

10 PŘÍLOHY

PŘÍLOHA A - Poruchy hydroizolační PVC fólie

ÚVOD

Cílem této přílohy práce je poukázat na množství poruch, které se vyskytují nejen při výrobě hydroizolačních PVC fólií, ale i při provádění a dalším životním cyklu střešního pláště. V první části přílohy se zabývám dělením poruch z různých hledisek. V další části se zaměřuji na výrobu a vstupní suroviny. Následně se věnuji základním technickým vlastnostem hydroizolačních PVC fólií. V poslední části této přílohy již konkrétně popisují jednotlivé poruchy, které mají negativní vliv na funkčnost a životnost hydroizolační PVC fólie.

1 PORUCHY STAVEB

Stavby se skládají z mnoha částí, jejichž vzájemným působením může docházet k poruchám v konstrukci.

*„**Porucha** - trvalé nebo dočasné vyčerpání schopnosti konstrukce plnit požadavky na ni kladené, které zhoršuje její spolehlivost, případně snižuje její bezpečnost, předpokládanou ekonomickou životnost, užžitnou jakost apod. Je to změna konstrukce proti původnímu stavu. Může vzniknout jako důsledek vady, nebo z jiných příčin. Porucha stavební konstrukce má technické důsledky.“ (21)*

1.1 Dělení poruch

Z hlediska viditelnosti:

- viditelné (viditelné lidským okem)
- neviditelné

Mezi poruchy viditelné lze zařadit velkou škálu poruch počínaje praskáním zdiva, průhybu nosníku, zatékání do objektu (tvorba mokrých map), koroze věnce prosakující přes omítku.

Mezi neviditelné poruchy se řadí závažnější typy poruch jako narušení stability konstrukce, nedostatečné vyztužení nosných prvků, hniloba skrytých prvků v konstrukci, sedání základové půdy a další.

Z hlediska významnosti:

- významné (mají vliv na vlastnosti a spolehlivost k-ce)
- nevýznamné (pouze vzhledové, nemají vliv na k-ci)

Z hlediska statického:

- statické (narušují statické působení k-ce)
- nestatické (jedná se o poruchy vzniklé rozdílným pnutím dvou odlišných materiálů)

Z hlediska pohybu:

- trhliny stabilizované (jejich šířka a velikost se v čase nemění)
- trhliny aktivní (jejich šířka a velikost se v čase mění)

Podle způsobu namáhání:

- trhliny tahové (vznikají kolmo na hlavní tahové namáhání)
- trhliny tlakové (charakteristické drcení materiálu)
- trhliny smykové (jsou charakteristické posunem části zdi a porušenými okraji v místě trhliny)

2 VÝROBA

Stavbu lze rozdělit dle jednotlivých etap výstavby na práce HSV a práce PSV. Práce HSV jsou práce týkající se hlavní stavební výroby, tím je myšlena hrubá stavba objektu. Objekty mohou být občanské, bytové, průmyslové výstavby a dále zde řadíme výstavbu inženýrských sítí. Práce PSV jsou práce ostatní (pomocné), tam řadíme řemesla, instalace, dokončovací práce a kompletaci stavebního díla.

Tato práce se zabývá pracemi PSV a to pokládkou hydroizolačních folií na ploché střeše.

Než začneme tvořit samotnou konstrukci střešního pláště, je důležité oslovit firmu, která má pro tyto konstrukce dostatečnou kvalifikaci pracovníků. Tímto postupem jsme schopni předejít 80 % budoucích poruch (vzniklých neodborným provedením střešního pláště). (2, s. 16)

Zbýlých 20 % poruch je způsobeno materiálovými charakteristikami hydroizolačních PVC fólií a jinými faktory působícími na danou konstrukci. (2, s. 16)

Významnou oblastí vzniku poruch je tedy výrobní proces. Zde mohou vznikat skryté vady, vizuálně nepatrné, projevující se až po aplikaci.

2.1 Vstupní suroviny výroby

PVC

Modifikátor:

- změkčovadla (ftalátová atd.)

Výztužné vložky:

- polyesterové netkané i tkané textilie
- skleněné výztužné vložky
- kombinované výztužné vložky
- bezvložkové

Plnivo:

- dolomitický vápenec

Retardéry:

- hoření
- prorůstání kořínků

Vnější povrchová úprava

Separální textilie, v případě sanačních fólií

Identifikační prvky:

- identifikační páska
- identifikační štítek

Balení:

- palety
- tubinky, balicí papír, smršťovací fólie
- stahovací plastové pásy

Výroba syntetických fólií probíhá na kontinuálních výrobních linkách a to dvěma způsoby. První je vytlačování fólie z extruderu. Druhou je nanesení tekuté syntetické hmoty na nosnou vložku. Je možno tyto dva způsoby zkombinovat a to tak, že na vyrobenou folii nanese nános další vrstvy, která má pak specifické vlastnosti.

3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ VLASTNOSTI HYDROIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ

Geometrické vlastnosti:

- tloušťka, šířka, délka, rovinnost, rozměrová stabilita

Chemické složení:

- typ PVC
- množství a stabilita změkčovadel
- množství a druh plniva

Technické vlastnosti:

- pevnost – příčná, podélná
- pevnost v protažení – statickém, dynamickém
- pevnost ve vytržení kotvicích prvků
- průtažnost
- plasticita/elasticita

Klimatické odolnosti:

- ohebnost za nízkých teplot
- stabilita za vysokých teplot

Specifické vlastnosti:

- odolnost proti prorůstání kořínků
- požární odolnost

Technologické vlastnosti:

- způsob spojování

- stárnutí/ztráta vlastností (2, s. 109)

„Pevnostní vlastnosti dává hydroizolačnímu materiálu výztužná vložka.

Izolační vlastnosti dává hydroizolačnímu materiálu izolační hmota.

Ochranné vrstvy dávají hydroizolačnímu materiálu odolnost proti vnějším klimatickým jevům.

Spodní vrstva dává hydroizolačnímu materiálu technologické vlastnosti zpracování.“
(2, s. 111)

4 PORUCHY HYDROIZOLAČNÍCH PVC FÓLIÍ

4.1 Volba firmy

Návrh střešního pláště by měl být v dnešní době bezproblémový z hlediska dostupnosti dat a informací. Opak je však pravdou.

4.1.1 Chyba projekční kanceláře

Hlavním důvodem chybně navrženého střešního pláště je především nedostatek času. V rámci úspory peněz se dnes často staví dle projektu pro stavební povolení, kde se o skladbě ploché střechy píše jen okrajově. Firma tedy nemá dostatečně kvalitní podklady s řešením komplikovaných detailů na střeše. Je otázkou času, kdy neodborné řešení detailů přeroste ve stavební poruchu. (2, s. 17)

4.1.2 Nekvalifikovaná firma

Jedním z hlavních parametrů, který by nás u provádění střešní konstrukce měl zajímat, je kvalifikovanost prováděcí firmy. V naší zemi neexistuje jediný výuční obor na izolatéra (svářeče izolačních materiálů). Firmy zaměstnávají různé osoby, které mají absolvovány izolačerské kurzy a školení u výrobců izolačních materiálů. (2, s. 17)

Pro investora by neměl být důležitý pouze hlavní dodavatel střešní konstrukce, ale i subdodavatelé podílející se na realizaci.

4.2 Výrobní poruchy foliových hydroizolací

V době konkurenčního boje se výrobci hydroizolační fólií z PVC předhánějí na trhu s novinkami a cenami fólií. Nutno si uvědomit, že nižší cena znamená snižování nákladů na výrobu fólií. Snižování nákladů je možno rozdělit do následujících bodů:

- Zeslabení geometrických a technických vlastností
- Zrychlování výroby
- Zvýšený podíl plnidel a použití levnějších materiálů
- Snižování tl. UV stabilizované vrstvy

4.2.1 Zeslabení geometrických a technických vlastností

Jedná se o výrobu na dolní hranici tolerance. Především je to tloušťka izolace, která má vliv na základní vlastnosti chování fólie. (2, s. 114)



Obrázek 1: Rozdíl tloušťky (deklarovaná tl.= 1,2 mm, naměřená tl. = 1,05mm), (2, s. 114)

4.2.2 Zrychlování výroby

Zrychlení výroby je možné provést v kombinaci se snížením teploty, snížením tlaků kalandrovacích válců.

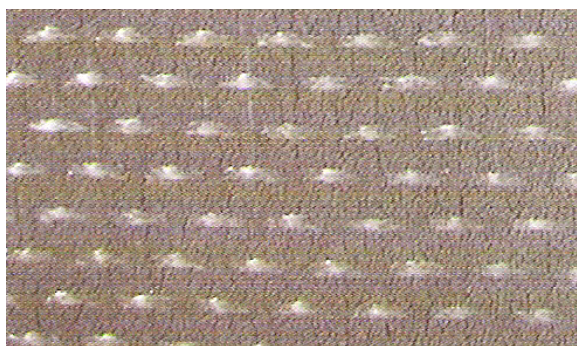
4.2.3 Zvýšený podíl plnidel a použití levnějších materiálů

Při zvýšeném množství plnidel je omezeno množství modifikátorů neboli změkčovadel. Výstupní materiál vykazuje horší vlastnosti a v budoucnu větší poruchovost. Dochází k bodové i plošné degradaci foliové hydroizolace a to především migrací změkčovadel. V místě migrace dochází ke křehnutí a praskání fólie. (2, s. 117)

Dalším důsledkem migrace změkčovadel je prokreslení výztužné vrstvy na povrchu fólie. Takto vykreslená výztužná vrstva je signálem úplného vymizení vrchní ochranné vrstvy.



Obrázek 2: Porucha v důsledku lokální migrace změkčovadel (2, s. 118)



Obrázek 3: Prokreslení výztužné fólie (2, s. 121)

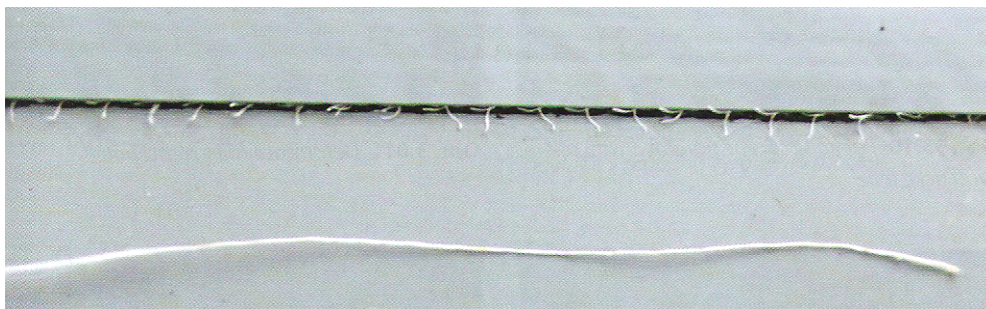
4.2.4 Snižování tloušťky UV stabilizované vrstvy

Jedná se o nanesení menší tloušťky ochranné UV vrstvy, která má chránit folii před škodlivým UV zářením. Snížení vrstvy má za následek rychlejší degradaci hydroizolační vrstvy, tudíž zkrácení její životnosti. (2, s. 117)

4.2.5 Řezání, balení a skladování

Výrobní linka je konstruována tak, že v konečné fázi výrobního procesu je umístěn kompenzátor umožňující činnost řezačky a baličky. Poté následuje řezačka, balička a paletizace. Při řezání nenaostřenou řezačkou dochází k „přežvýkání“ výztužné vložky. Ta pak vykukuje z řezové hrany fólie. Podobný efekt lze spatřit i při trhání fólie místo jejího řezání. (2, s. 115)

Další poruchou je špatné nastavení rolovacího mechanismu, šavlovitost a špatně nařezaná fólie v podélném směru. Tyto všechny poruchy lze identifikovat na uskladněné roli. Role by měla být po celé straně rovná a bez přečnívajících částí. (2, s. 115)



Obrázek 4: Chybně nařezaný hydroizolační pás (2, s. 115)



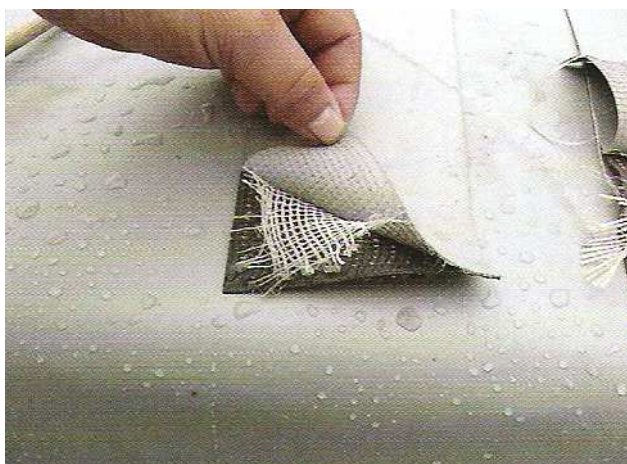
Obrázek 5: Špatně narolovaná, šavlovitá a nařezaná fólie PVC (2, s. 115)

4.2.6 Delaminace

Jde o oddělení jednotlivých vrstev hydroizolační fólie.

Příčiny vzniku:

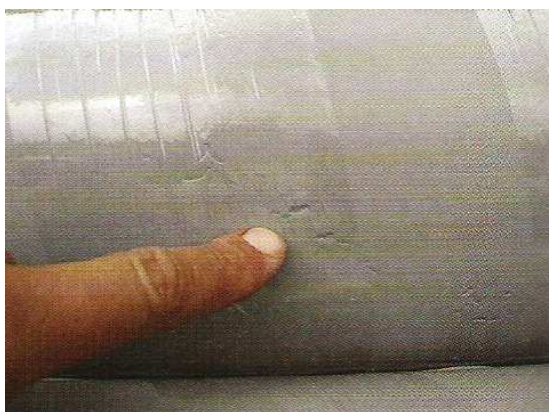
- nižší teplota a menší stlačení v době výroby
- špatná výztužná vložka, která při výrobě vytvoří separační vrstvu
- strukturální změny v důsledku nevhodné receptury (postupná ztráta soudržnosti jednotlivých vrstev (2, s. 131)



Obrázek 6: Delaminace PVC fólie (2, s. 131)

4.3 Mechanické poškození výrobků při výrobě

K mechanickému poškození dochází v důsledku seřizování a čištění výrobní linky. Výskyt nečistot ve stroji může způsobit otisk do nové hydroizolační fólie a tím snížit její tloušťku. Toto místo je pak oslabeno a vykazuje jiné mechanické vlastnosti než zbylá část fólie. (2, s. 116)



Obrázek 7: Otisk nečistot na válcích výrobní linky (2, s. 117)

4.4 Mrazové trhliny

Tyto trhliny jsou způsobeny pohybem fólie za velmi nízkých teplot (při silném větru). Vítr způsobuje pohyb zmrzlé fólie, která při tomto pohybu praská. (2, s. 122)



Obrázek 8: Mrazové trhliny (2, s. 123)

4.5 Trhliny koutů a rohů

Příčinou těchto trhlin je především použití nekvalitní hydroizolační fólie, která není schopna přenést pnutí vyvolané teplotními účinky slunce. Největší výskyt těchto poruch je orientován na jižní straně k-ce. (2, s. 126)



Obrázek 9: Trhlina rohu u světlíku (2, s. 126)

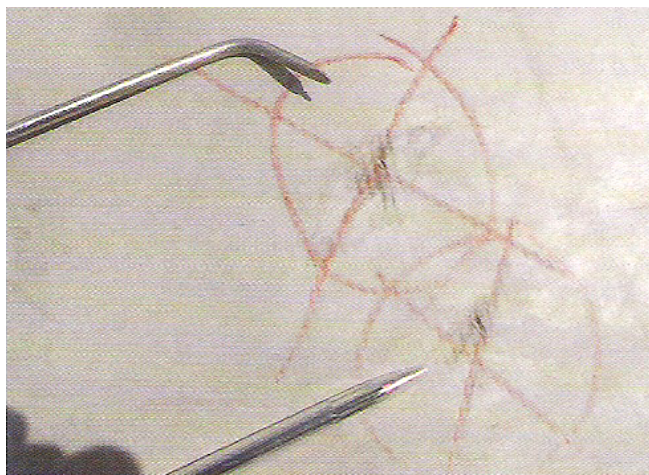
4.6 Mechanické poškození

4.6.1 Poškození kroupami

Jde o lokální průrazy hydroizolační fólie. Lze je pozorovat na celé ploše hydroizolačního povlaku. Kromě průrazu ke kterým dochází v rámci ztráty změkčovadel, můžeme pozorovat stresová místa, kde kroupa neměla dostatečnou energii k proražení hydroizolační fólie. (2, s. 133)

4.6.2 Vlastní činnost izolatérů

Jedná se především o neopatrné zacházení s pracovními pomůckami. Zde je myšleno odkládání horkovzdušné pistole na povrch foliové hydroizolace. (2, s. 135)



Obrázek 10: Poškození odloženým horkovzdušným fénem (2, s. 136)

4.6.3 V důsledku následných stavebních prací

Je to bezohledné chování řemesníků provádějících následné práce na střešní konstrukci. Jedná se hlavně o proražení hydroizolačního povlaku, poškození od neopatrného vrtání a proříznutí, propálení nedopalkem cigarety. (2, s. 136)



Obrázek 11: Poškození fólie od vrtání (2, s. 136)

4.6.4 Poškození při údržbě

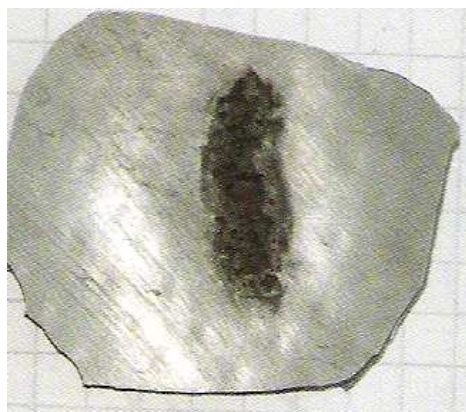
K těmto poruchám dochází nejčastěji v zimním období při odstraňování sněhové pokrývky na střešní konstrukci. Na povrchu hydroizolační fólie jsou rýhy končící roztrhanou hydroizolací, a to hlavně ve spojích. (2, s. 138)



Obrázek 12: Poškození vlivem neopatrné údržby střechy (2, s. 138)

4.6.5 Zábavní pyrotechnikou

Poruchy vzniklé zábavní pyrotechnikou jsou způsobené propálením hydroizolační fólie žhavými úlomky od rachejtlí. (2, s. 139)



Obrázek 13: Propálení od zábavní pyrotechniky (2, s. 139)

4.7 Prováděcí poruchy

Zde je možné se odkázat na začátek této práce, kde jako jedno z hlavních kritérií ovlivňující správnou funkci střešního pláště, je volba dostatečně kvalifikované firmy. Nesystémové (neodborné) provedení má za důsledek jak poruchy v ploše konstrukce, tak i u provádění detailů. (2, s. 141)

4.7.1 Poruchy v ploše konstrukce

Nejčastější poruchou bývá nedodržení základních požadavků na:

- založení hydroizolačních pásů
- mechanické kotvení
- přesahy při svařování
- správné opracování detailů
- kotvení na svislé konstrukce
- rovinnost a čistotu podkladové konstrukce
- odborné svařování

Máme zde soupis hlavních požadavků, které musí prováděcí firma splňovat. V těchto oblastech musí být zaměstnanci firmy odborně proškoleni, aby mohli práce spojené s fóliovým hydroizolačním systémem řádně provádět. (2, s. 141)

4.7.2 Od sání větru

Tato porucha je nejčastěji spojována s nedostatkem kotvicích prvků v krajní oblasti střešního pláště a dále s nevhodným mechanickým kotvením. (2, s. 151)



Obrázek 14: Nadměrné sání větru (2, s. 153)



Obrázek 15: Nadměrné sání větru (2, s. 153)

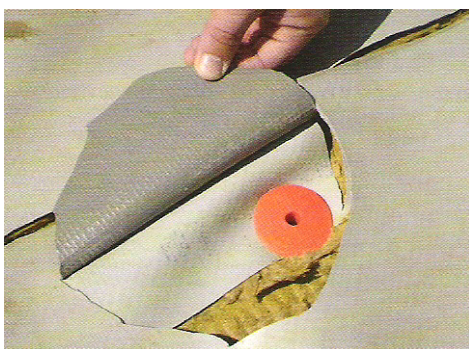
4.7.3 Chyby kotvení

Je důležité nepodceňovat kotvení hydroizolačního pásu a používat předepsané kotvící prvky od výrobce.

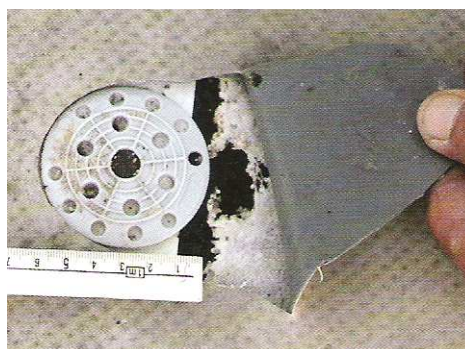
Chyby vznikají v:

- nesprávném osazení mechanického kotvení
- užití jiných než předepsaných kotvících prvků
- špatně provedeném kotvení (kotva se vykresluje no syntetické fólie PVC) (2, s.

154)



Obrázek 16: Nesprávné osazení mechanické kotvy (2, s. 154)



Obrázek 17: Kotva určená na kotvení zateplených fasád (2, s. 154)

4.7.4 Chyby při svařování

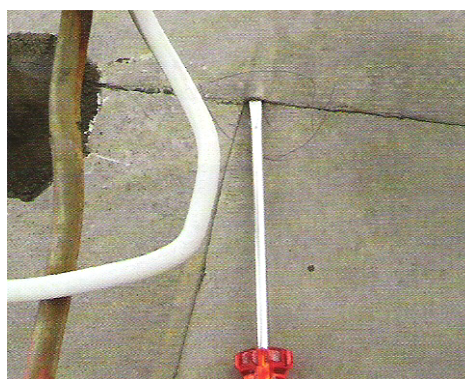
Svařování je nejdůležitější činnost u provádění hydroizolačních folií z PVC. Celistvost hydroizolačního pláště zaručuje dlouhodobou funkci střešního pláště. Chyby při svařování jsou tak jedny z nejzávažnějších. (2, s. 157)

Při svařování nesmí docházet k převaření hydroizolační fólie. Tím je myšleno, že fólie musí být svařena pouze v místě, které je pro svaření určeno, a to v předepsané tloušťce fólie. Fólii nelze provařit přes celou tloušťku. Tímto provařením ztratí mechanické vlastnosti a jednotlivé vrstvy neplní předepsanou funkci. (2, s. 157)

Místo opravované záplatou musí být důkladně svařeno s původní PVC fólií a musí být ze stejného materiálu jako původní PVC fólie. (2, s. 157)



Obrázek 18: Neodborně provedený svar (2, s. 158)



Obrázek 19: Nedokonale svařená PVC fólie (2, s. 158)

5 Vyhodnocení

Pro vyhodnocení byla zvolena aplikace metody FMEA a použití Paretova diagramu. Hodnocení jednotlivých procesů životního cyklu hydroizolační PVC fólie je vyhotoveno na základě hodnot určených v následujících tabulkách.

5.1 FMEA

Tabulka 1: Pravděpodobnost výskytu rizika

Pravděpodobnost výskytu daného nebezpečí		
Parametr	Popis parametru	Hodnocení
Nepravděpodobné	Realizace daného nebezpečí je pouze teoretická, v praxi se nevyskytuje	1
Výjimečný výskyt	Nebezpečí se při realizaci má pouze ojedinělý výskyt	2
Střední výskyt	Nebezpečí je při realizaci zcela běžné	3
Častý výskyt	Nebezpečí se z hlediska realizace vyskytuje často	4
Téměř jistý výskyt	Realizace nebezpečí je téměř jisté	5

Tabulka 2: Dopadu nebezpečí při realizaci

Dopad nebezpečí při realizaci		
Parametr	Popis parametru	Hodnocení
Minimální dopad	Realizace nebezpečí nebude mít prakticky žádný dopad na realizaci	1
Malý dopad	Nebezpečí má malý dopad na proces, jeho následky jsou akceptovatelné	2
Střední dopad	Nebezpečí má střední dopad, následky mohou být do jisté míry akceptovatelné	3
Vysoký dopad	Nebezpečí má na proces velký dopad, k nápravě je nutné využít značné množství prostředků	4
Kritický dopad	Při realizaci nebezpečí je dopad naprosto kritický a dopad na proces má katastrofální následky	5

Tabulka 3: Možnost odhalení nebezpečí

Možnost odhalení nebezpečí		
Parametr	Popis parametru	Hodnocení
Nebezpečí je zřejmé	Nebezpečí je pro všechny zřejmé a není nutné žádné objasňování	1
Nebezpečí je snadno odhalitelné	Nebezpečí snadno odhalíme běžným pohledem	2
Střední náročnost odhalení nebezpečí	Nebezpečí odhalíme nenáročnou zkouškou	3
Nebezpečí je těžko odhalitelné	Nebezpečí není zřejmé. K jeho odhalení musíme využít zkoušku. Reakce na vzniklé nebezpečí je obtížná	4
Neodhalitelné nebezpečí	Nebezpečí nelze předem odhalit a reakce při jeho vzniku není možná	5

Tabulka 4: Závažnost rizika

Závažnost rizika		
Parametr	Popis parametru	Hodnocení
Minimální riziko	Riziko pro realizaci nepředstavuje žádný problém	0-10
Malé riziko	Riziko představuje malý problém, který má snadné řešení. Riziko je akceptovatelné	11-30
Střední riziko	Rizika pro nás jsou pro nás do jisté míry akceptovatelná	31-55
Vysoké riziko	Riziko nelze akceptovat, je nutné opatření	56-80
Kritické riziko	Riziko nelze akceptovat, pro realizaci má fatální následky	81-125

Tabulka 5: Vyhodnocení poruch PVC fólie FMEA

Zhodnocení rizik - PORUCHY FYDROIZOLAČNÍCH FÓLIÍ Z PVC										
	Název/popis činnosti/procesu	Označení rizika	Popis rizika, aspektu, nebezpečí	Předpis	Pravděpodobnost realizace rizika	Riziko odhalení	Dopad nebezpečí	Nástroje prevence	Body celkem	Hodnocení
Poruchy hydroizolačních PVC fólií	Volba firmy	1.1	Chyba projektové kanceláře	62/2013 Sb. ČSN 73 1901	3	3	5	Školení pracovníků	45	Střední riziko
		1.2	Nekvalifikovaná firma	Reference firmy	2	3	5	Oslovení více firem	30	Malé riziko
	Výrobní poruchy	2.1	Zeslabení geometrických a technických vlastností	Materiálové listy výrobce	3	4	5	Zdokonalení výrobního procesu	60	Vysoké riziko
		2.2	Zrychlení výroby	Materiálové listy výrobce	3	5	4	Zdokonalení výrobního procesu	60	Vysoké riziko
		2.3	Zvýšení podílu plnidel a použití levnějších materiálů	Materiálové listy výrobce	3	5	5	Zdokonalení výrobního procesu	75	Vysoké riziko
		2.4	Snížení tloušťky UV stabilizované vrstvy	Materiálové listy výrobce	3	5	5	Zdokonalení výrobního procesu	75	Vysoké riziko
		2.5	Řezání, balení a skladování	Materiálové listy výrobce	3	1	4	Zdokonalení výrobního procesu	12	Malé riziko
		2.6	Delaminace	Materiálové listy výrobce	2	4	5	Zdokonalení výrobního procesu	40	Střední riziko
	Mechanické poškození při výrobě	3.1	Otisk nečistot do PVC folie	KZP	2	4	4	Zdokonalení výrobního procesu	32	Střední riziko
	Mrazové trhliny	4.1	Pohyb folie za nízkých teplot	ČSN EN 495-5	3	5	5	Dostatečné kotvení, kvalitní izolace	75	Vysoké riziko
	Trhliny rohů a koutů	5.1	Nekvalitní hydroizolační fólie	ČSN 73 0607	3	4	5	Kvalitní fólie	60	Vysoké riziko
	Mechanické poškození	6.1	Poškození kroupami		3	2	4	Kvalitní fólie	24	Malé riziko
		6.2	Vlastní činnosti instalatérů	Technologický předpis	2	3	5	Kontrola provedených prací	30	Malé riziko
		6.3	Následných stavebních prací		4	4	5	Kontrola provedených prací	80	Vysoké riziko
		6.4	Při údržbě		4	3	5	Kontrola provedených prací	60	Vysoké riziko
		6.5	Zábavní pyrotechnika		3	2	4	Pravidelné kontroly	24	Malé riziko
	Prováděcí poruchy	7.1	Založení hydroizolačních pásů	Technologický předpis	2	4	4	Kontrola provedených prací	32	Střední riziko
		7.2	Počet mechanických kotev	Technologický předpis	3	4	5	Kontrola provedených prací	60	Vysoké riziko
		7.3	Přesahy při svařování	Technologický předpis	2	2	4	Kontrola provedených prací	16	Malé riziko
		7.4	Opracování detailů	Technologický předpis	4	2	5	Kontrola provedených prací	40	Střední riziko
		7.5	Kotvení na svislé k-ce	Technologický předpis	3	3	5	Kontrola provedených prací	45	Střední riziko
		7.6	Od sání větru	KZP	3	2	5	Zvýšení počtu kotev	30	Malé riziko
		7.7	Chyba způsobu kotvení	Technologický předpis	3	4	5	Školení pracovníků	60	Vysoké riziko
		7.8	Chyba při svařování	Technologický předpis	3	2	4	Školení pracovníků	24	Malé riziko

Nejkritičtějším rizikem jsou následné stavební práce probíhající na konstrukci ploché střechy. Tyto práce provádí osoby, které si mnohdy neuvědomují tenkost a náchylnost vrstev, po kterých se pohybují. PVC fólie je měkkou fólií, tudíž je náchylná na lokálně namáhané prvky s ostrými konci (např. stativ geodeta).

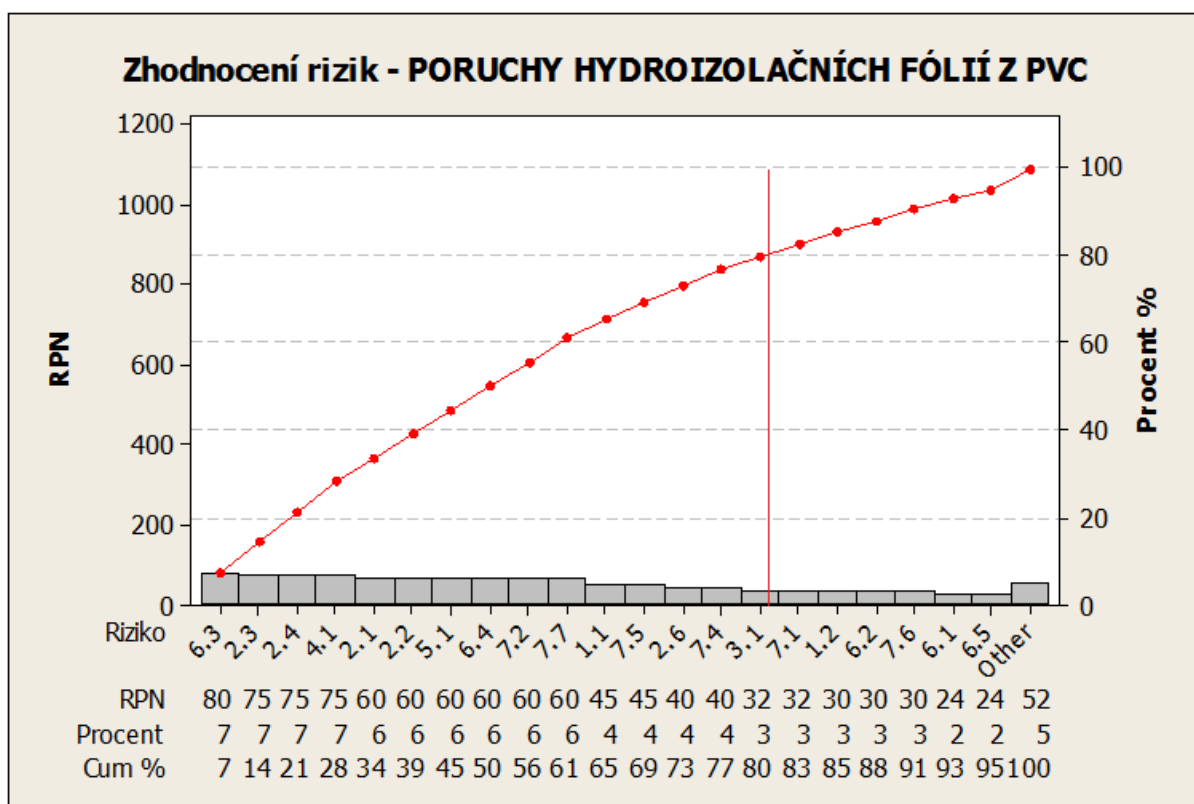
Dalšími významnými riziky jsou:

- zvýšení obsahu plnidel a použití levnějších materiálů;
- snížení tloušťky UV stabilizované vrstvy;
- pohyb fólie za nízkých teplot;
- zeslabení geometrických a technických vlastností.

5.2 Paretův diagram

Vyhodnocení rizik je vyhotoveno pomocí následujícího grafu. Graf poukazuje na existenci 20% rizik, na které je nutno se primárně zaměřit. Ostatní rizika, jež tvoří zbylých 80% ze všech rizik (v grafu znázorněno na pravé straně od svislé čáry), nejsou pro životní cyklus hydroizolační fólie nikterak významné.

Graf 1: Vyhodnocení poruch PVC fólie Paretův diagram



6 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Rizika, která byla Paretovým diagramem vyhodnocena jako závažná, jsou uvedena v následujícím soupisu:

- Následné stavební práce – toto riziko je zaměřeno na práce po dokončení ploché střechy, kdy na střešní konstrukci vstupují osoby provádějící další práce spojené s výstavbou. Jejich benevolentnost a chování, může hrubým způsobem poškodit a znehodnotit celou konstrukci ploché střechy;
- Zvýšení podílu plnidel a použití levnějších materiálů – použití nekvalitních a levnějších materiálů ve výrobě může do velké míry znehodnotit finální výrobek a omezit jeho vlastnosti a správné použití. Užití takto nekvalitních výrobků má za následek nízkou životnost střešního pláště;
- Pohyb fólie za nízkých teplot – tento pohyb je způsobený nedostatečným kotvením;
- Zeslabení geometrických a technických vlastností – toto riziko vzniká při výrobě hydroizolační fólie a je způsobeno nedodržením předepsaného technologického postupu výroby;
- Zrychlení výroby – tento jev vzniká za účelem snižování nákladů na provoz výroby izolačních pásů. Následkem je nekvalitní spojení vrstev hydroizolačního pásu;
- Nekvalitní hydroizolační fólie – riziko vzniká kombinací více faktorů při výrobě. Dochází k výrobě pásů, které nesplňují předepsané požadavky. Tyto pásy je možné zpravidla rozeznat podle jejich nízké prodejní ceny;
- Mechanické poškození střešního pláště při údržbě – k poškození dochází především v zimním období, a to při práci na odstraňování sněhu ze střešní konstrukce;
- Počet mechanických kotev – dostatečné kotvení izolačního pásu je jednou ze základních podmínek, která musí být pro dlouhodobou životnost ploché střechy dodržována;

- Chyba způsobu kotvení – nesprávné kotvení může způsobit celou řadu poruch, od méně závažných až po poškození celé konstrukce ploché střechy;
- Kotvení na svislé k-ce – při nedostatečném vytažení fólie na svislou konstrukci může dojít k zatékání vody pod hydroizolační fólii, což má za následek degradaci konstrukce ploché střechy;
- Chyba projektové kanceláře – chybám projektové kanceláře se bohužel nedá nijak vyhnout, je nutno se proto zaměřit na dostatečnou kontrolou budoucího návrhu;
- Delaminace – k delaminaci hydroizolační fólie dochází při nedodržení technologického postupu v průběhu výroby hydroizolační fólie;
- Zpracování detailů – detaily jsou na střešní konstrukci jedním z nejvíce choulostivých míst jejich nesprávným provedením může být narušena správná funkčnost celé střešní konstrukce;
- Otisk nečistot do PVC fólie – následkem nedokonalého systému výroby fólie může docházet k otisku nečistot do její struktury.

Navržená opatření:

Lidský faktor

Opatřením navrženým pro eliminaci co největšího množství rizik může být důsledná kontrola, pravidelná školení a odborné vzdělávání pracovníků, jež konkrétní odborné práce vyžadují. Důležitým faktorem je důsledné seznámení se s projektovou dokumentací, technologickými postupy a dalšími předpisy, jež jejich činnost ovlivňují.

Cena:

Snižování nákladů na výrobu, prodej nekvalitních výrobků, práce s nekvalitními a necertifikovanými stroji a pomůckami je důvodem klesající kvality produktů a služeb. Eliminací těchto aspektů působících na cenu, můžeme docílit kvalitní produkce materiálu a služeb.

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo poukázat na množství poruch, které se vyskytují nejen při výrobě hydroizolačních PVC fólií, ale i při provádění a dalším životním cyklu střešního pláště. Soupis těchto poruch by měl především poukázat na stále se opakující poruchy, za účelem omezení jejich výskytu. Z praxe je však zřejmé, že bezohlednost lidí a finanční situace bude mít za následek výskyt značné škály poruch, které bude potřeba i nadále řešit.

8 SEZNAM:

Literatura:

- (2) NOVOTNÝ, Marek, Ivan MISAR a Stanislav ŠUTLIAK. Hydroizolace plochých střech: poruchy střešních pláštů. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 221 s. ISBN 978-80-247-5002-6.
- (21) <http://www.uur.cz/default.asp?ID=3986>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Rozdíl tloušťky (deklarovaná tl. = 1,2 mm, naměřená tl. = 1,05mm), (2, s. 114) ..	96
Obrázek 2: Porucha v důsledku lokální migrace změkčovadel (2, s. 118)	97
Obrázek 3: Prokreslení výztužné fólie (2, s. 121)	97
Obrázek 4: Chybně nařezaný hydroizolační pás (2, s. 115)	98
Obrázek 5: Špatně narolovaná, šavlovitá a nařezaná fólie PVC (2, s. 115)	98
Obrázek 6: Delaminace PVC fólie (2, s. 131)	98
Obrázek 7: Otisk nečistot na válcích výrobní linky (2, s. 117)	99
Obrázek 8: Mrazové trhliny (2, s. 123)	99
Obrázek 9: Trhlina rohu u světlíku (2, s. 126)	100
Obrázek 10: Poškození odloženým horkovzdušným fénem (2, s. 136)	101
Obrázek 11: Poškození fólie od vrtání (2, s. 136)	101
Obrázek 12: Poškození vlivem neopatrné údržby střechy (2, s. 138)	102
Obrázek 13: Propálení od zábavní pyrotechniky (2, s. 139)	102
Obrázek 14: Nadměrné sání větru (2, s. 153)	103
Obrázek 15: Nadměrné sání větru (2, s. 153)	103
Obrázek 16: Nesprávné osazení mechanické kotvy (2, s. 154)	104
Obrázek 17: Kotva určená na kotvení zateplených fasád (2, s. 154)	104
Obrázek 18: Neodborně provedený svar (2, s. 158)	105

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Pravděpodobnost výskytu rizika	105
Tabulka 2: Dopadu nebezpečí při realizaci	106
Tabulka 3: Možnost odhalení nebezpečí	107
Tabulka 4: Závažnost rizika	107
Tabulka 5: Vyhodnocení poruch PVC fólie FMEA	108

Seznam grafů:

Graf 1: Vyhodnocení poruch PVC fólie Paretův diagram	110
--	-----

PŘÍLOHA B - Životnost vybraných variant střešních pláštů

1 ŽIVOTNOST VYBRANÝCH VARIANT STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ

Stavby se skládají z mnoha částí, jejich vzájemným působením může docházet k poškození. Poškození je vliv, který ovlivňuje životnost konstrukce.

Životnost - životnost je doba, po kterou může výrobek při správném užívání a ošetřování a vzhledem ke svým vlastnostem, danému účelu a rozdílnosti v intenzitě jeho užívání v souladu s technickou normou plnit svou funkci. Je vyjádřena časovým úsekem mezi počátkem používání výrobku až po jeho likvidaci. (11)

2 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA KONSTRUKCE

V této části práce se budeme zabývat životností vybraných variant střešních plášťů. Pro naše posouzení byly navrženy tyto varianty:

1. Izolační zateplovací panel se skrytým upevněním ke konstrukci ve vodorovné spáře KS1000 X-DEK s hydroizolační krycí vrstvou od firmy Kingspan a.s.
2. Skladba střešního pláště navržena z trapézového plechu, parotěsné folie, tepelné izolace z kamenných vláken s horní vrstvou z PVC hydroizolační fólie.

Nebudeme se zde zabývat návrhem dané střešní konstrukce. Cílem této kapitoly je poukázat na rizika, která mohou výrazně ovlivnit nejen životnost jednotlivých prvků ve skladbě střešního pláště, ale mohou být i příčinou znehodnocení skladby celého střešního pláště.

Každý materiál a výrobek má svou životnost. V následující tabulce jsou definovány předpokládané životnosti jednotlivých vrstev střešního pláště.

Tabulka č 1: Tabulka životnosti vrstev s povlakovou hydroizolační vrstvou (10)

Výrobek	Informativní návrhová životnost (roky)
Dlažba na podložkách	10
Dlažba lepená	25
Povlaková krytina (hlavní vodotěsnicí vrstva)	25
Povlaková krytina (pojistná vodotěsnicí vrstva)	25
Tepelněizolační výrobky	25
Nosná vrstva	50

3 RIZIKA OVLIVŇUJÍCÍ ŽIVOTNOST KONSTRUKCE

Většina materiálů ve skladbě střešní konstrukce je v mnoha případech vystavena řadě proměnlivých podmínek, které na ně dlouhodobě působí. Tyto nepříznivé podmínky je možné eliminovat použitím vhodných materiálů a konstrukčních opatření.(18)

Rizika ovlivňující životnost:

- kvalita použitých materiálů,
- životnost upevňovacích prvků,
- životnost oplechování, žlabů a prostupů,
- lidský faktor,
- vlhkost,
- teplota,
- povětrnostní vlivy,
- údržba,
- způsob likvidace

Kvalita použitých materiálů

Použití kvalitních surovin je základním požadavkem na dodržení kvality výsledného materiálu. Máme na výběr z velkého množství firem a materiálů, které mají rozdílné vlastnosti. Aplikace kvalitních materiálů do konstrukce střechy je omezena jejich cenou, požadavky investora a samotným materiálem. Další možností je navrhovat střešní plášť s co nejmenším rizikem použití nekvalitních materiálů a to tak, že zvolíme systémové řešení navržené pro jednotlivé skladby střešního pláště nebo prefabrikované střešní panely, které deklarují vlastnosti materiálů, jež byly v panelech aplikovány.

Životnost upevňovacích prvků

Délka předpokládané životnosti je závislá na materiálu použitém při výrobě. Tímto materiálem je uhlíková ocel nebo nerezová ocel. Uhlíková ocel má předpokládanou délku životnosti 10 let a ocel nerezová 25 let. (18)

Životnost oplechování, žlabů a prostupů

Žlaby, oplechování a prostupy jsou vystaveny náročným podmínkám. Tyto konstrukce jsou namáhány deštěm, usazováním nečistot a tím i zadržování vody na těchto prvcích střešní

konstrukce. Vzniká velké riziko koroze jednotlivých prvků. Omezit vznik rizika můžeme použitím ochranných nátěrů a pravidelnou údržbou. Předpokládaná životnost těchto prvků je 30 let.

Lidský faktor

Lidský faktor je nejvýznamnějším rizikem při návrhu, výstavbě i užívání střechy. Procesem návrhu se zde zabývat nebudeme a budeme předpokládat správnost návrhu střešní konstrukce. Při realizaci střešní konstrukce je nejdůležitějším aspektem dodržení projektové dokumentace a technologických přepisů. Nedodržení těchto aspektů má kritické dopad na celou konstrukci střešního pláště.

Vlhkost

Vlhkost v samotné skladbě střešního pláště je nežádoucím jevem, kterému musíme zamezit. Působení vlhkosti na určité druhy materiálů by mělo za následek jejich degradaci a ztrátu vlastností. Vlhkost se může tvořit dvěma způsoby. Prvním způsobem je vnikání vodních par do vnitřní skladby střešního pláště. Druhým způsobem je kondenzace vodní páry na povrchu konstrukce a stékání vody po samotné konstrukci, což souvisí s povrchovou teplotou konstrukce a dále s teplotou a vlhkostí vzduchu v interiéru.

Teplota

Životnost vrstev na povrchu střešního pláště závisí na barevném odstínu této vrstvy. Teplota na povrchu s tmavým odstínem dosahuje až 80 °C, zatímco za stejných podmínek je teplota se světlým povrchem pouze 55 °C. V délce životnosti se tedy povrchy liší. Tepelná roztažnost a namáhání od slunečního záření je důležitým parametrem pro výběr finální vrstvy střešního pláště. (18)

Povětrnostní vlivy

Jedná se o působení deště, sněhu a větru. Působení těchto tří aspektů může mít nepříznivý vliv na horní vrstvu střešního pláště. Může dojít k poruchám od sání větru, k narušení horní vrstvy ledovými kroupami a při nesprávném kotvení k praskání izolace vlivem roztažnosti ledu.

Údržba

Nedostatečnou údržbou může dojít ke snížení životnosti jednotlivých prvků vyskytujících se na střešní konstrukci. Usazování nečistot a zadržování vody může mít za následek korozi prvku, zadržování vody na střešní rovině a následné zamrzání.

4 POROVNÁNÍ ŽIVOTNOSTI DVOU VARIANT STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ

V této části je provedeno porovnání, ve kterém jsou zohledněny všechny navržené faktory ovlivňující životnost jednotlivých střešních plášťů.

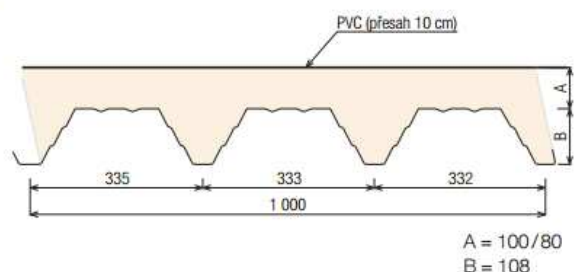
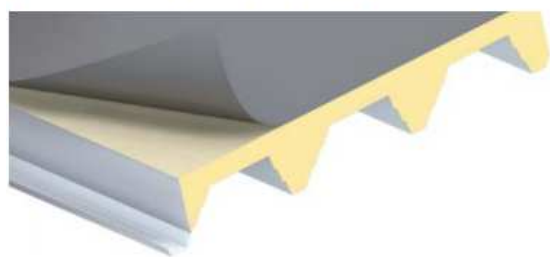
4.1 První varianta střešního pláště

Izolační zateplovací panel se skrytým upevněním ke konstrukci ve vodorovné spáře KS1000 X-DEK s hydroizolační krycí vrstvou od firmy Kingspan a.s.

Obrázek č. 1: Střešní panel KS1000 X – dek (19)

KS1000 X-dek™ typ XM / PVC součást panelu z výroby

■ Typ XM s PVC fólií, která je součástí panelu z výroby a tvoří finální krytinu



Kvalita použitých materiálů

Izolační sendvičové panely se vyrábějí z materiálů nejvyšší kvality, s použitím nejmodernějšího výrobního zařízení. Panely jsou ve shodě s přísnými požadavky kontroly dle ISO, čímž je zajištěna dlouhodobá spolehlivost a provozní životnost. (18)

Životnost upevňovacích prvků

Při montáži tohoto systému se jedná o kotvení skryté ve vodorovné spáře, které je z horní strany střešního pláště umístěno v jádře panelu. Na interiérové straně není kotvení

k nosné konstrukci nijak kryté proti působení nepříznivých vlivů z interiéru (teplota, vlhkost). Proto lze délku životnosti těchto prvků určit na základě materiálu, ze kterého je prvek vyroben.

Životnost oplechování, žlabů a prostupů

Žlaby, oplechování a prostupy jsou vystaveny náročným podmínkám. V důsledku frekvence smáčení a akumulace spadu a nečistot, které mohou po delší dobu zadržovat vodu i vlhkost, vzniká velké riziko koroze. Žlaby by měly být dostatečně široké a pevné, aby během montáže a údržby umožňovaly bezpečný pohyb. Použité ochranné nátěrové systémy musí být kvalitní a odolné vůči poškození. Výměna žlabů, oplechování a prostupů je destruktivní a nákladná. Pravidelná údržba je předpokladem pro dosažení plánované životnosti 30 let. (18)

Lidský faktor

U tohoto systému střešních panelů jsou minimalizovány vlivy lidské chyby při vytváření střešní konstrukce. Chyby jsou minimalizovány, nikoli odstraněny. Při porovnání se systémem skládaných střech je tento systém skladby střešní konstrukce již hotov. Riziko lidského faktoru je zde uplatněno při přemísťování a ukládání panelů na střešní rovinu. Musíme se zaměřit na správné vkládání parotěsných pásek, dokonalý styk panelů a odborné natavení přesahů hydroizolace.

Vlhkost

Kondenzace v konstrukci

„Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce Sendvičové panely Kingspan mají na vnitřním povrchu krycí vrstvu z lakovaného žárově pozinkovaného ocelového plechu, který vytváří parozábranu. Při výpočtech celoroční bilance kondenzace většinou vychází, že v konstrukci nedochází ke kondenzaci. U staveb se zvýšenou vlhkostí se při montáži pro jistotu aplikuje ještě v podélném spoji panelu parotěsná samolepící páska (průměr) 6 mm.“ (18)

Kondenzace na povrchu

U většiny staveb se požaduje, aby nedocházelo ke kondenzaci na vnitřním povrchu střešního pláště. Kondenzace na vnitřním povrchu souvisí s vnitřní povrchovou teplotou, teplotou vnitřního vzduchu a jeho relativní vlhkostí. (18)

Teplota

Působení teploty na horní vrstvu hydroizolačního pásu je stejné pro všechny druhy střech nezávisle na jejich vnitřní skladbě.

Povětrnostní vlivy

Ochranné funkci střešního pláště proti povětrnostním vlivům je dosaženo za pomoci použití odolných materiálů vůči povětrnostním vlivům a těsněním podélných a příčných spojů panelů a otvorů v opláštění z hlediska vodotěsnosti, vzduchotěsnosti a parotěsnosti. Spoje stěnových a střešních plášťů musí být navrženy a smontovány správně, aby nedošlo k průsaku vody. (18)

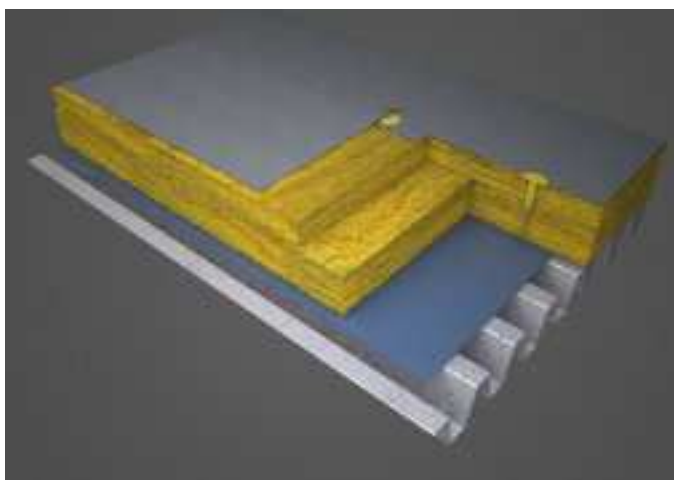
Údržba

V důsledku nečistot (listí, prachu apod.) se budou funkční vlastnosti střešního pláště časem zhoršovat. Systém odvodnění by měl být navržen s dostatečným bezpečnostním faktorem s ohledem na výskyt rizika akumulace nečistot a předpokládané frekvence údržby. Doporučuje se pravidelná a plánovaná kontrola všech prvků střešní konstrukce, která by měla být prováděna minimálně jednou ročně. (18)

4.2 Druhá varianta střešního pláště

Skladba střešního pláště navržena z trapézového plechu, parotěsné fólie, tepelné izolace z kamenných vláken s horní vrstvou z PVC hydroizolační fólie.

Obrázek č. 2: Skladba ploché střechy, druhá varianta (12)



Kvalita použitých materiálů

Protože se jedná o skládanou střešní konstrukci, je důležité dohlížet na kvalitu všech částí a komponentů budoucí skladby. Tento dozor spočívá na investorovi a dodavateli stavebního díla.

Životnost upevňovacích prvků

Je stejná jako u první varianty střešního pláště a závisí na materiálu, ze kterého jsou kotvící prvky vyrobeny.

Životnost oplechování, žlabů a prostupů

Při řešení životnosti těchto prvků se musí dbát na správné systémové provedení střešního pláště. Usazování nečistot a zadržování vody na střešní rovině, následná koroze, zamrzání atd. jsou stejnými riziky jako u první varianty střešního pláště.

Lidský faktor

Působení lidského faktoru je u této konstrukce výrazně vyšší, než tomu bylo u první varianty střešního pláště. Důvodem je skladba konstrukce tvořená z více druhů materiálů, což má za následek větší riziko chyby a nedodržení technologických postupů. Konstrukce se skládá ze čtyř vrstev (trapézový plech, parotěsná fólie, tepelná izolace a PVC hydroizolace).

Při montáži trapézového plechu mohou vznikat určité druhy nepříznivých poruch, ale ty na samotnou životnost skladby střešního pláště nemají významný vliv.

Při nalepení parotěsné fólie na trapézový plech může dojít k nedokonalému provedení a tudíž znehodnocení dalších vrstev nad parozábranou. Primární funkcí parotěsné vrstvy je zachytit vodní páru procházející trapézovým plechem a zamezit její prostup do tepelné izolace.

Tepelná izolace je dovážena ve formátu desek, které ukládáme na sraz tak, aby nevznikaly mezery a dutiny mezi jednotlivými deskami izolace. Dále musíme kontrolovat znehodnocení izolace při manipulaci a aplikaci do skladby střešního pláště. Při nedodržení těchto zásad nebude konstrukce střešního pláště schopna plnit funkci, na kterou byla navržena.

Hydroizolace z měkčeného PVC je finální vrstvou skladby střešního pláště. Kvalita jejího provedení je nejrizikovější částí celého střešního pláště. Správné kotvení a natavení izolace jsou nejdůležitější procesy v této finální vrstvě. Tato vrstva zabraňuje pronikání dešťové vody do konstrukce střešního pláště. Více o poruchách hydroizolační PVC fólie viz příloha A.

Vlhkost

Je snahou zabránit kondenzaci vodní páry ve skladbě střešního pláště i na jeho povrchu. Pro zamezení prostupu vodní páry do vnitřní skladby střešního pláště nám slouží parotěsná vrstva umístěna na trapézovém plechu. Kondenzace vodní páry na povrchu konstrukce je zapříčiněna povrchovou teplotou střešního pláště, teplotou a vlhkostí vzduchu v interiéru.

Teplota

Působení teploty na horní vrstvu hydroizolačního pásu je stejné pro všechny druhy střech nezávisle na jejich vnitřní skladbě.

Povětrnostní vlivy

Zde se jedná především o sání větru, déšť a sníh. Sání větru může při nedostatečném kotvení skladby střešního pláště v krajních oblastech způsobit porušení celé konstrukce ploché střechy. Ochranou proti povětrnostním vlivům je odborně provedená skladba střešního pláště.

Údržba

Pravidelnou údržbou můžeme docílit delší životnosti jednotlivých prvků střešní konstrukce. Údržba zahrnuje čištění žlabů, odstranění nečistot z povrchu konstrukce střechy a průběžnou kontrolu stavu konstrukce.

5 ZPŮSOB LIKVIDACE

Jedná se o poslední fázi životního cyklu. V této fázi se snažíme o likvidaci materiálu ze střešní konstrukce tak, aby měla co nejmenší vliv na životní prostředí.

5.1 První varianta střešního pláště

„Izolační střešní a stěnové panely mají velmi dlouhou životnost, která přesahuje 40 let. Opětovné použití stavebních prvků je z ekologického hlediska výhodnější než recyklace. Podle provedených studií je opětovné použití izolačních panelů limitováno některými technickými a ekonomickými faktory, izolační panely Kingspan však již byly tímto způsobem použity, a to především u budov, kde nebyl kladen velký důraz na estetické hledisko.“ (18)

5.2 Druhá varianta střešního pláště

Při likvidaci skládané střešní konstrukce dochází k rozebírání jednotlivých vrstev. Tento proces je značně náročný a složitý. Musíme odborně posoudit, zda se jedná o výměnu některých vrstev v konstrukci nebo kompletní demontáž celé střešní roviny.

6 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH RIZIK PŮSOBÍCÍCH NA VARIANTY STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ

Pro porovnání dvou variant střešních plášťů nám bude sloužit tabulka s pravděpodobností výskytu jednotlivých rizik v dané skladbě střešního pláště.

Tabulka č. 2: Pravděpodobnost výskytu rizika

Pravděpodobnost výskytu rizika		
Parametr	Popis parametru	Hodnocení
Nepravděpodobné	Realizace daného nebezpečí je pouze teoretická, v praxi se nevyskytuje	*
Výjimečný výskyt	Nebezpečí se při realizaci má pouze ojedinělý výskyt	**
Střední výskyt	Nebezpečí je při realizaci zcela běžné	***
Častý výskyt	Nebezpečí se z hlediska realizace vyskytuje často	****
Téměř jistý výskyt	Realizace nebezpečí je téměř jistá	*****

Následující tabulka znázorňuje vyhodnocení jednotlivých rizik pro obě varianty provedení střešního pláště.

Tabulka č. 3: Vyhodnocení dvou variant střešních pláštů

Riziko	První varianta střešního pláště	Druhá varianta střešního pláště
Kvalita použitých materiálů	*	**
Životnost upevňovacích prvků	**	**
Životnost oplechování, žlabů a prostupů	**	**
Lidský faktor	**	*****
Vlhkost	**	***
Teplota	***	***
Povětrnostní vlivy	**	***
Údržba	**	**
Způsob likvidace	*	***

7 VYHODNOCENÍ

Při porovnání dvou variant provedení střešního pláště byla první varianta vyhodnocena jako méně riziková v porovnání s variantou druhou.

Nejzávažnějším rizikem vyhodnoceným v první variantě střešního pláště bylo riziko teploty. Toto riziko, jak již bylo výše uvedeno, je závislé na barevném odstínu povrchu hydroizolační PVC fólie, jež má velký vliv na povrchovou teplotu střešní konstrukce. Toto riziko bylo zařazeno do skupiny rizik se středním výskytem, což znamená riziko při realizaci zcela běžné. Ostatní rizika u první varianty střešního pláště byla ohodnocena jako rizika výjimečná nebo nepravděpodobná.

U druhé varianty střešního pláště byl nejvýznamnějším rizikem vyhodnocen vliv lidského faktoru. Ten byl ohodnocen jako riziko s častým výskytem, což znamená, že riziko se z hlediska realizace vyskytuje mnohokrát. Pro takto zvolenou skladbu střešního pláště se toto riziko dá eliminovat vzděláváním a školením zaměstnanců a pravidelnou kontrolou v průběhu provádění konstrukce. Mezi další rizika, která se při realizaci vyskytují zcela běžně, patří vlhkost, teplota, povětrnostní vlivy a způsob likvidace. Životnost tohoto střešního pláště závisí na kvalitě a odborném provedení střešního pláště.

8 ZÁVĚR

Při porovnání těchto dvou variant střešního pláště je patrné zvýhodnění první varianty, z důvodu eliminace rizika lidského faktoru. Důkladně propracovaný systém výroby, splňující požadavky kontroly dle ISO, je předností tohoto provedení střešního pláště. Pokud se budeme orientovat na životnost těchto střešních konstrukcí, je správné poukázat na to, že faktory, které neovlivňuje lidská činnost, jsou v tabulce ohodnoceny stejně (životnost upevňovacích prvků, životnost oplechování, žlabů a prostupů a údržba). Povětrnostní vlivy nemohou být do této kategorie rovněž zařazeny, protože u druhé varianty střešního pláště záleží na správnosti kotvení střešního pláště (lidská činnost). Jednoduchost systému střešních panelů Kingspan s životností 40 let jsou méně rizikovou variantou střešního pláště.

9 SEZNAM

Literatura:

- (10) KUTNAR - Střechy s povlakovou hydroizolační vrstvou [online], Atelier-dek Inc., 2016 [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné na: <http://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/publikace/PROJEKCNI-PRIRUCKY/strechy-s-povlakovou-hydroizolacni-vrstvou-2016-04.pdf>.
- (11) Encyklopedie Cojeco [online], Optimus s.r.o. Inc., 2016 [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné na: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=109878&title=%9Eivotnost&s_lang=2>.
- (12) Ploché střechy [online], DEK stavebniny Inc., 2016 [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné na: <<https://www.dek.cz/podpora/ploche-strechy>>.
- (18) Kapitola 1 - Projektování budov [online], Kingspan Inc., 2016 [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné na: <<http://panely.kingspan.cz/Pruvodce-projektem-a-stavbou-26681.html>>.
- (19) Brožura – panely X-DEK [online], Kingspan Inc., 2016 [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné na: <<http://panely.kingspan.cz/ploche-strechy-zatepleni-ploche-strechy-panely-KS1000-XD-18447.html>>.

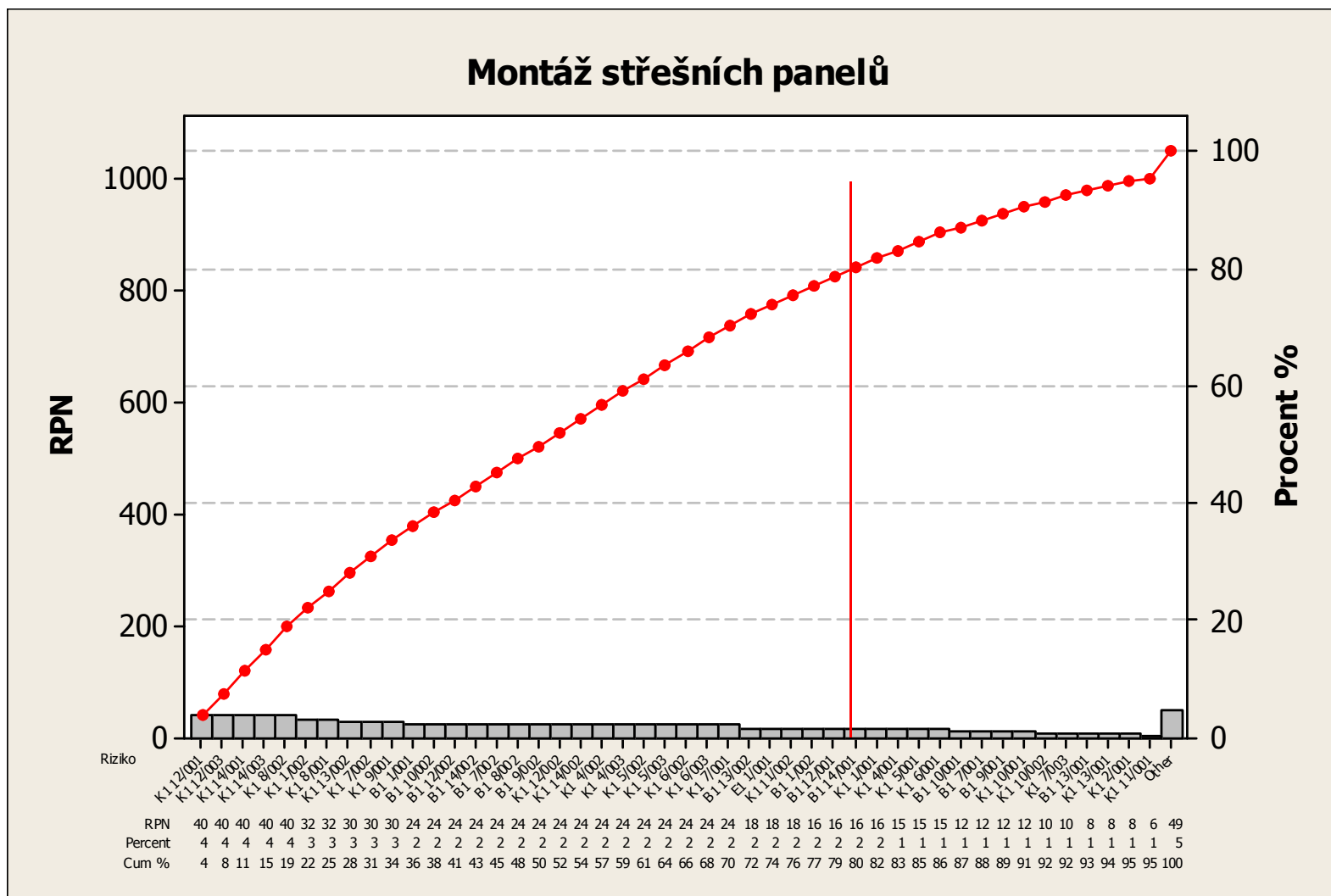
Seznam obrázků:

<i>Obrázek č. 1: Střešní panel KS1000 X – dek (19)</i>	<i>119</i>
<i>Obrázek č. 2: Skladba ploché střechy, druhá varianta (12).....</i>	<i>121</i>

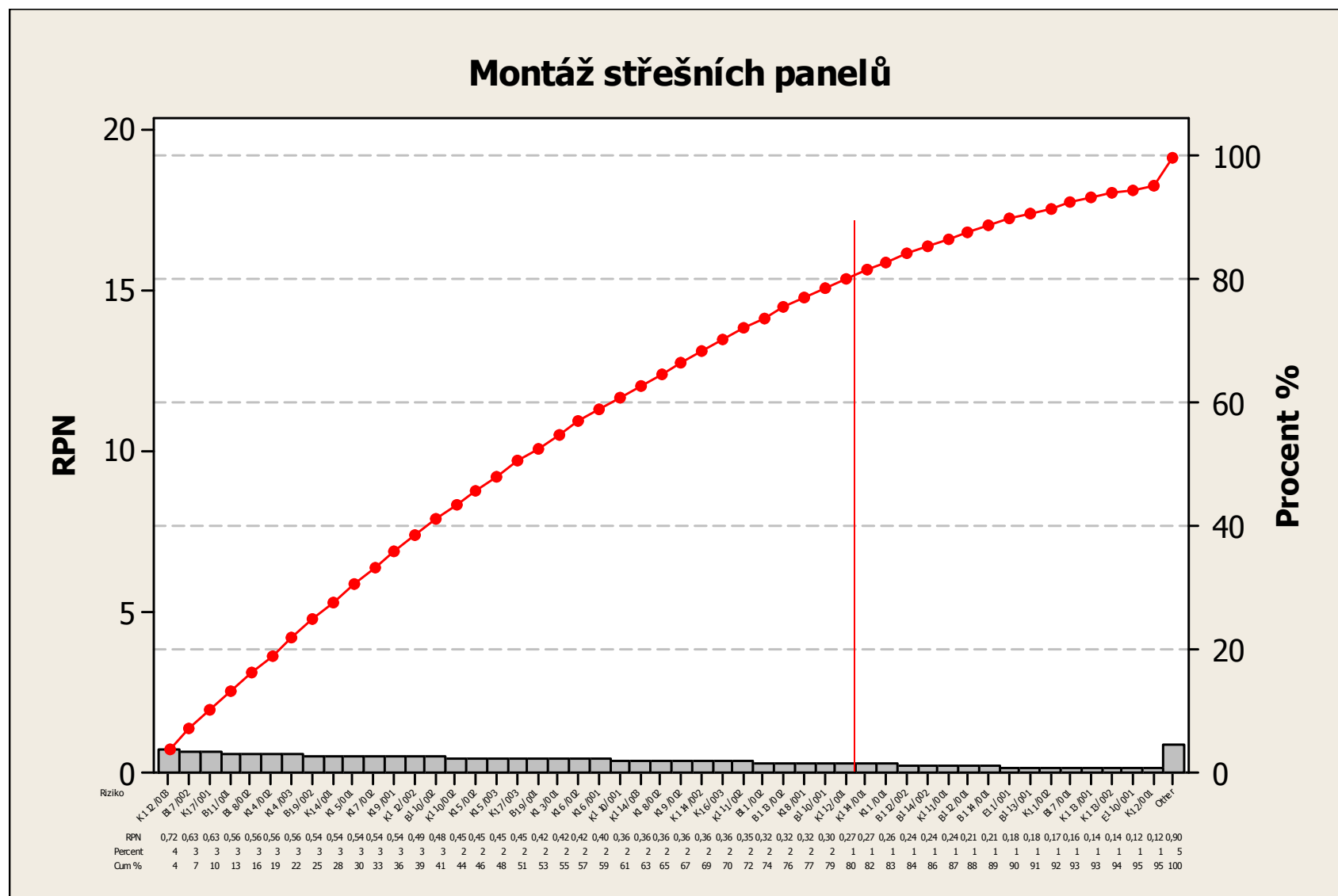
Seznam tabulek:

<i>Tabulka č 1: Tabulka životnosti vrstev s povlakovou hydroizolační vrstvou (10)</i>	<i>116</i>
<i>Tabulka č. 2: Pravděpodobnost výskytu rizika</i>	<i>124</i>
<i>Tabulka č. 3: Vyhodnocení dvou variant střešních plášťů</i>	<i>125</i>

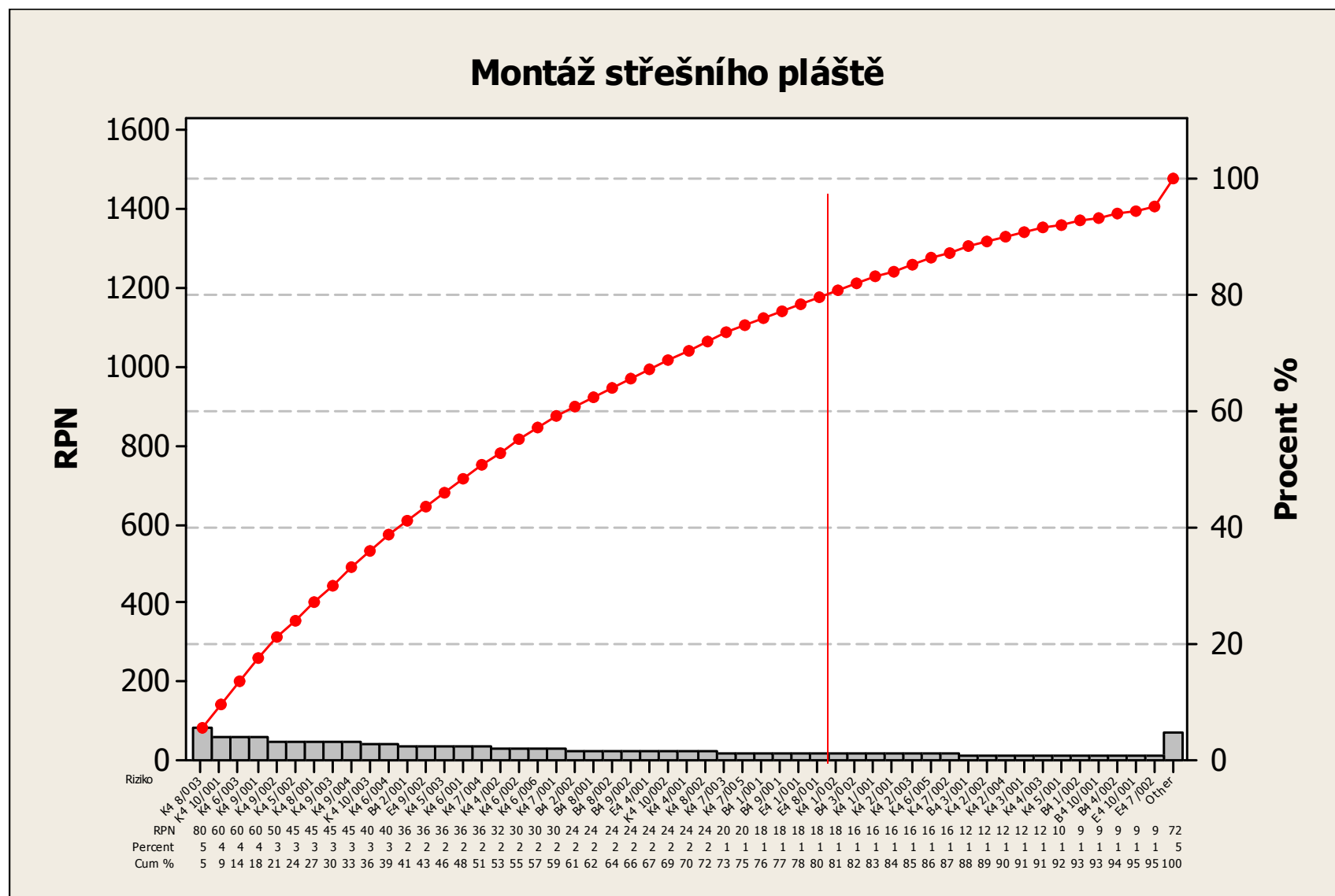
PŘÍLOHA C – Paretovy diagramy



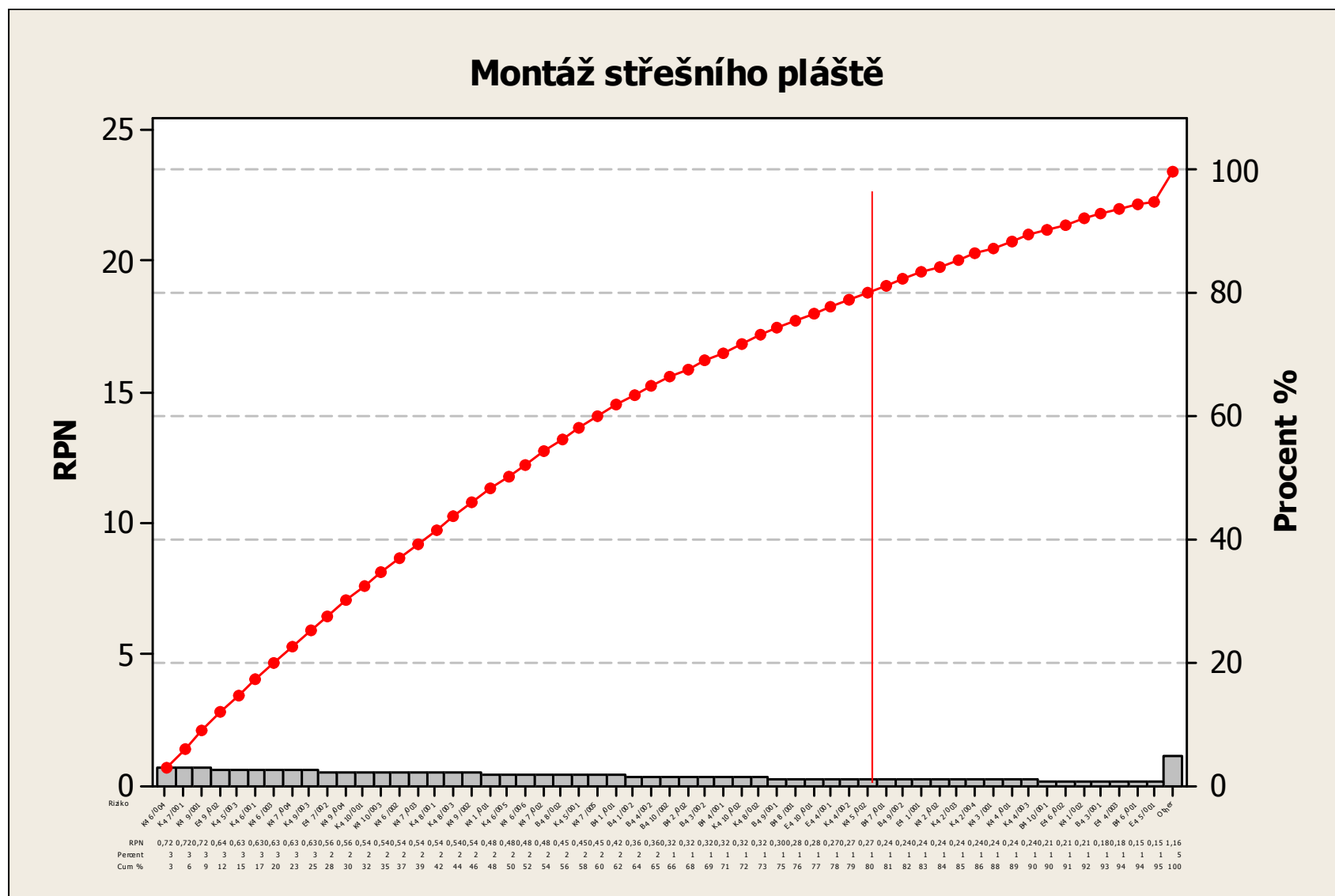
Graf č. 1: Paretův diagram - FMEA - střešní plášť



Graf č. 2: Paretův diagram – RIPRAN – střešní panel



Graf č. 3: Paretův diagram - FMEA - střešní plášť



Graf č. 4: Pareťov diagram – RIPRAN – střešní panel