	0,09	0,00	0,00	0,00	0,04	0,13	0,07	0,04	0,07	0,03	0,09
180	0,03	0,06	0,04	0,15	0,09	0,00	0,00	0,00	0,04	0,15	0,08	0,04	0,07	0,04	0,11
200	0,05	0,08	0,05	0,19	0,13	0,00	0,00	0,01	0,05	0,18	0,10	0,05	0,09	0,04	0,11
220	0,06	0,09	0,06	0,21	0,15	0,00	0,00	0,00	0,05	0,19	0,10	0,05	0,09	0,05	0,12
240	0,07	0,10	0,08	0,23	0,18	0,00	0,01	0,01	0,06	0,21	0,11	0,06	0,11	0,05	0,13
260	0,07	0,10	0,08	0,24	0,18	0,00	0,00	0,01	0,06	0,22	0,12	0,06	0,11	0,06	0,14
280	0,08	0,10	0,09	0,26	0,20	0,00	0,00	0,01	0,07	0,23	0,12	0,07	0,12	0,06	0,15
300	0,08	0,11	0,11	0,27	0,22	0,00	0,00	0,01	0,07	0,23	0,12	0,07	0,13	0,07	0,15

9.11.1.9. *Kombinace s mechanickým spojem*

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,03	0,06	0,09	0,04	0,03	0,00	0,02	0,06	0,01	0,19	0,00	0,02	0,05	0,01	0,01
30	0,03	0,06	0,09	0,04	0,04	0,00	0,02	0,06	0,01	0,19	0,00	0,02	0,05	0,01	0,01
50	0,07	0,07	0,11	0,06	0,06	0,00	0,03	0,07	0,02	0,21	0,00	0,03	0,06	0,02	0,02
100	0,17	0,09	0,13	0,09	0,08	0,00	0,05	0,09	0,04	0,22	0,01	0,05	0,10	0,06	0,13
120	0,17	0,10	0,14	0,12	0,11	0,01	0,05	0,11	0,06	0,24	0,00	0,07	0,13	0,07	0,15
140	0,16	0,10	0,16	0,15	0,13	0,01	0,05	0,14	0,08	0,24	0,02	0,09	0,17	0,09	0,18
160	0,16	0,11	0,17	0,18	0,16	0,02	0,05	0,16	0,09	0,26	0,03	0,11	0,20	0,10	0,19
180	0,15	0,11	0,19	0,21	0,19	0,03	0,05	0,16	0,10	0,28	0,05	0,13	0,23	0,10	0,21
200	0,15	0,12	0,20	0,24	0,22	0,04	0,05	0,17	0,11	0,31	0,06	0,14	0,26	0,11	0,22
220	0,15	0,12	0,22	0,26	0,25	0,05	0,05	0,18	0,11	0,33	0,08	0,16	0,29	0,11	0,22
240	0,15	0,12	0,22	0,27	0,27	0,06	0,05	0,18	0,10	0,34	0,09	0,17	0,31	0,11	0,22
260	0,16	0,13	0,24	0,30	0,29	0,07	0,05	0,19	0,11	0,36	0,11	0,20	0,35	0,11	0,23
280	0,16	0,14	0,25	0,33	0,32	0,09	0,05	0,20	0,11	0,39	0,12	0,22	0,37	0,11	0,24
300	0,18	0,15	0,27	0,37	0,35	0,11	0,05	0,21	0,12	0,43	0,13	0,24	0,41	0,12	0,25

9.11.2. Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky

9.11.2.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,03	0,06	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,03	0,05	0,00	0,00	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
50	0,03	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
100	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00
120	0,04	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
140	0,03	0,01	0,03	0,06	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,06	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00
160	0,03	0,01	0,03	0,06	0,00	0,02	0,03	0,00	0,01	0,11	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00
180	0,02	0,00	0,03	0,06	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,18	0,07	0,04	0,00	0,01	0,00
200	0,02	0,00	0,03	0,07	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,27	0,07	0,05	0,00	0,01	0,00
220	0,02	0,00	0,04	0,07	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,34	0,07	0,05	0,00	0,01	0,00
240	0,01	0,01	0,03	0,08	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,41	0,06	0,06	0,00	0,01	0,00
260	0,01	0,01	0,03	0,08	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,48	0,06	0,07	0,00	0,01	0,00
280	0,01	0,02	0,03	0,08	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,55	0,07	0,07	0,00	0,01	0,00
300	0,00	0,02	0,03	0,08	0,03	0,04	0,04	0,01	0,03	0,60	0,07	0,08	0,00	0,01	0,00
320	0,00	0,03	0,03	0,09	0,03	0,04	0,05	0,01	0,03	0,72	0,07	0,05	0,00	0,01	0,00
340	0,01	0,03	0,03	0,09	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,75	0,08	0,05	0,01	0,01	0,01
360	0,01	0,04	0,02	0,09	0,03	0,05	0,05	0,02	0,04	0,79	0,08	0,05	0,01	0,02	0,02
380	0,02	0,04	0,03	0,09	0,03	0,06	0,05	0,02	0,04	0,81	0,08	0,05	0,01	0,02	0,03
400	0,02	0,04	0,03	0,09	0,03	0,05	0,05	0,02	0,04	0,82	0,09	0,05	0,01	0,02	0,04
420	0,02	0,04	0,03	0,10	0,03	0,06	0,05	0,02	0,04	0,83	0,09	0,06	0,01	0,03	0,04
440	0,02	0,05	0,04	0,10	0,03	0,06	0,05	0,02	0,04	0,84	0,10	0,06	0,01	0,03	0,05
460	0,03	0,05	0,04	0,10	0,02	0,06	0,05	0,02	0,04	0,84	0,10	0,06	0,01	0,03	0,06
480	0,03	0,05	0,04	0,10	0,02	0,06	0,05	0,02	0,04	0,84	0,11	0,06	0,01	0,03	0,07
500	0,04	0,06	0,04	0,10	0,02	0,06	0,05	0,02	0,04	0,85	0,11	0,06	0,01	0,04	0,07
520	0,04	0,06	0,04	0,10	0,02	0,07	0,05	0,02	0,04	0,85	0,12	0,06	0,02	0,04	0,08
540	0,04	0,07	0,04	0,11	0,02	0,07	0,05	0,02	0,04	0,85	0,12	0,05	0,02	0,04	0,08
560	0,05	0,07	0,05	0,11	0,02	0,07	0,05	0,02	0,04	0,85	0,13	0,05	0,02	0,04	0,09
580	0,05	0,07	0,05	0,11	0,02	0,06	0,06	0,02	0,05	0,85	0,13	0,06	0,03	0,03	0,09
600	0,04	0,07	0,05	0,11	0,02	0,07	0,06	0,02	0,05	0,85	0,13	0,06	0,04	0,03	0,09

9.11.2.2. Kombinace s mechanickým spojem

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,02	0,00	0,03	0,03	0,00	0,05	0,03	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01
30	0,00	0,03	0,00	0,02	0,03	0,01	0,05	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
50	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,05	0,06	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
100	0,04	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,09	0,08	0,05	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
120	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,07	0,08	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01
140	0,04	0,07	0,04	0,01	0,03	0,01	0,09	0,09	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02
160	0,04	0,04	0,08	0,00	0,00	0,03	0,08	0,09	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03
180	0,04	0,03	0,08	0,00	0,00	0,03	0,09	0,09	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,16
200	0,05	0,04	0,14	0,00	0,00	0,07	0,09	0,13	0,06	0,05	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05
220	0,05	0,04	0,16	0,00	0,01	0,07	0,09	0,13	0,06	0,06	0,03	0,02	0,03	0,05	0,05
240	0,06	0,05	0,18	0,02	0,00	0,07	0,11	0,15	0,07	0,07	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06
260	0,06	0,05	0,18	0,01	0,00	0,06	0,10	0,15	0,08	0,07	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06
280	0,07	0,05	0,19	0,02	0,00	0,07	0,09	0,16	0,09	0,07	0,02	0,03	0,03	0,06	0,07
300	0,08	0,07	0,20	0,03	0,01	0,06	0,10	0,17	0,06	0,08	0,02	0,03	0,03	0,06	0,08
320	0,07	0,07	0,22	0,04	0,02	0,06	0,11	0,18	0,12	0,08	0,01	0,04	0,03	0,06	0,08
340	0,09	0,08	0,23	0,07	0,03	0,06	0,12	0,20	0,12	0,10	0,01	0,04	0,04	0,07	0,09
360	0,10	0,12	0,22	0,14	0,07	0,07	0,23	0,29	0,13	0,16	0,00	0,07	0,01	0,06	0,09
380	0,10	0,10	0,23	0,07	0,06	0,06	0,16	0,23	0,14	0,10	0,01	0,06	0,03	0,07	0,09
400	0,12	0,14	0,24	0,10	0,10	0,07	0,20	0,26	0,14	0,11	0,01	0,07	0,03	0,06	0,09
420	0,13	0,14	0,24	0,11	0,12	0,07	0,22	0,27	0,15	0,12	0,01	0,07	0,03	0,06	0,09
440	0,13	0,15	0,24	0,15	0,17	0,07	0,25	0,29	0,15	0,13	0,01	0,08	0,03	0,07	0,09
460	0,15	0,16	0,25	0,19	0,22	0,07	0,28	0,32	0,15	0,14	0,01	0,09	0,03	0,07	0,10
480	0,16	0,16	0,25	0,21	0,26	0,07	0,30	0,33	0,16	0,15	0,01	0,10	0,03	0,08	0,10
500	0,16	0,18	0,26	0,23	0,30	0,07	0,33	0,35	0,16	0,16	0,01	0,12	0,03	0,09	0,10
520	0,17	0,18	0,27	0,25	0,31	0,07	0,36	0,36	0,17	0,18	0,01	0,14	0,04	0,10	0,10
540	0,21	0,20	0,29	0,33	0,40	0,09	0,43	0,42	0,20	0,26	0,00	0,23	0,04	0,11	0,11
560	0,19	0,20	0,27	0,27	0,35	0,07	0,43	0,40	0,18	0,23	0,02	0,20	0,04	0,12	0,12
580	0,19	0,21	0,29	0,31	0,40	0,07	0,48	0,43	0,18	0,29	0,03	0,24	0,05	0,13	0,12
600	0,21	0,22	0,31	0,33	0,43	0,07	0,51	0,45	0,19	0,35	0,04	0,29	0,05	0,13	0,12

9.11.3. Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek

9.11.3.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,05	0,06	0,02	0,01	0,06	0,02	0,00	0,03	0,11	0,05	0,33	0,01	0,01	0,00
30	0,01	0,05	0,07	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00	0,02	0,09	0,04	0,23	0,00	0,00	0,00
50	0,06	0,05	0,09	0,05	0,01	0,05	0,02	0,01	0,03	0,11	0,05	0,26	0,01	0,01	0,00
100	0,12	0,06	0,10	0,07	0,01	0,05	0,03	0,04	0,04	0,13	0,06	0,27	0,00	0,00	0,00
120	0,12	0,06	0,10	0,06	0,01	0,06	0,04	0,05	0,05	0,15	0,06	0,27	0,01	0,00	0,00
140	0,13	0,07	0,11	0,08	0,01	0,05	0,05	0,06	0,05	0,16	0,06	0,27	0,01	0,01	0,00
160	0,13	0,07	0,11	0,09	0,02	0,06	0,04	0,06	0,05	0,17	0,07	0,27	0,01	0,01	0,01
180	0,13	0,07	0,11	0,09	0,02	0,05	0,05	0,07	0,05	0,18	0,07	0,30	0,01	0,01	0,01
200	0,13	0,07	0,12	0,11	0,03	0,05	0,05	0,07	0,05	0,19	0,07	0,30	0,01	0,01	0,01
220	0,14	0,07	0,12	0,12	0,04	0,05	0,05	0,08	0,05	0,19	0,08	0,29	0,01	0,01	0,01
240	0,14	0,07	0,13	0,12	0,05	0,04	0,05	0,08	0,05	0,20	0,08	0,29	0,01	0,01	0,02
260	0,14	0,07	0,13	0,12	0,06	0,03	0,06	0,09	0,06	0,21	0,08	0,29	0,00	0,01	0,02
280	0,14	0,07	0,13	0,12	0,04	0,02	0,06	0,09	0,05	0,20	0,08	0,26	0,00	0,01	0,01
300	0,15	0,07	0,13	0,12	0,05	0,03	0,06	0,10	0,06	0,22	0,09	0,31	0,00	0,01	0,02
320	0,15	0,08	0,14	0,04	0,03	0,03	0,07	0,10	0,06	0,23	0,09	0,32	0,01	0,02	0,01
340	0,15	0,08	0,14	0,10	0,00	0,03	0,07	0,11	0,06	0,23	0,09	0,33	0,01	0,00	0,01
360	0,15	0,08	0,14	0,07	0,00	0,03	0,07	0,11	0,05	0,24	0,09	0,32	0,01	0,01	0,00
380	0,16	0,08	0,15	0,09	0,00	0,04	0,07	0,12	0,06	0,24	0,09	0,33	0,00	0,00	0,01
400	0,16	0,08	0,15	0,13	0,00	0,03	0,07	0,11	0,05	0,25	0,09	0,31	0,00	0,01	0,01
420	0,17	0,08	0,15	0,09	0,00	0,03	0,08	0,12	0,05	0,25	0,09	0,34	0,00	0,01	0,01
440	0,17	0,09	0,16	0,08	0,00	0,03	0,08	0,12	0,05	0,26	0,10	0,34	0,00	0,01	0,02
460	0,18	0,09	0,17	0,14	0,00	0,03	0,09	0,12	0,05	0,27	0,09	0,35	0,01	0,01	0,01
480	0,18	0,09	0,17	0,15	0,00	0,03	0,09	0,13	0,06	0,27	0,10	0,38	0,01	0,01	0,00
500	0,16	0,07	0,17	0,15	0,00	0,03	0,09	0,13	0,05	0,28	0,09	0,38	0,02	0,01	0,00
520	0,18	0,10	0,18	0,14	0,00	0,04	0,09	0,14	0,06	0,28	0,10	0,37	0,03	0,02	0,00
540	0,18	0,09	0,18	0,14	0,00	0,05	0,09	0,14	0,06	0,29	0,11	0,39	0,04	0,02	0,00
560	0,18	0,09	0,19	0,15	0,00	0,06	0,09	0,14	0,06	0,30	0,10	0,37	0,05	0,04	0,00
580	0,19	0,09	0,19	0,14	0,00	0,07	0,09	0,15	0,07	0,30	0,11	0,40	0,07	0,04	0,02
600	0,19	0,09	0,20	0,14	0,00	0,08	0,09	0,15	0,07	0,31	0,11	0,38	0,09	0,05	0,03

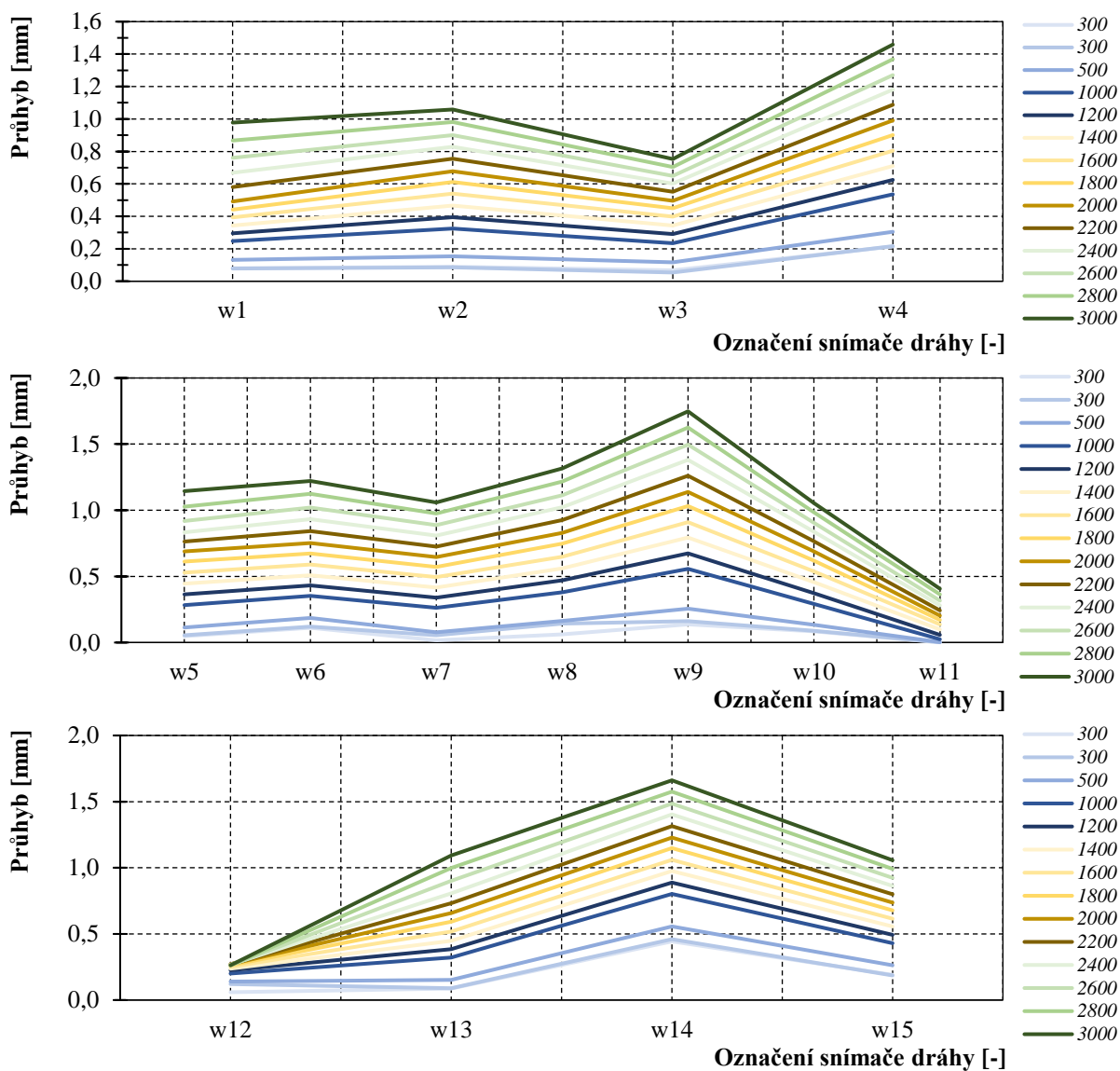
9.11.3.2. Kombinace s mechanickým spojem

Odtížení Q [kg/m ²]	Označení snímače dráhy														
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15
	[mm]														
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
30	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
50	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
100	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
120	0,01	0,01	0,11	0,03	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
140	0,01	0,03	0,13	0,04	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
160	0,01	0,03	0,14	0,04	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,04	0,02
180	0,02	0,04	0,16	0,05	0,03	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,02
200	0,01	0,05	0,14	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04	0,04
220	0,02	0,06	0,18	0,06	0,07	0,05	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03
240	0,02	0,06	0,19	0,05	0,10	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03
260	0,03	0,06	0,20	0,06	0,12	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03
280	0,03	0,07	0,21	0,07	0,13	0,03	0,05	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03
300	0,03	0,08	0,22	0,07	0,13	0,03	0,05	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03
320	0,03	0,08	0,23	0,09	0,14	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03
340	0,03	0,09	0,24	0,09	0,15	0,01	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,03
360	0,04	0,09	0,25	0,11	0,17	0,01	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,07	0,02
380	0,04	0,10	0,26	0,12	0,19	0,03	0,07	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,07	0,01
400	0,05	0,11	0,27	0,13	0,22	0,06	0,07	0,02	0,03	0,01	0,03	0,04	0,03	0,06	0,01
420	0,05	0,11	0,28	0,16	0,24	0,09	0,08	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,07	0,01
440	0,05	0,11	0,29	0,17	0,27	0,12	0,08	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,07	0,02
460	0,05	0,11	0,29	0,18	0,29	0,13	0,09	0,03	0,03	0,02	0,04	0,06	0,03	0,08	0,04
480	0,05	0,12	0,31	0,20	0,31	0,15	0,10	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	0,02	0,09	0,05
500	0,05	0,13	0,31	0,22	0,33	0,16	0,10	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,02	0,10	0,06
520	0,05	0,13	0,32	0,23	0,34	0,18	0,11	0,04	0,03	0,04	0,05	0,08	0,02	0,11	0,07
540	0,06	0,13	0,34	0,26	0,37	0,19	0,12	0,04	0,03	0,05	0,05	0,09	0,02	0,13	0,09
560	0,06	0,14	0,34	0,28	0,39	0,21	0,13	0,04	0,03	0,04	0,06	0,09	0,02	0,15	0,11
580	0,06	0,14	0,37	0,31	0,41	0,22	0,14	0,05	0,02	0,06	0,06	0,11	0,02	0,16	0,13
600	0,07	0,15	0,38	0,33	0,43	0,24	0,15	0,05	0,01	0,06	0,07	0,12	0,02	0,17	0,14

9.12. Záznam nárůstu průhybu fasádního segmentu při zatěžování

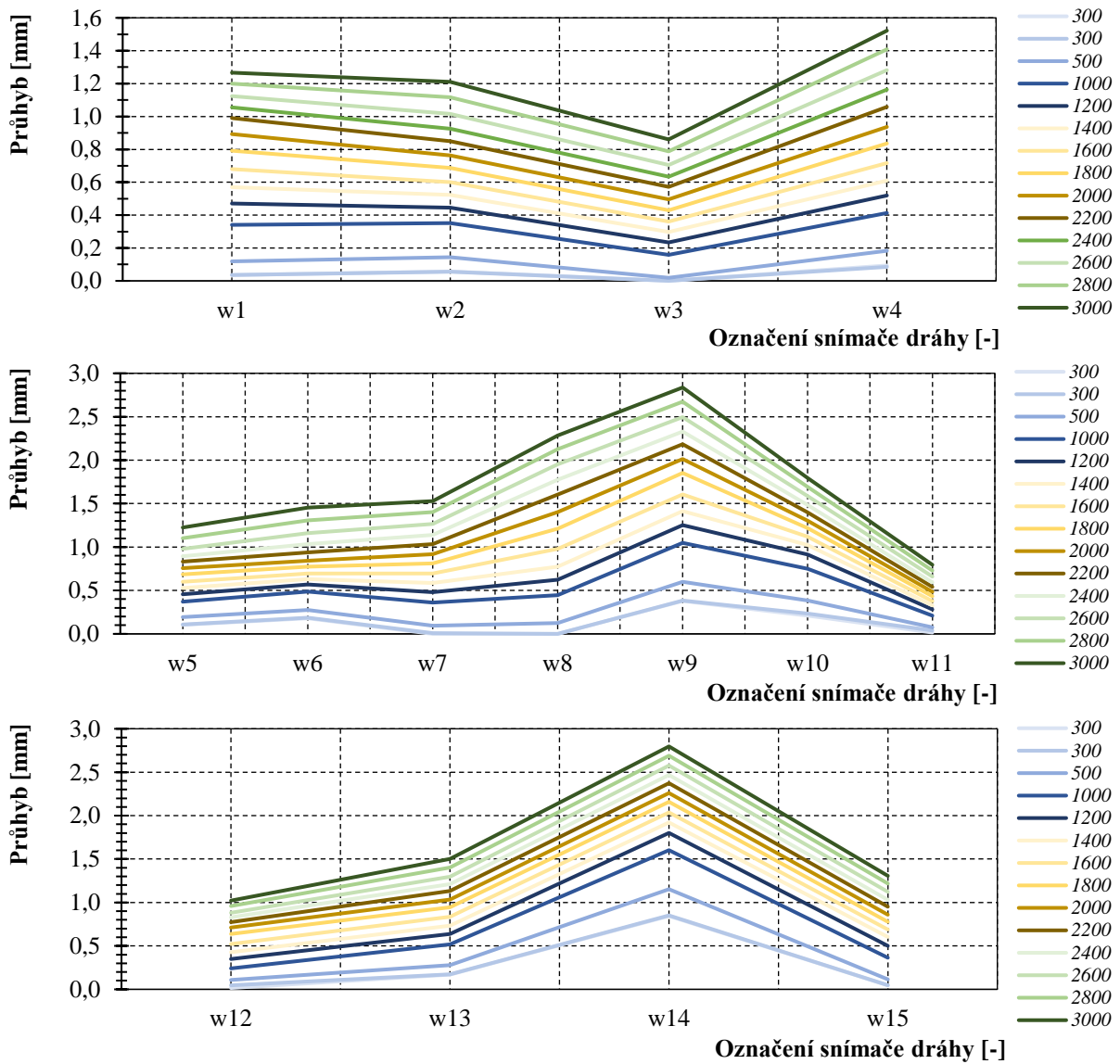
9.12.1. Fasádní segment s obkladem Cetriz Basic⁹⁴

9.12.1.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel s montážní páskou

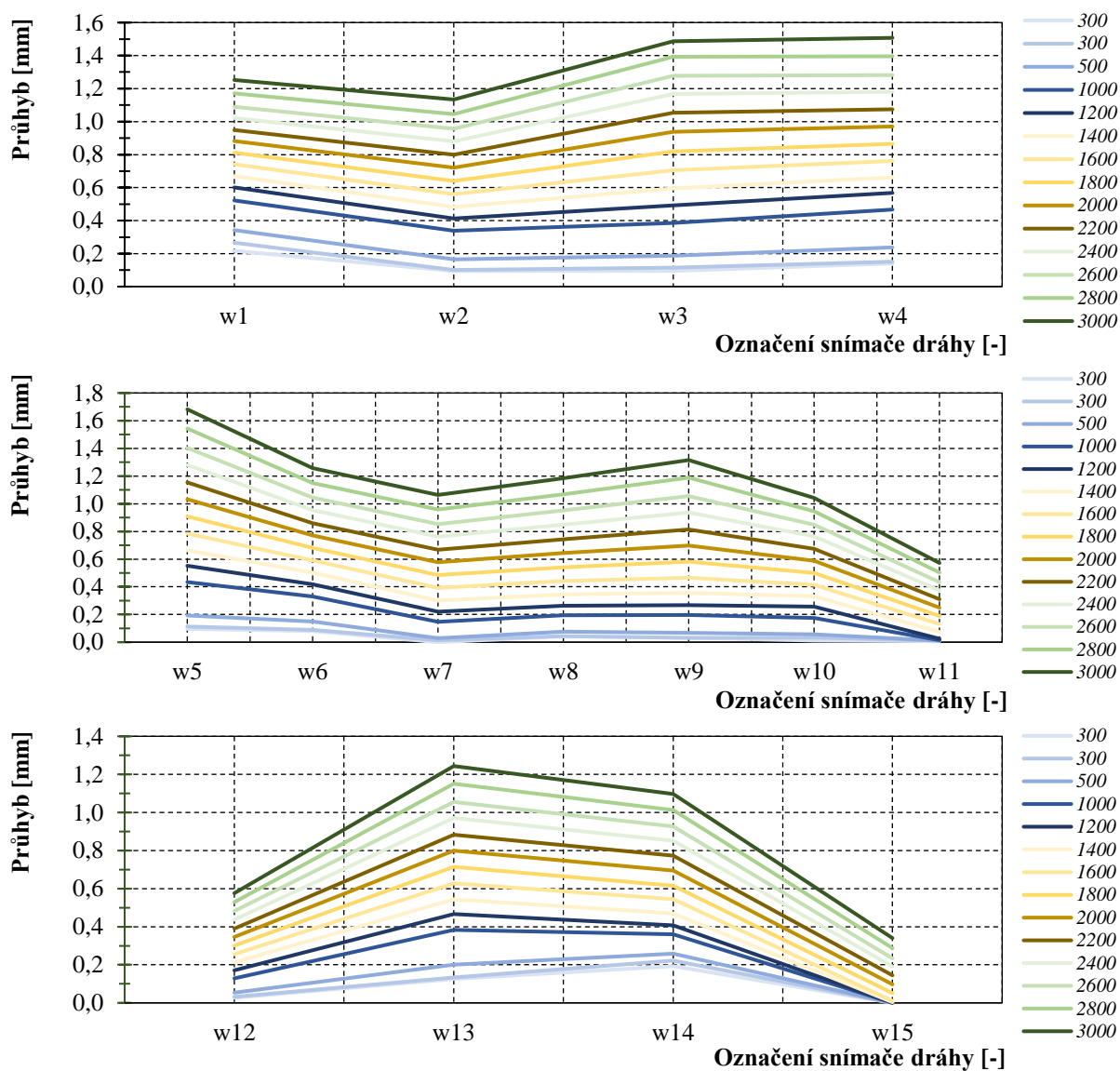


⁹⁴ Pro fasádní segment s obkladem Cetriz Basic byl nárůst průhybu na příčné ose zaznamenáván postupně při zatěžování do 3000 N/m².

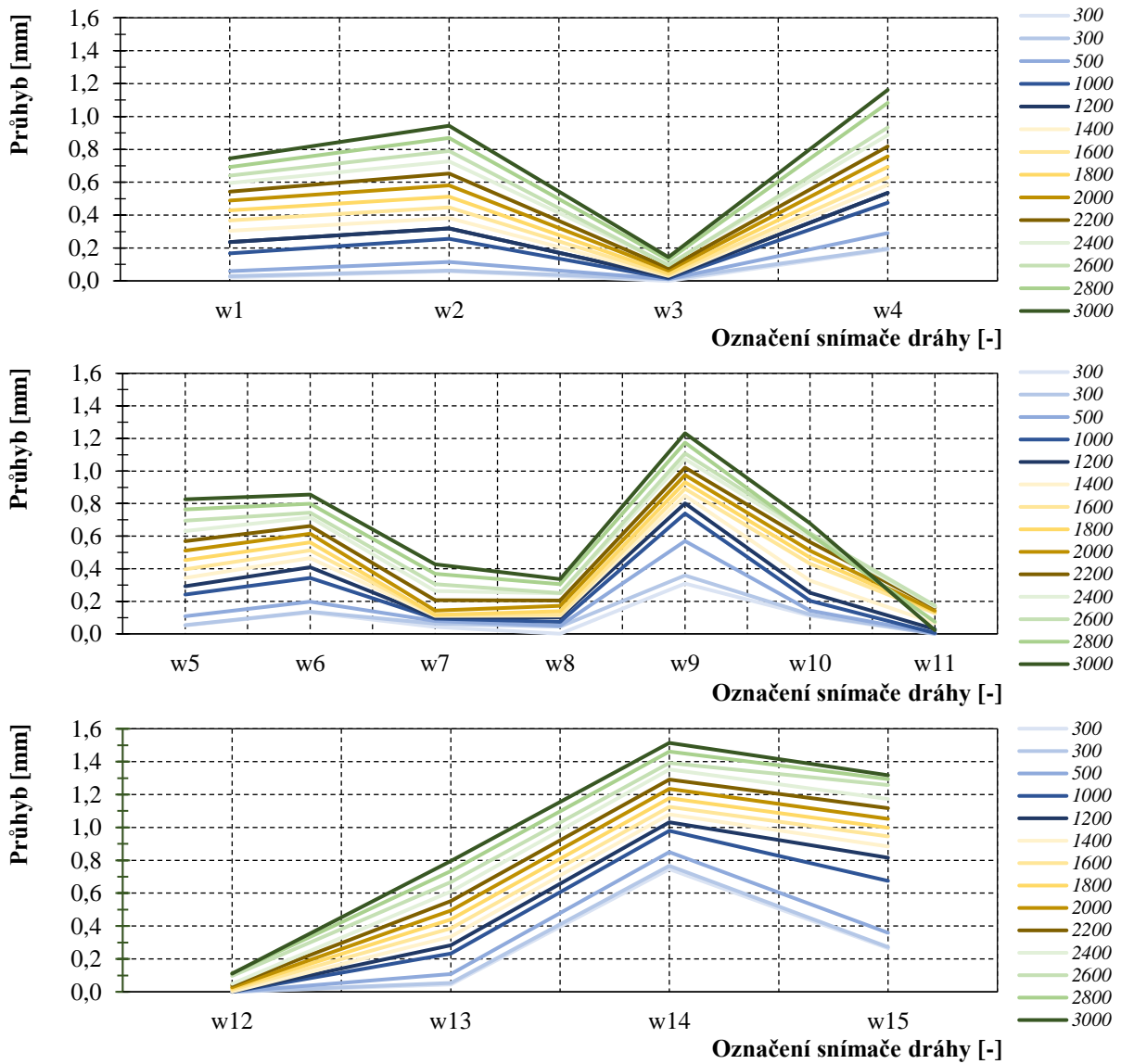
9.12.1.2. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel bez montážní pásky



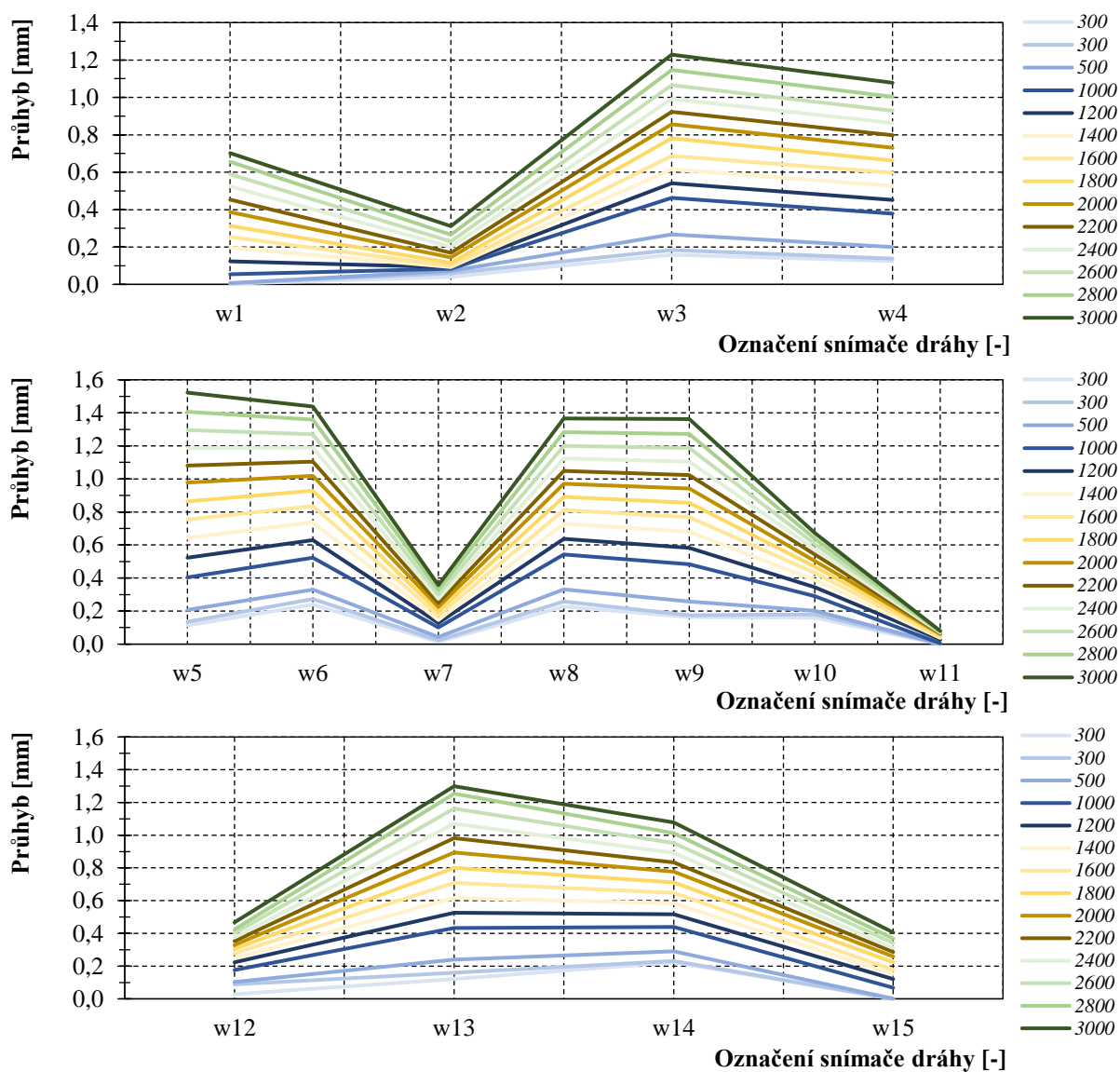
9.12.1.3. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex s montážní páskou



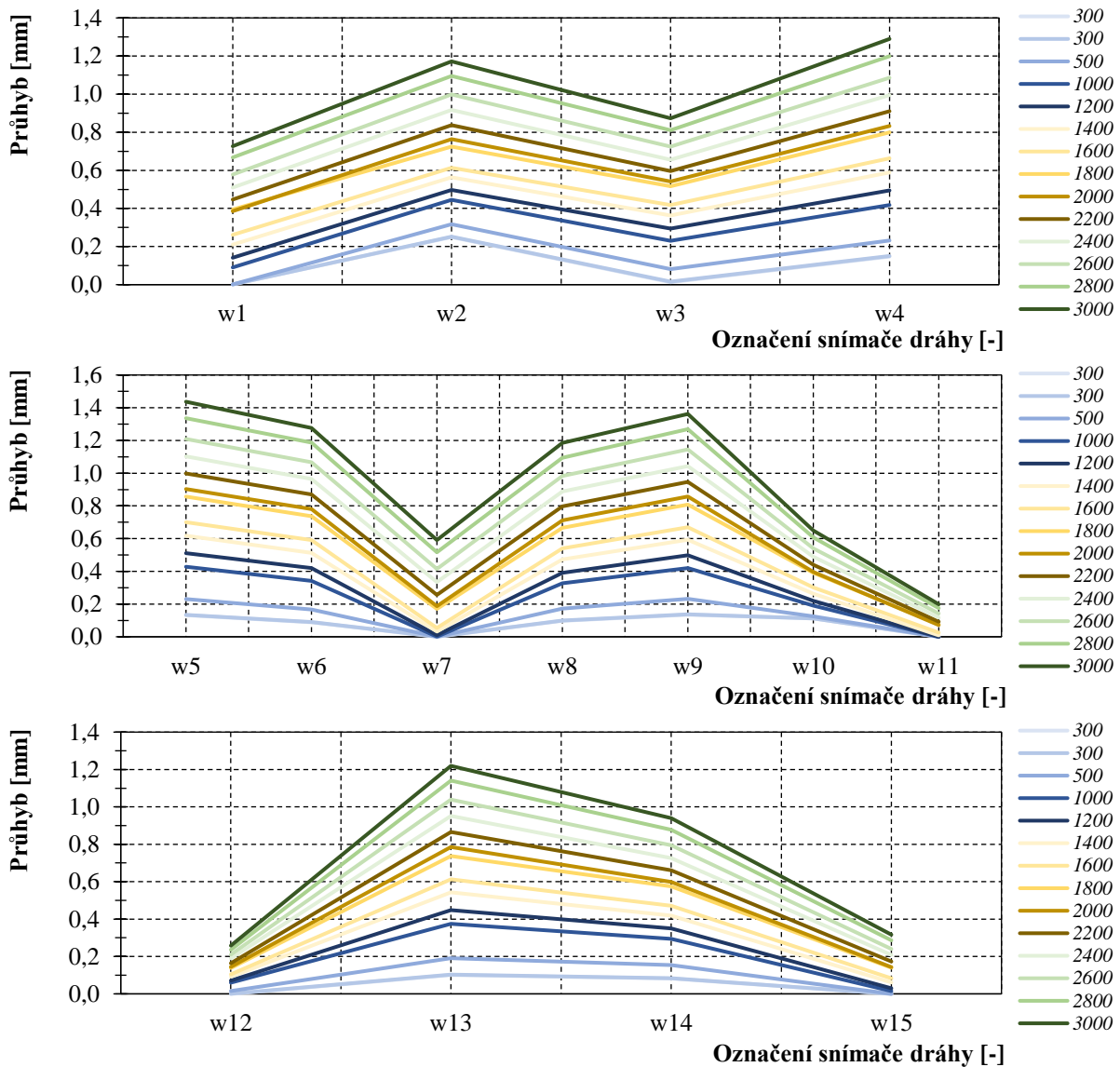
9.12.1.4. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex bez montážní pásky



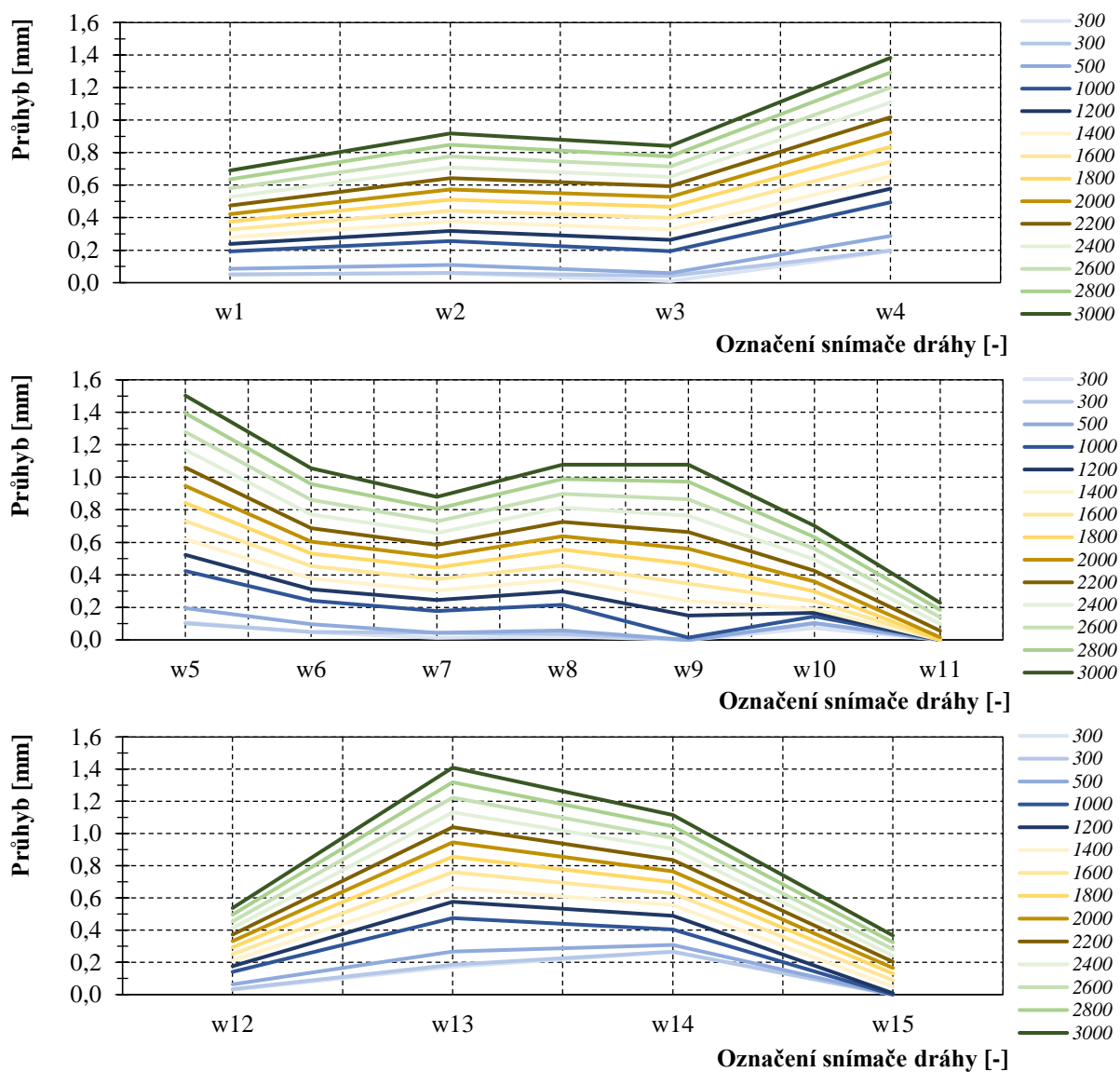
9.12.1.5. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP s montážní páskou



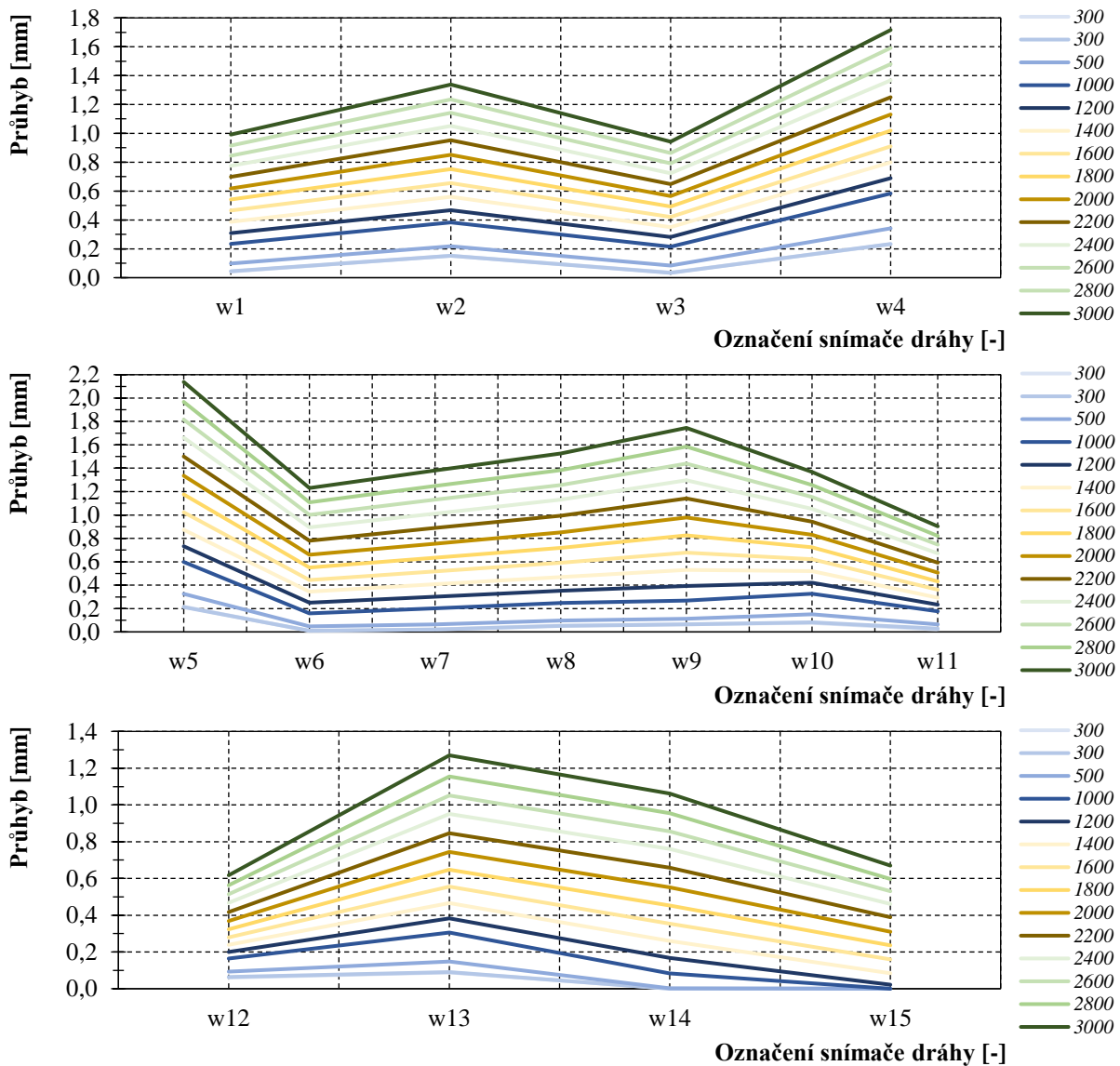
9.12.1.6. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP bez montážní pásky



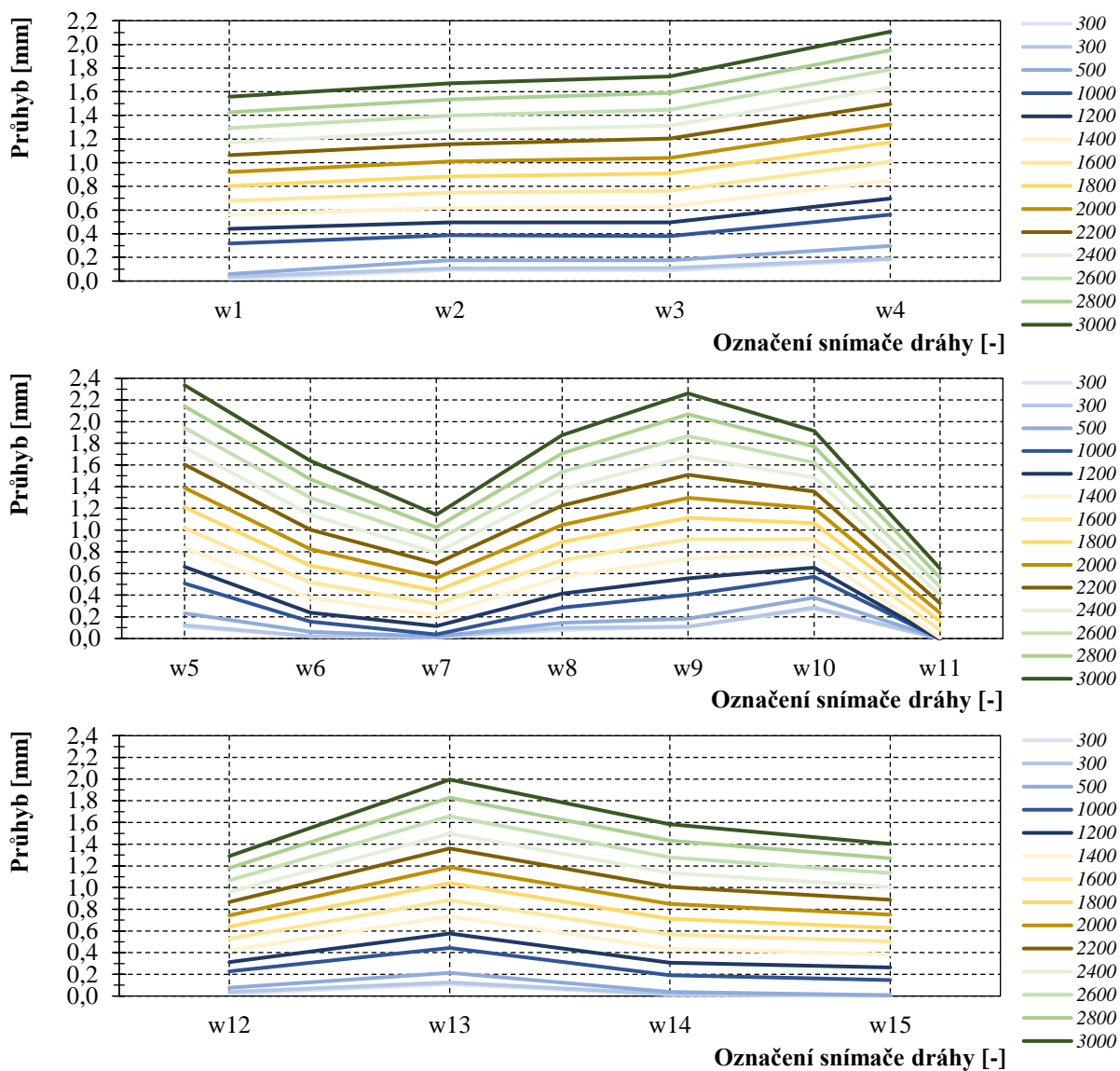
9.12.1.7. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM s montážní páskou



9.12.1.8. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM bez montážní pásky

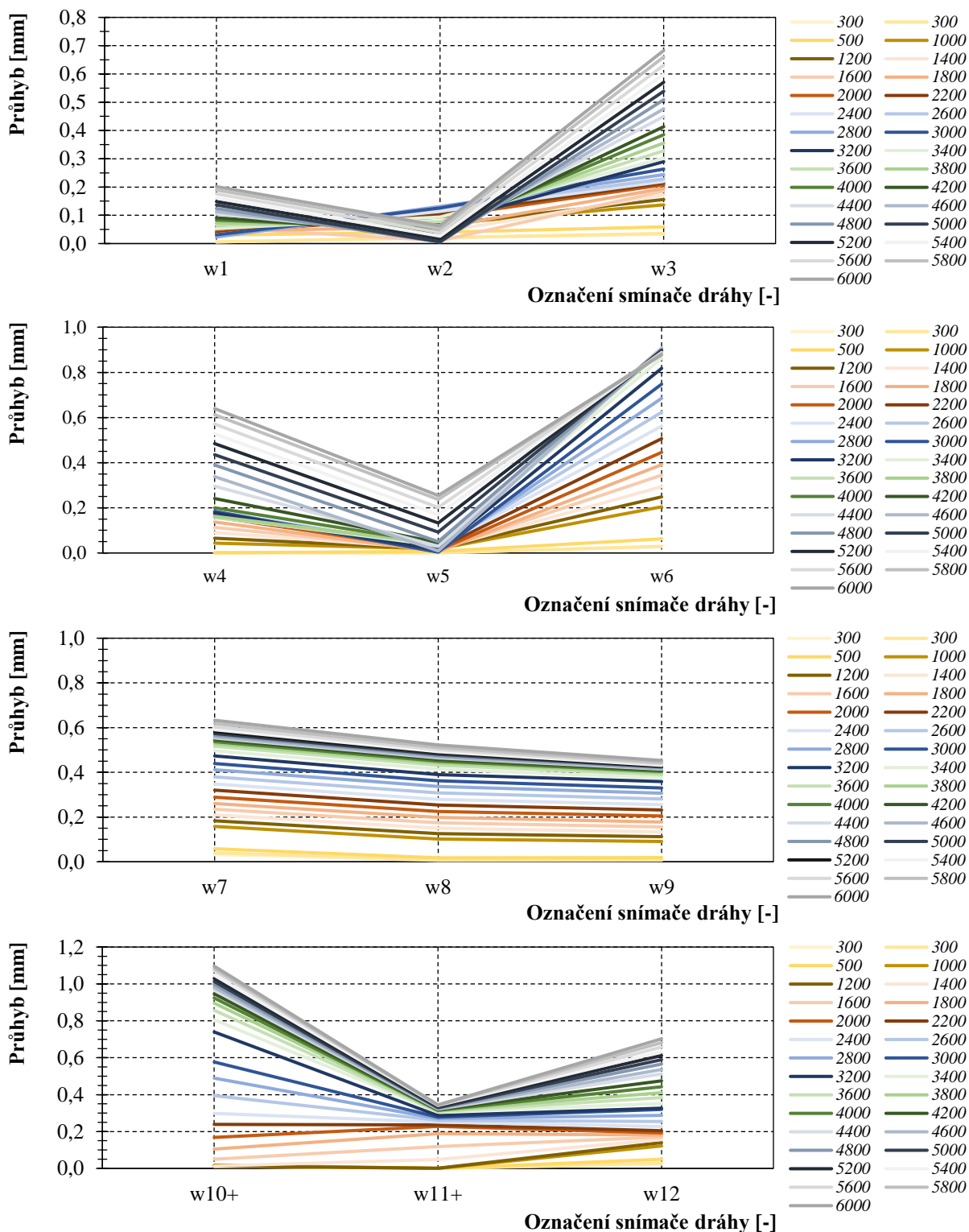


9.12.1.9. Kombinace s mechanickým spojem

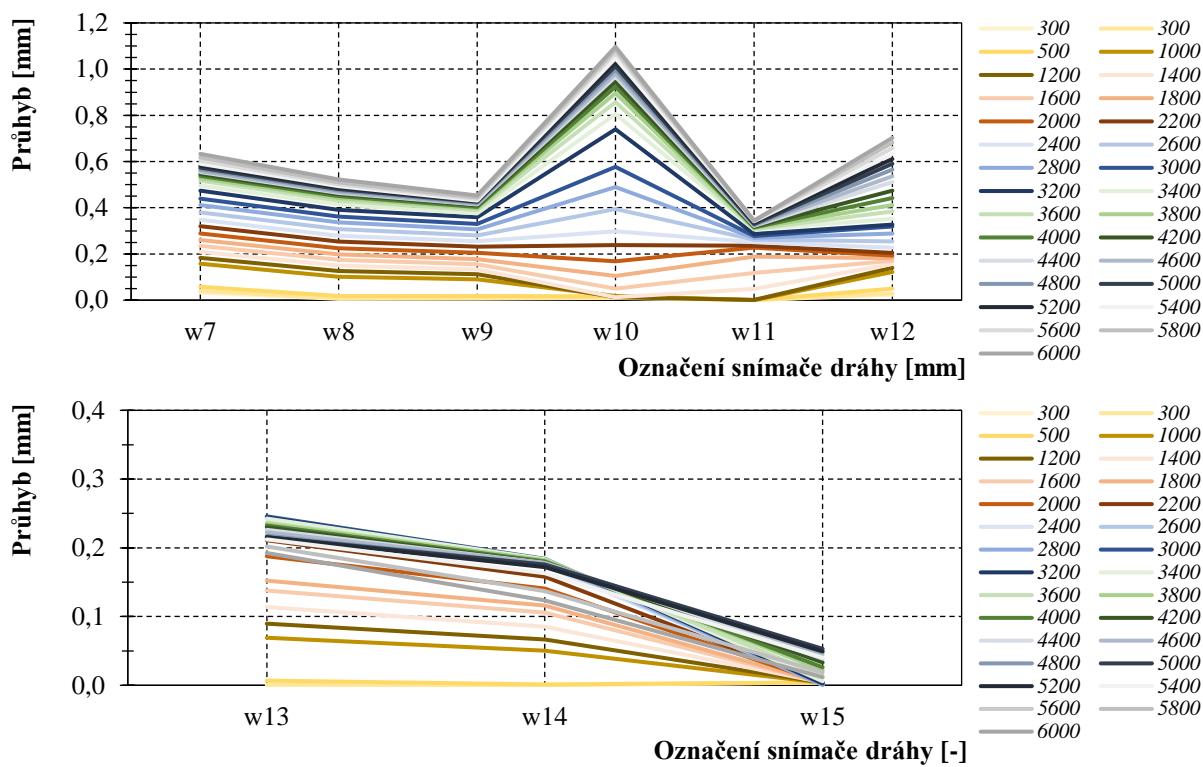


9.12.2. Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky⁹⁵

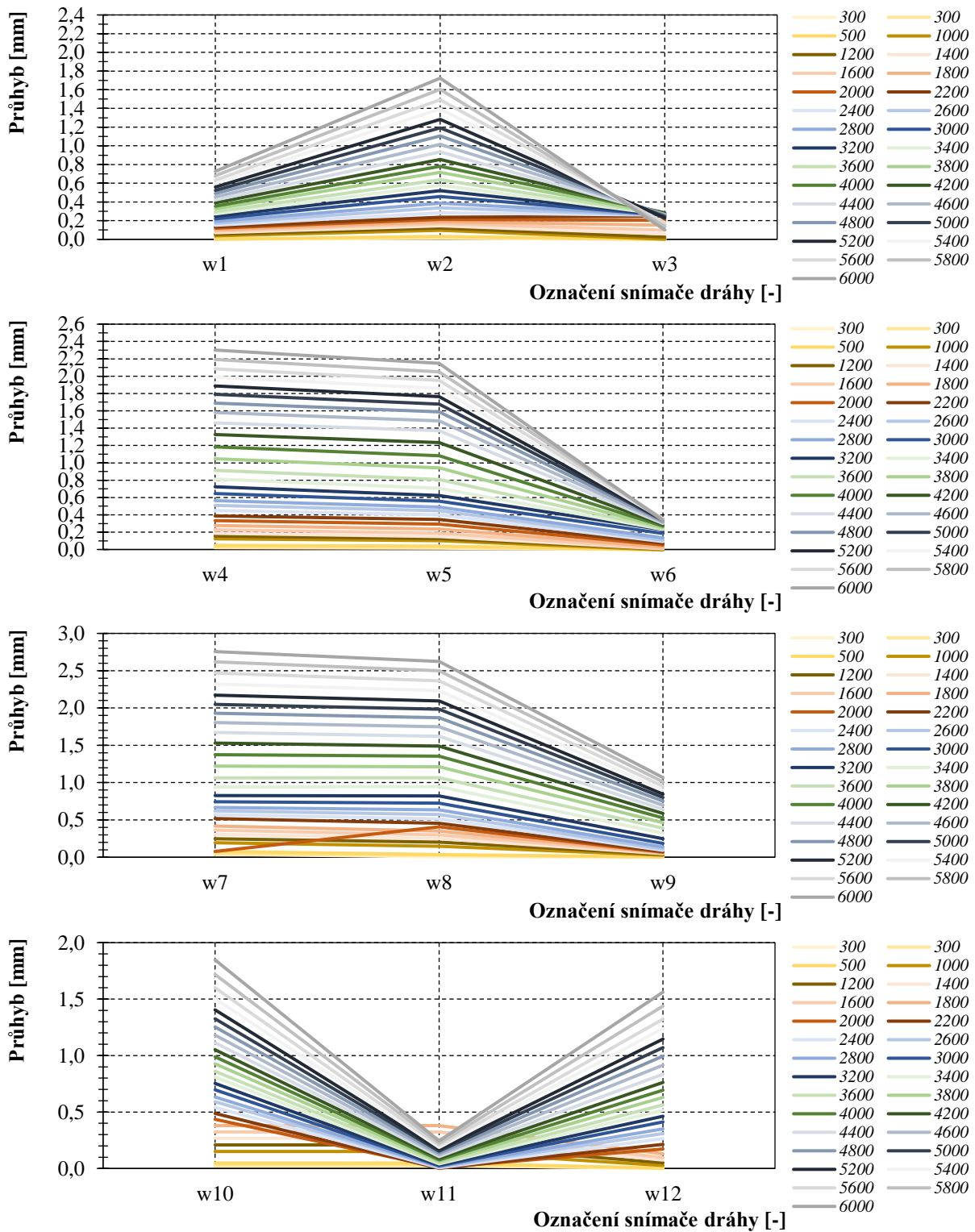
9.12.2.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

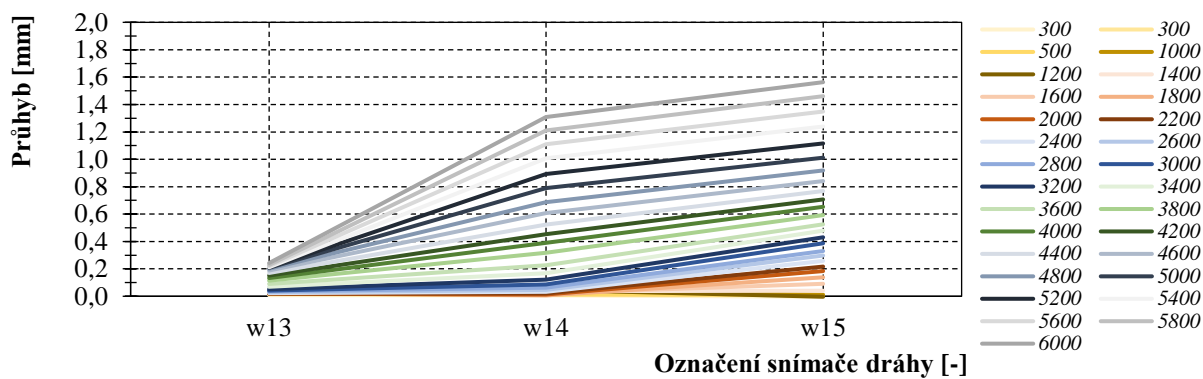
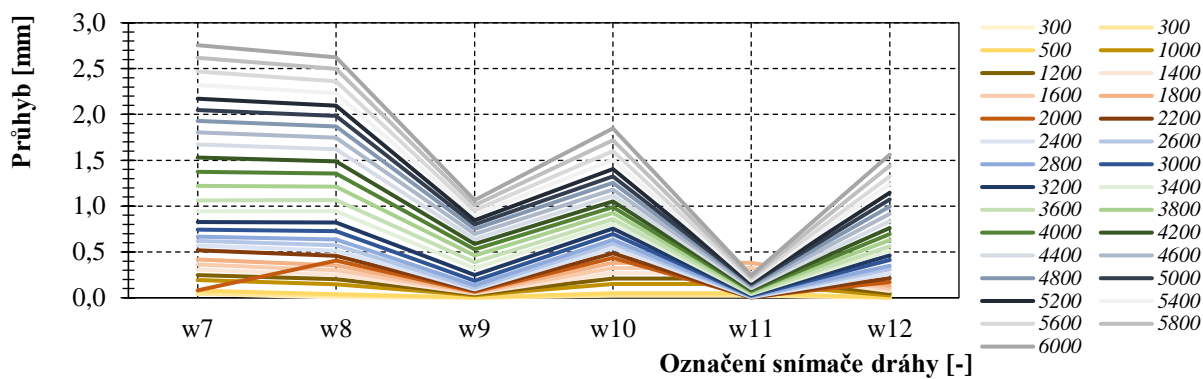


⁹⁵ Pro fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky byl nárůst průhybu na příčné ose zaznamenáván postupně při zatěžování do 6000 N/m².



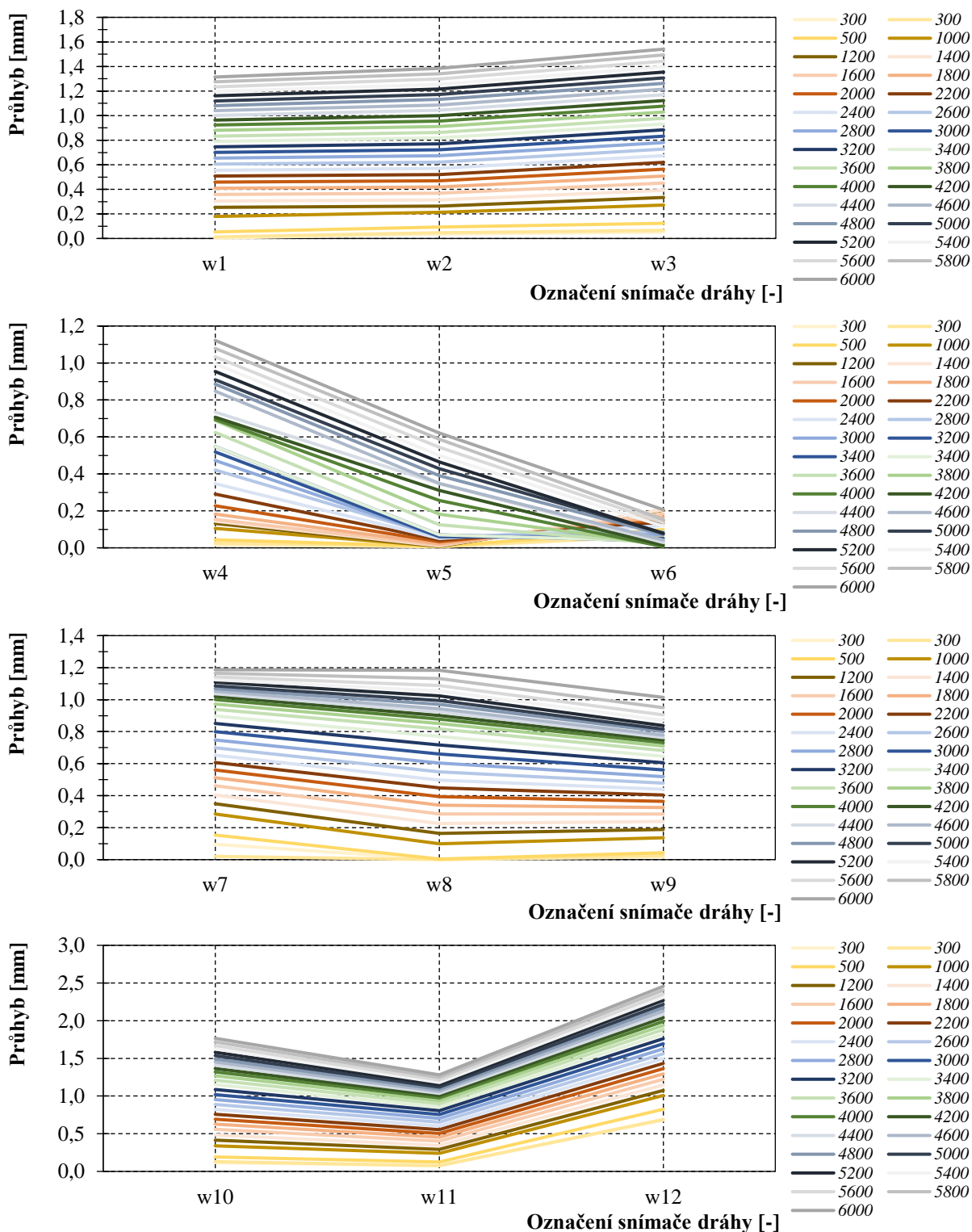
9.12.2.2. Kombinace s mechanickým spojem



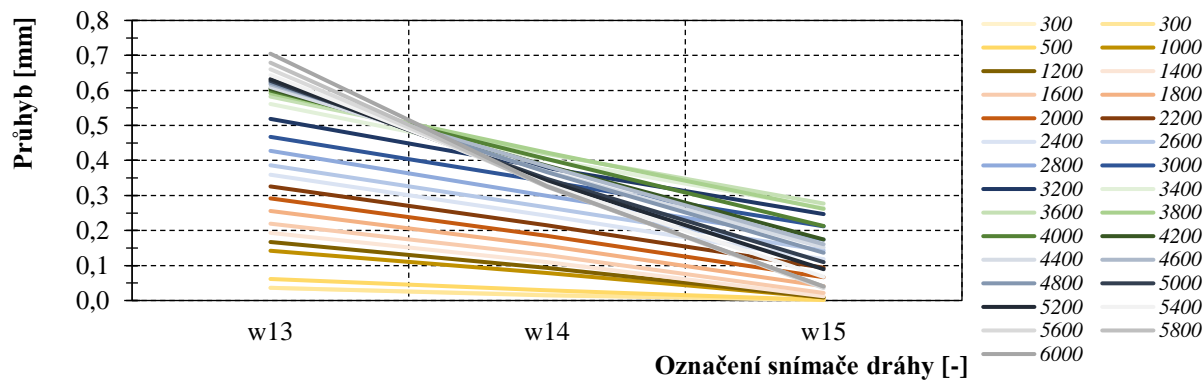
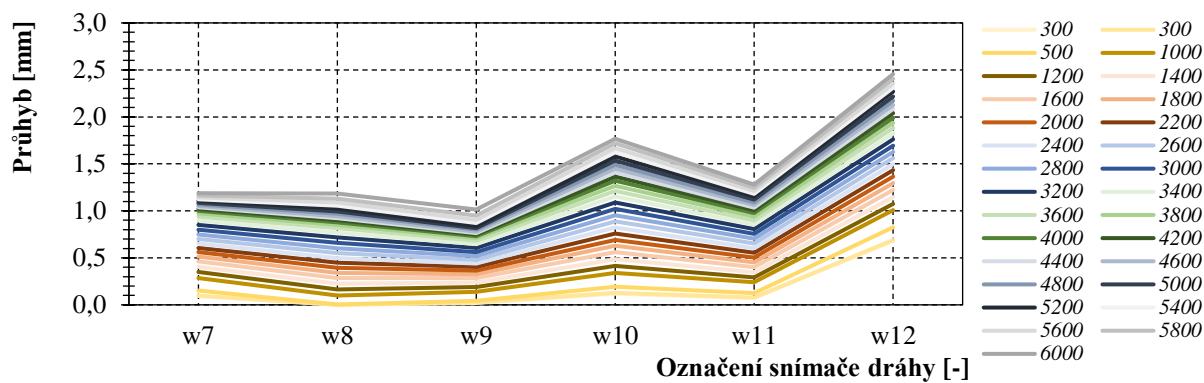


9.12.3. Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu⁹⁶

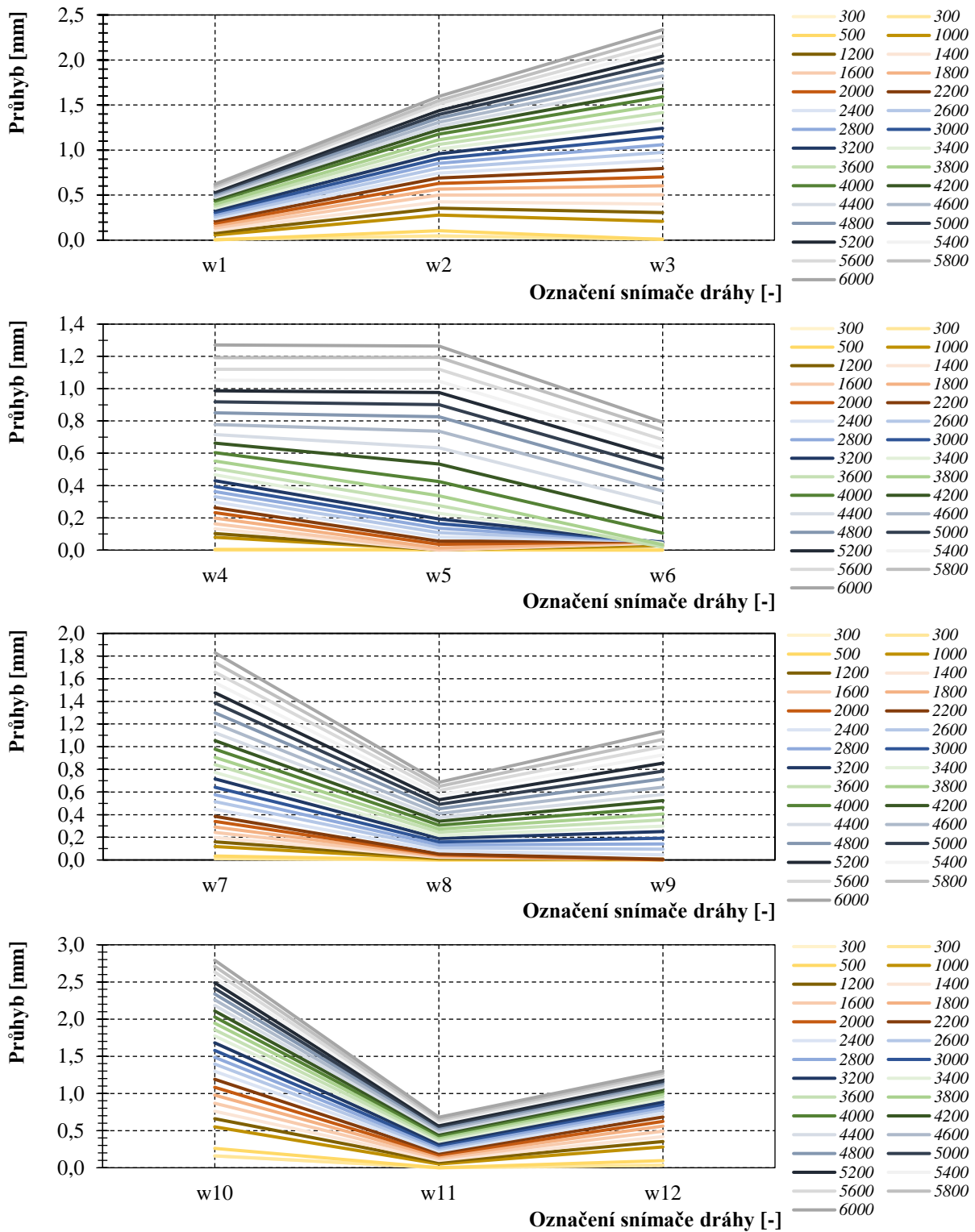
9.12.3.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

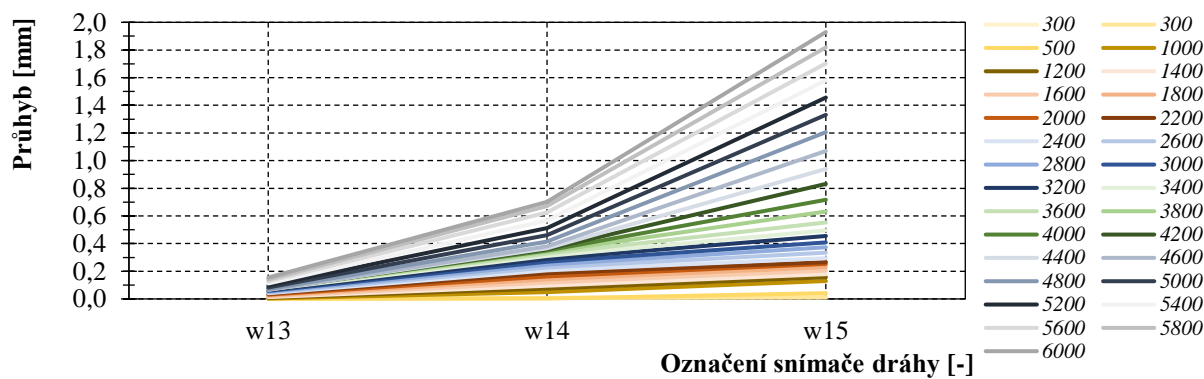
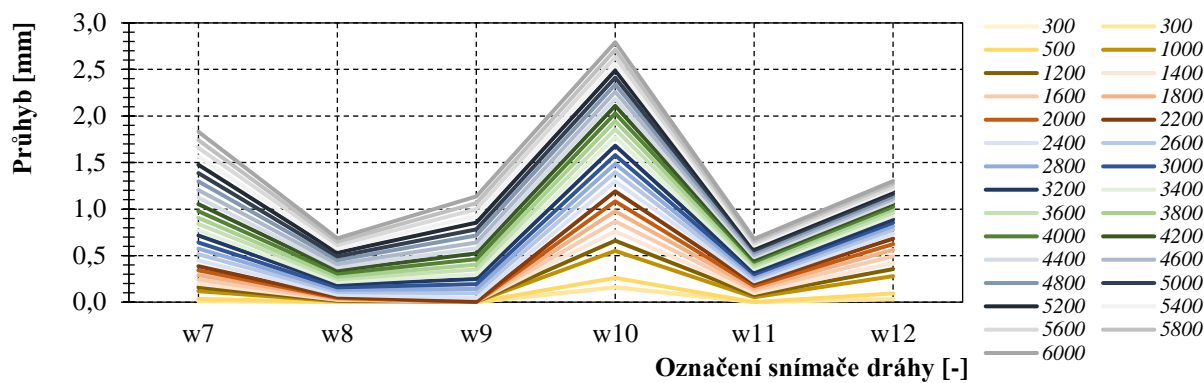


⁹⁶ Pro fasádní segment s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu byl nárůst průhybu na příčné ose zaznamenáván postupně při zatěžování do 6000 N/m².



9.12.3.2. Kombinace s mechanickým spojem

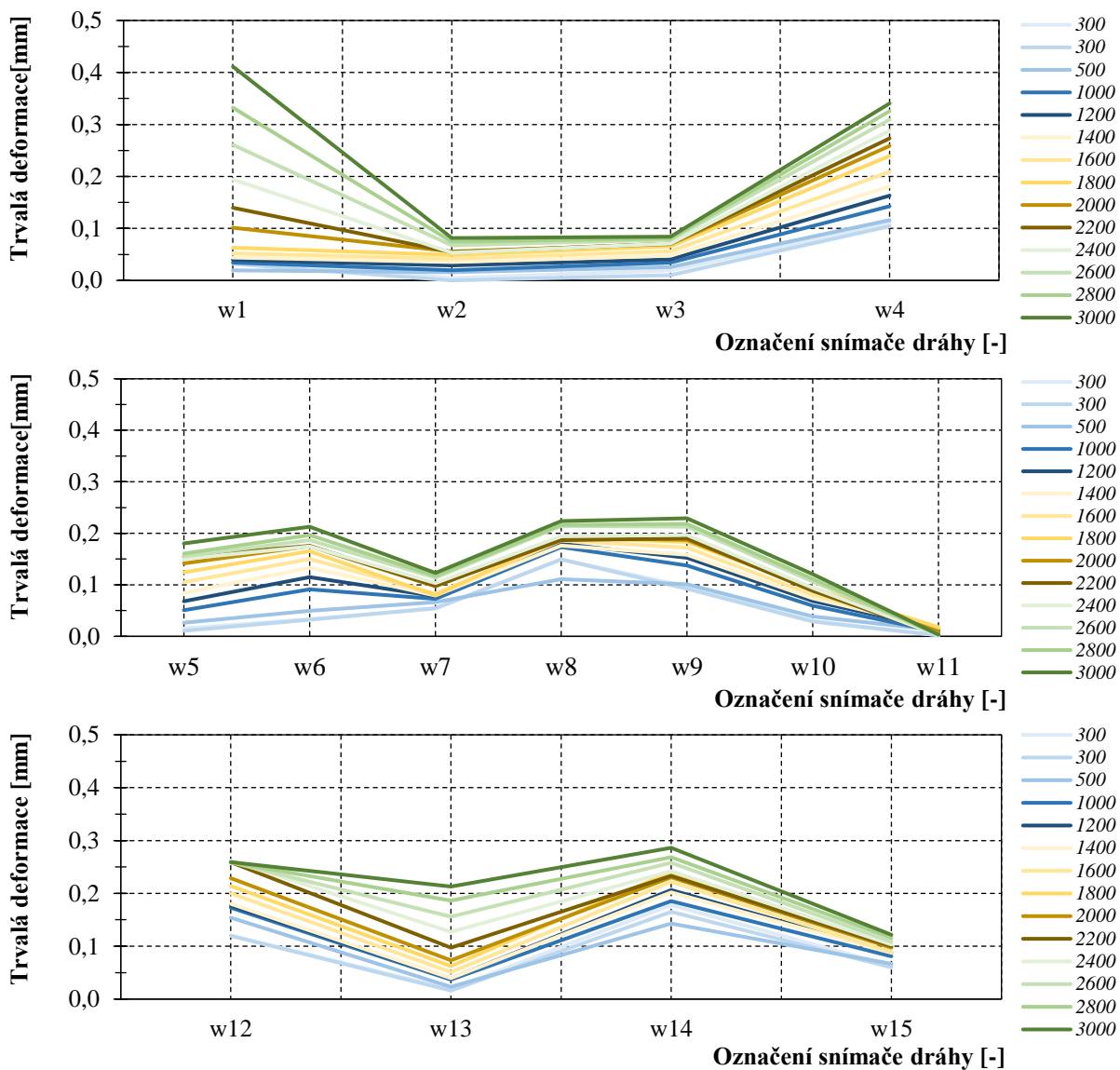




9.13. Záznam nárůstu trvalých deformací fasádního segmentu

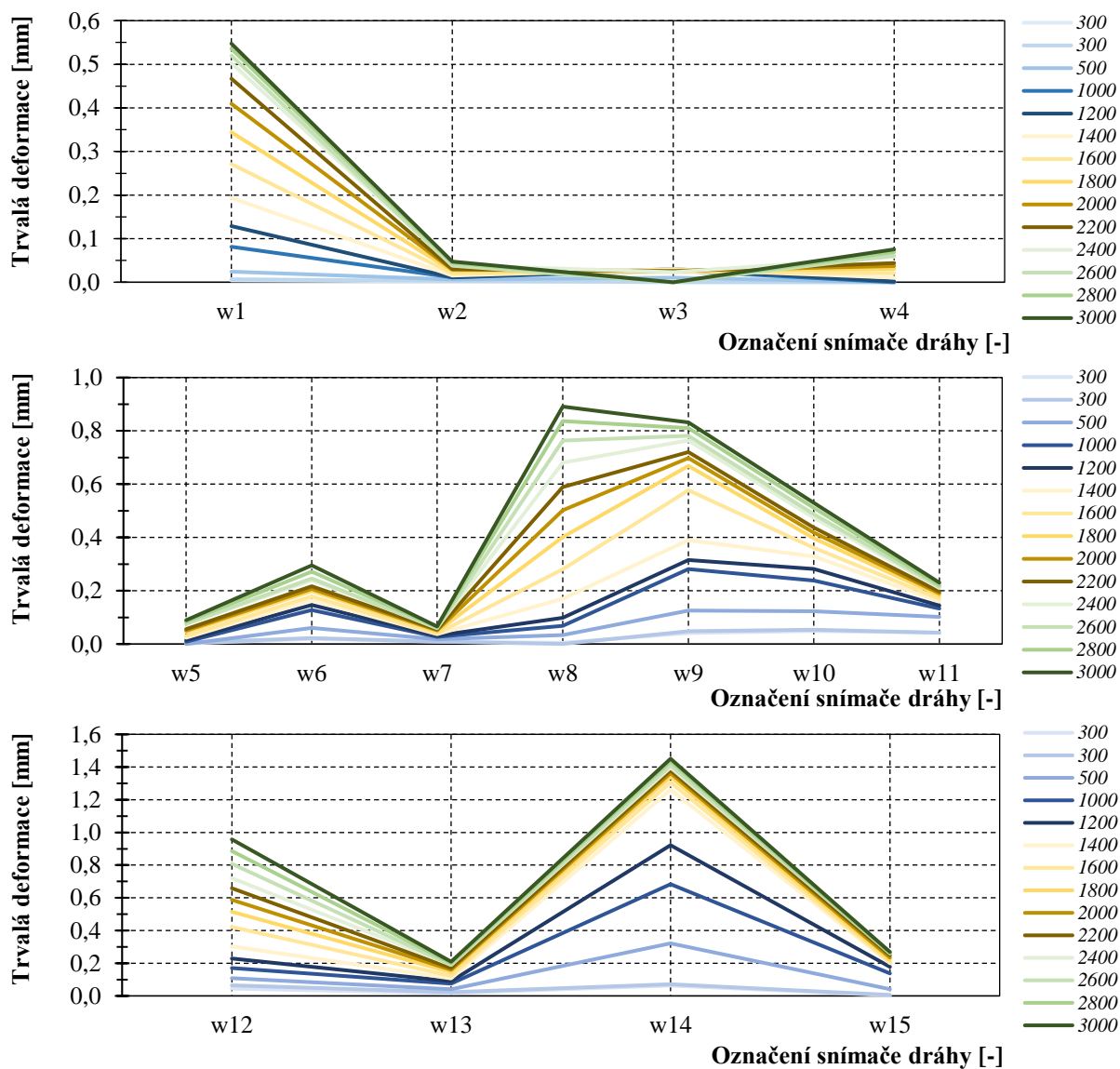
9.13.1. Fasádní segment s obkladem Cetris Basic⁹⁷

9.13.1.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel s montážní páskou

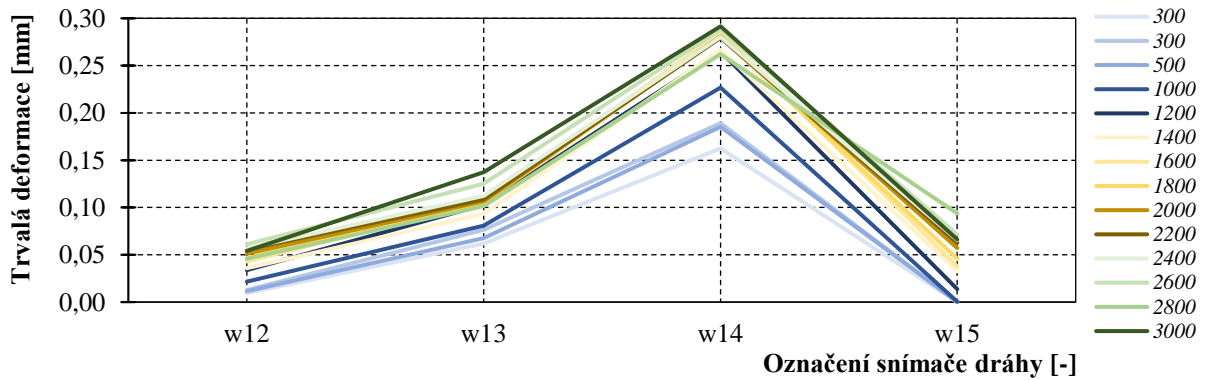
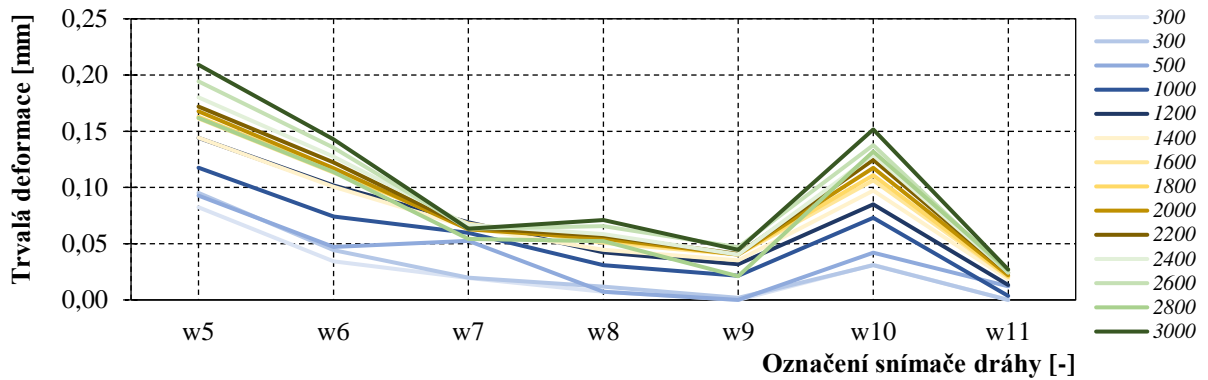
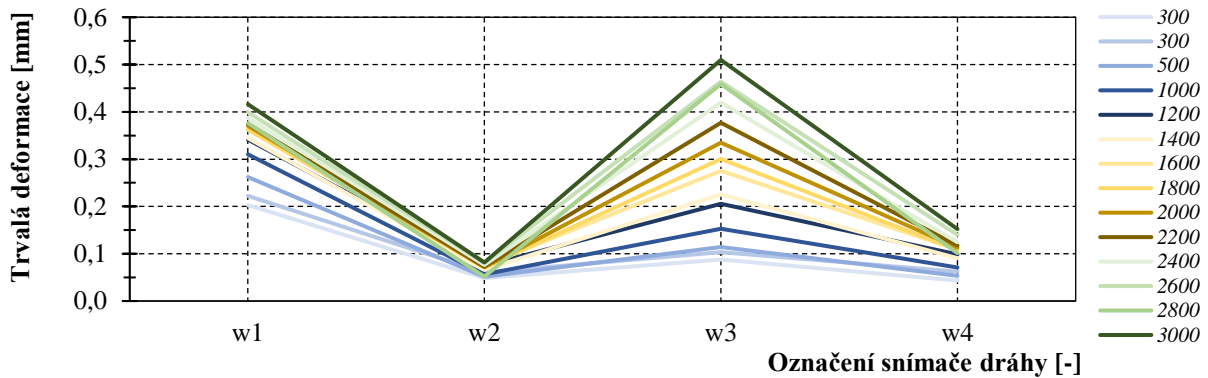


⁹⁷ Pro fasádní segment s obkladem Cetris Basic byl nárůst trvalých deformací na příčné ose při odtížení zaznamenáván postupně do zatížení 3000 N/m².

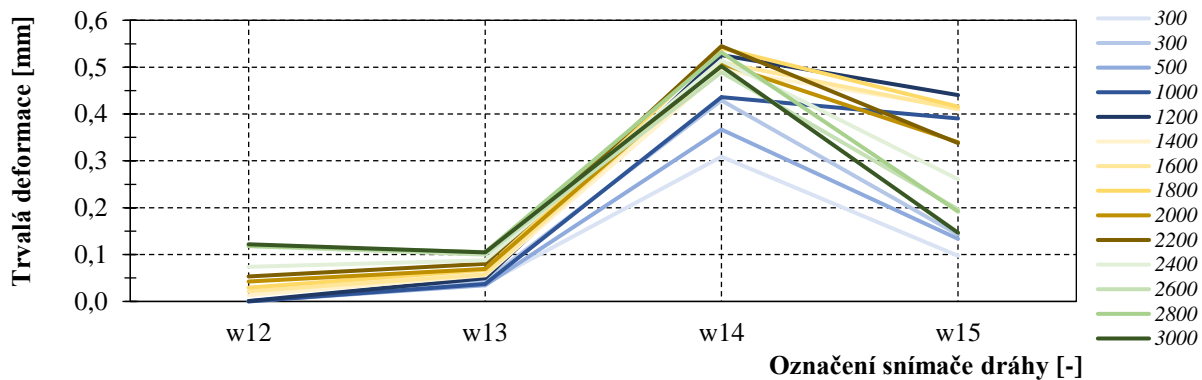
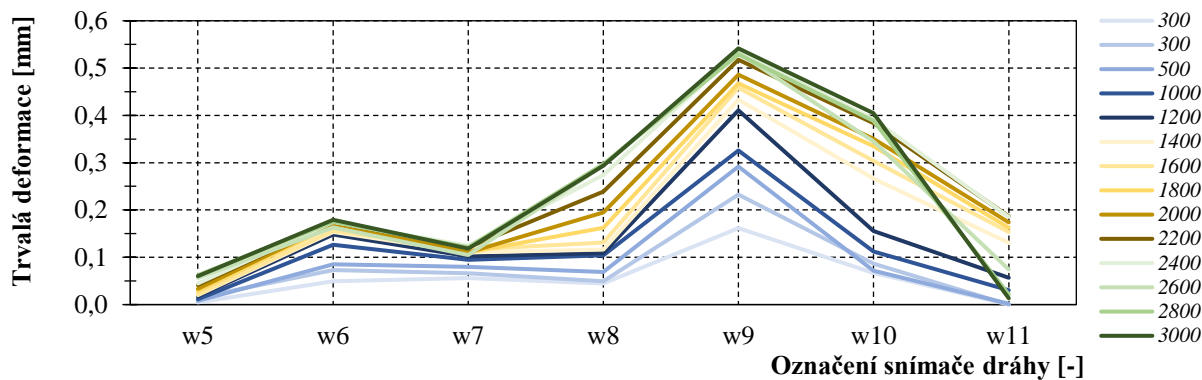
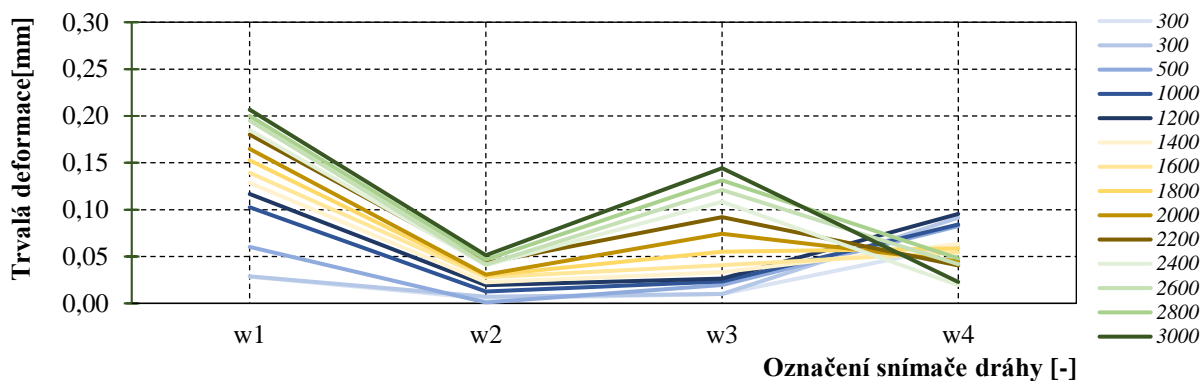
9.13.1.2. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel bez montážní pásky



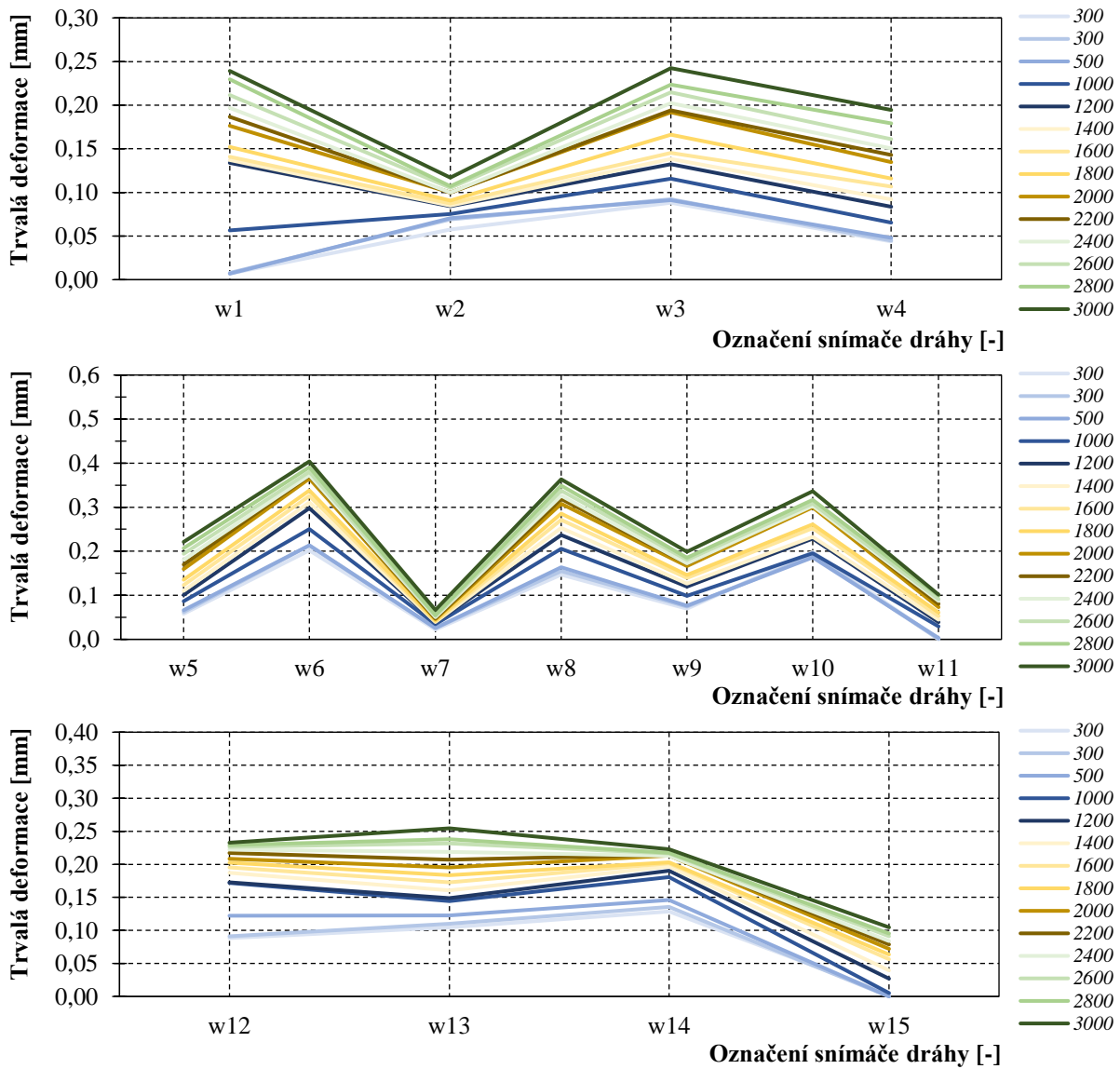
9.13.1.3. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex s montážní páskou



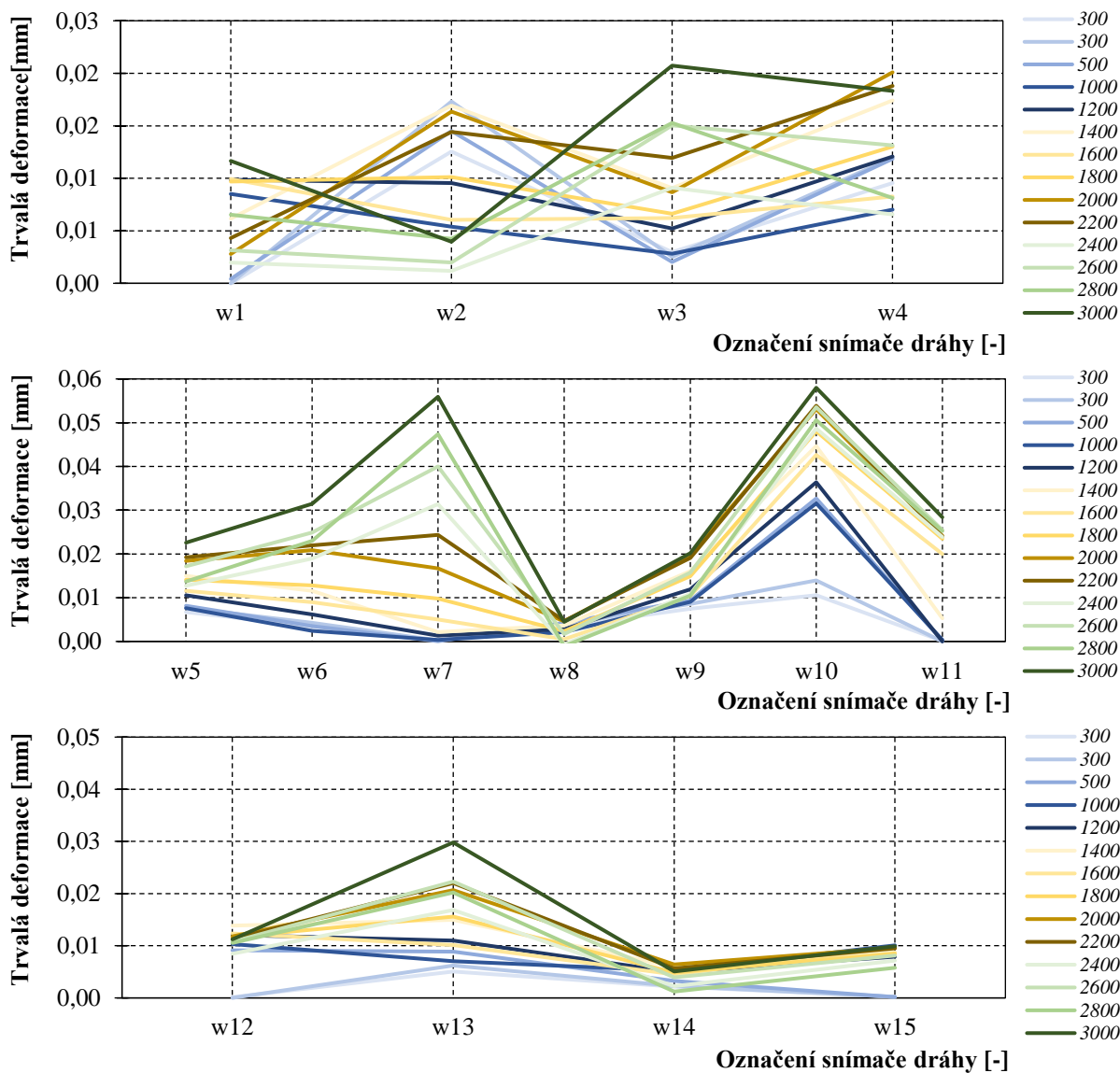
9.13.1.4. Kombinace s lepicím systémem Dinitrol F500LP Polyflex bez montážní pásky



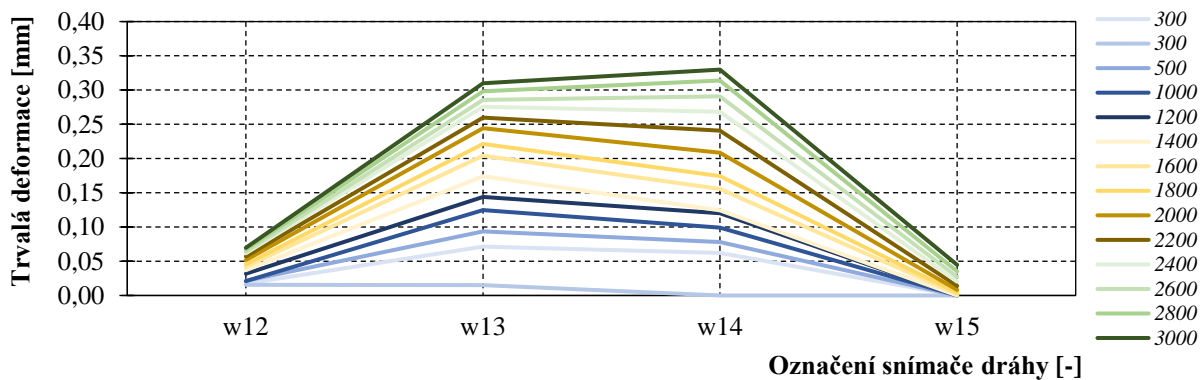
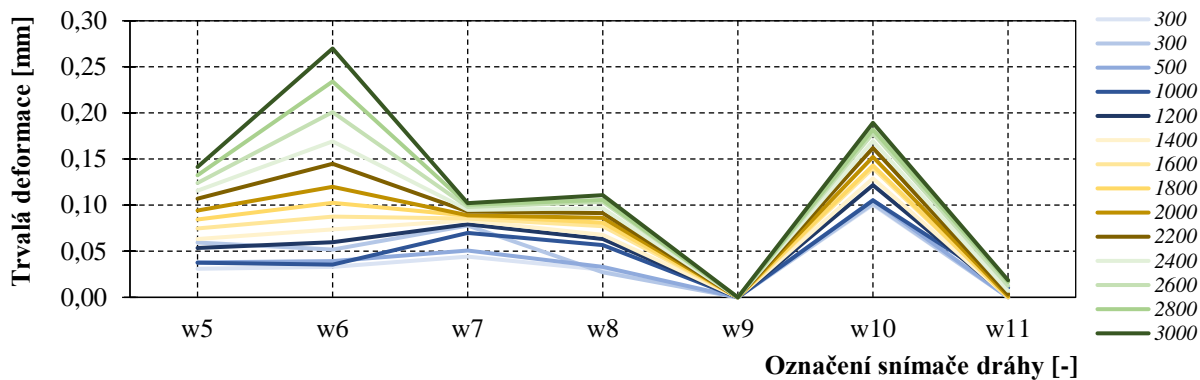
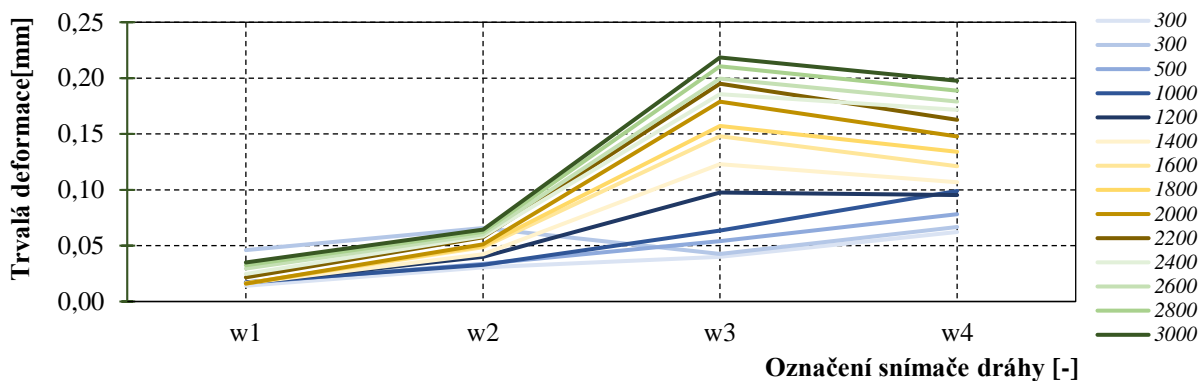
9.13.1.5. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP s montážní páskou



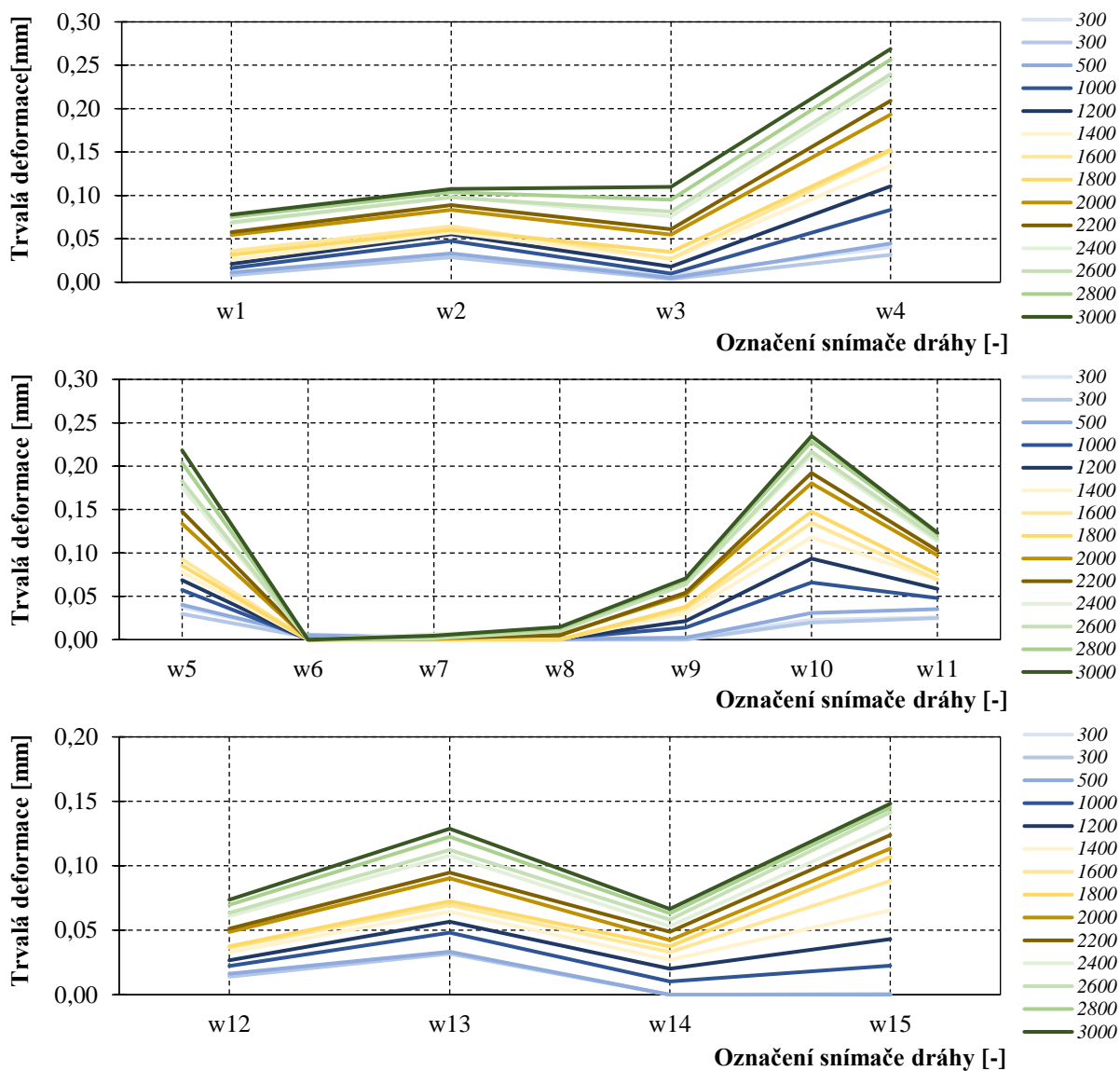
9.13.1.6. Kombinace s lepicím systémem Simson 007 SMP bez montážní pásky



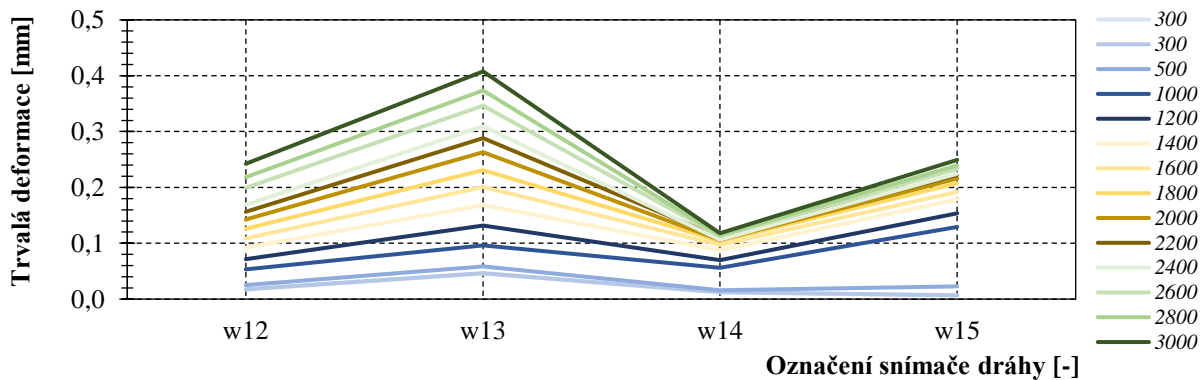
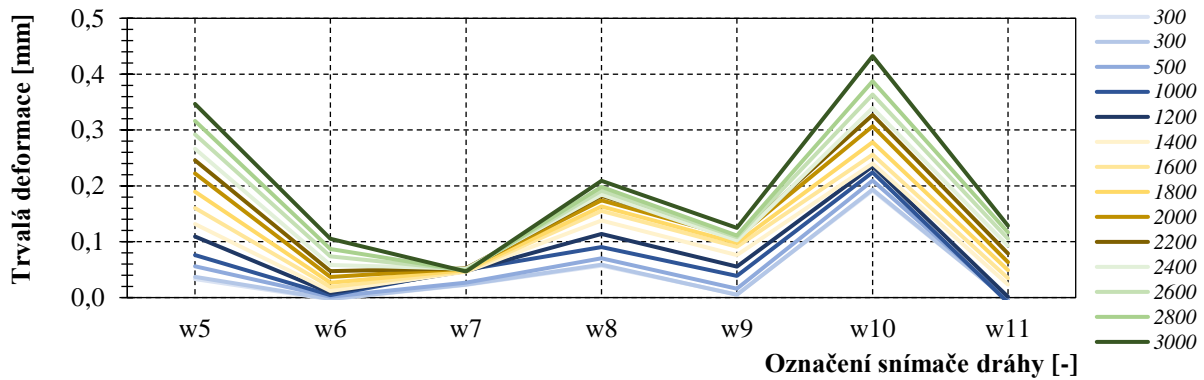
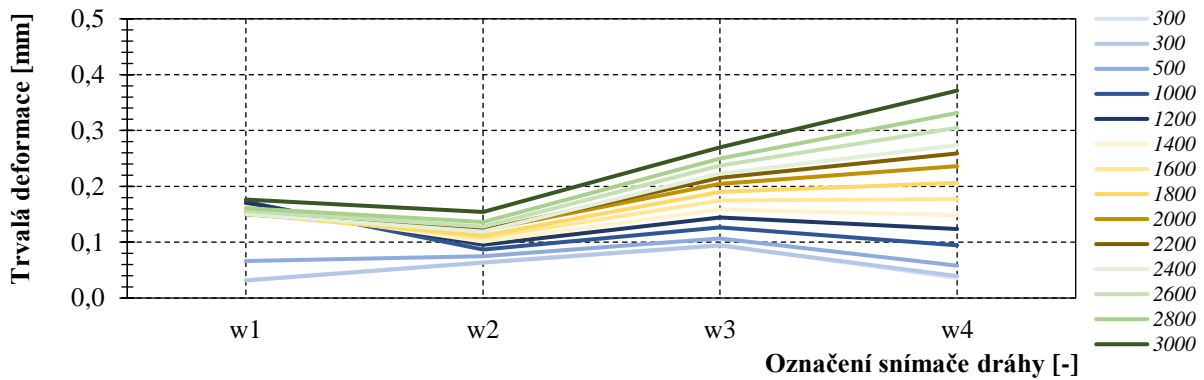
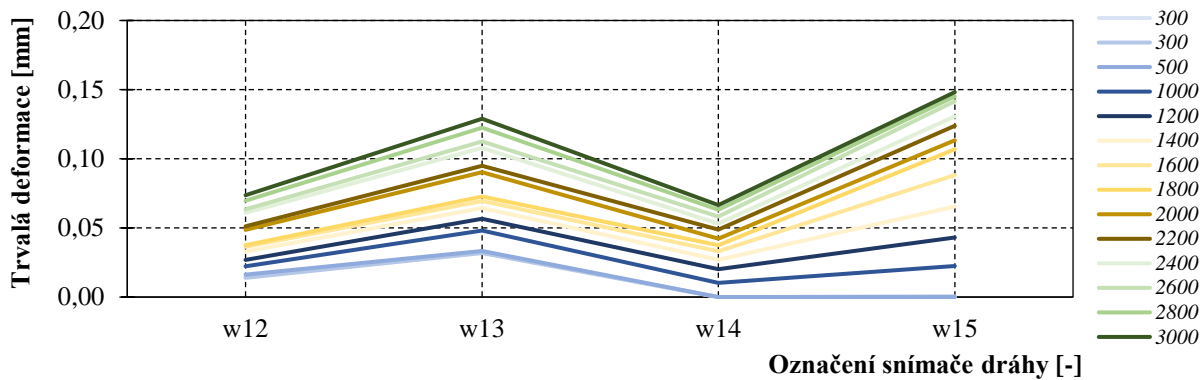
9.13.1.7. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM s montážní páskou



9.13.1.8. Kombinace s lepicím systémem Simson PanelTack HM bez montážní pásky

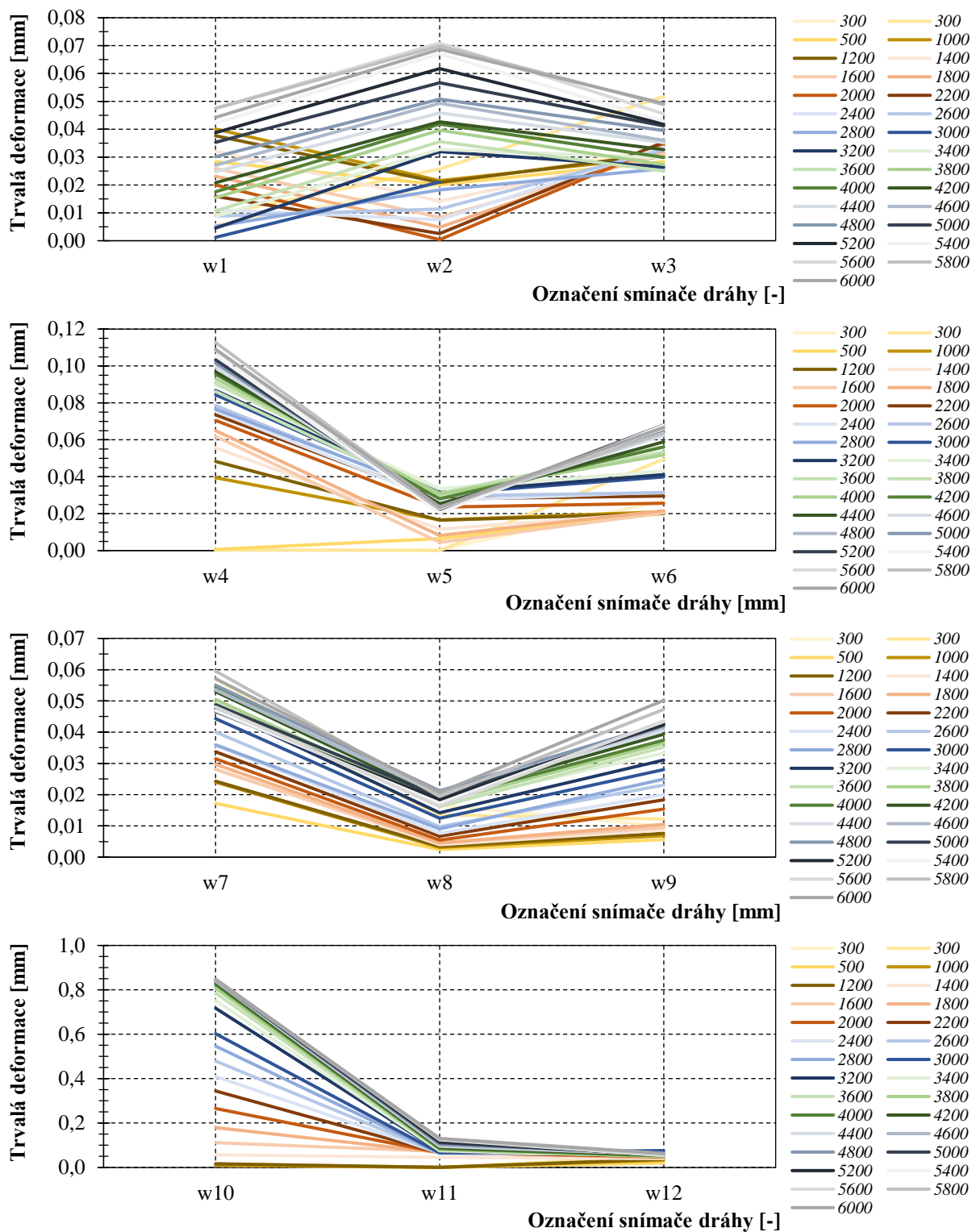


9.13.1.9. Kombinace s mechanickým spojem

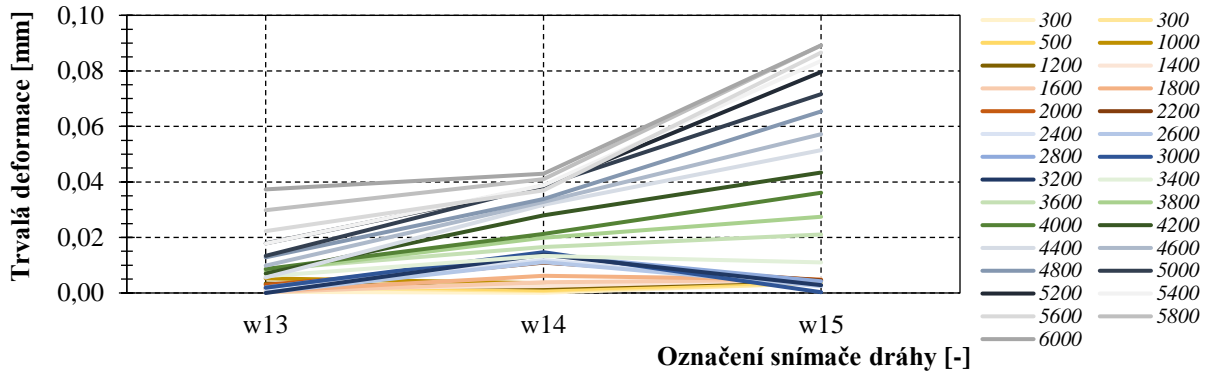
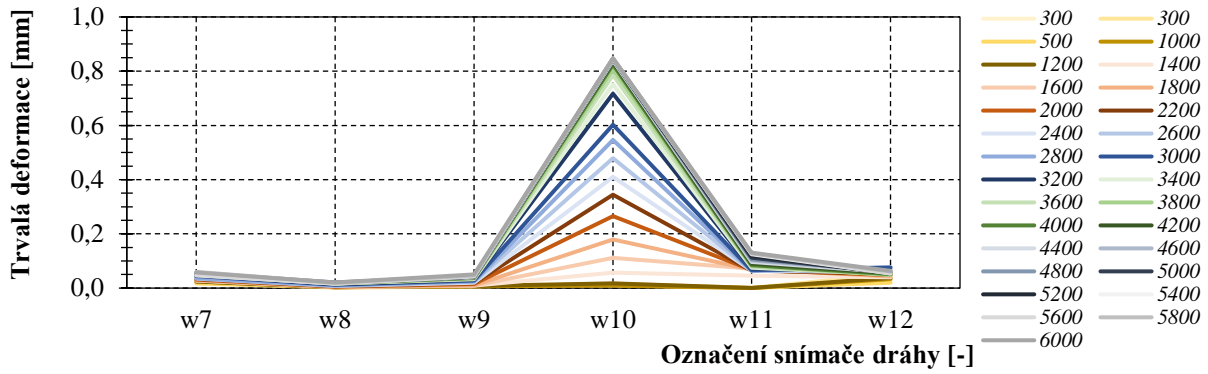


9.13.2. Fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky⁹⁸

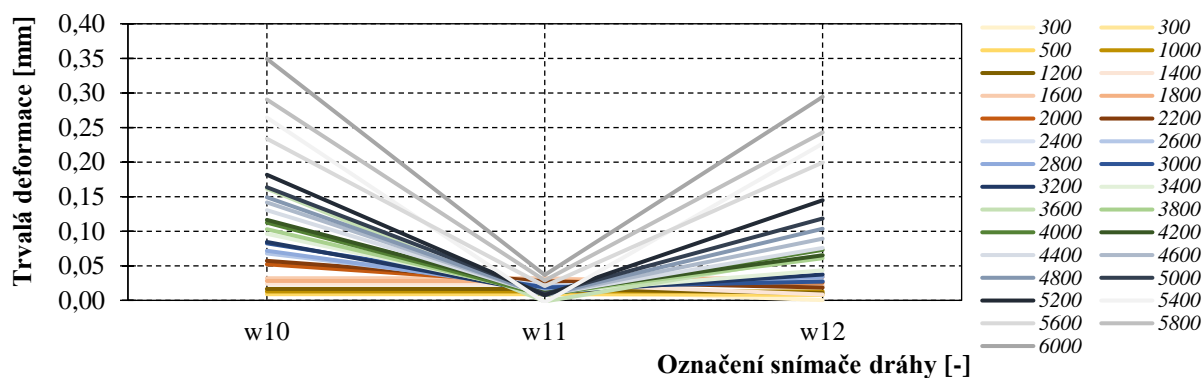
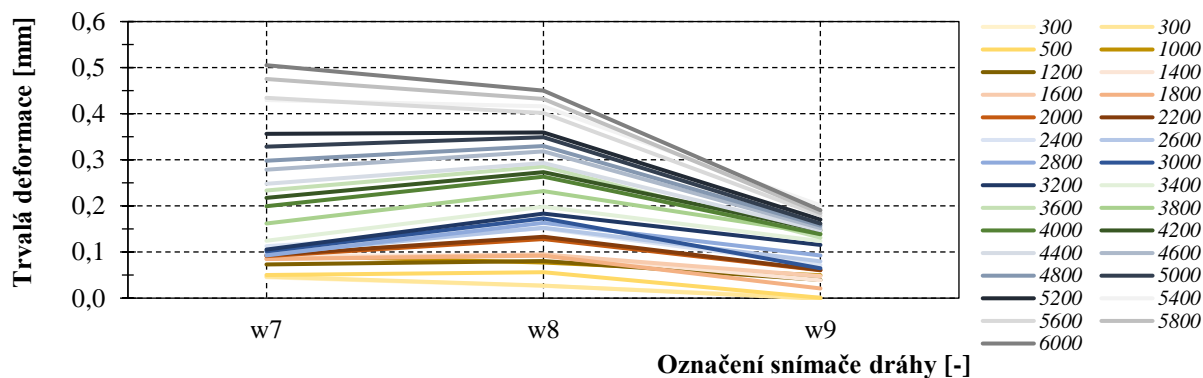
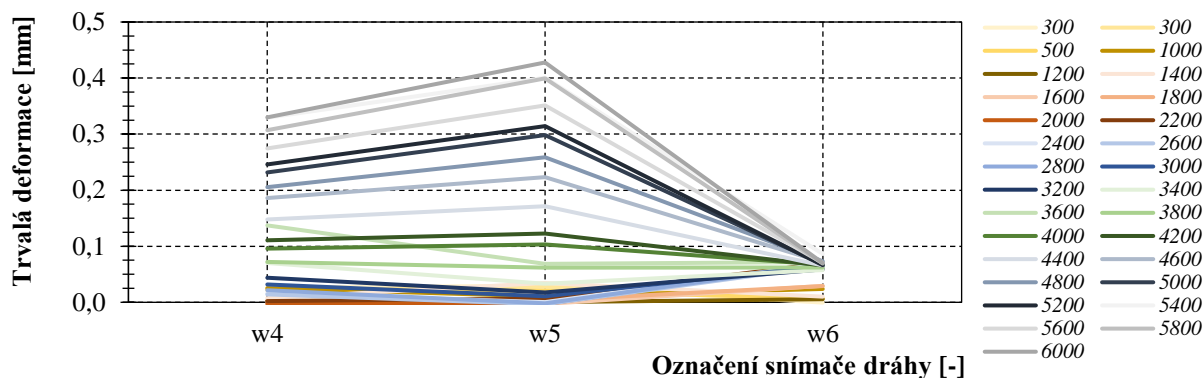
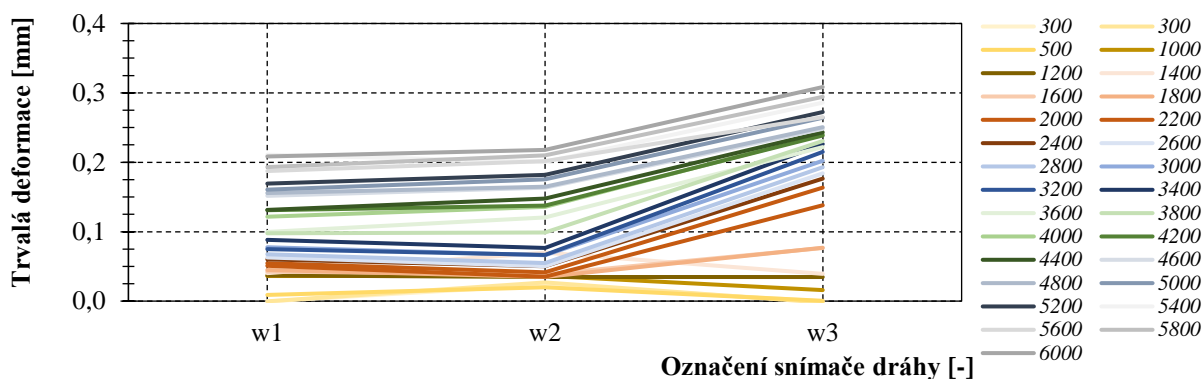
9.13.2.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

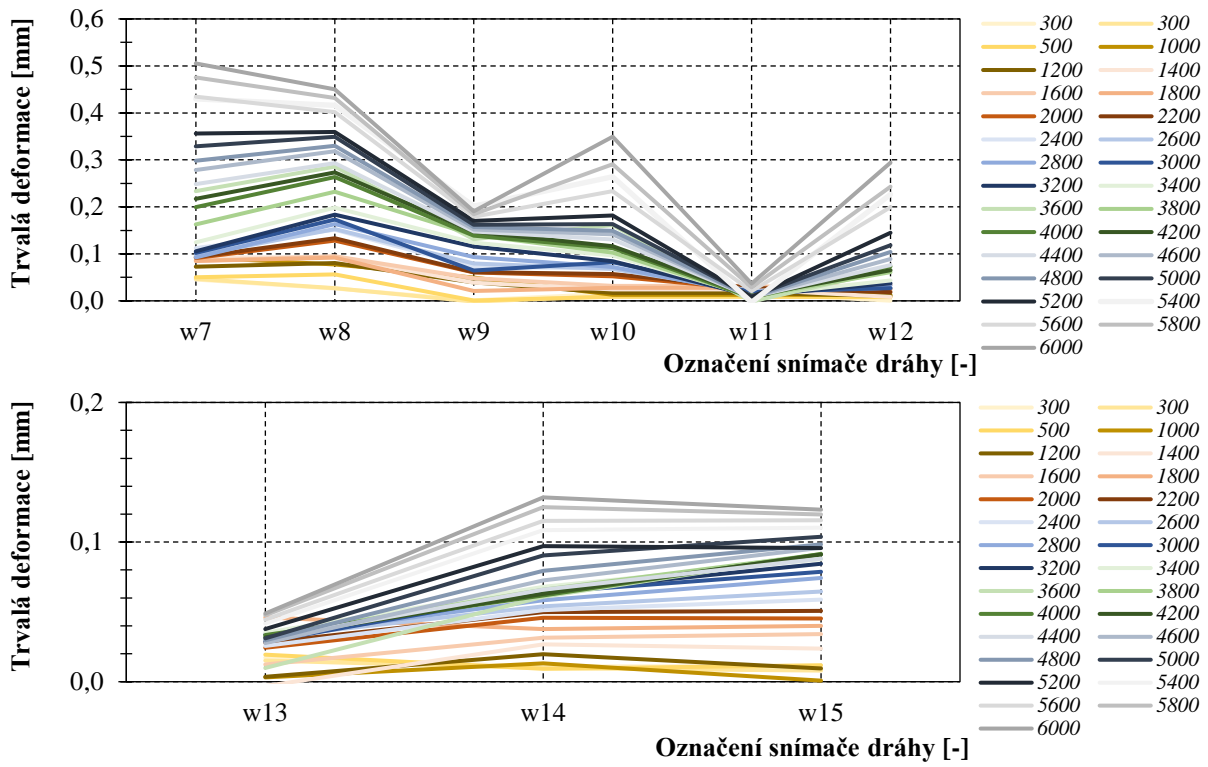


⁹⁸ Pro fasádní segment s obkladem z třívrstvé lepené desky byl nárůst trvalých deformací na příčné ose při odtížení zaznamenáván postupně do zatížení 6000 N/m².



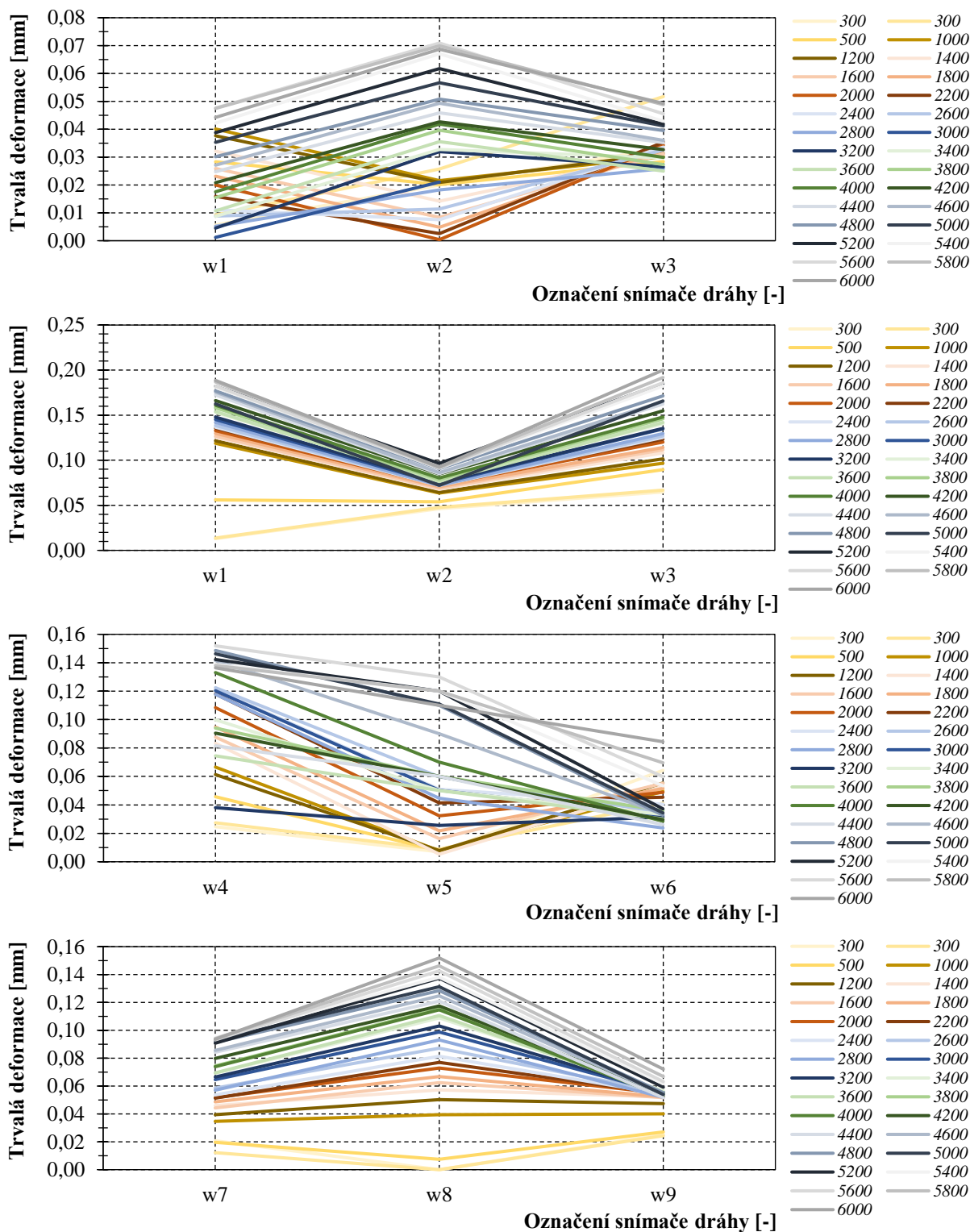
9.13.2.2. Kombinace s mechanickým spojem



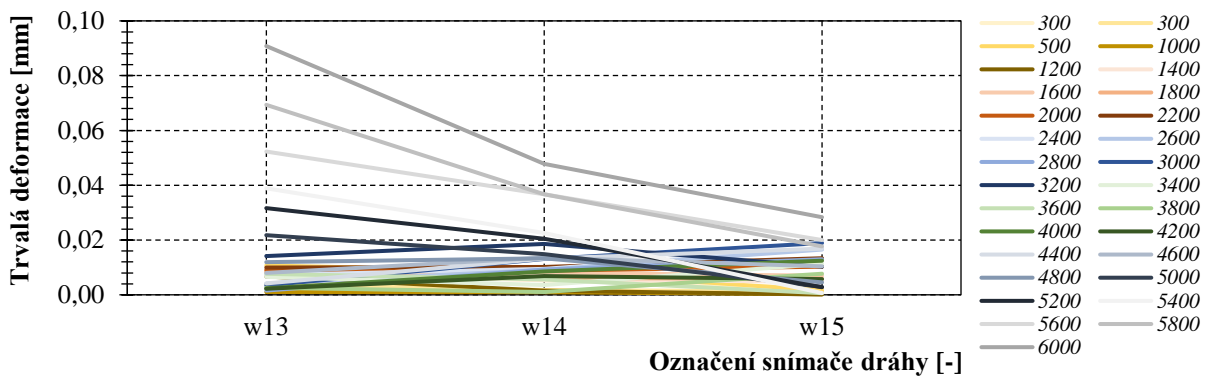
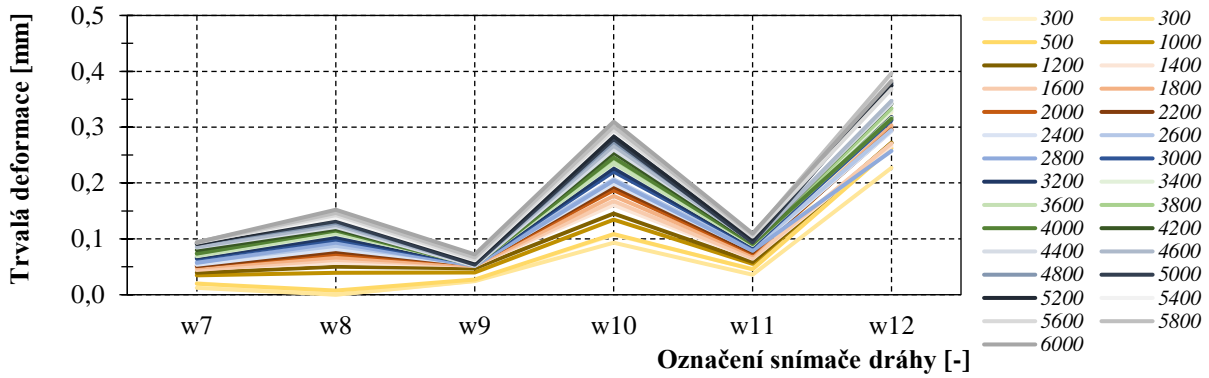
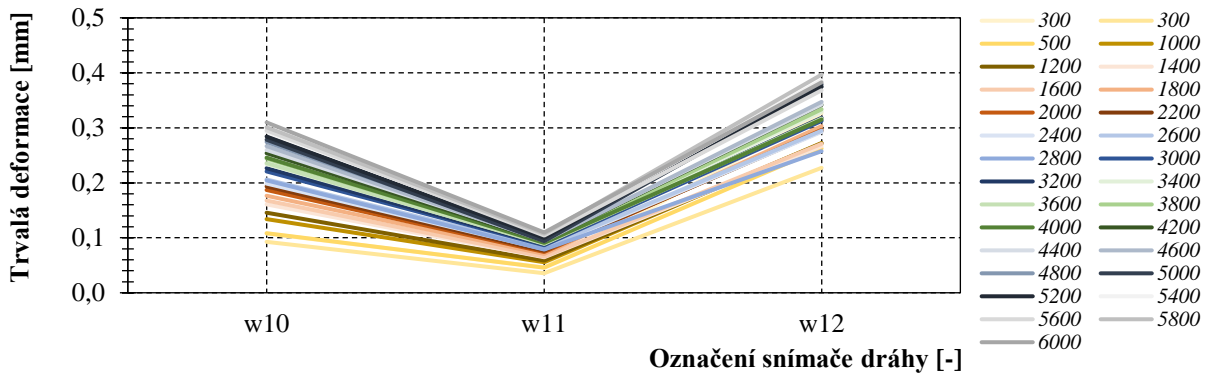


9.13.3. Fasádní segment s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu⁹⁹

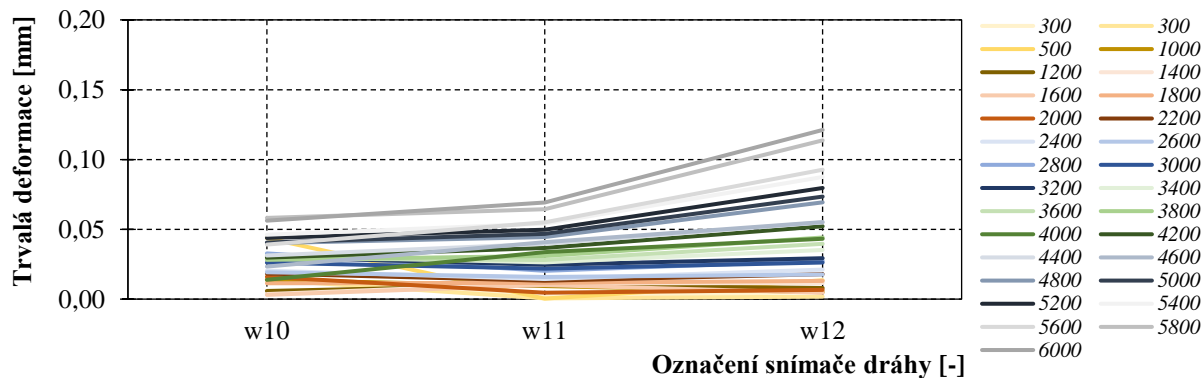
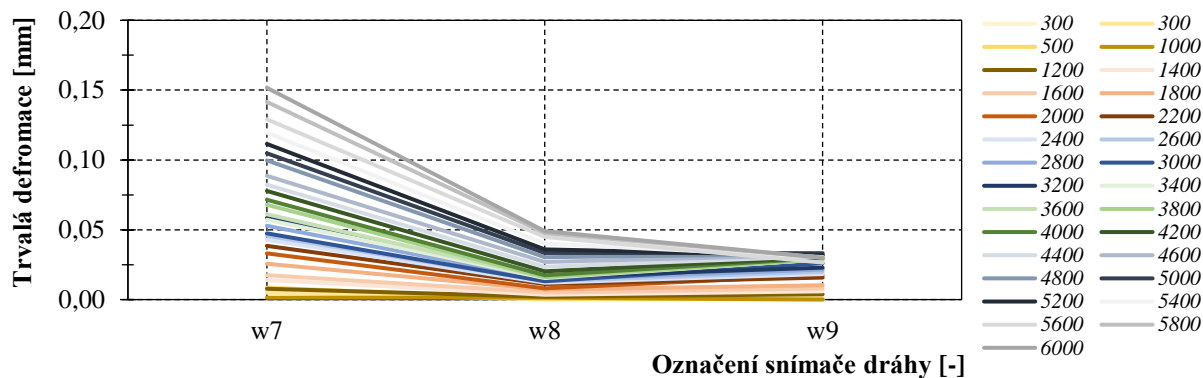
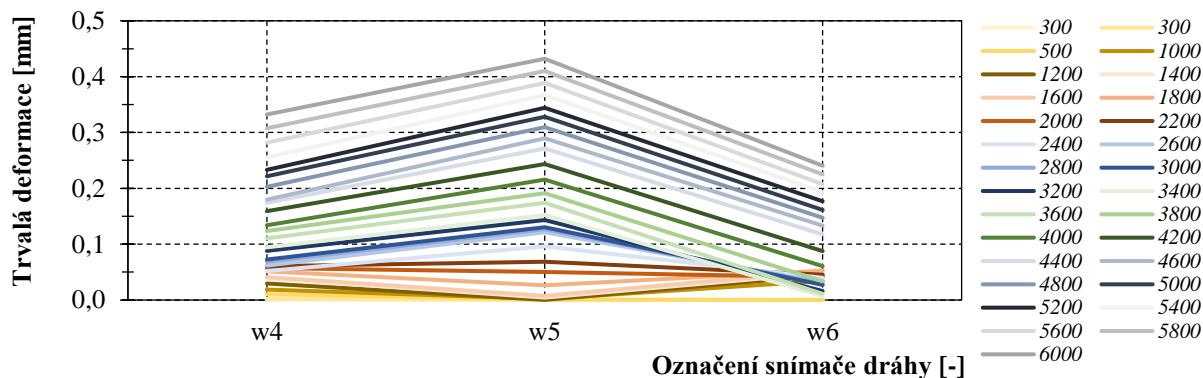
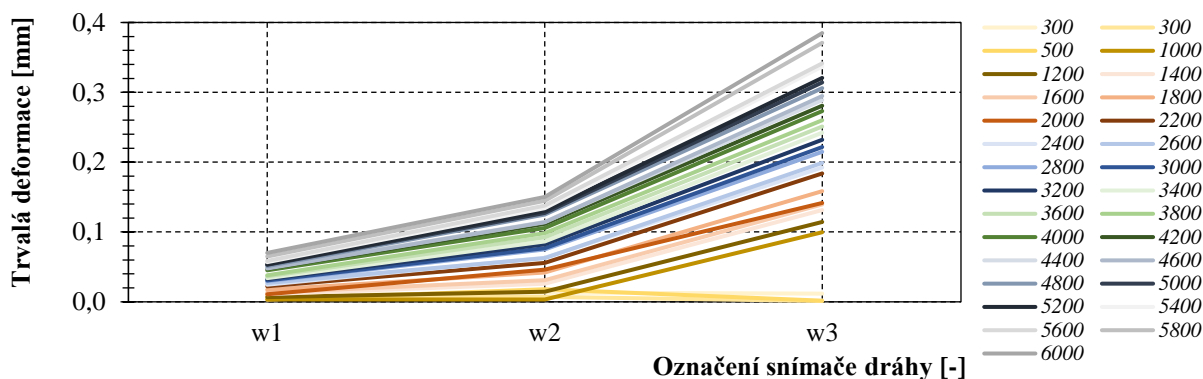
9.13.3.1. Kombinace s lepicím systémem SikaTack® Panel

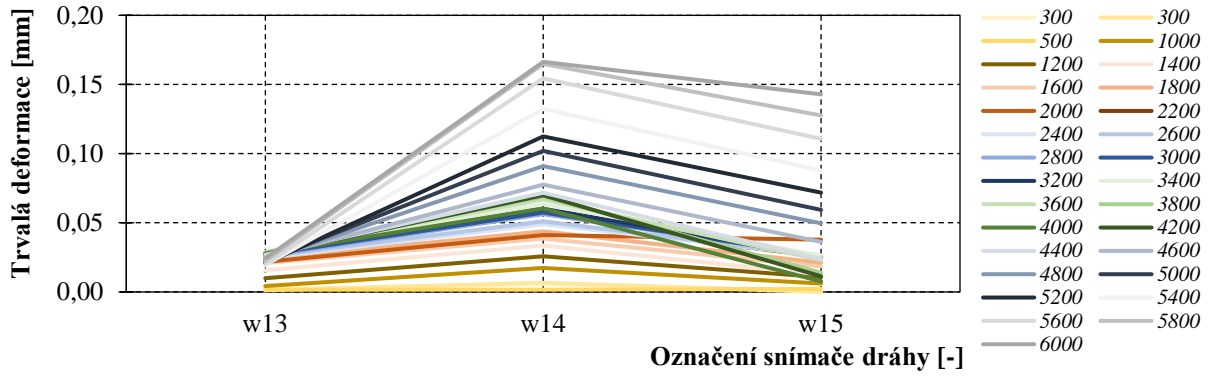
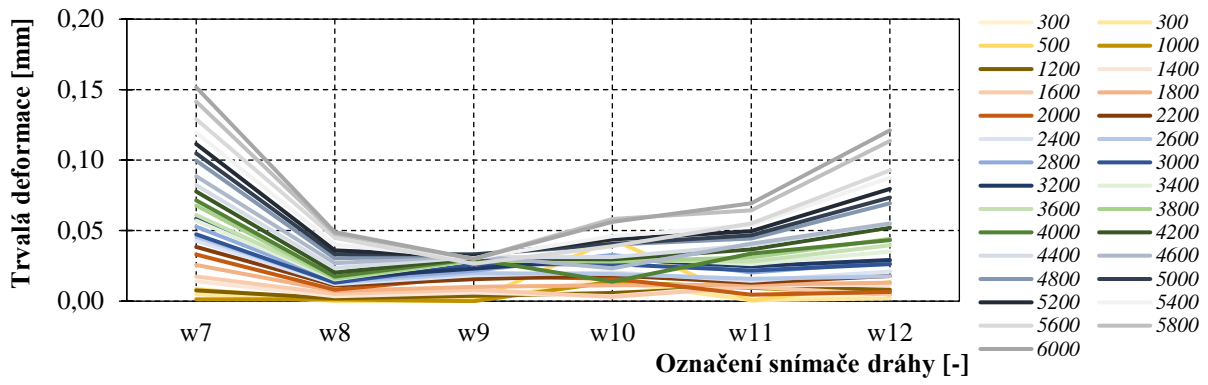


⁹⁹ Pro fasádní segment s obkladem z fasádních palubek ze sibiřského modřínu byl nárůst trvalých deformací na příčné ose při odtížení zaznamenáván postupně do zatížení 6000 N/m².



9.13.3.2. Kombinace s mechanickým spojem





9.14. Posouzení vlivu reálného prostředí

9.14.1. Posouzení způsobu porušení lepené sestavy

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
Fasádní palubky ze sibiřského modřínu	SikaTack® Panel	1	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	x
		2	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	x
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
	Dimitrol F500LP	1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		2	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		4	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl před tahovou zkouškou. Adheze u podkonstrukce.
		5	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
	Simson HM	1	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		2	AF	Adhezní porušení.	x
		3	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		4	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
		5	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení.	x
		6	SF	Porušení adherendu – podkonstr.	x
Dřevoplastový obklad	SikaTack®	1	AF	Adhezní porušení.	x
		2	AF	Adhezní porušení.	Zkušební vzorek se rozpadl před tahovou zkouškou. Adheze u podkonstrukce.
		3	AF	Adhezní porušení.	x
		4	AF	Adhezní porušení.	x
		5	AF	Adhezní porušení.	x
		6	AF	Adhezní porušení.	x
	Dimitrol	1	AF	Adhezní porušení.	x
		2	AF	Adhezní porušení.	x
		3	AF	Adhezní porušení.	x
		4	AF	Adhezní porušení.	x
		5	AF	Adhezní porušení.	x
		6	AF	Adhezní porušení.	x
	Simson HM	1	AF	Adhezní porušení.	x
		2	AF	Adhezní porušení.	x
		3	AF	Adhezní porušení.	x
		4	AF	Adhezní porušení.	x
		5	AF	Adhezní porušení.	x
		6	AF	Adhezní porušení.	x

9.14.2. Posouzení pevnosti lepeného spoje při tahovém namáhání

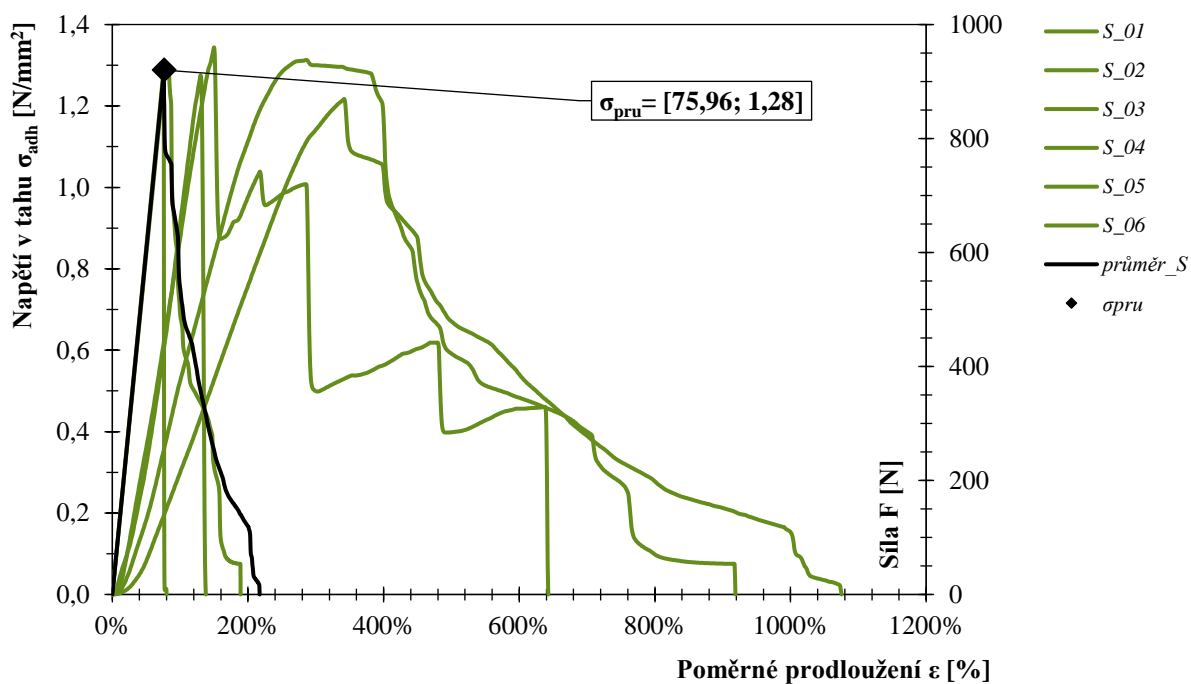
Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přidržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
Fasádní palubky ze sibiřského modřínu	SikaTack®	1	7,04	937,889	1,303	27,690	0,038	3,01	0,001
		2	8,29	869,146	1,207				
		3	3,89	960,000	1,333				
		4	3,44	910,955	1,265				
		5	5,66	919,000	1,276				
		6	5,67	923,400	1,283				
	Dinitrol	1	8,80	1699,297	2,360	303,094	0,241	18,43	0,177
		2	9,37	1059,297	1,471				
		3	4,13	1846,030	2,564				
		4	0,00	0,000	0,000				
		5	3,15	1714,171	2,381				
		6	3,41	1906,025	2,647				
	Simson HM	1	16,75	594,171	0,825	229,111	0,318	26,53	0,101
		2	7,65	851,457	1,183				
		3	6,29	628,342	0,873				
		4	8,32	1273,568	1,769				
		5	9,75	836,884	1,162				
		6	8,09	998,057	1,386				
Dřevoplastový obklad	SikaTack®	1	2,29	484,422	0,673	46,049	0,064	11,44	0,004
		2	0,00	0,000	0,000				
		3	3,31	399,196	0,554				
		4	2,59	391,960	0,544				
		5	2,95	395,578	0,549				
		6	3,41	341,495	0,474				
	Dinitrol	1	3,47	757,387	1,052	200,469	0,278	24,15	0,078
		2	2,67	481,608	0,669				
		3	5,92	1159,397	1,610				
		4	3,55	870,352	1,209				
		5	3,90	817,186	1,135				
		6	5,02	894,669	1,243				
	Simson HM	1	2,27	471,558	0,655	96,968	0,135	16,58	0,018
		2	2,69	688,241	0,956				
		3	4,35	451,859	0,628				
		4	4,40	704,322	0,978				
		5	3,43	578,995	0,804				
		6	3,81	614,807	0,854				

9.14.3. Posouzení poměrného prodloužení lepeného spoje při tahovém namáhání

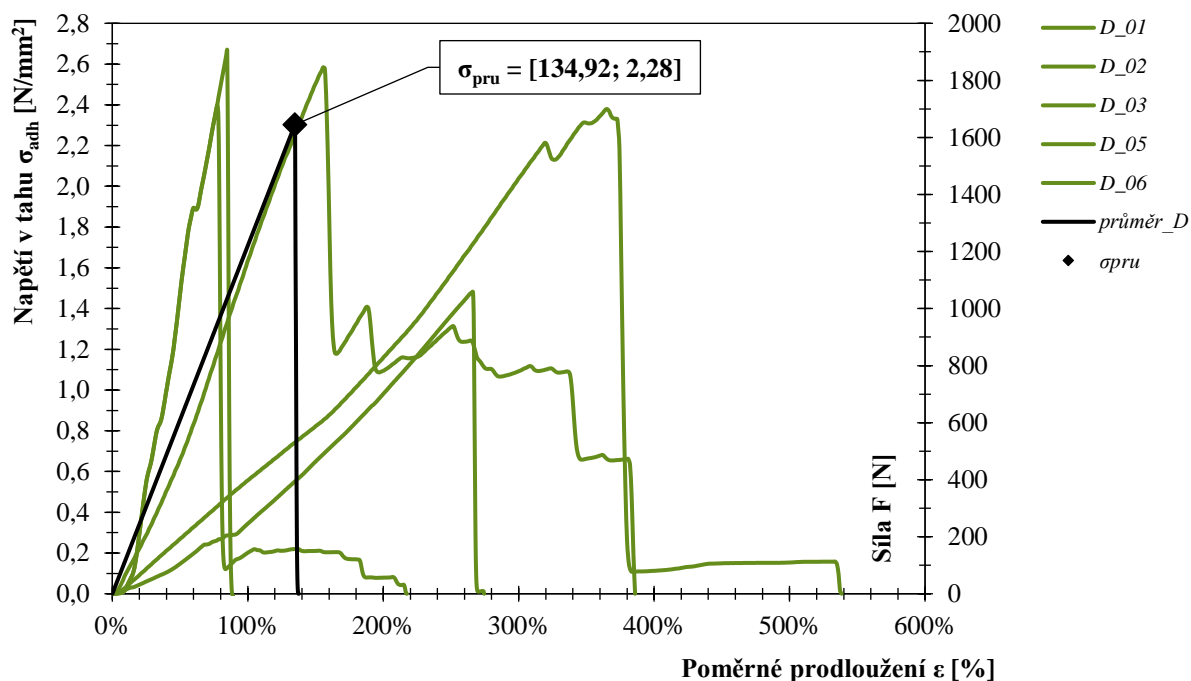
Označení vzorku	Posun s_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
Fasádní palubky ze sibiřského modřínu	SikaTack®	1	2,859	2,279	0,760	0,244	75,96
		2	3,422				
		3	1,500				
		4	1,300				
		5	2,270				
		6	2,322				
	Dinitrol	1	3,647	4,048	1,349	0,735	134,92
		2	7,978				
		3	1,556				
		4	0,000				
		5	4,513				
		6	2,544				
	Simson HM	1	7,134	3,926	1,309	0,501	130,86
		2	3,134				
		3	2,528				
		4	3,394				
		5	4,048				
		6	3,32				
Dřevoplastový obklad	SikaTack®	1	0,797	0,994	0,331	0,049	33,12
		2	0,000				
		3	1,228				
		4	0,931				
		5	1,080				
		6	0,932				
	Dinitrol	1	1,250	1,346	0,449	0,102	44,87
		2	0,984				
		3	1,309				
		4	1,331				
		5	1,219				
		6	1,983				
	Simson HM	1	0,766	1,321	0,440	0,120	44,02
		2	0,963				
		3	1,691				
		4	1,747				
		5	1,291				
		6	1,467				

9.14.4. Posouzení mechanické odolnosti lepených sestav s fasádním obkladem ze sibiřského modřínu

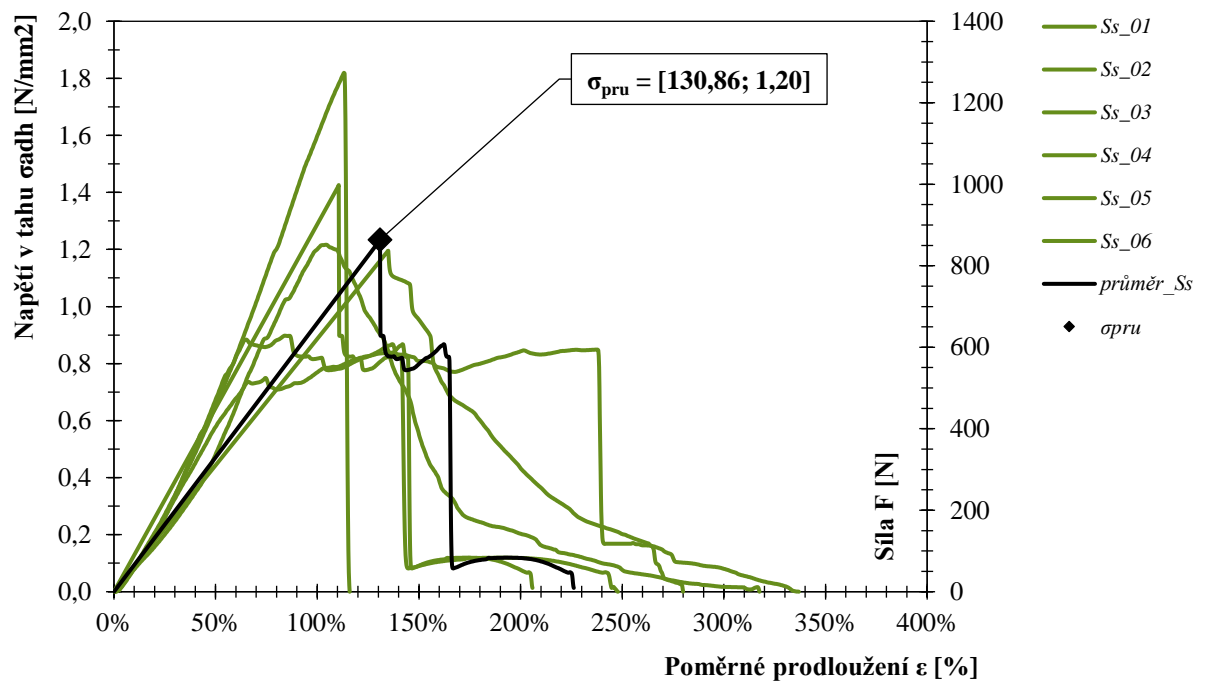
9.14.4.1. Přídržnost lepené sestavy se systémem SikaTack® Panel



9.14.4.2. Přídržnost lepené sestavy se systémem Dinitrol F500LP Polyflex

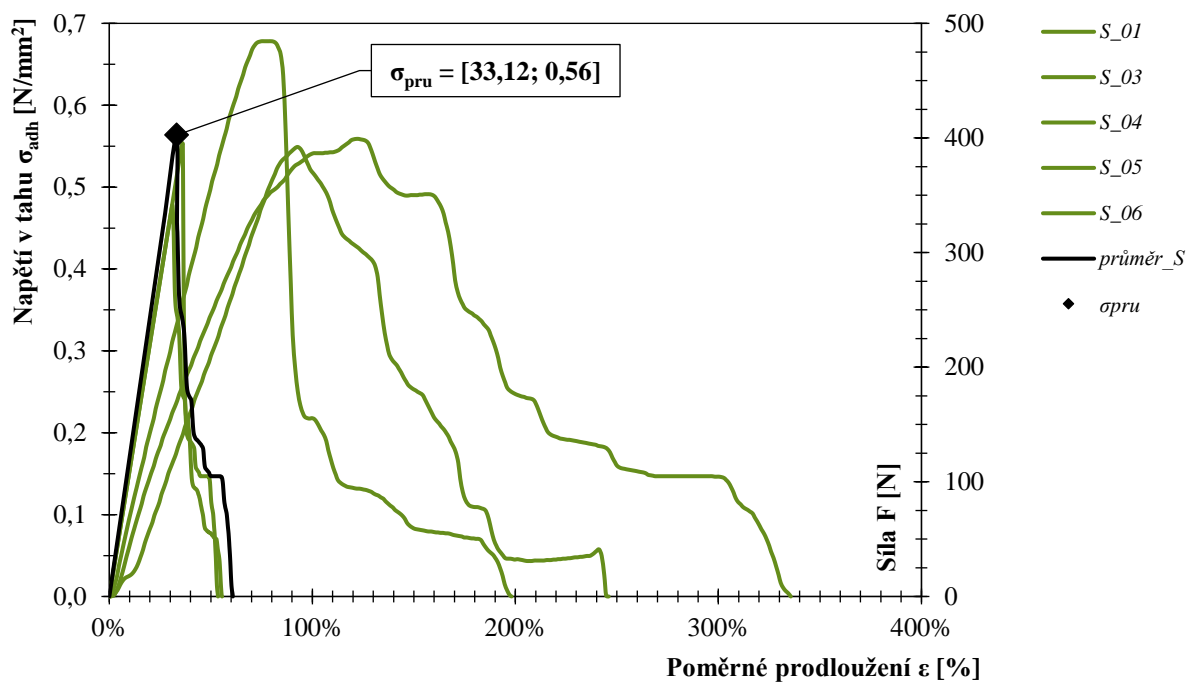


9.14.4.3. Přidržnost lepené sestavy se systémem Simson PanelTack HM

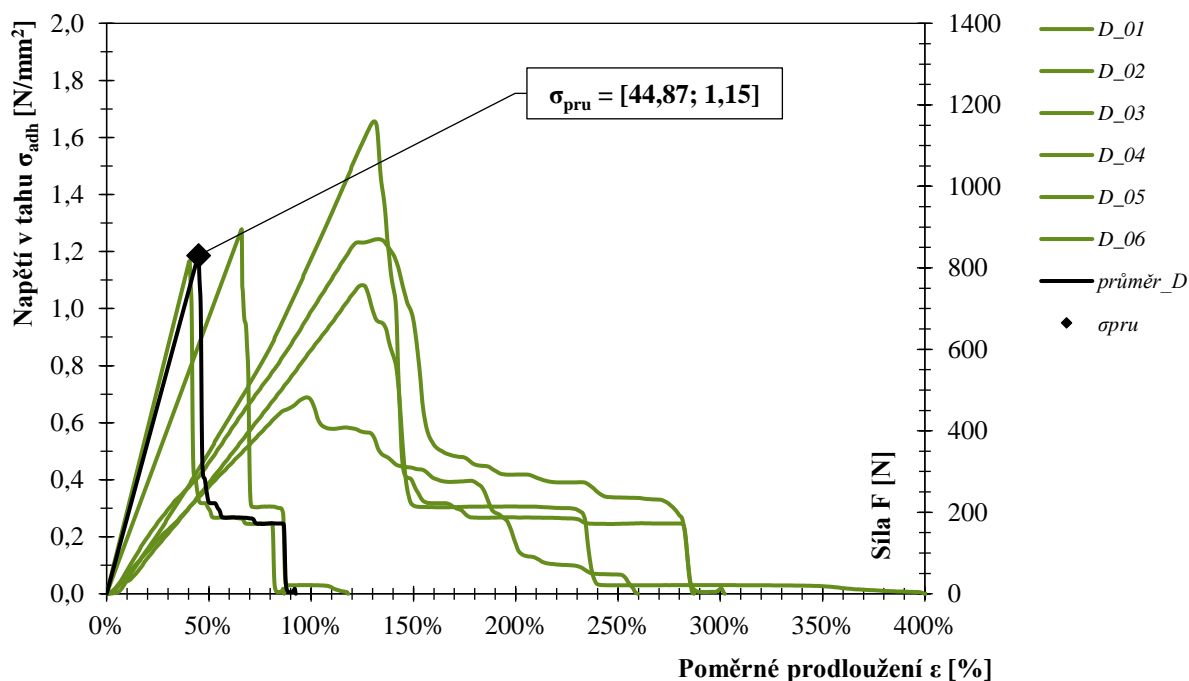


9.14.5. Posouzení mechanické odolnosti lepených sestav s fasádním obkladem z dřevoplastu

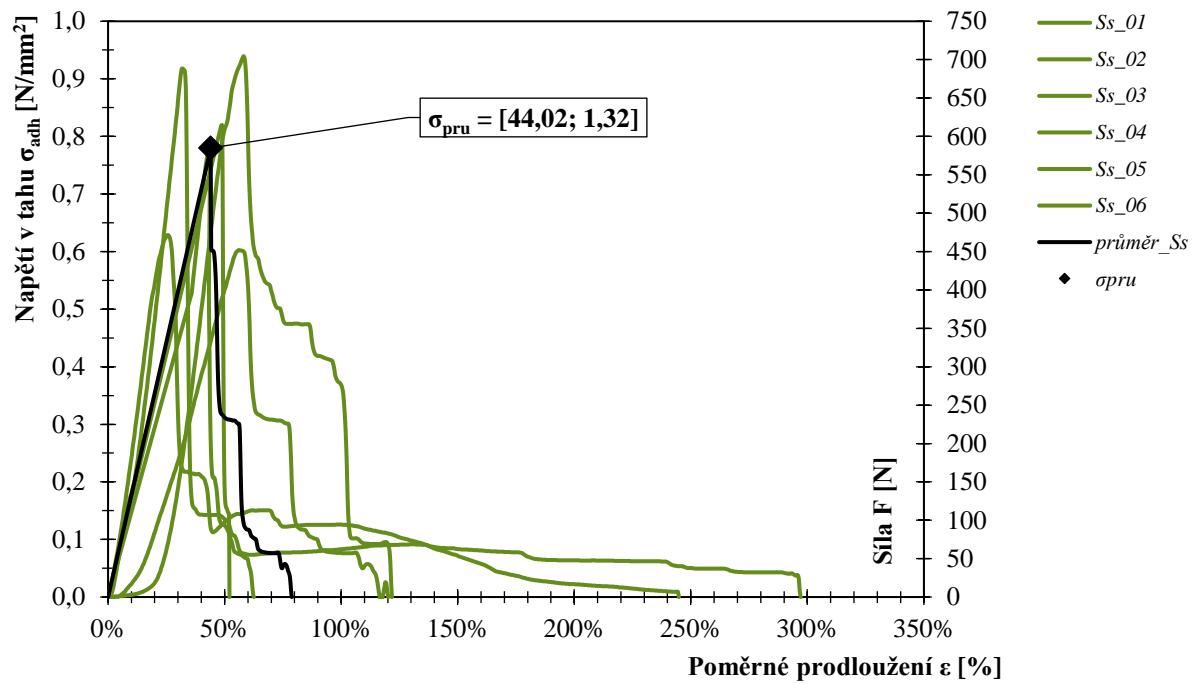
9.14.5.1. Přídržnost lepené sestavy se systémem SikaTack® Panel



9.14.5.2. Přídržnost lepené sestavy se systémem Dinitrol F500LP Polyflex



9.14.5.3. Přidržnost lepené sestavy se systémem Simson PanelTack HM



9.15. Posouzení vlivu technologické nekázně

9.15.1. Posouzení způsobu porušení lepené sestavy

9.15.1.1. Výsledky přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	Etalon	1	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	x
		2	SF	Porušení adherendu - obkladu.	x
		3	SF	Porušení adherendu - obkladu.	x
		4	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	x
		5	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	x
		6	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	x
	Nízká teplota	1	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Adheze u podkonstrukce.
		3	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		4	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
	Vlhký substrát	1	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		2	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Adheze u podkonstrukce.
		3	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Adheze u podkonstrukce, mírné porušení podkonstrukce.
		4	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		5	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
		6	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu.
	Dvojitý prumer	1	SF	Porušení adherendu - obkladu.	Porušení podkonstrukce.
		2	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Kombinace koheze a porušení podkonstrukce.
		3	SF	Porušení adherendu - obkladu.	Porušení podkonstrukce.
		4	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Kombinace koheze a porušení podkonstrukce.
		5	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Kombinace koheze a porušení podkonstrukce.
		6	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Kombinace koheze a porušení podkonstrukce.
Vlhký prumer	1	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu (málo).	
	2	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	Kombinace adheze u podkonstrukce a obkladu a koheze.	
	3	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a porušení podkonstrukce.	
	4	AF	Adhezní porušení u adherendu.	Kombinace adheze u podkonstrukce a porušení podkonstrukce.	
	5	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	Kombinace adheze u podkonstrukce a porušení podkonstrukce, mírná koheze.	
	6	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	Kombinace adheze u podkonstrukce a porušení podkonstrukce, mírná koheze.	

Označení vzorku a způsobu porušení			Způsob porušení	Rozsah porušení
Bez primeru	1	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	Kombinace adheze, koheze a porušení podkonstrukce.
	2	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Kombinace koheze a porušení podkonstrukce.
	3	A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	Adheze u podkonstrukce a mírná koheze.
	4	CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	Koheze a mírné porušení podkonstrukce.
	5	SF	Porušení adherendu - obkladu.	Porušení podkonstrukce (mírná adheze).
	6	SF	Porušení adherendu - obkladu.	Porušení podkonstrukce a mírná koheze.

9.15.1.2. Výsledky pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Označení vzorku a způsobu porušení		Způsob porušení	Rozsah porušení	
SikaTack® Panel	Etalon	1 SF	Porušení obkladu.	X
		2 SF	Porušení obkladu.	X
		3 SF	Porušení obkladu.	X
		4 SF	Porušení obkladu.	X
		5 SF	Porušení obkladu.	X
		6 SF	Porušení obkladu.	X
	Nízká teplota	1 A/CF	Kombinace adhezního a kohezního porušení u podkonstrukce.	X
		2 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		3 SF	Porušení adherendu obkladu.	X
		4 CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	X
		5 CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	X
		6 CF	Kohezní porušení lepeného spoje.	X
	Vlhký substrát	1 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		2 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		3 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		4 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		5 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		6 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X
	Dvojitý prumer	1 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		2 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		3 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		4 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		5 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
		6 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X
Vlhký prumer	1 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X	
	2 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X	
	3 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X	
	4 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X	
	5 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X	
	6 SF	Porušení adherendu fasádního obkladu.	X	
Bez prumeru	1 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X	
	2 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X	
	3 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X	
	4 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X	
	5 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X	
	6 AF	Adhezní porušení u obkladu.	X	

9.15.2. Posouzení pevnosti lepeného spoje při tahovém namáhání

9.15.2.1. Výsledky přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přídržnost σ_{adh} [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
SikaTack® Panel	Eталon	1	9,60	2917,789	223,073	0,089	7,43	0,008	
		2	11,79	3061,307					1,167
		3	17,63	3397,387					1,225
		4	14,27	3017,487					1,359
		5	9,31	2639,598					1,207
		6	8,53	2992,563					1,056
	Nízká teplota	1	11,28	2433,367	102,214	0,041	4,12	0,002	
		2	7,63	2311,156					0,973
		3	12,19	2522,613					0,924
		4	10,53	2490,452					1,009
		5	8,80	2653,266					0,996
		6	6,83	2472,362					1,061
	Vlhký substrát	1	3,33	1593,970	520,388	0,208	25,32	0,043	
		2	4,91	2449,447					0,638
		3	3,36	1965,829					0,980
		4	3,52	1201,608					0,786
		5	6,00	2624,322					0,481
		6	4,72	2498,091					1,050
	Dvojitý primer	1	7,95	2851,055	74,579	0,030	2,60	0,001	
		2	7,52	2987,739					1,140
		3	5,25	2805,628					1,195
		4	9,39	2902,915					1,122
		5	10,59	2908,945					1,161
		6	8,59	2758,593					1,164
Vlhký primer	1	12,72	3236,583	269,375	0,108	9,60	0,012		
	2	12,59	3043,216					1,103	
	3	6,03	2555,980					1,217	
	4	6,29	2461,910					1,022	
	5	6,69	2698,694					0,985	
	6	12,75	2841,809					1,079	
Bez primeru	1	7,65	2867,538	310,067	0,124	12,41	0,015		
	2	5,79	2402,412					1,147	
	3	8,16	2837,789					0,961	
	4	5,97	2639,598					1,135	
	5	6,56	2040,201					1,056	
	6	4,56	2204,623					0,816	

9.15.2.2. Výsledky pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

Označení vzorku		Doba porušení [min]	F_{max} [N]	Přidržnost τ [N/mm ²]	Směrodatná odchylka [N] [N/mm ²]		Variační koeficient [%]	Rozptyl [-]	
SikaTack® Panel	Etalon	1	14,75	604,784	1,935	33,902	0,108	8,61	0,012
		2	6,64	355,698	1,138				
		3	8,85	447,035	1,431				
		4	8,35	414,231	1,326				
		5	6,75	361,809	1,158				
		6	7,09	389,307	1,246				
	Nízká teplota	1	15,15	440,764	1,410	19,500	0,062	4,52	0,004
		2	12,85	410,533	1,314				
		3	10,32	290,734	0,930				
		4	16,72	407,477	1,304				
		5	17,76	439,477	1,406				
		6	22,08	458,613	1,468				
	Vlhký substrát	1	12,91	357,307	1,143	18,501	0,059	5,12	0,004
		2	13,79	356,663	1,141				
		3	14,61	451,859	1,446				
		4	11,68	341,869	1,094				
		5	15,60	396,543	1,269				
		6	15,39	353,930	1,133				
	Dvojitý prumer	1	12,27	383,196	1,226	75,977	0,243	18,04	0,059
		2	13,89	551,879	1,766				
		3	12,69	347,980	1,114				
		4	15,76	491,256	1,572				
		5	11,39	346,050	1,107				
		6	9,81	407,156	1,303				
Vlhký prumer	1	8,75	325,950	1,043	52,655	0,168	12,55	0,028	
	2	8,27	403,618	1,292					
	3	18,59	680,844	2,179					
	4	12,67	459,417	1,470					
	5	13,55	475,015	1,520					
	6	11,87	433,045	1,386					
Bez primeru	1	7,41	279,156	0,893	71,411	0,229	19,97	0,052	
	2	12,99	443,658	1,420					
	3	7,84	285,588	0,914					
	4	8,85	341,548	1,093					
	5	6,75	524,221	1,678					
	6	11,15	438,191	1,402					

9.15.3. Posouzení poměrného prodloužení lepeného spoje při tahovém namáhání

9.15.3.1. Výsledky přídržnosti lepené sestavy při tahovém namáhání

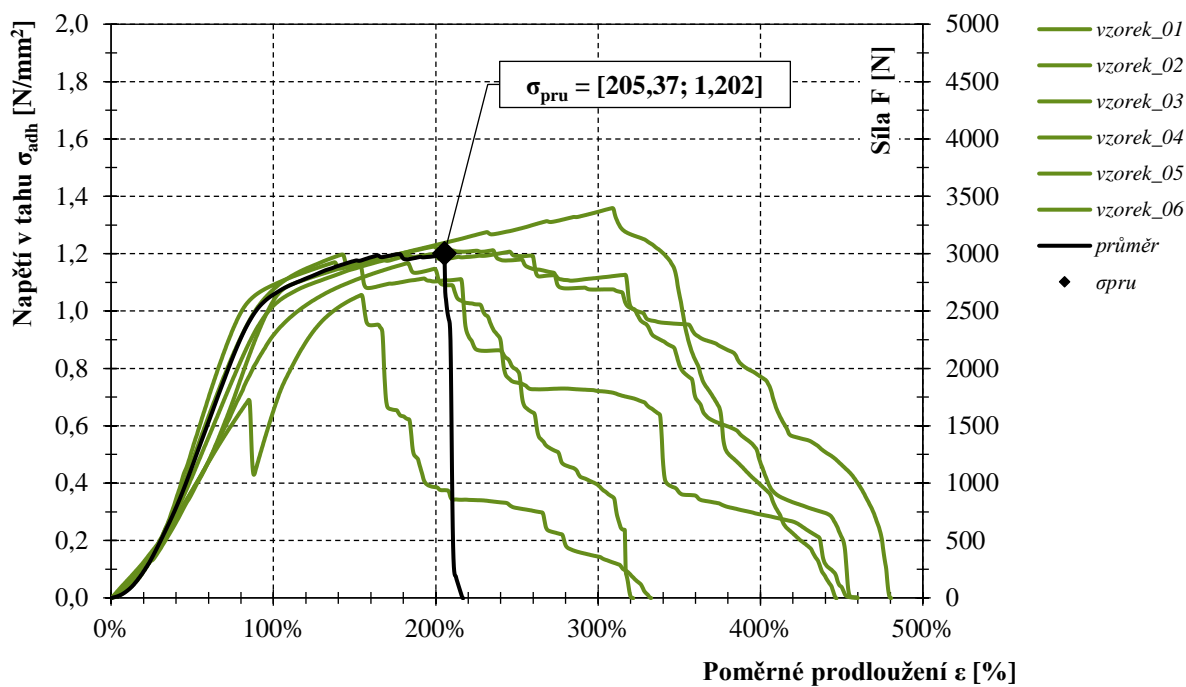
Označení vzorku	Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]	
SikaTack® Panel	Etalon	1	5,481	6,161	2,054	0,568	205,36	1,827
		2	5,959					1,986
		3	9,259					3,086
		4	7,359					2,453
		5	4,631					1,544
		6	4,275					1,425
	Nízká teplota	1	5,766	5,496	1,832	0,343	183,21	1,922
		2	3,766					1,255
		3	6,281					2,094
		4	5,375					1,792
		5	6,972					2,324
		6	4,819					1,606
	Vlhký substrát	1	2,109	2,805	0,935	0,244	93,51	0,703
		2	3,259					1,086
		3	2,106					0,702
		4	2,225					0,742
		5	4,091					1,364
		6	3,041					1,014
	Dvojitý primer	1	5,478	5,754	1,918	0,414	191,79	1,826
		2	5,181					1,727
		3	3,541					1,180
		4	6,653					2,218
		5	7,469					2,490
		6	6,200					2,067
Vlhký primer	1	8,991	6,618	2,206	0,809	220,61	2,997	
	2	9,031					3,010	
	3	4,106					1,369	
	4	3,909					1,303	
	5	4,584					1,528	
	6	9,088					3,029	
Bez primeru	1	5,347	4,354	1,451	0,304	145,14	1,782	
	2	3,878					1,293	
	3	5,594					1,865	
	4	3,941					1,314	
	5	4,447					1,482	
	6	2,919					0,973	

9.15.3.2. Výsledky pevnosti lepené sestavy ve smyku při tahovém namáhání

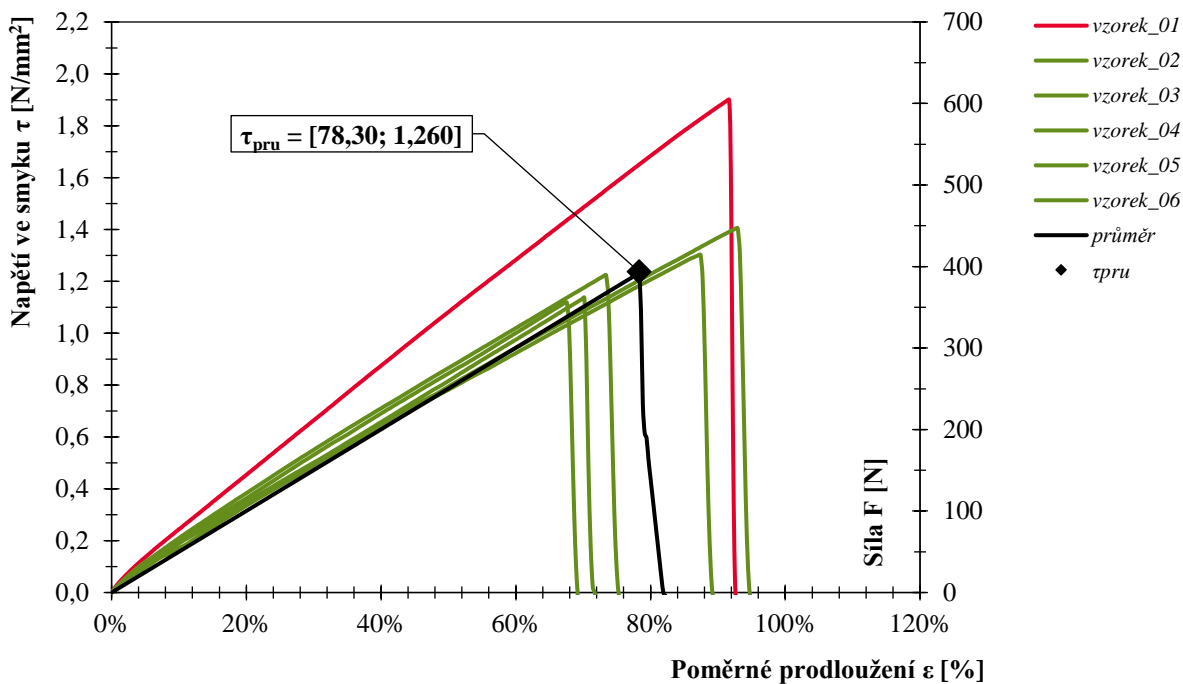
Označení vzorku		Posun S_{max} [mm]	Průměrný posun \bar{x}_s [mm]	Poměrné prodloužení ε [-]	Průměrné prodloužení \bar{x}_ε [mm]	Směrodatná odchylka σ_ε [-]	Tažnost δ [%]	Průměrná tažnost \bar{x}_δ [%]
SikaTack® Panel	Etafon	1	11,456	0,917	0,783	0,100	91,65	78,30
		2	8,447	0,676			67,58	
		3	11,616	0,929			92,93	
		4	10,928	0,874			87,43	
		5	8,772	0,702			70,18	
		6	9,175	0,734			73,40	
	Nizká teplota	1	12,359	0,989	1,174	0,246	98,88	117,44
		2	10,706	0,857			85,65	
		3	8,603	0,688			68,83	
		4	14,866	1,189			118,93	
		5	15,788	1,263			126,30	
		6	19,681	1,575			157,45	
	Vlhký substrát	1	12,331	0,987	1,066	0,120	98,65	106,63
		2	13,094	1,048			104,75	
		3	14,050	1,124			112,40	
		4	11,209	0,897			89,68	
		5	15,134	1,211			121,08	
		6	14,875	1,190			119,00	
	Dvojitý primer	1	11,734	0,939	0,972	0,149	93,88	97,20
		2	13,375	1,070			107,00	
		3	12,250	0,980			98,00	
		4	15,275	1,222			122,20	
		5	10,903	0,872			87,23	
		6	9,359	0,749			74,88	
Vlhký primer	1	8,166	0,653	0,840	0,170	65,33	84,02	
	2	7,803	0,624			62,43		
	3	18,209	1,457			145,68		
	4	12,200	0,976			97,60		
	5	13,028	1,042			104,23		
	6	11,313	0,905			90,50		
Bez primeru	1	6,963	0,557	0,732	0,168	55,70	73,17	
	2	12,491	0,999			99,93		
	3	7,338	0,587			58,70		
	4	8,306	0,665			66,45		
	5	12,703	1,016			101,63		
	6	10,634	0,851			85,08		

9.15.4. Posouzení mechanické odolnosti lepených sestav

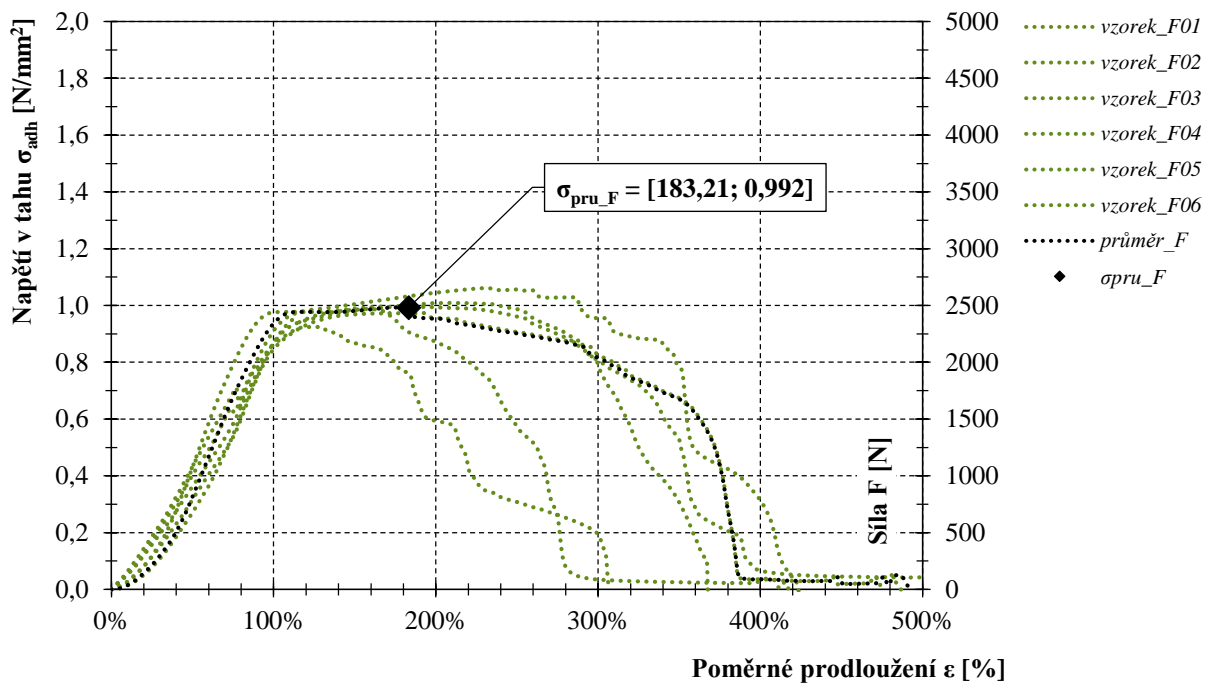
9.15.4.1. Přidržnost lepené sestavy – Etalon



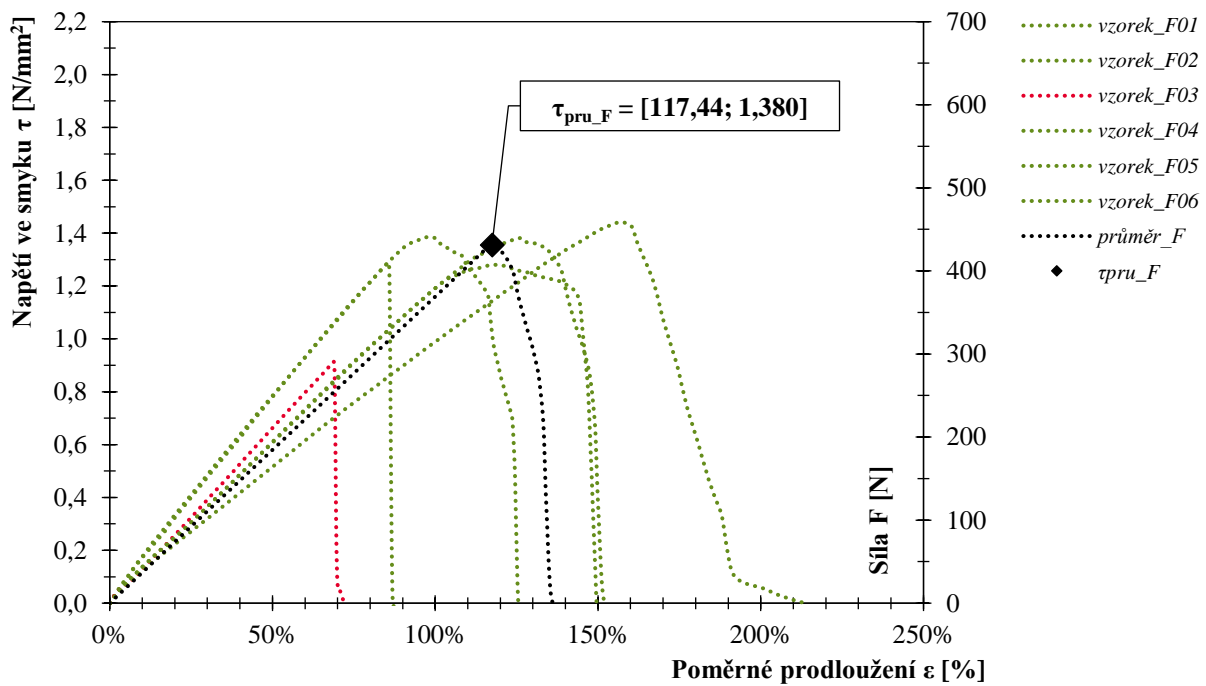
9.15.4.2. Pevnost lepené sestavy ve smyku – Etalon



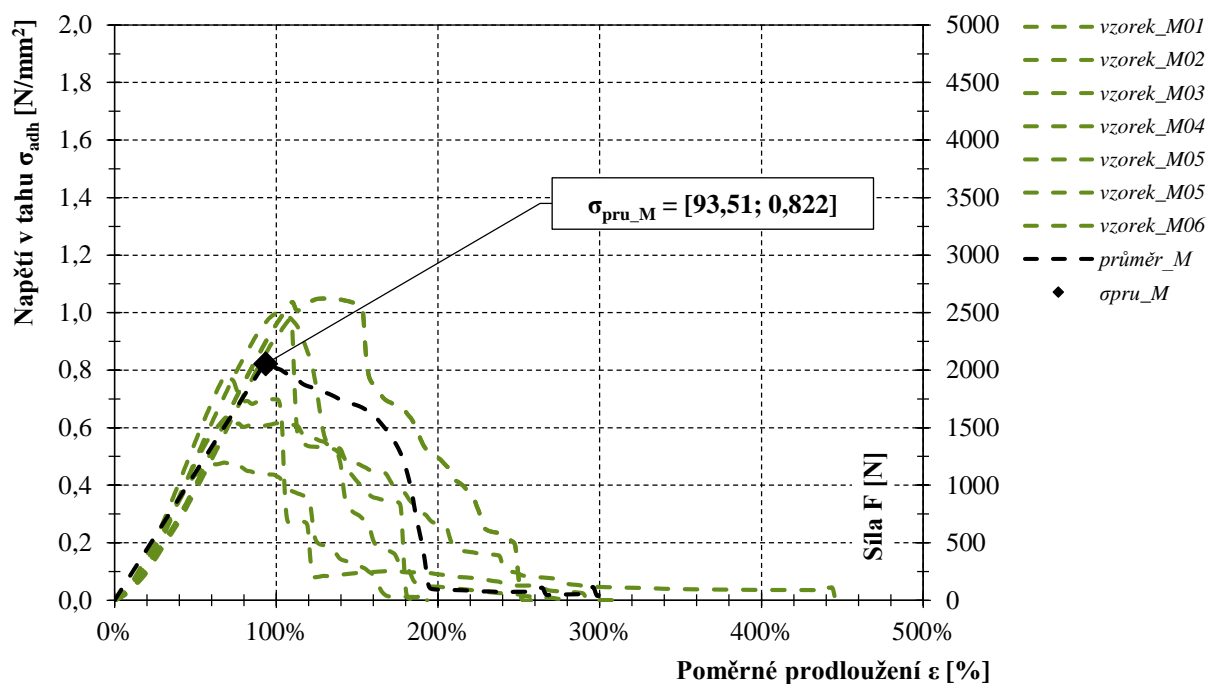
9.15.4.3. Přídržnost lepené sestavy – Nizká teplota



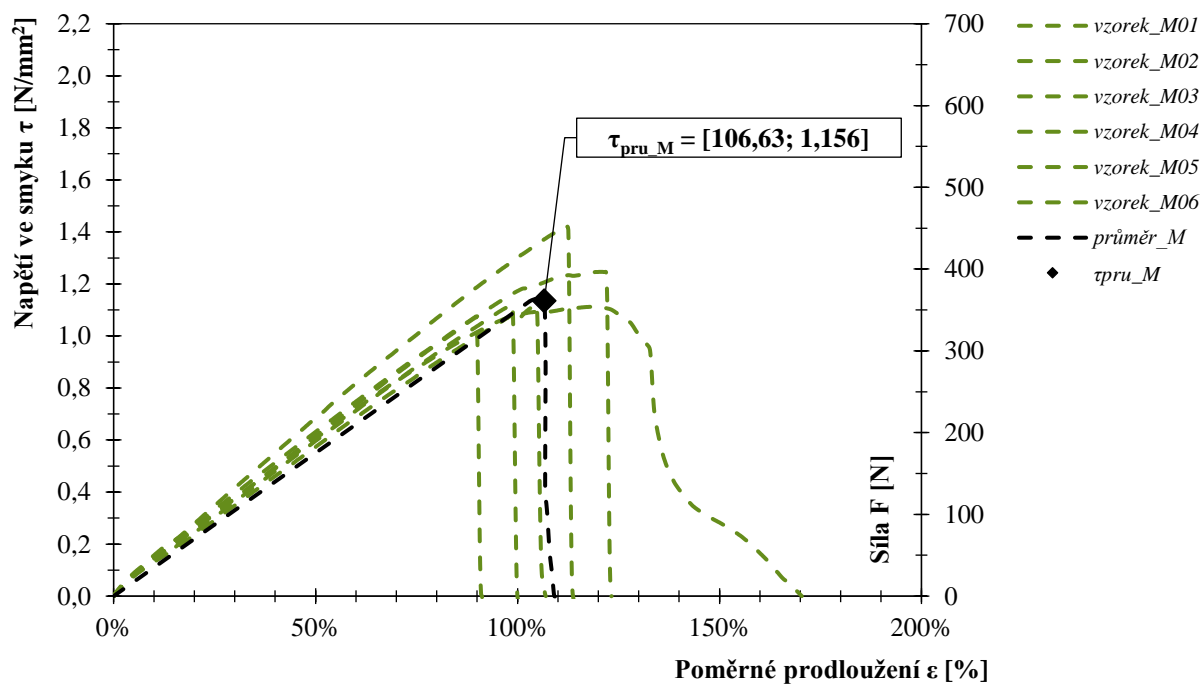
9.15.4.4. Pevnost lepené sestavy ve smyku – Nizká teplota



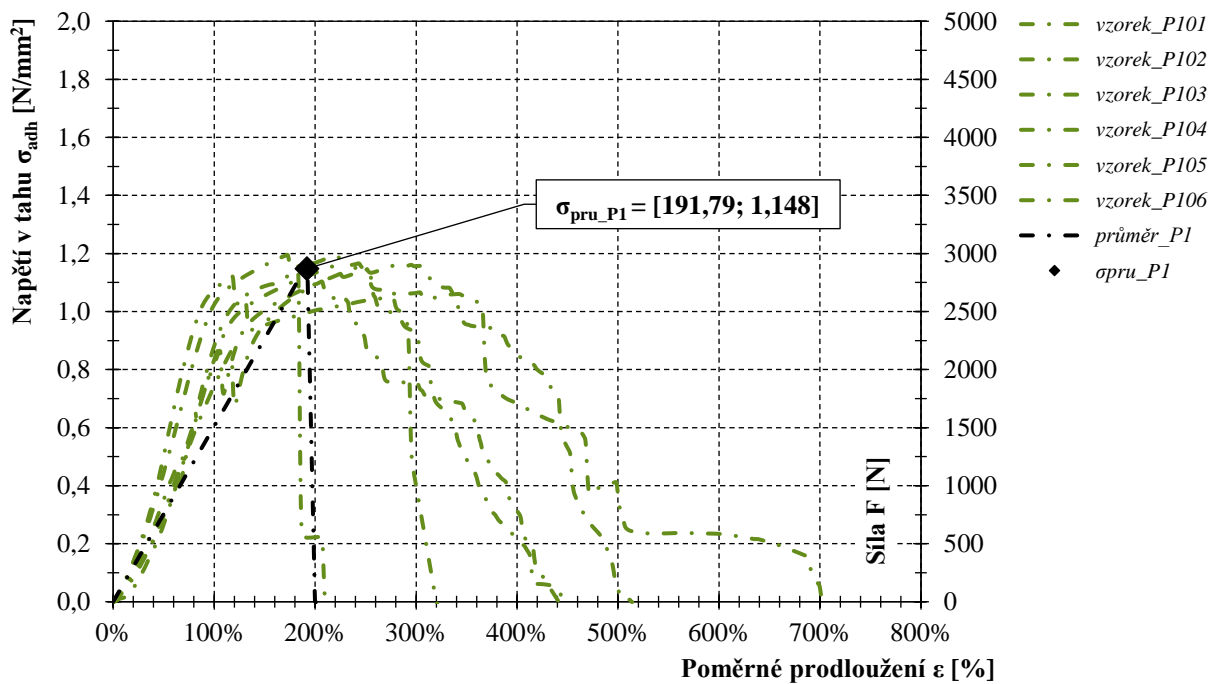
9.15.4.5. Přidržnost lepené sestavy – Vlhký substrát



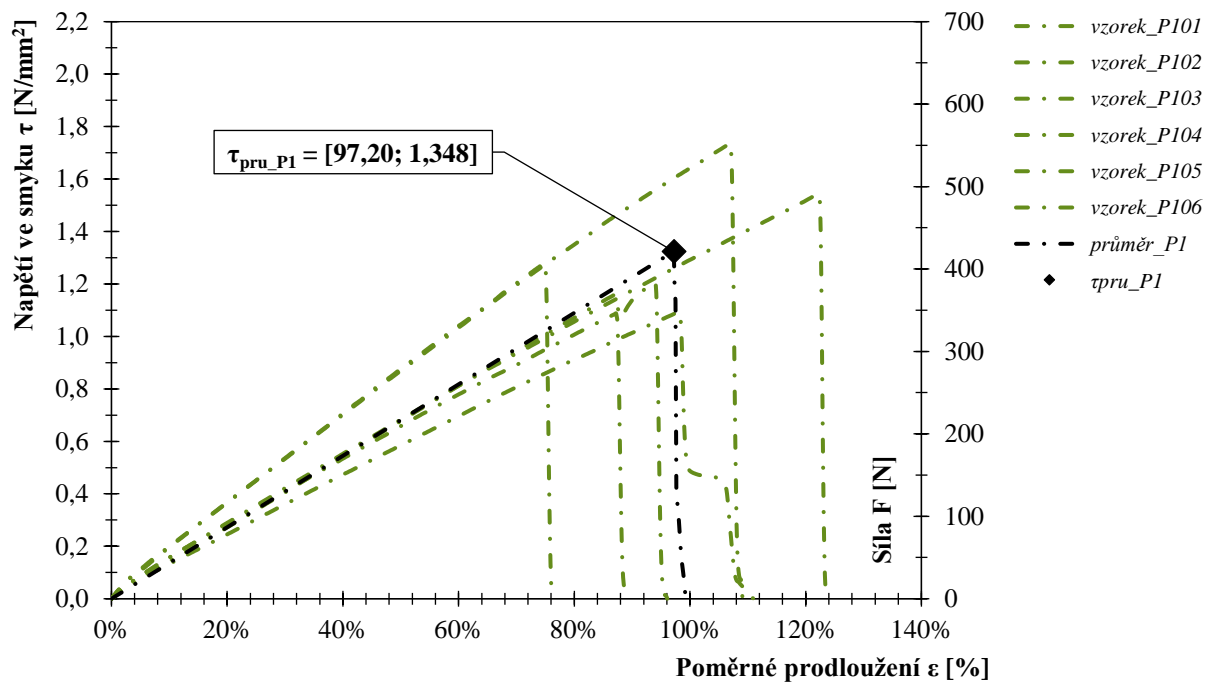
9.15.4.6. Pevnost lepené sestavy ve smyku – Vlhký substrát



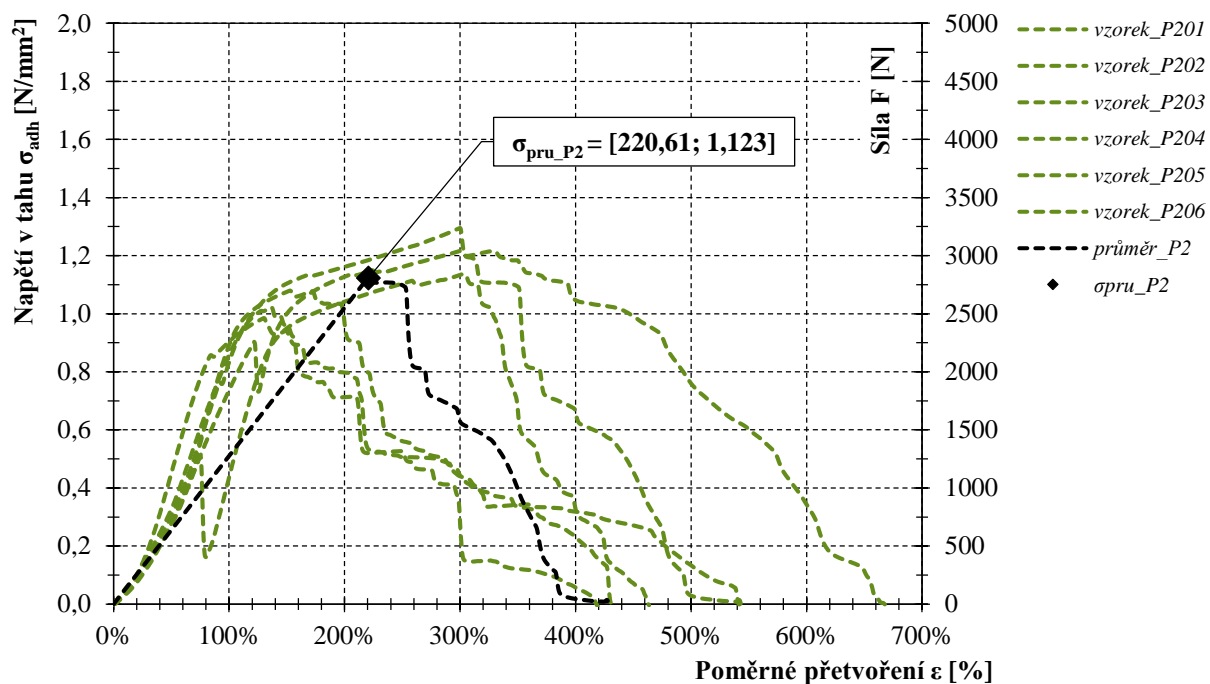
9.15.4.7. Přídržnost lepené sestavy – Dvojitý prumer



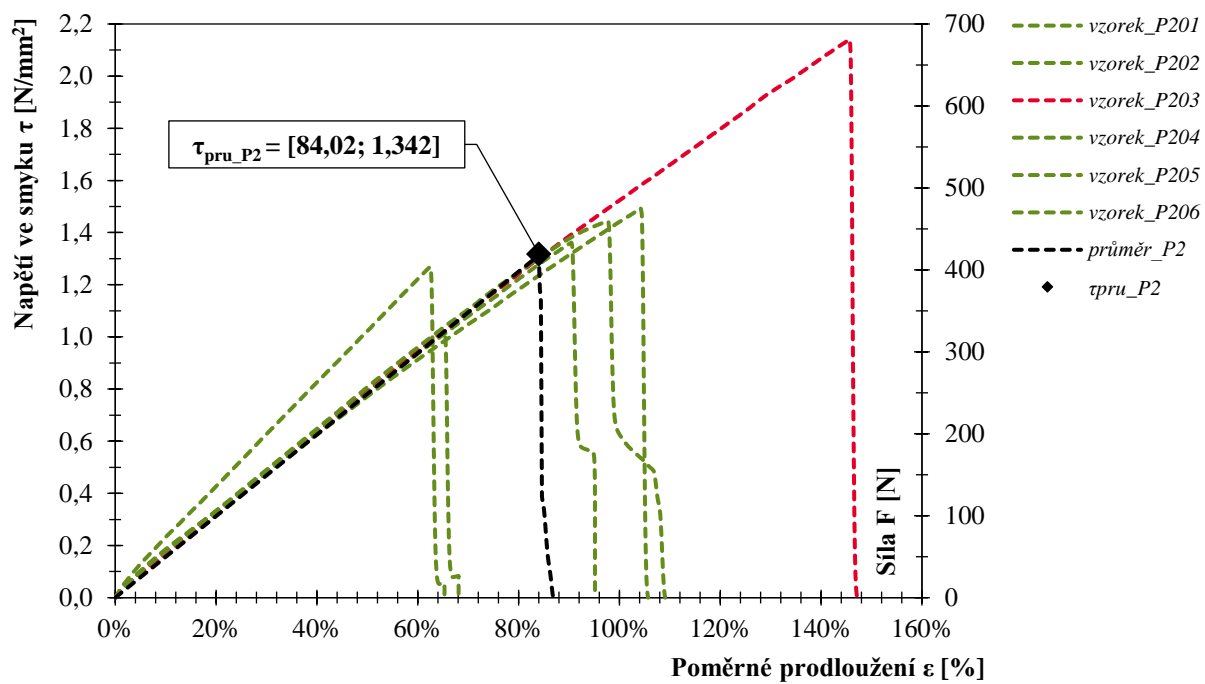
9.15.4.8. Pevnost lepené sestavy ve smyku – Dvojitý prumer



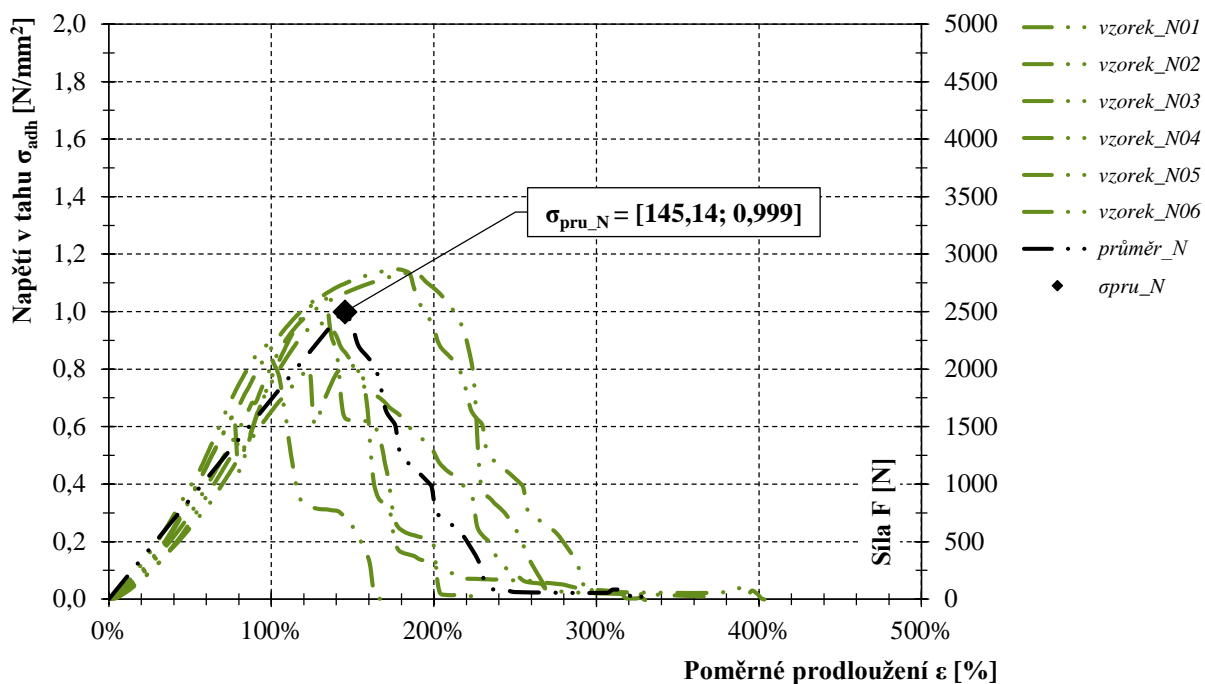
9.15.4.9. Přidržnost lepené sestavy – Vlhký primer



9.15.4.10. Pevnost lepené sestavy ve smyku – Vlhký primer



9.15.4.11. Přídržnost lepené sestavy – Bez primeru



9.15.4.12. Pevnost lepené sestavy ve smyku – Bez primeru

