

2 Návrh systému

Vybraný systém Firestone TPO je technicky přijatelný pouze tehdy, pokud jsou splněny všechny podmínky a požadavky uvedené v tomto oddílu, za předpokladu, že jsou splněny obecné technické podmínky, národní a mezinárodní normy pro návrh a provádění střešních hydroizolací.

Informace v této kapitole pomohou projektantovi a staviteli určit, který střešní systém Firestone TPO je nejvhodnější pro konkrétní střechu. Mohou také pomoci určit základní kritéria návrhu pro každý střešní systém. Tato kapitola obsahuje následující oddíly:

1	Použití systému	str. 2.3
2	Výběr systému	str. 2.4
3	Únosnost střešní desky	str. 2.9
4	Spád/tvar střechy	str. 2.10
5	Vhodnost podkladu	str. 2.11
6	Rekonstrukce stávajících střech	str. 2.12
7	Dilatační spáry	str. 2.14
8	Parotěsná zábrana	str. 2.14
9	Tepelná izolace	str. 2.15
10	Kotvení tepelné izolace	str. 2.19
11	Membrána.	str. 2.20
12	Přípevnění membrány	str. 2.20
13	Návrh kotvení	str. 2.22
14	Zatížení větrem	str. 2.24
15	Prostupy střechou	str. 2.25
16	Lemování	str. 2.26
17	Ošetřování a údržba	str. 2.27
18	Opravy membrány	str. 2.28

Stejně zásady hodnocení použité v této části se mohou týkat používání systémových komponentů a technologií vyvinutých jinými dodavateli. V tomto případě se musí také dodržovat pokyny příslušného výrobce. Odpovědnost za používání produktů vyrobených jinými výrobci a také za jejich účinnost spočívá výhradně na projektantovi a výrobcí komponentu.

Střechy s netypickou konstrukcí nebo speciálními požadavky, pokud se o nich tato kapitola nezmiňuje, by měly být konzultovány s technickým oddělením Firestone nebo autorizovaným distributorem.





2.1 Použití systému

Systémy Firestone TPO popsané v tomto dokumentu jsou použitelné pro střechy komerčních, průmyslových, administrativních a obytných budov.

Informace v této publikaci nejsou použitelné pro:

- Nestřešní aplikace jako izolace střešních podzemních garáží, izolace spodní stavby, výstelky nádrží atd.
- Střešní aplikace, kde je únosnost konstrukce nedostatečná k tomu, aby unesla zatížení celkové skladby střechy a jiných možných zatížení navržených projektantem.

Střešní systémy Firestone TPO nelze použít bez speciálního schválení technickým oddělením Firestone na:

- Střechy vystavené účinkům chemikálií
- Střechy vystavené pozitivnímu tlaku, jako jsou větrané dvouplášťové střechy, přístřešky a konzoly
- Budovy s velkými otvory ve zdi (většími než 10% plochy stěny), které mohou být náhodně ponechány otevřeny při vichřici, jako letecké hangáry, překladiště atd.
- Budovy umístěné u specifických ploch, které nejsou zmíněny v této publikaci a vyžadují zvláštní pozornost, jako svahy kopců atd.

Pro zjištění místních norem nebo speciálních podmínek, které nejsou zmíněny v této publikaci, kontaktujte místní stavební úřady a technické oddělení společnosti Firestone.



2.2 Výběr systému

Výběr střešního systému není vždy zcela jednoznačný. Je třeba, aby projektanti a stavitelé znali charakteristiky a podmínky provádění všech součástí systému.

Pro výrobce střešních membrán je stále složitější zajistit aplikačním firmám jednoduché směrnice pro návrh. Důvodem je široký výběr možností, které mohou zvolit podle typu konstrukce, izolačních desek, membrán, upevňovacích systémů a jiného příslušenství. Výsledkem může být velké množství možných kombinací, ale ne všechny jsou technicky vhodné.

Pro zjednodušení návrhů, Firestone rozlišuje nejčastěji používané střešní skladby Firestone TPO pro nové střechy. Tyto varianty jsou předloženy ve čtyřech „rozhodovacích tabulkách“, dle nosné konstrukce. Následující tabulky v této kapitole jsou zpracovány pro monolitické betonové desky, prefabrikované betonové konstrukce, kovové a dřevěné nosné konstrukce a poskytují informace k určení nevhodnějšího střešního systému Firestone.

Pomocí příslušné rozhodovací tabulky najde projektant nebo stavitel obecné informace pro různé typy konstrukce budovy (deska, nosnost, sklon) a také technické požadavky pro podkladové vrstvy membrány (tepelná izolace, podklad).

Pro různé typy tepelných izolací jsme použili následující zkratky:

- EPS : Expandovaný polystyrén
- XPS : Extrudovaný Polystyrén
- PUR : Polyuretan
- PIR : Polyisocyanurát
- MW : Minerální vlna

Pro přesnější informace o izolačních materiálech, podkladech, rekonstrukcích, bezpečnosti membrány a připevnění izolace odkazujeme na příslušné body v této kapitole.

Instalace střešních systémů Firestone na jiné nosné konstrukce a izolace než ty, které jsou uvedené v následujících tabulkách, je přijatelná jen na základě schválení technickým oddělením společnosti Firestone.





Nosná konstrukce

MONOLITICKÝ BETON (1)

Teplná izolace

System FIRESTONE

EPS	XPS	PUR/PIR	MW	Žádná
Přitěžovaný (2,3,4)	Přitěžovaný (2,3)	Přitěžovaný (2,3)	Přitěžovaný (2,3,6)	Přitěžovaný (2,3,8)
Mechanicky kotvený (3,4)	Obrácená střecha (2,3,8)	Mechanicky kotvený (3)	Mechanicky kotvený (3,4,6)	Mechanicky kotvený (3,8)
Plinoplošně lepený (5)		Plinoplošně lepený (7)	Plinoplošně lepený (5)	Plinoplošně lepený (9)

Kritéria pro navrhování

Nosná konstrukce

- (1) Beton musí mít konstrukční pevnost, pro informace o metodách zjišťování vlhkosti betonu kontaktujte Technické oddělení Firestone
- (2) Požadavek na minimální únosnost konstrukce
- (3) Spád střechy je omezen

Izolace

- (4) Požadavek na minimální objemovou hmotnost
- (5) Vyžaduje schválené kašírování
- (6) Vysoká pevnost v tlaku
- (7) Povrchová vrstva musí být vhodná a musí vykazovat dostatečnou přilnavost

Poznámka: Potřebu parotěsné zábrany musí určit projektant.

Podklad

- (8) Na drsné podklady se vyžaduje instalace ochranné rohože (netkaný polyester, min. 200 g/m²)
- (9) Je-li podklad hladký (hlazený dřevěným hladítkem), čistý, suchý a zbavený ostrých hran, otěrů, volně ležícího nebo cizího materiálu, oleje tuku či jiných produktů, které by mohly poškodit membránu

Pozn. Kotvení do monolitického betonu vyžaduje odpovídající kotvy a pečlivé provedení

Nosná konstrukce**PREFABRIKOVANÝ BETON (1)****Teplinná izolace****Systém FIRESTONE**

EPS	XPS	PUR/PIR	MW	Žádná
Přířezovaný (2,3,4)	Přířezovaný (2,3)	Přířezovaný (2,3)	Přířezovaný (2,3,6)	Přířezovaný (2,3,8)
Mechanicky kotvený (3,4)	Obrácená střeška (2,3,8)	Mechanicky kotvený (3)	Mechanicky kotvený (3,4,6)	Mechanicky kotvený (3,8)
Plnoplošně lepený (5)		Plnoplošně lepený (7)	Plnoplošně lepený (5)	Plnoplošně lepený (9)

Kritéria pro navrhování**Nosná konstrukce**

- (1) Prefabrikované betonové desky jsou z hutného nebo lehčeného betonu. Spáry mezi betonovými deskami by měly být vyplněny pískem a cementovou maltou.
- (2) Požadavek na minimální únosnost konstrukce
- (3) Spád střechy je omezen

Izolace

- (4) Požadavek na minimální objemovou hmotnost
- (5) Vyžaduje schválené kašírování
- (6) vysoká odolnost v tlaku
- (7) Povrchová vrstva musí být vhodná a musí vykazovat dostatečnou přílnavost

Poznámka: Potřebu parotěsné zábrany musí určit projektant.

Dodatečné vrstvy

- (8) Pokud se TPO membrána klade na nerovný nebo drsný povrch, požaduje se ochranná rohož (netkaný polyester, min. 200g/m²)
- (9) Požaduje se instalace schválené vyrovnávací desky nebo vhodné izolace.

Poznámka: Mechanické kotvení do betonových desek vyžaduje příměřený přípeňovací systém.

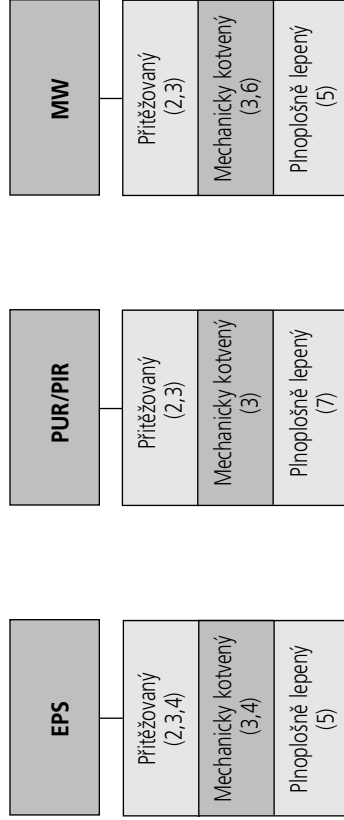


Nosná konstrukce

Trapézový plech ⁽¹⁾

Tepelná izolace

Systém FIRESTONE



Kritéria pro navrhování

Nosná konstrukce

- (1) Vyžaduje se minimální tloušťka trapézového plechu – 0,75 mm.
Kotvení do tenších plechů vyžaduje speciální kotvy a přepočít kotvicích sil
- (2) Požadavek na minimální únosnost konstrukce
- (3) Spád střechy je omezen

Tepelná izolace

- (4) Požadavek na minimální objemovou hmotnost
- (5) Vyžaduje schválené kašírování
- (6) Vysoká odolnost v tlaku
- (7) Povrchová vrstva musí být vhodná a musí vykazovat dostatečnou přilnavost

Poznámka: Potřebu parotěsné vrstvy musí určit projektant.

Nosná konstrukce**DŘEVĚNÁ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE (1)**

	EPS	XPS	PUR/PIR	MW	Žádná
Teplinná izolace	Přířezovaný (2,3,4)	Přířezovaný (2,3)	Přířezovaný (2,3)	Přířezovaný (2,3,6)	Přířezovaný (2,3,8)
Systém FIRESTONE	Mechanicky kotvený (3,4)	Obrácená střeška (2,3,8)	Mechanicky kotvený (3)	Mechanicky kotvený (3,6)	Mechanicky kotvený (3,8)
	Plnoplošně lepený (5)		Plnoplošně lepený (7)	Plnoplošně lepený (5)	Plnoplošně lepený (9)

Kritéria pro navrhování**Nosná konstrukce**

- (1) Vhodné jsou následující typy desek: Stavební prkna (dobře vyzrálá, na péro a drážku), vodovzdorná překližka a OSB.
Min. tloušťka 18 mm
- (2) Požadavek na minimální únosnost konstrukce
- (3) Spád střechy je omezen

Izolace

- (4) Požadavek na minimální objemovou hmotnost
- (5) Vyžaduje schválené kaširování
- (6) vysoká odolnost v tlaku
- (7) Povrchová vrstva musí být vhodná a musí vykazovat dostatečnou přilnavost

Poznámka: Potřebu parotěsné vrstvy musí určit projektant.

Dodatečné vrstvy

- (8) Na drsné podklady se doporučuje použít ochrannou rohož (netkaný polyester min. 200g/m²)
- (9) Může se použít na překližku/OSB, pokud je povrch čistý, suchý, hladký, nemá ostré hrany, ořepy, volné třísky, cizí materiály, olej, tuk a jiné materiály, které by mohly poškodit membránu. Prkenné konstrukce vyžadují instalaci vyrovnávací desky.

2.3 Únosnost střešní desky

Střešní deska slouží jako základ, na který se připevní membrána. Po stavební stránce přenáší nahodilé i stálé zatížení střechy na nosné prvky, jako jsou vaznice, nosníky a trámy. Mezi nahodilé zatížení patří sníh, déšť, vítr, pohybující se osoby včetně pracovního vybavení. Mezi stálé zatížení patří světlíky, jednotky vzduchotechniky, samotná stropní deska, tepelná izolace, izolační membrána a případné přitížení.

Průhyb střešní desky by měl být omezen podle místních předpisů tak, aby bylo přeneseno jak bodové zatížení tak spojitě zatížení konstrukce.

Když se určuje, zda je únosnost střešní konstrukce dostatečná vzhledem k instalacím veškerých prvků, musí projektant vzít v úvahu hmotnost požadovaného přitížení. Za normálních podmínek vyžaduje přitěžovaný a obrácený střešní systém minimální zátěž 50 kg/m² na ploše střechy a v některých případech 100 kg/m² po obvodu a v rozích.

Jsou-li navrženy betonové dlaždice, tak hmotnost a uspořádání se musí vypočítat jako součást statické zátěže střechy. Při výpočtu je také nutno brát v úvahu případ, kdy se zátěž nebo role TPO přemístí na střechu před tím, než ji rozmístíme na ploše střechy. Přitížení je nutno rovnoměrně rozmístit po ploše, neskladujte na střeše hromady materiálu.

Společnost Firestone není oprávněna provádět statické posudky, avšak důrazně doporučuje, aby před zahájením prací byla statika konstrukce konzultována se statikem.



2.4 Spád/tvar střechy

2.4.1. Dobrý odtok vody

Konstrukce střešní desky by měla mít určitý sklon umožňující trvalý odtok vody, aby nedocházelo k shromažďování vody kolem odtoků a střešních prostupů. Společnost Firestone definuje místo s neadekvátním odtokem vody jako místo na střešní ploše, kde voda zůstává 48 hodin po srážkách.

Minimální spád střechy by měl splňovat požadavky místních technických norem.

Spád střechy může být vytvořen v konstrukci, nebo vrstvami nad deskou.

Sklon v konstrukci může být zajištěn:

- přizpůsobením výšky nosníků nebo rámu
- šikmými nosnými prvky
- instalací spádových prvků pod desku

Sklon nad deskou může být zajištěn:

- vyrovnávacím potěrem nebo lehčeným betonem
- spádovanou tepelnou izolací

Patřičná pozornost by se měla věnovat zajištění správné výšky oplechování, zejména soklů, parapetů a střešních prostupů, kde se musí zajistit dodatečný spád.

Vpusti by měly být umístěny v nejnižších bodech střechy (v místě maximálního průhybu), nikoli u sloupů nebo nosných zdí (body s minimálním průhybem). Počet a velikost vpustí by se měly vypočítat v souladu s technickými normami.

2.4.2. Maximální spád

Následující tabulka poskytuje pomoc při určení nejvhodnějšího systému Firestone EPDM pro sklon nebo spád střechy.

Spád/Tvar		Systém		
		Přitěžovaný/ Obrácená střecha	M.A.S.	Plnoplošně lepený
Spád 0-10%	< 6°	A*	A	A
Spád 10-33%	≥ 6° a < 19°	NA	A	A
Spád > 33%	> 19°	NA	A**	A
Oblouková, válcová		NA	A	A

A : Použitelný

NA : Nepoužitelný

A* : Pokud je spád střechy větší než 5% je nutno provést dodatečná opatření pro zabránění pohybu přitížení.
To může být dosaženo následujícími opatřeními:

- zvětšením velikosti zrna kameniva, nebo jeho hmotnosti
- nainstalováním řady dlaždic minimální tloušťky 50 mm v nejnižším bodě střechy, abychom zabránili ucpání vpustí a žlabů

A** : Použitelný pouze na základě zvláštního posouzení technického oddělení společnosti Firestone.

2.5 Vhodnost podkladu

Před instalací systému musí zástupce prováděcí firmy zkontrolovat stav podkladu. Prováděcí firma nese odpovědnost za to, že podklad je připraven k pokládání systému Firestone TPO.

Následující tabulka Vám může pomoci při stanovování obecných požadavků na podklad pro různé systémy Firestone EPDM.

Obecné požadavky	Konkrétnější popis
Hladký	Bez ostrých hran a otřepů. Všechny drsné podklady, které by mohly poškodit membránu TPO a lemovací materiály, musí být řádně odděleny vyrovnávací vrstvou (ochrannou textilií, deskou, tepelnou izolací).
Suchý	POZNÁMKA: Pro zajištění maximální životnosti TPO membrány je nezbytné ji oddělit od abrazivních povrchů jako: drsný beton, cementové stěrky, překližka, stavební prkna, desky z dřevité vlny a pozinkovaný plech. Firestone doporučuje oddělit tyto povrchy netkaným polyesterem (min. 200 g/m²).
Slučitelný	Kaluže vody, sněh, jínovatka a led musí být z pracovního povrchu odstraněny. Je nutno zabránit jakémukoli kontaktu membrány TPO se všemi materiály, které TPO nesnáší jako vazelína, živočišné tuky, uhelný dehet, produkty na bázi olejů (minerálních i rostlinných), silné kyseliny a čerstvý bitumen.
Žádné mezery	Všechny mezery, které jsou větší než 5 mm musí být řádně vyplněny vhodným plnicím materiálem, nebo překryty tepelnou izolací.
Žádné horké podklady	Zamezte trvalému styku TPO se zdroji tepla nebo páry s povrchovou teplotou vyšší než 60°C.
Čistý	Velké znečištění musí být odstraněno kartáčem s tvrdými štětinami.

V návaznosti na předchozí tabulku uvádíme požadavky na určité typy podkladu:

■ Kovová střešní konstrukce (ocel, nebo hliník)

Předpokládá se, že střešní konstrukce je navržena tak, že poskytuje odpovídající podporu pro tepelnou izolaci v celé ploše střechy včetně obvodu a prostupů. Je také zapotřebí věnovat pozornost odtoku vody z podkladu, abychom v průběhu instalace nezabudovali vodu do střešního pláště.

■ Monolitický beton

Konečný povrch betonu musí být co nejhladší, měl by být vyhlazen mechanicky nebo ručně. Beton a cementové potěry obsahují značné množství vody. Stojící voda by měla být odvedena dočasnými prostupy vyvrtanými v nosné konstrukci. Betonové potěry nejsou příliš vhodné pro mechanicky kotvený systém.

- **Prefabrikovaný beton**

Všechny spáry musí být vyplněny pískem a cementovou maltou. Uzavřené spáry minimalizují vztlak vzduchu.

- **Dřevěné střechy (překližka-dřevo)**

Plocha střechy musí být k podkladu přišroubována vruty se záпустnou hlavou. Použití hřebíků není dovoleno. Může být použita impregnovaná překližka, nesmí však být upravována fosfáty čpavku. Při použití prken se mohou používat pouze prkna vyvrálá. Doporučují se prkna na pero a drážku.

2.6 Rekonstrukce stávajících střeš

Při rekonstrukci střešních plášťů závisí provedení nového systému hlavně na kvalitě stávající střechy. Je proto nutné provést další měření v souvislosti s přizpůsobením, překrytím nebo výměnou stávajícího střešního systému.

Každá střecha, která se má opravovat, musí být zkontrolována za účelem zjištění údajů o vlhkosti stávající skladby střechy, případných chyb v původním projektu a limitujících faktorů, které mohou ovlivnit návrh nového systému. Kontrola musí zjistit stav nosné konstrukce, tepelné izolace a stávající střešní membrány.

Prověrka nosné konstrukce musí určit možnost dodatečného přetížení v průběhu opravy, včetně skladování materiálu na střeše. Dodavatelská firma je také odpovědná za průzkum stavu nosné konstrukce.

Kovové konstrukce mají omezení daná průhybem a je nutné provést testy na odolnost proti vytržení šroubu. Dřevěné konstrukce a jiné degradující podklady musí být prověřeny z hlediska kvality (vlhkost,...) a odolnosti proti vytržení. Vlhké nebo nepevné části se musí nahradit jiným materiálem ještě před provedením membránové hydroizolace. Pokud je tepelná izolace vlhká nebo zničená, musí být vyměněna. Někdy je nutné zkontrolovat kvalitu připevnění tepelné izolace k podkladu. Je také nezbytné prověřit, zda je nově navržená tepelná izolace kompatibilní se stávajícím střešním systémem.

Stav stávající střešní membrány ponechávané v konstrukci, určuje, zda je zapotřebí položit separační vrstvu. Stávající hydroizolace musí být celistvá, bez hniloby, nenasycená vodou a pro plnoplošné lepení také bez puchýřů.

Tabulka na následující straně popisuje specifické požadavky na podklad pro různé typy rekonstrukcí pomocí Firestone TPO.

Výška lemování může být omezena. Stávající konstrukční detaily (dveře, okna), mohou omezovat dostatečné vytažení hydroizolace nad hladinu potencionální zátopové vody. Přesné rozhodnutí v těchto případech je kritické pro zachování celistvosti střešního systému.

Požadavky na podklad při rekonstrukci střechy

Stávající membrány	Systém		
	Přetížený/ Obrácená skladba	M.A.S.	Celoplošně lepený
Živičná / Kačírek	3	3	3
Živičná / Minerální posyp	2	2	3
Živičná / Hladká	1	1	1
Horký asfalt	4	4	4
Dehtová lepenka	3	3	3
Jednovrstvá membrána	4	4	4

- 1: Přímou na podklad, splňuje-li obecné požadavky na podklad (viz §2.5).
- 2: Střešní deska vyžaduje položení ochranné vrstvy (polyesterová rohož - min. 200 gr/m²).
- 3: Střešní deska vyžaduje položení schválené vyrovnávací vrstvy, nebo tepelné izolace.
- 4: Poradte se s technickým oddělením společnosti Firestone.

Poznámka: Lepené systémy mohou být přímo instalovány na stávající hladký povrch živičných lepenek, které nebyly upravovány nátěry a které mají bod měknutí vyšší než 85°C. Zjistěte, zda stávající střešní systém je důkladně připevněn ke konstrukci a zda je mezivrstevová přilnavost odpovídající a stejná ve všech místech. Bitumenové lemování není vhodné znovu používat. Proto v případě, že mezivrstevová přilnavost není dostatečná nebo spojitá, musí být lemování odstraněno.

2.7 Dilatační spáry

Potřeba dilatačních spár, stejně jako jejich typ a umístění, je určena projektantem. Doporučujeme prověřit nutnost dilatační spáry všude tam, kde:

- se předpokládá roztahování a smršťování stavební konstrukce
- konstrukční rámové prvky jako vazníky, rámy nebo ocelové střešní konstrukce mění směr
- se mění typ střešní konstrukce, beton nebo ocel přechází jeden na druhý
- se vyskytují přístavky ke stávající budově
- se předpokládá pohyb mezi svislou zdí a střešní konstrukcí
- jsou střešní plochy větší než 60 m v jakémkoli směru

Dilatační spáry by rovněž měly být umístěny tam, kde se mění teplotní podmínky interiéru, jako přechod z vytápěné budovy na nevytápěnou.

Další informace týkající se instalace dilatačních spár naleznete v následující části. V některých případech je nutné vyplnit spáru mezi konci izolačních desek v dilatační spáře stlačitelnou vložkou, případně vytvořit záhyb v parozábraně nebo membráně.

2.8 Parozábrana

Parotěsnou zábranu navrhujeme pro ochranu prvků skladby střešních konstrukcí nebo k zabránění vnitřní kondenzace ve střešním plášti, pokud se vyskytuje velká vlhkost vnitřních prostor. V některých případech může parotěsná zábrana sloužit k blokování proudění vzduchu u budov namáhaných pozitivním vztlakem.

Instalaci parotěsné zábrany včetně typu, umístění a polohy, by měl stanovit architekt nebo projektant. V následujících případech by měl provést důkladné posouzení možností její instalace:

- Stavby, kde jsou očekávány vnější průměrné lednové teploty nižší než 5°C a kde vnitřní průměrná zimní relativní vlhkost je 45% nebo vyšší.
- Budovy a interiéry o vysoké vlhkosti, jako např. plavecké bazény, textilní dílny, potravinářské a jiné průmyslové závody s vlhkým průmyslovým procesem.
- Tyto budovy musí mít stálou vnitřní teplotu nad 20°C a relativní vlhkost minimálně 70%.
Prvky konstrukce, které mohou uvolňovat vlhkost po provedení střechy, jako vnitřní beton a zdivo, omítka, betonové potěry, vyhřívací agregáty atd.

Protože jsou požadavky a klimatické podmínky v každé zemi jiné, měl by projektant v první řadě dodržet místní technické normy a předpisy týkající se parotěsných zábran.

Materiály pro parotěsné zábrany jsou k dispozici ve formě syntetických folií (polyetylenových, PVC, atd.). Živičné pásy s kovovou nosnou vložkou je možno rovněž použít za předpokladu, že nebude žádný kontakt mezi membránou UltraPly TPO a čerstvým bitumenem.

Povrch konstrukce, který obsahuje velké množství vody (monolitický beton, cementové potěry...), by měl být dostatečně vyztáhlý a suchý před instalací parotěsné zábrany. Vysušování podkladu bude po instalaci parotěsné zábrany omezeno. V tomto případě by měly být ve spodní desce vyvrtány vysoušecí otvory, které by umožňovaly dosoušení.

2.9 Tepelná izolace

Funkce tepelné izolace ve vodotěsném systému je komplexní. Izolace se používá ke zmenšení tepelných ztrát a k omezení kondenzace vodní páry ve střešní konstrukci. Také se používá k vytvoření podkladu, který je:

- pevný a slučitelný s membránou
- správně upevněn proti stržení větrem
- stabilní, aby minimalizoval namáhání membrány
- dostatečně pevný, aby odolával pohybu a zátěži na střeše v průběhu stavby bez poškození.

Protože jsou požadavky na tepelnou izolaci v každé zemi jiné (požární předpisy, požadavky na tepelný odpor), měl by se projektant řídit místními technickými normami.

Vzhledem k mnoha druhům možných izolací není možné poskytnout kompletní seznam všech izolací použitelných jako podklad systémů Firestone UltraPly TPO. Proto je v tabulce na následující straně stručný seznam nejčastěji používaných izolačních materiálů. Pokud se produkt, který má být použit, neshoduje s technickými požadavky v této tabulce, je nutná konzultace s technickým oddělením společnosti Firestone.

Tato tabulka také poskytuje informace o použitelnosti izolačních materiálů pro jednotlivé systémy Firestone UltraPly TPO. Pro bližší informace týkající se izolačních materiálů odkazujeme na technickou literaturu výrobců tepelných izolací.

Tepelná izolace					Střešní systém				
Tepelná izolace	Tepelná vodivost λ_p [W/mK]	Objem. Hmot. [kg/m ³]	Stlačitelnost [kN/m ²]	Přítěžovaný systém	Obrácený	M.A.S	Celoplošně lepený		
Pěnový polystyrén	0.034	Min. 20	Min. 100 (10% stlačení)	1	NA	1	2		
Extrudovaný polystyrén	0.029	Min. 33	Min. 300	1	1	1	NA		
Polyuretan	0.027	Min. 30	Min. 100 (10% stlačení)	1	NA	1	1		
Polycyanurát	0.027	Min. 30	Min. 100 (10% stlačení)	1	NA	1	1		
Minerální vlna	0.040	165-200	Class III UEAtc	3	NA	3	2,3		

Poznámka: 1: Přímá aplikace.

2: Vyžaduje vhodné překrytí nebo kaširování.

3: Vyžadují se pouze desky s vysokou hustotou a dostatečnou odolností proti dynamickému zatížení.

NA: Nepoužitelný

Každý izolační materiál, který bude používán ve střešních systémech Firestone TPO musí splňovat jeden nebo více z následujících technických požadavků:

▪ **Pevnost:**

Navíc je nutno posoudit dlouhodobou elasticitu tepelné izolace, aby byla schopna odolávat namáhání při instalaci a pohybu střechy. Pevnost některých desek, jako např. desky z minerálních vláken, neodolávají bez poškození zvýšenému pohybu na střeše a mohou být poškozeny. Stejně tak některé pěnové izolace se mohou snadno poškodit pohybem po střeše.

▪ **Slučitelnost:**

Polystyrénový materiál nesmí přijít do styku s lepidly, primery a čisticími. Rozpouštědla používaná v těchto produktech jsou agresivní na polystyren. Firestone doporučuje u těchto materiálů podložit polyethylenový film v oblastech možného kontaktu.

▪ **Vhodné kaširování povrchu**

Desky z minerálních vláken nejsou vhodné pro použití v plnoplošně lepeném systému bez vhodného kaširování, protože minerální vlna nezajišťuje dostatečnou přilnavost mezi UltraPly TPO membránou a horní vrstvou. Některé typy izolačních desek jsou ukončeny vrstvami, které nejsou vhodné k lepení. Další informace konzultujte s technickým oddělením společnosti Firestone. Polyuretanové a polyisocyanurátové desky s kaširováním netkanou skelnou rohoží nebo nepískovanou lepenkou jsou vhodné pro plnoplošně lepený systém.

Následující tabulka Vám může pomoci při výpočtech požadované tloušťky izolace. V prvním sloupci tabulky najdete jednotlivé kroky výpočtu, které jsou na příkladech znázorněny v druhé části tabulky.

Jednotlivé kroky	Příklad
Určete požadovanou hodnotu U nebo R (viz požadavky norem daného státu)	$U = 0,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Vypočítejte R1, požadovaný tepelný odpor (inverze hodnoty U)	$R1 = 2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Vypočítejte R2, tepelnou odolnost neizolované střechy. (Součet tepelného odporu jednotlivých vrstev a přidejte 0,15 m ² K/W pro vnější a vnitřní odpor)	$R2 = 0,0012/0,17 + 0,15/2,5 + 0,15$ $= 0,217 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Vypočítejte R3, požadovaný tepelný odpor podle požadavků normy $R3 = R1 - R2$	$R3 = 3,00 - 0,217 = 2,783 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Vypočítejte d = požadovaná tloušťka izolace. (Vynásobte R3 s tepelnou vodivostí izolačního materiálu)	$d = 2,783 \times 0,027$ $= 0,075 \text{ m}$ $= 76 \text{ mm}$

Poznámka: Hodnota U (W/m²K) vyjadřuje energetické ztráty prostupem tepla přes konstrukci.

K výše uvedeným příkladům byly použity následující materiály a označené hodnoty.

Materiál	Tloušťka (m)	hodnota λ (W/mK)
TPO-membrána	0.0012	0.17
PIR	0.076	0.027
Betonová deska	0.15	2.5

Hodnota U je vypočtena převrácením součtu tepelného odporu všech vrstev střešního systému. Tepelný odpor jednotlivých vrstev je určen podílem tloušťky vrstvy a tepelnou vodivostí (hodnota λ) materiálu. Výše uvedené hodnoty označují minimální tloušťku izolace ležící celou plochou na podkladu. Dotažte se výrobce tepelné izolace na maximální rozpon vln trapézového plechu v případě instalace na kovový střešní plášť. Výše uvedená kalkulace nezahrnuje možné tepelné ztráty v případě mechanicky kotvené izolace. Pro zjištění hodnot možných tepelných ztrát vlivem mechanického kotvení izolace proveďte výpočet dle příslušné ČSN.



2.10 Kotvení izolace

2.10.1 Obecné požadavky na instalaci.

Izolace musí být dobře připevněna ke všem střešním prostupům, nástavbám, atikám atd..

Musí se dbát na to, aby nebylo nainstalováno více izolace, než může být pokryto TPO membránou a utěsněno proti vodě do konce každého pracovního dne, nebo do začátku nepříznivého počasí.

Doporučujeme instalovat tepelnou izolaci ve dvou vrstvách s vystřídáním desek pro minimalizaci tepelných mostů.

2.10.2 Specifické požadavky na provádění

Přítěžovaný a obrácený systém nepožaduje kotvení tepelné izolace. Jestliže je navrženo kotvení tepelné izolace, je možno použít plastové hmoždinky. Expandovaný polystyrén by se neměl kotvit.

Mechanicky kotvené systémy vyžadují, aby bylo kotvení izolace navrženo nezávisle na připevnění membrány. Izolace musí být nainstalována v souladu s požadavky na kotvení určenými projektantem, nebo firmou vyrábějící izolace. Rozteč se může lišit v závislosti na požadavcích technických norem, např. zvýšený počet v rozích. Další informace najdete v místních normách.

Plnoplošně lepený systém požaduje, aby byla izolace připevněna v souladu s požadavky podle doporučení projektanta, nebo výrobce. Firestone nedoporučuje připevnění izolace k podkladu bitumenem. Pokud je tento typ připevnění předepsán projektantem, musí být splněny následující požadavky:

- Navrhovaná tepelná izolace musí být slučitelná s podkladem, navrhovaným bitumenem a požadavky systému.
- Musí být použit bitumen s vysokým bodem tání (více než 85°C).
- Připevnění izolace přímo ke kovové střeše není dovoleno.
- Expandovaný nebo extrudovaný polystyrén se nesmí lepit bitumenem.
- Přebytečný bitumen ve spojích tepelné izolace musí být odstraněn před položením membrány.

2.11 Membrána

Typ a tloušťka membrány se může lišit podle požadavků stavebních norem. Viz níže uvedená tabulka s doporučením pro nejvhodnější typ střešní membrány Firestone UltraPly TPO.

System	Přitěžovaný/Obrácená	M.A.S.	Lepený
Šířka (m)	1.52-2.44-3.05	1.52-2.44	1.52-2.44-3.05

POZNÁMKY: 1. Šířka pásů TPO je stanovena v závislosti na požadovaném rozestupu připevňovacích pásků.
2. Výše uvedené šířky pásů musí být přizpůsobeny skutečným podmínkám na stavbě - typu a počtu překážek na střeše, velikosti budovy, větrným podmínkám atd..

2.12 Zajištění membrány

Existují tři metody pro zajištění fólie UltraPly TPO k podkladu: přitížení, mechanické přikotvení vruty a přilepení lepidlem. Následující informace vymezují různé možnosti připevnění UltraPly TPO membrány v ploše.

2.12.1 Přitížení

Projektant je odpovědný za návrh a výběr přitížení na konkrétní budově. Přitížení musí mít odpovídající velikost a hmotnost pro vytvoření odpovídající ochrany proti sání větru. Následující tabulka vám může být nápomocna pro výběr materiálu pro přitížení a požadavky na ochranu UltraPly TPO membrány. Viz místní stavební normy pro případné další požadavky na přitížení.

Materiál pro přitížení	Popis	Požadavky na ochranu podkladu
Říční praný štěrk (kačírek)	Hladký, oválný, říční, praný štěrk, bez zlomených zrn, Zrnitost :16/32 mm Minimální hmotnost: 50 kg/m ²	žádné
Drcený štěrk	Drcený štěrk bez příměsí písku a cizorodých materiálů. Minimální hmotnost: 50 kg/m ²	Ochranná rohož z polyesteru minimálně 200 g/m ²
Betonové dlaždice	50 mm tlusté s hladkým povrchem.	Ochranná rohož z polyesteru minimálně 200g/m ²



2.12.2 Plnoplošné lepení

Membrána UltraPly TPO může být plnoplošně (100%) přilepena k suchému a čistému podkladu lepidlem na plochy Firestone Bonding Adhesive, naneseném na obě lepené plochy – podklad i spodní stranu membrány.

2.12.3 Mechanicky kotvený

Rozteče kotev by se měly určit v souladu s předpokládaným sáním větru a odolnosti kotvícího/střešního systému proti vytržení.

Membrána TPO musí být ukotvena k podkladu odpovídající kotvící technikou v přesazích sousedících rolí. Jako alternativa k mechanickému kotvení v obvodové zóně, může být membrána celoplošně přilepena k podkladu tak, aby splnila podmínky týkající se lepeného systému, definované technickým oddělením společnosti Firestone. Přilepená plocha u atiky v obvodové zóně musí být oddělena od středové oblasti střechy prostřednictvím mechanického kotvení v oblasti spojů.

2.12.4 Kotvení po obvodu

Jako doplněk k připevnění membrány v ploše, a aby se zohlednil pohyb nosné konstrukce, napětí vznikající při manipulaci a výrobě fólií TPO a přenesení teplotních dilatací, měla by být TPO membrána mechanicky ukotvena ve všech místech, kde membrána končí nebo mění směr v úhlu větším než 15°, jako jsou okraje střech, atiky, vnitřní stěny, místa kolem střešních prostupů, atd.

Výjimka je pro kruhové prostupy do průměru 125 mm a hranaté prostupy do rozměru 100 x 100 mm.

Obruby vpustí musí být bezpečně ukotveny do podkladu prostřednictvím vhodných vrtů, instalovaných každých 100 mm, min. počet je 8 vrtů. (2 na každou stranu příruby).

2.13 Rozhodování o kotvení membrány

Následující tabulka Vám může pomoci ve výběru odpovídajícího přípevňovacího prostředku pro připevnění TPO membrány. Přípevňovací prostředek musí být kompatibilní s podložkami Firestone HD Seam plates, ukončovacím páskem Firestone nebo ukončovacími profily a požadavky na jejich připevnění. Následující tabulka také uvádí minimální odpor proti vytržení, minimální zapuštění do podkladu a výpočtové hodnoty pro šrouby a typ použitých kotvicích pásků. Doporučujeme provádět výtahové zkoušky přímo na staveništi v případě rekonstrukcí střech nebo v případě pochybností. Pro další informace ohledně výsledků výtahových zkoušek kontaktujte technické oddělení společnosti Firestone.

Použití	Podklad	Typ vrutů	Zapuštění (P) Přesah (E) (mm)	Minimální síla pro vytržení (kN)
Membrána	Ocel ⁽¹⁾ Min 0,75 mm	Firestone AP	19 (P)	1,8
Membrána	Překližka/OSB Min. 12 mm	Firestone AP	25 (E)	4,5
Membrána	Dřevo Min. 19 mm	Firestone AP	25 (E)	4,5
Membrána	Beton	Firestone HD	25 (E)	3,0
Membrána	Hliník Min. 0,9 mm	Trhací nýt	32 (P)	1,3
Kotvení po obvodu	Svislá betonová zeď.	Firestone HD	25 (E)	0,9
Zatloukáč hmoždinka	Zdivo ⁽²⁾	Firestone HD	25 (E)	0,9

Poznámka: 1. Ověřte odolnost podkladu proti vytržení, pokud kotvíte k těmto podkladům (např. k oplechování).
2. Konzultujte s Firestone, pokud kotvíte k neomítnuté zdi.

Pokud střešní systém vyžaduje mimořádnou trvanlivost, univerzální vruty Firestone AP mohou být nahrazeny vruty se zvýšenou korozní odolností Firestone Heavy Duty Fasteners.

Kontaktujte oddělení Firestone, pokud musíte připevňovat membránu k jakýmkoli jiným podkladům.

Každý podklad (střecha nebo stěna) musí vykazovat minimální hodnoty odolnosti proti vytržení, tak jak je uvedeno v předchozí tabulce. Pokud toto podklad nesplní, kontaktujte technický servis Firestone pro nalezení náhradního řešení v návaznosti na skutečné hodnoty odolnosti vrutů proti vytržení.

Vzhledem k různorodosti stavu podkladu střechy, které mohou mít vliv na odolnost proti vytržení šroubu, Firestone doporučuje provést testy na stavbě buď distributorem společnosti Firestone nebo nezávislou zkušební laboratoří. Měla by být testována všechna místa, kde je problematická soudržnost podkladu. Testovací plochy zahrnují rohy a atiky. Minimální množství požadovaných testů ve vztahu k velikosti střechy je určeno následující tabulkou:

Velikost střechy (m ²)	Minimální počet testů
<1000	6
1000-5000	10
5000-10000	20
>10000	1 na 500 m ²

Pokud se jedná o novou konstrukci, která neumožňuje provést testy na stavbě, výrobce nosné konstrukce by měl dodat odhadované hodnoty odolnosti proti vytržení pro účely návrhu a rozpočtu. Tyto hodnoty by měly být potvrzeny přímo na nosné konstrukci před instalací systému.

2.14 Zatížení větrem

Pokud na budovu fouká vítr, vytváří svou rychlostí jak pozitivní, tak negativní tlak. Tyto tlaky působí na každou část střechy a střešní systém jim musí odolat.

Jako výsledek vzniká obecná úroveň sání větrem, která se liší v různých částech střechy, jako jsou atiky, hřebeny, střešní stupně, oblasti kolem světlíků, aj. Mimoto v některých případech vnikne vítr do budovy přes oplechování, otvory (dveře, okna..) a pokud je střešní konstrukce prodyšná (trapézový plech, dřevo...), způsobí vnitřní tlak na membránu. Neprodyšné nosné konstrukce jako beton jsou schopny vnitřnímu přetlaku odolat a nepřenesou jej do střešní konstrukce.

Projektant je zodpovědný za návrh systému. Výpočty musí vzít do úvahy následující faktory:

- rychlost větru
- umístění budovy (topografie okolí)
- rozměry budovy (výška, délka, šířka)
- střešní podklad (prodyšný, neprodyšný)
- střešní detaily (otvory...)
- bezpečnostní součinitele
- otvory ve stěnách

Metody výpočtu jsou v každé zemi jiné, proto Firestone nemůže nabídnout jednotnou metodu. Pro zjištění odhadu maximálního sání větru a místních větrných ploch odkazujeme na místní metodiku výpočtu.

Pro přitěžované/obrácené systémy je minimální zátěž 50 kg/m^2 . Jestliže se použijí šterkové záchyty po obvodu budovy, pak výška nad povrchem střešního systému musí být nejméně 50 mm a vyšší, je-li požadováno, aby zadržovaly přitížení. Další informace o nutném přitížení jsou obsaženy v místních technických normách nebo metodikách výpočtu zatížení větrem.

V mechanicky kotvených systémech závisí hustota kotevních prvků na následujících faktorech:

- navržená hodnota sání větrem
- odpor proti vytržení kotevních prvků
- tvar a pevnost střešní konstrukce
- bezpečnostní faktor

Obvodové části a rohy mohou být plnoplošně lepeny, aby odolaly vyššímu sání větrem v těchto oblastech.

Pro plnoplošně lepené systémy zkoušky provedené v souladu s normami Evropského společenství ukazují, že na podkladech s velkou soudržnou pevností je přilnavost systému dostatečná, aby odolala účinkům vztlakové síly větru a tlaku o síle $3,5 \text{ kN/m}^2$ s koeficientem bezpečnosti 2 za předpokladu, že podklad je dostatečně ukotven a membrána správně instalována.

2.15 Prostupy střechou

2.15.1 Světlíky

Rámy světlíků musí být řádně připevněny k podkladu vhodnými vruty s roztečí max. 300 mm. Není dovoleno boulení obruby světlíků mezi jednotlivými šrouby. Svislé stěny světlíku mohou být lemovány samostatnými pásy membrány TPO nebo pomocí poplastovaného plechu TPO.

2.15.2 Prostupy

Všude tam, kde je to možné, utěsníte prostupy o rozměrech 25 až 203 mm pomocí prefabrikovaných botek TPO (univerzální, velké). Pokud není možno použít k opravování prostupů botek TPO, Firestone požaduje použití materiálu Firestone TPO Unsupported Flashing dle platných podmínek a zásad společnosti Firestone, které jsou popsány v následujících kapitolách. Prefabrikovaná botka by se neměla řezat nebo tmelit, aby ji bylo možno nasadit na prostup potrubí. Prefabrikovaná botka se nesmí instalovat na horké potrubí (s teplotou vyšší než 60°C). Horká potrubí vyžadují instalaci ochranného rukávu ještě před instalací lemování. Pevný prostup potrubí o průměru více než 203 mm je nutno opravit TPO Unsupported Flashing dle platných podmínek a zásad společnosti Firestone.

2.15.3 Kapsy na prostupy

Následující případy vyžadují provedení izolační kapsy:

- pevné potrubí s vnějším průměrem menším než 25 mm
- pružné potrubí
- svazky potrubí
- neobvyklé tvary jako nosníky, průvlaky atd.

Firestone požaduje minimální rozestupy mezi potrubími 25 mm a na všechny strany ke krajům kapsy tak, aby se dal zajistit dostatečný prostor pro aplikaci tmelu Pourable Sealer na prostupy.

2.15.4 Střešní vpusti

Firestone požaduje použití vpusti se svěrným kruhem nebo vkládané vpusti s napojením na membránu TPO, v kombinaci s tmelem Water Block Sealant.

2.16 Lemování atik

Atiky, svislé konstrukce mohou být lemovány pomocí membrány TPO nebo poplastovaného plechu TPO.

Všude tam, kde je to možné, navrhujte minimální konstrukční výšku atik podle místních stavebních předpisů. Výška atik musí být minimálně taková, jaká by mohla být výška vodní hladiny při ucpání vpustí. Je požadována instalace ukončovacího profilu Firestone Termination Bar všude tam, kde je výška atik 125 mm a nižší. Nepřekrývejte atikou existující vpusti, odtokové otvory, přepadové vpusti.

Pokud existuje stávající bitumenové lemování, může být zachováno, ale musí být pevně přikotveno k podkladu a mít řádnou mezivrstevnou soudržnost, pokud chceme toto lemování zcela překrýt membránou TPO. Ukončovací profil musí být přichycen až do podkladového materiálu a ne do stávající hydroizolace. Pokud je stávající hydroizolace natřena, je nutné ji celkově obložit vodovzdornou překližkou přikotvenou k podkladu.

Pokud je použito ukončovacího profilu (ukončovací páska, zapuštěné oplechování) montovaného na povrch svislé stěny, je nutné použít tento profil v kombinaci s tmelem Water Block pro zajištění dokonalé vodotěsnosti, detaily viz následující kapitola.

Zrnitá omítka, spárované zdivo, profilované plechy a jiné nerovné povrchy nejsou vhodné podklady pro přímé nalepení TPO. Tyto podklady musí být obloženy buď vodovzdornou překližkou, schválenou tepelnou izolací nebo poplastovaným plechem TPO.

Velmi pórovité, savé podklady jako neopracované dřevo, betonové bloky atd., mohou vyžadovat dva nátěry lepidlem Bonding Adhesive, pro zajištění správné přilnavosti. K ověření množství lepidla můžete provést test na malé ploše konkrétního pórovitého podkladu.

Zapuštěné oplechování, oplechování a jiná kovová lemování musí být prováděcí firmou řádně přikotvena a utěsněna. Je také zapotřebí zkontrolovat, zda membrána není v dotyku s ostrými hranami či rohy nebo nepřechází přes prohlubně větší než 5 mm.



2.17 Ošetřování a údržba

Membrána Firestone UltraPly TPO a lemování nevyžadují dodatečnou ochranu proti stárnutí, UV záření nebo ozónu.

Všechny součásti systému by měly být chráněny před látkami jako jsou ropné produkty, maziva, oleje (minerální i rostlinné), organická rozpouštědla, živočišné tuky a čerstvé bitumeny (méně než 60 dnů od výroby). Je také nutné vyloučit přímý kontakt s párou nebo zdroji tepla s teplotou vyšší než 60°C.

Chraňte systémy Firestone TPO před cizím poškozením. Ostré a hrubé materiály jako vruty, špony, hřebíky atd. mohou způsobit poškození membrány a měly by být ze střechy odstraněny v průběhu pravidelné roční prohlídky. Při jakémkoli zatěžování membrány žebříky použijte podložky tak, aby se předešlo poškození membrány nebo izolace.

Střešní krytiny Firestone UltraPly TPO snesou omezený pěší provoz při údržbě, nejsou ale určeny pro častý pěší provoz. Vlastník budovy je odpovědný za zřízení obslužných chodníků na přístupu k zařízením na střeše (dveře, žebříky...) a na místech, kde je provoz častěji než jednou měsíčně.

Pro mechanicky kotvené systémy pro obslužné trasy Firestone doporučuje použít speciální pochozí pás Firestone Eco Walkway Pads, betonová dlažba se nesmí použít. Pro přitěžovaný a obrácený systém Firestone doporučuje použití betonových dlaždic do 3 m od okraje střechy.

Žlaby, střešní vpusti a odtoky se mohou ucpat, a je proto nutné je každoročně kontrolovat, aby bylo zajištěno odvedení dešťové vody ze střechy podle projektu.

Instalace nových zařízení na střechu, jako jsou střešní světla, vpusti, ventilátory, atd... bude vyžadovat úpravu stávajícího střešního systému. Tu by měla provádět autorizovaná stavební firma podle schválených technických řešení Firestone.

Plochy střešní membrány (obzvláště na větších spádech) jsou při pokrytí vodou, ledem nebo sněhem velmi kluzké. Při chůzi po nich dávejte pozor, aby nedošlo k úrazu.

2.18 Opravy membrány

Dojde-li k poškození střešního systému UltraPly TPO firmy Firestone, můžete jej velmi snadno opravit do původního vodotěsného stavu pomocí záplat.

Nevyztužená membrána Firestone TPO Unsupported Flashing by měla být opravená pouze pomocí Firestone TPO Unsupported Flashing. Vyztužená membrána Firestone TPO může být opravena buď záplatou z vyztužené membrány TPO nebo z nevyztužené membrány Firestone TPO Unsupported Flashing v závislosti na rozsahu poškození.

Poškození malého rozsahu jako díry a řezy menší než 50 mm mohou být opraveny záplatami z nevyztužené membrány TPO Unsupported Flashing. Poškození většího rozsahu musí být opraveny pomocí vyztužené membrány TPO. Opravy nesystémovými výrobky a materiály jiných výrobců jsou zakázány. Neautorizované opravy mají za následek ztrátu záruky.

Před opravením se musí odstranit voda, která pronikla poškozenou membránou. Zbytková vlhkost se ve většině případů vypaří přes TPO membránu.

Povrch kolem místa poškození musí být čistý a suchý. Povrch vyčistěte čističem Splice Wash a nechejte vyschnout. Pokud potřebujete vyčistit membránu z estetických důvodů, použijte teplou mýdlovou vodu.

Instalujte záplaty ve shodě s technickými specifikacemi společnosti Firestone. Záplata musí mít zaoblené rohy a musí překrývat místo poškození o min. 50 mm ve všech směrech.

