

Izolační fólie ve stavebnictví

Michal Sedlačík

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Michal SEDLAČÍK

Studijní program: B 2808 Chemie a technologie materiálů

Studijní obor: Chemie a technologie materiálů

Téma práce: Izolační folie ve stavebnictví

Zásady pro vypracování:

- 1) Vypracujte literární rešerši na dané téma**
- 2) Podejte přehled firem, které nabízí tyto produkty na trhu**
- 3) Zhodnotte trendy objevující se v této oblasti**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

dle doporučení vedoucí práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Alena Kalendová, Ph.D.**

Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2006**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26. května 2006**

Ve Zlíně dne 7. února 2006



prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
děkan



prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o historii, vlastnostech, výrobě a použití plastových fóliových izolací ve stavebnictví. Podrobně jsou popsány hydroizolace, tepelná izolace, izolace proti hluku a vibracím a izolace proti radonu. Dále práce obsahuje informace o izolačních fóliích vyskytujících se na českém i zahraničním trhu a poslední část je věnována novým objevům v oblasti izolace staveb.

Klíčová slova: fólie, hydroizolace, protiradonová izolace, vytlačování, válcování, Fatra, Fatrafol, PVC, HDPE

ABSTRACT

This Bachelor thesis deals with history, properties, processing and application of plastic foil insulations in the building industry. There are described waterproofing, thermal insulation, noise and vibration insulation and radon insulation. The next part of this thesis includes some information about foil insulations on the Czech and foreign market and the last part is oriented towards new developments in the sphere of insulation building.

Keywords: foil, waterproofing, radon insulation, extruding, rolling, Fatra, Fatrafol, PVC, HDPE

Rád bych poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Aleně Kalendové, Ph.D. z Ústavu inženýrství polymerů za odbornou pomoc, konzultace a spolupráci.

Dále bych chtěl poděkovat firmě Fatra, a.s., konkrétně úseku VOJ 1000 Stavební plasty, za poskytnuté informace a materiály týkající se problematiky řešené v bakalářské práci.

V neposlední řadě děkuji také své rodině za projevovanou podporu nejen při tvorbě bakalářské práce, ale i při mém studiu na vysoké škole.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH IZOLACÍ.....	9
1.1 HYDROIZOLACE	9
1.1.1 Izolace staveb proti podzemní vodě a vlhkosti	10
1.1.2 Izolace střešní proti působení srážkových vod.....	14
1.2 TEPELNÁ IZOLACE	16
1.2.1 Tepelná izolace střeš.....	18
1.2.2 Používané materiály	18
1.2.3 Významné veličiny pro tepelnou izolaci.....	20
1.3 IZOLACE PROTI HLUKU A VIBRACÍM.....	21
1.3.1 Neprůzvučnost.....	22
1.3.2 Pohltivost.....	23
1.3.3 Stupeň zvukové izolace.....	24
1.4 PROTIRADONOVÁ IZOLACE.....	24
1.4.1 Typické zdroje radonu.....	26
1.4.2 Radonová diagnostika	26
1.4.3 Finanční vyjádření.....	27
1.4.4 Radonové riziko pozemku.....	27
1.4.5 Izolační fólie.....	28
1.4.6 Provedení izolace	28
2 ZPŮSOBY VÝROBY FÓLIÍ	30
2.1 VYTlačOVÁNÍ	30
2.1.1 Vytlačovací šnek	31
2.1.2 Vytlačovací hlava.....	31
2.1.3 Výroba fólií vytlačováním	31
2.2 VÁLCOVÁNÍ	32
2.2.1 Dvouválce	33
2.2.2 Víceválcové stroje.....	33
2.2.3 Vrstvení fólií	34
3 FIRMY ZABÝVAJÍCÍ SE FÓLIOVÝMI IZOLACEMI.....	36
3.1 FATRA, A.S.	36
3.1.1 Zemní izolační systém FATRAFOL-H.....	36
3.1.2 Střešní hydroizolační systém FATRAFOL-S	38
3.1.3 Bazénový hydroizolační systém FATRAFOL-B	40
3.2 FIRMY ZABÝVAJÍCÍ SE POPISOVANOU TÉMATIKOU.....	41
4 NOVÉ STAVEBNÍ METODY.....	58
4.1 INJEKTÁŽ ZDIVA EXPANZNÍ PĚNOU	58
4.1.1 Výhody nové metody	58
4.1.2 Průběh provádění injektáže zdiva expanzní pěnou	59
4.2 TEPELNĚ IZOLAČNÍ STAVEBNÍ DÍLEC	60
4.2.1 Provedení propojení tepelně izolačních desek	61
4.3 CELULÓZNÍ IZOLAČNÍ MATERIÁL.....	62
4.3.1 Patentovaný postup výroby	63

4.3.2	Zhodnocení výrobku	65
ZÁVĚR		66
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		67
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		70
SEZNAM OBRÁZKŮ		71
SEZNAM TABULEK		72

ÚVOD

Člověk se z původní pravlasti Afriky rozšířil do celého světa. V důsledku této migrace se dostal do různých klimatických podmínek, na které původně nebyl zvyklý. Aby si zajistil ochranu před větrem, deštěm či sněhem, začal si stavět různá přístřeší. Jako první si pravděpodobně začal budovat jednoduchá obydlí člověk zručný (*Homo habilis*) před dvěma miliony let. Tato obydlí měla podobu stanů z kůží ulovených zvířat chráněných před deštěm skalními převisy. S nástupem zemědělství se lidé usadili a museli si začít budovat stálejší příbytky. V této době vznikaly první vesnice a města převážně v údolích řek. Velkým problémem zde začala být voda narušující základy staveb. Proto se začaly objevovat první drenáže a izolace základů pomocí jílu.

Při osídlování chladnějších oblastí na severu nabývala na významu tepelná izolace obydlí. Dřevěné stavby byly tvořeny dvěma vrstvami dřeva vyplněnými hmotou složenou z hlíny a slámy. U kamenných staveb byla tepelná izolace vyřešena větší tloušťkou zdiva. Přírodní materiály jako kámen, dřevo, hlínu, slámu se člověk s postupem doby naučil zpracovávat na stavební hmoty, mezi něž patří například cihly, sklo či vápno. K hledání a výrobě nových stavebních hmot člověka vedly dva základní důvody. Prvním z nich byl fakt stoupajícího počtu obyvatel na naší planetě, čímž vzrůstal úměrně počet staveb. Z přírody se nedostávalo takové množství potřebného materiálu na stavbu domů, což platilo především pro dřevo. Druhým důvodem výroby nových stavebních hmot byla skutečnost, že se lidé snažili získávat materiály lepších vlastností než měly materiály přírodní.

Na přelomu 19. a 20. století se začaly objevovat první stavby se železobetonovými konstrukcemi, které měly ideální mechanické vlastnosti, a tento konstrukční typ se používá do dnešních dob. Od 40. let minulého století se začal výrazně vyvíjet plastikářský průmysl, který produkoval stále více materiálů vhodných pro stavebnictví. Tyto materiály se zpracovávaly stále dokonalejšími (ekologicky i ekonomicky) technologickými procesy, čímž se dosáhlo užití plastů například na elektroizolaci kabelů, systémů pro rozvod vody nebo dekorativní doplňky interiérů. Významnou úlohu ve stavebním průmyslu zaujímají různé typy plastových izolací, které mají mnohem lepší užitné vlastnosti než izolace výše popsané. Velkou část plastových izolací představují fóliové izolace, kterými se budeme v této bakalářské práci věnovat.

1 ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH IZOLACÍ

Stavební izolace, které jsou posuzovány jako sekundární stavební ochrana, se dělí podle hlavní funkce izolačního systému do následujících skupin:

- a) izolace proti vodě a vlhkosti – hydroizolace
- b) izolace proti teple a chladu – tepelné izolace
- c) izolace proti zvuku a otřesům – akustické izolace
- d) izolace proti radonu – protiradonová izolace
- e) izolace proti agresivním látkám – chemické izolace

V mnohých případech však izolační systém splňuje více funkcí – např. izolační hmoty proti agresivním látkám mohou sloužit též k ochraně proti vodě a vlhkosti, nebo materiály tepelně izolující splňují i některé požadavky na hmoty zvukově izolační a naopak.

1.1 Hydroizolace

Význam izolací proti vlhku a vodě je mimořádně veliký. Vlhkost a voda působí rušivě téměř na všechny stavební hmoty a konstrukce, a proto musíme části, které jsou vystaveny vlhkosti, chránit izolací. [2] Toho lze dosáhnout v podstatě mnoha materiály přírodními i synteticky připravenými, které se budou vyznačovat nízkým součinitelem prostupnosti a nízkým součinitelem difúze.

Hydroizolace zabraňující negativním účinkům vody a vlhkosti na stavební dílo se rozdělují podle umístění v konstrukci na:

- a) izolace staveb proti podzemní vodě a vlhkosti
- b) izolace střešní proti působení srážkových vod
- c) izolace bazénů, nádrží apod.

Správně navržená a provedená izolace je významným činitelem přispívajícím k trvanlivosti konstrukce, prodloužení životnosti stavby a snížení udržovacích nákladů.

Podle základního materiálu tvořícího izolaci rozeznáváme následující izolace [1]:

- a) živičné – z asfaltů, modifikovaných asfaltů, dehtů
- b) silikátové – z vrstev ze speciálních cementových tmelů
- c) jílové – z bentonitů a jílu

- d) speciální – chemické injektáží látky, lamináty apod.
- e) fóliové – z kaučuků či plastů.

Vývoj technologických postupů výroby fólií a jednotlivých polymerních materiálů vytvořil podmínky pro jejich uplatnění ve stavebnictví jako hydroizolačního materiálu. Jejich hlavní předností před dříve hojně užívanými asfaltovými hmotami je velká pevnost v tahu a tažnost při malé plošné hmotnosti. Díky těmto výhodným vlastnostem lze izolovat stavební objekty, u nichž dochází i k velkým posunům vyvolaným dilatačními změnami způsobenými teplotou, sedáním objektu, případně od dynamického či seismického namáhání.

Hydroizolační fólie vyráběné z makromolekulárních látek odolných vůči různým chemickým činidlům se s výhodou užívají nejen jako materiály izolující proti vodě, ale také proti mnohým agresivním a škodlivým pronikajícím látkám jako jsou např. ropné produkty, roztoky solí, kyselin a zásad atd.

Existují dva základní způsoby uložení fólie ke stavební konstrukci. První možností je volné kladení s následnými zatěžovacími vrstvami. Druhým způsobem je mechanické kotvení či lepení k podkladu, přičemž se užívá různých typů lepidel podle druhu fólie. Vodorovně i svisle uložené fóliové izolace je třeba chránit před proražením a poškozením nerovnostmi a výčnělky v podkladu netkanou textilií z PE, PP či PES vláken nebo deskami z PE, PP, PVC.

Hlavními materiály pro výrobu izolačních fólií jsou:

- a) syntetické kaučuky (pryže)
- b) plasty

1.1.1 Izolace staveb proti podzemní vodě a vlhkosti

Voda, která dopadne na zem jako déšť, se zčásti vypaří, zčásti steče do potoků, řek, prohlubní a zčásti se vsákne do země. Podobně je tomu i se sněhem. Vsáklá voda pronikne propustnými vrstvami půdy až k vrstvám nepropustným, kde se zadržuje a vytvoří podzemní vodu. Hladina podzemní vody se musí před začátkem izolačních prací snížit až pod základovou spáru odvodněním nebo odčerpáním a minimálně se musí udržet tato snížená hladina do doby ukončení izolačních prací. Před zhotovením projektu na stavbu má být na staveništi proveden hydrogeologický průzkum půdy. Zjišťují se hlavně geologické poměry půdy (její druh, propustnost, úložné poměry, stabilita vrstev, únosnost,

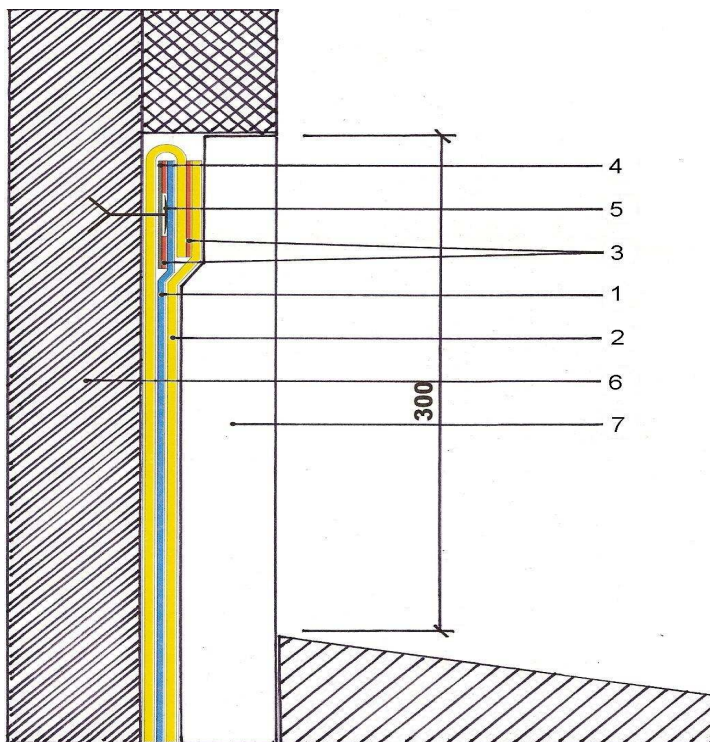
stlačitelnost) a vodní poměry v půdě. [3] Stejný důraz by se měl klást také na okolí budoucí stavby. Měly by se zjistit možné výskyty vody v blízkosti staveniště jako jsou například směr stékání a odvádění dešťových vod, není-li v blízkosti staveniště kanál, žumpa, rybník. Dále je nutné zjistit jestli se neprováděla nějaká závažnější zemní práce v okolí staveniště jako je například průkop či závážka, kterou by se změnila vlastnosti půdy. Výsledkem provedeného průzkumu staveniště je určení maximální úrovně hladiny podzemní vody, u níž je možné pořídit také chemický rozbor. Určením fyzikálních a chemických vlastností spodní vody se získají údaje, ze kterých vyplyne rozsah předpokládaného namáhání spodní části stavby vodou a nutnost provedení některé z následujících izolací proti:

- a) zemní vlhkosti
- b) tlakové podzemní vodě
- c) útočné (agresivní) vodě
- d) hladové vodě

Izolace proti zemní vlhkosti

Tento druh hydroizolace se použije v případě, že hladina podzemní vody je pod úrovní základové spáry a objekt je založen v propustné zemině. Je-li okolní zemina málo propustná, může dojít ke tlakovému namáhání stavby vodou a musí se provést izolace proti tlakové podzemní vodě. Zakončení izolace proti zemní vlhkosti je minimálně 30 cm nad terénem (Obr. 1). Jako hydroizolační materiály proti zemní vlhkosti se používají kvalitní fólie z polyolefinů (převážně HDPE) nebo měkčeného PVC. Lze také použít asfaltové pásy se skelnou vložkou či hliníkovou fólií. Při použití asfaltových pásů jako hydroizolace spodních částí stavby se doporučují modifikované asfaltové pásy, jelikož pásy z oxidovaného asfaltu poměrně rychle křehnou a praskají, čímž ztrácejí své izolační vlastnosti [29] (hydroizolace z tohoto typu asfaltu má životnost kolem 10 let, což je nedostačující doba vzhledem k životnosti celé stavby a prakticky neopravitelnosti izolace umístěné v základech stavby). U nosné železobetonové konstrukce nebo v jiných podobných místech, kde je použití fóliové či asfaltové izolace nemožné, je jednou z možných variant tzv. krystalická hydroizolace. Krystalické hydroizolační materiály jsou tvořeny portlandským cementem, jemným křemičitým pískem a výrobcí tajenou kombinací aktivních chemikálií. Směs se iniciuje vodou a na povrch, který chceme izolovat, se nanáší

nátěrem či nástřikem. Po iniciaci vyvolají chemikálie katalytickou reakci, jejíž výsledkem je tvorba nerozpustných vláknitých krystalů v pórech betonu, čímž dojde k jeho trvalému zacelení proti průsakům vody.



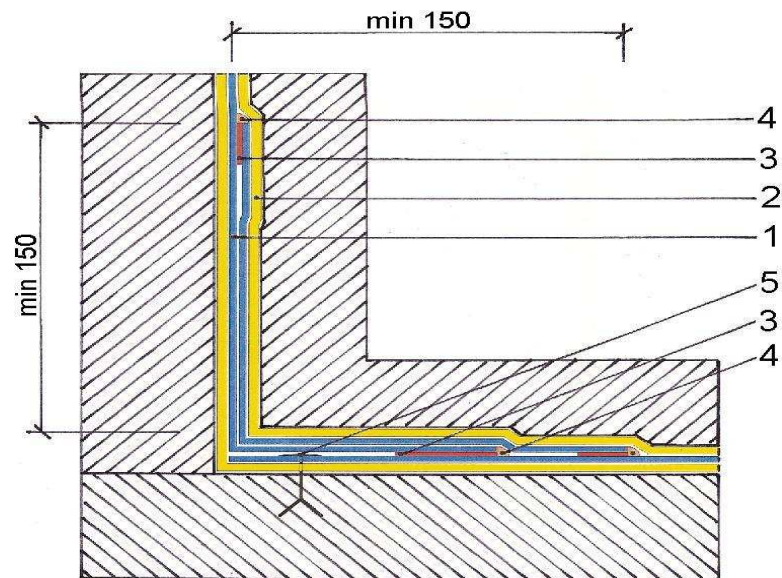
Obr. 1. Ukončení svislé izolace proti zemní vlhkosti [9]

- 1 – izolační fólie; 2 – separační a ochranná textilie; 3 – svar;
 4 – poplastovaný plech; 5 – kotvící prvek; 6 – zdivo;
 7 – pohledová vrstva

Izolace proti tlakové vodě

Používá se pro objekty založené pod úrovní nejvyšší hladiny podzemní vody a v případech nepropustné okolní zeminy (i když je hladina podzemní vody pod úrovní základové spáry). Zakončení izolace proti tlakové vodě je minimálně 30 cm nad nejvyšší předpokládanou hladinou podzemní vody. V propustné zemině se nad touto úrovní zřizuje pouze izolace proti zemní vlhkosti. V nepropustné zemině musí být izolace proti tlakové vodě vyvedena minimálně 30 cm nad terén, bez ohledu na výšku hladiny podzemní vody. [3] Pro izolaci proti tlakové vodě se používají taktéž fólie z plastů uvedených v předešlém odstavci, přičemž jejich vrstvy musí být v určitých případech zesíleny (Obr. 2.). Dále mohou být použity různé systémy na bázi asfaltu (méně časté), již zmíněná krystalická hydroizolace nebo také systém na bázi směsí cementů a modifikovaných akrylátových disperzí

vytvářející pružnou 1 ÷ 3,5 mm širokou hydroizolační vrstvu. V místech s tlakovým zatížením vodního sloupce větším než 0,5 MPa je časté využití hydroizolační přepážky z vytvrzené šterkové plastické hmoty s možným vyztužením skelnou tkaninou. [29] Tento systém tvoří doplnění plastových fólií nebo asfaltových pásů.



Obr. 2. Zesílení přechodu z vodorovné izolace na svislou
přídavným pásem fólie [9]

1 – izolační fólie; 2 - separační a ochranná textilie; 3 – svar;
4 – pojistná zálivka; 5 – kotvící prvek

Izolace proti tlakové a útočné vodě

Na základě provedeného chemického rozboru podzemní vody lze usoudit, zda se jedná o tzv. vodu hladovou (s nízkým obsahem minerálních solí) nebo naopak o tzv. vodu agresivní (s obsahem látek chemicky rozrušujících beton). Proti účinku takových vod je nutné použití kvalitních materiálů a správného provedení izolace. Drtivou většinu takových hydroizolací tvoří fólie z HDPE, vyznačující se vysokou chemickou odolností, nízkou cenou, ale obtížnějším zpracováním. Když už jsme u chemického namáhání přízemních částí staveb, je možné se zmínit také o různých provozech, ve kterých mohou být chemicky narušovány podlažní betony. V těchto případech se ochrana řeší penetrací podkladu a povrchovou šterkou na bázi speciálního epoxidu nebo polyuretanu (Obr. 3.) s případným vyztužením. Použití polyuretanů je výhodnější, jelikož lépe odolávají teplotním změnám, překlenují mikrotrhliny v podkladu a dobře tlumí nárazy. Vytvořená vrstva odolává

mechanickým a chemickým vlivům jako jsou voda, soli, louhy, roztoky kyselin, čtená rozpouštědla a pohonné hmoty, mastnoty, oleje, čisticí prostředky atd.



Obr. 3. Aplikace polyuretanové chemické izolace [13]

Zásady provedení izolace proti podzemní vodě a vlhkosti

Izolace nemá mít složitý tvar, aby se dala dobře a bez potíží zřídit. Při složitém tvaru izolovaných ploch je vždy větší nebezpečí, že nedokonalým provedením nebo sednutím stavby vznikne nějaká závada.

Z hlediska skladby má izolace proti vodě a vlhkosti tyto charakteristické vrstvy:

- a) podklad pod izolaci
- b) izolační povlaky
- c) ochranné vrstvy

Každá hydroizolační folie musí spočívat na vyrovnaném, pevném, nepoddajném podkladě. Povolí-li podklad, strhne izolaci s sebou nebo se od ní odtrhne, a izolační vrstva přestane být sevřena. Po dokončení izolace je velmi důležité fólii co nejdříve zakrýt, aby nedošlo k jejímu poškození.

1.1.2 Izolace střešní proti působení srážkových vod

Každou stavbu je nutno chránit před povětrnostními vlivy. Životnost stavby je přímo závislá na kvalitě a trvanlivosti zastřešení. I zde platí zásady užívané pro izolace podzemní části stavby. Stejně jako u izolací proti podzemní vodě se vyplatí provést předběžný průzkum stavebního pozemku. Bylo by vysoce nezodpovědné podcenit návrh střešního pláště a nemístně šetřit na pořizovacích nákladech.

Návrh střešní konstrukce staveb a následná izolace závisí na několika hlediscích. Rozdíly jsou ve volbě způsobu zastřešení ve vztahu k době používání, počtu podlaží, rozpětí, uspořádání konstrukce a jejímu sklonu. Podle sklonu rozlišujeme konstrukce střechy na [2]:

- a) rovné, bez spádu
- b) ploché, do sklonu 3 %
- c) sklonité: 1) rovinné
 - 2) s proměnným spádem v jednom nebo dvou směrech

Ploché střechy musí mít zvlášť pečlivě vyřešenou tzv. parotěsnou zábranu. Často se stává, že provlhnutí střešní konstrukce přisuzované nižší kvalitě krytiny je způsobeno kondenzací vodních par ve střešní konstrukci. Příčinou kondenzace procházející vodní páry z vnitřních prostor stavby je vysoký difúzní odpor některých krytin. Vlivem tohoto odporu nemohou pronikající páry volně unikat a hromadí se pod krytinou a následně po ochlazení kondenzují. Pro zvýšení účinnosti parotěsné zábrany se doporučuje vytvořit tzv. větrací vrstvy, které zajistí odvedení stavební a atmosférické vody z nosné konstrukce.

Izolační fólie mohou ve střešním plášti plnit funkci:

- a) hlavní hydroizolační vrstvy
- b) pojistné hydroizolační vrstvy
- c) parotěsné vrstvy

Hlavní hydroizolační vrstva

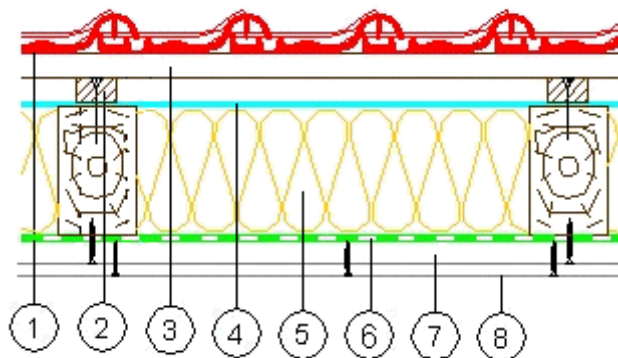
Ve střešním plášti bývá položena nejvýše a musí zcela, trvale a dokonale zajišťovat ochranu střešního pláště proti atmosférické vodě. Tato vrstva může být položena na střeše beze spádu, ale ze stavebně konstrukčních důvodů je lépe provést spád k tzv. odvodňovacím bodům.

Pojistná hydroizolační vrstva

Někdy bývá navrhována pro zvýšení hydroizolační bezpečnosti střechy. Tato vrstva může maximálně jeden rok sloužit jako vrstva hlavní, ale je lepší ji co nejdříve překrýt vrstvami dalšími.

Parotěsná vrstva

Je tvořena jednou vrstvou parotěsné fólie a je nutné ji umisťovat co nejdříve k vnitřnímu povrchu střešního pláště, pokud možno ve spádu se samostatným odvodněním.



Obr. 4. Izolační skladba střechy [14]

1 – střešní krytina; 2 – kontralatě; 3 – laťování;
4 – hydroizolace; 5 – tepelná izolace; 6 – parotěsná
izolace; 7 – vzduchová mezera; 8 – dřevěný obklad

Více prostoru bude hydroizolacím věnováno v kapitole *firem zabývajících se výrobou izolačních fólií*.

1.2 Tepelná izolace

Při budování stavby je důležité pamatovat nejen na izolace proti vodě a vlhkosti, ale také na tepelnou izolaci. Tepelná izolace bývá většinou chráněna hydroizolací, jelikož obsah vlhkosti v tepelné izolaci rozhoduje o její účinnosti a tepelném odporu, který je velmi důležitý pro určení kvality izolace.

Tab. 1. Zvyšování tepelné vodivosti tepelně izolačního materiálu v závislosti na obsahu vlhkosti [2]

Obsah vlhkosti v % objemu	Zvětšení tepelné vodivosti v % proti suchému stavu
1	30
2,5	55
5	75
10	108
15	132
20	155
25	175

Tepelná izolace budovy ovlivňuje:

- a) tepelné ztráty, tepelné zisky a spotřebu tepla při vytápění
- b) tepelný stav vnitřního prostředí, neboli pohodu a zdravé bydlení
- c) velikost zdrojů tepla a tím i množství vznikajících škodlivin – čistotu ovzduší
- d) ekonomickou efektivnost pořizovacích a provozních nákladů na vytápění

Všeobecně platí, že tepelně izolační funkci mají v určitém rozsahu všechny používané stavební materiály. Mezi výslovně tepelně izolační materiály se počítají materiály s měrnou tepelnou vodivostí v suchém stavu pod $0,15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. [1] Tyto materiály se kombinují s běžnými stavebními materiály za účelem výrazného zvýšení tepelného odporu konstrukce. Jelikož tepelná vodivost se stoupající vlhkostí výrazně vzrůstá jak uvádí Tab. 1, je třeba udržet tepelně izolační vrstvu co nejsušší. U materiálů, které se vyrábějí mokrou cestou, jako jsou například betony či malty, je nutné nechat určitý čas na vyschnutí materiálu. Tepelně izolační materiály by měli dále splňovat pokud možno nejvíce následujících požadavků:

- a) minimální nasákavost
- b) vhodná tepelná vodivost

- c) nízká objemová roztažnost
- d) poměrně dobrá mechanická zpracovatelnost
- e) pevnost v tlaku a nehořlavost

1.2.1 Tepelná izolace střech

Nejvíce je změnám vnějších teplot vystavena střešní část konstrukce, a proto se tomuto druhu izolace budeme věnovat podrobněji. Nedostatečně účinná tepelná izolaci střechy vede nejen k nadměrnému přehřívání podstřešních prostor, ale teplotní výkyvy mohou mít ještě nepříznivé vlivy na objemové změny nosné střešní konstrukce.

Tepelnou izolaci je nutné chránit proti možnosti vlhnutí, ke kterému dochází buď kondenzací vodní páry z vnitřních prostor stavby nebo vnikáním vodních par, stavební či dešťové vody z vnějšku. Proti dešťové vodě je tepelná izolace chráněna hydroizolací.

U konstrukcí, ve kterých může kondenzovaná vodní pára ohrozit požadovanou funkci (vznik plísní nebo snížení tepelného odporu a tím zkrácení doby životnosti), se požaduje takové navržení, aby v nich vodní pára vůbec nekondenzovala, čehož se dosahuje kvalitní hydroizolací. Taková izolace se nazývá parotěsná zábrana. Z hlediska difúze vodní páry platí pro řazení vrstev ve vícevrstvé konstrukci tzv. „difúzní pravidlo“, neboli odpor vrstev má klesat směrem od první (vnitřní) vrstvy k vrstvě poslední [4], a tudíž se parotěsná zábrana zpravidla umísťuje pod tepelnou izolací na nosnou konstrukci.

1.2.2 Používané materiály

Typy materiálů, ze kterých se vyrábějí tepelné izolace, lze rozdělit do následujících skupin:

- a) lehké silikátové hmoty – lehká kameniva a lehké betony
- b) pěnové anorganické hmoty – pěnové sklo
- c) pěnové organické hmoty – pěnové plasty
- d) vláknité hmoty – skleněná a minerální vata
- e) hmoty z organických materiálů – korek, dřevěná vlna, papír
- f) hmoty kombinované

Lehká kameniva a lehké betony

Této skupině izolačních materiálů se předpovídal v minulých letech veliký rozmach, avšak výsledky zcela nesplnily očekávání a výzkumné a realizační práce se orientovaly jiným směrem. V dnešní době se užívají jako tepelné izolace pouze následující silikátové materiály:

- a) tvrzená křemelina
- b) polystyrenbeton
- c) pórobeton
- d) keramzit a keramzitový beton – skládá se z frakcí expandovaného kameniva pod obchodním názvem KEVINT
- e) perlit a perlitový beton – vyrábí se zahřátím (1 100 °C) kyselého vulkanického skla

Pěnové sklo

Jedná se o méně rozšířený izolační materiál. Vyrábí se zahříváním umletých skleněných střepů a uhlí v uzavřených formách. [1] Pěnové sklo je vysoce tepelně a v dostatečné míře i chemicky odolný materiál. Nevýhodou je jeho vysoká křehkost. Při neopatrném zacházení dochází k porušení a borcení jeho struktury čímž se zvýší nasákavost a sníží tepelně izolační vlastnost..

Pěnové plasty

Mezi laickou veřejností patří tyto materiály k neznámějším tepelně izolačním hmotám. Výhodou zpeněných plastů vůči plastům hutným je jejich objemová hmotnost, která se u hutných materiálů pohybuje kolem 1 000 kg*m⁻³. Napěněním se dosahuje objemové hmotnosti pouze 15 ÷ 30 kg*m⁻³. [1] Rozvoj technologie napěňování dospěl tak daleko, že se tento proces dá snadno řídit, čímž lze vytvářet rovnoměrnou pórovitou strukturu s vhodnou velikostí pórů. V důsledku rovnoměrné struktury jsou tyto materiály z hlediska tepelně izolační funkce bez konkurence. Mezi nevýhody pěnových plastů patří jejich hořlavost, nízká odolnost teplotě, objemové změny, malá odolnost vůči některým agresivním látkám a případné uvolňování zdraví škodlivých látek. Na povrchu pěnových plastů se často vyskytuje otevřená pórovitost způsobující velkou nasákavost, z čehož

vyplývá, že by se měl povrch vhodně ošetřit. Typickými zástupci této skupiny jsou pěnový polystyren a pěnový polyuretan.

Vláknité hmoty

Proces výroby vláknitých materiálů z roztavených hornin, strusky a dalších materiálů otevřel široké možnosti při výrobě jak tepelně tak i zvukově izolačních hmot specifických vlastností. Získaná vlákna mají průměr $3 \div 7 \mu\text{m}$. [1] Při výrobě je možné zpevnění vznikajícího vláknitého koberce nástřikem syntetické pryskyřice, obvykle fenolformaldehydové ($1 \div 4 \%$), čímž se dosáhne vzájemného vázání částic. [1] Takto upravené koberce lze navíc po zatuhnutí pryskyřice mírně lisovat. Lisováním se dají z jedné hmoty vyrobit měkké ohebné rohože až polotvrdé nebo tvrdé desky. Nevýhodou takových materiálů je nebezpečí rozkladu organického pojiva a tudíž tyto materiály nelze použít pro izolaci, která je v kontaktu se silným oxidačním činidlem. Typickými zástupci jsou minerální a skelná vlna.

Tepelně izolační organické materiály

Tyto materiály se používají k vytváření tepelně izolační vrstvy vyplňováním dutin v půdních prostorech, dvouplášťových střeších atd. Jejich výhodou bývá dostupnost a nízká cena. Nevýhodou je hořlavost, objemové změny a nasákavost. Jak již bylo uvedeno výše, mezi tyto materiály patří korek, dřevěná vlna a papír.

1.2.3 Významné veličiny pro tepelnou izolaci

Tepelnou izolaci stavby je třeba navrhnout na základě teoretického výpočtu. Pro tyto účely byly sestaveny základní vzorce, a to pro výpočet tepelného odporu, koeficientu prostupu tepla, rosného bodu, tloušťky izolace a tepelných ztrát. [2]

Jelikož se těmto vztahům věnuje velká řada odborných knih, povíme si pouze o výpočtu tepelného odporu, přičemž si na závěr vyvodíme důležitý fakt.

Pro jednovrstvou konstrukci se tepelný odpor R [$\text{m}^{-2} \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$] stanoví dle vztahu [4]:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

kde d je tloušťka [m] a λ je tepelná vodivost materiálu [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$], která vyjadřuje schopnost homogenního izotropního materiálu vést teplo. Stavební konstrukce se obvykle skládají z více vrstev a tak lze celkový tepelný odpor vyjádřit vztahem [4]:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{j=1}^n R_j \quad (2)$$

kde R_j je tepelný odpor jednotlivé vrstvy konstrukce. Tepelný odpor vícevrstvé konstrukce lze zajistit libovolnou kombinací zvolených tloušťek nebo materiálů jednotlivých vrstev. Každá z těchto vrstev má ovšem v konstrukci svoji funkci a rozhodující z hlediska tepelného odporu je vrstva tepelně izolační.

V případě tepelných izolací je snahou dosáhnout co možná nejvyšší hodnoty tepelného odporu. Z výše uvedených vztahů lze tedy vyčíst, že izolační materiály mají mít co nejnižší tepelnou vodivost a izolační vrstva má mít určitou tloušťku, které by se použitím fólie jen stěží dosáhlo. Proto se fólie pro tepelnou izolaci nepoužívají. Přesto ovšem existuje výjimka, kterou je fóliový systém *Izolex*, jenž je na bázi průhledných nebo černých acetylcelulóзовých fólií. Tyto fólie jsou odolné proti vlhkosti (nasákavost maximálně 0,002 %) a lze je použít do teploty 80 °C. [15]

1.3 Izolace proti hluku a vibracím

Zvuk je mechanické vlnění, které se přenáší vibrací jakéhokoli prostředí, tuhou látkou, kapalinou nebo plynem, nemůže se tedy šířit vakuem. Zvuk putuje rychleji v kapalinách a tuhých látkách, protože v nich jsou částice těsněji při sobě a jsou spolu spojeny různými vazbami.

Člověka ovlivňují zvuky okolí a mluvíme o životě v takovém prostředí jako o zvukové pohodě. Hlavními faktory pro posuzování zvukové pohody jsou intenzita hluku (udává se v dB), doba trvání a jeho charakter. Hluk je možné definovat jako deformované a nepravidelné zvukové vlnění, které vyvolává nepříjemné vjemy a pocity, které jsou nežádoucí nebo které narušují sluchové schopnosti. [5] Hluk lze podle jeho intenzity definovat do čtyř hlavních oblastí:

- a) oblast psychologické působení (40 ÷ 65 dB)
- b) oblast vegetativních reakcí (65 ÷ 90 dB)
- c) oblast sluchového poškození (90 ÷ 120 dB)
- d) oblast smrtelného poškození (nad 120 dB)

Tab. 2. Hlučnost vybraných zdrojů hluku [2]

Zdroj hluku	Intenzita hluku [dB]
Tichý šepot	30
Malý elektr. zvonek, vzdál. 3 m	50
Běžný rozhovor, vzdál. 3 m	65
Rádio, střední hlasitost, vzdál. 3 m	80
Soustruh, vzdál. 3 m	95
Práh bolesti	130
Tryskové letadlo, vzdál 10 m	140

Z předešlého textu vyplývá, že mezi izolace staveb je vhodné zařadit také izolaci proti hluku a otřesům. U budov je důležité zabránit šíření hluku konstrukcí, přičemž je největší důraz kladen na izolaci stěn. Tohoto účinku se dosáhne přerušením konstrukce vzduchovou mezerou (slouží také jako izolace teplená) nebo hmotou špatně vedoucí zvuk. Takové hmoty bývají většinou měkké, vláknité či porézní.

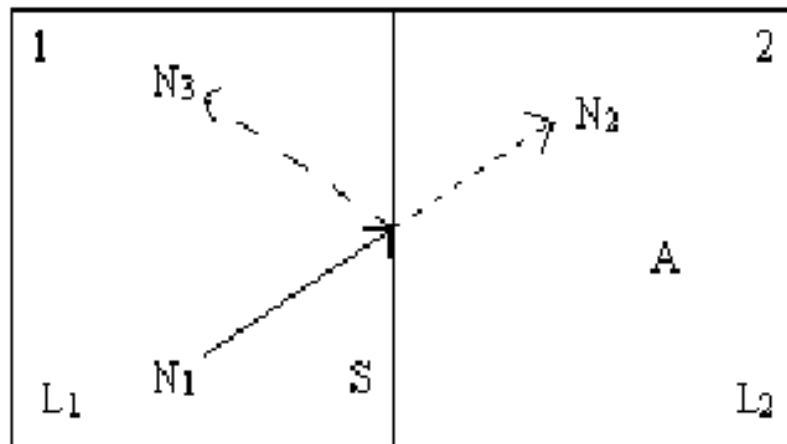
Zvuk se do budovy může dostat z okolí buďto vedením hmotou nebo šířením vzduchem. Vedením hluku hmotou si můžeme uvést jako příklad vibrace podloží způsobené automobilovou dopravou a proti takovému hluku se provádí izolace měkkými zvukoizolačními hmotami. Šíření hluku vzduchem může být způsobeno leteckou dopravou, proti němuž se jako izolace používají materiály, které mají tzv. neprůzvučnost.

Nyní si povíme o některých vlastnostech, které musí obsahovat materiály používané pro izolaci proti hluku.

1.3.1 Neprůzvučnost

Dopadem zvukové energie N_1 na stěnu o ploše S [m²] se tato stěna rozkmitá a stává se zdrojem zvukové energie N_2 , která prochází na druhou stranu stěny do prostoru se zvukovou pohltivostí A [m²]. Při tomto jevu (Obr. 5) vyjadřujeme stupeň zvukové neprůzvučnosti stěny R uváděný v decibelech jako poměr dopadající a vyzářené zvukové energie [2]:

$$R = 10 \log \frac{N_1}{N_2} \quad (3)$$



Obr. 5. Zvuková energie dopadající na dělicí stěnu [2]

N_1 – dopadající zvuková energie v prostoru 1; N_2 – energie vyzařená do sousedící místnosti 2; N_3 – odražená zvuková energie; L_1, L_2 – hladiny akustického tlaku; S – plocha dělicí stěny; A – pohltivost sousedící místnosti

Neprůzvučnost materiálu je závislá na kmitočtu dopadající energie f [Hz], plošné hmotnosti materiálu M [kg/m²], úhlu dopadu zvukové energie θ a vlnovém odporu vzduchu Z_0 a je tudíž dána vztahem [2]:

$$R = 20 \log \frac{f \cdot M \cdot \cos \theta}{Z_0} \quad (4)$$

1.3.2 Pohltivost

Velký význam z pohledu snížení hladiny hluku nebo vylepšení akustičnosti prostor (hudební sály) má tzv. pohltivost stěny, která se vyjadřuje činitelem pohltivosti α , jenž je určen poměrem energie neodražené k energii dopadající a lze jej určit následovně [2]:

$$\alpha = \frac{N_1 - N_3}{N_1} \quad (5)$$

Pohlčením zvuku dojde v izolační hmotě k přeměně energie zvukové na jinou energii (nejčastěji tepelnou). [2]

1.3.3 Stupeň zvukové izolace

Zvuková izolace není závislá pouze na neprůzvučnosti a pohltivosti materiálů použitých na samotnou izolaci, ale také na ploše S [m²] a zvukové pohltivosti místnosti A [m²]. Zahrnutím těchto faktorů získáme stupeň zvukové izolace D [dB] [2]:

$$D = R - 10 \log \frac{S}{A} \quad (6)$$

Ze vztahu (4) vyplývá, že na izolaci proti hluku se obvykle nepoužívají fóliové systémy, jelikož tyto mají nižší plošnou hmotnost M [kg/m²] a tudíž by se nedosáhlo vysoké hodnoty neprůzvučnosti. Určitou výjimku tvoří kmitající membrány (fólie z PVC), které jsou dopadem zvukové vlny donuceny kmitat, čímž odeberou energii zvukové vlně a sníží se tím intenzita hluku. Další možností je využití fólie v izolačním systému složeném z různých materiálů. Typickým zástupcem této skupiny je fólie AMS-Tecsound uvedená v Tab. 3., která uzavírá prostor vyplněný zvukopohltivým materiálem.



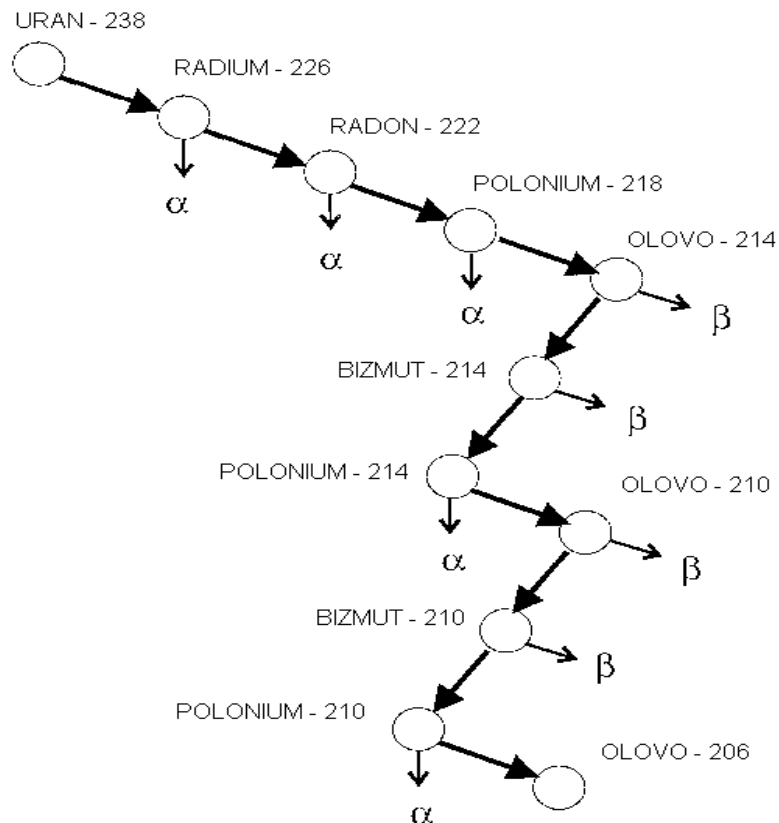
Obr. 6. Systém izolace s fólií AMS-Tecsound [18]

1.4 Protiradonová izolace

Veřejnost si všeobecně mylně myslí, že nejvyšší radioaktivní dávky způsobují umělé zdroje radioaktivity, ale zdaleka největší ozáření obyvatelstva je způsobeno zdroji přírodními. Radioaktivní prvky vyskytující se v přírodě jsou všude kolem nás – vzduch, jídlo, voda, půda. Tyto prvky jsou dokonce součástí našich těl.

Zdrojem nejvyššího množství ozáření člověka jsou interiéry budov, ve kterých dochází ke vdechování radonu a produktů jeho přeměny, jelikož jádro radioaktivních atomů je nestabilní a samovolně se přeměňuje. [6] Produkty přeměny radonu jsou jedním z nejvýznamnějších faktorů podmiňujících vznik rakoviny plic.

Radon je členem tzv. uran - radiové přeměnové řady (Obr. 7). Počáteční prvek této řady, uran, je obsažen v zemské kůře, a tudíž i radon vzniká převážně v zeminách, kde je součástí půdního vzduchu. Po svém vzniku se částečně uvolňuje do atmosféry. Je-li povrch podloží zastavěn, proniká radon do interiéru domu. Více škodlivé než samotný radon jsou produkty jeho přeměny (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po), které se okamžitě po svém vzniku váží na jakoukoli částici nebo povrch. [6]



Obr. 7. Uran - radiová přeměnová řada [6]

Rozlišujeme tedy koncentraci samotného radonu OAR a koncentrací produktů jeho přeměny EOAR. Vztah mezi koncentracemi těchto látek je následující [6]:

$$\text{EOAR} = 0,4 * \text{OAR} \quad (7)$$

Jednotkou pro vyjádření koncentrace je Becquerel na metr krychlový Bq/m^3 .

Jak již bylo řečeno, ozáření produkty přeměny radonu je jedním z významných faktorů podílejících se na vzniku rakoviny plic. Pravděpodobnost vyvolání tohoto onemocnění je úměrná koncentraci dceřiných produktů ve vzduchu a délce pobytu v dané koncentraci. V České republice vzniká ročně cca 6 000 nových případů rakoviny plic, přičemž 15 %

z nich je způsobeno produkty přeměny radonu. Radon a jeho produkty přeměny se na celkovém průměrném ozáření podílí 50 %. [6]

1.4.1 Typické zdroje radonu

Hlavními zdroji radonu jsou:

- a) geologické podloží domu
- b) stavební materiály použité při výstavbě domu
- c) dodávaná voda (při používání vlastní studny je dobré si nechat změřit koncentraci radonu ve vodě)

Mezi nejhorší chyby při svépomocné izolaci stavby proti radonu patří utěsnění pouze obvodového pláště domu včetně oken a opomenutí konstrukce ve styku s podložím. Tímto vzroste koncentrace radonu v domě. Koncentrace radonu je dána obsahem radia v mateřské hornině, koeficientem emanace (podíl počtu atomů radonu uvolněných k počtu atomů radonu vytvořených), vlhkostí, pórovitostí a propustností půdních vrstev.

Nejvýznamnější přísun radonu do stavby se děje trhlinami a netěsnostmi v kontaktních konstrukcích, jelikož podloží stavby je v podstatě nekonečným zdrojem tohoto radioaktivního prvku. Koncentraci radonu lze výrazně snížit kvalitní vrstvou hutného betonu, neporušenými cihelnými stěnami v suterénech budov, kvalitní hydroizolací ale hlavně izolací proti radonu. Koncentrace radonu bude také nižší, bude-li stavba založena v nízkopropustné půdě (jílová) a nebo pod hladinou spodní vody, jelikož se v těchto místech nevyskytuje půdní vzduch, ve kterém se radon vyskytuje.

1.4.2 Radonová diagnostika

Radonová diagnostika se provádí tehdy, je-li předchozím měřením prokázáno, že jsou v objektu překročeny směrné hodnoty. Je to soubor měření, které provádí specializované firmy a jejichž cílem je identifikovat zdroje a vstupní cesty radonu do domu. Výsledky radonové diagnostiky jsou základním podkladem pro projekci protiradonových opatření, přičemž na radonovou diagnostiku lze stejně jako na vlastní radonovou izolaci požádat o státní příspěvek. [6]

1.4.3 Finanční vyjádření

Průměrné pořizovací náklady na ochranu běžného rodinného domu proti radonu se pohybují od 90 000 Kč po 250 000 Kč v závislosti na koncentraci radonu a stavebně-technickém stavu domu. [6] Pokud lidé váhají nad provedením protiradonové ochrany, měli by porovnat náklady na její realizaci s finančním ohodnocením zdravotní újmy, před kterou budou ochráněni. Uvádí se, že ozáření 1 Sievertem má zdravotní hodnotu 500 000 Kč. Pokud se sníží koncentrace radonu o 100 Bq/m^3 , sníží se roční dávka u jednoho obyvatele o 2 mSV. [6] Z této věty jasně vyplývá, že se protiradonová ochrana vyplatí i z ekonomické stránky, jelikož kdybychom počítali životnost stavby obývané 4 lidmi po dobu 50 let a snížení koncentrace radonu o 500 Bq/m^3 díky protiradonové ochraně, dostali bychom jednoduchým vynásobením těchto faktorů hodnotu 2 Sievertů. Vynásobením zdravotní hodnotou dostaneme 1 000 000 Kč.

1.4.4 Radonové riziko pozemku

Typ protiradonové ochrany záleží na tzv. radonovém riziku pozemku, na němž bude stavba stát.

Pro pozemky s nízkým radonovým rizikem postačí běžná hydroizolace, která musí být spojitě propojená po celé kontaktní ploše stavby s podložím. Toto propojení se provádí častěji svařenými spoji nebo spoji slepenými.

Pro pozemky se středním radonovým rizikem se používá kvalitní hydroizolace, která se nazývá protiradonová izolace a musí být spojitě položena i pod stěnami stavby. Na pozemku se středním radonovým rizikem může být použita samotná hydroizolace, ale to jenom tehdy, nejsou-li v kontaktním podlaží obytné prostory (sklepy) a tyto prostory jsou větrány například pomocí větracích průchodů ve stěnách. Tyto typy pozemků jsou v České republice nejčastější.

Pro pozemky s vysokým radonovým rizikem je nutná protiradonová izolace v kombinaci s odvětráním podloží pod objektem nebo s odvětranou ventilační vrstvou v kontaktní konstrukci.

Jak již bylo řečeno, protiradonovou izolací se nazývá každá hydroizolace, která splňuje určitá kritéria. Jednak musí být u takové izolace stanoven součinitel difúze radonu a to i pro spoje, přičemž hlavně u fólií musí být u daného součinitele difúze určen také typ spoje (nejčastěji se používá spoj vytvořený horkovzdušným svařováním). Na základě hodnoty

součinitele difúze a typu radonového rizika se následně spočítá potřebná tloušťka protiradonové izolace. Dále je důležitá tažnost izolace a to především při používání izolačních materiálů s výztužnými kovovými vložkami. Z dalších faktorů protiradonových izolací stojí za zmínku ještě trvanlivost izolace, jelikož po jejím zabudování pod konstrukci by se její výměna neobešla bez výrazných nákladů, pokud by ji bylo možné vůbec provést.

1.4.5 Izolační fólie

V této kapitole se budeme věnovat fóliovým typům protiradonových izolací. Nejdůležitější vliv na jejich kvalitní funkčnost mají spoje vytvořené při samotném provádění izolace. Pokud by spoje byly nekvalitní, stala by se tato místa zdrojem pronikání radonu do budovy z celé kontaktní plochy, jelikož se fólie pokládají volně (nepřítavují se jako některé jiné materiály). Obrovskou výhodou fóliových systémů je jejich dlouhá životnost, velká tažnost a snadné zpracování i za méně příznivých podmínek.

Nejběžnějšími materiály pro výrobu protiradonových fóliových izolací jsou polymery na bázi polyvinylchloridu PVC a polyethylenu PE. Fólie z měkčeného PVC mají vynikající rozměrovou stálost při vyšších teplotách (svařování) a dobrou tvarovatelnost, ohebnost, měkkost. U podzemních konstrukcí, které mohou být vystaveny účinkům tlakové podpovrchové vody, musí být min. tloušťka fólie 1,0 mm, přičemž běžně se vyrábějí v tloušťce 0,6÷2 mm. [29] Výhodou vysokohustotního polyethylenu HDPE je značná trvanlivost a mechanická stálost. Nevýhodou takových fólií je ovšem jejich horší tvarovatelnost (vysoká pevnost, nižší ohebnost), která má za následek při jejich svařování vznik nevratného zvlnění. [29] U moderních HDPE je však tato nevýhoda již minimalizována. U fólií z nízkohustotního polyethylenu LDPE je ohebnost i tvarovatelnost lepší než u HDPE.

1.4.6 Provedení izolace

Provedení protiradonové izolace je v podstatě stejné jako u hydroizolace. V případě nutnosti umístění drenážní vrstvy pod podkladní betony musí být tato vrstva odvětrána do exteriéru. Podkladní betony musí být nejméně 10 cm tlusté a celoplošně vyztužené pomocí sítí. Jak již bylo řečeno, klade se protiradonová izolace ve formě fólií volně na podkladní betony a před zakrytím musí být ověřena důkladná těsnost spojů. Tvar izolovaných ploch má být co nejjednodušší, aby vznikalo co možná nejméně spojů a na vrstvu fólie působilo jen malé množství negativních napětí konstrukce.

Protiradonová fóliová izolace, i když je svým významem nejdůležitějším, není jediným opatřením jak zabránit průniku radonu do budovy. Lze použít odvětrávání podloží pomocí drenážního potrubí, čímž se sníží množství půdního vzduchu působícího na konstrukci stavby. Další možností snížení koncentrace radonu je zabudování profilovaných fólií pod samotnou protiradonovou fóliovou izolace. Vlivem těchto nepovovaných fólií (HDPE, PVC) se vytvoří podtlak vzhledem k tlaku vzduchu v kontaktních podlažích.

Zabudování protiradonové izolace do stávajících staveb sebou nese značné náklady (nové podlahy, podřezání zdiva, nové vedení vody,...) a navíc tato izolace nemá takovou účinnost jako izolace v budově nové, jelikož se jen ztěžší dokáže vytvořit izolační vrstva na celé kontaktní ploše. Provádění takové protiradonové izolace je poměrně složitý proces a proto bych odkázal na literaturu [6], ve které jsou kvalitním způsobem popsány jednotlivé možné postupy a řešení.

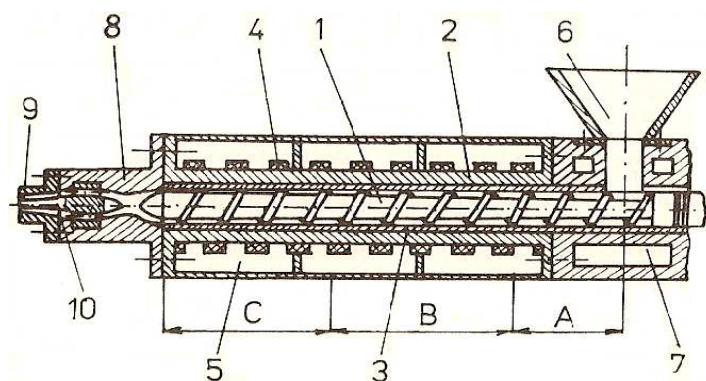
2 ZPŮSOBY VÝROBY FÓLIÍ

Ke zpracování plastů na fólie se dá využít většího množství procesů. Z hlediska výsledných vlastností fólií, které se užívají na stavební izolace, se využívají pouze vytlačování a válcování a proto se těmito způsoby budeme nyní věnovat.

Aby byl materiál vhodný pro zpracování vytlačováním či válcováním, musí mít vhodné zpracovatelské vlastnosti jako jsou plasticita, index toku, tavný index, teplota měknutí. Dále je nutné počítat s měrným teplem a tepelnou vodivostí materiálu, tepelnou stabilitou materiálu a jeho smrštěním. Tyto vlastnosti závisí na molekulové a nadmolekulární struktuře daného materiálu.

2.1 Vytlačování

Jedná se o tvářecí výrobní technologický způsob, kdy hmota převedená do plastického stavu je vytlačována účinkem vnější síly přes profilovaný otvor do volného prostoru, kde zafixuje tvar. Poprvé se metoda vytlačování použila r. 1870. [7] Vytlačování může probíhat jako proces diskontinuální, kdy se tato operace používá pro přípravu špatně tekutých hmot nebo hmot citlivých na hnětací práci, nebo jako proces kontinuální, který se využívá mnohem častěji. Realizace kontinuálního postupu vytlačování je pomocí šnekového vytlačovacího stroje znázorněného na obrázku (Obr. 8).



Obr. 8. Šnekový vytlačovací stroj [8]

1 – vytlačovací šnek; 2 – pracovní válec; 3 – pouzdro pracovního válce; 4 – topná tělesa; 5 – chladící kanálky; 6 – násypka; 7 – chlazení násypky; 8 – vytlačovací hlava; 9 – hubice; 10 – trn; A, B, C – pracovní pásma ve vytlačovacím stroji

2.1.1 Vytlačovací šnek

Základním prvkem vytlačovacího stroje je vytlačovací šnek, což je součástí se závitovou drážkou, která plní následující funkce:

- a) dopravní – dopravuje materiál od násypky k hlavě vytlačovacího stroje
- b) homogenizační – promíchává materiál
- c) temperanční – může hmotu ohřívat nebo naopak chladit
- d) kompresní – stlačuje hmotu z původní sypné hustoty na hustotu materiálu

V závislosti na druhu zpracovávaného materiálu se vytlačovací šneky dělí podle tvaru na válcové a kuželové a podle typu na normální a diferenciální. U diferenciálního typu se po délce mění objem šnekového profilu, čehož lze dosáhnout změnou stoupání závitu, šířky vodičí plochy nebo průměru jádra šneku. V takové situaci se zavádí pojem kompresní poměr, který vyjadřuje objem šnekového profilu na vstupu V' ku výstupu V'' :

$$K = \frac{V'}{V''} \quad (8)$$

Kompresní poměr musí být vždy větší než 1. [8]

2.1.2 Vytlačovací hlava

Druhou základní částí vytlačovacího stroje je vytlačovací hlava, která uzavírá komoru vytlačovacího stroje, čímž vytváří překážku toku hmoty a vytváří tak pracovní tlak ve hmotě. Na vytlačovací hlavě je uchycena snadno vyměnitelná hubice, která vytváří vnější povrch výrobku. Provedení vytlačovací hlavy může být následující [8]:

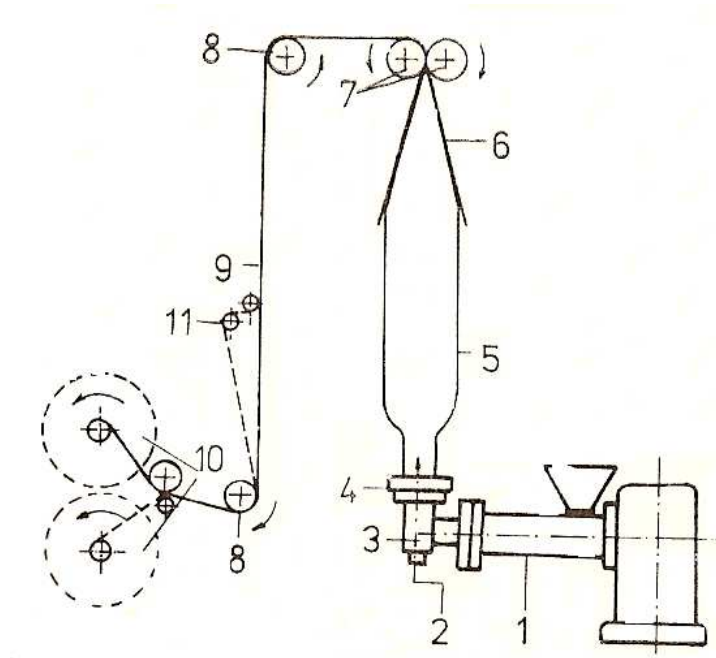
- a) přímé – osa šneku shodná s osou hlavy; užívá se i pro viskózní materiály
- b) příčné – užívá se pro tekuté hmoty; opláštění vodičů nebo vyfukování fólií
- c) šikmé – opláštění vodičů

2.1.3 Výroba fólií vytlačováním

Typickými polymery, které se zpracovávají na fólie vytlačováním, jsou například PVC, PE, PP, PA, PES a další. Tyto polymery lze zpracovat na fólie dvěma způsoby. Prvním je vytlačování plochých fólií šterbinovou hubicí, kdy se tloušťka vzniklé fólie pohybuje kolem setin až desetin milimetru a šířka bývá až 2 m. K dosažení stejnoměrných vlastností

fólie je nutné rovnoměrné chlazení bezprostředně za hubicí. Ochlazená fólie se ořezává, potiskuje a navíjí. Touto metodou se dosahuje velkých výrobních rychlostí. [8]

Druhou metodou výroby fólie vytlačováním je výtlačné vyfukování (Obr. 9). Tento způsob je oproti předešlému výhodnější, chceme-li získat fólii o velké ploše nebo fólii velmi tenkou. Vzniklá hadice se musí ihned po vytlačení rovnoměrně chladit proudem vzduchu, jinak by nebyla tloušťka stěny této hadice stejná. Současně s chlazením dochází k vyfukování hadice vzduchem a jejímu odtahování pomocí dvou válečků. Pro dosažení izotropních vlastností ve dvou směrech je nutné, aby protažení vytlačené hadice bylo stejné v příčném i podélném směru. Vzniklá zploštělá hadice se může rozřezat, čímž získáme dvě fólie. Nevýhodou výtlačného vyfukování je nízká výrobní rychlost. [8]



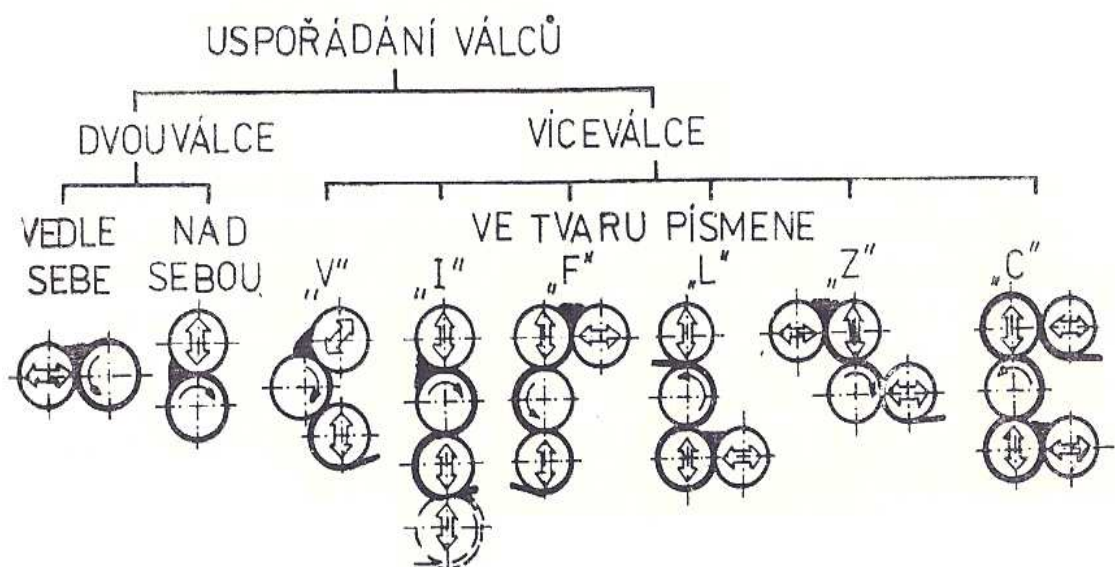
Obr. 9. Linka na výrobu vyfukovaných fólií [8]

1 – výtlačovací stroj; 2 – přívod vzduchu; 3 – výtlačovací hlava; 4 – chladičí prstenec; 5 – vyfoukнутá hadice; 6 – vodící desky; 7 – tažné válce; 8 – vodící válečky; 9 – zploštělá hadice; 10 – navíjení; 11 – ořezávání

2.2 Válcování

Jedná se o kontinuální technologický tvářecí způsob, při kterém se tuhá viskózní hmota tváří činností soustavy válců, tvořenou proti sobě se otáčejícími válci do plošných útvarů, kterými jsou fólie, pásy a desky. Ke tváření do daných útvarů dochází ve štěrbině mezi

dvěma proti sobě se otáčejícími válci. Tato šterbina tedy určuje tloušťku vzniklého útvaru. Vlastnosti vytvořeného útvaru závisí také na dalších veličinách jako jsou teploty obou válců, druhu a stavu tvářeného materiálu, obvodové rychlosti válců a v neposlední řadě také na hodnotě tzv. skluzu, která je vyjádřena poměrem obvodových rychlostí dané dvojice válců a běžně se pohybuje v rozmezí $1,05 \div 1,25$. [8] Válcovací zařízení se dělí dle počtu válců na dvouválce, tříválce, čtyřválce a pětiválce, jejichž možné varianty jsou znázorněny na obrázku (Obr. 10). Víceválcové stroje než pětiválce se již nevyrábějí z ekonomických a konstrukčních důvodů. Vzájemné vztahy mezi válci u víceválcových strojů jsou určeny druhem tvářené hmoty a například platí, že teplota jednotlivých válců při válcování plastů postupně roste, kdežto u kaučukových směsí je tomu právě naopak. [8]



Obr. 10. Uspořádání válců ve válcovacích strojích [8]

2.2.1 Dvouválce

Tato zařízení se používají na míchání směsí, zásobování, jako předehřívací zařízení nebo zařízení plastikační, kdy se snižuje viskozita materiálu. Výhodou je zpracování materiálu ve formě prášku a mezi nevýhody patří poměrně vysoké energetické ztráty. Tento typ válcovacího zařízení se nepoužívá na výrobu fólií.

2.2.2 Víceválcové stroje

Nejjednodušším válcovacím strojem, kterým se již dají vyrábět fólie, je tříválec. Nejpoužívanějším je typ „V“ (Obr. 10), ale lze použít i typ „I“. Nejčastěji používaným

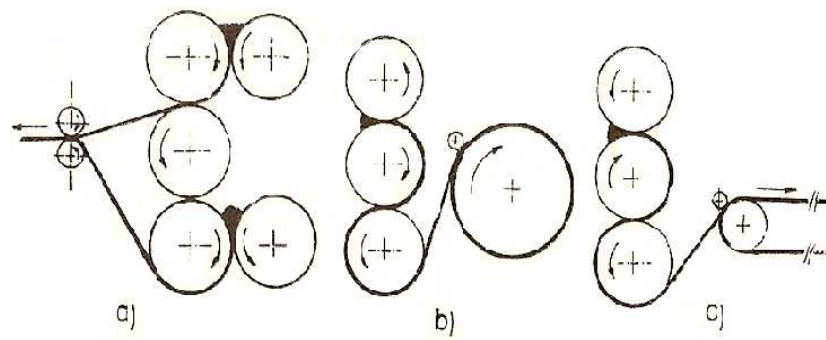
válcovacím zařízením na výrobu fólií je čtyřválec, a proto se těmto strojům budeme věnovat podrobněji.

Čtyřválec se používají na výrobu tenkých a kvalitních fólií a průchod hmoty je následující. Úkolem první štěrbinou tvořené prvními dvěma válci je odebrat hmotu ze zásobníku a propouštět pouze množství, které přibližně odpovídá průchozí kapacitě poslední štěrbinou. Přebytek zásoby tvářené hmoty zůstává před štěrbinou ve formě tzv. návalku. Pás vycházející z první štěrbinou není homogenní, má zvrásněný povrch a objevují se v něm trhliny. Proto se druhá štěrbinou seřizuje na takovou šířku, aby se v ní materiál tlakem zhutňoval a zbavoval výše uvedených nedostatků. Šířka této štěrbinou již určuje tloušťku vyválcovaného produktu. U obou prvních štěrbin se většinou uplatňuje skluz. [8] V poslední, třetí, štěrbině se skluz nevyužívá a tato slouží vyrovnání, zpřesnění a vyhlazení vzniklého útvaru. Dříve byl nejvíce používaným čtyřválcem typ „I“. Praxe však ukázala lepší výrobní parametry u typů „F“ a „L“ (Obr. 10) a vůbec nejlepší u typu zkoseného „Z“.

Pětiválec se používají na výrobu velmi kvalitních a tenkých fólií, ale jsou již značně konstrukčně náročné. Válcováním vzniklé fólie vykazují tzv. válcovací efekt a daný výrobek vyazuje anizotropní vlastnosti. [8] Tento efekt je způsoben srovnáním molekul materiálu ve směru válcování, přičemž výrobek má v tomto směru větší mez pevnosti a menší tažnost než ve směru kolmém na směr válcování. Vzniklé fólie se po válcování chladí na chladícím dopravníku, chladícím válcovém stroji či v chladící lázni a poté následuje nařezání a navíjení.

2.2.3 Vrstvení fólií

Kvalitní vyválcované fólie mají maximální tloušťku 1,2 mm. [8] Pokud chceme tlustší fólie s povrchem o vysoké kvalitě nebo vysoce neprodyšné, je nutné tenké vyválcované fólie zdvojovat či vrstvit na sebe do několika vrstev. Tento proces se zařazuje bezprostředně za válcování z toho důvodu, aby se nemuselo použít chlazení a následného ohřevu.



Obr. 11. Způsoby zdvojování a vrstvení fólií [8]

a - zdvojování na pětiválci; b – vrstvení fólií na bubnu; c – vrstvení fólií na pásový dopravník

3 FIRMY ZABÝVAJÍCÍ SE FÓLIOVÝMI IZOLACEMI

V této části se budeme věnovat společnostem, které se zabývají izolačními fóliovými systémy v České republice a společnostmi se stejným zaměřením v zahraničí. Vzhledem k jejich velkému počtu budou uvedeny pouze některé a to formou přehledných tabulek.

Nejprve se ovšem budeme více věnovat jedné z nejvýznamnějších firem v oboru, která se navíc nachází v našem regionu. Touto firmou je Fatra, a.s. s výrobním závodem v Napajedlích.

3.1 Fatra, a.s.

Jedná se o společnost zabývající se zpracováním plastů, přičemž v současné době vytváří 6,6 % produkce plastikářského průmyslu v ČR. Založení firmy se datuje rokem 1935, kdy bylo úkolem firmy vyrábět pryžové výrobky pro Baťovy závody. Postupem času se společnost přeorientovala na zpracování PE (1956), PP (1975), BO PET (1992). Roku 1998 se firma stala součástí společnosti ALIACHEM a.s., která se 1.1.2006 rozhodla vyčlenit část podniku, kterou představuje odštěpný závod FATRA Napajedla, do samostatné akciové společnosti Fatra, a.s. [12] Z velké řady výrobků se nyní budeme věnovat dle tématu práce pouze izolačním fóliím.

3.1.1 Zemní izolační systém FATRAFOL-H

Do systému zahrnujeme následující druhy fólií: FATRAFOL P793, FATRAFOL 803, EKOPLAST 806, STAFOL 914, EKOTEN 915 a TECHNODREN. [9]

Tento systém je určen pro jednovrstvé izolační fóliové izolace staveb proti zemní vlhkosti, podpovrchové a podzemní tlakové vodě, některým kapalinám a radonu. Systém je určen jak pro izolaci spodních částí staveb obytných, správních či veřejných, tak také pro stavby průmyslové, zemědělské, sportovní apod. Oproti nutným vlastnostem pro hydroizolační fólie mají fólie FATRAFOL-H odolnost proti mechanickému namáhání při sedání staveb, zdravotní a ekologickou nezávadnost nebo např. odolnost proti prorůstání kořenů rostlin.

FATRAFOL P793

Jedná se o homogenní vícevrstvou hydroizolační fólii ze speciálních typů polyolefinů (EVA), která jsou vyrobeny válcováním a laminací. Je určena k izolaci pozemních a podzemních staveb proti zemní vlhkosti, podpovrchové a podzemní vodě, včetně vody tlakové a agresivní. Lze ji také použít jako izolační vrstvu proti pronikání kapalin a výluhů

do spodních vod. Pokud je její provedení dle předepsaných zásad, plní zároveň funkci izolace protiradonové. Její využití je u staveb se ztíženými aplikačními a provozními podmínkami, jelikož mají výbornou svařitelnost a zpracovatelnost při nízkých teplotách, velmi vysokou mrazuvzdornost a jejich polyolefinický charakter zaručuje vysokou odpudivost vody. Při provádění izolace se nesmí používat lepidla ani rozpouštědla. Jejich spojování je možné svařováním horkým vzduchem nebo topným klínem.

FATRAFOL 803

V tomto případě jde o homogenní hydroizolační fólii z měkčeného PVC (dále jen PVC-P) vyráběnou válcováním a laminací. Má výbornou chemickou odolnost, která ji předurčuje k izolacím pozemních a podzemních částí staveb proti agresivní tlakové vodě. Dále je možné ji použít k izolacím proti pronikání kapalin a výluhů do spodních vod a při dokonalém provedení také k izolaci protiradonové. Je vhodná k izolaci vodních staveb, zemních nádrží, tunelů, zemědělských staveb a úložišť takových průmyslových odpadů, které výrobce garantuje. Fólie je možné spojovat svařováním horkým vzduchem, topným klínem nebo lepením tetrahydrofuranem. Pojištění těsnosti spojů je možné záливkovou hmotou. Proti mechanickému poškození se fólie překrývá oboustranně textilií ze syntetických vláken.

EKOPLAST 806

Homogenní hydroizolační fólie z PVC-P vyrobená válcováním a laminací je určena pro izolaci objektů s větším množstvím vybraných ropných látek (benzíny, petroleje, motorové a topné nafty, topné oleje) za účelem zabránění jejich úniku do podzemních a povrchových vod. V izolačním systému může plnit také funkci protiradonové izolace. Fólie lze spojovat stejnými způsoby jako FATRAFOL 803. Pro izolace staveb ji lze použít pouze jako zabudovanou s oboustrannou ochranou proti mechanickému poškození textilií ze syntetických vláken.

STAFOL 914

Je to homogenní hydroizolační fólie z PVC-P vyrobená válcováním a laminací užívaná k izolacím staveb proti zemní vlhkosti a pro prostředí s vysokou agresivitou. Takovými prostředími bývají často podlahy průmyslových, obchodních a skladových hal. Lze ji také použít k izolaci obvodového zdiva proti vzlínající vlhkosti a to jak u nových staveb, tak také při provádění hydroizolací starých objektů. Při dokonalém provedení plní současně

protiradonovou izolaci. Pásky fólie se kladou zcela volně bez jakéhokoliv spojení s podkladem s minimálním překrytím 100 mm. Takové uložení bez svařování nelze ovšem použít jako protiradonovou izolaci.

EKOTEN 915

Jedná se o homogenní hydroizolační fólii z HDPE, která je vyrobená vytlačováním. Fólie má vynikající chemickou odolnost velkém množství anorganických i organických sloučenin a používá se proto pro těsnění skládek odpadů, záchytných a havarijních jímek proti úniku ropných látek, izolaci nádrží na pitnou vodu a jako běžná kvalitní hydroizolace pro izolaci spodních částí staveb proti vlhkosti, tlakové vodě a radonu. Spojování fólie je možné svařováním horkým klínem, svařovacími přístroji s dvoustupým svarem. Sváry je nutné vzhledem k náročným podmínkám budoucího použití zkontrolovat tlakovou zkouškou, chybné sváry se opraví pomocí svařovacího drátu.

TECHNODREN

Nopová hydroizolační fólie z neměkčeného PVC vyráběná válcováním a vakuovým tvarováním. Je určena k izolaci vodorovných i svislých částí objektu, přičemž její snadné napojení na drenážní systém zabraňuje podmáčení stavby a omezuje působení agresivních spodních vod. Výhodou je možnost přímého styku s terénem. Fólie lze spojovat pouhým přesahem bez lepení, spojením samolepící páskou nebo spojením s použitím tmelu. Posledním způsobem se zajistí těsnost systému a tento je možný považovat za protiradonovou izolaci.

3.1.2 Střešní hydroizolační systém FATRAFOL-S

Do systému zahrnujeme následující typy fólií: FATRAFOL 804, FATRAFOL 807, FATRAFOL 808, FATRAFOL 810, FATRAFOL 812, FATRAFOL 814. [10]

System je vhodný k hydroizolaci plochých i šikmých střech převážně většiny budov a je možné jej využít při všech možných variantách konstrukčního řešení. Je možné tohoto systému využít tedy u střech jednoplášťových i dvouplášťových, větraných i nevětraných, s tepelně izolační vrstvou pod i nad krytinou, pro střechy nepochůzná i pochůzná či s násypem kameniny nebo zeminy. Mezi přednosti systému FATRAFOL-S patří např. vysoká propustnost pro vodní páry, odolnost proti prorůstání kořenů rostlin, minimální požární zatížení objektů či hygienická a ekologická nezávadnost.

FATRAFOL 804

Tato homogenní střešní nevyztužená hydroizolační fólie z PVC-P vyrobená válcováním a laminací se používá jako doplněk ostatních typů fólií FATRAFOL-S pro propracování detailů a členité části střech. Při jejich použití se využívá její výborná průtažnost 300 %. Fólie je možné spojovat svařováním horkým vzduchem, topným klínem nebo lepením tetrahydrofuranem s pojištěním těsnosti spojů zálivkovou hmotou. Je-li sousední vrstva ve střešní konstrukci pěnový polystyren nebo prvek z asfaltu, je nutné zabránit přímému styku mezi těmito materiály textilií ze syntetických vláken.

FATRAFOL 807

Tato střešní hydroizolační fólie z PVC-P je vyrobená válcováním a laminací a na spodní straně je opatřena podložkou z netkané textilie. Popisovaný typ fólie se užívá především pro renovaci asfaltových krytin s možností lepení k podkladu asfaltem nebo polyuretanovými lepidly. Vzhledem k tomuto způsobu upevnění fólie k podkladu je tuto fólii možné použít i pro izolaci střech, kde není možné fólii mechanicky kotvit či přitížit. Netkaná textilie na spodní straně fólie umožňuje její přímé položení na podklad lepenkový či z pěnového polystyrenu, aniž by byla nutná další separace těchto vrstev. Fólie je možné spojovat svařováním horkým vzduchem, topným klínem nebo lepením tetrahydrofuranem s následným pojištěním spojů zálivkovou hmotou. Fólii je možné k podkladu upevnit kromě zmíněného lepení buď kotvením do roztaveného asfaltu nebo pomocí speciálních kotvících prvků.

FATRAFOL 808

Daná střešní hydroizolační fólie z PVC-P je vyrobená válcováním a laminací, přičemž je na spodní straně opatřena podložkou z netkané textilie. Fólie se používá pro vytváření střešních krytin, na nichž je zatěžovací vrstva dlaždic na podložkách nebo násyp kameniva, vegetační vrstva nebo vrstva tepelně izolační v případě tzv. obrácených střech. Fólie se spojují klasicky svařováním horkým vzduchem, topným klínem nebo lepením tetrahydrofuranem a po spojení následuje zálivka spojů k tomu určenou hmotou. Před použitím zálivky se doporučuje ověřit těsnost spojů zátopovou zkouškou. Pokud by fólie ve střešní konstrukci měla přijít do kontaktu s polystyrenem, je nutné tyto dva materiály oddělit netkanou textilií.

FATRAFOL 810

Jedná se o střešní hydroizolační fólii z PVC-P vyrobenou válcováním a laminací s následným vyztužením textilní polyesterovou mřížkou. Fólie je určena pro izolaci plochých střech novostaveb s mechanickým kotvením k podkladu bez využití zatěžovací vrstvy. Polyesterová textilní mřížka ve fólii zajišťuje strukturální pevnost a rozměrovou stálost. Spojování fólií je stejné jako u předešlých typů a v místech přechodů musí být fólie upevněna ke stabilní části střešní konstrukce pomocí speciálních kotvicích prvků.

FATRAFOL 812

Vícevrstvá střešní hydroizolační fólie z PVC vyrobená válcováním a laminací, vyztužená polyesterovou textilní mřížkou. Užívá se na izolaci plochých střech, přičemž k podkladu je mechanicky kotvena a nepoužívají se zatěžovací vrstvy. Díky svým požárně technickým parametrům se používá u staveb s nároky na vysokou požární bezpečnost. Spojování fólií se provádí svařováním horkým vzduchem, topným klínem nebo lepením tetrahydrofuranem s následným dotěsněním spojů pomocí zálivkové hmoty.

FATRAFOL 814

V tomto případě se jedná o vícevrstvou hydroizolační fólii z PVC-P vyrobenou válcováním a laminací, která má v sobě zabudováno skleněné rouno. Jelikož fólie splňuje požadavky hodnot součinitele smykového tření za běžných podmínek (za sucha i za mokra), je vhodná jako vrchní vrstva pro hydroizolaci teras, balkonů či pochozích chodníků na plochých střechách staveb užívaných veřejností. Kladení fólie se provádí na sraz a v okrajích pásů se vodotěsně napojuje svařováním horkým vzduchem na pomocnou fólii připevněnou ke stabilnímu podkladu pomocí speciálních kotvicích prvků. Ukončení fólie na stěně nebo na okraji střechy se provádí jejím navařením na poplastovaný plech. Při použití fólie na pochozí chodníky se tato musí horkým vzduchem přivařit na hotovou hydroizolaci provedenou jiným typem fólie FATRAFOL-S.

3.1.3 Bazénový hydroizolační systém FATRAFOL-B

Do systému řadíme fólie: FATRAFOL 790, AQUAPLAST 805, FATRAFOL P917. [11]

System se používá pro vytváření specifických hydroizolací, mezi něž patří izolace bazénů, jezírek a nádrží přicházejících do styku s pitnou vodou. Bazénová fólie se užívá pro vrchní pohledovou vrstvu, která zabraňuje průsaku vody, vytváří estetický vzhled a příjemný

omak. Jezírková fólie se používá pro vyložení zahradních jezírek, ve kterých je možné pěstování vodních rostlin. Mezi výhody bazénových hydroizolací FATRAFOL-B patří např. dobrá odolnost vodám o různé tvrdosti i agresivitě, vysoká elasticita a poddajnost či zdravotní a ekologická nezávadnost.

FATRAFOL 790

Tato bazénová hydroizolační fólie z PVC-P se vyrábí válcováním a laminací a je vyztužená polyesterovou textilní mřížkou. Fólie se užívá jako vrchní pohledová vrstva bazénů a je odolná různým chemickým přípravkům pro úpravu vody. Výhodou je i výborná odolnost proti působení přímých povětrnostních podmínek, UV záření či střídání teplot. Výhodou fólie je svažitelnost horkým vzduchem i po dlouhé době používání, což umožňuje její snadné opravy.

AQUAPLAST 805

Jedná se o homogenní hydroizolační fólii z PVC-P, která je vyráběna válcováním a laminací. Fólie je určena k vykládání zahradních jezírek, požárních nádrží, zavlažovacích nádrží apod. Jelikož má výbornou průtažnost, je možné ji použít na členitější podklad a navíc je odolná proti prorůstání kořínků rostlin. Fólie se klade z důvodu ochrany proti průrazu na netkanou textilií a svažuje horkým vzduchem nebo vysokofrekvenčně.

FATRAFOL P917

Homogenní vícevrstvá hydroizolační fólie ze speciálních typů polyolefinů (EVA) se vyrábí válcováním a laminací. Použití fólie je u staveb přicházejících do styku s pitnou vodou. Těmito stavbami mohou být vodojemy, rezervoáry apod. Fólie může být aplikována a využívána za ztížených podmínek díky svým vlastnostem, mezi které patří výborná svažitelnost, zpracování při nízkých teplotách, mrazuvzdornost či polyolefinický charakter vyvolávající odpudivost vody. Při provádění izolace se nesmí používat lepidel a rozpouštědel, naproti tomu je možné realizovat izolaci ve vlhkém prostředí na mokré podklad.

3.2 Firmy zabývající se popisovanou tematikou

Jak již bylo v úvodu kapitoly řečeno, z důvodu velkého počtu firem zabývajících se izolačními fóliemi ve stavebnictví na českém trhu jsou některé z nich uvedeny

v následující tabulce (Tab. 3.), která obsahuje nejdůležitější informace o firmě a také jejich výrobcích.

Stejným způsobem je vyřešena další navazující tabulka (Tab. 4.), která obsahuje firmy vyskytující se na zahraničních trzích.

Tab. 3. Firmy zabývající se fóliovými izolacemi na českém trhu

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Sika CZ, s.r.o. [14]	Bystrcká 1132/36 624 00 Brno www.sika.cz	Carisma [®] typ CI	Hydroizolace vyrobená speciální technologií z ethylen kopolymer bitumenu se zvláštními přísadami a skleněnou nosnou vložkou.	Střešní izolace bez zatížení (zajištění polohy mechanickým kotvením), se zatížením nebo pokrytím.
		Mipoplast [®] 9625/SN	Izolační fólie vyrobená z měkčeného PVC (PVC-P-NBV), nevyztužená.	Izolace nádrží na ropné produkty – olej, topný olej.
		Sikaplan [®] 20 PECO	Hydroizolační fólie vyrobená kalandrováním materiálu na bázi polyolefinu.	Inženýrském stavitelství – výstavba tunelů, podzemních drah, mostů, přehrad, ...
		Sikaplan [®] Tunnel	Hydroizolační fólie vyrobená speciální technologií z měkčeného polyvinylchloridu PVC-P.	Pro podzemní části budov zahrnující izolaci proti zemní vlhkosti, tlakové vodě, radonu a ostatním nežádoucím vlivům.
		Sikaplan [®] typ G	Hydroizolační fólie vyrobená kalandrováním měkčeného polyvinylchloridu (PVC) a zesílená polyesterovou výztužnou tkaninou.	Vhodná pro izolace plochých střech bez zatížení (i členité tvary, mechanické kotvení), zatížené nebo lepené střechy.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Sika CZ, s.r.o. [14]	Bystrcká 1132/36 624 00 Brno www.sika.cz	Trocal [®] A	Izolační fólie vyrobená z měkčeného PVC (PVC-P-BV) , nevyztužená.	Izolace ve stavebnictví – garáže, vozovky, chodníky, záchytné vany, mlékárny, utěsnění,...
		Trocal [®] T	Izolační fólie vyrobená z měkčeného PVC (PVC-P-NB), nevyztužená.	Izolace ve stavebnictví – spodní stavby, vodní stavby, ochrana životního prostředí,...
		Sika [®] Norm Hypalon 15 G	Izolační fólie vyrobená z chlor-sulfonovaného polyethylenu, vyztužená umělými vlákny.	Těsnění na střeších bez zatížení.
		Trocal [®] Futura	Hydroizolační fólie na bázi polyolefinů ekologicky nezávadná širokým spektrem použití.	Střešní fólie bez zátěže (volně pokládána, mechanicky upevněná), se zátěží (pokrytá zelení nebo šterkem), hydroizolace nádrží, bazénů a zařízení přicházejících do styku s pitnou vodou.
		Trocal [®] typ S	Hydroizolační fólie vyrobená kalandrováním z měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P-NB-E-GV) a zesílené skelnou tkaninou.	Izolace plochých střeš bez zatížení.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Sika CZ, s.r.o. [14]	Bystrcká 1132/36 624 00 Brno www.sika.cz	Trocal [®] typ SGmA	Hydroizolační fólie vyrobená kalandrováním z měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P-NB-E-GV) a zesílené skelnou tkaninou.	Izolace plochých střech se zatížením.
		Trocal [®] typ SGK, 2.4 mm	Hydroizolační fólie vyrobená z měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P-NB-E-GV) a zesílené skelnou tkaninou. Na spodní straně je polyesterová tkanina.	Izolace plochých střech bez zatížení. Lepidlo Sika-Trocal C 300, volně ložená s mechanickým kotvením.
Saarpor BOHEMIA spol. s r.o. [15]	Kyslíková 1984/4 14300 Praha 4 www.saarpor.cz	Isoflex	Tepelně izolační materiál z kovové fólie nalepené na pásu pěnového PS o tloušťce 4 mm.	Lepení se za teplovodní radiátor na stěnu (7 ÷ 10 % úspory tepla).
		Polyplan	Tepelná a zvuková izolace podlah vyrobená na bázi speciálních typů extrudovaného PS.	Ekologicky šetrný výrobek vhodný na všechny typy základů podlah.
MINAR, s.r.o. [16]	Libušská 190/100 Praha411–Písnice www.minarsro.cz	PROTAN SE	Střešní izolační fólie z měkčeného PVC vyztužená nosnou polyesterovou tkaninou. Horní vrstva je vyráběna nanášením.	Pro nové aplikace i pro rekonstrukce povlakových krytin s mechanickým kotvením.
		PROTAN GT	Střešní izolační fólie z měkčeného PVC vyztužená skelným rounem.	Pro pochůzná hydroizolační povlaky teras a balkonů.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
MINAR, s.r.o. [16]	Libušská 190/100 Praha 411–Písnice www.minarsro.cz	PROTAN G	Střešní izolační fólie z měkčeného PVC vyztužená skelnou textilií s horní vrstvou vyrobenou nanášením.	Zejména pod zatěžovací vrstvy - kačírek, "zelené" střechy i jako doplňková fólie k typu GT.
		BORSALEAF WP	Hydroizolační fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním a následnou laminací.	Izolace spodních částí staveb proti obyčejné i tlakové vody a pronikání radonu.
		BORSALEAF RT	Hydroizolační fólie z měkčeného PVC s mírným přídatkem recyklovaných složek vyrobená válcováním a následnou laminací.	Pro hydroizolaci spodních částí staveb proti zemní vlhkosti a působení radonu z podloží.
		BORSACOVER AP UV	Střešní hydroizolační fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním a laminací, vyztužená polyesterovou tkaninou.	Izolace pro mechanicky kotvené střešní povlaky.
		BORSACOVER AV	Střešní izolační fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním a laminováním, vyztužená skelným rounem.	Pro hydroizolační povlaky se zatěžovací vrstvou (dlažba).
		FAGON Typ EP / PR	Fólie na bázi TMO, koextrudovaná s vyztužením polyesterovou textilií.	Pro izolace střešních pláštíků s mechanickým ukotvením.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
MINAR, s.r.o. [16]	Libušská 190/100 Praha 411–Písnice www.minarsro.cz	FAGON Typ EP/ PV	Fólie na bázi termoplastických polyolefinů vyráběná koextruzí, vyztužená skelnou rohoží.	Pro izolace střešních pláštů pod zátěžové vrstvy, střechy s opačným pořadím vrstev, pojížděné stropy či střechy s vegetačním souvrstvím (odolná prorůstání kořínků).
Lithoplast, s.r.o. [17]	Malá Amerika, Nádražní 7 602 00 Brno www.lithoplast.cz	PENEFOL 750	Hydroizolační, chemicky odolná fólie z vysokohustotního polyethylenu HDPE.	Izolace spodních staveb v úrovni i pod úrovní terénu proti agresivní vodě, radonu, ochrana silážních žlabů a chemických van,..
		PENEFOL 950	Chemicky odolná fólie z vysokohustotního polyethylenu HDPE.	Izolace skládek veřejných odpadů, chemických van, čerpacích stanic apod.
		LITHOPLAST	Nopovaná polyetylenová fólie.	Izolace proti radonu a současně proti vlhkosti.
		LITHOPLAST-DREN	Nopovaná polyetylenová fólie.	Pro skladby střešních zahrad, kde slouží jako akumulární a drenážní vrstva.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Vestin, s.r.o. [18]	Jiráskova 711 470 01 Česká Lípa www.vestin.cz	AMS-Tecsound	Protihluková izolační fólie vyrobená na bázi chlorovaného polyethylenu.	Pro snížení hlučnosti, vibrací a rezonancí tenkých plechů, ale i pro vytváření bariér proti pronikání radonu z podloží.
Sipron Liberec, s.r.o. [19]	Nádražní 167 463 31 Chrastava www.sipron.cz	HYDROLEN S	Armovaná fólie z měkčeného PVC.	Hydroizolace jednoplášťových i několikaplášťových střešních teras, parkovišť či zahrad.
		HYDROLEN ZR	Fólie z měkčeného PVC.	Izolace podzemních konstrukcí vystavených účinkům povrchové vody tlakové.
Dektrade, a.s. [20]	Tiskařská 10/257 108 28 Praha 10 www.dektrade.cz	ALKORPLAN typ 35034	Homogenní fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním.	Hydroizolace proti vodě a radonu spodních staveb budov, tunelů, kolektorů.
		ALKORPLAN typ 35176	Fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním s polyesterovou výztuží.	Hydroizolace kotvených střešních kombinací s tepelnou izolací z minerálních vláken vhodná do požárně nebezpečného prostoru.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Dektrade, a.s. [20]	Tiskařská 10/257 108 28 Praha 10 www.dektrade.cz	ALKORPLAN typ 35177	Fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním se skleněnou výztuží.	Volně kladená střešní hydroizolace pro vegetační střechy.
		ALKORPLAN typ 35170	Fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním bez výztuže	Na opracování detailů střech.
		ALKORPLAN typ 35066	Fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním s polyesterovou výztuží.	Izolace všech typů základových konstrukcí bazénů.
		ALKORPLAN typ 35216	Fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním s polyesterovou výztuží opatřená na povrchu akrylátovou vrstvou.	Izolace pro veškeré základové konstrukce bazénů, přičemž odolává hnilobě, plísním a mikroorganismům.
		ALKORPLAN typ 81112	Fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním s polyesterovou výztuží.	Protiskluzová fólie vhodná na schodišťové stupně v bazénu.
		ALKORPLAN typ 35054	Homogenní hydroizolační fólie z měkčeného PVC vyrobená válcováním.	Izolace vodních nádrží.
		DEKSEPAR	Fólie z nízkohustotního polyethylenu LDPE bez výztužné vrstvy.	Parozábrana plochých střech s uložením na silikátové nosné konstrukci.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Dektrade, a.s. [20]	Tiskařská 10/257 108 28 Praha 10 www.dektrade.cz	DEKTEN METAL	Vícevrstvá fólie lehkého typu (PP, PE, PES) z rohoží z PP vláken.	Pod hladkou plechovou krytinou, kde zabraňuje její korozi vlivem zkondenzované vody.
		DEKFOL N	Třívrstvá fólie složená z výztužné PE mřížky která je z obou stran laminována PE fólií.	Pro vytvoření vrstvy omezující infiltraci vzduchu a difúzi vodní páry do ostatních vrstev skládaných střech.
		DEKFOL N AL SPECIAL	Fólie DEKFOL N doplněná o reflexní hliníkovou vrstvu.	Hliníkovou vrstvou se zajistí odraz části sálavé složky tepelného toku zpět do budovy.
		DEKFOL D	Fólie složená z výztužné PE tkaniny z obou stran laminované PE fólií.	Pojistná izolace pod skládanou střešní krytinou zamezující pronikání vody krytinou do střešních prostor.
DÖRKEN, s.r.o. [21]	Nad Vinným potokem 1149/2 101 00 Vršovice www.dorken.cz	DELTA-MAXX- PLUS	Polyesterové rouno opatřené difúzně otevřeným polyuretanovým povrstvením, na jedné straně těsnicí samolepicí okraj.	Pojistná hydroizolace pro dvouplášťové šikmé střechy zajišťující tepelnou úsporu. Vhodná i k položení na bednění.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
DÖRKEN, s.r.o. [21]	Nad Vinným potokem 1149/2 101 00 Vršovice www.dorken.cz	DELTA-MAXX	Vysoce pevné polyesterové rouno opatřené polyuretanovým povrstvením.	Pojistná hydroizolace i pro extrémní situace pro dvouplášťové šikmé střechy (i na bednění).
		DELTA-VENT N	Fólie je složená ze tří vrstev, přičemž prostřední je z vodotěsného filmu a krajní z PP textilií.	Pojistná hydroizolace pro dvouplášťové šikmé střechy bez bednění.
		DELTA-FOXX	Polyesterová textilie s disperzním povrstvením.	Pojistná hydroizolace na bednění pro dvouplášťové šikmé střechy. Vhodná i k položení na tepelnou izolaci nebo pod krytiny přibíjené přímo do bednění.
		DELTA-VENT S	Fólie je složená ze tří vrstev, přičemž prostřední je z vodotěsného filmu a krajní z PP textilií.	Pojistná hydroizolace na bednění pro dvouplášťové šikmé střechy. Vhodná i k položení na tepelnou izolaci.
		DELTA-DRAGOFOL	Mřížkou vyztužená PE fólie.	Zpevněná pojistná hydroizolace pro všechny tříplášťové šikmé střechy bez bednění.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
DÖRKEN, s.r.o. [21]	Nad Vinným potokem 1149/2 101 00 Vršovice www.dorken.cz	DELTA-REFLEX	Vodotěsná a nekorodující hliníková vrstva uložená mezi vysoce transparentní polyesterovou fólií a polyetylenovou fólií s výztužnou mřížkou.	Parotěsná zábrana pro všechny typy střech.
		DELTA-LUXX	PP textilie s polyuretanovým povrstvením.	Parotěsná zábrana pro šikmé střechy kotvená ke dřevěnému podkladu.
		DELTA-DAWI GP	Fólie ze speciálního polyetylenu.	Parotěsná zábrana pro šikmé střechy kotvená ke dřevěnému podkladu..
Stavisol [22]	Na Pískách 63 160 00 Praha 6 www.stavisol.cz	Platon Xtra	Nopová fólie z vysokohutného PP s výškou nopů 7 mm.	Izolace proti zemní vlhkosti svislých stavebních konstrukcí s odvodem vlhkosti obsažené ve zdivu.
		Platon Double Drain (DD)	Nopková fólie vyrobená z HDPE s filtrační tkaninou z PP přilepenou na vrcholech nopů.	Ochrana základových a opěrných zdí před větším množstvím přítokové vody. Ochrana asfaltových izolací.
		Platon TD	Nopová fólie z HDPE s filtrační tkaninou z polypropylenu natavenou na vrcholech nopů.	Ochrana hydroizolace v terasách, balkonech a mokřích provozech.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Stavisol [22]	Na Pískách 63 160 00 Praha 6 www.stavisol.cz	Platon Plaster Base	Nopová fólie z HDPE.	Hydroizolace vlhkých zdí, přičemž vytváří zároveň základní vrstvu pro omítku.

Tab. 4. Firmy zabývající se fóliovými izolacemi na zahraničních trzích

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Hydroizomat Jco [23]	8 Illia Beshkov St. 1528 Sofia Bulharka www.hydroizomat.com	Hydroflex A	Asfaltový pás zpevněný PES výztuhou na obou stranách opatřený PE fólií.	Hydroizolace různorodých střeš, mostů, tunelů.
		Voalit	Asfaltový pás zpevněný skleněným rounem s PE fólií na spodní straně opatřeným ochranným pískovým posypem	Hydroizolace spodních částí staveb a střeš.
		Rekoflex	Asfaltový pás vyztužený skleněným rounem s PE fólií na obou stranách.	Izolace rovných, pochozích střeš a spodních částí staveb.
		Polyflex	Pětivrstvá izolace vyztužená netkaným PES z obou stran pokrytým asfaltovou a PE fólií.	Vzhledem k pevnosti v tahu k izolaci proti tlakové vodě a izolaci střeš
DuPont [24]	Chemin du Pavillon Box 50 Geneva, Switzerland www.dupont.com	Tyvek® Soft	Jednovrstvá střešní fólie z HDPE.	Střešní parozábrana chránící také tepelnou izolaci proti vnější vlhkosti.
		Tyvek® Solid	Fólie vyrobená z HDPE.	Izolace použitelná na chemicky ošetřený krov.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
DuPont [24]	Chemin du Pavillon Box 50 Geneva, Switzerland www.dupont.com	Tyvek [®] VCL	Fólie vyrobená z HDPE.	Parobrzda a zároveň umožňuje i vysychání zabudované vlhkosti.
		Tyvek [®] Metall	Dvouvrstvá fólie z HDPE opatřená na vnější straně PP rohoží.	Izolace pod střešní plechové krytiny pokládané na bednění.
		Tyvek [®] Supra	Zpevněná dvouvrstvá fólie z HDPE.	Pod střešní krytinu na střeších s prkenným bedněním.
Sarnafil [25]	Industriestrasse CH-6060 Sarnen Switzerland www.sarnafil.com	Sarnafil S	Fólie na bázi PVC vyrobená technologií nanášení na mřížku ze syntetických vláken.	Vhodné pro izolaci střech při použití mechanického kotvení.
		Sarnafil G	Fólie na bázi PVC vyrobená technologií nanášení na pás skleněné rohože.	Pro mechanicky namáhané střechy.
		Sarnafil TS	Výroba extruzním nanášením polyolefinů na kombinaci skleněné rohože a mřížkoviny ze syntetických vláken.	Střešní hydroizolace s použitím mechanického kotvení.
		Sarnafil TG	Výroba extruzním nanášením polyolefinů na pás skleněné rohože.	Izolace vhodná pro střechy lepené, se zatížením kamenivem, střechy vegetační a s povozní vrstvou.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
Gutta Werke [26]	Bahnhofstrasse 51-57 D-77746 Schutterwald Germany www.gutta.com	GUTTABETA N	Nopová fólie z HDPE.	Hydroizolace spodních částí staveb.
		GUTTABETA S	Nopová fólie z HDPE na povrchu opatřena mřížkou ze syntetických vláken umožňujících omítání.	Pro sanaci vnitřních stěn.
		GUTTABETA T20	Nopová fólie z HDPE s výškou nopů 20 mm.	Odvětrávání vysoce vlhkých zdí se zajištěním mechanické odolnosti.
		GUTTABETA T20 GARDEN	Nopová fólie z HDPE.	Pro izolaci a zavlažování zelených střech.
		GUTTABETA CLIMA	Nopová fólie z HDPE s celoplošně kaširovanou vrstvou extrudovaného PE.	Pro izolaci kročejového hluku.
		GUTTABAU	Plochá hydroizolační PE fólie.	Izolace nadzákladového zdiva
		GUTTA FOL S 160	Speciální třívrstvá fólie z LDPE s výztužnou mřížkou.	Střešní difúzní fólie na bednění (od tepelné izolace min. 20 mm).
		GUTTA FOL DB Blau	Nearmovaná PE fólie.	Vysoce parotěsná izolace.

Název	Adresa	Produkt	Složení	Použití
INTERPLAST [27]	Heinrich-Schickhardt- Straße 1 72221 Haiterbach Germany www.interplast.de	ISO-DRAIN 8 DIAGONAL	Nopová fólie z HDPE.	Pro hydroizolace spodních částí staveb.
		ISO-DRAIN 8 VERTIKAL	Nopová fólie z HDPE.	Hydroizolace oddělující zdivo od okolní hlíny.
		ISO-DRAIN 10 VLIES PLUS	Třívrstvá nopová fólie tvořená prostřední vrstvou z PP a krajními z LDPE.	Tvarově stabilní hydroizolace spodních částí staveb.
		ISO-DRAIN 20 GELOCHT	Nopová fólie z HDPE.	Střešní hydroizolace pro zelené střechy.
		ISO-DRAIN 8 GITTER	Fólie s malými nopy z HDPE s výztuží.	Izolace podzemního zdiva s možností zaomítání fólie.
SOPREMA [28]	27100 VAL DE REUIL France www.soprema.fr	Sopralene Flam stisk PG	Pás z elastomerního asfaltu s PES/skleněnou výztuží.	Hydroizolace požárně citlivých míst, možno lepit na lehčený PS.
		Soprafix HP	Pás z elastomerního asfaltu s PES / skleněnou výztuží.	Střešní mechanicky kotvená hydroizolace.
		Elastolene S 4	Pás z elastomerního asfaltu vyztužený netkaným PES.	Izolace spodních staveb, opravy střešních plášťů natavování.

4 NOVÉ STAVEBNÍ METODY

Závěrečná část práce bude věnována moderním trendům uplatňujícím zkušenosti ze stavebního průmyslu skloubenými s novými technologickými postupy. Podobně jako v kapitole předešlé je i zde nepřehledné množství stále zdokonalujících se stavebních postupů, a proto se nyní budeme zabývat pouze několika bezesporu zajímavými principy.

4.1 Injektáž zdiva expanzní pěnou

Zdivo, pokud se nejedná o betonové konstrukce, je běžně tvořeno skládanými bloky (cihly), které jsou spojovány pojivy založenými na vápenci či cementu nebo jinými materiály, čímž se zároveň vyruší volná místa v konstrukci, která výrazně snižují mechanické vlastnosti daného zdiva. Pojiva mohou být ovšem narušována vodou vznikající při jejich tvrdnutí, vznikem vzduchových mezer, atmosférickými, ale i jinými vlivy, při jejichž působení vznikají zmíněné dutiny. Tyto dutiny mohou za určitých okolností natolik snížit naplánované vlastnosti zdiva, že může dojít ke zhroucení budovy. Samotnému vzniku dutin se takřka zabránit nedá, a proto se narušené zdivo musí ošetřit. Jednou z takových možností je zajištění narušené stěny dočasnými zpevňujícími prvky (trámy, prkna,...), vybourání vadných míst a vybudování nové zdi. Tato metoda zabírá příliš mnoho času a nese s sebou vysoké náklady. Další možností vyrušení negativních vlivů dutin ve stavební konstrukci je jejich vyztužení pomocí železných mříží, které ovšem často snižují estetiku stavby a vyznačují se také vysokými náklady. Třetím možným způsobem je injektáž cementu nebo chemických směsí do kolmo vyvrtaných otvorů v narušeném zdivu. Z důvodu, že užívané směsi obecně neexpandují, by se muselo použít velkého množství otvorů k injekci a navíc je provedení takové metody zdlouhavé.

4.1.1 Výhody nové metody

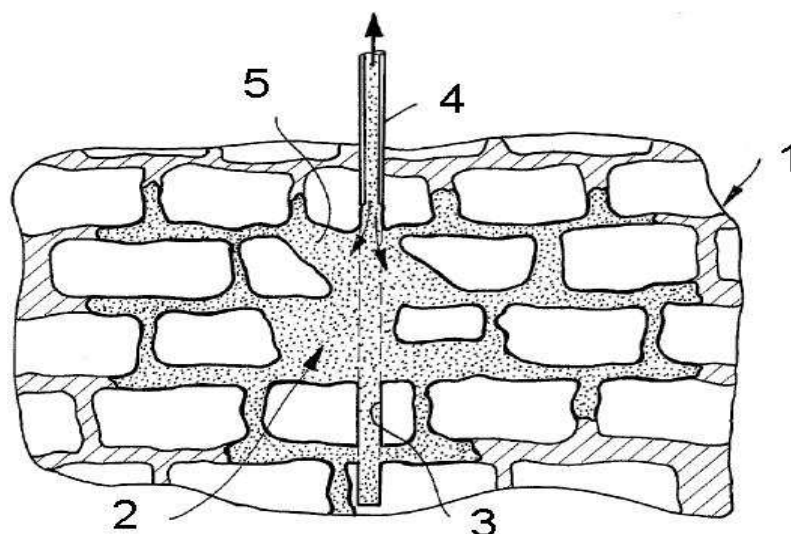
Nyní se budeme zabývat novou metodou opravy vzniklých dutin ve zdi [30], která danou konstrukci nejen opravuje, ale i tepelně izoluje a posiluje. Prováděcí náklady jsou ve srovnání s aktuálně užívanými systémy zřetelně nižší. Metodu lze používat dokonce i když je část zdiva obklopena vodou. Metoda je rychlá a nesnižuje bezpečnost během jejího provádění.

Provedení probíhá ve třech stupních:

- a) vytvoření vstříkovacích otvorů procházejících narušenými částmi zdiva
- b) vložení injekční trubky do vstříkovacích otvorů
- c) injekce substance injekční trubicou do zasažených míst s její následnou expanzí pomocí chemické reakce

4.1.2 Průběh provádění injektáže zdiva expanzní pěnou

Vstříkovací otvory se vyvrtají pokud možno kolmo takovým způsobem, aby došlo k maximálnímu rozšíření dutin, přičemž vzdálenost dvou styčných otvorů se pohybuje v rozmezí 0,2 ÷ 2,0 m. Průměr otvorů má rozmezí 4 ÷ 40 mm. Poté se do otvorů vloží injekční trubka zhotovená z mědi, PVC či oceli, z důvodu lepšího pohybu v otvoru namazaná. Po vložení injekční trubky následuje injekce substance a její následná expanze v dutinách konstrukčního systému (zdiva) důsledkem chemické reakce. V některých případech je výhodné zajistit postupné vytahování injekční trubky v průběhu vyplňování dutin a to s proměnnou rychlostí závisící na objemu dutin.



Obr. 12. Injekce expanzní pěny [30]

1 – zdivo; 2 – dutina; 3 – vstříkovací otvor; 4 – injekční trubka;
5 – substance

Expanzní tlak musí být vždy nižší, než je výbušný tlakový limit stěnového konstrukčního systému. Počáteční viskozita substance je nízká, což zaručí snadné prostoupení dutin, přičemž časový interval mezi jejím zavedením do injektážní trubky a počátkem expanze se pohybuje mezi 3 ÷ 60 s. Okamžitě po začátku expanzního procesu viskozita směsi rychle roste do té

doby, než se stane pevnou látkou, což je za 20 ÷ 150 s od počátku expanze. Tato rychlost přechodu v pevnou látku je velmi důležitá a umožňuje vstříknutí substance do stěnového konstrukčního systému v přímém kontaktu s vodou bez rizika jejího spláchnutí. Po ztuhnutí má substance výborné mechanické vlastnosti, přinejmenším shodné s původním pojivem, které zaujímal daný prostor před vznikem dutiny.

Substance, o které jsme doposud mluvili, je polyuretanová pěna, jejíž komponenty jsou sloučeny v míchací jednotce umístěné před čerpadlem, na něž navazuje injekční trubka a které zajišťuje požadovaný vstříkovací tlak substance. Prvním komponentem substance je polyol, katalyzátor a voda, druhým komponentem potom MDI isokyanát (diizokyanátodifenylmetan).

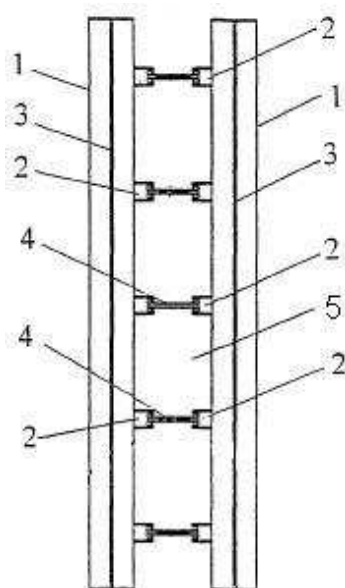
Rychlost vytahování injekční trubky je přizpůsobena tlaku nebo rychlosti toku substance v trubce. Tlak a rychlost toku injekce může být měřen přes monitorovací systém, který zahrnuje manometr. Jestliže přetlak substance změřený manometrem nastane rychle a náhle nebo se sníží její rychlost toku injekční trubkou v důsledku jejího ucpání, pojistný ventil okamžitě zastaví injekci, aby nedošlo k překročení výbušného tlakového limitu stěnového konstrukčního systému. Průběh injekce bývá řízen počítačem.

Na protějším axiálním konci od vstříkovací palivové trysky injekční trubky je vhodné použít větší množství východů, čímž se zajistí lepší distribuce substance ve zdi. Na konci ošetření, je možné aplikovat na stěnový konstrukční systém konvenční integritní zkušební metody. Preferují se neničivé typy jako jsou např. ultrazvukové metody.

4.2 Tepelně izolační stavební dílec

Jelikož se ve stavebním průmyslu neustále vyvíjela celá řada stavebních technologií, mohly s jejich vývojem vznikat nové návrhy výstavby budov. Mezi tyto požadavky patřilo rychlé a kvalitní vybudování stavební konstrukce, která se následně tepelně izolovala. Tento cíl byl splněn použitím tepelně izolačních materiálů (nejčastěji lehčený PS) mechanicky kotvených na stavební konstrukci. Stále se ale jednalo o dvě operace, čímž se prodlužovala doba stavby. Jedna z možností výstavby konstrukce s již zabudovanou tepelně izolační vrstvou byla vynalezena roku 2002 [31] a mi se jí nyní budeme podrobněji věnovat.

Vynález se váže k tepelně izolačnímu stavebnímu dílci, který je spolu se spojovacími prvky vhodný pro rychlou výstavbu i obytných staveb. Tepelně izolační stavební dílec je tvořen na vnějších stranách PS deskami, mezi kterými je umístěna kovová kostra naplněná betonem, přičemž fixační systém zajišťuje ukotvení PS desek v jeden celek.

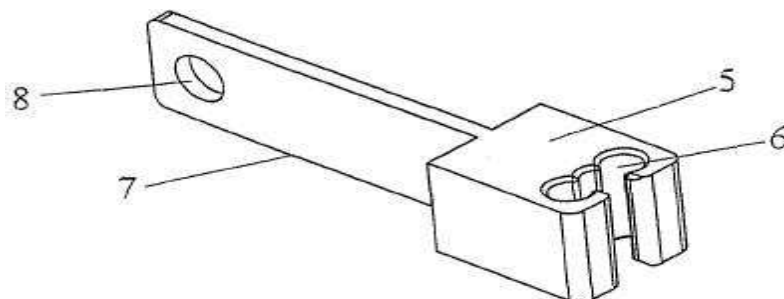


Obr. 13. Tepelně izolační stavební dílec [31]

1 – PS desky; 2 – příčné spojovací prvky; 3 – kovová kostra; 4 – fixační síť; 5 – betonová výplň

4.2.1 Provedení propojení tepelně izolačních desek

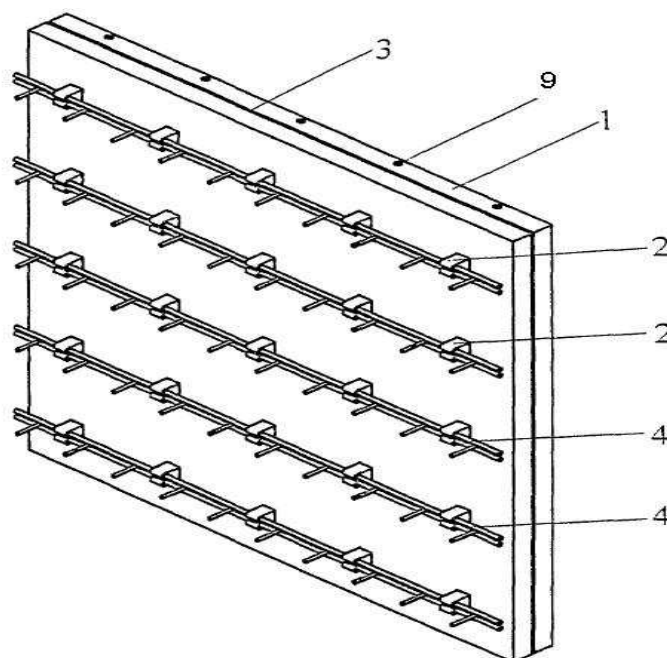
Popisovaný vynález [31] zahrnuje více možných způsobů fixace jednotlivých desek do jednoho stavebního dílce, my se ovšem budeme věnovat pouze tomu nejpreferovanějšímu. Mezi základní prvky popisovaného fixačního systému patří příčné spojovací prvky (Obr. 14), ukotvující PS desku a kovovou kostru. Jedná se o výrobek z recyklovaného plastu, který je v PS desce ukotven pomocí vertikální plastové tyče procházející otvorem 8 umístěným v rameni 7 spojovacího prvku. Délka ramene závisí na zvolené šířce kovové kostry. Na rameno navazuje upevňovací hlava 5, která obsahuje nejčastěji dvě upevňovací drážky 6.



Obr. 14. Příčný spojovací prvek [31]

5 – upevňovací hlava; 6 – upevňovací drážky; 7 – rameno;
8 – otvor pro tyč

Druhým prvek fixačního systému je fixační síť, která spojuje dvě dvojice desek PS a kovového rámu upevněných k sobě příčnými spojovacími prvky v celistvém stavebním dílci. Jedná se o několik oddělených sítí horizontálně uložených do upevňovacích drážek příčných spojovacích prvků.



Obr. 15. Fixační systém [31]

1 – PS desky; 2 - příčné spojovací prvky; 3 – kovová kostra; 4 – fixační síť; 9 – vertikální tyč

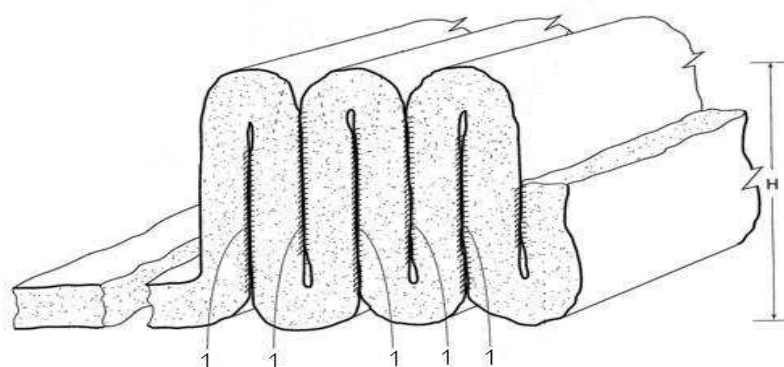
Po smontování jednotlivých dílců do stavební konstrukce se tyto zalijí betonem, čímž se získá díky kovové kostře stavebního dílce mechanicky odolná zeď. Vnější část dílce je tvořena PS deskami a tudíž se dílec vyznačuje také výbornými tepelnými izolačními vlastnostmi. Jak již bylo v úvodu kapitoly řečeno, použitím popsaných dílců se ušetří čas při provádění stavebních prací, což je největší výhodou tohoto vynálezu.

4.3 Celulózní izolační materiál

Již několik let se celosvětově používá jako tepelná a akustická izolace skelná vata, jejíž výhodou oproti jiným materiálům stejného účelu je cena. Tento materiál má ovšem zdravotní rizika spojená se skelnými vlákny, dráždí oči a kůži. Proto se neustále hledala náhrada těchto skleněných vláken vlákny jinými, opět levnými s dobrými tepelně i akusticky izolačními vlastnostmi. Logickým vyústěním úvah bylo zkusit použít papír a stmelenu celulózu.

Pro tepelně izolační materiál je potřebné, aby produkt měl určitou izolační tloušťku a nízkou hustotu. Z celulóznic vláken se ovšem nedaly vyrábět izolační rohože o potřebné tloušťce při zajištění nízké hustoty materiálu. Dalším problémem v předchozích pokusech byl fakt, že izolační rohože s celulózovými vlákny o nízké hustotě si nedokázaly při převozu v balíku udržet svoji originální tloušťku a častokrát se strukturně zhroutily, což mělo za následek zmenšení jejich tepelného a akustického odporu.

Předmětem vynálezu [32], kterým se nyní budeme zabývat, je poskytnout izolant tvaru vlny, který zahrnuje stabilní celulóznic vlákna, o relativně nízké hustotě. Aby si materiál udržel vlnitý tvar, provádí se slepení přiléhajících částí rohože k sobě při teplotě tání.



Obr. 16. Izolační rohož [32]

1 – slepení; H – tloušťka rohože

4.3.1 Patentovaný postup výroby

Nyní si povíme o přípravě tepelně a akusticky izolující rohože obsahující celulóznic vlákna, přičemž se budeme odkazovat na Obr. 17. Proces se skládá z několika fází přípravy, kterými jsou celulóznic přípravkový stupeň, stupeň vláknového míchání, stupeň rohožového formování, tvarovací (zvlhňovací) stupeň a balicí stupeň.

Celulóznic přípravkový stupeň

Tento stupeň zahrnuje násypný zásobník, který přijímá odpad sestávající z celulóznic vláken (odpadový papír, lepenkový materiál). Vlákna putují do drtiče, který je natrhá či nařeže na relativně malé kusy a ty se dopravují kladívkového mlýnu. Ten udělí vláknům takovou velikost, aby prošly přepážkou. Velikost otvorů přepážky (většinou 2 mm) určuje tzv. R hodnotu, která je mírou tepelného odporu. Nyní se celulóznic vlákna mohou smíchat s látkami snižujícími hořlavost (borax), které jsou v násypném zásobníku.

Vláknové míchání

Proces slouží k přípravě vláken, které se následně smíchají se zvlákněnou celulózou. Skládá se z násypného zásobníku na slepovací vlákna a násypného zásobníku na pružná vlákna. Slepovacími jsou termoplastická vlákna délky $2 \div 25$ mm s teplotou tání kolem 110 °C. Nejčastěji se používá směs PE/PET vláken. Pružná vlákna mají délku $12 \div 100$ mm a teplotu tání vyšší jak vlákna slepovací (větší než 150 °C). Preferovaný materiál pro pružná vlákna je PET. Tato vlákna se mohou použít jako recyklovaný materiál z textilního odpadu. Slepovací i pružná vlákna putují z násypných zásobníků do mykacích jednotek, kde se jednotlivá vlákna od sebe oddělí, čímž se zabrání vytvoření hrudek z vláken. Z mykacích jednotek putují vlákna do řídicí jednotky, která ovládá poměr, ve kterém vlákna vstoupí do vláknového míchadla. Zde dojde ke smíchání s celulózovými s vlákny.

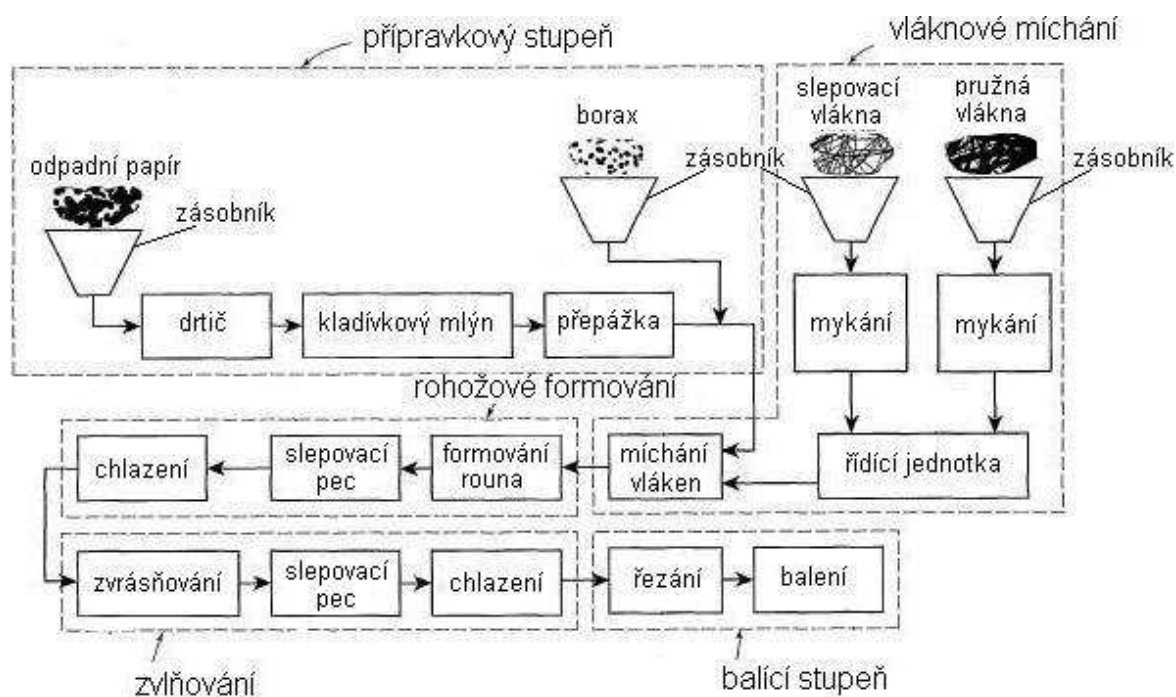
Rohožové formování

Zde začíná formování rouna, které je složeno ze smíšené vlákniny, např. pomocí skluzu. Poté následuje slepovací pec vyhřívána prouděním nebo sáláním na teplotu vyšší než je teplota tání slepovacích vláken a nižší než teplota tání pružných vláken (145 °C). Následuje snížení teploty pod teplotu tání slepovacích vláken v chladiči. Slepovací vlákna drží systém ve strukturálně souvislé rohoži a náhodně orientovaná pružná vlákna zajišťují pružnost rohože a zabraňují nepříznivým změnám tloušťky.

Zvlňovací a balící stupeň

Proces zvlňování začíná zvrásňováním, které rohoži uděluje vlnovitý tvar, pokračuje opět slepovací pecí, která způsobí slepení vzniklých vlnek a po ochlazení vzniká výsledný tvar izolační rohože (Obr. 16.).

Balící stupeň je tvořen řezací stanicí, která rohoži udělí požadovanou šířku a délku. Celý proces zpracování jednotlivých vláken na rohož je zakončen balící jednotkou.



Obr. 17. Schéma výroby izolační rohože [32]

4.3.2 Zhodnocení výrobku

Předběžná zkouška demonstrovala že izolační rohož s celulózovými vlákny má $R = 1$ ve výši $H = 30 \div 40$ mm při přibližné hustotě $15 \div 20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Skelná vata mívá $R = 2,5 \div 3,5$. [32] Z ekologického hlediska je výhodou také zpracování vhodných odpadů na získávání celulózových a pružných vláken. Běžně se může hustota materiálu pohybovat v rozmezí $10 \div 50 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ při tloušťce $20 \div 70$ mm. Použití je pro vyplňování různých dutin ve stěnách, v mezerách v podlaze a stropních nosníků.

ZÁVĚR

V této práci byly vyjmenovány a popsány základní typy izolací stavebních děl. Samotné uvedené teoretické informace jsou pouhým základem vysoce postačujícím pouze v případě, že si například vybíráme z řady výrobků pro izolaci vlastní stavby. Pro izolace rozsáhlejšího charakteru je potřeba využít rozborů prostředí (chemický, hydrologický, meteorologický,...), matematických propočtů a v neposlední řadě zkušeností. Proto se touto tematikou zabývají specializované firmy a v této práci byla pouze nastíněna. Pro hlubší informace doporučuji prostudování uvedené literatury.

Oblast izolace ve stavebnictví včetně popisované fóliové se neustále vyvíjí spolu s rozvojem technologií, analýzou a odstraňováním problémů současných izolací či výrobou stále kvalitnějších materiálů. Nové materiály mívají zpravidla delší životnost, lepší odolnost vůči negativním vlivům prostředí (oheň, pH, mechanické namáhání,...), výhodnější ekonomické i ekologické parametry a mnohé další výhody, díky kterým se neustále zvyšuje kvalita stavebních konstrukcí, které patří již po mnoho staletí k základním potřebám člověka v jeho životě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TOBOLKA, Z. *Nové izolační materiály ve stavebnictví*. 1. vydání. Praha: STAV-INFORM, 1991. 61 s. ISBN 80-85380-17-X.
- [2] FARKA, V. *Izolace staveb proti vodě, chladu, hluku*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1975. 177 s.
- [3] TAJOVSKÝ, V. *Izolace staveb proti vodě a vlhkosti*. 2. vydání. Praha: SNTL, 1979. 132 s.
- [4] ŘEHÁNEK, J., et al. *Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2002. 248 s. ISBN 80-7169-582-3
- [5] HOŘEJŠÍ, J., PRAHL, R. *Rodinná encyklopedie zdraví*. 1. vydání. Praha: Gemini, 1993. 1184 s. ISBN 80-7161-057-7
- [6] JIRÁNEK, M. *Dům bez radonu*. 1. vydání. Brno: ERA, 2001. 114 s. ISBN 80-86517-12-8
- [7] KOVAČIČ, L., BÍNA, J. *Plasty : vlastnosti, spracovanie, využitie*. 1. vydání. Bratislava: ALFA, 1974. 339 s.
- [8] KRÁLOVÁ, A., KLIMÁNEK, L. *Zpracování polymerů*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1986. 272 s.
- [9] Fatra, a.s. Technická skupina izolačních systémů. *Konstrukční a technologický předpis pro aplikaci zemních hydroizolačních fólií Fatrafol*. 4. vydání. FATRA, a.s., závod Stavební plasty, 2004. 48 s.
- [10] Fatra, a.s. Technická skupina izolačních systémů. *Konstrukční a technologický předpis pro aplikaci hydroizolačních fólií Fatrafol ve střešních pláštích budov*. 7. vydání. FATRA, a.s., závod Stavební plasty, 2004. 48 s.
- [11] Fatra, a.s. Technická skupina izolačních systémů. *Konstrukční a technologický předpis pro aplikaci bazénové fólie Fatrafol*. 1. vydání. FATRA, a.s., závod Stavební plasty, 2003. 26 s.
- [12] *O nás > historie* [online]. © 2004 [cit. 2005-12-15]. Dostupný z WWW: <http://www.fatra.cz/cz/onas_historie.htm>.
- [13] *Metalšpric – SERVIS s.r.o. – podlahové systémy* [online]. [cit. 2005-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.metalspric.cz/podlahy.htm>>.

- [13] *DAPE spol. s r.o. – Parotěsná tepelná izolace s reflexními účinky* [online]. [cit. 2005-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.dape.cz/>>.
- [14] *Sika CZ, s.r.o. /Česká republika* [online]. © 2003 [cit. 2006-01-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.sika.cz/cz-trocal/cz-trocal-products/cz-trocal-products-technical.htm>>.
- [15] *Saarpor* [online]. [cit. 2006-01-10]. Dostupný z WWW: <http://www.saarporbohemia.cz/DECOSA_CLIMAPOR_SECUPOR_old_services/cz/rah_frset_daemmstoffe.html>.
- [16] *www.minarsro.cz* [online]. [cit. 2006-01-10]. Dostupný z WWW: <<http://minarsro.cz/index.ifs?Module=StupidArticle&ID=3>>.
- [17] *LITHOPLAST – Produkty LITHOPLAST* [online]. [cit. 2006-01-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.lithoplast.cz/index.php?typ=LPA&showid=37>>.
- [18] *VESTIN – izolační materiály s.r.o.* [online]. © 2006 [cit. 2006-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.vestin.cz/>>.
- [19] *SIPRON Liberec s.r.o.* [online]. [cit. 2006-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.sipron.cz/index.php?akce=izolace>>.
- [20] *PRODUKTY – DEKTRADE – střechy – fasády – izolace* [online]. [cit. 2006-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.dektrade.cz/?r_id=17>.
- [21] *Dorken, Delta, Pojistné hydroizolace, Parotěsné zábrany, Fasádní vrstvy, Dělicí vrstvy* [online]. [cit. 2006-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.doerken.de/bvf/cz/produkte/index.php?navid=11>>.
- [22] *Stavisol* [online]. [cit. 2006-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.stavisol.cz/>>.
- [23] *Hydroizomat Jco* [online]. [cit. 2006-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www.hydroizomat.com/en_rul_hid_mat.html>.
- [24] *DuPont Building Innovations* [online]. © 2006 [cit. 2006-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www2.dupont.com/Building_Innovations/en_US/>.
- [25] *Sarnafil – Ploché střechy – Výrobky* [online]. [cit. 2006-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.sarnafil.cz/products>>.
- [26] *Gutta ČR Praha spol. s r.o.* [online]. [cit. 2006-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.gutta-cr.cz/text/produkty.htm>>.

- [27] *INTERPLAST Noppenfolien* [online]. © 2006 [cit. 2006-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.interplast.de/public/deutsch/noppenfolien/iso-drain-standard/>>.
- [28] *Waterproofing and roofing* [online]. © 2003 [cit. 2006-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www.soprema.fr/EN/etancheite_toitures_terrasses.php>.
- [29] *Acidotechna spol. s r.o.* [online]. [cit. 2006-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.acidotechna.cz/>>.
- [30] URETEK S.R.L. Metod for repairing, waterproofing, insulating, reinforcing, restoring of wall systems. Inventor: CANTERI, Carlo. Int. E04B 1/64. Canadian Intellectual Properte Office, 2 498 344. 07.08.2003.
- [31] MÁTHÉ, László. Thermal insulated building element. E04B 2/86. International application published under the patent cooperation treaty (PCT), 2004/059099. 08.04.2003.
- [32] ENVIROMAT INDUSTRIES PTY. LTD. Insulating material. Inventor: GLICKFELD, Jonathan. Int. E04B 1/78. International application published under the patent cooperation treaty (PCT), 2005/021884. 19.08.2004.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PE	polyethylen
PP	polypropylen
PES	polyester
PVC	polyvinylchlorid
HDPE	vysokohustotní polyethylen
LDPE	nízkohustotní polyethylen
PA	polyamid
BO PET	biaxiálně orientované polyestery
PVC-P	měkčený polyvinylchlorid
PS	polystyren
TMO	termoplastické polyolefiny
PET	polyethylentereftalát
EVA	ethylenvinylacetát
MDI	diizokyanátodifenylmetan

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Ukončení svislé izolace proti zemní vlhkosti [9].....	12
Obr. 2. Zesílení přechodu z vodorovné izolace na svislou přídatným pásem fólie [9].....	13
Obr. 3. Aplikace polyuretanové chemické izolace [13].....	14
Obr.4. Izolační skladba střechy [14].....	16
Obr. 5. Zvuková energie dopadající na dělicí stěnu [2].....	23
Obr. 6. Systém izolace s fólií AMS-Tecsound [18].....	24
Obr. 7. Uran - radiová přeměnová řada [6].....	25
Obr. 8. Šnekový vytlačovací stroj [8].....	30
Obr. 9. Linka na výrobu vyfukovaných fólií [8].....	32
Obr. 10. Uspořádání válců ve válcovacích strojích [8].....	33
Obr. 11. Způsoby zdvojování a vrstvení fólií [8].....	35
Obr. 12. Injekce expanzní pěny [30].....	59
Obr. 13. Tepelně izolační stavební dílec [31].....	61
Obr. 14. Příčný spojovací prvek [31].....	61
Obr. 15. Fixační systém [31].....	62
Obr. 16. Izolační rohož [32].....	63
Obr. 17. Schéma výroby izolační rohože [32].....	65

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Zvyšování tepelné vodivosti tepelně izolačního materiálu v závislosti na obsahu vlhkosti [2].....	17
Tab. 2. Hlučnost vybraných zdrojů hluku [2].....	22
Tab. 3. Firmy zabývající se fóliovými izolacemi na českém trhu.....	43
Tab. 4. Firmy zabývající se fóliovými izolacemi na zahraničních trzích.....	54