ČECKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
K144
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Posouzení vybraných vlastností bazénových fólií

Diplomová práce

Bc. Jiří Buchl

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Filip Horký, Ph.D

Praha 2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Buchl Jméno: Jiří Osobní číslo: 468453

Zadávající katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Posouzení vybraných vlastností bazénových fólií

Název diplomové práce anglicky: Assessment of selected properties of pool foils

Pokyny pro vypracování:

Rešerše literatury k dané tématice. Návrh způsobu posouzení vybraných vlastností bazénových fólií. Posouzení. Porovnání výsledků. Závěry a doporučení.

Seznam doporučené literatury:

Šťastný B. Stavba a provoz bazénů, Praha: ABF, 2006
ČSN EN ISO 527, ČSN EN ISO 178, ČSN EN ISO 604, ČSN EN 15836

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Filip Horký, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 22.09.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 02.01.2022

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

29.9.2021

Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Poděkování

Rád bych věnoval vděčné poděkování Ing. Filipovi Horkému, Ph.D. za odbornou podporu a vedení při zpracování této diplomové práce, za cenné rady a vstřícnost při konzultacích. Déla bych chtěl poděkovat doc. Ing. Bohumilu Šťastnému, Ph.D. za sdílení odborných informací týkajících se diplomové práce a poděkování společnosti Vagnerpool ve Vestci u Prahy za poskytnutí materiálu pro testování.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Filipa Horkého, Ph.D. Veškeré použité podklady, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a dalších zdrojů, citovány v textu podle normy.

V Praze dne . . . . . .

Podpis studenta

Anotace v češtině

Diplomová práce pojednává o tématu bazénových fólií, konkrétně o fyzikálních a chemických vlastnostech materiálu. V práci jsou popsané pozitiva a negativa používání bazénových fólií, jaké druhy jsou dostupné na trhu, kterými laboratorními testy se zjišťují vlastnosti materiálu a jejich popis a postup provedení. Součástí je i rozpis druhů skvrn, které mohou vznikat na povrchu fólií, jaký je důvod vzniku a jak je odstranit. V praktické části je výpis vybraných zkoušek, které byly prováděny ve školní laboratoři, podrobný popis provedení a následný rozpis výsledků a vyhodnocení. Postupy měření jsou dokumentovány fotografiemi s popisem průběhu testu.

Záměrem této práce je zjednodušení a úprava vybraných zkoušek a ověření jejich použitelnosti při kontrole vlastností bazénových fólií, které je možné provádět v prostorách laboratoře, kterými lze získat další užitečné informace o materiálu.

Klíčová slova v češtině:

Bazén, bazénová fólie, laboratorní zkouška, povrch, balneotechnika, skvrny

Anotace v angličtině

The diploma thesis deals with the topic of pool foils, specifically with the physical and chemical properties of the material. The work describes the positives and negatives of the use of pool foils, what types are available on the market, which laboratory tests to determine the properties of the material and their description and procedure. It also includes a breakdown of the types of stains that can form on the surface of foils, what is the reason for their formation and how to remove them. The practical part is a list of selected tests that were performed in the school laboratory, a detailed description of the implementation and the subsequent breakdown of results and evaluation. Measurement procedures are documented by photographs describing the course of the test.

The aim of this work is to simplify and modify selected tests and verify their applicability in checking properties of pool foils, which can be performed in the laboratory, which can provide additional useful information about the material.

Klíčová slova v angličtině (keywords):

Swimming pool, pool foil, laboratory test, surface, balneotechnics, stains

Obsah

1 Úvod práce ... 8
2 Definice Balneotechnické technologie ... 9
3 Základní požadavky na konstrukce bazénové vany ... 12
4 Konstrukční materiál bazénových nádrží ... 13
4.1 Betonové nádrže ... 13
4.2 Kovové nádrže ... 14
4.3 Plastové nádrže ... 15
4.4 Laminátové a keramické bazény ... 16
5 Úpravy povrchů bazénových van ... 17
5.1 Omítky (stěrky) ... 17
5.2 Stěrky s přiznanými zrny (Agregátový povrch) ... 18
5.3 Obklady ... 18
5.4 Fólie ... 19
6 Popis bazénových fólií ... 20
6.1 Předřezaná fólie (bazénová vložka) ... 21
6.1.1 Charakteristické vlastnosti ... 22
6.1.2 Instalace fólie ... 23
6.2 Vyztužené (těžké) folie ... 24
6.2.1 Charakteristické vlastnosti ... 25
6.2.2 Instalace fólie ... 27
6.2.3 Varianty těžké bazénové fólie ... 30
7 Faktory ovlivňující bazénovou fólii ... 34
8 Skvrny na bazénových fóliích ... 38
8.1 Druhy skvrn ... 38
8.1.1 Organické skvrny ... 39
8.1.2 Skvrny způsobené sloučeninami kovů ... 40
8.1.3 Minerální skvrny ... 41
8.1.4 Skvrny způsobené chemií a UV zářením ... 42
8.1.5 Skvrny od rzi ... 43
8.1.6 Řasy ... 44
8.2 Identifikace skvrn ... 46
8.3 Způsoby čištění skvrn ... 48
9 Testování materiálu bazénových fólií ... 51

9.1 Specifikace složení membrány (fólie) ... 52
9.2 Rozměrové charakteristiky ... 54
9.3 Mechanické vlastnosti ... 56
9.4 Odolnost materiálu ... 64
10 Zkoušky provedené na bazénové fólii v praxi ... 71
10.1 Zkoušky provedené dle norem ... 71
10.1.1 Stanovení hustoty fólií ... 71
10.1.2 Tahová zkouška ... 75
10.1.3 Zkouška otěruvzdornosti ... 80
10.2 Doplňkové zkoušky ... 87
10.2.1 Zkouška stálobarevnosti ... 87
10.2.2 Zkouška oživení – Odolnost vůči působení mikroorganismů ... 90
10.3 Shrnutí výsledků zkoušek a doporučení ... 102
11 Závěr ... 104
12 Bibliografie ... 106
13 Seznam obrázků ... 109
14 Seznam tabulek ... 112

1 Úvod práce

V balneotechnických provozech, jako jsou bazény nebo lázně, se setkáváme s povrchovou úpravou dna a stěn nádrže, pro zlepšení vlastností, životnosti a vzhledu. Mezi tyto úpravy patří i možnost využití bazénových fólií. Na trhu je mnoho druhů fólií, které se rozlišují jak podle své tloušťky, vzhledu, tak i podle fyzikálních a chemických vlastností. Pro zjištění těchto vlastností materiálu jsou nastaveny způsoby a metodiky testování a pokusů v laboratořích, tak i přímo v místech provozu. Výrobce musí zajistit dostatečné vlastnosti materiálu, který poptávají majitelé provozoven. K těmto požadovaným vlastnostem patří například hodnota pevnosti v tahu, otěruvzdornost, blednutí a další. Výrobce ke každé fólii dokládá technický list s výpisem těchto vlastností, podle kterých si provozovatelé a projektanti vybírají vhodný typ fólie.

Bazénové folie se řadí mezi jeden z nejčastějších způsobu povrchových úprav venkovních i vnitřních bazénu, veřejných a soukromých provozoven. Za provozu může nastat situace vzniku skvrn na povrchu folií a je potřeba je vhodným způsobem odstranit a předejít dalšímu vzniku. Povrch folie může být také poškozený fyzickým namáháním z důvodu samotného provozu a opotřebení materiálu, tak i v případě poškozením tvrdým předmětem, jako je prstýnek nebo klíč, který si návštěvníci berou s sebou do bazénu. Každé poškození má svým způsobem vliv na vlastnosti fólie, které mohou komplikovat bezproblémový provoz.

Tato diplomová práce si dává za cíl v teoretické části popsat využívání bazénových fólií, vypsat pozitiva a negativa použití v bazénových provozech, popsat druhy a důvod vzniku skvrn na povrchu fólie a charakterizovat způsoby zkoušek, kterými se zjišťují důležité vlastnosti fólií.

Praktická část se zabývá provedením vybraných laboratorních zkoušek na fóliích určitého druhu a následný rozpis a vyhodnocení získaných dat z měření, případné porovnání s technickým listem od výrobce.

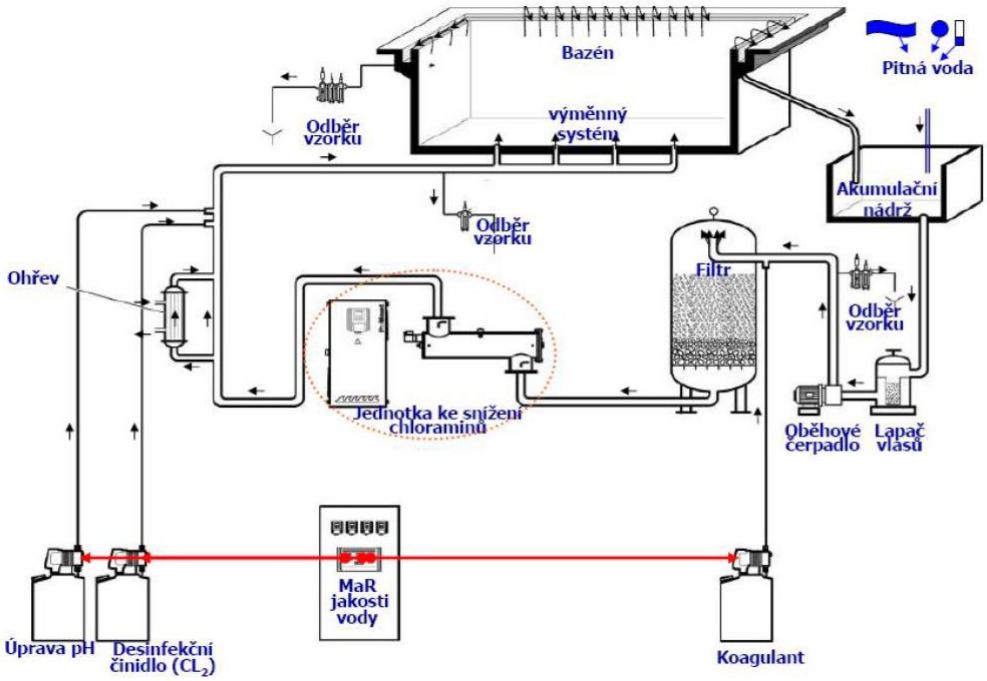
Pro vypracování práce je využíváno odborné literatury, norem a webových stránek, poskytující informace k tomuto tématu. Způsoby testování, vznik skvrn a popisy druhů fólií jsou doprovázeny vhodnými ilustracemi.

2 Definice Balneotechnické technologie

Balneotechnika jiným slovem lázeňská technika využívá uměle vytvořených nádrží za účelem rehabilitací, plavání, potápění a sportu. Mohou se dělit dle využití na soukromé (rodinné bazény) nebo veřejné (kryté bazény a koupaliště).

Dle účelu se dělí na plavecké, zahradní nebo rehabilitační bazénové provozy. Celý bazénový provoz se může skládat z několika jednotlivých bazénů do větších komplexů, které nazýváme například jako aquaparky, koupaliště, plovárny nebo lázně.

Každý bazénový provoz musí mít svůj vlastní způsob úpravy vody a údržbu bazénové vany. Každý bazén mám vlastní recirkulační systém, který slouží k úpravě vody na požadované hodnoty. Dle velikosti bazénového provozu se odvíjí i velikost recirkulačního sytému a počet jeho prvků. Úprava vody se provádí prostřednictvím lapačů vlasů, koagulace, filtrace a UV zářením, následně je prováděn ohřev vody, a nakonec dávkování chemie pro úpravu pH a dezinfekci vody. Celý recirkulační systém se nachází odděleně ve strojovně, kde se manipuluje s chemií a nastavuje se celý systém. Jednotlivé části jsou podmíněné legislativou a celý provoz zákony, vyhláškou (135/2004 Sb., 238/2011 Sb.), vládním nařízením a ČSN. (1)



Obr. č. 1 – Technologické schéma bazénu (1)

Každý bazénový provoz má svůj provozní řád, který popisuje samotný provoz bazénů, tak i pohyb lidí po celém objektu. Příchozí před vstupem do bazénu musejí v jeden okamžik projít přes šatny a sprchy, kde mají povinnost se omýt před vstupem do samotného bazénu, aby do systému nepřinášeli zbytečné znečištění. (2) (1)

Popis funkcí recirkulačního systému sladkovodních bazénů:

Začátek recirkulačního systému se nachází v bazénové vaně, kde jsou na okrajích vany naistalovány přepadové žlaby, navazující na odtokové potrubí do akumulační nádrže.

- **Akumulační nádrž:** zajišťuje dostatečné množství vody po celou dobu provozu. Nádrž se dimenzuje především na maximální nárazové přítoky z přepadových žlabů, způsobených návštěvníky v bazénové vaně.
- **Recirkulační čerpadla:** jsou pohonem celého systému zajišťující výměnu vody v bazénu. Před čerpadlem je často umístěn lapač vlasů, pro zachycení hrubých nečistot a ochranu před poškozením čerpadla a filtru před rychlým zanášením. Pro každý bazénový provoz se musí navrhovat počet a velikost čerpadel dle velikosti a typu bazénu.
- **Dávkování koagulantu:** se používá k odstranění koloidních a nerozpuštěných látek obsažené ve vodě. Dávkování probíhá před filtrem v určitých velikostech tvořící vločky z obsažených nečistot, které se následně zachycují na filtru. Koagulační proces závisí na hodnotě pH, proto je nutné hlídat jeho hodnotu.
- **Filtrační jednotka:** je hlavní jednotkou pro odstranění nerozpuštěných látek a vytvořených vloček koagulací ve vodě. Návrh filtrů je ovlivněn návštěvností, filtrační rychlostí, plochou filtru, velikost filtru, náplní a recirkulačním množstvím vody. Kapacita musí být navržena na maximální zatížení bazénu.
- **UV lampy a ozonizace:** jsou doplňkové zařízení pro dezinfekci vody. UV lampou lze účinně snižovat vázaný chlór a odstraňují bakterie, cysty a viry obsažené ve vodě. Ozonizací se přidává do systému ozon, který působí jako silný oxidační a dezinfekční prostředek, odstraňující mikroorganismy, bakterie a viry odolávající chlóru.
- **Ohřev vody:** zajišťuje návrhovou teplotu vody v bazénu. Často je umístěn na bypassu viz. obrázek č. 1**.**
- **Měření a dávkování chemie:** Bez pravidelné kontroly stavu vody v systému není možné zajistit kvalitní a nezávadné podmínky v bazénu. Měří se základní chemické a fyzikální vlastnosti, jako je hodnota pH, volný chlór a jiné dezinfekční prostředky, vázaný chlór, redox potenciál a teplota. Měření je často automatizované a vzorky jsou odebírané na několika místech v systému (před a po úpravě). Udržováním stálých hodnot se zajistí efektivní dezinfekce a úprava vody. Dávkování chemie a regulátorů pH se provádí na konci recirkulačního systému před vstupem upravené vody zpět do bazénové vany. Systém musí být správně nastavený na identifikaci hodnot znečištění, na které se dávkuje dané množství chemie. Proces dávkování a měření hodnot koncentrací, musí být možné kontrolovat ve strojovně. Odběrná místa vzorku jsou znázorněna na obrázku č. 1. (3)

Rozdělení bazénových provozů:

Provozy lze rozlišovat dle použitého druhu vody na sladké nebo slané. Slané bazény mají tu výhodu, že nevyžadují tolik chemie jako sladkovodní bazény, jsou šetrnější k pokožce i životnímu prostředí. Podle vybraného typu se musí také přizpůsobit recirkulační systém a bazénová vana. Slané bazény musejí být vybaveny přístrojem provádějící elektrolýzu a je náročnější na materiál (třída oceli 316, 318) (2) (1)

Požadavky na balneotechnické provozy jsou stanoveny vyhláškou 238/2011 Sb. O hygienicích požadavcích na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovišti. Dle této vyhlášky jsou definované provozů:

- **Plavecké bazény** – bazén s teplotou ke koupání 28 °C a nižší
- **Koupelové bazény** – bazén s teplotou ke koupání nad 28 °C
- **Bazény pro kojence a batolata** – bazény určené ke koupání a plavání děti ve věku do 3 let
- **Brouzdaliště** – nádrže s největší hloubkou vody ke koupání 40 cm

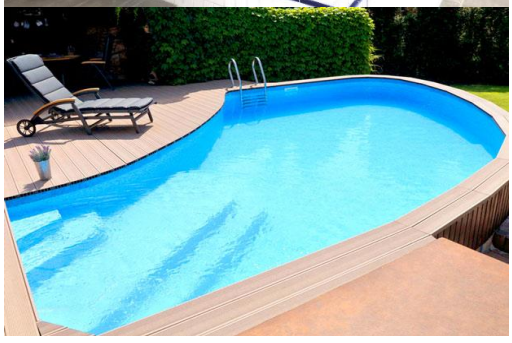
Tato práce se přesněji zaměřuje na samotnou bazénovou vanu a její povrchovou úpravu konstrukce, bez ohledu, zda se jedná o soukromý nebo veřejný bazén.

Obr. č. 2 – Aquapark v chorvatském Poreči; bazeny.centroprojekt.cz

Veřejný provoz složený z několika bazénových van, atrakcí a rekreačních center.

Obr. č. 3 – Ukázka plaveckého bazénu v Prachaticích; stavba.tzb-info.cz

Bazénový provoz určen veřejnosti pro sport, plavání a potápění.



Obr. č. 4 – Ukázka zahradního bazénu; profizahrada.cz

Soukromý bazén určen pro rekreaci a plavání u rodinných domů.

3 Základní požadavky na konstrukce bazénové vany

Základní požadavky vyplívají z užívání a lze je přehledně rozdělit do několika skupin.

I. Požadavek na tvar, rozměr, výškové řešení a trubní výstroj
II. Pro bazénovou vanu rozhodující vlastnost – vodotěsnost (nepropustnost)
III. Požadavek na ekonomickou realizaci a provozování
IV. Stabilita a statická spolehlivost celku i jednotlivých prvků konstrukce
V. Zajištění dlouhé životnosti a odolnosti proti působícím vlivům
VI. Požadavek na hygienické řešení
VII. Spolehlivost a snadné provozování – čištění, opravy, rekonstrukce
VIII. Bezpečnost provozu
IX. Další požadavky z hlediska architektury, vzhledu, ekonomie a ekologie

Požadavky jsou definovány podrobněji vyhláškou a normami. Spolehlivost konstrukcí stavby jsou definovány mezními stavy únosnosti a použitelnosti. Většina uvedených bodů jsou jasné z principu věci, přesto některé body je třeba blíže specifikovat. Příkladem podrobnější specifikace může být:

- Detailní požadavek na vodotěsnost: Jaký stupeň nepropustnosti volit pro bazénovou nádrž. Jakému prostředí, mechanickému a chemickému namáhání musí odolávat.

- Požadavek na odvodnění: Nádrže z důvodu oprav či údržby je potřeba vypustit, pro tyto účely je potřeba navrhnou spády dna, systém úžlabí a bod odtoku.

- Požadavek na rovinnost a hladkost povrchů: Záleží na konkrétním místě, zda má mít protiskluznou ochranu či nikoliv. Hodnocení kvality vyhotovené povrchové úpravy.

- Požadavky hygienické: Nutné omezit růst mikroorganismů na povrchu bazénové vany, tak i za povrchovou úpravou konstrukce.

- Všeobecné požadavky na životnost, trvanlivost a odolnost: Zajištění plánované délky životnosti vany a zajištění bezproblémového provozu, kvalitě povrchové úpravy, odolnosti proti působícím vlivům apod. (4)

4 Konstrukční materiál bazénových nádrží

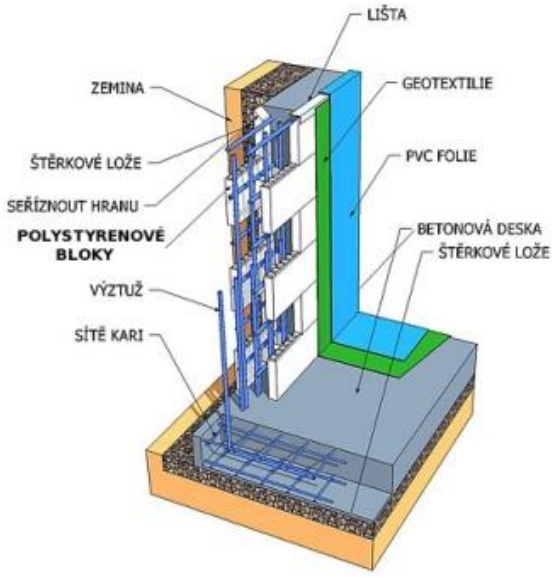
Bazénové nádrže se mohou zkonstruovat z několika vhodně zvolených materiálů. Každý druh materiálu má své výhody i nevýhody a záleží na vlastníkovi, který typ si vybere pro svůj bazén. S některými materiály se pracuje snadněji a poskytují variabilitu tvarových dispozic a některé nabízejí snadnější montáž a prefabrikaci.

4.1 Betonové nádrže

Betonové bazénové vany jsou jedny z nejčastějších variant konstrukčního řešení. Zaručují dostatečnou pevnost a pružnost při působení velkého tlaku vody.

Betonová konstrukce se zhotovuje vyléváním betonové směsi do připraveného bednění. Bednění může být dvojího typu, první typ se po vytvrdnutí betonu demontuje a může se použít na další výstavbu, druhou variantou je ztracené bednění, které se stává po vytvrdnutí betonu součástí konstrukce, nejčastěji se ztracené bednění vyrábí z polystyrénu, který zlepšuje tepelně-izolační vlastnosti nádrže viz. obr. č. 1. Aby se zajistilo dokonalé rozlití po celém bednění, přidává se do betonové směsi plastifikátor a při vylévání se po částech beton vibruje. Pro zajištění vyšší pevnosti se do bednění osazuje armovací výztuž, která se navrhuje pro konkrétní rozměry nádrže. Při betonování se nesmí zapomenou na umístění trysek a dalších vstupů do nádrže.

Betonové nádrže se vyrábějí i v prefabrikované formě, které se bední mimo místo umístění nádrže a následně se na stavbu přiváží již vytvrzené a připravené na umístění.



Dalším typem jsou i stříkané nádrže, kde se betonová směs stříká na připravenou armovací síť a po nástřiku potřebné vrstvy se následně povrch upravuje stěrkami.

Samotnou konstrukci je možné bednit z tzv. vodostavebního betonu, který zaručí nepropustnost v případě porušení povrchové úpravy. (5) (2)

Obr. č. 5 – Model betonové konstrukce se ztraceným polystyrénovým bedněním (6)

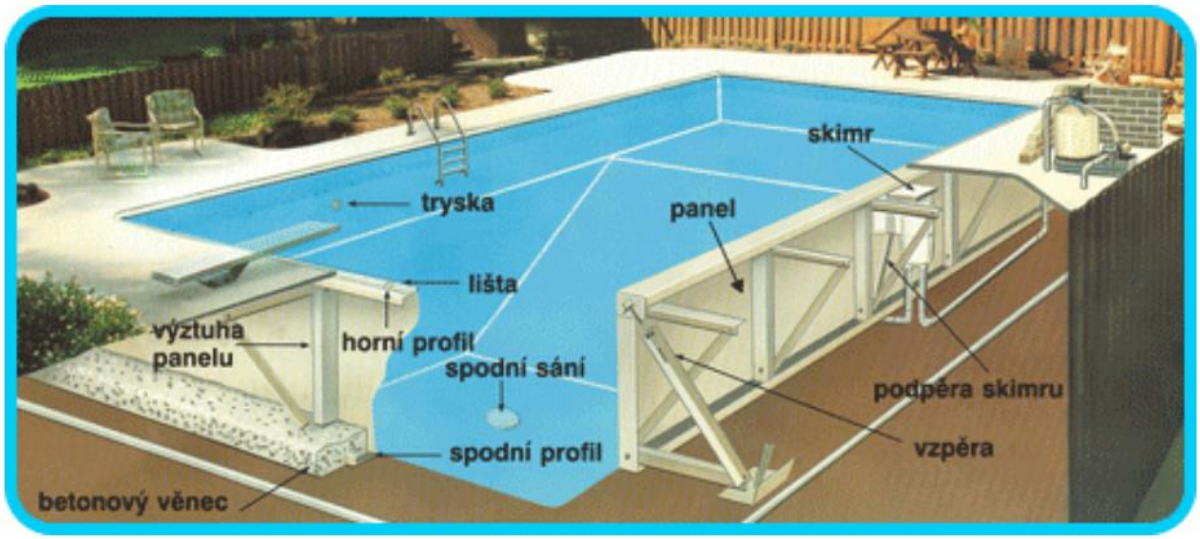
4.2 Kovové nádrže

Stejně jako betonové bazénové nádrže, jsou také populární nádrže z kovu, nejčastěji vyráběné z ocele, hliníku a slitin oceli. Hlavní nevýhodou je nízká odolnost konstrukce vůči vodě s vyšším obsahem chloru, z toho důvodu je potřeba zvolit povrchovou úpravu. Na druhou stranu se jednotlivé díly konstrukce rychle montují, případně svařují, což zaručuje rychlou instalaci konstrukce.

Pro umístění kovové nádrže je potřeba předem vybudovat betonový základ v podobě desky. Deska zaručuje pevný podklad a rovnoměrné roznášení zatížení do podkladní zeminy. Případně vybudovat nosnou konstrukci velkých van, která bude přenášet zatížení do základů.

V balneotechnice se nádrže vyrábějí v různých tvarech v podobě hotových van nebo prefabrikovaných kusů, které se následně dají spojit v různé tvary. Musí se zajistit kvalitní spojení jednotlivých kusů a vodotěsnost konstrukce. Kovový plášť, u bazénu zapuštěného v zemi, má svojí opěrnou konstrukci, která se následně zaleje betonem nebo původní zeminou pro zlepšení stability. V průběhu stavby se provádí zakomponovaní technologických prvků jako jsou trysky a vpusti.

Bazénové vany vyrobené v jednom kuse z nerezové oceli nepotřebují dodatečnou povrchovou úpravu a poskytují specifický estetický dojem. (2) (7)

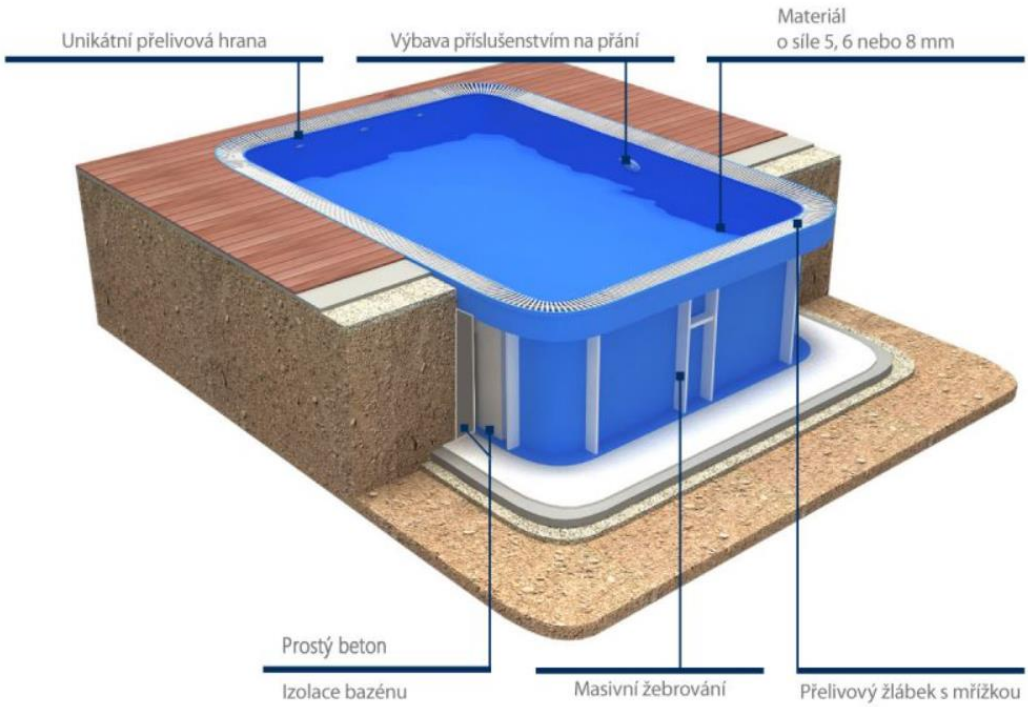


Obr. č. 6 – Model kovového bazénu s rámy; Model Canadiana.cz

4.3 Plastové nádrže

Bazénové vany vyráběné z plastových materiálů patří k nejlevnějším typům. Vyrábějí se většinou z PVC, PE a PP. Jedná se o lehký, pružný a snadno manipulativní materiál. Velkou nevýhodou je odolnost proti mechanickému poškození a nízká pevnost. Vyrábějí se odléváním plastové hmoty do forem přímo u výrobce a následně se vyhotovená vana přiveze na místo umístění.

Výrobci poskytují hlavně základní tvary, převážně kruhové a obdélníkové, ale lze vyrobit i specifický tvar na zakázku. Tvarově se jedná o menší rozměry než u předchozích typů z důvodu pevnosti konstrukce. Na trhu jsou dva typy plastových bazénů. Prvním typem jsou bazény z plastových fólií, které se buď nafukují, anebo se upínají na trubkovou konstrukci a následně se rovnou napouštějí vodou. Pro tento typ je veškeré příslušenství externího typu. Druhým typem jsou bazény z pevných plastových stěn, které se zapouštějí do země. Vnější vrstva stěn se následně zasypává původní zeminou nebo prostým betonem, aby se zajistila pevnost konstrukce. Plastové stěny jsou po celém obvodu bazénu vyztužené žebrováním k zajištění stálého tvaru vany. Při výrobě tohoto typu se může nastavit umístění trysek a dalšího příslušenství ve stěnách bazénu. Některé druhy jsou vyráběné rovnou s přelivnou hranou. (2)



Obr. č. 7 – Schéma plastového bazénu s přelivnou hranou; Swim bazény Plzeň

4.4 Laminátové a keramické bazény

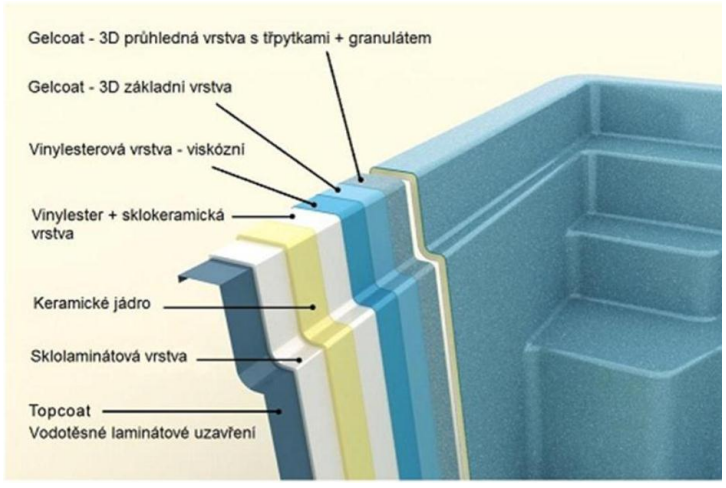
Laminátové bazény patří mezi kompozitní řešení bazénových nádrží. Je to materiál tvořený z několika vrstev ze stejného nebo různého materiálu, impregnovaný a lepený vhodnou pryskyřicí nebo jiným pojivem. Vrstvením materiálu se docílí zlepšení vlastností, případně lze kombinovat vlastnosti různých materiálů.

Nejčastěji se používá sklolaminát ze skelných vláken s vrstvou pryskyřice. Má nízkou hmotnost, dostatečnou pevnost a dobrou odolnost proti vnějším vlivům. Jako pryskyřice se využívá epoxid, termoset nebo termoplast.

Laminátová konstrukce se občas spojuje s keramickou vložkou. Touto kombinací se docílí vysokých pevností a zaručuje se dlouhá životnost konstrukce. Kvůli těmto vlastnostem a dostupnosti jsou žádoucím typem bazénů pro pozemky s rodinným domem. Nejčastěji se zapouštějí do země, ale je možné je umístit i nadzemí.

Vnitřní povrch se následně upravuje buď nástřikem, jako je stříkaná vrstva pryskyřice Gelcoat nebo jinou povrchovou úpravou, která je popsána v následující kapitole. (2) (8)

Obr. č. 8 – Zapouštění bazénové vany z laminátu do země; bazeny-dvorak.cz, Dvořák s.r.o.



Obr. č. 9 – Kombinace vrstev laminátu a keramiky s povrchovou úpravou Gelcoat; ceskestavby.cz

5 Úpravy povrchů bazénových van

Po vybudování nosné konstrukce bazénové nádrže je chvíle na zvolení povrchové úpravy, které mají zlepšit kvalitu objektu. Takovéto úpravy mají za hlavní účel prodloužit životnost objektu, zajistit hygienické požadavky a zajistit bezchybnou vodotěsnost, aby voda nekorodovala hlavní konstrukci. Na výběr je z několika možností úprav, které se od sebe odlišují jak provedením, životností, náročností instalace tak i cenově. U bazénové techniky hraje také velkou roli, zda bude nádrž napuštěna sladkou nebo slanou vodou a jaké chemické prostředky se do vody přidávají, podle těchto informací se následně volí vhodný typ úpravy.

5.1 Omítky (stěrky)

Jednou z častých povrchových úprav betonových bazénů je omítnutí konstrukce ve formě voděodolné stěrky, nejčastěji na bázi cementu nebo polymeru. Stěrka je směs cementu, jemného bílého písku nebo mramorového kamene, vody a příměsí zlepšující vlastnosti. Bazénu dodává jednoduchý a elegantní vzhled za poměrně přijatelnou cenu. Nedostatky při aplikaci na stěnách bazénu jsou lépe viditelné než u jiného druhu úpravy, a je možné vidět práce s hladítkem. Pokud nebude dodržena dostatečná údržba, může stěrka praskat, leptat a místy se mohou projevit skvrny. Na dotek může působit drsně, což je vhodné na místa, kde je nutná protiskluzová ochrana. Mechanicky a chemicky je dostatečně odolná do jakýchkoliv provozů. Výrobci nabízejí širokou škálu barev a motivů, případně se bezbarvé stěrky dají natřít na jakoukoliv barvu příslušnými barvami. (9) (10)

Obr. č. 10 – Aplikace bazénové stěrky; iDNES magazíny, hobby

5.2 Stěrky s přiznanými zrny (Agregátový povrch)

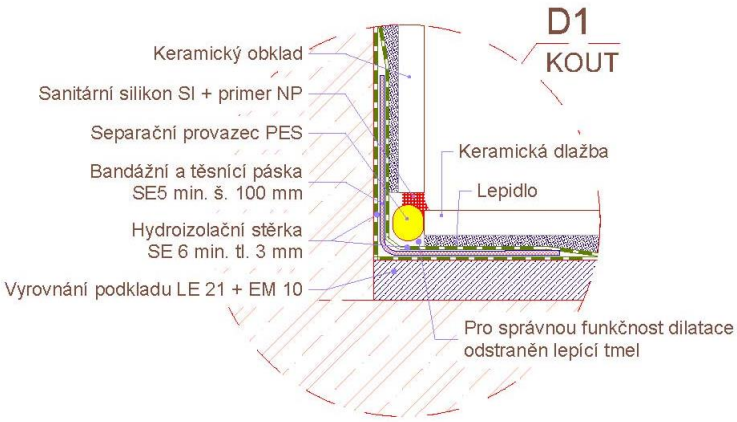
Svými vlastnostmi je stejná jako omítková úprava s rozdílem, že do směsi se přidává plnivo v podobě okrasných zrn, jakou jsou oblázky, skleněné korálky nebo křemen. Takovýto typ kameniva zlepšuje estetický vzhled více než běžná jednobarevná omítka. Provedení této povrchové úpravy je dvojím způsobem. První variantou je, že se po aplikace stěrky na konstrukci nechá kamenivo vyčnívat do prostoru, což na některých místech je žádané z důvodu protiskluzných podmínek. Druhá varianta je vystouplé kamenivo zabrousit a docílit tak hladkého povrchu. Hlavní nevýhodou okrasných zrn je blednutí na vystaveném slunci, což nezhoršuje vlastnosti štěrky, ale narušuje estetický vzhled. U nezbroušené varianty vznikají možná místa podporování růstu mikroorganismů. Tento typ úpravy je u nás velmi ojedinělý a své využití uplatňuje nejčastěji u malých rodinných bazénů. (10)

Obr. č. 11 – Příklady stěrky s přiznanými zrny; pinterest.com, pool finish

5.3 Obklady

Nejnákladnější a nejpracnější běžnou povrchovou úpravou jsou obklady. Nejčastěji se vyrábějí z porcelánu, kamene (kameniny) nebo skla a vzájemnou kombinací k docílení zvláštních a originálních kompozic. Výrobci poskytují jak široký výběr motivů a barev obkladů, tak různorodé tvary a rozměry. V případě instalace mozaiky, jsou předpřipraveny motivy z malých dílců na síťovině, která umožní aplikaci několika kusů v jeden moment. Povrch obkladů může být upraven malováním obrazců ruční technikou, glazováním nebo přidáním 3D motivu, které napomáhají protiskluznosti v potřebných místech. U obkladů se předpokládá dlouhá životnost a snadno se udržuje. Při instalaci se musí postupovat opatrně, neboť se jedná o křehký materiál, který může při špatné manipulaci praskat či se lámat. Na podkladní konstrukci se obklady instalují prostřednictvím lepidla v kombinaci ideálně se separační nebo hydroizolační fólií. Pokud se nanese lepidlo nepečlivě a nerovnoměrně po stěnách obkladů, mohou se

v průběhu provozu projevit vady a defekty na povrchu, případně zatékat za samotný obklad, což může následně podporovat růst mikroorganismů ve stěně bazénu. Spáry mezi jednotlivými kusy se spárují voděodolným tmelem nebo silikonem. V průběhu instalace se nesmí zapomenou na dilataci v rozích stěn a dna nádrže, kam se vkládá PES provazec, který se zakrývá silikonem. (10)



Obr. č. 12 – Detail provedení rohu u keramického obkladu; RAKO.cz, bazén

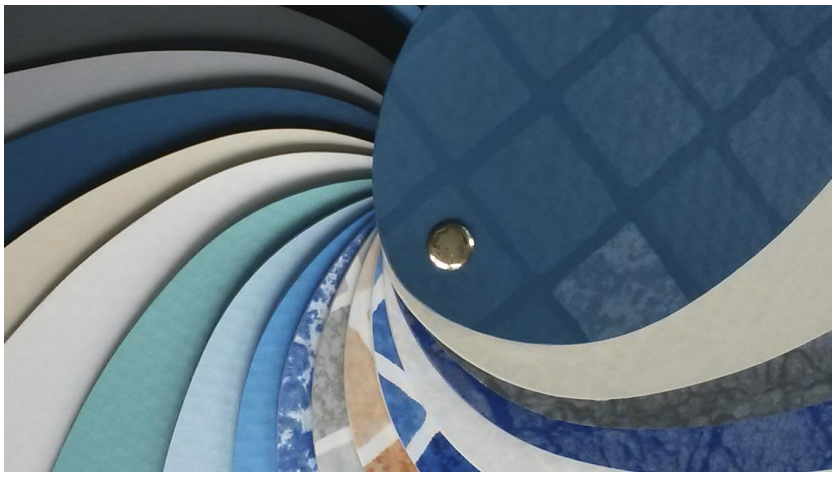
Obr. č. 13 – Instalace bazénového obkladu na lepidlo; aquanomicspools.com

5.4 Fólie

Bazénové fólie se v poslední době staly nejžádanějším a nejvyužívanějším stylem povrchové úpravy, díky své cenové dostupnosti, vyhovujícím vlastnostem a údržby. Tato diplomová práce je právě zaměřena na tento druh povrchové úpravy bazénových van, přesnější popis a druhy fólií jsou uvedeny v následující kapitole.

6 Popis bazénových fólií

Fólie aplikované v oblasti bazénů se využívají již několik let jako úprava povrchu nových nebo opravovaných bazénových nádrží. Můžeme uvažovat, že se jedná o běžnou technologii u moderních bazénových konstrukcí v dnešní době. Fólie se dají také použít jako sanační metoda v případě skrytých průsaků konstrukcí, vyskytující se hlavně u betonových bazénů. Mohou se aplikovat na variaci povrchů, ze kterých je konstrukce nádrže vyrobena, nejčastěji ztracené bednění, beton, plech. Výrobci nabízejí širokou variabilitu ve výběru barev a struktury povrchu fólie, aby si tak mohl každý vybrat vlastní motiv pro svůj bazén. Na výběr jsou jednobarevné vzory, imitace dlažby a kamene s hladkým nebo protiskluzným povrchem, případně i 3D motivy kamene, který je líbivý na dotek. Protiskluzné prvky jsou vhodné k umístění na schodištích u vstupu do bazénu a v dětských brouzdalištích. Podle typu povrchu se odvíjí i cena fólie, složitější motivy jsou sice atraktivnější, ale za vyšší cenu. Na staveniště se dovážejí v rolích, které se dle potřeby upravují nebo v balíku již připravené. (11) (12)



Obr. č. 14 – Variace bazénových fólií na vzorníku; inet-sro.cz, bazénové fólie ELBE

Po letech testování a praxe se výrobci přiklánějí k výrobě fólie z PVC-P, jelikož převažují výhody tohoto materiálu nad ostatními. Vyrábějí se válcováním ze směsi polyvinylchloridu, změkčovadel, stabilizátorů a dalších přísad. Na trhu se vyskytují dva typy bazénových fólií – předřezané fólie o tloušťce 0.6 mm až 0.8 mm a vyztužené (těžké) fólie s tloušťkou 1.5 mm. (11)

6.1 Předřezaná fólie (bazénová vložka)

Tento typ fólie se na staveniště dopravuje v již nařezaných rozměrech, korespondující s rozměry bazénu a fungují jako vyvložkování tvaru. Buď se jedná o jednoduché tvary objektu, pro které jsou vložky již připraveny pro rychlou instalaci, nebo musí firma přijet změřit rozměry a fólii podle potřeb nařezat na zakázku. Tloušťka tohoto druhu fólie se orientuje kolem 0.6 až 0.8 mm, přičemž by tloušťka neměla klesnou pod 0.6 mm z důvodu mnohem kratší životnosti a náchylnosti poškození. Protože se jedná už o připravenou fólii na konkrétní rozměr, není potřeba svářečského náčiní a může se aplikovat na celou plochu. S tenčím typem se pracuje snadněji díky lehčí váze, a proto by tloušťka neměla přesáhnout 0.8 mm, aby dělníci byli schopni bezproblémově naistalovat fólii. Nejčastěji se aplikuje na prefabrikované ocelové rámy, ale je možné je instalovat i na další druhy materiálu jako je beton nebo přímo na zeminu. U instalace, kde se vybudují pouze postranní rámy a dno bazénu se neupravuje, nechává se původní případně méně zrnitá zemina, je zvýšená šance poškození, protržení z vnějšího prostředí ostrým předmětem (kamenem). (11) (13) (14)

Obr. č. 15 – Předřezaná fólie při instalaci; olsconstruction.com

6.1.1 Charakteristické vlastnosti

Výhody

- *Nízká pořizovací cena*
  Díky malé tloušťce a struktuře fólie se jedná o levnější variantu při pořizovacích nákladech na výstavbu bazénu.
- *Rychlá instalace*
  Protože je fólie již předřezaná na daný rozměr bazénu, je instalace výrazně usnadněna.
- Variabilita tvaru
  Fólie se dá nařezat do jakéhokoliv tvaru, i když složitější tvary budou dražší a na zakázku.
- *Celistvost povrchu*
  Celý povrch fólie je bez spojů, což zlepšuje vzhled.

Nevýhody

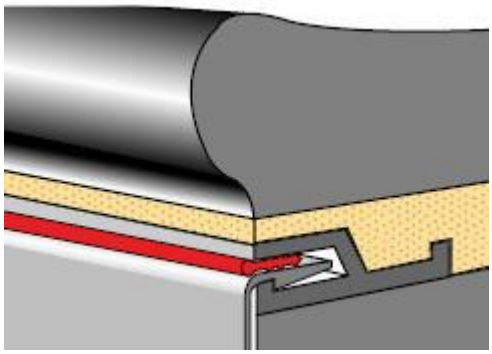
- *Rolování povrchů*
  Pokud se fólie při instalaci špatně napne, případně se nedostatečně odvede nežádoucí vzduch, je možné že vzniknou na povrchu stěn a dna hrboly, které ničí vizuální dojem.
- *Nízká odolnost*
  Nižší odolnost před poškozením, hlavně u tenčích typů, je jeden z hlavních nevýhod tohoto druhu fólie. Povrch fólie se může snadno poškodit drápy domácích mazlíčků, větví nebo hmyzem.
- *Krátká životnost a blednutí*
  Předřezaná bazénová vložka má průměrnou životnost 5-9 let, při dobré údržbě i přes 10 let. (14) (13)

Obr. č. 16 a 17 – Poškození: protržení fólie (vlevo), rolovaní špatně napnuté fólie (vpravo); uvpools.com, damaged pool liner; poolspanews.com

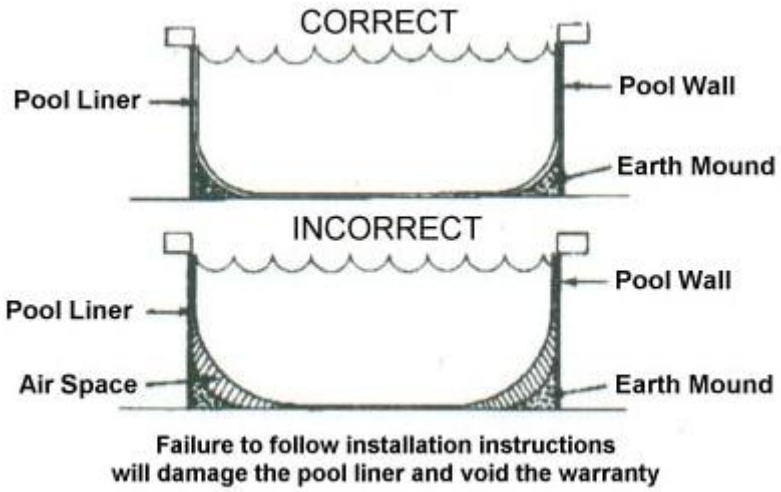
6.1.2 Instalace fólie

1. Balení předřezané fólie se umístí do středu bazénové vany.
2. Krabice se opatrně otevře, musí se dávat pozor, aby se fólie v procesu otevírání nožem nepoškodila.
3. Rozbalená a rozložená vložka se roztáhne po dně bazénu a nechá se mírně zahřát na slunci.
4. Kontrola fólie, zda není protržená nebo děravá.
5. Fólie se na dně srovná do hladka, tlačením směrem ke stěnám bazénu, aby nebyly viditelné žádné ohyby a hrboly. Pro lepší práci je vhodné použít měkké koště. Vložka se nikdy nesmí natahovat násilím, mohlo by dojít k nechtěnému poškození.
6. Vložka se podél stěn vytáhne a přehne o horní okraj bazénu.
7. Odstraňuje se nežádoucí vzduch, který je pod vložkou. Jednou z nejpracnějších možností je srovnávat stěny plastovým hladítkem, dokud nebude povrch rovný. Snadnější eliminace vzduchu je za pomoci vysavače, který se umístí pod fólii a vzduch na několika místech po obvodu vysaje. V průběhu se začne s plněním bazénu, aby se fólie tlakem vody srovnala a přilnula k podkladnímu povrchu.
8. Fólie se na horních okrajích stěn uchytí do zámků, které drží fólii napnutou po celém obvodu bazénu.
9. Instalace vpustí a otvorů ve stěnách bazénu. Doporučuje se naplnit bazén alespoň 10 cm pod okraj otvorů, z důvodu možnosti natržení z místa umístění v důsledku roztahování zvyšováním hladiny vody.
10. Bazén se naplní až po navrženou hladinu.

Pokud se provede instalace chybně a zůstane pod fólií vzduchová kapsa, je pravděpodobné že se fólie v průběhu provozu poškodí. V tomto případě může být i odmítnuta záruka. (15)



Obr. č. 18 a 19 – Zámek fólie po obvodu vrchního okraje stěn bazénu; poolstore.uk, troublefreepools.com



Obr. č. 20 – Schéma správného a chybného odvedení vzduchu pod fólií, viz. bod 7. (15)

6.2 Vyztužené (těžké) folie

Druhá varianta bazénových fólií je tlustší ale odolnější tzv. těžká fólie. Jedná se o výrobek složený ze dvou vrstev PVC-P vyztužené tkaninou polyesterovou síťovinou s celkovou tloušťkou 1.5 až 2 mm. Povrch vrchní části fólie je většinou opatřen vysoce kvalitním ochranným lakem, který má za účel chránit před poškozením, degradací, UV zářením a zamezit růstu a usazování bakterií. Spodní povrch je také opatřen fungicidem a lakem s činidlem, který zabraňuje slepování fólie při instalaci. Tato struktura zajišťuje, že fólie zůstane nepoškozena i v případě mechanického poškození jako je trhlina, dokud se nepoškodí po celé tloušťce. Struktura je elastická a flexibilní, aby se přizpůsobila jakémukoliv tvaru bazénu. Celkové provedení fólie je odolné působení chemických přípravků pro údržbu vody v běžných dávkách. Fólie je vhodná jak pro nově vybudované bazény, tak pro rekonstrukce opotřebených nádrží. Fólie se vyrábějí v několika jednobarevných variantách nebo s imitací dlažby a jiných povrchů jako je kámen. Na výběr jsou varianty s hladkým povrchem, povrchem s protiskluzným opatřením, tak 3D imitace přírodního povrchu. Na stavbu se dováží v rolích o šířce 1.5–1.65 m a o délce obvykle 25 m, váha celé role se pohybuje kolem 80 kg dle druhu provedení vnějšího povrchu fólie. Role se spojují dle potřeb svařováním horkovzdušnou pistolí. Spojování a samotná instalace musí být provedená zkušenou rukou, aby nedocházelo k nechtěnému zatékání pod fólii. Pod samotnou vrstvou fólie se pokládá geotextílie (žehlená nebo nežehlená), která vytváří ochrannou vrstvu a zamezuje růstu mikroorganismů pod fólii. Geotextílie je dovážena stejně jako fólie v rolích. Instaluje se na jakýkoliv podkladní materiál, nejčastěji na betonové, zděné nebo ocelové vany, ale i keramické a laminátové. (11) (12) (16)

Tato práce je přesně zaměřena na tento druh těžké fólie, přesněji od výrobců VAGNERPOOL – AVfoil a RENOLIT – ALKORPLAN.

Obr. č. 21 – Ukázka pokrytí bazénu těžkou fólií; natare.com, PVC pool lining

6.2.1 Charakteristické vlastnosti

Celková struktura fólie je obecně mimořádně pevná při zachování vysoké pružnosti, odolává účinkům UV záření a proti účinkům chemickým úpravám vody a kolísání teplot. Díky antibakteriálnímu povrchu zamezuje usazování bakterií a plísní na vrchním líci. (12) (16)

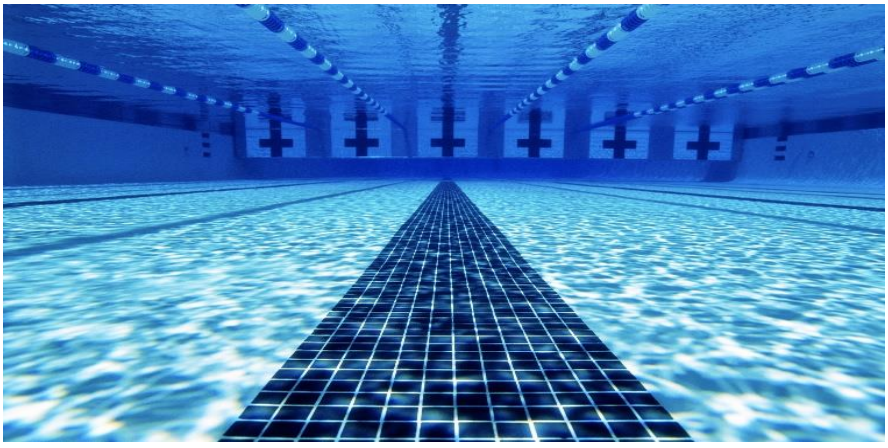
Výhody

- *Nižší pořizovací cena*
  Prvotní náklady jsou stále nižší než u ostatních druhů povrchových úprav, ale mírně vyšší než u bazénových vložek (předřezaná fólie).
- *Rychlá instalace*
  Fólie se na stavbě nařezává dle potřeb z role a svařuje přímo na místě. Jsou zapotřebí pouze základní nástroje.
- Variabilita tvaru
  Neomezené množství tvarů a velikostí bazénové vany a schodů, fólie se řeže přímo na místě instalace, a tak lze přesně rozměřit svařované prvky.
- *Kombinace různých motivů*
  Protože se jednotlivé kusy svařují, je zde příležitost spojovat různé druhy fólií, a tak vytvořit originální motivy.

- *Životnost povrchu*
  Při správné údržbě se může docílit bezchybné funkčnosti až 20let, což se už téměř vyrovnává jiným druhům povrchových úprav.
- *Možnost bezespárového rovného povrchu*
  Při instalaci je možnost svařovat vrstvy na podkladní svařovací pás, kterým se docílí neutralizace nerovných míst při překryvu jednotlivých pruhů fólie.
- *Snadné opravy*
  Pokud se povrch poškodí, je možné na tomto místě zřídit záplatu ze stejného typu fólie a navařit na místo.

Nevýhody

- *Blednutí povrchu*
  Při špatné manipulaci s chemickými čistidly v bazénu, může způsobovat blednutí fólie, stejný efekt má i UV záření v rámci délky užívání a vystavení přímému slunci.
- *Nízká odolnost před mechanickým poškozením*
  Povrch fólie se může poškodit drápy zvířat, klíči a jiným tvrdým předmětem, velmi snadno ostrým předmětem.
- *Viditelné přechody pásů (sváry)*
  Pokud se zvolí instalace fólie bez podkladního svařovacího pásu, budou na povrchu viditelná místa svařování jednotlivých pásů.
- *Kluzký hladký povrch*
  Jestliže je fólie bez protiskluzné povrchové úpravy, je hladký povrch kluzký, zvlášť při špatném nastavení chemie v bazénu.
- *Zatékání do sváru pásů*
  Pokud se provede chybné svaření dvou pásů k sobě, je možnost, že bude do tohoto sváru zatékat pod fólii. Proto je potřeba mít zkušený a pečlivý tým při instalaci. (17) (18)



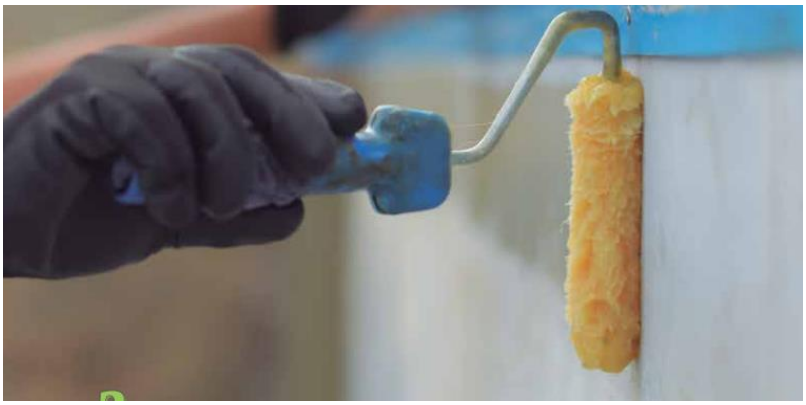
Obr. č. 22 – Příklad kombinace dvou různých pásů fólie; eboss.co.nz

6.2.2 Instalace fólie

1. Příprava podkladního povrchu, odstranění hrubých a nerovných povrchů, aby se fólie následně pokládala na hladký a rovný povrch. Pokud se jedná o rekonstrukci starého bazénu, je potřeba odstranit zbytky lepidla nebo omítky po předchozí povrchové úpravě a zkontrolovat těsnost všech přivedených armatur.
2. Na povrch se nanese dezinfekční prostředek válečkem, pro odstranění nežádoucích látek a mikroorganismů.
3. Na vrchní okraj, v rozích a jiných hranách (schody) bazénové vany se připevní upínací zámek, podobné jako u předřezané tenčí fóliové vložky, nebo pruh plechu obalený fólií o tloušťce 0.8 mm opatřeným ochranným lakem, na které se následně upevní fólie. Ocelový plech se do stěny připevňuje nýty po 15 cm.

Obr. č. 23 – instalace ocelového pruhu s fólií nýty na horní okraj vany (18)

4. Instalace podkladní geotextílie pro zamezení růstu mikroorganismů na stěnách bazénové vany. Mimo bazén se geotextílie nejprve rozřeže na potřebný rozměr z role a připravená se přenáší do vany. Na podkladní povrch se instaluje prostřednictvím kontaktního lepidla válečkem pod spodní hranu upínacího prostředku a následně se přiloží samotná geotextílie, ke zbytku stěny se přitiskne pro dodatečné seříznutí geotextílie u dna.



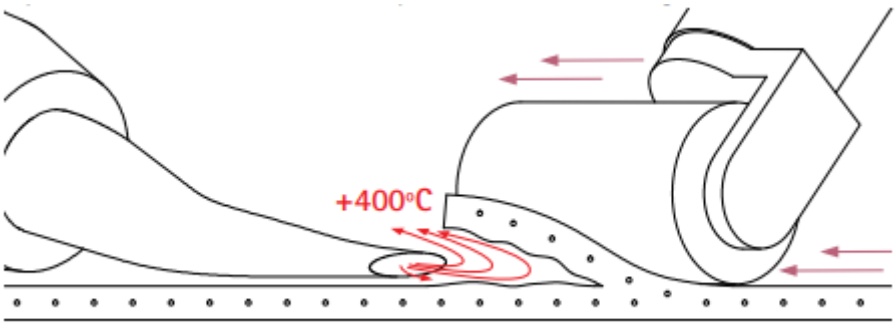
Obr. č. 24 – Aplikace kontaktního lepidla pod okraj ocelového pruhu (18)

5. Příprava rozměrů vybrané těžké fólie na rozměr stěn bazénu, aby se omezilo zbytečným odřezkům a odpadního materiálu. Role se rozvine na rovné a čisté ploše a rozměří se potřebné vzdálenosti. Doporučuje se stříhat nůžkami, pro přesnější kontrolu řezu.

Pokud jsou stěny vyšší, než je šířka role, je nutné svařovat dodatečný pruh fólie. Svařování se provádí na napnuté fólii na pevném terénu horkovzdušnou pistolí, nastavenou na teplotu předepsané výrobcem. Aby nebyl svár z povrchu bazénu viditelný, musí vrchní fólie překrývat spodní. Na spoji se provádějí dva typy svárů, vnitřní a vnější svár. Aby se zajistilo kvalitní spojení a provedení sváru, spojují se pruhy nejprve bodově a následně po celé délce.

První svár se provádí pro vnitřní okraj spodní fólie s horní. Účelem je utěsnit vnitřní okraj a vytvořit v něm uzavřený prostor, aby se zabránilo úniku vzduchu při provádění druhého sváru. Pro dosažení přilnutí obou vrstev přitlačuje se na místo svaru válečkem.

Druhý vnější svár se tvoří vháněním horkého vzduchu do připraveného uzavřeného prostoru vytvořeného prvním svarem. Horkovzdušná pistole se musí natočit do spáry tak, aby mohl přebytečný vháněný vzduch odcházet volně, a aby nedošlo ke spálení samotné fólie. Pistole má funkci natavit oba pásy fólie, které následně vytvoří konečný spoj přes celou plochu překrytí. Stejně jako u prvního svaru, i zde se používá válečku k přitlačení s docílením kvalitního spoje. (18)



Obr. č. 25 – Schéma provedení sváru dvou pásů fólie (18)

6. Připravená fólie se okamžitě instaluje na stěny, zachycují se buď do zámků u horního okraje bazénu nebo se natavují na potažený ocelový pásek viz. bod 3. Pro spojení stěnových fólií se doporučuje nechávat alespoň 5cm přesah, lepší je nechávat i více a později vyšší přebytek seříznout a alespoň 10cm přesah u dna bazénu. Pro svařování v rozích k docílení lépe vypadajícího svaru, je možné využit kontaktní lepidlo k uchycení fólie na správném místě.
7. Jakmile jsou vyřešeny všechny stěny bazénu, je možné přejít ke dnu vany. Stejně jako u stěn se nejprve instaluje podkladní geotextílie, která se řeže na rozměr přímo v bazénu a kontaktním lepidlem se připevní k povrchu. Musí se zajistit, aby geotextílie byla po celé ploše.
8. Na podkladní geotextílii se rozvine fólie a na místě se nastříhá na délku. Směr podkládání se volí tak, aby se minimalizoval počet spojů. Fólie u dna se pistolí svaří k přesahům pasů na stěnách a vytvoří tak celistvý povrch. Pásy se na dně mohou spojovat stejným způsobem jako na stěnách překrýváním, což ale způsobí vznik hrbolů na dně, které mohou ničit estetický dojem. Druhou možností je využití svařovacího podkladního pásu, který se umístí v místě spojení pásů a vymění se za geotextílií. Následně se svařují pásy na podklad dvojím svárem jako v kroku 5.

Obr. č. 26 – Svařování fólií u dna s využitím podkladního svařovacího pásu (18)

9. Po vytvoření celistvého povrchu fólie se mohou vyřezat otvory pro armatury a zařízení bazénové techniky. Musí se zajistit vodotěsnost v místě vytvoření otvoru, aby nedocházelo k zatékání pod fólii.
10. Bazén se napustí po návrhovou hladinu. (18)

6.2.3 Varianty těžké bazénové fólie

Jak již bylo zmíněno na úvod této kapitoly o těžkých fóliích, na výběr je několik možností, ze kterých si zákazník může vybrat. Liší se barevnou škálou, vzory, motivy, 3D imitace materiálu tak i způsobem vlastní povrchové úpravy. Na českém trhu jsou známe společnosti RENOLIT, Vagnerpool, španělský Celif nebo německá výroba Elbe. V zásadě se fólie u výrobců významně neliší a nabízejí velmi podobné varianty včetně vlastní úpravy. Každá varianta má u výrobce svůj specifický název a označení.

- **Jednobarevné fólie**

Nejjednodušší styl bazénové fólie jsou jednobarevné motivy se základní povrchovou úpravou v podobě několika vrstev laku a hladkým povrchem. Jedná se nejlevnější variantu. U výrobců jsou značené jako:

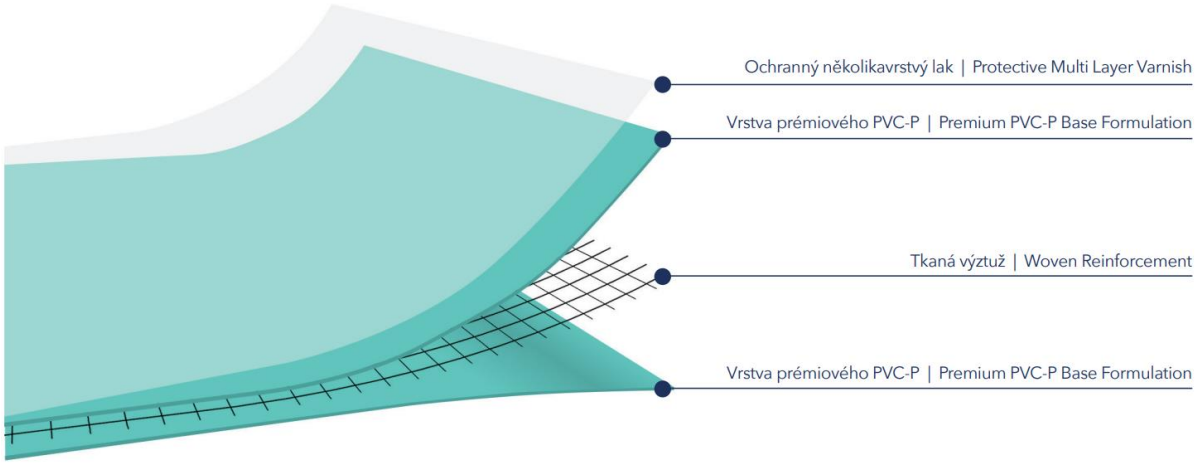
Vagnerpool – Avfol MASTER

RENOLIT – ALKORPLAN2000

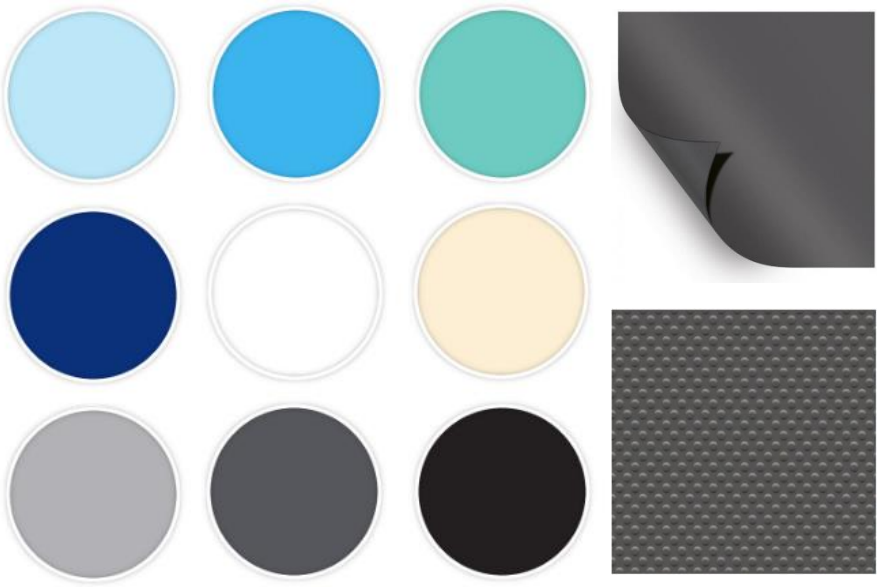
ELBE – Klasic

Za specifickým názvem fólie dále navazuje označení barvy, kterou fólie nese. Každou barvou vznikne jiný druh efektu. Populární jsou světlejší barvy – bíla, písková, azurová, modrá, ale na výběr jsou i barvy šedé.

Všechny jednobarevné vzory jsou k dostání i s protiskluznou úpravou v podobně výstupků, které se vhodně umísťují v místech schodiště a v malých hloubkách, kde je potřeby zvýšit ochranu proti uklouznutí, aniž by se narušil barevný vzhled fólie. (12) (19) (16)



Obr. č. 27 – Složení jednobarevné fólie; Vagnerpool, Avfol_katalog_2020



Obr. č. 28 – Barevné varianty jednobarevných fólií, Povrchová protiskluzová ochrana (vpravo); sevenpool.cz, Vagnerpool.cz

- **Dekorativní fólie**

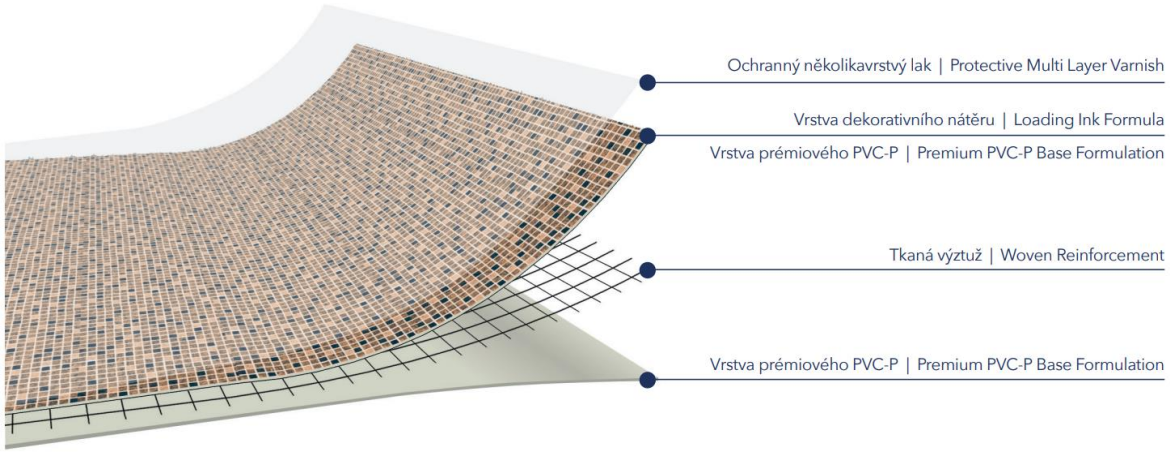
Další variantou jsou bazénové fólie s dekorativním motivem mozaikových obkladů a vzorů inspirované přírodními jevy. Vytvářejí iluzi jiného materiálu, než je samotná fólie, kterým zajišťuje perfektní a moderní vzhled bazénu. U výrobců jsou značeny jako:

Vagnerpool – Avfol DECOR

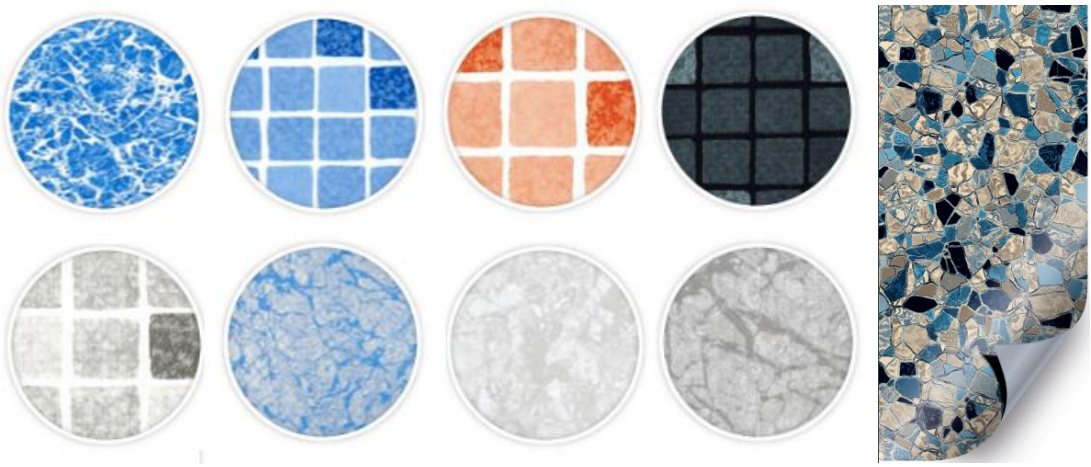
RENOLIT – ALKORPLAN3000

ELBE – Supra

Za specifickým názvem fólie dále navazuje označení motivu, který fólie nese. Stejně jako u předchozí varianty, i zde je varianty s protiskluzovou ochranou na potřebná místa. (12) (19) (16)



Obr. č. 29 – Složení dekorativní fólie; Vagnerpool, Avfol_katalog_2020



Obr. č. 30 – Varianty motivů dekoračních fólií; sevenpool.cz, Vagnerpool.cz

- **Dekorativní fólie s 3D motivy**

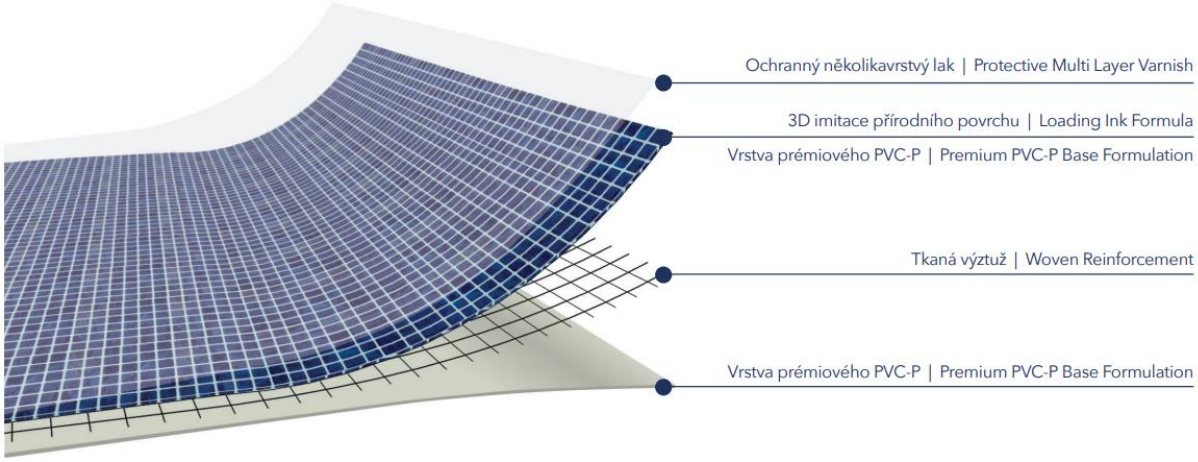
Pro zlepšení nejen estetického vzhledu fólie, ale i ke zlepšení pocitu na dotek, jsou vyráběny fólie se 3D motivy. Poskytují zároveň i protiskluzný účinek, proto není potřeba vyrábět dodatečnou protiskluznou variantu u některých typů. Jedná se dražší varianty bazénových fólií, ale zároveň o nejetičtější a nejpůvabnější typ.
Složením se liší od ostatních pouze se svrchní PVC-P vrstvou, na které je vyražen právě 3D motiv fólie. Ostatní prvky jsou stejné jako u dříve zmíněných variant. Výrobci tuto variantu značí:

Vagnerpool – Avfol RELIEF

RENOLIT – ALKORPLAN TOUCH / ALKORPLAN CERAMICS

ELBE – Island Dreams

Stejně jako u přechozích variant i zde mají jednotlivé 3D motivy vlastní název. Nejčastěji se jedná o imitaci mozaiky, dlažby, kamene (mramor) nebo písku. (12) (19) (16)



Obr. č. 31 – Složení dekorativní 3D fólie; Vagnerpool, Avfol_katalog_2020

Obr. č. 32 – Varianty motivů dekoračních 3D fólií; Vagnerpool, Avfol_katalog_2020

- **Fólie se speciální ochranou povrchu**

Bazénové fólie používané ve veřejných bazénech jsou zatěžované více než ty soukromé bazény u rodinných domů, z toho důvodu byl vyvinut další druh bazénové fólie právě pro tyto veřejné provozy. Rozdíl od klasické fólie je ve vlastní povrchové úpravě. Na svrchní straně má odolnější ochranný lak, který lépe odolává pronikání bazénové chemie, opalovacím krémům a kosmetice, které mohou narušit strukturu, zbarvení nebo blednutí fólie. Na spodní straně je aplikován antibakteriální lak, který zlepšuje odolnost samotné fólie proti vnějším vlivům, jako je spodní voda nebo plísně. Kvůli těmto dodatečným úpravám je výrobce doporučována do veřejných koupališť. Výrobci tuto variantu označují:

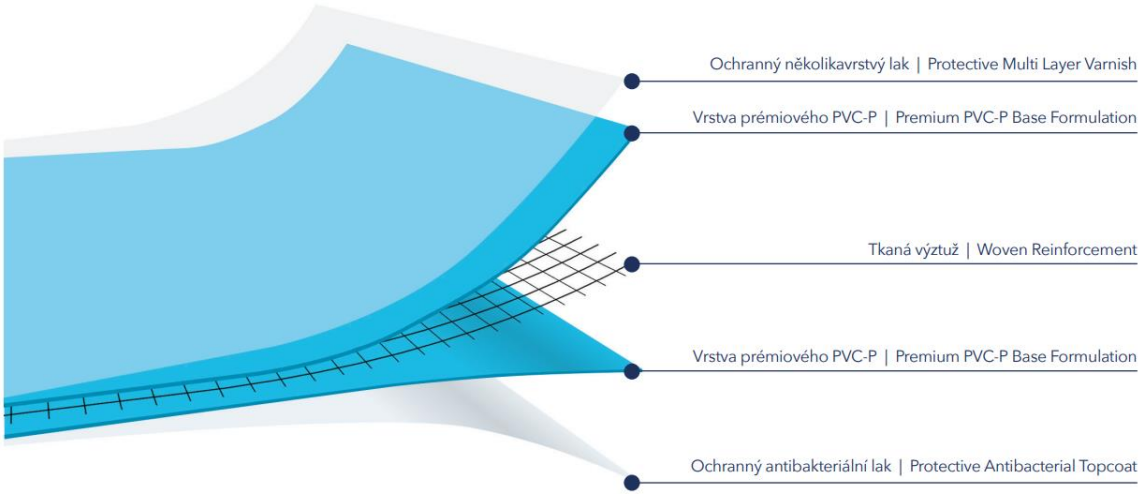
Vagnerpool – Avfol PROFI

RENOLIT – XTREME

ELBE – Elite

Barevné motivy jsou podobné jako u klasické jednobarevné fólie, včetně varianty s protiskluzným povrchem. Podle barvy se i následně značí jako u předchozích variant.

Výrobci u tohoto druhu garantují dlouhou životnost a stálobarevnost. Vodotěsnost této fólie se garantuje na 15 let, stálost barvy a odolnost proti skvrnám na 5 let, což je více než u klasického typu, kde se délka životnosti orientuje na 10 let. (12) (19) (16)



Obr. č. 33 – Složení dekorativní 3D fólie; Vagnerpool, Avfol_katalog_2020

7 Faktory ovlivňující bazénovou fólii

Na povrchové úpravy, specificky na bazénové fólie, působí vnější vlivy, které negativně ovlivňují vlastnosti a kondici materiálu. Před takovýmto působením je potřeba bazénovou fólii chránit, aby se docílilo co nejdelší životnosti, bezproblémového použití nebo se zabránilo narušení esteticky. Pro zvýšení délky životnosti, je potřeba se o bazén správně starat a provádět pravidelnou údržbu a kontrolu stavu.

Mezi ovlivňující faktory patří:

- **Dezinfekce (bazénová chemie):** Čistota bazénové vody je jednou z priorit kvalitního bazénového provozu. Proto je potřeba do vody přidávat chemii, která bude udržovat vodu čistou a vábnou pro návštěvníky. K dispozici je několik druhů bazénové chemie, která se využívá ve všech provozech a má určené přesné dávkování a hodnoty koncentrací v bazénové vodě. Hlavním účelem dezinfekce je oxidace mikroorganismů, což se docílí přidáním oxidačních látek jako je chlór, ozon nebo aktivní kyslík.

  Používanou chemie lze dělit na:

  - Chlórová chemie – Jak už z názvu vyplývá, jedná se o dezinfekci obsahující chlór. Jedná se o tradiční způsob dezinfekce vody, kterou využívá převážné množství bazénových provozů po celém světě. Dávkování probíhá u menších bazénu tabletami nebo granulátem, u větších provozů se dávkuje ve strojovně na recirkulačním systému viz. kapitola 2.

- Bezchlórová chemie – Alternativou vůči chlórové chemie lze využít například dezinfekce na bázi peroxidu vodíku, bromu a stříbra. Použitím tohoto druhu má výhodu, že nevysušuje pokožku, nedráždí oči ani sliznici a nevyvolává alergické reakce.

- Kyslíková chemie – Doporučuje se pro vnitřní bazény, neboť vyžaduje stálou péči a u venkovních bazénu by spíše byla na obtíž. Dezinfekce je založena na bázi aktivního kyslíku, který eliminuje nežádoucí organické znečištění a nevyvolává nežádoucí chemický zápach. Působí šetrně na lidskou pokožku, doporučuje se pro plavce s citlivou pokožkou. (20)

Chemie se dodává v tekuté, plynné, sypké (granulové) nebo tabletové formě. Každá typ chemie má svoje využití dle velikosti bazénu a složitosti aplikace. Tabletové dezinfekce jsou převážně používané u rodinných bazénů s aplikací přímo do bazénové vany. Naproti tomu ve velkých bazénových provozech jsou používány výhradně tekuté nebo plynné formy dezinfekce, které jsou dávkovány do recirkulačního systému bazénové vody ve strojovnách.

Dávkování chemie se odvíjí podle návštěvnosti a znečištění vody v bazénu. Pro zajištění kvalitní vody je potřeba udržovat stálou hladinu bazénové chemie, a proto je důležité ji kontrolovat. Kontroly se provádí buďto pomocí ručních přístrojů nebo pomocí automatického vyhodnocování vzorků vody z recirkulačního systému, případně pomocí indikačních papírků určených pro měření koncentrací (měnící barvu dle hladiny chemie).

Koncentrace chemie:

Chlórová: 0.3–0.6 (ideálně 0.5) mg/l volného chlóru

Bezchlórová: 0.2-0.3 mg/l (dle báze se může měnit)

Kyslíková: cca 40 mg/l

Pokud se překročí doporučená koncentrace bazénové chemie, nebo je několika násobně zvýšena po dlouhou dobu, je pravděpodobné, že bude mít negativní vliv na povrchovou úpravu bazénu. Vysoké koncentrace chemie u bazénových fólií může z důvodu oxidace způsobovat **křehnutí** a **blednutí** (viz. kapitola 8.1.4) materiálu. Kvůli takovému narušení fólie ztrácí svou estetickou vlastnost vyblednutím původních barev a křehnutí může zvýšit náchylnost na mechanické poškození. (21) (20)

Tabulka č.1 – Hodnoty E_0 / 25 °C / a účinek nejdůležitějších dezinfekčních činidel (22)

Činidlo	E_o /V/	Primární dezinfekce	Sekundární dezinfekce
ozon O_3	2,07	+	-
peroxid vodíku H_2O_2	1,76	+	-
manganistan draselný $KMnO_4$	1,68	+	+
kyselina chlorná HClO	1,49	+	+
chlor Cl_2	1,36	+	+
kyselina bromná HBrO	1,33	+	+
chloramin NH_2Cl	1,16	+	+
brom Br_2	1,07	+	+
kyselina jodná HIO	0,99	+	+
oxid chloričitý ClO_2	0,95	+	+
jod I_2	0,54	+	+

Nernst-Petersonova rovnice:

$$E = E_0 - \frac{0.059}{n} log \frac{[Red]}{[Ox]} \quad (1)$$

E … oxidačně-redukční potenciál při 25 °C

E_0… standartní oxidačně-redukční potenciál tj. potenciál elektrody ponořené do roztoku v němž [Red]=[Ox]

n … počet elektronů podílejících se na reakci

[ ]… koncentrace redukující a oxidující složky v mol^{-1}

Ukazatel E_0 používaný k porovnání oxidačních vlastností dezinfekčních činidel. Čím vyšší hodnota, tím je oxidační činidlo silnější (silnější účinek na povrchu fólie).

Oxidačně redukční potenciál tzv. ORP, je hodnota charakterizující přítomnost oxidačních nebo redukčních látek v kapalině. Kladné hodnoty určují oxidační kapalinu, naopak záporné hodnoty redukční kapalinu.

Oxidace je proces, při kterém dochází k výměně elektronů mezi dvěma atomy. Atom, který při procesu oxidace ztrácí elektron, je zoxidovaný, naopak atom, který získá elektron, je zredukovaný. Chemické látky jako je právě chlór, brom nebo ozon mají skvělou oxidační schopnost, což znamená, že jsou schopny získat elektron z jiné látky. Z tohoto důvodu se jedná o dobré dezinfekční činidla vody, protože díky změně chemického složení mikroorganismy ve vodě umírají a z celého procesu zbydou jen relativně neškodné vedlejší produkty. Během oxidace činidlo ztrácí schopnost dále oxidovat. Následně se mohou kombinovat s jinými látkami obsažené ve vodě nebo se jejich elektrický náboj jednoduše vyčerpá.

Termín potenciál v popisu ORP vypovídá o elektrickém potenciálu a napětí, které se vytvoří ve vodě za přítomnosti oxidačních nebo redukčních činidel. Právě toto napětí sděluje důležitý údaj o schopnosti oxidačního činidla ve vodě. Měří se v jednotkách mV elektrodou zakomponovanou v senzorech a převodnících.

- **Čištění povrchů bazénové vany:** Při preventivním čištění nebo při odstraňování vzniklých skvrnu na povrchu fólie, je zapotřebí využít mechanického čištění kartáčem (košťaty, hadrem) a vhodné chemie.
  U použití chemie je to podobné jako u předchozího typu poškození dezinfekcí. Pokud se nechá na povrchu působit dlouhou dobu, může se vytvořit skvrna způsobena vyblednutím fólie. Výrobci proto u výrobků určují, po jak dlouhou dobu je bezpečné nechávat chemický přípravek působit, aniž by způsobil trvale poškození povrchu.
  U mechanického čištění se využívá ručních nebo strojních kartáčů. Pokud se použije nesprávný čistící postup nebo hrubá síla pro přitlačení nástroje, může v tomto procesu být odstraněna ochranná vrstva laku, která chrání povrch fólie před tvořením skvrn. Postupy čištění jsou popsány v kapitole 8.3. (21)

- **UV záření:** Stejně jako lidská kůže, tak i bazénové fólie jsou citlivé na přímé sluneční záření, přesněji na UV záření. Fólie jsou opatřeny ochrannou vrstvou laku, omezující působení záření, ale postupem času stejně dochází k vyblednutí původní barvy. Blednutí je značně viditelné u ostrých barev, na rozdíl u méně výrazných barevných variant. Tento faktor poškození se hlavně řeší u venkovních bazénů, které jsou přímo vystavené slunci. Řešením může být, instalace krycího pojízdného přístřešku přes plochu bazénu. U vnitřních bazénu bez přímého slunečního světla k blednutí působením UV záření z pravidla nedochází. (21)

- **Mechanické poškození:** Hrubá poškození bazénové fólie mohou s pravděpodobností ovlivnit funkčnost povrchové úpravy. Záleží na jak velké ploše a jak hluboké je poškození.
  Nejčastěji se u fólií vyskytuje poškození obrusem, jelikož do prostoru vany, se dostávají hrubé nečistoty, usazující se u dna bazénu (například písek). Po těchto hrubých agregátech následně návštěvníci chodí nebo se samovolně po povrchu sunou, což může poškodit povrch fólie. Obrus může být na povrchu způsoben i při procesech mechanického čištění, které je zmíněno v této kapitole výše.
  Dalším častým poškozením je poškrábaní fólie tvrdým předmětem. Návštěvníci do bazénu vcházejí často s klíči od šaten, které ponechávají v kapce, nebo je mají připevněny na ruce či noze. Takto umístěný tvrdý předmět v oblasti okolo stěn vany, může v nepozorný okamžik způsobit poškrábaní povrchu fólie. Klíče nejsou jediné předměty, které návštěvníci do provozů přinášejí a mohou mít podobný efekt na poškození, jedná se například o náramky nebo prstýnky.

U rodinných bazénů také může být problém s domácími mazlíčky, kteří mohou svými drápy snadno poškodit fólii.

Dále, jak bylo řečeno, záleží na hloubce poškození. Pokud se jedná jen o estetické poškození (viditelné poškrábání), tak pravděpodobně toto poškození nebude mít zásadní vliv na funkčnost fólie. V horším případě, kdy je rýha přes celou tloušťku materiálu, dochází k netěsnostem a protékání vody za fólii, což může způsobit degradaci hlavní konstrukce vany (hlavně pokud se jedná o kovový bazén). Protékání vody skrz fólii lze dobře odhalit nadměrným úbytkem vody v bazénu, než je obvykle pouhým vypařováním z hladiny vody. V takovém případě je okamžitě nutné bazén vypustit pod úroveň poškození a poškozenou plochu fólie nahradit novou. (21)

8 Skvrny na bazénových fóliích

8.1 Druhy skvrn

Nadzemní i zapuštěné bazény využívající bazénových fólií, jsou náchylné na znečištění ve formě skvrn na jejich povrchu. V průběhu používání bazénu se mohou na povrchu fólie vyskytovat skvrny několika druhů, které se od sebe liší důvodem vzniku a složením. Skvrny se mohou formovat při špatném poměru chemických látek, používané pro čištění, špatné filtrování nebo nánosy z okolí. Skvrny narušují estetický vzhled samotného bazénu, tak také mohou ovlivňovat chemické složení vody, a z tohoto důvodu je potřeba je odstraňovat.

Aby se pro odstranění skvrn zvolilo správné řešení, je potřeba nejprve zjistit o jaký druh znečištění se jedná. Nejjednodušší identifikací je podle barvy skvrny, ale musí se brát zřetel, že stejnou barvu mohou nést dvě různé formy skvrn. V následující kapitole jsou popsány známé typy bazénových skvrn a stručný návod, jak se je odstranit. (23)

Obr. č. 34 – Příklady vzniklých skvrn na povrchu bazénové fólie; blog.intheswim.com (24)

8.1.1 Organické skvrny

Popis:

Skvrny na organické bázi pocházejí z mrtvých řas, malých živočichů (červy a brouci) nebo tříslovin obsažených v listech a rostlinných zbytcích, jako jsou například listy, větvičky, žaludy nebo bobule. Další příčinou vzniku může být výskyt bakterií, řas, pylu v období šíření a také samotné znečištění, které produkují fabriky a jiné výrobny v okolí.

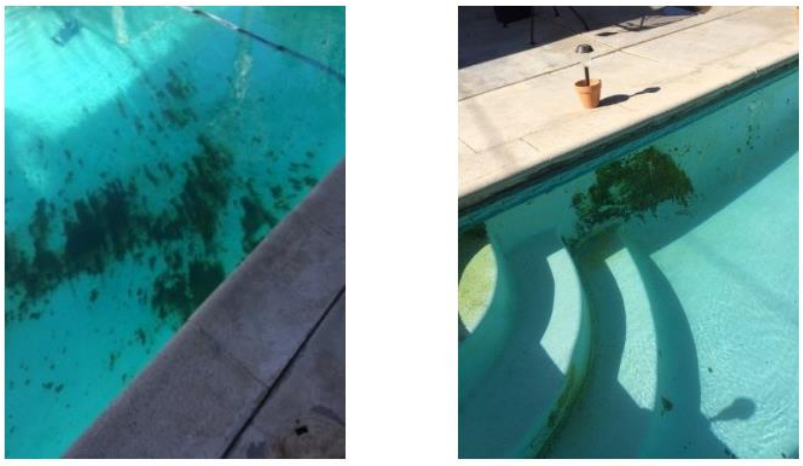
Nejčastější výskyt organických skvrn je v období po dlouhé zimě, vydatné bouřce a dešti nebo při náhlé změně chemického složení bazénové vody. Nejčastěji se zbarvují do žluté nebo zelené barvy přecházející do hnědé až černé.

Nejvíce náchylné jsou venkovní otevřené bazény, které každý den absorbují nejrůznější látky z přilehlého okolí.

Organické prvky reagují na chlór, který se přímo aplikuje na místo výskytu. Přidáním šokové dávky chloru může způsobit zesvětlení skvrny. Pokud se umístí chlorová tableta na skvrnu na jednu minutu a skvrna po tuto dobu zesvětlá, jedná se s velkou pravděpodobností o skvrnu na organické bázi. (23) (25) (24)

Prevence:

- Kontrola koncentrace bazénové chemie
- Provádění mechanického čištění dna a stěn bazénu
- Odstraněné plovoucích a dnových nečistot u venkovních bazénů
- Před instalací geotextílie a fólie dezinfikovat základ bazénu
- Zakrytí venkovních bazénů přístřeškem (25)



Obr. č. 35. – Organické skvrny a povrchu fólie; thepoolstainremovers.com.au (24)

8.1.2 Skvrny způsobené sloučeninami kovů

Popis:

Skvrny na kovové bázi se na bazénové fólii vyskytují u vysokých koncentrací rozpuštěných kovů ve vodě. Nejčastěji se jedná o sloučeniny železa, mědi, manganu nebo stříbra, které se nahromadí v bazénové vodě. Skvrny kovové báze se zbarvují do lehce zelené, žluté, hnědé nebo šedé barvy.

Příčinou můžou být nanesené nečistoty pocházející především z opalovacích krémů a kosmetiky, v urbanizovaných nebo průmyslových zónách saze ze spalování dřeva, uhlí nebo výfukových plynů z vozidel, letadel a další znečištění životního prostředí. Sloučeniny kovů se mohou nahromadit v samotné vodě i z potrubí, vybavení a zařízení bazénu, montážních dílů nebo dokonce dezinfekčními prostředky ve vysokých dávkách. Tyto nečistoty se hromadí na vodní hladině a působením tepla a UV záření ze slunce ulpívají na bazénové fólii. Protože se jedná o mastné skvrny, které plovou, často se skvrny vyskytují i ve výšce vodní hladiny. (23) (25) (24)

Prevence:

- Pravidelné používání jemných čisticích prostředků pro udržování lemu bazénu v čistotě během sezóny, aby se předešlo usazování mastných a nanesených látek (opalovací krémy, olej nebo saze).
- Napouštění bazénu pitnou vodou, omezit vodu ze studní
- Kontrolovat vodu na obsah těžkých kovů
- Používat flokulanty a neutralizátory kovů, aby se kovy odstranili flokulací a filtrací
- Kontrola přívodního kovového potrubí, potrubí recirkulačního systému, případně použít plastové potrubí
- Použití dezinfekčních prostředků neobsahující měď (síran měďnatý – tablety)
- K dezinfekci vody nepoužívat ionizátory na bázi mědi a stříbra
- Před vstupem do samotného bazénu se osprchovat. (25)

Obr. č. 36 – Skvrny způsobené sloučeninami kovů na povrchu fólie (24)

8.1.3 Minerální skvrny

Popis:

Podobně jako u skvrn na kovové bázi, při vysokých koncentracích minerálů vznikají na povrchu bazénu skvrny na minerální bázi. Tento druh skvrn v zásadě může vznikat v kombinaci s kovovými skvrnami, protože obsahují i stopy mědi nebo železa. Nejčastěji se jedná o skvrny a sraženiny způsobené vysokou koncentrací sodíku nebo vápníku. Mohou pocházet z čistících prostředků, pokud se aplikuje vysoká dávka na poměr čištěné vody. U slaných bazénů vznikají na povrchu sraženiny sodíku způsobené vysokou koncentrací solí ve vodě. Sodíkové skvrny jsou často bodové po ploše bazénu, slané zabírají větší plochy nebo způsobují celkový zákal.

Pro otestování, zda se právě jedná o tento druh skvrn na povrchu bazénu, se používá malého množství kyseliny na místo výskytu. Na skvrnu se může položit na krátkou dobu tableta vitamínu C (kyselina askorbová), případně se může použít přípravek na snížení pH (hydrogensíran sodný). Pokud skvrna výrazně zesvětlá, jedná se právě o minerální skvrny. (23) (25) (24)

Prevence:

- Kontrola koncentrací minerálních látek v bazénové vodě
- Použití kvalitnější soli pro čištění bazénu
- Použití lepší dávkovací metody minerálů
- Pravidelné čištění stěn bazénu (23) (24)

Obr. č. 37 – Minerální skvrny soli (24)

Skvrny často u záhybů a vpustí

Obr. č. 38 – Minerální skvrny sodíku (24)

Bodově orientované sraženiny

8.1.4 Skvrny způsobené chemií a UV zářením

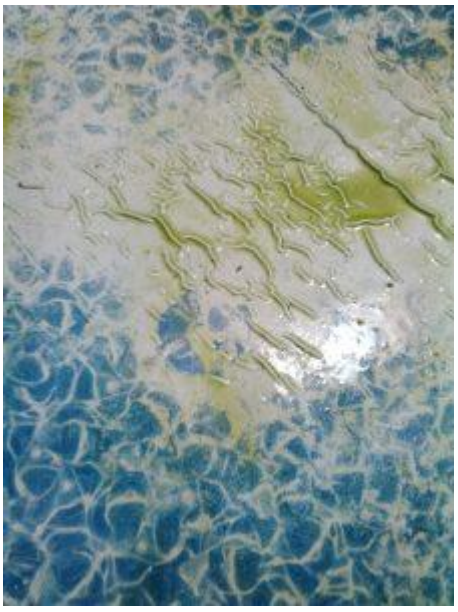
Popis:

V průběhu používání bazénu může docházet k blednutí. Může se jednat o vyblednutí způsobené slunečním zářením, nebo vysokými hladinami chlóru nebo nízkou hodnotou pH. U bazénů s povrchovou úpravou prostřednictvím PVC fólie, se nedoporučuje aplikace granulované chemie přímo do bazénu, která by mohla bodově poškodit a zapříčinit blednutí fólie, ale předem rozpustit ve vodě mimo bazén a následně do bazénu vlévat. Globální blednutí může způsobit nadměrné používání chemie, proto je vhodné dodržovat návod použití u daného přípravku.

V tomto případě blednutí se jedná o permanentní poškození a nelze ho ošetřit (případně je nutná kompletní výměna). Blednutí obecně nepoškozuje funkci povrchové úpravy, ale ničí estetický dojem celého bazénu. Každá povrchová úprava má svou délku životnosti, která se orientuje právě kolem blednutí svrchní vrstvy, u fólií je blednutí nejzásadnější důvod opotřebení časem. Nejčastěji první příznaky blednutí se objevují u vodní hladiny a v mělkých místech. (23) (24)

Prevence:

- Kontrola hladin koncentrace chemie (chlóru) obsažené ve vodě
- Dávkovat dle návodu u přípravku
- Pevnou chemii předem rozpustit mimo bazén a následně vlévat do bazénu
- Nastavit recirkulační systém a správnou hladinu koncentrací
- Chránit před přímým slunečním světlem, nebo alespoň omezit
- Pořízení kvalitnějšího materiálu na povrchovou úpravu bazénu



Obr. č. 39 – Blednutí fólie u dna bazénu; thepoolblog.com

Na obrázku je znázornění jak blednutí, tak vrásnění buď špatnou instalací, tepelnou roztažností, poškozením nebo vysokou koncentrací chemie.

8.1.5 Skvrny od rzi

Popis:

Většina skvrn od rzi v bazénech je způsobena kovovými předměty, které spadly do bazénové vany. Jedná se především o sponky do vlasů, hřebíky, různé druhy hraček a kovové špony. Nemusí se pouze jednat jen o kovové předměty z vnějšího okolí bazénu, ale taky o kovové příslušenství samotného bazénu, které časem stejně jako ostatní kovové předměty, mohou korodovat a způsobit skvrny.

Když jsou kovové předměty ponořeny do vody (slaná je na kovy agresivnější), začnou během několika dní rezivět a špinit povrch bazénu. Rez se může usazovat v bazénu i v blízkosti stavebních prací, broušení nebo řezání kovů. Úlomky z těchto činností nesou z počátku viditelné, ale o několik dní později začnou rezavět a objeví se jako malé rezavé skvrny. Drobné rezavé skvrny se do bazénu mohou zanést i nekvalitní solí, která obsahuje drobné množství kovů. Další možností tvoření rezavých skvrn je poškození nosné konstrukce bazénu (železobetonové a kovové vany), kde může docházet ke korozi konstrukce a pronikání skrz povrchovou úpravu. (23) (24)

Prevence:

- Používat kvalitnější sůl, která obsahuje menší množství kovů
- Čištění dna od kovových předmětů, které mohli zůstat v bazénu po použití
- Mechanické čištění dna a stěn bazénu kartáčem a vhodnou chemií
- Při stavebních pracích bazén zakrýt a omezit vnik kovových částí

Obr. č. 40 – Skvrny od rzi způsobené korozí kovových armatur bazénu

Rezavé pruhy způsobené klesáním vodní hladiny pod spodní hranu skimmeru (26)

Obr. č. 41 – Skvrny od rzi způsobené kovovou šponou po broušení

Směr tvoření skvrny je ovlivněn prouděním vody v bazénové vaně (27)

8.1.6 Řasy

Popis:

Pokud se o bazénovou vodu dostatečně nestaráme, může se ve vodě objevovat několik druhů řas. Řasy jsou jednoduché fotosyntetizující organismy, řadící mezi nižší rostliny. Pro návštěvníky bazénu mohou působit alergenně a nevábně na pohled. Nejprve se řasy vyskytují pouze ve vodě a až po nějaké době se začnou usazovat na plochách bazénové vany až posléze vytvářejí skvrny organického původu. Usazené řasy mají slizkou a hrubou strukturu, což může způsobovat i vyšší kluzkost povrchu bazénu. Svým výskytem narušují barvu vody, nejčastěji ji zbarvují do zelena, protože buňky řas obsahují chloroplasty. (23) (24)

Podle barevného rozpoložení se řasy v bazénu nejčastěji dělí na:

- **Zelené řasy:** Jedná se o nejčastější druh způsobující skvrny od řas. V podstatě je to proto, že zelené řasy jsou jedny z nejrychleji rostoucích typů a dokážou přes noc zbarvit bazén do zelena. Nejčastěji je první výskyt v rozích a záhybech bazénu a v místech špatné cirkulace vody. Častý důvod růstu je nízká hladina chloru, vysoké teploty a vysoké koncentrace fosfátů.

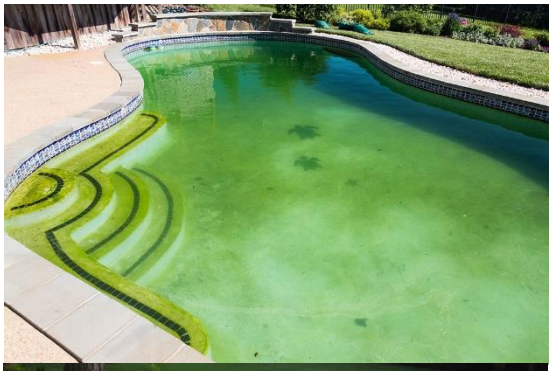
- **Žluté řasy:** Žluté zbarvení tohoto typu je kvůli výskytu beta karotenu v buňce řasy. Roste ve stinných místech bazénu, která jsou chráněná před slunečním zářením nebo v oblastech špatné cirkulace. Jsou odolnější než zelené řasy z důvodu odolnosti proti normálním hladinám chlóru. Často se může stávat, že se zamění za písek nebo pyl kvůli svému zbarvení.

- **Černé řasy:** Tento druh je specifický v bodovém růstu než plošném jako předchozí druhy. V podstatě se nejedná již o základní druh řasy, ale spíše o tzv. sinice bakteriálního původu. Vyskytují se stejně jako předchozí typy na stěnách bazénové vany výhradně v místech špatné cirkulace vody. Šíří se pomaleji a často jsou zaměňovány za plíseň kvůli svému vzhledu. Pokud se neošetří povrch bazénu v dostatečné době, může řasa začít prorůstat do povrchové úpravy a být ještě více náročná na odstranění. Na svém povrchu má ochranou vrstvu, která řasu částečně chrání před chlórem a dalšími chemickými prostředky.

- **Růžové řasy:** Další řasa z bakteriálního původu, která se často vyskytuje v okolí skimmerů, žebříků, světel a rozích bazénu. Pokud se rychle neodstraní, bude se pomalu dále rozšiřovat do prostoru. I tento typ je částečně odolný proti nízkým koncentracím chlóru. (24)

Prevence:

- Zajistit dobrou recirkulaci vody v prostoru bazénu
- Kontrola vodního čerpadla a filtru
- Použití šokové dávky chlóru
- Mechanické čištění stěn bazénu
- Kontrola koncentrací chemie v bazénové vodě (fosfáty)
- Používat vhodné algicidy (kvalitní chlór)



Obr. č. 42 – Zelené řasy po celé ploše bazénu; lakeshorepoolsandtubes.com

Obr. č. 43 – Žluté řasy po okraji bazénu; pinterest.com

Růžové řasy mají podobný vzhled jako žluté, pouze jsou zbarvené do růžova.

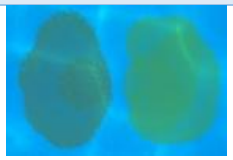
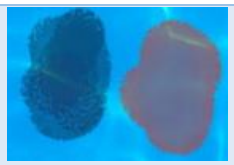
Obr. č. 44 – Černé řasy na dně bazénu; poolbuyerguide.com

8.2 Identifikace skvrn

Identifikace, o jaký druh vzniklé skvrny na povrchu bazén se jedná, je důležitá pro výběr způsobu odstranění a zvolení vhodné chemie. Některé skvrny jsou odolné různým druhům čištění chemickými prostředky. Pro tyto účely jsou vyvinuty testery, které s velkou pravděpodobností odhalí druh skvrny. Testery občas mohou být ale nedostupné, a proto je vhodné identifikovat skvrnu i jiným způsobem.

Nejjednodušším a praktickým způsobem je identifikace podle barvy skvrny. Každý druh nabývá jiného barevného vizuálu, a proto je možné podle toho odhalit typ skvrn. V tabulce níže jsou uvedeny možné rozsahy barev pro daný druh skvrn s popisem, čím jsou způsobovány. (23) (25) (28)

Tabulka č. 2 – Barevné rozlišení skvrn na povrchu bazénu; poolmasta.nz, swimmingpooltips.co.za

Barva	Vzhled	Druh
Žlutá (u vodní hladiny)		Mastné usazeniny v kombinaci s kovy
Zelená a hnědá		**Organické skvrny** rozklad listů, větviček, řas a drobných živočichů
Červená a modrá		**Organické skvrny** jasně zbarvené bobule (jahody, maliny, borůvky)
Modro-zelená		**Skvrny na kovové bázi** výšený obsah mědi
Červeno-hnědá		**Skvrny na kovové bázi** zvýšený obsah železa / koroze
Fialovo-černá		**Skvrny na kovové bázi** zvýšený obsah manganu
Bílá		**Minerální skvrny vyblednutí** Vápník, sůl; UV záření, chemie

Dalším způsobem identifikace je pomocí rychlého testu na reakci skvrny s další látkou, bez pořizování odborné testovací sady. Majitelé bazénové techniky většinou takové látky mají k dispozici při standartním provozu případně v domácnosti. Díky těmto snadným testům se alespoň rozhodne, zda se jedná o skvrnu organického původu, skvrnu na bázi kovu případně rez. (28)

- **Organické skvrny**
  1) Aplikace malého množství chlóru na povrchu výskytu skvrny.
  2) Kartáčování místa výskytu s aplikovaným chlórem.
  3) Pokud skvrna začne blednout, jedná se o organickou skvrnu.
     Jestliže skvrna přetrvává ve stejném stavu, pravděpodobně se jedná o skvrnu kovové báze.

- **Skvrny na bázi kovu**
  1) Aplikace kyseliny askorbové (vitamín C) na skvrnu
  2) Vetření aplikované kyseliny do skvrny
  3) Pokud skvrna začne blednout, jedná se o skvrnu na bázi kovu
     Stejný postup bude účinný i na skvrnu způsobené rzí nebo minerály

- **Skvrny od rzi**
  1) Aplikace hydrogensíranu sodného přímo na skvrnu
  2) Vetření kyseliny do skvrny kartáčem
  3) Pokud skvrna začne mizet, jedná se skvrnu způsobenou rzí

V případě, kdy není možné rozeznat, o jaký typ skvrny se jedná těmito způsoby, je poslední možností pořídit právě testovací soupravu na identifikaci skvrny. Jsou vyráběny i testery konkrétně na bazénové fólie, aby se předešlo možnému poškození jinou látkou. V zahraničí jsou tyto testovací balíčky známé pod názvem Stain ID kit. (23)

8.3 Způsoby čištění skvrn

Každý typ vzniklé skvrny má svůj specifický způsob odstranění. Společnosti po několika letech zkušeností, nabízejí variaci chemických prostředků a způsobů čištění pro daný typ skvrny. V následující kapitole jsou popsány postupy pro nejčastější typy skvrn. Způsob čištění je možné dělit na dvě kategorie – Mechanický (kartáče, koště, vysavače) a chemický (čisticí prostředky určené pro bazénovou techniku) způsob čištění.

Je důležité poznamenat, že pokud se skvrny odstraní, je potřeba stále o bazén neustále pečovat a dostatečně udržovat koncentrace chemie vody. Pokud bazénu nebude poskytnuta dostatečná péče, je velká pravděpodobnost, že se v blízké době skvrny opětovně objeví. Podle předchozího výskytu daného typu skvrny, je možné předejít vzniku prevencí viz. kapitola 7. (28)

- **Čištění organických skvrn a řas:**
  Organické skvrny patří k nejčastějšímu typu, který se vyskytuje v bazénové technice. Odstranění není obtížné, jednoduchá metoda popsána níže.

1) Kontrola a vybalancování hodnoty pH na úroveň 7.4–7.6 a úroveň zásaditosti na 100–150 ppm.
2) Aplikace šokové dávky chlornanu vápenatého. Pokud je zapotřebí odstranit pouze malé skvrny, je ideální aplikovat standartní dávku čistidla. Při čištění většího počtu případně plošného znečištění, je možné aplikovat trojitou dávku.
3) Bazénovým kartáčem mechanicky očistit skvrny z povrchu bazénu. V tento moment není potřeba kompletně odstranit všechny, pouze ty které, krátce po aplikaci čistidla lze vyčistit.
4) Spustit čerpadlo alespoň na osm hodin, aby se šoková dávka cirkulovala po celém objemu bazénu.
5) Kartáčem opětovně mechanicky očistit povrchy od skvrn. Pokud i v tento moment organické skvrny přetrvávají, lze aplikovat granulovaný chlór přímo na skvrnu a vydrhnout.
6) Kontrola bazénových stěn druhý den, zda jsou všechny skvrny odstraněny.

Obr. č. 45 – Příklad použití bazénového kartáče pro čištění stěn bazénu (23)

- **Čištění skvrn způsobené sloučeninami kovů:**

  Odstranění skvrn na kovové bázi je více obtížné než odstranění organických skvrn. Reagují pouze na určitý typ chemického čistidla a proti chloru jsou odolné. Pro odstranění skvrn od železa je možné použít osvědčenou kyselinu askorbovou a na skvrny od mědi kyselinu citrónovou. (28)

  1) Odstranění přebytečných kovů ve vodě pomocí kovové redukce, kontrola koncentrace a chemického složení vody. Zjistit o jaký druh kovové skvrny se jedná (barva, tester).
  2) Přidání kyseliny askorbové, kyseliny citrónové (záleží na druhu kovu) nebo jiné chemické čistidlo pro konkrétní typ skvrny.
  3) Bazénovým kartáčem mechanicky očistit povrch výskytu skvrny. Pro odolné skvrny lze aplikovat kyselinu přímo na skvrnu a vydrhnout kartáčem.
  4) Spustit recirkulační systém alespoň na jednu hodinu.
  5) Opakovat předchozí kroky, dokud skvrny kompletně nezmizí.
  6) Pro prevenci před dalším vnikem, lze do skimmeru vložit kovový eliminátor.

- **Čištění skvrn od rzi:**

  Skvrny způsobené zreznutím kovových předmětů v bazénu se mohou obecně čistit stejnou metodou jako skvrny vzniklé sloučeninami kovu, protože samotná rez je na stejné kovové bázi. Rezavé skvrny bývají odolnější než ostatní skvrny na bázi kovu, případně se jiné skvrny v bazénu nevyskytují, proto je vytvořen postup čištění pouze na typ skvrn. Lze využít chemického prostředku pro snížení pH jako je hydrogensíran sodný, který vlastník bazénu může mít okamžitě na provozu, případně využít jiné speciální přípravky na rezivé skvrny a postupovat podle přiloženého návodu. Níže je popsán postup při využití právě přípravku na snížení pH. (28) (23)

  1) Naplnění textilního pytlíku případně ponožky hydrogensíranem sodným.
  2) Umístit naplněnou ponožku na rezitou skvrnu a přitlačit na stěnu, případně zatížit závažím.
  3) Kontrolovat místo umístění každé 1-2 minuty. Pokud je skvrna stále viditelná pokračovat v aplikaci naplněné ponožky.
  4) Kartáčování skvrny kyselinou askorbovou nebo citrónovou může proces urychlit.
  5) Jakmile skvrna zmizí, okamžitě odeberte ponožku z povrchu, aby se zamezilo blednutí samotného podkladu (fólie).

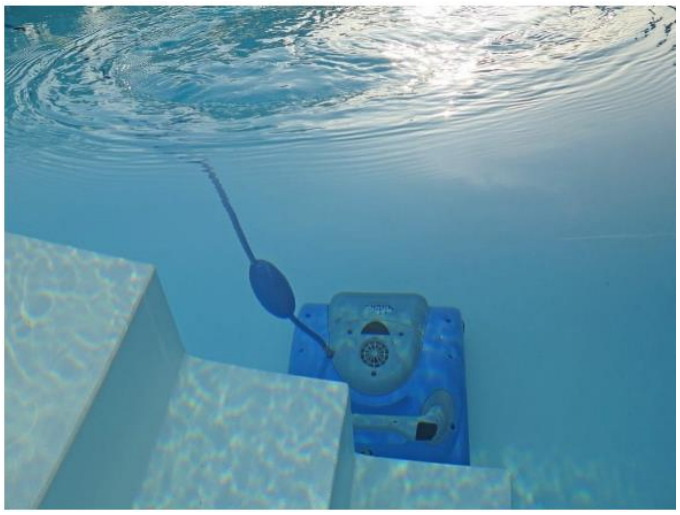
- **Čištění minerálních skvrn**

  Minerální depozity se často objevují na úrovni hladiny bazénové vody z důvodu přebytku vápníku nebo soli. Kalnou vodu způsobenou vysokou koncentrací soli lze vyřešit vyfiltrováním soli recirkulačním systémem po delší dobu. Vápníkové skvrny (depozity) na povrchu bazénu lze snadno odstranit pomocí domácích prostředků, postup níže. Na minerální skvrny existují na trhu specifické čisticí prostředky pro velmi odolné typy. (28) (23)

  1) Namíchat roztok octa a vody 50/50 a aplikovat na skvrnu.
  2) Kartáčováním aplikovaného roztoku by skvrna měla zmizet, na odolnější skvrny lze použít sodu v kombinaci octového roztoku.
  3) Opakovat postup, dokud skvrna je kompletně odstraněna.

- **Preventivní čištění**

  Aby se předešlo vniku jakékoli skvrny, provádí se preventivní čištění povrchů. Samotná chemie v bazénové vodě ve správné koncentraci dokáže úspěšně zabránit vzniku skvrn, ale stačí nepozornost nebo obyčejné zazimování bazénu a skvrny mohou na povrchu vzniknout. Mechanické čištění je velmi dobrá prevence a měla by se pravidelně provádět.
  Pro soukromé bazény stačí využívat bazénové kartáče, kterými se dosáhne až na dno bazénu a pravidelně síťkou odebírat plovoucí nečistoty. Na trhu jsou i bazénové mopy, na které lze napojit sací zařízení a využívat jako podvodní lux. Případně venkovní bazény zakrývat přístřeškem nebo plachtou.
  Velké bazény by bylo obtížné čistit samotným kartáčem, hlavně hlubší druhy. Pro velké bazénové provozy jsou k dispozici automatické robotické vysavače větších rozměrů, které samostatně vyčistí dno, případně i stěny bazénu. (28)



Obr. č. 46 – Čistící robot dna bazénového provozu (28)

9 Testování materiálu bazénových fólií

Testování materiálu, ze kterého jsou bazénové fólie vyhotoveny, je důležitý úkol a nelze jej ignorovat. Ve všech průmyslových odvětvích musí výrobci, vývojáři a provozovatelé systémů a poskytovatelé výrobků zajistit, aby využívaný materiál pro daný typ výrobku, splňoval požadované vlastnosti. Nejuspokojivější metodou ověření jsou spolehlivostní testy materiálu prováděné v laboratořích. Tyto testy ověří, zda použitý materiál splňuje očekávání a platné předpisy.

Konkurence na trhu je neustálá a výrobci se snaží přes výzkum a vývoj vytvořit nové způsoby výroby a druhy materiálu. Každý vědecký průlom je potřeba ověřit, aby nově vytvořené produkty nadále splňovaly požadované vlastnosti a mohly tedy přejít na trh. Pokud společnost vstoupí na trh příliš rychle bez vhodně zvoleného testování nového materiálu nebo s vadou výroby, může způsobit tento nedostatek finanční ztráty a soudní spory, jelikož chybou materiálu byl zákazník poškozen.

Pro přehled, jaké vlastnosti by materiál měl mít, slouží soubor norem ČSN, EN a ISO. Pro každý druh materiálu jsou přesně definovány standardy, které musí splňovat. Výrobci a vývoj se musí podle těchto norem orientovat a uzpůsobit tak výrobu. (29)

Zkoušky materiálu dle provedení můžeme dělit na:

- **Destruktivní zkouška** – zkouška, při které je testovací materiál poškozen a po vykonání testu není dále k použití.
- **Nedestruktivní zkouška** – zkouška, při které je testovací materiál po vykonání testu v původním stavu a lze jej využít pro další testování, pokud je možno.

Po provedení zkoušky lze získat:

- **Fyzikální vlastnosti** – fyzikální parametry testovaného materiálu
- **Chemické vlastnosti** – chemické odolnosti a působení na okolí
- **Mechanické vlastnosti** – odolnost materiálu proti vnějším vlivům

Technické požadavky na bazénovou fólii (membránu) jsou popsány v normě **ČSN EN 15836**. Pro fólie o jmenovité tloušťce 1.5 mm a výše, kterou se zabývá tato práce, je přesněji definována normou **ČSN EN 15836-2**. V této normě jsou následně odkazy na další normy, které podrobněji popisují postup laboratorních testů na vzorcích fólie. Všechny použité normy jsou vypsány v bibliografii a u jednotlivých testů. (29) (30)

9.1 Specifikace složení membrány (fólie)

Základním parametrem bazénových fólií je definice přesného složení výrobního materiálu. Tyto informace jsou poskytovány výrobcem pro zjištění spolehlivosti výroby jednotlivých fólií a možnost podle těchto parametrů navrhovat ostatní prvky konstrukce bazénu.

- **Hustota:**

Určení hustoty výrobku je jedním ze základních parametrů jakéhokoliv materiálu. Hustota je poměr váhy k objemu posuzovaného materiálu. Určení údaje je popsáno v normě **ČSN EN 1849-2**. V případě bazénových fólií lze hustotu určit dvojím způsobem. Dle normy by přesnost měření hmotnosti měla být Ms +10 % a -5 % g/m^2, kde Ms je hmotnost stanovená výrobcem. (31)

1) První způsob je založen na znalosti výrobní tloušťky fólie. V tomto případě stáčí pouze zjistit plochu testovacího prvku fólie a dopočítat tak objem vzorku. Váha vzorku se jednoduše zjistí použitím váhy, která je součástí každé laboratoře. Následně se tyto dva údaje dají do poměru a vypočítá se hustota. (31)

$$m/V = \rho \tag{2}$$

m .... Hmotnost vzorku [g]
V .... Objem vzorku [cm^3]
P .... Hustota vzorku [g/cm^3]

2) Druhá varianta je za pomocí pyknometru, jedná se o obecnější metodu a lze použít pro jakýkoliv tuhý nenasákavý materiál. Pyknometr je nádoba založena na principu, že při úplném naplnění a uzavření zátkou s kapilárou, pojme vždy stejný snadno reprodukovatelný objem. Principem je poměr mezi plně naplněnou nádobou pouze kapalinou a nádobou naplněnou kapalinou a testovacím vzorkem. Alternativou je héliový pyknometr, který využívá místo výplňové kapaliny hélium. Pro výpočet hustoty pyknometry platí vzorec (32):

$$\rho_p = \frac{m_2 - m_1}{m_4 - m_1 - m_3 + m_2} \times (\rho_k - 0.0012) + 0.0012 \tag{3}$$

P_p .... Hustota pevné látky [g/cm^3]
P_k .... Hustota srovnávací kapaliny (voda) [g/cm^3]
m_1 .... Hmotnost prázdného pyknometru [g]
m_2 .... Hmotnost pyknometru s pevnou látkou [g]
m_3 .... Hmotnost pyknometru s pevnou látkou doplněného kapalinou [g]
m_4 .... Hmotnost pyknometru naplněného srovnávací kapalinou [g]
0.0012 .... Hustota vzduchu [g/cm^3]

- **Nasákavost materiálu**

Nasákavost je schopnost materiálu přijímat vodu. Hodnoty se vyjadřují v procentech hmotnosti jako poměr hmotnostního množství kapaliny k hmotnosti vysušeného vzorku v procentech objemu jako objem přijaté kapaliny vyjádřený v procentech objemu vzorku. Rozlišují se dva typy nasákavosti.

1) **Hmotnostní nasákavost**: $n_h = \frac{m_n - m_s}{m_s} \times 100$ (4)

m_n …. Hmotnost nasáklého vzorku [g]
m_s …. Hmotnost suchého vzorku [g]

2) **Objemová nasákavost**: $n_v = \frac{V_k}{V} \times 100$ (5)

V_k …. Objem nasáklé kapaliny
V …. Objem vzorku

Zkoušku nasákavosti bazénových fólií řeší přesněji norma **ČSN EN ISO 62** stanovením dle metody 1.

Vzorek se vysuší v peci o teplotě 50 (±2) °C alespoň 24 h a následně se nechá vychladnout do pokojové teploty před samotným vážením a zjistí se váha suchého vzorku m_s. Přesnost vážením musí být alespoň na desetiny miligramu. Postup se opakuje, dokud váha u každého měření není konstantní. Následně se vzorek vloží do nádoby s destilovanou vodou s udržovanou teplotou 23 (±2) °C. Vzorek se pod vodou nechává dle potřeb měření. Pro bazénové fólie dle normy **ČSN EN 15836-2** se uvádí délka ponoření 168 h. Po uběhnutí délky ponoření se vzorek vyjme z nádoby a povrch vzorku se suchým a čistým hadříkem otře. Po otření vzorku se okamžitě váží do 1 minuty a získáme m_n. Jakmile jsou zjištěny obě váhy, vypočítá se hmotnostní nasákavost. (30) (33)

- **Obsah $CaCo_3$ v materiálu**

Hodnoty obsahu uhličitanu vápenatého v povrchové úpravě bazénové vany se měří z důvodu ovlivňování koncentrací látek v bazénové vodě.

Vzorek fólie se převede do roztoku pomocí mikrovlnné digesce v uzavřené komoře prostřednictvím kyseliny dusičné a peroxidu vodíku. Po rozpuštění vzorku se provádí analýza atomovou absorpční spektrometrií. Hodnoty $CaCO_3$ jsou vyjádřeny z obsahu vápníku v materiálu dle spektrometrického rozboru. O tomto testu pojednává **ČSN EN 15836-2** v příloze A. (30)

9.2 Rozměrové charakteristiky

Aby se ověřily správné rozměry vyrobené role bazénové fólie, jsou stanoveny podmínky, které kontrolují právě tyto charakteristiky. Výrobce udává u svých výrobků základní rozměry, které musí dodržovat. Norma o bazénových fóliích se odkazuje na dvě další normy, které tyto parametry řeší. Jedná se o normy **ČSN EN 1848-2** a **ČSN EN 1849-2**. Každý parametr má definovanou odchylku, kterou může při výrobě překročit.

Definice charakteristik:

- **Délka –** rozměr role ve směru výroby
- **Šířka –** rozměr role, kolmý na směr výroby
- **Tloušťka –** výška role
- **Přímost –** shoda podélného okraje role s přímkou
- **Rovinnost –** shoda horního povrchu s rovinou při rozvinutí a uložení role na rovné ploše

Každý definovaný rozměr má vlastní postup ověření. Postupy jsou popsány níže v kapitole. (34) (31)

- **Stanovení délky**

Při definici délky role je zapotřebí rovného podkladu dlouhého alespoň 10 m a široký minimálně jako šířka zkoušené role. Měření se prování kovovým pásmem nebo pravítkem, s nímž je možnost měřit s přesností 1 mm. Na obou okrajích role se nakreslí ryska, které s podélným směrem svírá pravý úhel. Ryska na jednom konci se zarovná s nulovou ryskou na měřícím podkladu a částečně se role rozvine, tak aby nevznikalo při teplotě 23 (±2) °C žádné napětí. Po dosažení konce podkladu se oba okraje spodního povrchu role vhodně označí. Změřená část se svine a nezměřená část rozvine a opět zarovná na nulovou rysku podkladu, rozvinutí musí být provedeno stejně jako dříve, aby nevznikalo žádné napětí. Proces měření se opakuje až po dosažení konce role. Měření by mělo být provedeno s přesností na 5 mm.

Pro stanovení délky existují i alternativní metody za použití vhodné mechanické, elektromechanické nebo fotoelektrické techniky. Při pochybnostech výsledků alternativní metodou se musí provádět předchozí tzv. referenční metoda. (34)

- **Stanovení šířky**

Šířka se měří na stejném podkladu jako při stanovení délky role, oba parametry lze měřit současně. Pro měření je opět zapotřebí vhodného kovového pásma nebo pravítka s přesností měření na 1 mm. Role se rozvine na podklad, bez vniku napětí při teplotě 23 (±2) °C. Šířka role se zaznamenává v intervalech po 10m délky. Dbá se na kolmost měření na podélný směr role. Pokud je role kratší než 20 m, provádí se měření šířky na třech místech, blízko obou konců a uprostřed role.

Po zaznamenání všech šířek se vypočítá aritmetický průměr a výsledek se uvede jako průměrná šířka role s přesností na 1 mm. (34)

- **Stanovení tloušťky**

Průměrná tloušťka vyrobené fólie se stanovuje mechanickým měřícím zařízením. Měřící zařízení musí být schopné indikovat tloušťku s přesností 0.01 mm. Měřící plocha musí být rovná, měřící hlava zařízení má průměr 10 (±0.05) mm včetně zaoblení a vyvíjejí působící tlak 20 (±10) kPa na povrch fólie.

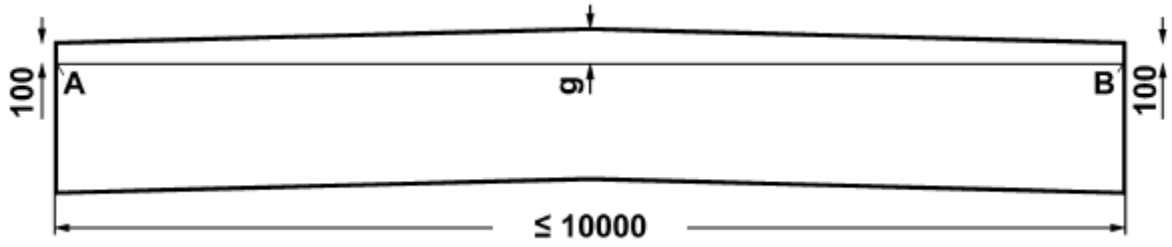
Měří se bodově, provedením pěti měření dvakrát přes celou šířku role v intervalu 3 m nebo na začátku a konci role. (31)

Obr. č. 47 – Mechanické zařízení pro měření tloušťky fólie (čtení na přístroji 1.8 mm) (31)

- **Stanovení přímosti a rovinnosti**

Pro měření je zapotřebí stejného podkladu jako při určení délky šířky fólie. Podklad by měl mít alespoň délku 10 m a šířku minimálně jako role. Měří se vhodným měřidlem, s nímž lze měřit s přesností na 1 mm. Na podklad se při teplotě 23 (±2) °C rozvine bez vniku napětí alespoň 10 m role. Po uplynutí 30 (±5) min se změří přímost, jako největší vzdálenost g v mm mezi okrajem pásu a úsečkou AB viz. obrázek 48. (34)

Rovinnost je určena jako vzdálenost mezi nejvyšším bodem vlny a rovným podkladem.



Obr. č. 48 – Schéma pro měření přímosti (pohled shora na pás) (34)

9.3 Mechanické vlastnosti

Materiály jsou jak při zpracování, tak i při využívání namáhány podněty z vnějšího prostředí a jejich kombinací (teplota, síla – tah, tlak, střih, ohyb, kroucení). Aby materiál odolával tomuto namáhání, musí mít vlastnosti, které se právě nazývají mechanické. Mezi tyto vlastnosti patří pevnost, tvárnost, pružnost, houževnatost atd. Aby se odhalilo, jakou odolnost materiál disponuje, provádějí se laboratorní testy stanovené normou. Na bazénové fólie se opět odkazuje norma **ČSN EN 15836-2**, která se následovně u jednotlivých zkoušek odkazuje na další normy. Podle pevností a dalších mechanických vlastností se následně navrhují další konstrukční prvky. (30)

Testované vlastnosti bazénových fólií:

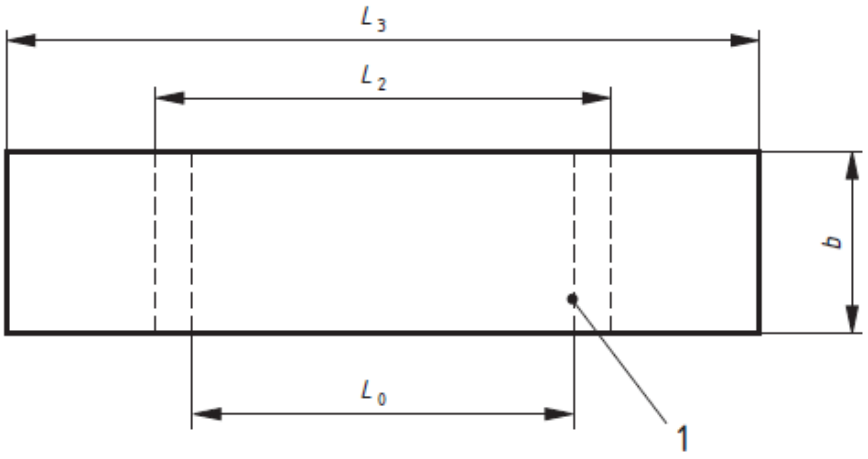
- Pevnost v tahu
- Protažení při přetržení vyztužení
- Odolnost proti trhání
- Rozměrová stabilita
- Ohebnost za nízkých teplot
- Odolnost proti odlupování ve spoji
- Protiskluznost
- Vodotěsnost

- **Pevnost v tahu**

Zkušební těleso se upíná do trhacího stroje s čelistmi, vybaveného průběžným zaznamenáváním síly a odpovídajícího protažení a je schopen udržovat rovnoměrnou rychlost oddalování čelistí. Stroj musí vyvinout nejméně 2 000 N a rychlost oddalování čelistí musí být 5 (±1), 100 (±10) a 500 (±50) milimetrů za minutu. Šířka čelistí nesmí být menší, než je šířka zkoušeného vzorku.

Zkoušené těleso je taženo při konstantní rychlosti až do jeho přetržení. Během zkoušky se zaznamenává průběh tahové síly v newtonech a protažení v milimetrech. Důležitým bodem je maximální dosažená tahová síla při porušení vzorku. V průběhu se musí zajistit, aby vzorek nevyjížděl z čelistí přístroje, jinak by protažení vzorku mohlo být ovlivněné.

Zkušební vzorek se před zkouškou temperuje po dobu 20 hodin při teplotě 23 (±2) °C a relativní vlhkosti 50 (±5) %. Pro bazénové fólie je zkušební těleso definováno normou **ČSN EN 12311-2** metodou A. Velikost vzorky je minimálně 200 x 50 mm. (35)



Obr. č. 49 – Definice vzorku pro zkoušku pevnosti v tahu (35)

L_3 … Celková délka vzorku

L_2 … Počáteční vzdálenost mezi upínacími čelistmi

L_0 … Vzdálenost mezi měřícími značkami

1 … Měřící značka

B … Šířka vzorku

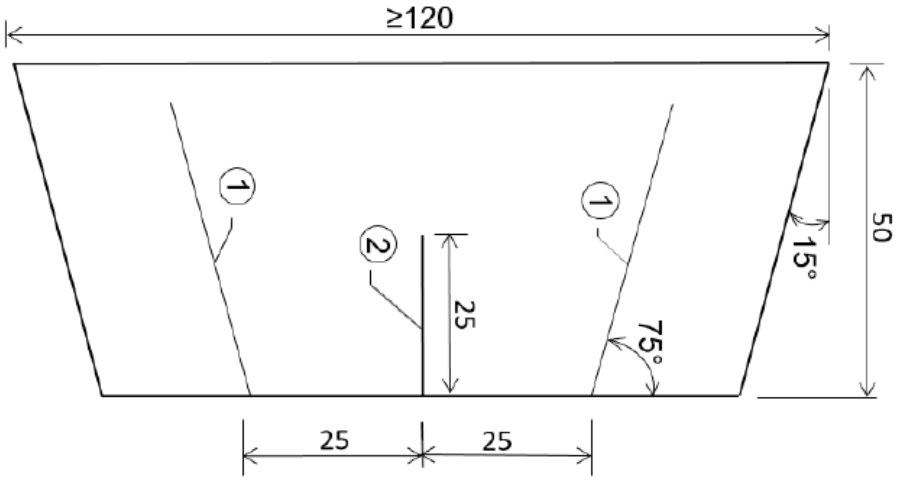
- **Protažení při přetržení vyztužení**

Přetržení vyztužení nastává při maximální pevnosti v tahu, v tento moment je třeba zaznamenat prodloužení testovaného vzorku v milimetrech a následně přepočítat celkové prodloužení v % od původní délky. Výrobce stanovuje v technických listech předpokládané prodloužení s případnou odchylkou, kterou musí testovaný materiál disponovat. Při vykreslování grafu průběhu napětí a prodloužení, lze definovat prodloužení při daném zatížení a předpokládat tak chovaní folie při využívání. Protažení řeší stejná norma jako u pevnosti v tahu **ČSN EN 12311-2**. (35)

- **Odolnost proti trhání**

Pro definování odolnosti proti trhání lze využívat stejného přístroje pro určení pevnosti v tahu. Čelisti pro uchycení testovaného vzorku musejí být alespoň 50 mm široké. Přístroj musí vyvinou tažnou sílu minimálně 2 000 N a rychlost oddalování 100 (±10) milimetrů za minutu. Vzorek nesmí v průběhu testu vykluzovat z čelistí, dovolený výkluz je maximálně 2 mm.

Vzorek fólie se před samotným testem nařízne podle vzoru viz. obr. č. 50. Vzorek se před zkouškou temperuje nejméně 16 hodin při teplotě 23 (±2) °C. Principem testu je měření síly potřebné k roztržení vzorku v místě vytvořeného řezu. Trhací síla je konstantně zvětšována postupným oddalováním čelistí až do přetržení vzorku. Uvádí se maximální dosažená tahová síla. Podrobný postup zkoušky a přípravu vzorku popisuje norma **ČSN EN 12310-2**. (36)



Obr. č. 50 – Tvar a rozměry testovaného vzorku (36)

1 … Ryska uchycení vzorku v čelistech

2 … Místo naříznutí vzorku

- **Rozměrová stabilita**

Podstata zkoušky je definovat změnu rozměrů zkoušeného vzorku při působení rozdílných teplot. Na počátku zkoušky se vzorek změří v podélném a příčném směru. Těleso se po určitou dobu zahřívá v komoře při stanovené teplotě a opět se změří v obou směrech. Pro zobrazení skutečné teploty, musí být v blízkosti vzorku umístěn teploměr nebo termočlánek. Vzorek musí být v peci / sušárně umístěn tak, aby během zkoušky nebylo bráněno změnám rozměrů. V průběhu zkoušky se musí udržovat stanovená teplota ±2 °C.

Vzorek má mít přibližně 250 x 250 mm odebraný z role, přičemž je odebrán alespoň 100 mm od okraje pásu. Na vyříznutý vzorek se v podélném a příčném směru udělají trvalé značky. Musejí se zvolit takové značky, které lze měřit s přesností alespoň 0.1 mm viz. obrázek č. 51. Vzorek se před zkouškou temperuje po dobu 20 hodin při teplotě 23 (±2) °C a relativní vlhkostí 50 (±5) %

Průběh zkoušky popisuje norma **ČSN EN 1107-2.** Na začátku zkoušky se těleso změří s přesností na 0.1 mm a zapíše se počáteční rozměr v příčném a podélném směru. Vzorek se položí na desku a umístí se do sušárny nastavenou na 80 (±2) °C. Po uplynutí 6 hodin se vzorek vyjme ze sušárny a ponechá se alespoň 60 min při teplotě 23 (±2) °C a relativní vlhkosti 50 (±5) %. Následně se opět vzorek změří podle značek v obou směrech. (37)

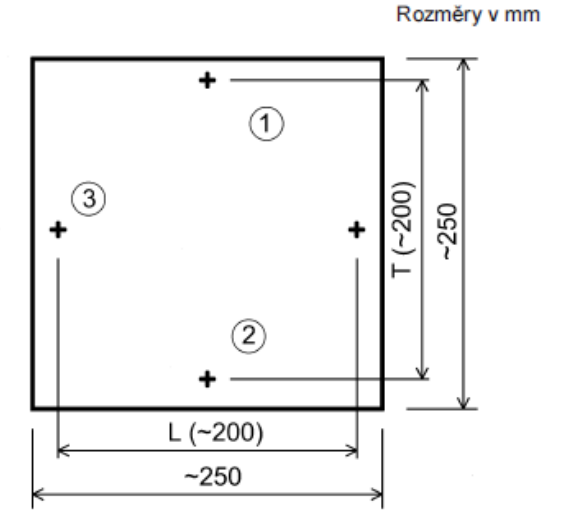
Pro zkoušený vzorek se vypočítá změna rozměrů v procentech z počátečních rozměrů podle vztahů:

$$\Delta L = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100 \qquad a \qquad \Delta T = \frac{T_t - T_0}{T_0} \times 100 \tag{6}$$

L_0 a T_0 … počáteční rozměry v mm

L_t a T_t … rozměry v mm po vystavení zvýšené teplotě

ΔL a ΔT … rozměrové rozdíly zaokrouhlené na 0.1 %, mohou být záporné i kladné dle zvolených teplot



Obr. č. 51 – Rozměr a umístění značek vzorku (37)

1 … trvalé značky

2 … střední úsečka v příčném směru

3 … střední úsečka v podélném směru

- **Ohebnost za nízkých teplot**

Zkouška se provádí v chladící komoře s cirkulací vzduchu a nastavitelnou teplotou na -45 (±2) °C, ve které jsou umístěny rovnoběžně nastavitelné desky pro zasazení testovaného vzorku. Zkouška je podrobněji popsána normou **ČSN EN 495-5**.

Vzorek je odebrán z role o rozměrech 100 x 50 mm v podélném směru i v příčném směru pásu (fólie), aby se zjistili případné rozdíly vlastností v různých směrech odebrání. Zkušební těleso se v podélném směru ohne do smyčky a hrany se zajistí například lepicí páskou proti rozevření. Pro kompletní test je potřeba ohnou vzorek odebraný v podélném i v příčném směru tak, aby u jednoho vzorku byl horní povrch na vnější straně a u druhého horní povrch na vnitřní straně smyčky (celkem 4 vzorky).

Zkušební těleso se ve tvaru smyčky vloží do zkušebního přístroje, aby spojené hrany byly rovnoběžné s osou otáčení. Otevřený přístroj se vloží do klima komory nastavené na stanovenou teplotu. Po jedné hodině temperování se zkušební přístroj rychle uzavře a ponechá se alespoň jednu sekundu v uzavřené poloze. Vzorek se vyjme z přístroje a ponechá se temperovat na pokojovou teplotu. Následně se vzorek prohlédne lupou s šestinásobným zvětšením, zda obsahuje trhliny nebo praskliny.

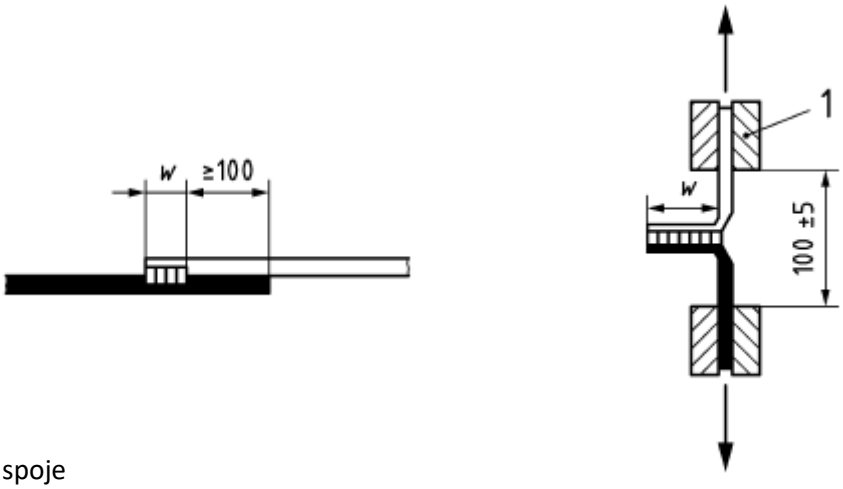
Zkouška se opakuje v teplotních intervalech po 5 °C. Test končí při nejnižším teplotním intervalu, při kterém se na povrchu vzorku objeví trhliny nebo praskliny. (38)

Obr. č. 52 – zkušební přístroj pro definici ohebnosti za nízkých teplot (38)

- **Odolnost proti odlupování ve spoji**

Podstatou této zkoušky je definování odolnosti spoje proti působení tahové síly až po oddělení dvou spojených částí. Provádí se na trhacím stroji, podobně jako u tahové zkoušky. Stroj musí být vybaven čelistmi šířky alespoň 50 mm, do kterých se vzorek vloží, musí vyvinout dostatečnou tažnou sílu a zajistit průběh oddalování čelistí 100 (±10) milimetrů za minutu. Zkušební vzorek musí v čelistech být dostatečně upevněn, aby nedocházelo prokluzování. Zkouška je podrobně definována normou **ČSN EN 12316-2**.

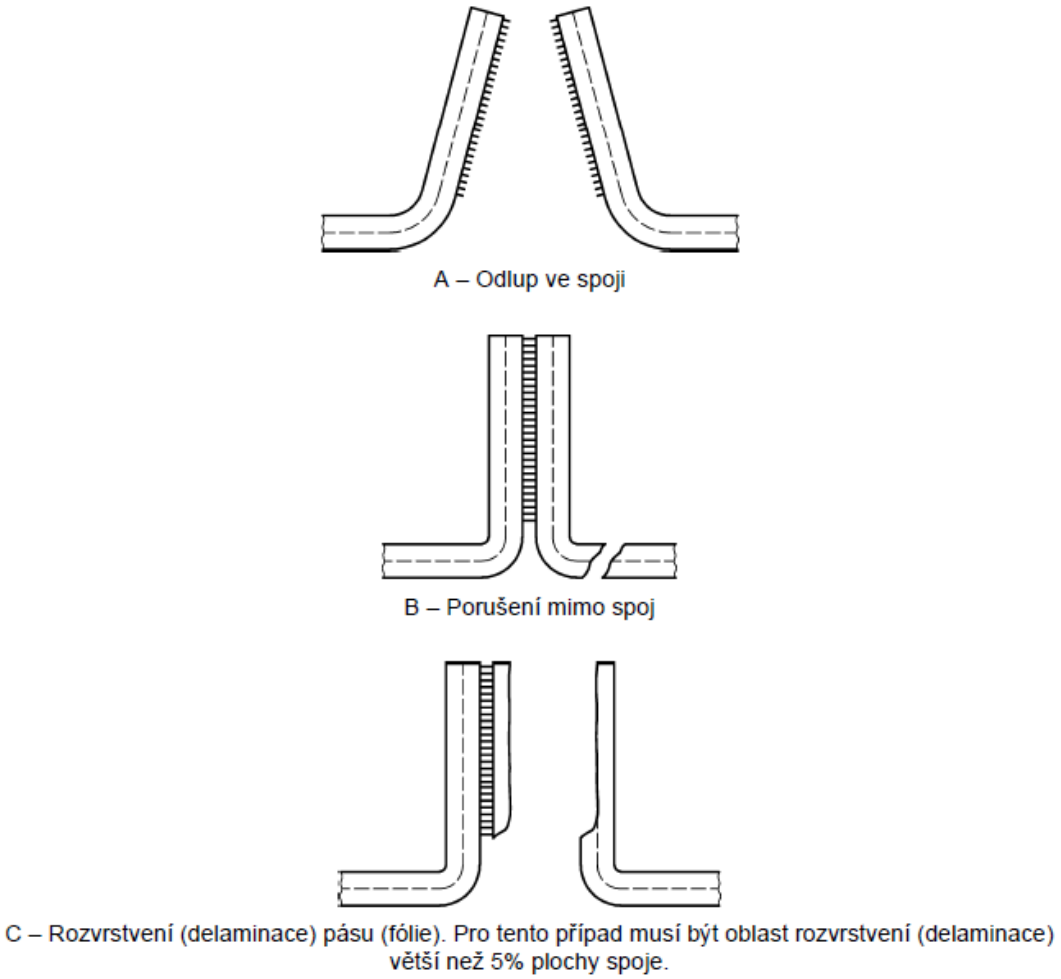
Zkoušený vzorek fólie se spojí metodou doporučenou výrobcem. Po zhotovení spoje se vzorky temperují před zkouškou alespoň 16 hodin při teplotě 23 (±2) °C. Kolmo na spoj dvou pásů se vyříznou zkušební vzorky o šířce 50 (±1) mm. Délky vzorků musejí vyplňovat upínací třmeny a zároveň mohly být zkoušené kolmo na spoj (100±5 mm) viz. obrázek 53. (39)



w … šířka spoje

Obr. č. 53– Schéma provedení spoje a rozměru vzorku (39)

V průběhu testu se průběžně zaznamenává vyvinutá tahová síla na vzorek, dokud se neporuší. Způsob porušení se klasifikuje na tři třídy A, B a C nebo kombinaci těchto porušení. Výsledky se vykreslí do grafu v závislosti protažení na síle. Nejvyšší odolnost spoje se vyhodnotí, pokud většina vzorků nevykazuje způsob porušení třídy A. Průměrná odolnost spoje se vyhodnotí, pokud u většiny vzorků nastalo porušení třídy A. Do vyhodnocení průměru se nesmí zahrnovat první a poslední čtvrtina grafu. (39)



Obr. č. 54 – Kategorizace tříd porušení (39)

- **Protiskluznost**

Protiskluznost se u bazénových fólií zjišťuje kvůli bezpečnosti návštěvníků bazénu. Zkouška se provádí na testovací ploše o rozměrech 600 x 2 000 mm s nastavitelným sklonem od 0° do 45° a možností uchycení testovaného vzorku. Naklonění plochy musí být alespoň po 1° od vodorovného stavu. Pro bezpečnost průběhu testu je k ploše namontováno zábradlí po obou stranách. Test provádí testovací osoba, která je v průběhu testu bosa a zavěšena bezpečnostním systémem. Osoba provádějící test musí být proškolená, aby nedošlo k ublížení na zdraví.

Vzorek fólie je odebrán z role o rozměrech alespoň 500 x 1 000 mm. V průběhu testu musí být uchycený vzorek vlhčen testovací kapalinou alespoň 5 litrů za minutu. Testovací kapalina je ve většině případů voda z vodovodního řádu. (30)

Zkouška je započata ve vodorovné poloze s průběžným vlhčením vzorku. Bosá testovací osoba vkročí na testovací desku. Před nástupem musí osoba provádějící test alespoň 10 minut mít namočeny chodidla, aby se lépe simulovala situace v prostorách bazénu. Testovací osoba v průběhu testu provádí kroky v délce poloviny chodidla vpřed a vzad ve vzpřímené poloze s pohledem dolů na povrch vzorku ve směru po proudu. Úhel naklánění je průměrně 1° za sekundu, dokud testovací osoba neuklouzne a není zachycena bezpečnostním systémem. Test se opakuje pro zajištění věruhodnosti vyhodnocení alespoň 12x.

Výsledek testu se vyhodnocuje z provedených dvanácti měření, ze kterých se odebere nejnižší a nejvyšší hodnoty a vypočítá se průměr, který se zaokrouhlí na celé číslo. Celá zkouška je podrobněji popsána v normě **ČSN EN 15836-2** v příloze B. (30)

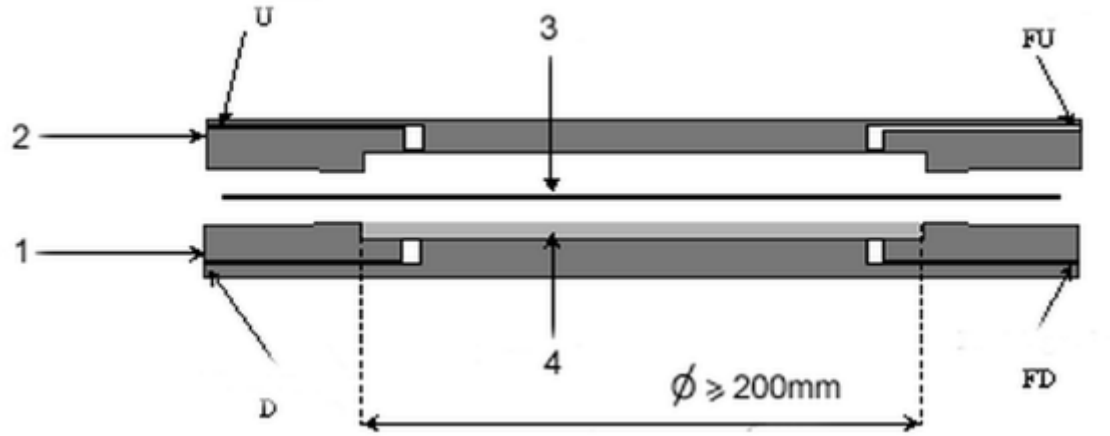
- **Vodotěsnost**

Aby bazénová fólie zabezpečovala jeden z hlavních parametrů, je třeba definovat, zda je dostatečně vodotěsná. Zkouška se provádí na zařízení s dvěma komorami o rozdílném tlaku oddělenou bariérou (fólií). Zařízení musí umožňovat nastavení a kontrolu nastavených tlaků v jednotlivých komorách s dostatečnou přesností. Celou zkoušku popisuje norma **ČSN EN 14150**, kde lze naleznout podrobný popis zařízení. Test se nejčastěji provádí s vodou, ale aparaturu lze využít i s jinou kapalinou. Test by se měl provádět v pokojové teplotě 23 (±1) °C.

Z role bazénové fólie se odebere vzorek o průměru 200 mm, který následně bude vložen do zařízení a bude působit jako bariéra mezi komorami viz. obr č. 55. Před vložením vzorku do zařízení se provádí temperace na pokojovou teplotu alespoň 24 h.

Pro měření objemových změn při průchodu vody bariérou se používají dva způsoby. Prvním způsobem je použití kapilárních trubic, které jsou připojené na každou komoru (v normě je jedná o zařízení typu A). Druhou možností je pomocí elektronického zařízení pro měření objemů napojeného na počítač, které celý test monitoruje a zapisuje do grafu (v normě zařízení typu B).

Zkouška začíná vložením vzorku do zařízení jako dělící bariéra mezi komory. Obě komory se následně zatopí vodou a odvede se veškerý vzduch ze zařízení. V horní komoře se nastaví vyšší tlak na 150 kPa a spodní komora na nižší tlak 50 kPa. Tlaky se během testu musejí kontrolovat a udržovat na rozdílu tlaků 100 kPa. Měří se propuštěné množství vody skrz bariéru za určitý čas v jednotkách m^3/m^2/den. Výsledky se následně vykreslují do grafu a vyhodnocují v délce alespoň sedmi dnů. (40)



Obr. č. 55 – Schéma testovacího zařízení (oddělené komory) (40)

1 … spodní komora (část po proudu)
2 … horní komora (část proti proudu)
3 … bariéra (fólie)
4 … porézní deska
U … horní přívod vody
D … spodní přívod vody
FU … proplachovací ventil horní komory
FD … proplachovací ventil spodní komory

Přívody a proplachy jsou vybaveny ventily, pro nastavení potřebných tlaků a odvedení přebytečného vzduchu v komoře. Pro uchycení fólie v zařízení není potřeba žádných úchytů, vyvinutý tlak horní komorou by měl dostatečné utěsnit hrany obou komor po obvodu. Celý postup nastavení obou typů přístrojů je popsán v již zmíněné normě **ČSN EN 14150**. (40)

9.4 Odolnost materiálu

Poslední klasifikovanou vlastností materiálů je jejich odolnost proti vnějšímu působení prostředí. Na materiál působí mnoho faktorů a jejich kombinace, kterým musí odolávat. U bazénových fólií je důležitá délka životnosti, po kterou bude disponovat potřebnými vlastnostmi. Zkouší se působení mechanických vlivů, biologického a chemického působení na povrch fólie. Testy se mohou provádět jak v prostředí laboratoří, tak je možné zkoušky provádět v bazénech určených právě pro takovéto testování. Zkouší se tvoření skvrn, které se mohou vytvořit na povrchu fólie, tak i barevné a povrchové změny při působení různých chemických látek nebo mechanického působení po danou dobu. Obecně o všech zkouškách a požadovaných výsledcích vypovídá norma **ČSN EN 15836-2**. (30)

- **Otěruvzdornost**

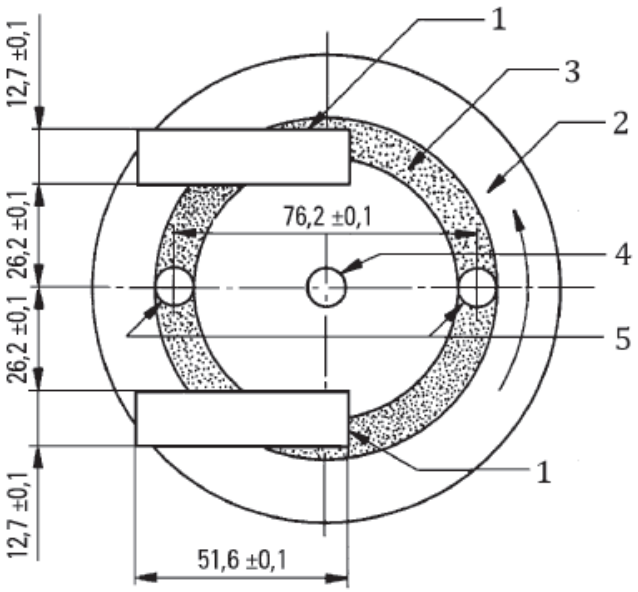
Zkouška otěruvzdornosti se provádí za účelem stanovení odolnosti materiálu proti mechanickému působení na vystavený povrch. V případě bazénových fólií se testuje odolnost svrchní plochy, která je vystavena vnějšímu prostředí. Zkouška se provádí na tzv. abrazéru v prostředí laboratoře. Jedná se o přístroj, který je vybavený rotující podložkou, na kterou se pokládá testovaný vzorek. Následně je přístroj vybaven rameny, na které se připevňují brusné kotouče s definovanou váhou přitlačení. Pro lepší výsledky je možnost montáže vysavače, který v průběhu testu odstraňuje odloučený materiál. Přístroj musí být schopen nastavení počtu a rychlosti otáček. Otáčky by měly být nastavitelné alespoň na 60 nebo 72 otáček za minutu a minimální přítlačné zatížení na 2.5 N. Podrobný popis a definice zkoušky popisuje norma **ČSN EN ISO 5470-1**.

Vzorek fólie se vyřízne z role ideálně v kruhovém tvaru o průměru 105 až 115 mm, kruhový tvar není nutný. Pokud se vyřízne čtvercový tvar vzorku, je nutné rohy seříznout, aby nedocházelo ke kontaktu s rameny přístroje. Uprostřed vzorku je nutné vyrazit díru o průměru 6 mm, kterou se připevní vzorek do testovacího zařízení. Vzorek se před zkouškou temperuje alespoň hodinu při 23 (±2) °C a relativní vlhkosti 50 (±5)%.

Brusné kotouče mají definovanou schopnost abraze dle zvoleného testu, které mají simulovat daný způsob mechanického namáhání. Prvním typem jsou certifikované kotouče, nejčastěji složené z pryže a zrn korundu, které je možné rovnou používat bez předchozího testu schopnosti abraze. Před použitím se tyto kotouče mají nechat na brusném papíru obrousit v přístroji alespoň na 50 otáček. Druhým kotoučem je silikonový kotouč bez hrubého povrchu, na který se připevňuje brusný papír dle zvoleného testu. U tohoto druhého typu kotouče, se musí provést abrazní zkouška, která prověří správnost instalace brusného papíru na kotouč. Brusné papíry se před zkouškou mají ponechat v místnosti při cca 20 °C, vlhkosti 50 % a chránit před přímým slunečným světlem alespoň hodinu.

Po instalaci testovacího vzorku a správného typu brusného kotouče, se může přistoupit k nastavení počtu a rychlosti otáček. Po kompletním nastavení se může spustit přístroj a deska se vzorkem se začne otáčet. U každého typu abraze je normou definovaný i počet otáček, po kterých se má vzorek vážit, a tak zjistit hmotnostní úbytek materiálu abrazí. Zkouška končí absolvováním všech nastavených otáček.

Zkouška se vyhodnotí dvojím způsobem. Hlavním výsledkem je hmotnostní úbytek materiálu vzorku a přepočítání ztráty na 100 otáček s přesností na miligramy. Sekundárním výsledkem je optické opotřebení vzorku a hloubka poškození. (41)



Obr. č. 56 – Schéma uspořádání abrazního přístroje (41)

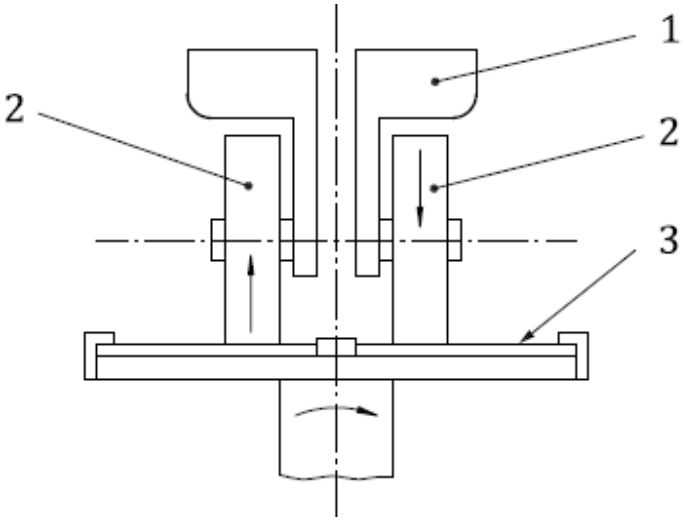
1 … brusný kotouč

2 … testovací vzorek, průměr 105–115 mm

3 … zóna opotřebení

4 … otvor ve vzorku pro uchycení na otočné desce

5 … otvor sání odloučeného materiálu



Obr. č. 57 – Přední pohled na abrazní přístroj (41)

1 … závaží – nastavení přítlační síly

2 … brusný kotouč

3 … otočná plocha se vzorkem

- **Odolnost proti stárnutí**

V této zkoušce se definuje odolnost materiálu ke změnám odstínu barvy. Zkouška se provádí ve zkušební komoře s řízeným ozařováním ultrafialovým světlem. Komora musí být vybavena možností řízeného ozařování, což obnáší možnost regulovat teplotu v komoře. Některé testy vyžadují i regulaci vlhkosti, v tom případě je nutné vybavit komoru zařízením pro postřik nebo tvorbu kondenzátu na povrchu zkoušeného vzorku. Intenzita ozařování musí být rovnoměrná po celé ploše vzorku, s podmínkou minimálně 80 % maximální intenzity. Zkoušku popisují v tomto případě dvě normy **ČSN EN 20105-A02** a **ČSN EN ISO 4892-2**.

První norma popisuje hodnocení zkoušky podle změny barvy odstínu šedi. Pro tento účel je vytvořena stupnice šedi, která se používá při určování změny hodnot fotometricky. Proužky fólie vystavené UV záření po určitý čas, se následně porovnávají se stupnicí šedi a kategoricky se hodnotí dle tabulek.

V druhé normě se nachází informace o nastavení xenonové lampy vyzařující UV světlo, které má simulovat přímé sluneční světlo a urychlit tak proces vyblednutí. Dle typu fólie se tabulárně stanoví intenzita ozáření, teplota v komoře a případně vlhčení povrchu. Vzorek fólie může být v komoře uchycen nebo pouze položen na ploše.

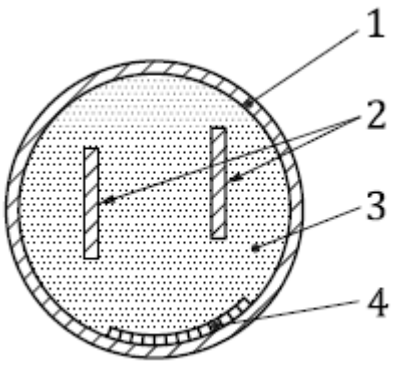
Norma o bazénových fóliích **ČSN EN 15836-2** tabelárně určuje dle kvality fólie nastavení komory a délku testování. Zkouška se provádí vystavením UV záření o vlnové délce 300 až 400 nm po dobu 3000 až 6000 hodin. Podrobnosti nastavení vysoušení a vlhčení popisuje zmíněná ISO norma Metoda A, kde jsou popsány všechny možné cykly vystavení UV záření. Nastavení doby a intenzit ozáření záleží i na typu fólie, zda se jedná o jednobarevný typ nebo s různobarevným motivem. (30) (42) (43)

- **Odolnost vůči působení mikroorganismů**

Principem testu je zjištění odolnosti bazénové fólie proti působení mikroorganismů na vnějším povrchu. Norma **ČSN EN ISO 846, Metoda D** se právě zabývá takovýmto testem odolností. Jedná se o zkoušku působení vybraných mikroorganismů po určitou dobu a následné vyhodnocení vizuálních změn na vystaveném povrchu a po očištění vzorku zjistit případnou změnu váhy. Vzorky se porovnávají s referenčními vzorky, které byly ponechány při stejných okolních podmínkách vlhkosti a teplotě.

Ze zkoušené role fólie se vyříznou vzorky o rozměrech 50 x 50 (±1) mm o maximální tloušťce 2 mm. Vzorky se vkládají do Petriho misky, která se popíše. Popis se nesmí provést přímo na samotný vzorek, neboť by značení mohlo ovlivnit průběh testu. U metody D není potřeba speciálního čistění vzorku před provedením testu. Vzorky se skladují při teplotě 20 (±1) °C a 65 (±3) % vlhkosti. (44)

Zmíněná metoda D simulující působení mikroorganismů se provádí ve skleněné nádobě naplněnou biologicky aktivní půdou. Půda na počátku testu musí disponovat vlhkostí rovnou 60 (±5) % celkové schopnosti půdy zadržovat vodu. Vzorky fólie jsou vloženy do půdy včetně bavlněné látky (25± 3 x 100± 10 mm) na stěně sklenice, kterou bude v průběhu zkoušky monitorován průběh biologické aktivity v půdě.



Obr. č. 58 – uspořádání skleněné nádoby naplněnou aktivní půdou a vzorky fólie (44)

1 … skleněná nádoba

2 … testovací vzorek fólie

3 … půda

4 … bavlněný proužek látky

V průběhu zkoušky se musí zajistit cirkulace kyslíku, proto se neuzavírá na těsno a ponechává se pootevřena. Průběžně se kontrolují biologické změny na bavlněném proužku. Po celou dobu zkoušky se musí zajistit stálá hodnota vlhkosti půdy a teplota. Pro nejlepší výsledky je vhodné nádobu umístit do klima komory s vhodným nastavením. Zkouška probíhá nejběžněji 6 měsíců, pro zjištění dlouhodobých účinků mikroorganismů na fólii, se doba zkoušky může protáhnout na 12 měsíců. Pokud je nutné nahlížet na rozklad materiálu, je možné provádět zkoušku v délce 18, 24 až 48 měsíců.

Po uplynutí zkušební doby se vzorky ze skleněné nádoby odeberou a přezkoumají. Nejprve se nahlíží na vizuální změny vzorků, jestli na povrchu vnikly skvrny způsobené působením mikroorganismů. Dle viditelnosti se dělí do kategorií, zda jsou viditelné pouhým okem nebo pod mikroskopem a jaký celkový povrchu vzorku zabírá. Druhým hodnocením je změna váhy od začátku testování. Vzorky se ponoří do mikrobicidního roztoku alespoň 5 min, následně opláchnou tekoucí vodou, osuší filtračním papírem a přes noc nechají uschnout při pokojové teplotě. Následně se po očištění zváží a vypočte se váhový úbytek od začátku zkoušky.

$\Delta m_1 = m'_1 - m_1$ kde m'_1 je původní váha a m_1 je váha po zkoušce

Součástí testu může být i ověření změn mechanických vlastností po mikrobiologickém působení. U bazénových fólií se nejčastěji řeší pouze průměrný výsledek ze ztráty celkové hmotnosti převedenou na %. (44)

- **Odolnost vůči bakteriím**

Zkouška je založena na působení bakterie, přesněji streptovertocolium retikulární bakterie (ATCC 25607) na povrch fólie. Pro zkoušku je odebrán dobře definovaný kmen testované bakterie získaný ze sbírky. Konkrétní postup zkoušky a druhy použitelných bakterií popisuje norma **ČSN EN ISO 846** a **ČSN ISO 22196**.

Podobně jako u předchozího testu se odebírá vzorek z role zkoušené fólie o rozměrech 50 x 50 (±1) mm. Vzorky se vkládají do Petriho misky, která se popíše. Popis se nesmí provést přímo na samotný vzorek, neboť by značení mohlo ovlivnit průběh testu. Postupuje se podle Metody C uvedené v normě ČSN EN ISO 846. Vzorky se skladují při teplotě 20 (±1) °C a 65 (±3) % vlhkosti. Před testem se vzorky musejí důkladně očistit ponořením do mikrobicidního roztoku na 1 minutu a následně vysušit za sterilních podmínek. Očištěné vzorky se uchovávají ve sterilní nádobě a veškerá další manipulace je pomocí sterilních kleští, aby se vzorek nekontaminoval cizími organickými látkami.

Před nasazením vybrané bakterie se musí připravit suspenze bakteriální buňky, která se inkubuje 24 h při teplotě 29 (±1) °C. Postup přípravy je obsažen v normě ČSN EN ISO 846, přidáním chemických roztoků a následnou aplikací do jedné hodiny po vyrobení finálního produktu. Součástí nasazení bakterie je aplikace inokulace minerálního sodného media, na které se následně bakterie aplikuje. Celá aplikace se provádí ve sterilní Petriho misce, kde se nasazuje připravený roztok bakterie na plochu vzorku.

Po nasazení se vzorky vkládají do inkubátoru při teplotě 29 (±1) °C a vlhkosti 95 (±5) % po dobu 4 týdnů. Pokud na povrchu v průběhu 4 týdnu začne viditelně bakterie růst, může se test považovat za dokončený. V případě uplynutí celé doby testování, se vzorek přezkoumává pod mikroskopem. Bazénové fólie by měli odolat růstu takovéto bakterie a je to i podmínkou při klasifikaci stanovené normou **ČSN EN 15836-2**. (30) (44) (45)

- **Odolnost proti chlóru**

Zkouškou se definuje efekt působení chemické látky na povrchu fólie po určitou dobu. Chlór se používá při testu, jelikož se jedná o nejčastější užívaný prvek pro úpravu bazénových vod. Pro test se připravuje vodní roztok s obsahem volného chlóru o hodnotě 20 ppm, připravený buď z kyseliny dichlorisokyanurové o pH 7 (±0.1), nebo z roztoku chlornanu sodného s aktivním chlorem 12–15 % o pH 7 (±0.1). Kontroluje se změna barvy vzorku po působení vodního roztoku. Popis a vyhodnocení zkoušky je obsažen v normě **ČSN EN 15836-2** v příloze C

Vzorky jsou odebrány z nepoužité role fólie o rozměrech 40 x 80 mm a temperovány při teplotě 28 (±2) °C po dobu 3 hodin. (30)

Připravené vzorky se vloží odděleně do kádinek v laboratoři při stále teplotě 28 (±2) °C. Do kádinek se nalije připravený vodní roztok o objemu minimálně 8 ml na čtvereční centimetr vzorku, podmínkou je kompletní ponoření zkoušeného vzorku. Ponořené vzorky se následně skladují ve tmě v uzavřené komoře. Test probíhá v délce 28 dní při stálé teplotě laboratoře. Vodní roztok v kádinkách se musí alespoň jednou za den promíchat. Každý sedmý den se vymění roztok za nový o stejném objemu jako na začátku testu. Po uplynutí zkoušené doby, se vzorky odeberou z kádinek a omyjí se destilovanou vodou a usuší filtračním papírem. Okamžitě po usušení se měří rozdíl barvy od původní na začátku testu. Rozdíl barev se určuje podle tabulek odstínu šedi obsažené v normě **ČSN EN 20105-A02**. (30) (42)

- **Odolnost proti barvivům**

Tímto typem zkoušky se zjišťují odolnosti fólií na různé druhy barvících činidel. Testují se buď nepoužité fólie přímo vyříznuté z role, nebo vzorky fólií použité při zkoušce otěruvzdornosti, při které je odstraněna ochranná vrstva na svrchní ploše. Každý druh barviva má tabelárně určenou dobu kontaktu s fólií, po které se následně kontroluje stav povrchu. Zkouška je popsána v normě **ČSN EN 15836-2** v příloze D.

Vzorky jsou odebrány o rozměrech 40 x 20 mm z role nepoužité fólie nebo po abrazi. Pro každé barvící činidlo je samostatný vzorek, nelze aplikovat dvě různá činidla na jeden vzorek. Před testem se vzorky temperují na pokojovou teplotu 23 (±2) °C po dobu 3 hodin.

Barvící činidla jsou určena tabelárně, jedná se například o mix slunečnicového oleje a sazí, destilovaná voda s jódem, modrý popisovač a další. Každé činidlo má svou dobu, po kterou je zanechané na povrchu fólie. Aplikace se provádí při teplotě 23 (±2) °C na otřený, čistý a suchý vzorek v množství dvou kapek činidla. Po dosažení určené doby působení se vzorek otře absorpčním papírem a lehce očistí štětcem namočeným v ethanolu. Po hodině od očištění, se vzorek přezkoumá na možnost vzniklých skvrn porovnáním referenčního vzorku bez aplikace barvícího činidla. Posuzuje se viditelnost skvrny a počet činidel, u kterých se skvrny projevily. V případě pochybností je vhodné test s konkrétním činidlem opakovat. (30)

10 Zkoušky provedené na bazénové fólii v praxi

Z popsaných zkoušek prováděných na bazénových fóliích v kapitole 9, bylo vybráno několik testů, které se realizovaly na pozemku školy ČVUT FSv v laboratořích. Zkoušky byly prováděny dle stanovených norem, případně byly upraveny na možnost jejich provedení na fakultě. Pro získání dat bylo využito fólií od firmy Vagnerpool a Renolit, prostřednictvím vzorkovníků, ze kterých se zkoušené fólie odebíraly dle potřebného druhu.
V dalších částech kapitoly jsou popsány jednotlivé realizované zkoušky od přípravy vzorků až po vyhodnocení s doprovodem obrázků. Fotky přiložené k testům byly pořízeny osobně fotoaparátem Nikon D3400 případně mobilním telefonem, u testu otěruvzdornosti bylo využito i skenování vzorků.

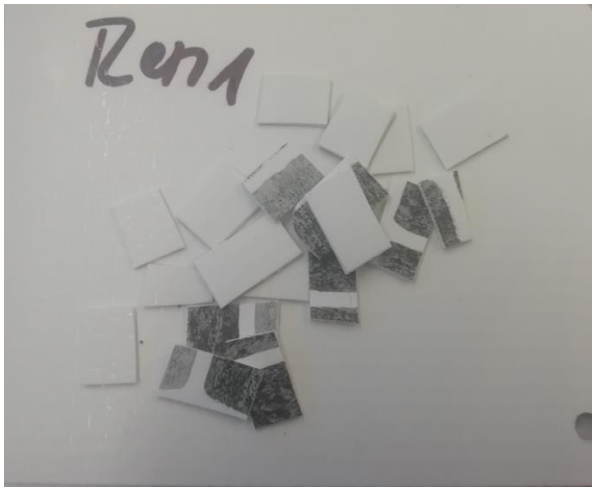
10.1 Zkoušky provedené dle norem

10.1.1 Stanovení hustoty fólií

Ke zjištění hustot různých variant těžkých fólií bylo využito héliového pyknometru Pycnomatic ATC od výrobce Thermo Fischer Scientific, který je stálou výbavou laboratoří katedry K123 ČVUT FSv. Pro zkoušku byly zvoleny fólie jednobarevné, hladké se vzorem a fólie s 3D motivem obou zmíněných firem. Specificky se jedná o Avfol Master, Decor, Relief a Renolit Alkorplan 2000/3000 a Touch. V tabulce č. 3 jsou vypsané výsledky pro každý typ a porovnání mezi sebou.

- **Příprava vzorků**

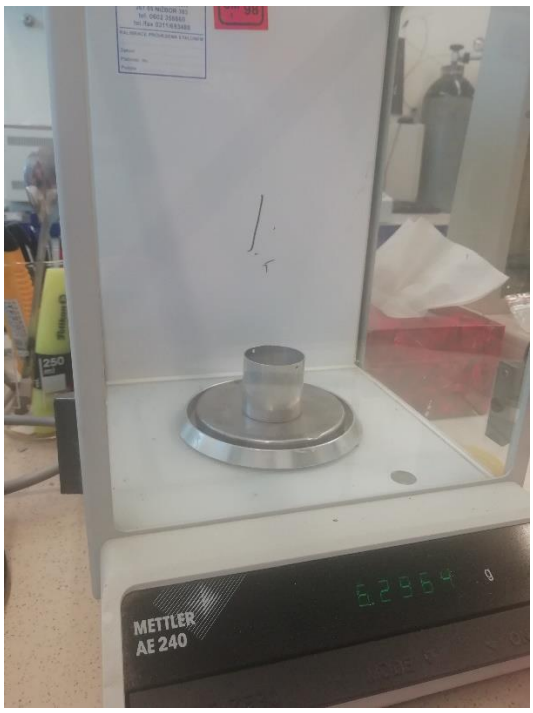
Do héliového pyknometru se vzorky vkládají do měřících kalíšků, a proto je potřeba fólii nastříhat na menší kusy, které se následně vkládaly do připraveného kalíšku. Rozměrové požadavky na nastříhané kousky nebyly, jediná podmínka byla možnost vložení vzorku do zařízení.



Obr. č. 59 – Připravený nastříhaný vzorek pro testování

- **Průběh zkoušky**

Prvním krokem je zvážení samostatného prázdného kalíšku, do kterého se vkládají nastříhané vzorky. Vážení probíhalo na citlivé váze s přesností na čtyři desetinná místa gramu, jelikož přístroj počítá s vysokou přesností, je takováto přesnost potřebná. Zjištěná váha kalíšku se zapsala do přístroje a nastříhané vzorky se vložily do kalíšku. Naplněná nádoba se opětovně zvážila se stejnou přesností a váha též zapsala do přístroje, který následně rozdíl váhy automaticky vyhodnotí.



Obr. č. 60 – Vážení kalíšku na přesné váze

Kvůli citlivosti váhy jsou okolo měřící plochy naistalovány zašupovací krycí skla, jelikož i pouhý poryv vzduchu může ovlivnit výslednou naváženou hodnotu. Pro vážení bylo využito váhy Mettler Toledo AE 240 Analytical Balance.

Jakmile byly zjištěny potřebné gramáže testovacího prvku, vložil se naplněný kalíšek do přístroje viz. obrázek 62. Umístění kalíšku se následně vzduchově utěsnilo krycím závitovým víkem a test se mohl spustit.

Přístroj při spuštění naplní héliem identický prázdný kalíšek, který je zabudovaný v těle přístroje a změří vyvinutý tlak na sondu. Následně stejný objem hélia vyplní naplněný kalíšek se vzorky, u kterého v zásadě sonda naměří rozdílný vyšší tlak, jelikož vzorek fólie zaplňuje částečně prostor kalíšku, a proto je hélium více stlačené než u prázdného kalíšku. Rozdíl naměřených tlaků přístroj následně automaticky vyhodnotí a propočítá objem vzorku v kalíšku. Z určeného objemu a zapsané váhy z vážení, přístroj vyhodnotí hustotu testovaného subjektu. Celý postup měření přístroj provádí minimálně 5x, aby se zajistil co nejpřesnější výsledek. Vypočítané hodnoty mají v přístroji nastavenou specifickou odchylku. Jestli-že jsou hodnoty rozdílné mimo vymezenou míru, zkouška se opakuje vícekrát, dokud není alespoň částečné množství výsledků v mezích shodné. Celý proces měření trvá přibližně 10 min v závislosti na počet cyklů měření přístroje.

Obr. č. 61 a 62 – Aparatura héliového pyknometru (vlevo); Naplněný kalíšek umístěný v přístroji (vpravo)

Po zašroubování víka na umístěné vzorky se přístroj může spustit. Na displeji v průběhu zkoušky jsou informace o teplotě (v průběhu by se měla udržovat stálá teplota cca 20 °C) a naměřeném tlaku. Přístroj s případnou změnou teploty dokáže počítat a výsledek přepočítat do správných hodnot. Po dokončení měřících cyklů se dále objeví výsledná průměrná hodnota měření. Při celém procesu je nutné k přístroji mít připojenou láhev s héliem. Klávesnicí lze do paměti přístroje nadefinovat mimo váhy i název testovacího vzorku a výsledek si vyhledat i později po ukončení konkrétního měření.

Obr. č. 63 – Spuštěný přístroj pyknometru

- **Vyhodnocení zkoušky**

Tabulka č. 3 – Výpis hodnot z měření hustoty

Označení vzorku	Váha prázdného kalíšku [g] / Váha plného kalíšku [g]	Hustota [g/cm^3]	Plošná hmotnost [kg/m2]
AV1	6.2978 / 11.3737	1.23584	1.853
AV2	6.2969 / 11.7972	1.23227	1.848
AV3	6.2965 / 10.8695	1.24088	1.985
AV4	6.2967 / 11.6432	1.23583	1.977
	Avfol průměr:	1.23621	
REN1	6.2965 / 12.3979	1.23211	1.848
REN2	6.2966 / 13.8649	1.21877	1.828
REN3	6.2968 / 13.4470	1.21896	2.438
REN4	6.2962 / 11.0981	1.24984	2.500
	Renolit průměr:	1.22992	
	Celkový průměr:	1.23306	

V tabulce je opsaný zápis z měření na héliovém pyknometru v laboratoři. Značení vzorků bylo přizpůsobeno pro následnou identifikaci druhu.

AV1 … Avfol Decor, t=1.5 mm
AV2 … Avfol Master, t=1.5 mm
AV3 … Avfol Relief, t=1.6 mm
AV4 … Avfol Relief, t=1.6 mm
REN1 … Renolit Alkorplan3000, t=1.5 mm
REN2 … Renolit Alkorplan2000, t=1.5 mm
REN3 … Renolit Alkorplan Touch, t=2.0 mm
REN4 … Renolit Alkorplan Touch, t=2.0 mm

Z výsledků měření lze usoudit, že fólie mají podobné hodnoty hustot a pro určení zatížení na plochu, jak uvádějí většinou výrobci v katalozích, závisí hlavně na tloušťce fólie a jejího vzoru.

Pokud se hodnoty porovnají s katalogem výrobců, přepočítáním vyhodnocené hustoty tloušťkou fólie, vycházejí velmi podobná čísla zatížení. Fólie bez vzoru mají tloušťku 1.5 mm, se vzorem až 2 mm.

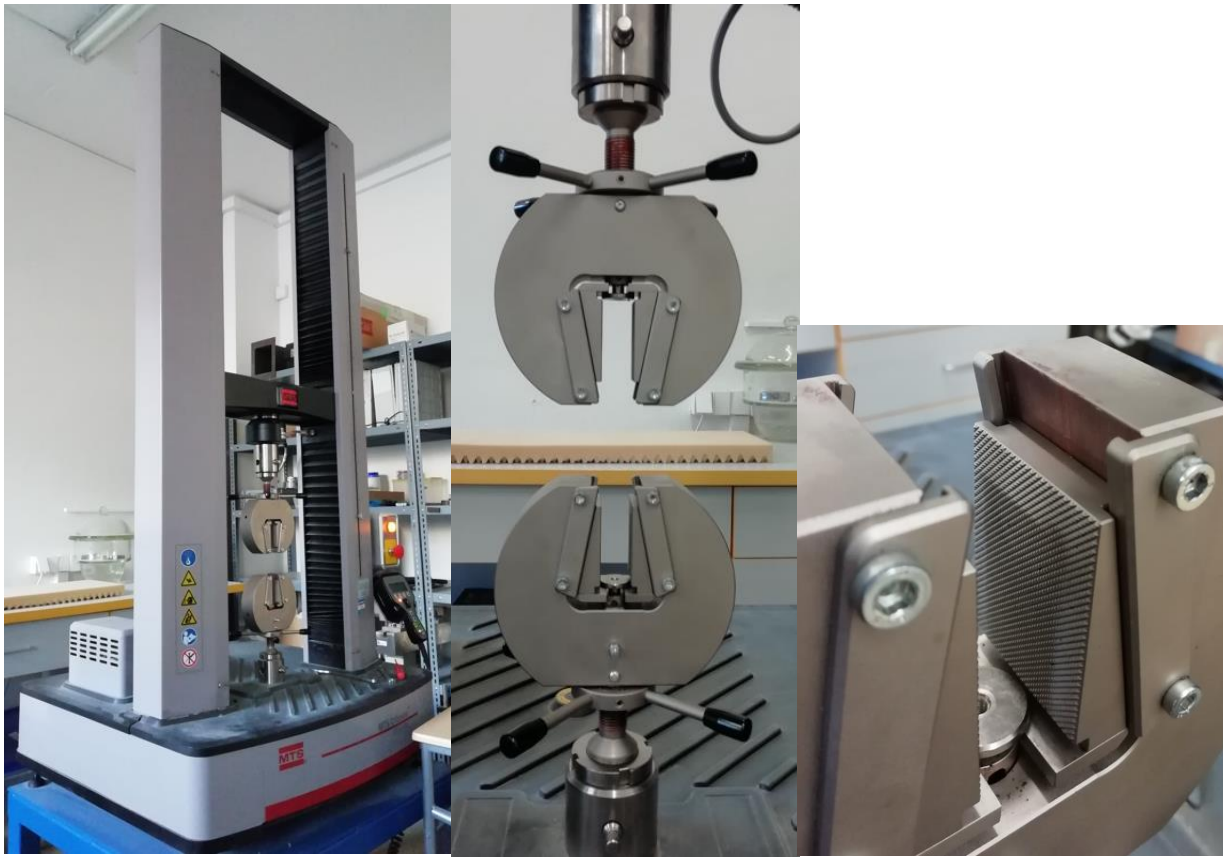
$$m = \rho \times t \rightarrow m = 1233.06 \times 0.0015 \rightarrow m = 1.850\ kg/m^2$$

Kde m … váha na plochu [kg/m^2]
ρ … průměrná hustota [kg/m^3]
t … tloušťka [m]

Výrobce v katalogu uvádí váhu na plochu 1.8 ±0.1 kg/m^2, což odpovídá průměrnému výsledku z provedené zkoušky.

10.1.2 Tahová zkouška

První testované mechanické vlastnosti byly pevnosti v tahu a protažení při porušení vyztužení fólie. Tyto dva aspekty se dají provádět najednou při tahové zkoušce na trhacím přístroji. Pro realizaci této zkoušky bylo využito trhacího přístroje firmy MTS Criterion Model 43, který je též součástí vybavení katedry K123 ČVUT FSv na pozemku školy. Tento typ přístroje lze nastavit na různorodé materiály (plasty, keramika, kompozitní materiál a polymery), které jsou testované na tah, tak i na tlak v nižších mírách pevností. Výhodou tohoto přístroje je průběžná monitorace průběhu zkoušky a současný zápis dat bodů do grafu, který se následně může vykreslit dle potřeb.

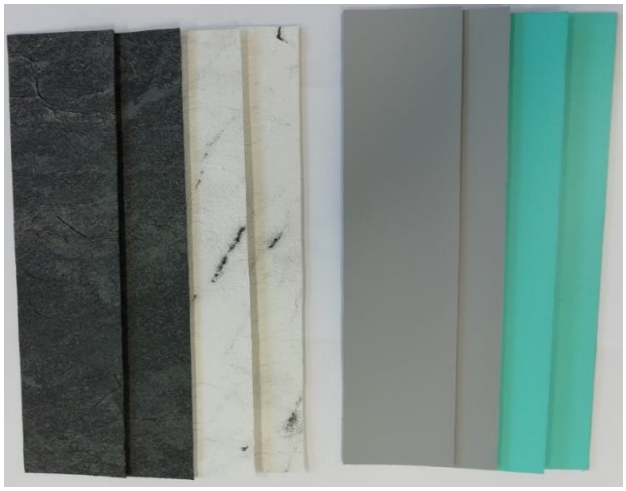


Obr. č. 64 – Trhací přístroj vybavený čelistmi

Pro uchycení vzorků v trhacím přístroji, je potřeba přístroj vybavit čelistmi s povrchem proti prokluzování testovaného materiálu viz. obrázek výše. Vzdálenost čelistí se nastavuje přes připojený počítač, upnutí materiálu v čelistech se provádí ručně točným mechanismem. Při otáčení upínání se čelist vysouvá a díky sešikmení nástavce se čelisti přibližují, až se kompletně sevřou. Síla upnutí tedy záleží na schopnostech obsluhy, ale není problém, zajistit dostatečné sevření, bez vyvinutí velké síly na mechanismus.

- **Příprava vzorků**

Vzorky byly připraveny podle normy ČSN EN 12311-2 metodou A, která je zmíněna v předchozí kapitole 9.4 o mechanickém testování materiálu fólií. Jak norma uvádí, vzorky mají mít minimálně rozměr 200 x 50 mm, kde na každé straně je plocha pro uchycení v čelistech a tažená plocha, kde se má vzorek poškodit. Pro test byly zvoleny varianty hladkých fólií a fólií s 3D motivem. Protože vzorník od firmy Renolit obsahuje vzorové fólie o malém rozměru, testování se provádělo pouze na fóliích Avfol Master a Relief. Předpoklad byl, že hladké varinty Master a Decor budou mít podobné výsledky, jelikož jediný rozdíl je v dekorativním motivu vrchní vrstvy. Tloušťka a druh materiálu je u obou typů stejný.



Pro test každé varianty byly vybrány celkem tři vzorky. Čtvrtý vzorek byl připravený jako případná záloha při selhání nebo potřebném opakování testu. Před zkouškou byly vzorky temperovány v klima komoře dle normy.

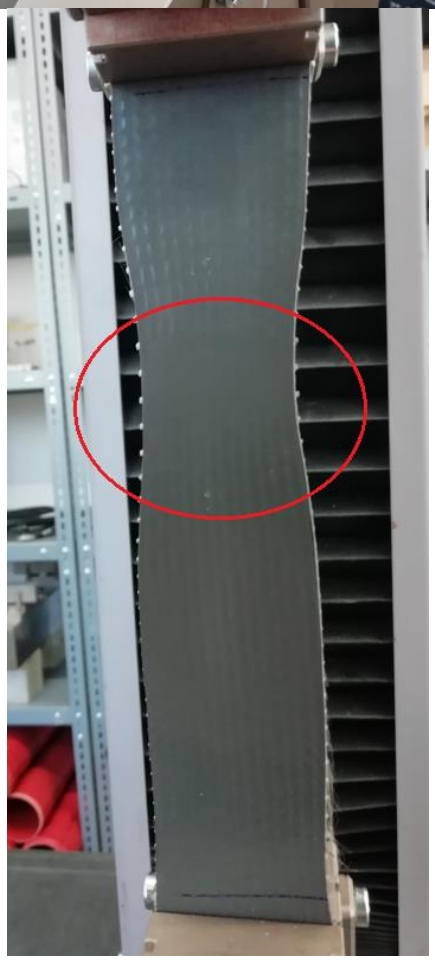
Obr. č. 65 – Vyříznuté vzorky pro tahovou zkoušku fólie, vlevo typ Relief, vpravo typ Master

- **Průběh zkoušky**

Vzorek fólie byl pevně uchycen do trhacího přístroje v čelistech v napnutém stavu, tak aby nedocházelo k nadměrnému prokluzování. V systému přístroje se nastavilo postupné oddalování vrchní čelisti od spodní v rychlosti 5 mm/min. Test má dle normy probíhat až do přetržení vyztužení fólie, kdy nastane maximální tahové napětí a posuzované protažení v moment porušení. Pro zjištění, jak se poškozená fólie bude dále chovat, ponechalo se natahování vzorku i po přetržení výztuže. Časová délka testu byla vždy 10 min od počátku oddalování čelisti. V momentu přetržení se natahovaný vzorek zkontroloval, zda k poškození nedošlo v blízkosti čelisti, jak uvádí norma viz. kapitola 9.4. Po ukončení testu se zkontroloval i záznam průběhu zkoušky a mohl se vzorek z čelistí odebrat. Po resetování nastavení systému se instaloval nový vzorek a zkouška proběhla stejným způsobem u dalšího vzorku.

Dle pravidel normy se vzorek upnul ve vymezených vzdálenostech, tak aby v čelistech byl dostatečný materiál pro uchycení a zajištění proti prokluzu.

Obr. č. 66 – upnutý vzorek v čelistech trhacího přístroje



Obr. č. 67 a 68 – Místo porušení vyztužení fólie (vlevo); Stav fólie při vrácení čelistí do počáteční polohy po provedeném testu (vpravo)

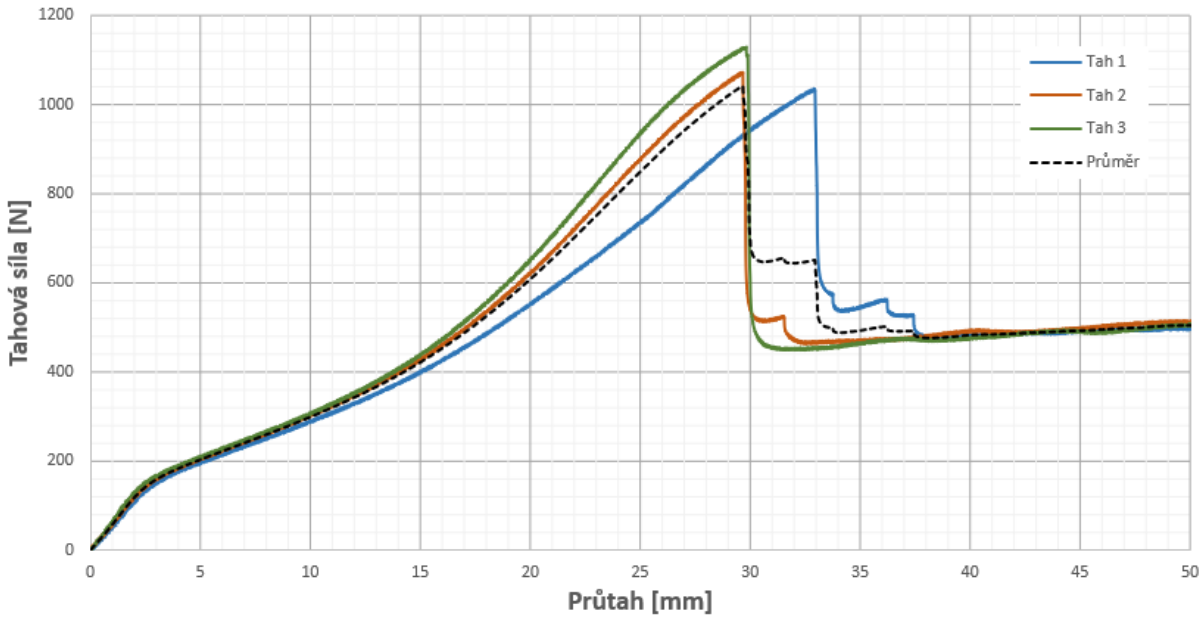
- **Vyhodnocení zkoušky**

Z provedené zkoušky lze získat dva výsledky, maximální tahovou sílu a protažení v moment porušení výztuže, pro zajímavost testu, je uvedena ustálená tahová síla po porušení vyztužení, kdy se průběžně natahuje už pouze PVC-P materiál. Ke každé tabulce přísluší i graf celého průběhu tahové zkoušky. Trhací přístroj po celou dobu snímání zapsal průměrně 6 000 bodů, ze kterých se následně graf vykresloval.

Tabulka č. 4 – Výsledek tahové zkoušky na hladkých fóliích Avfol Master

Označení	Maximální tahová síla [N]	Protažení při porušení [mm]	Tahová síla po porušení výztuže [N]
1	1 034.129	32.943	Cca 497
2	1 070.618	29.658	Cca 511
3	1 128.871	29.811	Cca 506
Průměr	1 077.873	30.804	504.7

Tahová síla po porušení výztuže je průměrná hodnota při ustálení tahové síly ke konci testu.

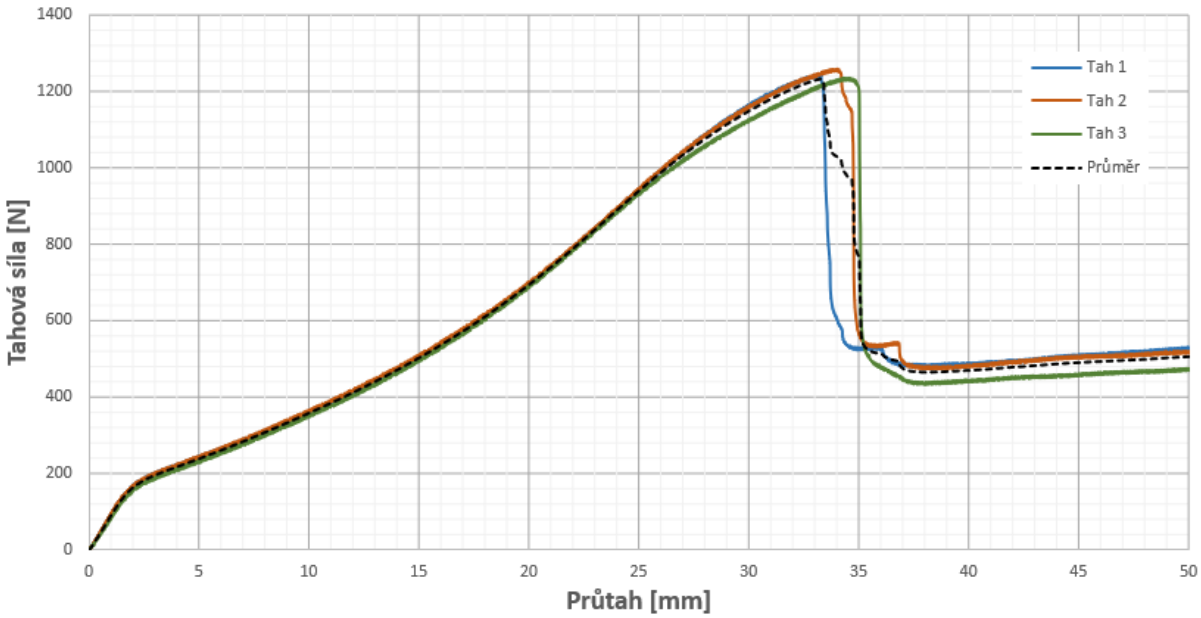


Obr. č. 69 – Graf průběhu tahové zkoušky na hladkých fóliích Avfol Master

Tabulka č. 5 – Výsledek tahové zkoušky na fóliích s 3D motivem Avfol Relief

Označení	Maximální tahová síla [N]	Protažení při porušení [mm]	Tahová síla po porušení výztuže [N]
1	1 239.275	33.206	529
2	1 256.064	33.993	520
3	1 232.361	34.408	506
Průměr	1 242.567	33.869	518.3

Tahová síla po porušení výztuže je průměrná hodnota při ustálení tahové síly ke konci testu.



Obr. č. 70 – Graf průběhu tahové zkoušky na fóliích s 3D motivem Avfol Relief

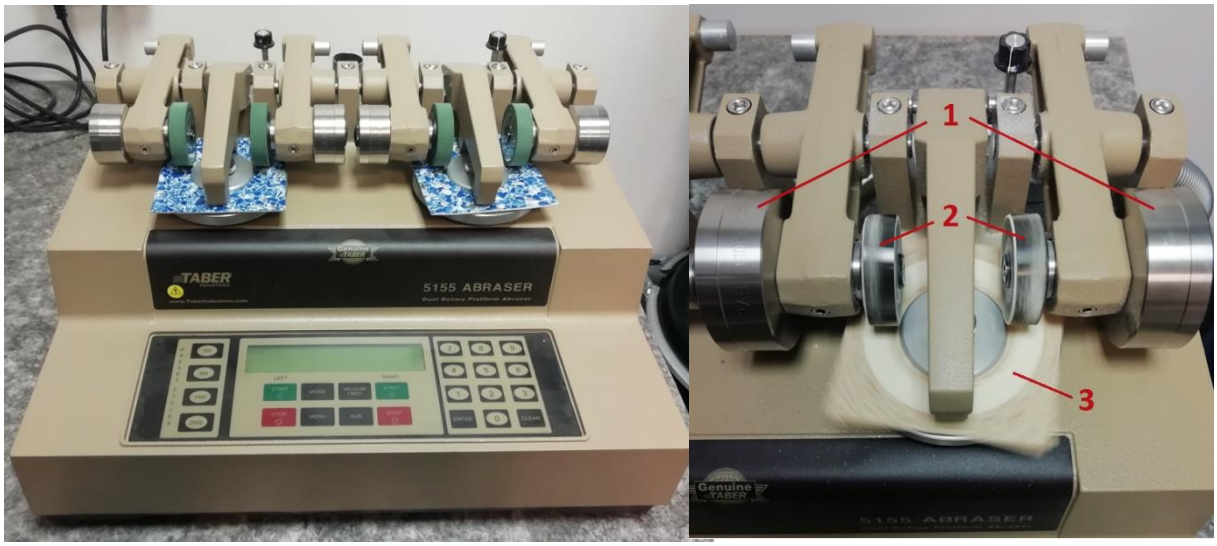
Z grafu je viditelné, že jakmile se poruší vyztužení fólie, tahová síla klesne o více než polovinu v obou případech. Viditelné skoky při poklesu tahové síly, je důsledek přetržení zbývajících vláken vyztužení, která se u maximální síly současně nepřetrhla s ostatními. V obou případech se tahová síla na konci zkoušky (po porušení výztuže) ustálila okolo 500 N, což se dá považovat za tahovou pevnost PVC, ze kterého je fólie vyrobena.

Porovnáním maximálních hodnot tahových sil a průtahu, vychází odolnější fólie s 3D motivem, což může způsobit vyšší tloušťka fólie než u hladké varianty.

Výrobce v technických tabulkách uvádí pevnost v tahu fólie 1.1 kN a protažení 18 ±3 %. Porovnáním s naměřenými daty se dá usoudit, že hodnoty odpovídají realitě zkoušených fólií (protažení zkoušeného vzorku vychází průměrně 16 % u obou variant).

10.1.3 Zkouška otěruvzdornosti

Další zkoušenou mechanickou vlastností byla míra otěruvzdornosti povrchu fólie na abrazním přístroji. Pro zkoušku bylo využito laboratorního přístroje pro stanovení oděru dvourotorový rotační Abrasion Tester 5155 od firmy Taber, který je též součástí stálého vybavení katedry K123 ČVUT FSv. Na přístroji je možné nastavit počet a rychlost otáček (60 nebo 72 otáček za minutu) pomocí zabudovaného počítače. Přítlačná síla je v základu 2.5 N (váha samotného ramene bez brusného kotouče) s možností přidání závaží o váze 2.5 nebo 7.5 N (v součtu je celková přítlačná síla 5 nebo 10 N). K přístroji lze připojit vysavač, který přes sací otvory nad zkoušeným vzorkem odebírá oddělené částice fólie v průběhu zkoušky. Na rameno se instalují do záchytného mechanismu abrazní kotouče určitého druhu podle potřeby testování. Na rotační podložku se uchycuje zkoušený vzorek fólie vyrovnávací destičkou a šroubem tak, aby se vzorek v průběhu testování samovolně neprotáčel a udržoval nastavené otáčky. Vzorek se otáčí kolem své středové osy a v kontaktním místě abrazních kotoučů probíhá otěr vzorku, kotouče se v průběhu zkoušky protáčejí na úchytném mechanismu viz kapitola 9.4.



Obr. č. 71 a 72 – Abrazní přístroj (vlevo); Rotační souprava testovaného vzorku (vpravo)

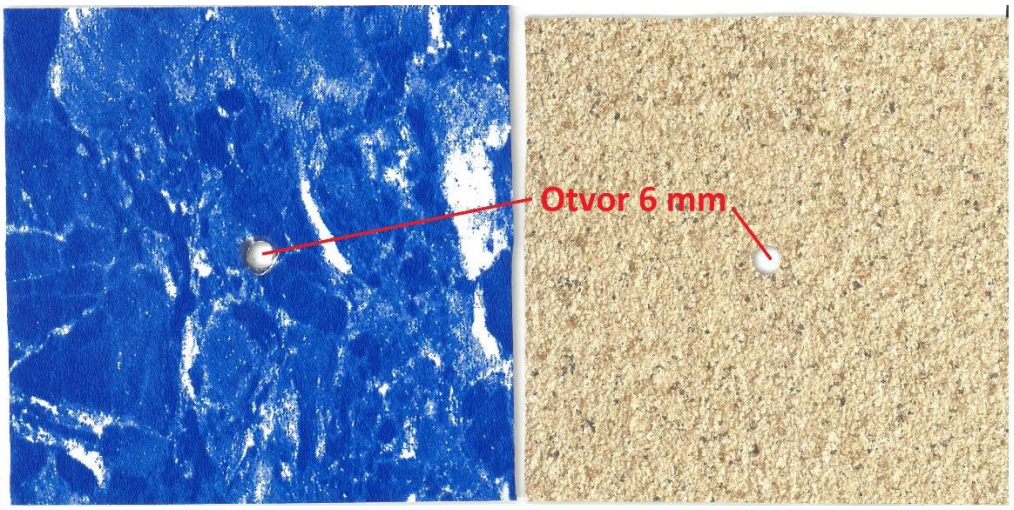
1 … Závaží pro nastavení přítlačné síly

2 … Abrazní kotouče

3 … Rotační plocha s umístěným vzorkem

- **Příprava vzorků**

Při přípravě vzorků se postupovalo podle normy ČSN EN ISO 5470-1. Ze vzorníků fólií se vyřízl vzorek o rozměru 105 x 105 mm a razníkem o průměru 6 mm se vytvořil otvor pro umístění vzorku na rotační podložce přístroje. Pro test byla vytvořena variace fólií, od výrobce Vagnerpool byla zvolena fólie Decor a Relief a od Renolitu alkorplan 3000 a Touch. Jednobarevné fólie pro tento test nebyly zvoleny, jelikož by rozdíl před a po poškození nebyl vizuálně výrazný, za to na fóliích s různými motivy je poškození dobře viditelné. Celkem byly připraveny 2 vzorky od každého druhu, které současně podléhaly testování na obou rotačních plochách. Před zkouškou se vzorky temperovaly v klima komoře, jak uvádí norma.



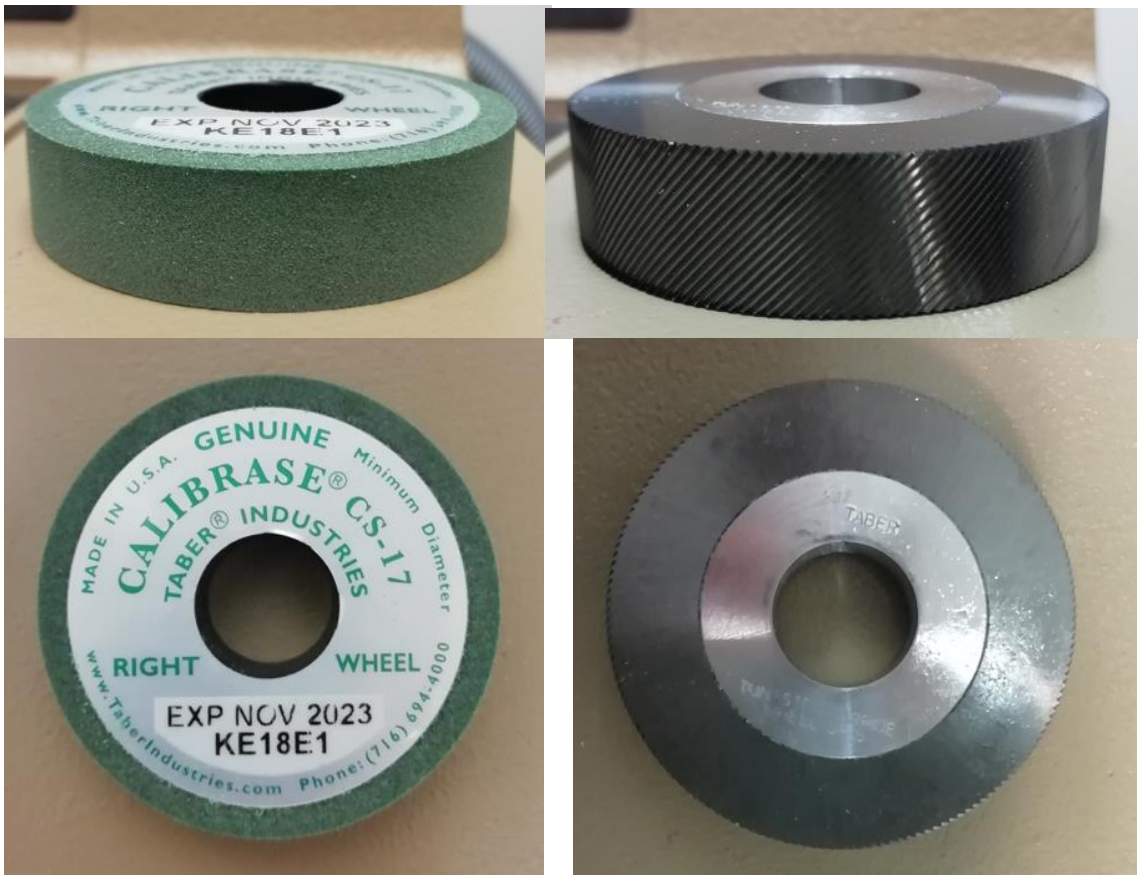
Obr. č. 73 – Připravené vzorky od rozměrech 105 x 105 mm s otvorem uprostřed

- **Průběh zkoušky**

Připravený vzorek se umístil na rotační podložku a uchytil vyrovnávací destičkou a maticí tak, aby se vzorek v průběhu testu neprotáčel. K přístroji se napojila hadice vysavače, který se spároval se spínačem přístroje, aby se spustil ve stejnou dobu jako samotný abrazní přístroj. Byly provedeny dva způsoby testování, první stanovený normou a druhý s hrubším abrazním kotoučem, aby byly lépe viditelné váhové i vizuální rozdíly poškození.

Zkouška podle normy udává velkost přítlačné síly 5 až 10 N a abrazní kotouč CS17, který je složený z pryže a korundu o průměrném množství částic 645 na cm^2 viz. obrázek č. 74. Jedná se o pružný, hrubý brusný kotouč, který vytváří brusnou činnost, simulující čištění, leštění a běžné manipulace. Na levou aparaturu se nainstalovalo závaží o váze 5 N a na pravou 10 N pro zjištění rozdílů abraze. V počítači přístroje se nastavila rychlost otáčení 60 cyklů za minutu, jak udává norma. Ramena se překlopila do aktivní polohy, kdy nastává kontakt kotouče a fólie a test se spustil. Každých 100 cyklů se provádělo oprášení a následné zvážení vzorků k získání úbytku materiálu abrazí.

Doplňková zkouška prováděná hrubším abrazním kotoučem byla provedena na stejném principu jako zkouška podle norem. Protože se má jednat o agresivní působení, naistalovala se na rameno přístroje nejvyšší možná váha 10 N. Pro zkoušku byl použit kotouč S-35 Tungsten Carbine s ostrými šroubovitými ozubenými zářezy natočenými do úhlu 45°, který vytváří velmi silnou abrazi v kombinaci s trháním a brázděním materiálu fólie. Otáčky byly nastaveny též na 60 za minutu a vážení probíhalo ze začátku po 50 a následně po 100 cyklech.



Obr. č. 74 – Abrazní kotouče použity při testování; CS17 vlevo, S-35 vpravo

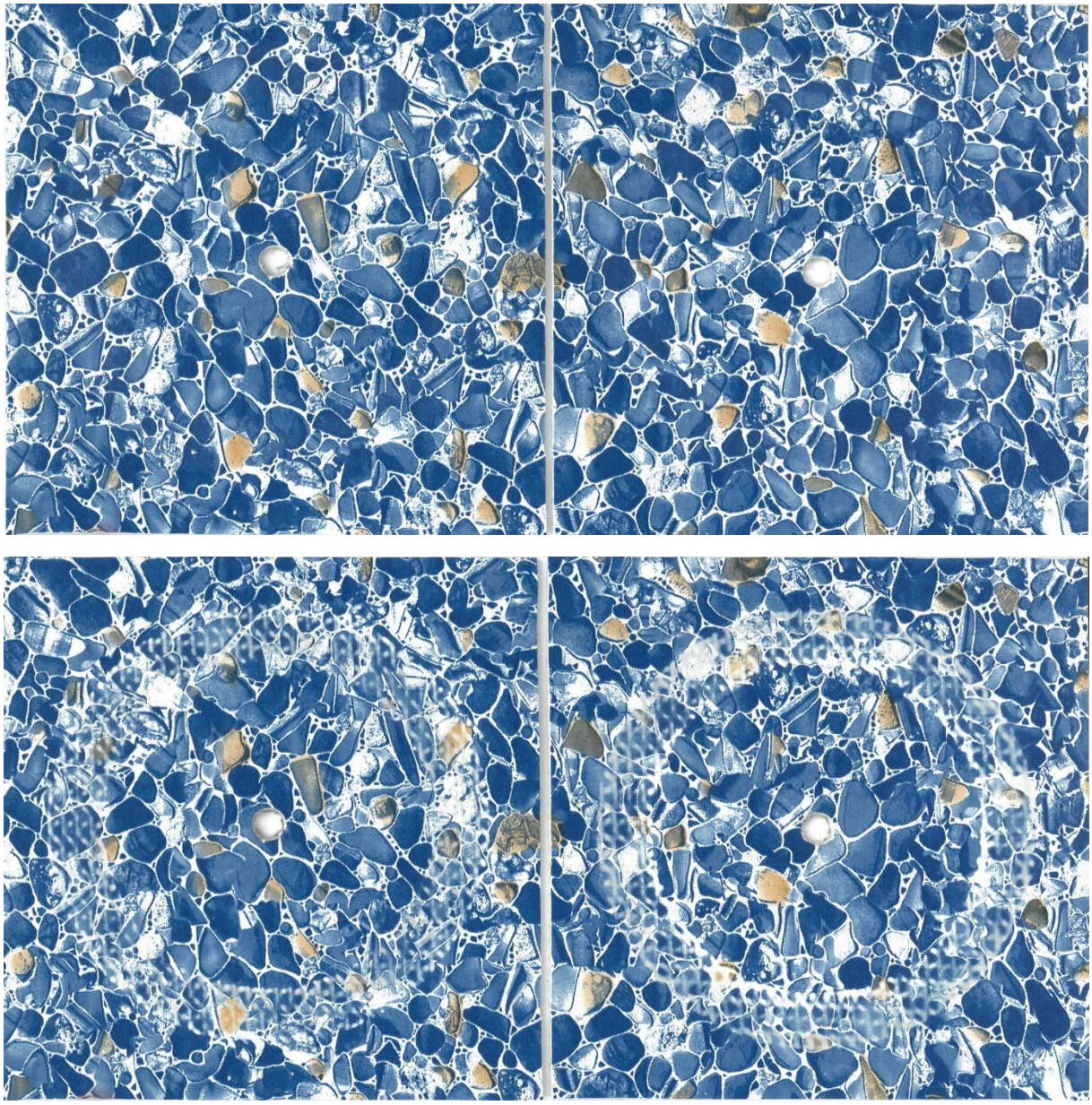
Pro očištění vzorku při vážení se používalo jemného štětečku, aby nenarušil případně poškozovanou strukturu fólie. Vážení probíhalo s přesností na setiny gramu. Během zkoušky se kotouč S-35 zanášel a bylo potřeba po každých 100 cyklech zářezy očistit štětečkem, aby efekt kotouče byl v celém průběhu testu stejný.

Kotouč CS17 je nutné před testem zbrousit brusným papírem o dané hrubosti (udávaná v manuálu ke kotouči), aby se odstranila svrchní vrstva, složená převážně z pryže a malého množství korundu. Po odstranění svrchní vrstvy se brusný papír z přístroje odstranil a mohl se nainstalovat zkušební vzorek.

- **Vyhodnocení zkoušky**

Varianta zkoušky dle normy:

Zkouška provedená dle normy zahrnovala celkově 2600 cyklů na abrazním přístroji. Dále následuje zpřehlednění grafických a hmotnostních rozdílů před a po proběhnutí zkoušky. Vzorky byly skenovány, aby se lépe zachytila míra poškození.



Obr. č. 75 – Rozdíl před a po provedení abrazní zkoušky (2600 cyklů); vlevo jemnější nastavení (přítlak 5 N), vpravo hrubší nastavení (přítlak 10 N)

Vizuální poškození je hlavně viditelné na místech křížení vyztužení fólie, kde je odřený barevný motiv. Ochranný lak byl po abrazí odstraněn, jelikož kruh kontaktu s kotoučem, již nebyl lesklý jako zbytek plochy. Váhový rozdíl byl minimální v jednotkách tisícin gramu.

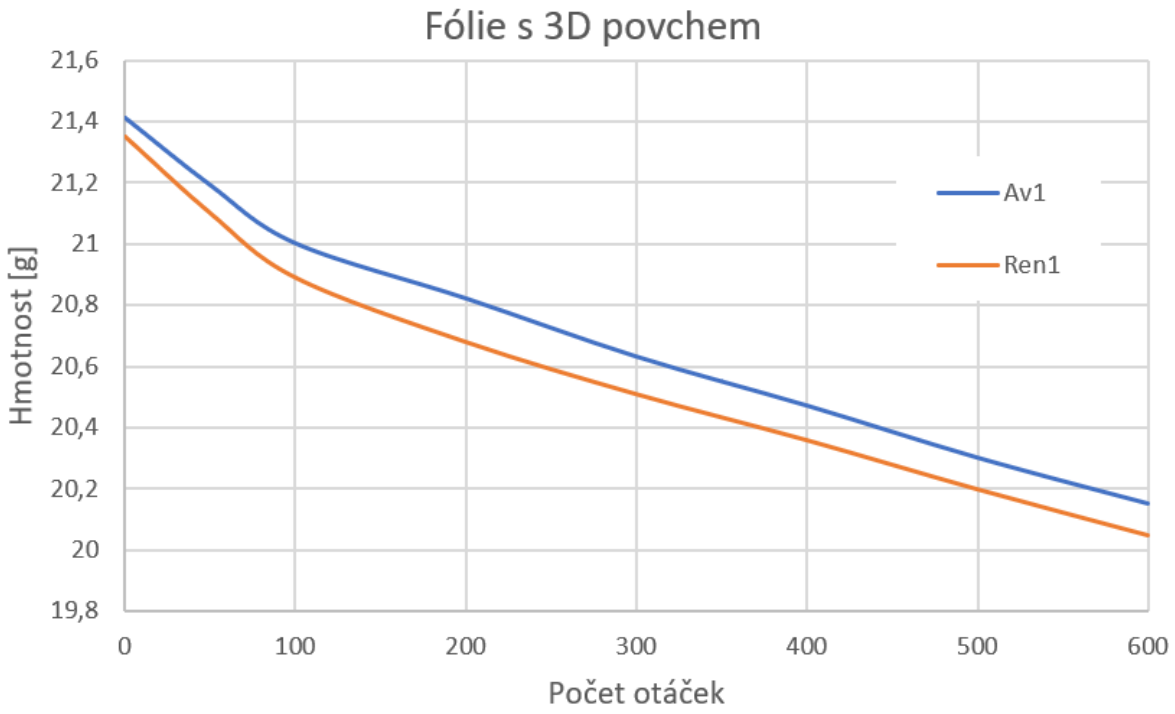
Varianta s přítlakem 5 N:		Varianta s přítlakem 10 N:	
Váha vzorku před	… 20.371 g	Váha vzorku před	… 20.634 g
Váha po 500 cyklech	… 20.370 g	Váha po 500 cyklech	… 20.631 g
Váha vzorku po zkoušce	… 20.365 g	Váha vzorku po zkoušce	… 20.619 g

Úbytek materiálu u varianty s vyšší přítlačnou silou byl dle předpokladu vyšší než u varianty s nižší přítlačnou silou. Rozdíly u obou variant jsou minimální a fólie odolává na normou stanovený test výborně. Zkoušky na dalších druzích fólie nebyly provedeny, protože se u nich předpokládal podobný výsledek.

Norma na kvalitu bazénových fólií požaduje minimálně 100 provedených cyklů s přítlakem 5 N a hodnotí váhové úbytky na 100 cyklů a vizuální poškození. Zkoušená fólie při tomto testu vyšla s pozitivním výsledkem. Viditelná poškození otlačením nastala po **700** cyklech. V katalogu výrobce deklarují odolnost minimálně 500 cyklů.

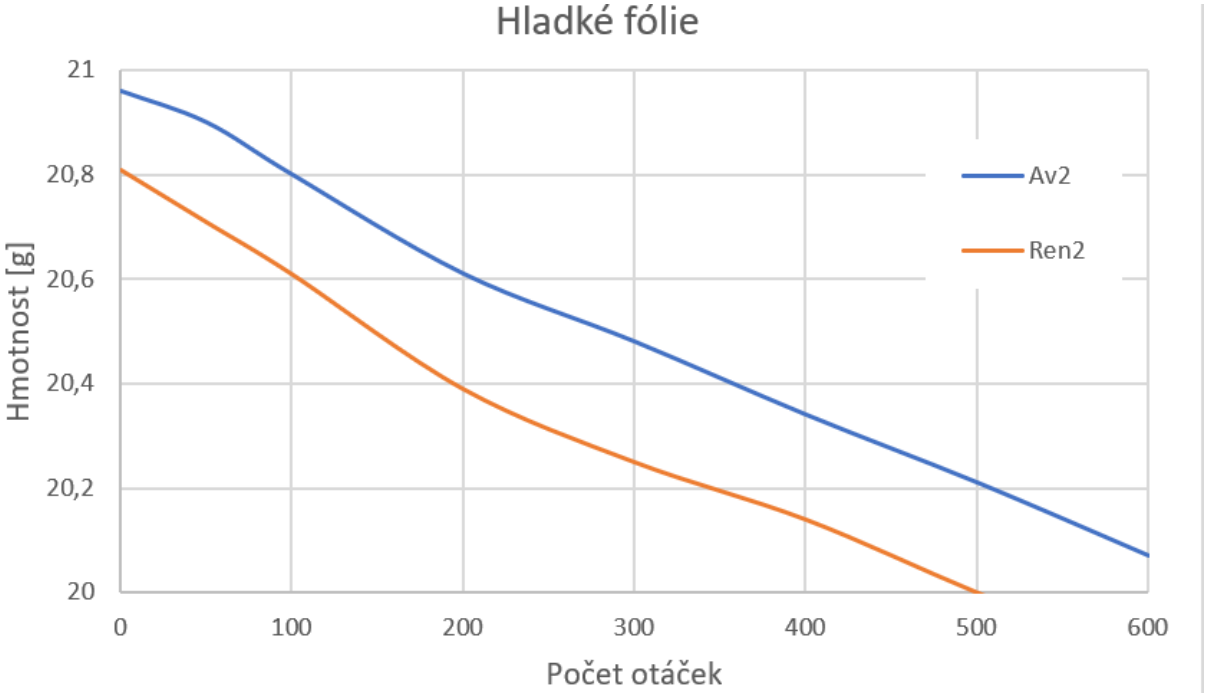
Doplňková varianta zkoušky:

Druhá varianta abrazní zkoušky při použití kotouče S-35 měla na fólii větší efekt a bylo možné lépe vyhodnotit váhové i vizuální rozdíly. Dle zápisu ze zkoušky je vykreslen graf váhových rozdílů u obou variant výrobců fólie s hladkou plochou a 3D motivem.



Obr. č. 76 – Graf úbytku materiálu na fólii Relief a Touch

Av1 … Avfol Relief
Ren1 … Renolit Touch



Obr. č. 77 – Graf úbytku materiálu na fólie Decor a Alkorplan 3000

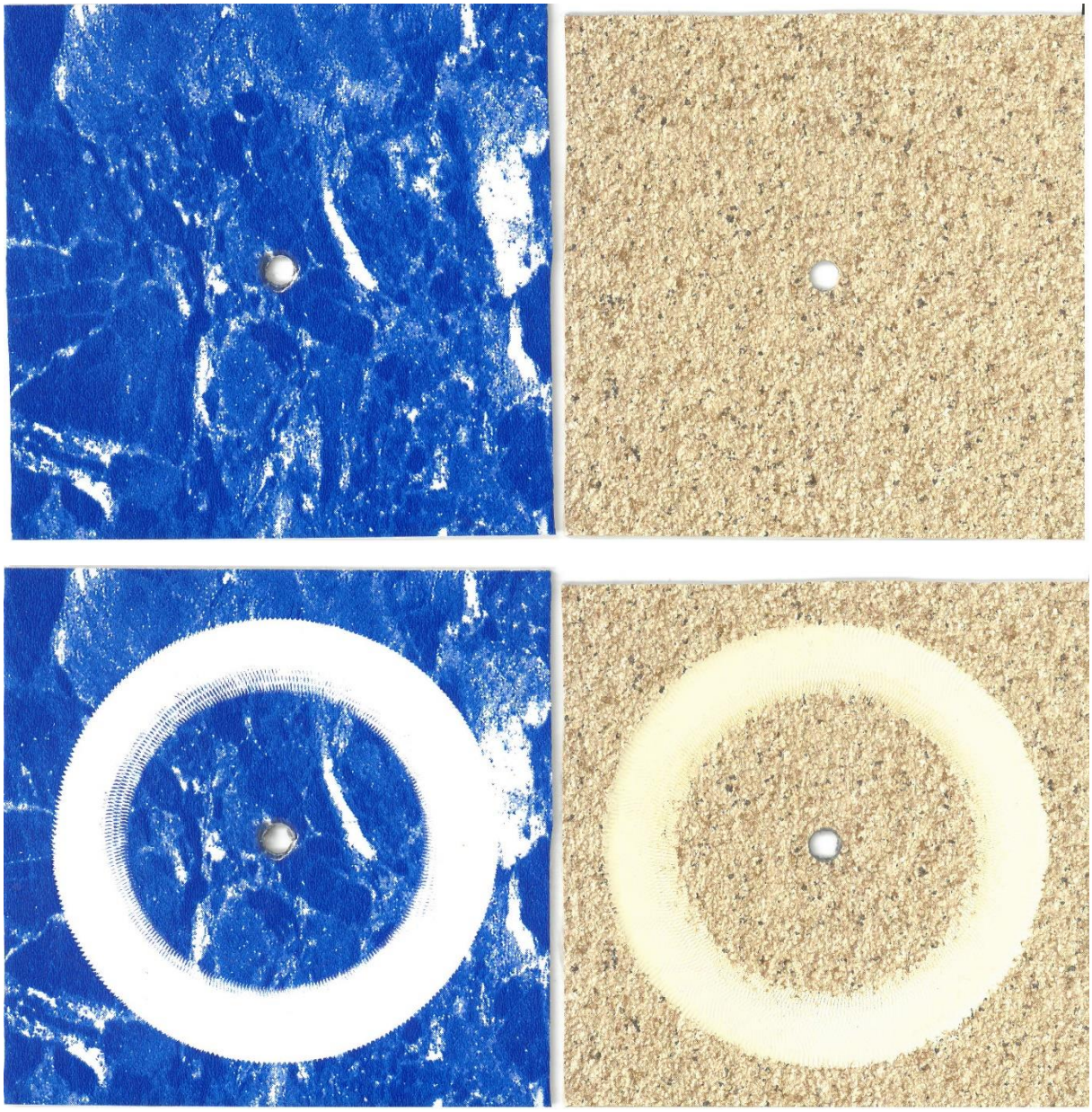
Av2 … Avfol Decor
Ren2 … Renolit Alkorplan 3000

Hmotnostní rozdíly měly u obou variant podobný průběh klesání, což může být hodnocené tak, že oba výrobci mají podobnou abrazní odolnost fólií. Dle výsledků u 3D povrchu je patrné, že na začátku testu ubývá více materiálu než po zbytek testování v porovnání s hladkou fólií. Tento průběh lze vysvětlit tak, že na počátku zkoušky abrazní kotouče působily pouze na výstupky fólie a teprve po obrusu výstupků působily kotouče na fólii celou plochou. Při tomto průběhu byla abraze na začátku zkoušky účinnější a obrusu výstupků byly výsledky úbytku podobné jako u hladké fólie. Test probíhal v délce 600 cyklů, kdy se průběžně provádělo vážení vzorků.

Tabulka č. 6 – Průměrné váhové úbytky abrazní zkoušky v gramech

Počet cyklů	Av1	Ren1	Av2	Ren2
0	0	0	0	0
50	0.22	0.25	0.06	0.10
100	0.19	0.21	0.10	0.10
200	0.18	0.21	0.19	0.22
300	0.19	0.17	0.13	0.14
400	0.16	0.15	0.14	0.11
500	0.17	0.16	0.13	0.14
600	0.15	0.15	0.14	0.13

Váhové úbytky jsou z počátku zkoušky u všech variant vyšší a následně se ustálí na hodnotě průměrně 0.15 gramů za 100 otáček.



Obr. č. 78 – Rozdíl před a po provedení abrazní zkoušky; vlevo varianta hladké fólie, vpravo varianta fólie s 3D povrchem

Po grafické stránce je poškození identické u všech variant jak s hladkým, tak s 3D povrchem. Na okrajích vytvořeného kruhu jsou viditelné zářezy abrazního kotouče i jak se postupně prohluboval do fólie.

Z výsledků je možné říct, že u fólie Avfol docházelo k mírnějšímu poškození u obou variant v porovnání s Renolitem.

10.2 Doplňkové zkoušky

10.2.1 Zkouška stálobarevnosti

Tato zkouška se zakládá na ověření odolnosti proti působení oxidačních činidel na povrch fólie, která by mohla způsobit blednutí barev. Vychází se z ČSN EN 15836-2 popisující postup zkoušky odolnosti proti chlóru, při kterém se používá 15% technický chlornan sodný.

Záměrem zkoušky bylo využití jiného prostředku, který je více dostupný pro majitele rodinného bazénu a byl by použit mezi prvními při odstranění vzniklých skvrn na povrchu bazénové fólie. Jedná se o modré SAVO Original, který je hojně dostupné v obchodech a jeden z nejpoužívanějších čisticích prostředků v domácnostech. Modré SAVO obsahuje necelých 5 % chlornanu sodného a v bazénové technice se využívá jak na čištění povrchů, tak i jako dezinfekce do bazénové vody.

Druhým přípravkem, kterému byla fólie vystavena, byl peroxid vodíku, který byl dostupný v laboratořích fakulty. Jednalo se o 30 % nestabilizovaný peroxid vodíku. Jedná se o účinnější oxidační činidlo než chlornan sodný viz. tabulka č. 1, srovnávající oxidační schopnost chemických látek. (22)

- **Příprava vzorku**

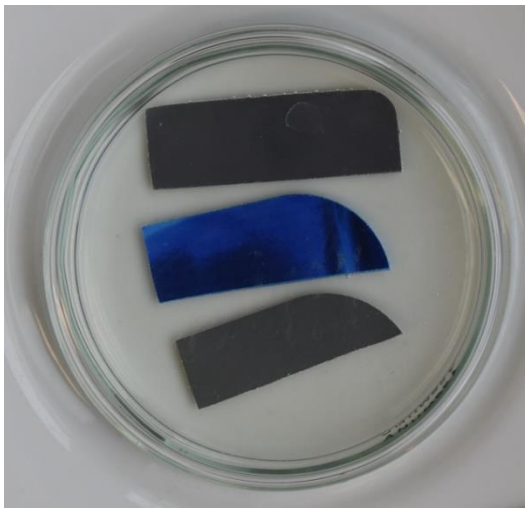
Vzorek fólie byl odstřižen ze vzorníku v šířce a délce vhodné pro vložení do petriho misky. Vzorky byly vytvořeny z fólie Avfol Master, Avfol Decor a Renolit Alkorplan 2000. Jednobarevné fólie jsou v odstínu šedi a dekorativní typ v odstínech modré viz. foto. Od každého druhu byly vytvořeny 3 vzorky, dva ponořené do oxidačních činidel a jeden jako referenční vzorek mimo působení činidla.

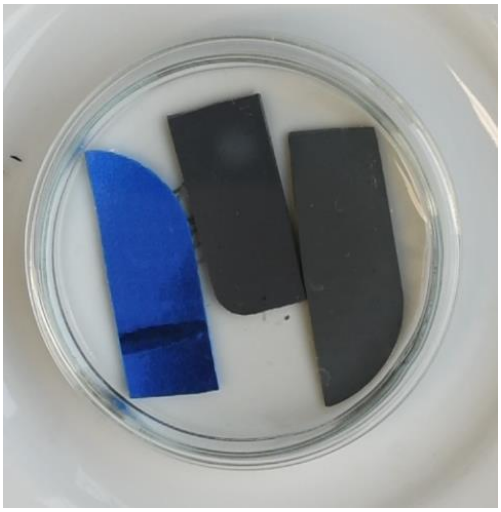
- **Průběh zkoušky**

Nastříhané vzorky ze třech různých fólií se položily do Petriho misky vedle sebe tak, aby mezi sebou neměly fyzický kontakt. Do misky se přililo oxidační činidlo, až byly vzorky plně ponořeny a následně se Petriho miska uzavřela. Tento postup byl aplikován jak u SAVA tak peroxidu vodíku. Vzorky se ponechaly na bílém podkladu v prostoru laboratoře a periodicky se provádělo focení vzorků. Minimálně jednou za týden se kapalina v misce promíchávala a týdně se obměňovala, případně dolévala, aby se zamezilo snižování oxidační schopnosti činidla vyčpěním. Vzorky se ponechaly v laboratoři 28 dní a provedlo se vyhodnocení.

Obr. č. 79 – Aparatura dokumentace postupu blednutí

Stativ umístěný v blízkosti prováděné zkoušky v laboratoři na parapetu.

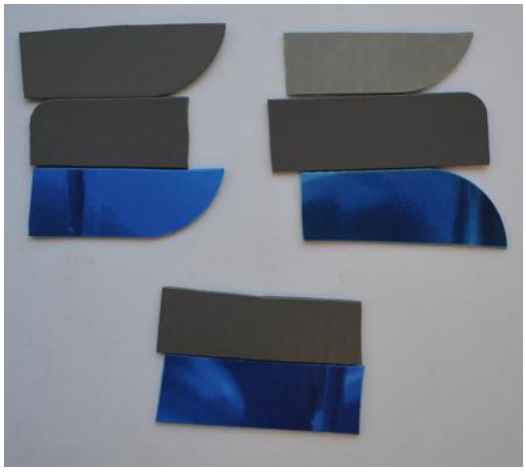


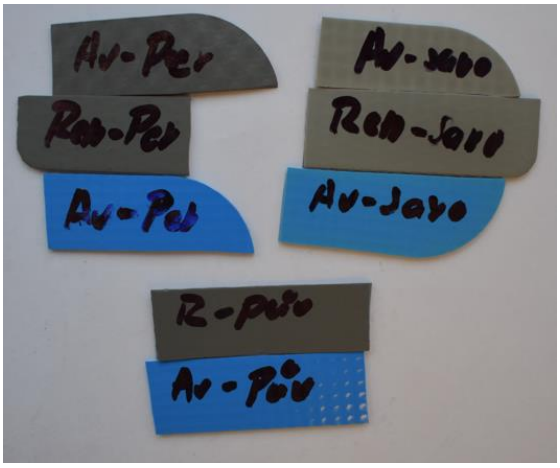


Obr. č. 80 – Vzorky ponořené v oxidačním činidle v Petriho misce; vlevo SAVO, vpravo peroxid

- **Vyhodnocení zkoušky**

Vzorky byly vytaženy z Petriho misek, omyty pod tekoucí vodou a následně osušeny. Po vysušení se provedlo popsání vzorků, aby nedošlo k záměně výsledků.

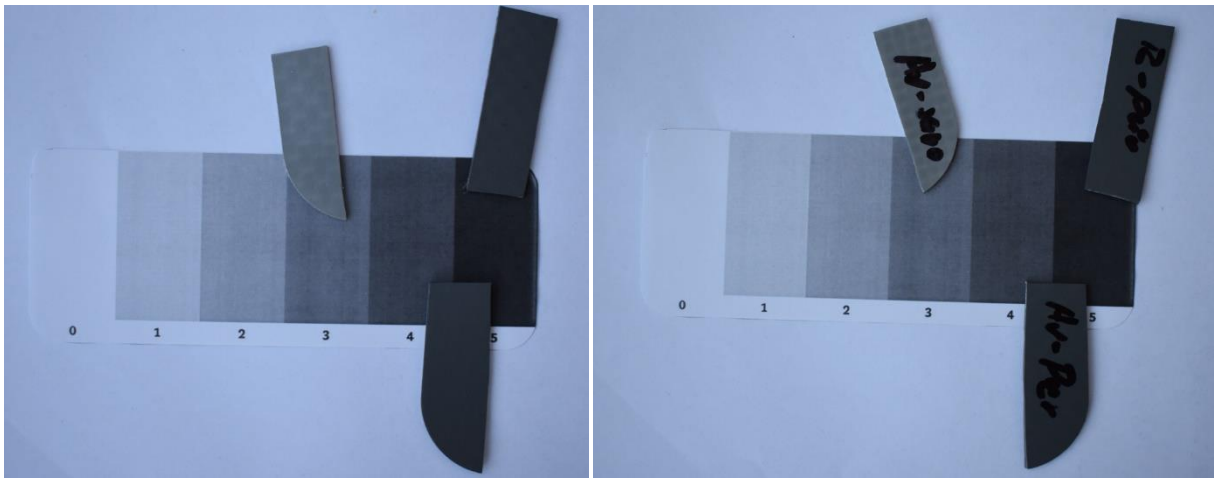




Obr. č. 81 – Vysušené vzorky; vlevo vrchní plocha, vpravo popsaná spodní plocha

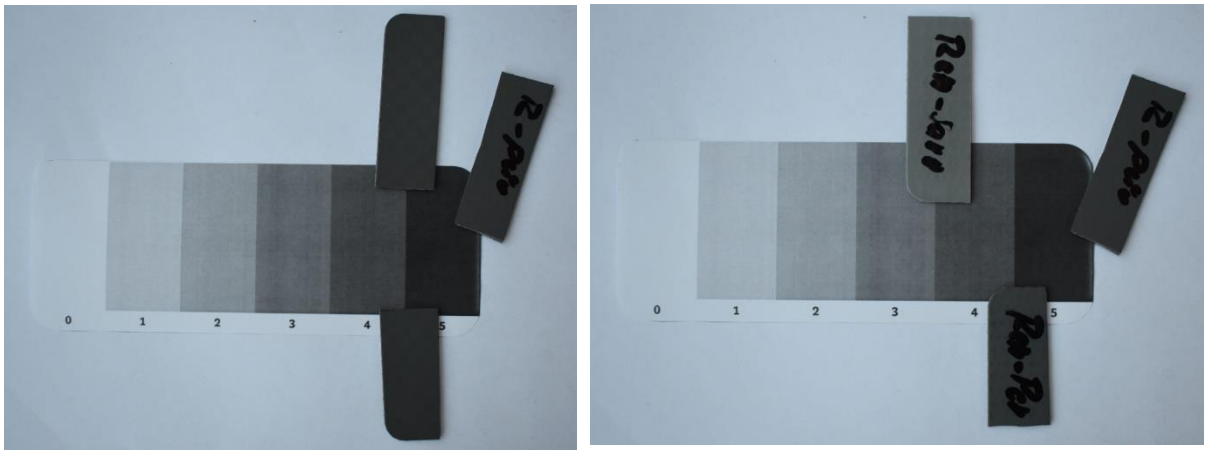
Pro posouzení míry vyblednutí se postupovalo dle normy ČSN EN 20105-A02 prostřednictvím tabulkového rastru odstínu šedi. Z tohoto důvodu byla zvolena šedá barva testovaných vzorků. Vzorník odstínů šedi je nastavený v pěti úrovních od bílé po černou barvu, dle které se kategorizuje číslo šedi vzorku.

Vzorky fólie Avfol Master:



Obr. č. 82 – Vzorky na vzorníku odstínu šedi Avfol; vlevo vrchní plocha, vpravo spodní plocha

Vzorky fólie Renolit Alkorplan 2000:



Obr. č. 83 – Vzorky na vzorníku odstínu šedi Renolit; vlevo vrchní plocha, vpravo spodní plocha

Na obrázcích fólií s porovnáním se vzorníkem odstínů šedi, je po pravé straně referenční vzorek fólie bez vystavení působení činidla. Na horním okraji rastru se nachází fólie vystavené působení SAVA a na spodním okraji peroxidu vodíku.

Z porovnání lze usoudit, že vzorky ponořené v SAVU vybledly více než v peroxidu vodíku, i když se jedná o silnější oxidační činidlo. Při hlubším průzkumu bylo zjištěno, že fólie z PVC, výborně odolává působení peroxidu, a proto je možný rozdíl blednutí obhajitelný. Blednutí u modře zbarveného vzorku bylo podobné jako u šedé varianty. (46)

Dále je možné vidět rozdíl vyblednutí v závislosti na úpravě plochy lakem. Vrchní vrstvy jsou chráněné lakem proti působení vnějšího prostředí. Tento vliv je dobře pozorovatelný u fólií Renolit, kde vrchní plocha má stejný odstín šedi jako referenční vzorek, ale spodní vrstva bez úpravy je vybledlá na nižší stupeň šedi.

Tabulka č. 7 – Fólie vystavena působení SAVA

Typ fólie	Stupeň šedi na začátku zkoušky	Stupeň šedi na konci zkoušky
Avfol Master – Horní plocha	4-5	3
Avfol Master – Spodní plocha	4-5	3
Renolit Alkorplan2000 – Horní plocha	4-5	4-5
Renolit Alkorplan2000 – Spodní plocha	4-5	3

Tabulka č. 8 – Fólie vystavena působení peroxidu vodíku

Typ fólie	Stupeň šedi na začátku zkoušky	Stupeň šedi na konci zkoušky
Avfol Master – Horní plocha	4-5	4-5
Avfol Master – Spodní plocha	4-5	4-5
Renolit Alkorplan2000 – Horní plocha	4-5	4-5
Renolit Alkorplan2000 – Spodní plocha	4-5	4-5

Výrobci v technických listech udávají maximální stupeň vyblednutí, při působení roztoku z 15 % chlornanu sodného, do stupně šedi 3, což v provedeném testu obstálo.

10.2.2 Zkouška oživení – Odolnost vůči působení mikroorganismů

Zkouška v podobě vodní lázně byla vytvořena pro zjištění možnosti tvoření skvrn na povrchu fólie a růstu mikrobiologie v geotextílii pod fólií. Test se prováděl v laboratorním prostředí v přepravních plastových euro bednách s atestem, do kterých se umístily připravené vzorky a zalily se vodou. Bedny byly umístěny na parapetu s okny na Severo-západ s možností slunečního svitu do místnosti.

Zkouška má simulovat zazimování bazénového provozu, kdy se nechává u dna malé množství nefiltrované vody přes několik měsíců. Pro test bylo použito dvou variant vody. V první variantě byla voda odebrána z vodovodního řadu v laboratoři před zahájením zkoušky a v druhé variantě byla voda odebrána z barelu, kde byla voda ponechána po dobu čtvrt roku od odběru z vodovodního řadu. Během této doby došlo k odstátí a postupnému oživení této vody. Voda v barelech se před naléváním do beden promíchala a nánosy na stěnách nádrže setřely, aby se i tyto prvky dostaly do zkoušeného prostředí.

V průběhu testování se každý týden měřily hodnoty veličin prostředí místnosti laboratoře a vody. V místnosti byla měřena teplota a vlhkost přístrojem VOLTCRAFT VC-4in1. Ve vodní lázni se též měřila teplota vody a následně i pH a výpar v uplynulém týdnu. Teplota a pH vody se měřily ručním přístrojem Combo od firmy HANNA a výpar nalepeným měřítkem na stěně bedny (z počátku zkoušky měřeno externím svinovacím metrem). Na počátku zkoušky se měřily i koncentrace volného chloru ve vodě kolorimetrickou metodou přístrojem Colorimeter C401 od firmy EUTECH INSTRUMENTS. Koncentrace volného chlóru se v průběhu jednoho týdne snížily na nízké neměřitelné hodnoty, a proto se od měření odstoupilo.

Obr. č. 84 – Měřící přístroje

Zleva:
- Kolorimetr – měření volného chloru
- VOLTCARFT – měření vlhkosti a teploty v místnosti
- Combo – měření pH a teploty vody
- Svinovací metr na měření výparu

- **Příprava vzorků**

Ze vzorníku bazénové fólie Vagnerpool byly vyříznuty vzorky o rozměru 70 x 100 mm varianty Master. Pro každou variantu vodní lázně příslušelo 5 vzorku fólie, které se od sebe lišily úpravou podkladní geotextílie a zaizolováním. Pro provedení testu a zajištění stálé polohy geotextílie a fólie, byly laserově vyříznuty rámečky z nerezové oceli s možností sešroubování o stejných rozměrech 70 x 100 mm. Rámečky se po vyříznutí očistily od zbytkového materiálu po vyříznutí a sejmula se ochranná fólie. V každé sadě vzorků je jeden bez úpravy, dva s podkladní geotextílií a dva s podkladní geotextílií s vodotěsnou izolací, provedenou silikonem pro zamezení zatékání vody do geotextílii.

Vzorek č. 1 - fólie bez jakékoliv úpravy a bez pokladní geotextílie.

Vzorek č. 2 - fólie s podkladní žehlenou geotextílii s možností zatékání.

Vzorek č. 3 - fólie s podkladní nežehlenou geotextílií s možností zatékání

Vzorek č. 4 - fólie s podkladní žehlenou geotextílií s izolováním proti zatékání

Vzorek č. 5 - fólie s podkladní nežehlenou geotextílií s izolováním proti zatékání

Po seskládání vrstev se rámečky sešroubovali. Aby bylo možné sešroubovaní provést, byly razníky o průměru 4 mm vyraženy do fólií a geotextílií otvory, skrz které prochází šroub průměru 4 mm. U vzorků, u kterých se prováděla vodotěsná izolace, se aplikoval sanitární silikon po celém obvodu složeného vzorku a v místech sešroubování tak, aby nedocházelo k zatékání skrz šroubový spoj a po obvodu rámečku.

Obr. č. 85 – Kompletní sada zkušebních vzorků, číslování viz. příprava vzorků

- **Průběh zkoušky**

Plastová euro přepravka se umístila na vybrané místo na parapetu laboratoře, aby byla volně přístupná a mohla být průběžně prováděna potřebná měření. Přepravka se naplnila vodou do určité výšky hladiny a připravené vzorky se vložily s rozestupem na dno nádoby. Počáteční výška hladiny se označila fixem na stěně a následně se přilepil metr pro snadné odečítání výparu vody. Každý týden se provádělo celkové měření hodnot ručními přístroji zmíněné v úvodu zkoušky. Zkouška se začala provádět k datu 18.10.2021 a ponechala se až do 16.12.2021, tedy v délce 60 dnů. Zkouška s odstátou vodou je o týden opožděna z důvodu příprav vzorků. 17.11.2021 se provádělo dolití obou nádob na počáteční rysku stejným druhem vody. Při dolévání oživené odstáté vody z barelu se opět provedlo promíchání a setření stěn od nánosů, aby se veškeré prvky přenesly do testovacího prostředí.

Testovací nádoby byly po celou dobu umístěny na stejném místě na parapetu a nebyla prováděna žádná manipulace kromě dolévání potřebné vody. Orientace oken zaručuje převážně stinné prostředí s možným přímím slunečním zářením v odpoledních hodinách. Simulace prostředí tedy odpovídá krytému stinnému bazénu s přírodním osvětlením. V průběhu se sledovala i změna povrchů fólie a postranní hrana, kde byla vidět geotextílie. Po uplynutí zkušební doby se vzorky odebrali z nádob, rozebraly na části a provedlo se vyhodnocení.

Tabulka č. 9 – Záznam měřených veličin nádrže s vodou z řadu

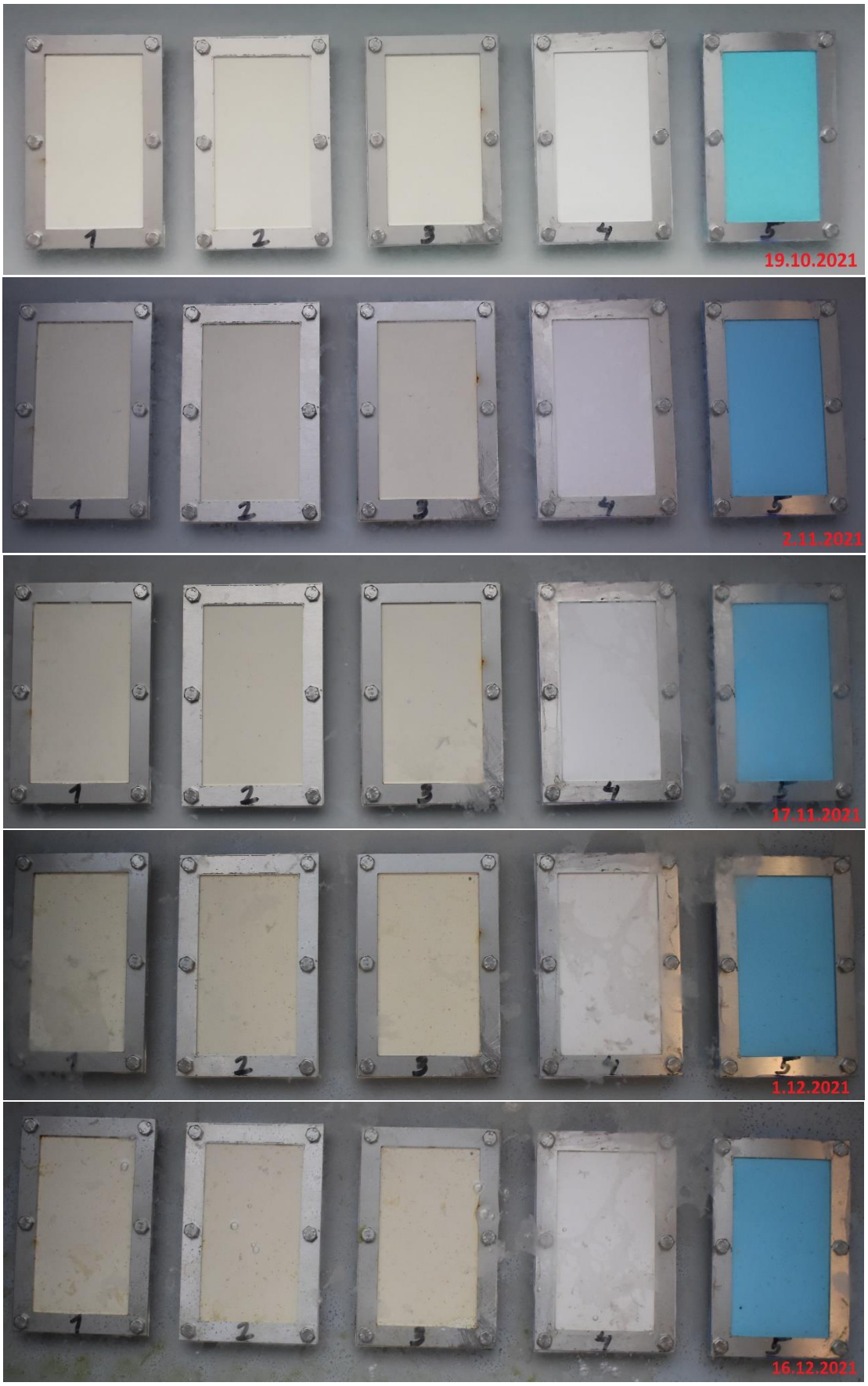
Datum / Veličina	19.10.2021	27.10.2021	2.11.2021	10.11.2021	17.11.2021	24.11.2021	1.12.2021	9.12.2021	16.12.2021	Průměr hodnot
Teplota [°C]	23.0	22.8	22.0	22.5	21.4	21.5	21.6	21.6	21.8	22.0
Tep. Vzduchu [°C]	23.6	24.6	24.7	24.1	24.1	24.3	23.3	23.2	23.6	23.9
Vlhkost [%RH]	x	34.2	34.2	33.2	34.0	33.0	32.8	32.1	33.1	33.3
pH	8.32	8.35	8.16	8.49	8.25	8.35	8.36	8.32	8.28	8.32
Výpar [mm]	0	16	21	15	17	18	24	16	15	2.5/d

Tabulka č. 10 – Záznam měřených veličin nádrže s oživenou odstátou vodou

Datum / Veličina	19.10.2021	27.10.2021	2.11.2021	10.11.2021	17.11.2021	24.11.2021	1.12.2021	9.12.2021	16.12.2021	Průměr hodnot
Teplota [°C]	x	24.4	21.8	22.1	22.4	22.2	21.7	21.5	22.0	22.1
Tep. Vzduchu [°C]	x	24.6	24.7	24.1	24.1	24.3	23.3	23.2	23.6	23.9
Vlhkost [%RH]	x	34.2	34.2	33.2	34.0	33.0	32.8	32.1	33.1	33.3
pH	x	7.82	8.32	8.25	8.03	8.30	8.38	8.27	8.28	8.21
Výpar [mm]	x	0	19	16	17	19	22	17	14	2.45/d

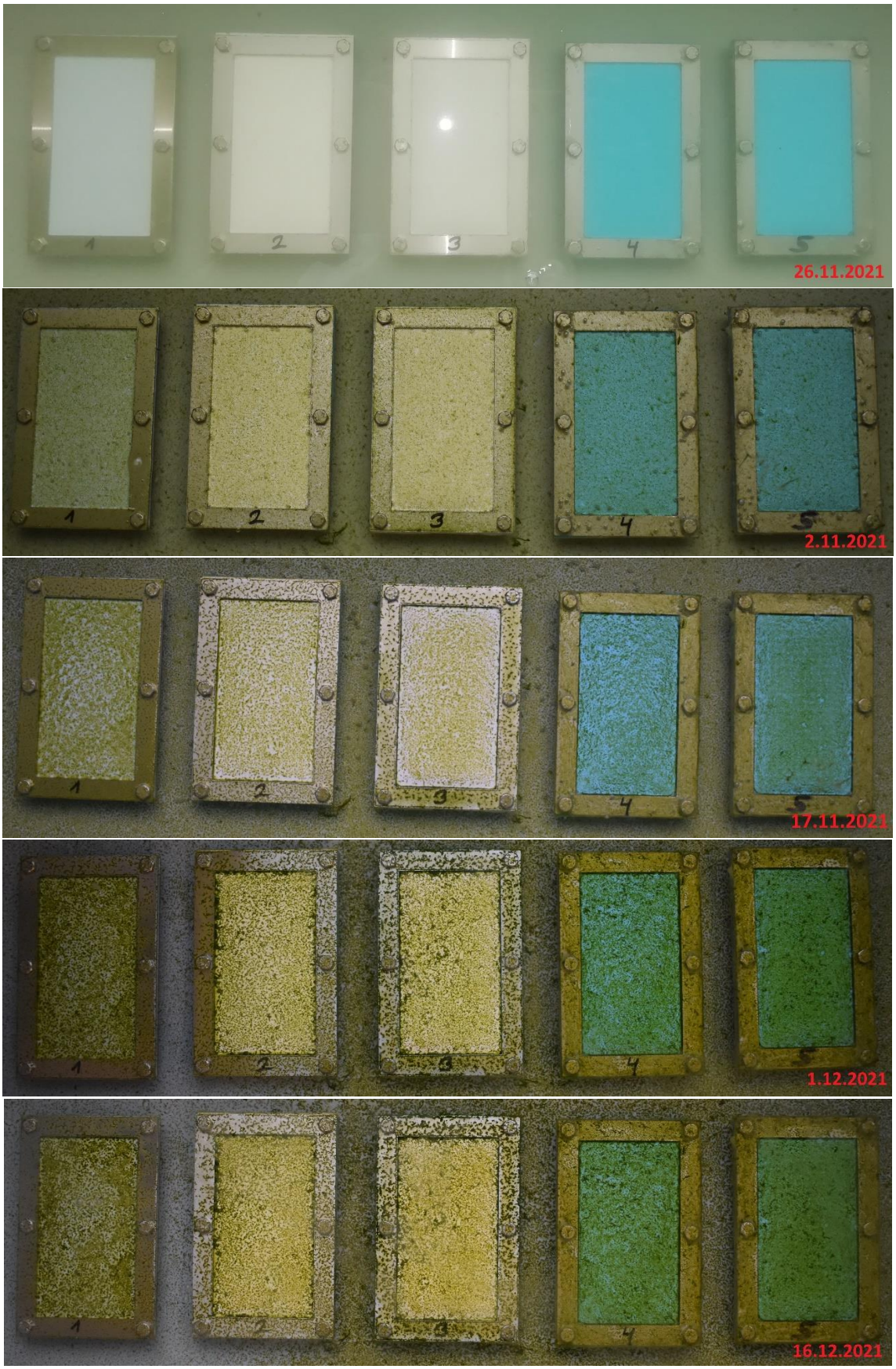
V buňkách se znaménkem **x** nebylo provedeno měření. U spodní tabulky je měření posunuto o jeden týden, jak je uvedeno v textu výše. Průměr u hodnoty výparu je přepočítán jako úbytek vody v milimetrech na jeden den po celou dobu průběhu zkoušky.

Průběh zkoušky v nádobě s vodou z řadu (varianta 1):



Obr. č. 86 – Průběh zkoušky s vodou z řadu

Průběh zkoušky v nádobě s oživenou odstátou vodu (varianta 2):



Obr. č. 87 – Průběh zkoušky s odstátou vodou

Obrázky dokumentují průběh zkoušky v časovém kroku po 14-ti dnech testování od začátku až po konec.

U varianty nádoby s vodou z řadu (varianta 1) se povrch fólie výrazně nemění. Přibližně měsíc od začátku zkoušky, se na povrchu vzorků začaly tvořit usazeniny a skvrny nečistot obsažených ve vodě, převážně se jednalo o sraženiny způsobené tvrdostí vody. Jak se zkouška blížila ke konci, na povrchu nádoby i vzorků, byly viditelné zelené skvrny mikroorganismů. Tyto skvrny jsou dobře viditelné na posledním obrázku před ukončením testu.

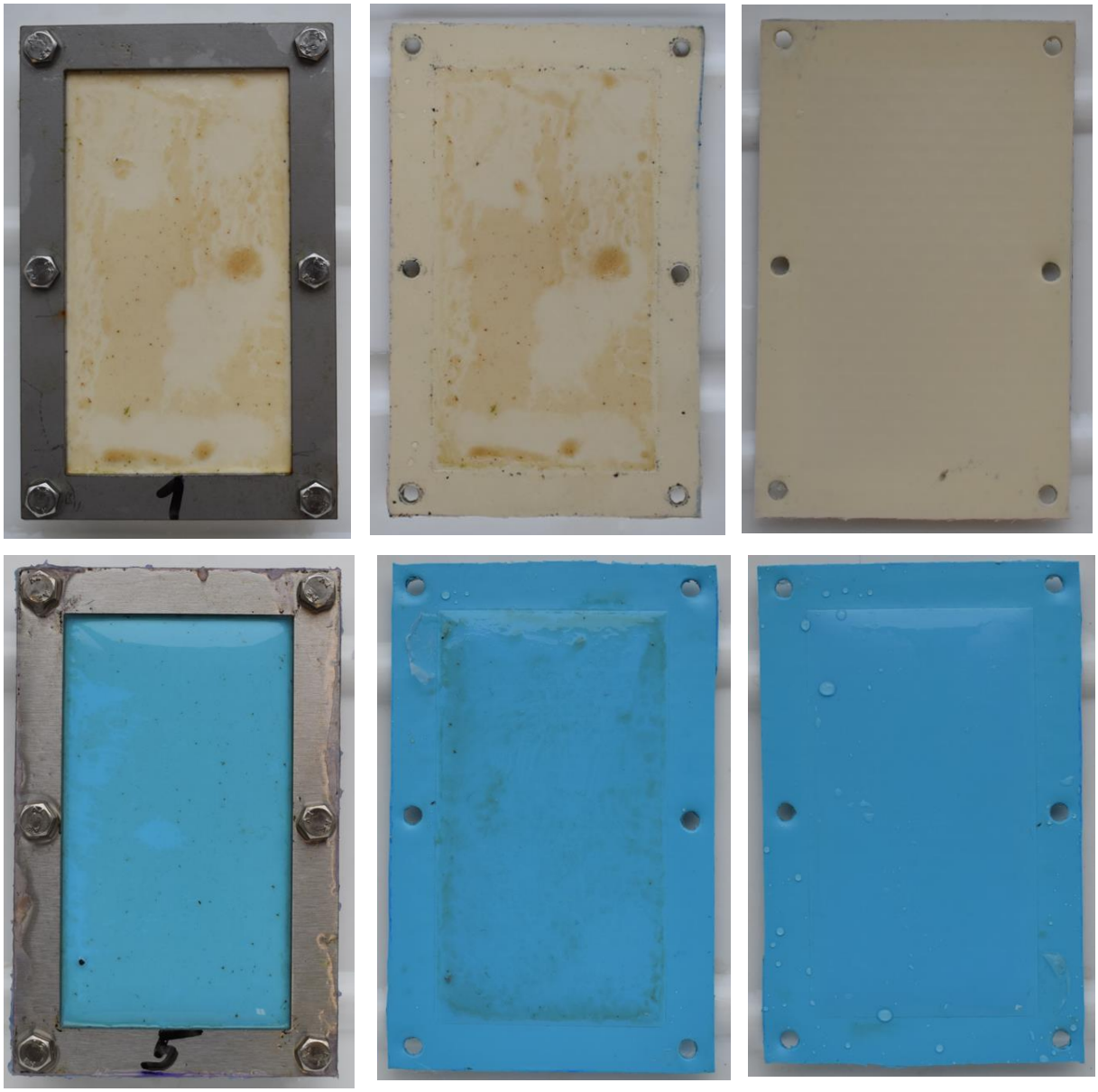
Druhá varianta zkoušky (varianta 2) měla zajímavější průběh, jelikož již na počátku zkoušky bylo vneseno oživení mikroorganismy. Na počátku byla voda homogenně nazelenalá bez žádných sedimentů na dně nádoby. Při další kontrole průběhu zkoušky, se na dně již objevilo malé množství zelených sedimentů, které se v průběhu zkoušky umocňovalo. Na 4. obrázku průběhu zkoušky je viditelný efekt dolévání vody do nádoby, které se provádělo v levém dolním rohu, a proto je na fotkách po levé straně méně usazenin než na pravé straně. Převážně se jedná o zelený typ řasy, který se postupně rozšiřuje po celé ploše nádoby.

Obr. č. 88 – Umístění testovacích nádob se vzorky

- **Vyhodnocení zkoušky**

Vzorky se postupně odebíraly z vodní lázně do vedlejší bíle vaničky, kde se vzorek rozebral a vyndal z rámečku. Každá fólie se následně očistila od sedimentů na povrchu a zhodnotilo se, zda po očištění zůstanou viditelné skvrny nebo jiná poškození struktury povrchu. U vzorků s podkladní geotextílií se též zjišťovalo uživení geotextílie a zda je rozdíl mezi žehlenou a nežehlenou variantou. Dále se porovnával rozdíl mezi izolovaným vzorkem a neizolovaným vzorkem, kde hlavní rozdíl byl ve vzhledu geotextílie.

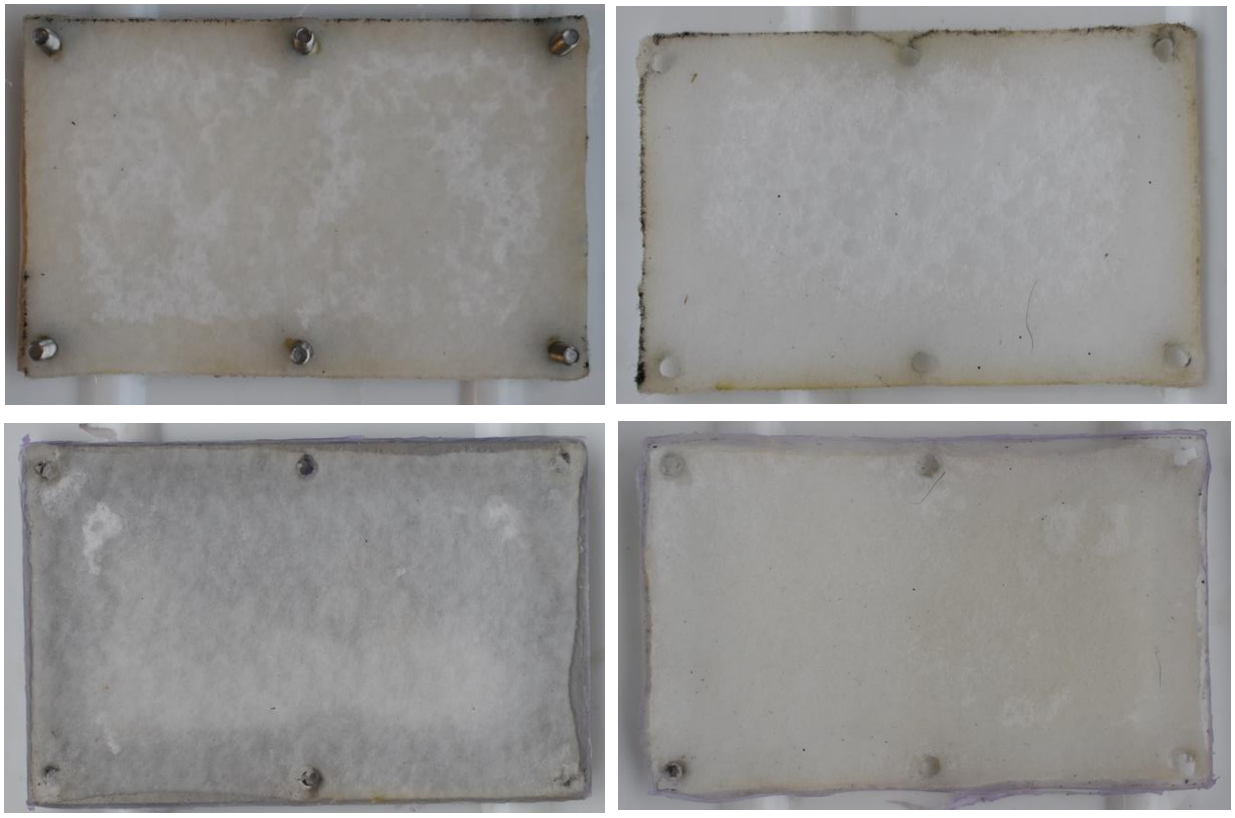
Vzorky v nádobě s vodou z řadu (varianta 1):



Obr. č. 89 – Soubor obrázků výsledného stavu vzorků v nádobě s vodou z řadu; Horní řada neizolovaný prvek, Spodní řada izolovaný prvek

Vzorky vystavené vodě z vodovodního řadu (varianta 1) měly na svém povrchu sedimenty převážně způsobené tvrdostí vody a mastnoty. Všechny rozebrané fólie se následně očistily v nádrži s čistou vodou a vyfotily pro analýzu.

Všech 5 vzorků po očistění nevykazovalo žádné případy poškození ani vznik skvrn, které by se nedaly snadno omýt. Spodní plochy fólií též nevykazovaly žádné případy napadení. Rozdílem, mezi izolovaným a neizolovaným vzorkem, byla viditelnost nečistot po okrajích fólie, které jsou možné vidět na prostředních obrázcích (vrchní řada je neizolovaný prvek, spodní řada je izolovaný prvek silikonem) viz. obrázek 89. Po očištění se tyto okrajové nečistoty, stejně jako na povrchu, lehce odstranily.



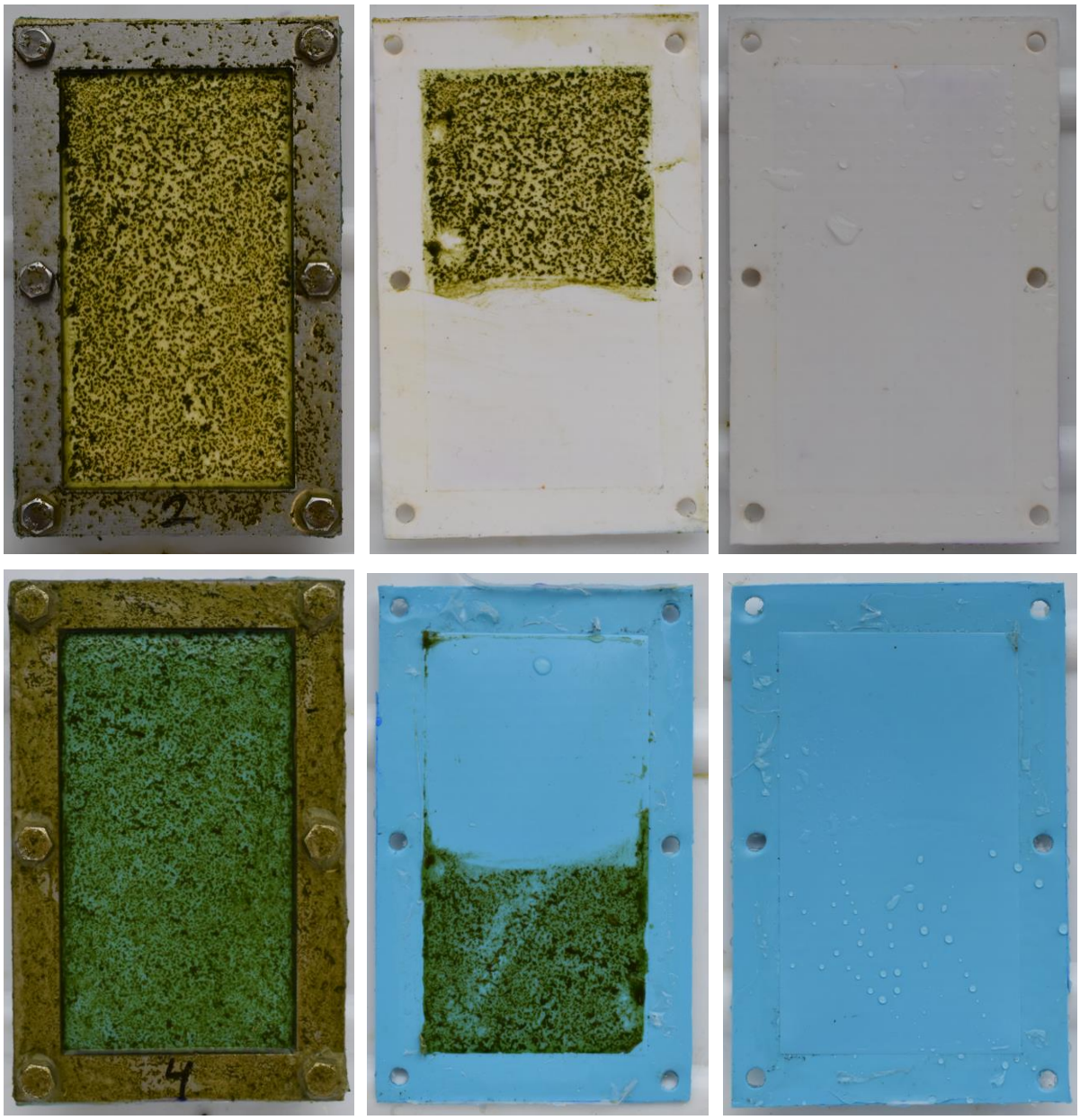
Obr. č. 90 – Podoba geotextílií na konci zkoušky; Horní řada neizolované vzorky, Spodní řada izolované vzorky; Levý sloupec žehlená geotextílie, Pravý sloupec nežehlená geotextílie

Při přezkoumání podkladních geotextílií byla odhalena netěsnost izolovaných vzorků, jelikož byly podobně vlhké, jako vzorky neizolované. Nicméně sledovaný rozdíl růstu mikroorganismů byl viditelný. K zatékání s pravděpodobností došlo v důsledku špatného zaizolování v místech mechanických spojů šroubem. Na textilii bez izolování jsou po krajích viditelné nárůsty tmavšího zbarvení, podobně jako u okrajů bazénových fólií. U nežehlené geotextílie jsou nárůsty více viditelné a dosahují větších hloubek ke středu vzorku. Na okrajích izolovaných textilií nejsou viditelné žádné známky napadení, pouze zanechaný silikon při rozebírání vzorků viz. obrázek 90.

Tmavé zbarvení skvrn může být náznak růstu řasy v důsledku postupného oživování vody v nádrži, případně usazeniny způsobené tvrdostí vody. Mastnoty mohly vzniknout z vystaveného silikonu na okrajích vzorků, případně vneseným znečištěním obsaženým ve vodě. Mastnoty v průběhu testu byly viditelné i na hladině.

Nárůsty na okrajích geotextilie, nijak zásadně nenarušují schopnost jejich použití jako podkladní vrstvu pod fólií. V průběhu delší doby je možnost hlubších a rozsáhlejších nárůstů, což již může negativně ovlivnit spodní vrstvu fólie a způsobit tak defekt fólie z vnitřní strany. Tento druh poškození může nastat v případě protržení fólie v jednom bodě a následně se nenápadně rozšířit po větší ploše od tohoto bodu.

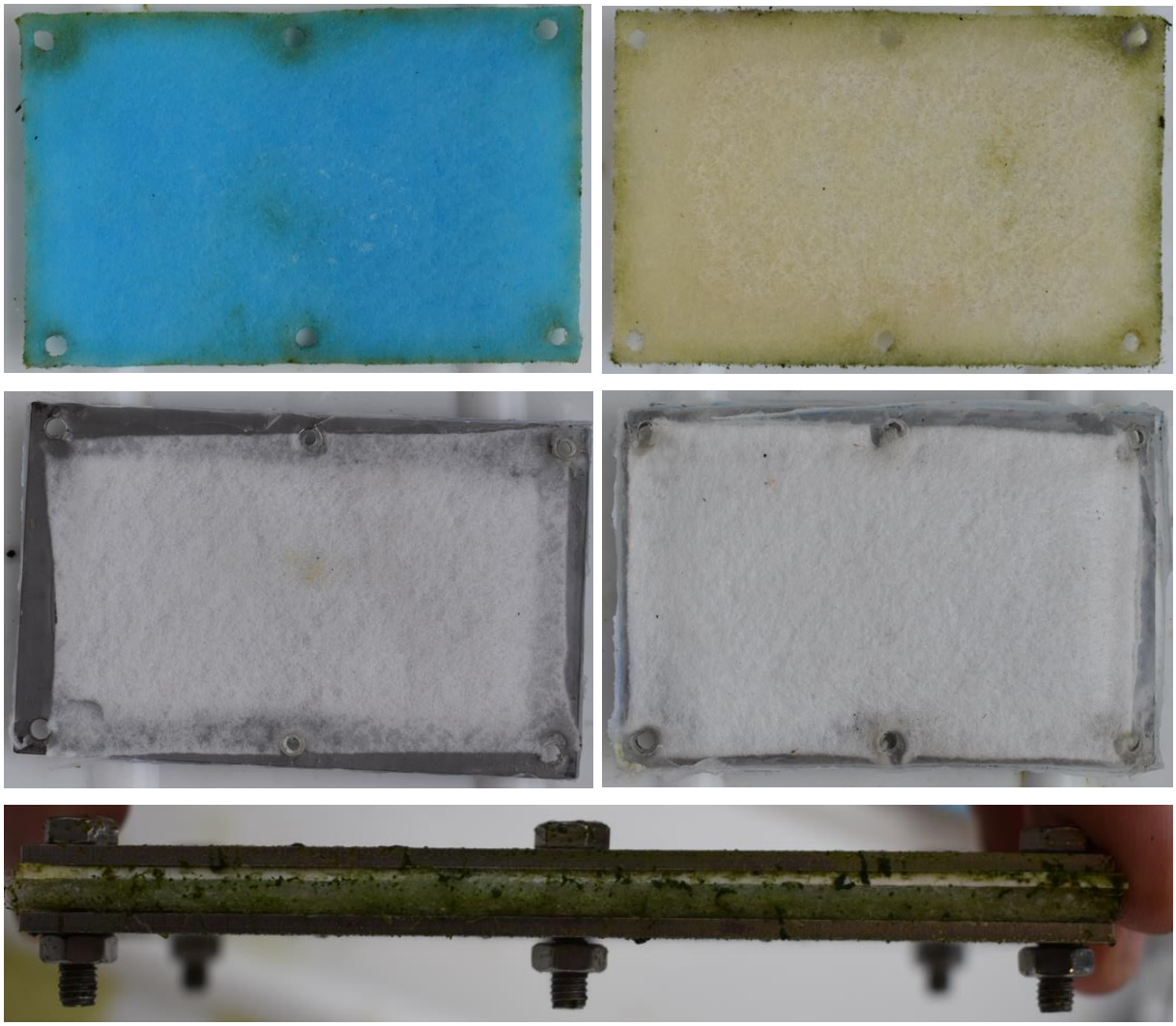
Vzorky v nádobě s odstátou oživenou vodou z řadu (varianta 2):



Obr. č. 91 – Soubor obrázků výsledného stavu vzorků v nádobě s odstátou oživenou vodou z řadu; Horní řada neizolovaný prvek, Spodní řada izolovaný prvek

Na povrchu vzorků vystavených odstáté oživené vodě z řadu se převážně objevily zelené řasy, které se v průběhu zkoušky umocňovaly ve větším množství.

Podobně jako u předchozího typu zkoušky, tak i zde neizolované fólie měly na svém okraji nárůsty oproti neizolovanému prvku viz. prostřední sloupec fotek obrázek 91. Řasy na vzorcích fólie se snadno očistily vodou a nezanechaly žádné příznaky poškození nebo hlubšího nárůstu skvrn, které by se obtížně čistily. Spodní plochy fólie též nevykazovaly na žádném vzorku poškození ani nárůsty po očištění.



Obr. č. 92 – Podoba geotextílií na konci zkoušky; Horní řada neizolované vzorky, Spodní řada izolované vzorky; Levý sloupec žehlená geotextílie, Pravý sloupec nežehlená geotextílie + boční pohled na neizolovaný vzorek s geotextílií

Na vzorcích geotextílie byly rozdíly oživení výraznější než u předchozí varianty zkoušky. Mikroorganismy se během zkoušky rozšířily hlouběji a po větší ploše geotextílie. U nežehlené geotextílie zezelenala celá spodní plocha viz. obrázek 92, kde po okrajích je oživení výraznější než u středu. U žehlené varianty je oživení viditelně převážně po okrajích vzorku. Izolované vzorky nevykazovaly žádný typ napadení mikroorganismy ani navlhnutí.

Oživení geotextílie je dle barevného rozlišení zelenou řasou, která se postupem času rozšiřuje hlouběji a po větší ploše vzorku. U nežehlené varianty oživení probíhá výrazně rychleji než u žehlené, a tedy je náchylnější k napadení v případě poškození vrstvy fólie. Nárůsty opět nijak zásadně nenarušují schopnost použití materiálu jako podkladní materiál, ale může negativně ovlivnit spodní plochu fólie a napadnou ji tak z vnitřní strany, kde není fólie kvalitně chráněna lakem a způsobit následně zbarvení a defekt.

Součástí vyhodnocení je i rozbor použité vody v jednotlivých variantách. Před odběrem vzorku se obsah každé nádoby promíchal, aby vnikla homogenní substance.

Obr. č. 93 – Odebrané vzorky vody z obou nádrží; vlevo z vodního řadu, vpravo oživená odstátá voda z řadu

Tabulka č. 11 – Výsledky z rozboru vod

Veličina	Vzorek z nádoby s vodou z řadu	Vzorek z nádrže s odstátou vodou	Voda z vodovodu FSv (16.2.2021)
Vodivost [mS/m]	106.1	173	32.4
pH	7.8	7.72	7.86
Koliformní bakterie [KTJ/100 ml]	0	0	0
$CHSK_{Cr}$ [mg/l]	32.4	142	4.6
NO3- [mg/l]	43.7	5.24	1.14
Celk. tvrdost (Ca+Mg) [mmol/l]	4	1.7	1.5
Fe [mg/l]	<0.01	<0.01	0.35
Mn [mg/l]	<0.01	<0.01	<0.01
Nerozpuštěné látky [mg/l]	29.5	122	0

Z rozboru vody lze usoudit, že v průběhu testování nedochází k bakteriálnímu působení. Mikrobiologické zastoupení ve vodě lze definovat mírou $CHSK_{Cr}$, jelikož se jedná o stanovení organických látek ve vodách. Hodnota CHSK u odstáté vody má vyšší hodnotu, která odpovídá míře oživení viditelné podle obrázků (více než 4x větší oživení). Sedimenty, které se promícháním zvířily do vzorku vody, lze stanovit hodnotou nerozpuštěných látek, které korespondují s délkou odstátí vody. Stejně tak se zvyšuje hodnota vodivosti, kdy na počátku testu je nižší a postupem času se zvyšuje. Snížení hodnot dusičnanů, může být způsobeno růstem mikroorganismů, které právě přijímají tuto látku jako potravu, například řasy mají schopnost dobře přijímat dusičnany přímo z vody. (47)

10.3 Shrnutí výsledků zkoušek a doporučení

Pro komplexní vyhodnocení všech testovaných fólií je vhodné provést shrnutí a posouzení průměrných výsledků jednotlivých zkoušek s parametry udávanými výrobci fólií a požadovaných vlastností dle příslušných norem. Pro tento účel je vytvořena tabulka, kde jsou všechny tyto hodnoty vzájemně porovnány. Je využito normy pro bazénové fólie ČSN EN 15836-2. Porovnávací katalog je od firmy RENOLIT pro fólie typu Alkorplan2000.

Tabulka č. 12 – Porovnání výstupních hodnot s normou a katalogem

Název zkoušky	Hodnota dle katalogu výrobce	Hodnota dle normy	Hodnota z provedené zkoušky	
Plošná hmotnost [kg/m^2]	1.8 ±0.1	$Ms^{+10\%}_{-5\%}$	1.85	Vyhovuje
Pevnost v tahu [kN/50 mm]	≥1.1	≥1.1	1 165.72	Vyhovuje
Protažení při porušení [%]	18 ±3	15-30	16	Vyhovuje
Otěruvzdornost [cykly]	≥500	Min 100	700	Vyhovuje

Ms – Plošná hmotnost udávaná výrobcem

Hodnoty plošné hmotnosti jsou vztažené pro fólie s tloušťkou 1.5 mm a hladkým povrchem (Alkorplan2000/3000 a Avfol Master / Decor). Ostatní hodnoty jsou průměrné ze všech měření.

U tahové zkoušky je potřeba zdůraznit, že vzorky fólie Avfol Master disponovaly menší pevnosti v tahu, než je uvedeno v normě, ale druhá varianta Relief požadovanou míru pevnosti s rezervou splňuje. Pro ověření bych doporučil zkoušky pevnosti vtahu pro variantu Master zopakovat, zda se nejedná o chybné měření nebo defektní kus ve vzorníku. Tahová zkouška na fóliích Renolit nemohla být provedena, jelikož vzorníky fólií nedisponují potřebného rozměru pro vytvoření vzorku pro test.

Otěruvzdornost se hodnotí na počet provedených cyklů, při kterých není okem viditelné poškození povrchu. Vyhodnocení této zkoušky závisí na technikovi, který provádí tuto zkoušku, tedy na jeho subjektivním názoru, zda se již jedná o poškození povrchu či nikoliv.

Doplňkové zkoušky otěruvzdornosti jsou výhradně zaměřeny na hmotností úbytek materiálu při provedených cyklech abrazním kotoučem. Na rozdíl od zkoušky dle normy, která je zaměřena na povrchové poškození a identifikaci, kdy poškození nastane. Zkouškou bylo zjištěno, že fólie s 3D povrchem jsou náchylnější na povrchové poškození než hladké fólie, kdy z počátku dochází k vyšším hmotnostním úbytkům. Po odstranění vrstvy s 3D reliéfem se hmotnostní úbytky shodují s ostatními druhy fólií. Fólie od výrobců Vagnerpool a RENOLIT u zkoušky otěruvzdornosti dosahují podobných hodnot z pohledu úbytku materiálu abrazí.

Při zkouškách oživení bazénové fólie byly vzorky fólií ponořeny do připravených vodních lázní po určitý čas. Ve všech případech fólie bez problému odolaly jakémukoliv napadení mikroorganismy obsažených ve vodě. Po omytí sedimentů na povrchu fólií nebylo viditelné žádné poškození nebo jiné napadení povrchu. Fólie v testu obstála v obou variantách zkoušky, jak s vodou z řadu, tak s odstátou oživenou vodou z řadu v nádrži po čtvrt roku.

U podkladní geotextílie byly během zkoušky viditelné nárůsty mikroorganismů případně usazenin na okraji vzorku. U čisté vody z řadu na neizolovaném vzorku jsou napadeny okraje vzorku mikroorganismy, které se postupem času rozšiřují hlouběji a po větší ploše. To dokazuje druhá varianta zkoušky lázně s oživenou odstátou vodou z řadu, kde oživení geotextílie bylo více evidentní a téměř po celé ploše vzorku. Dále lze usoudit, že žehlená geotextílie odolává lépe napadení mikroorganismy než nežehlená, jelikož u nežehlené varianty došlo k oživení po celé ploše a u žehlené jen v blízkosti okraje.

Během zkoušky oživení u izolovaných vzorku došlo k zatékání, což mohlo ovlivnit výsledek zkoušky. Z tohoto důvodu bych doporučil v případě replikace zkoušky buď kvalitněji izolovat vzorek silikonem, jak po okraji, tak i kolem mechanického spoje (jak se podařilo u varianty s odstátou oživenou vodu, kdy k zatékání nedošlo) nebo použít jiného a spolehlivějšího způsobu zaizolování.

11 Závěr

Bazénové vany je možné zkonstruovat z různého stavebního materiálu včetně povrchové úpravy. Povrchová úprava slouží jako ochranná vrstva hlavní konstrukce a zároveň musí působit esteticky na pohled a ladit architektonicky s okolím. V této práci jsou popsány nejčastější konstrukční typy bazénových van a následné povrchové úpravy. Mezi tyto úpravy právě patří PVC-P fólie, která je k dostání na trhu v několika variantách. Každá varianta má své opodstatnění a místo využití v prostorách bazénového provozu, ať už je to z hlediska struktury povrchu nebo pouze barevného rozlišení.

Pro zajištění co nejdelší délky životnosti a bezchybného provozu bazénů s povrchovou úpravou fólií, je potřeba materiál testovat na požadované a předepsané vlastnosti a následně je posoudit. Pro posouzení vlastností se používají normy, které popisují postup zkoušky od přípravy vzorků až po jejich realizaci. Fólie musí odolávat jak mechanickému, tak chemickému působení vnějšího prostředí. Převážně se zkoušky provádějí v laboratorním prostředí specifickými přístroji se specifickým nastavením. Všechny zkoušky, které se provádějí na bazénových fóliích jsou v této práci popsány, případně doplněny schémata pro lepší představu o postupu nebo vyhodnocení zkoušky. Součástí práce je i výpis všech možných skvrn, které mohou vzniknout na povrchu fólie. Skvrny jsou rozděleny do jednotlivých skupin dle báze vzniku skvrny, dále dle důvodu vzniku, prevence před samotným vznikem a dle způsobu možného odstranění skvrn. V kapitole o skvrnách je i doložena tabulka, jak snadno skvrny rozeznat dle zbarvení.

Pro zhotovení praktické části, bylo vybráno pár zkoušek, které byly provedeny dle stanovených norem a další dvě doplňkové zkoušky. Pro realizaci normalizovaných zkoušek bylo využito vybavení laboratoří katedry K123 na FSv ČVUT v Praze, u kterých byla provedena fotodokumentace a následný popis výsledků v této práci. Doplňkové zkoušky byly inspirovány normovanými zkouškami a poupraveny pro možnost realizace ve školní laboratoři. U těchto zkoušek byla též provedena průběžná fotodokumentace, popis průběhu zkoušky a následné vyhodnocení slovně případně tabelárně.

Celkově byly provedeny 3 zkoušky dle norem, při kterých bylo testováno 18 vzorků fólií. Dle norem byla provedena zkouška měření hustoty, tahová zkouška a zkouška otěruvzdornosti. Testované fólie v těchto zkouškách prošly bez problému, až na zkoušku v tahu u jednobarevných fólií, při které průměrná pevnost v tahu byla menší, než je požadováno a udáváno výrobcem.

Doplňkové zkoušky byly provedeny především se záměrem zjednodušení vybraných normových zkoušek a ověřit jejich použitelnost. Správnost nastavení základních parametrů těchto zkoušek byla ověřena a tyto zkoušky mohou být velice dobře použity pro vzájemné porovnání jednotlivých fólií. Celkově byly provedeny 3 doplňkové zkoušky, při kterých bylo testováno 24 vzorků fólií. Provedena byla agresivnější zkouška otěruvzdornosti, zkouška blednutí a zkouška uživení – odolnost vůči působení mikroorganismů. U zkoušky oživení by bylo vhodné prodloužit délku zkoušky, aby se nárůsty projevily podstatně více nebo mohl vzniknout některý z druhů skvrny na povrchu fólie, který by musel být odstraněn specifickou metodou. V ideálním případě by bylo vhodné provádět zkoušky oživení materiálu přímo v bazénové vaně za provozu a také v době zimní odstávky.

V návaznosti na výsledky praktické části této práce bych doporučil provést obdobné zkoušky také s fóliemi na konci jejich životnosti (při jejich výměně). Zjištění změn vlastností bazénových fólií během jejich použití v provozu by totiž mohlo přinést zajímavé poznatky ohledně jejich stárnutí.

12 Bibliografie

1. **Šťastný, Bohumil.** VIZP - Vodohospodářské inženýrství a životní prostředí, Přednáška č.3 - Zásobování vodou a úprava vody pro účely zásobování, dopravu vody. [Online] [Cited: 4 1, 2020.] http://vizp.fsv.cvut.cz.

2. **Lhotková, Zdeňka and Trnková, Klára.** *Bazény: kompletní průvodce.* Brno : Computer Press, 2011.

3. ***maj-projekt.cz.*** **[Online] 2021. [Cited: 12 3, 2021.] http://maj-projekt.cz/vodni-hospodarstvi/technologie-upravy-vody/.**

4. KONSTRUKCE NÁDRŽÍ – POŽADAVKY NA STAVBY. *BetonTKS.* [Online] [Cited: 4 20, 2020.] http://www.betontks.cz/sites/default/files/2011-3-03_0.pdf.

5. Russell, Stoll and Brian, Sibiga. Concrete water storage tanks rehabilitation and replacement. [Online] 4 26, 2017. [Cited: 4 1, 2020.] https://nysawwa.org/docs/presentations/2017/AWWA%20-%20Concrete%20WSTs%20PPT_17.04.26.pdf.

6. Schema zapojeni bazenu. *eShop - bazény, jezírka a outdoor.* [Online] 2020. [Cited: 4 28, 2020.] https://www.eshop-bazeny.cz/clanky/14-12-12-schema-zapojeni-bazenu/.

7. SUEZ in North America. *SUEZ.* [Online] [Cited: 4 1, 2020.] https://www.suez-na.com/en-us/our-offering/municipalities/what-are-you-looking-for/services/tank-services/tank-rehabilitation.

8. *Rive Pools* . [Online] 2020. [Cited: 4 6, 2020.] https://www.riverpoolsandspas.com/blog/fiberglass-pool-basics.

9. *Cemcrete.* [Online] 2020. [Cited: 4 3, 2020.] https://www.cemcrete.co.za/uploads/2/4/1/1/24115635/pool_coating_step-by-step_guide.pdf.

10. *River pools.* [Online] 2020. [Cited: 4 7, 2020.] https://www.riverpoolsandspas.com/blog/best-interior-finish-for-concrete-pool.

11. Reinforced PCV membrane. *pool-expert.cz.* [Online] 2021. [Cited: 10 10, 2021.] https://www.pool-expert.eu/.

12. Vagnepool. *AVfol.* [Online] 2020. [Cited: 10 14, 2021.] https://www.vagnerpool.com/web/cs/obsah/ke-stazeni/katalogy/katalog-folii-avfol.

13. Vinyl liners pool basics. *River pools.* [Online] 2021. [Cited: 10 10, 2021.] https://www.riverpoolsandspas.com/blog/vinyl-liner-pool-basics.

14. Vinyl liner pool benefits. *Lathampool.com.* [Online] 2018. [Cited: 10 10, 2021.] https://www.lathampool.com/blog/research/vinyl-liner-pool-benefits-pros-cons/.

15. Liner instalation. *Pool Warehouse.* [Online] [Cited: 10 10, 2021.] https://www.poolwarehouse.com/above-ground-pool-liner-installation-instructions/?__cf_chl_jschl_tk__=pmd_xPmLzaM5C1kHnfcT.Dip369qzQ23.SOg64bP.XtdtAo-1635704977-0-gqNtZGzNApCjcnBszQj9.

16. RENOLIT. [Online] 2021. [Cited: 10 15, 2021.] https://www.renolit.com/en/industries/home-building/surrounding/swimming-pools.

17. KONTIS Praha. *kontispraha.cz.* [Online] 2015. [Cited: 10 10, 2021.] https://www.kontispraha.cz/produkty-sluzby/bazeny-jezirka/vyvarovani-bazenu-folii/.

18. RENOLIT_catalog. [Online] 2021. [Cited: 10 15, 2021.] https://www.renolit.com/fileadmin/renolit/waterproofing_swimming_pool/PDF_s/English/Catalogues/2021_06_ENG_Professional_catalogue_for_reinforced_liner_installers.pdf.

19. sevenpool. [Online] 2021. [Cited: 10 18, 2021.] https://www.sevenpool.cz/bazen-z-tezke-folie/.

20. *Sweeney´s pool service.* [Online] 2021. [Cited: 12 1, 2021.] https://sweeneyspoolsvc.com/2020/07/inground-vinyl-liner-causes-of-wear-and-signs-that-you-need-a-replacement/.

21. *Plavecké bazény KTS-AME.* [Online] 2021. [Cited: 12 1, 2021.] https://www.plavecke-bazeny.eu/uprava-vody-v-bazenu-chemie/.

22. Crünwald, Alexander. *Zdravotně inženýrské stavby 40.* Praha : ČVUT, Stavební fakulta, 1997.

23. *In the swim: blog.* [Online] 2013. [Cited: 10 21, 2021.] https://blog.intheswim.com/stains-and-discoloration-in-a-vinyl-liner-pool/.

24. *The pool stain removers.* [Online] 2021. [Cited: 10 21, 2021.] https://www.thepoolstainremovers.com.au/about-stains/.

25. *izolprotan.cz.* [Online] [Cited: 10 21, 2021.] https://www.izolprotan.cz/media/cache/file/74/Nejcastejsi-chyby-v-peci-o-vodu-v-bazenu.pdf.

26. Pinterest. [Online] 2019. [Cited: 11 15, 2021.] https://www.pinterest.ca/pin/298574650278684143/.

27. mypoolguy.com.au. [Online] 2019. [Cited: 11 15, 2021.] https://www.mypoolguy.com.au/what-are-the-causes-of-rust-stains-in-swimming-pools/.

28. *medallioneenergy.com.* [Online] 2018. [Cited: 11 5, 2021.] https://www.medallionenergy.com/pool-stain-removal-guide/.

29. EUROLAB. [Online] 2020. [Cited: 12 1, 2021.] https://www.labaratuar.com/cs/testler/malzeme/.

30. ČSN EN 15836-2. *Plasty - Membrány z měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P) pro bazény zapuštěné v zemi - Část 2: Homogenní membrány o jmenovité tloušťce 1,5 mm nebo větší.* 2010. Třídící znak 640035.

31. ČSN EN 1849-2. *Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení tloušťky a plošné hmotnosti - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.* 2020. Třídící znak 727641.

32. Zeman, Petr. ***Stanovení hustoty pyknometrickou metodou.*** **[Online] [Cited: 12 1, 2021.] https://www.vfu.cz/files/3130_71_zeman_01-stanoveni-hustoty-pyknometrickou-metodou.pdf.**

33. ČSN EN ISO 62. ***Plasty - Stanovení nasákavosti ve vodě.*** **2008. Třídící znak 640112.**

34. ČSN EN 1848-2. ***Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení délky, šířky a přímosti - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.*** **2001. Třídící znak 727640.**

35. ČSN EN 12311-2. ***Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení tahových vlastností - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.*** **2013. Třídící znak 727637.**

36. ČSN EN 12310-2. ***Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení odolnosti proti protrhávání - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.*** **2019. Třídící znak 727636.**

37. ČSN EN 1107-2. ***Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení rozměrové stálosti - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.*** **2001. Třídící znak 727631.**

38. ČSN EN 495-5. ***Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení ohebnosti za nízkých teplot - Část 5: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.*** **2013. Třídící znak 727645.**

39. ČSN EN 12316-2. ***Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení odolnosti proti odlupování ve spojích - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech.*** **2013. Třídící znak 727638.**

40. ČSN EN 14150. ***Geosyntetické izolace - Zjišťování propustnosti kapalin.*** **2020. Třídící znak 806190.**

41. ČSN EN ISO 5470-1. ***Textilie povrstvené pryží nebo plasty - Zjišťování odolnosti v oděru - Část 1: Taberův přístroj na zkoušení oděru.*** **2017. Třídící znak 800852.**

42. ČSN EN 20105-A02. ***Textilie. Zkoušky stálobarevnosti. Část A02: Šedá stupnice pro hodnocení změny odstínu (ISO 105-A02:1993).*** **1995. Třídící znak 800119.**

43. ČSN EN ISO 4892-2. ***Plasty - Metody vystavení laboratorním zdrojům světla - Část 2: Xenonové lampy.*** **2013. Třídící znak 640152.**

44. ČSN EN ISO 846. ***Plasty - Hodnocení působení mikroorganismů.*** **2019. Třídící znak 640780.**

45. ČSN ISO 22196. ***Měření antibakteriální aktivity na plastech a jiných neporézních površích.*** **2021. Třídící znak 640782.**

46. SPECIALTIES, IS MED. ***Hydrogen Peroxide Material Compatibility Chart.*** **[Online] 2020. [Cited: 12 15, 2021.] https://www.industrialspec.com/images/files/hydrogen-peroxide-material-compatibility-chart-from-ism.pdf.**

47. jezirkabanat.cz. [Online] 2021. [Cited: 12 21, 2021.] https://www.jezirkabanat.cz/clanek/8/dusicnany-a-jejich-redukce-v-zahradnim-jezirku.

13 Seznam obrázků

Obr. č. 1 – Technologické schéma bazénu 9
Obr. č. 2 – Aquapark v chorvatském Poreči 11
Obr. č. 3 – Ukázka plaveckého bazénu 11
Obr. č. 4 – Ukázka zahradního bazénu 11
Obr. č. 5 – Model betonové konstrukce se ztraceným 13
Obr. č. 6 – Model kovového bazénu s rámy 14
Obr. č. 7 – Schéma plastového bazénu s přelivnou hranou 15
Obr. č. 8 – Zapouštění bazénové vany z laminátu do země 16
Obr. č. 9 – Kombinace vrstev laminátu a keramiky s povrchovou úpravou 16
Obr. č. 10 – Aplikace bazénové stěrky 17
Obr. č. 11 – Příklady stěrky s přiznanými zrny 18
Obr. č. 12 – Detail provedení rohu u keramického obkladu 19
Obr. č. 13 – Instalace bazénového obkladu na lepidlo 19
Obr. č. 14 – Variace bazénových fólií na vzorníku 20
Obr. č. 15 – Předřezaná fólie při instalaci 21
Obr. č. 16 – Poškození: protržení fólie 22
Obr. č. 17 – poškození: rolování špatně napnuté fólie 22
Obr. č. 18 – Zámek fólie po obvodu vrchního okraje stěn bazénu 23
Obr. č. 19 – Zámek fólie po obvodu vrchního okraje stěn bazénu 23
Obr. č. 20 – Schéma správného a chybného odvedení vzduchu pod fólií 24
Obr. č. 21 – Ukázka pokrytí bazénu těžkou fólií 25
Obr. č. 22 – Příklad kombinace dvou různých pásů fólie 26
Obr. č. 23 – instalace ocelového pruhu s fólií nýty na horní okraj vany 27
Obr. č. 24 – Aplikace kontaktního lepidla pod okraj ocelového pruhu 27
Obr. č. 25 – Schéma provedení sváru dvou pásů fólie 28
Obr. č. 26 – Svařování fólií u dna s využitím podkladního svařovacího pásu 29
Obr. č. 27 – Složení jednobarevné fólie 30
Obr. č. 28 – Barevné varianty jednobarevných fólií 31
Obr. č. 29 – Složení dekorativní fólie 31

Obr. č. 30 – Varianty motivů dekoračních fólií 32
Obr. č. 31 – Složení dekorativní 3D fólie 32
Obr. č. 32 – Varianty motivů dekoračních 3D fólií 33
Obr. č. 33 – Složení dekorativní 3D fólie 34
Obr. č. 34 – Příklady vzniklých skvrn na povrchu bazénové fólie 38
Obr. č. 35. – Organické skvrny a povrchu fólie 39
Obr. č. 36 – Skvrny způsobené sloučeninami kovů na povrchu fólie 40
Obr. č. 37 – Minerální skvrny soli 41
Obr. č. 38 – Minerální skvrny sodíku 41
Obr. č. 39 – Blednutí fólie u dna bazénu 42
Obr. č. 40 – Skvrny od rzi způsobené korozí kovových armatur bazénu 43
Obr. č. 41 – Skvrny od rzi způsobené kovovou šponou po broušení 43
Obr. č. 42 – Zelené řasy po celé ploše bazénu 45
Obr. č. 43 – Žluté řasy po okraji bazénu 45
Obr. č. 44 – Černé řasy na dnu bazénu 45
Obr. č. 45 – Příklad použití bazénového kartáče pro čištění stěn bazénu 48
Obr. č. 46 – Čistící robot dna bazénového provozu 50
Obr. č. 47 – Mechanické zařízení pro měření tloušťky fólie (čtení na přístroji 1.8 mm) 55
Obr. č. 48 – Schéma pro měření přímosti (pohled shora na pás) 56
Obr. č. 49 – Definice vzorku pro zkoušku pevnosti v tahu 57
Obr. č. 50 – Tvar a rozměry testovaného vzorku 58
Obr. č. 51 – Rozměr a umístění značek vzorku 59
Obr. č. 52 – zkušební přístroj pro definici ohebnosti za nízkých teplot 60
Obr. č. 53– Schéma provedení spoje a rozměru vzorku 61
Obr. č. 54 – Kategorizace tříd porušení 62
Obr. č. 55 – Schéma testovacího zařízení (oddělené komory) 64
Obr. č. 56 – Schéma uspořádání abrazního přístroje 66
Obr. č. 57 – Přední pohled na abrazní přístroj 66
Obr. č. 58 – uspořádání skleněné nádoby naplněnou aktivní půdou a vzorky fólie 68
Obr. č. 59 – Připravené nastříhané vzorky pro testování 71

Obr. č. 60 – Vážení kalíšku na přesné váze 72
Obr. č. 61 – Aparatura héliového pyknometru 73
Obr. č. 62 – Naplněný kalíšek umístěný v přístroji 73
Obr. č. 63 – Spuštěný přístroj pyknometru 73
Obr. č. 64 – Trhací přístroj vybavený čelistmi 75
Obr. č. 65 – Vyříznuté vzorky pro tahovou zkoušku fólie, vlevo typ Relief, vpravo typ Master 76
Obr. č. 66 – upnutý vzorek v čelistech trhacího přístroje 77
Obr. č. 67 – Místo porušení vyztužení fólie 77
Obr. č. 68 – Stav fólie při vrácení čelistí do počáteční polohy po provedeném testu 77
Obr. č. 69 – Graf průběhu tahové zkoušky na hladkých fóliích Avfol Master 78
Obr. č. 70 – Graf průběhu tahové zkoušky na fóliích s 3D motivem Avfol Relief 79
Obr. č. 71 – Abrazní přístroj 80
Obr. č. 72 – Rotační souprava testovaného vzorku 80
Obr. č. 73 – Připravené vzorky od rozměrech 105 x 105 mm s otvorem uprostřed 81
Obr. č. 74 – Abrazní kotouče použity při testování 82
Obr. č. 75 – Rozdíl před a po provedení abrazní zkoušky (2600 cyklů) 83
Obr. č. 76 – Graf úbytku materiálu na fólii Relief a Touch 84
Obr. č. 77 – Graf úbytku materiálu na fólie Decor a Alkorplan 3000 85
Obr. č. 78 – Rozdíl před a po provedení abrazní zkoušky 86
Obr. č. 79 – Aparatura dokumentace postupu blednutí 88
Obr. č. 80 – Vzorky vložené v oxidačním činidle v petriho misce 88
Obr. č. 81 – Vysušené vzorky 88
Obr. č. 82 – Vzorky na vzorníku odstínu šedi Avfol 89
Obr. č. 83 – Vzorky na vzorníku odstínu šedi Renolit 89
Obr. č. 84 – Měřící přístroje 91
Obr. č. 85 – Kompletní sada zkušebních vzorků 92
Obr. č. 86 – Průběh zkoušky s vodou z řadu 94
Obr. č. 87 – Průběh zkoušky s odstátou vodou 95
Obr. č. 88 – Umístění testovacích nádrží se vzorky 96
Obr. č. 89 – Soubor obrázků výsledného stavu vzorků v nádobě s vodou z řadu 97

Obr. č. 90 – Podoba geotextílií na konci zkoušky 98
Obr. č. 91 – Soubor obrázků výsledného stavu vzorků v nádobě s odstátou oživenou vodou z řadu . 99
Obr. č. 92 – Podoba geotextílií na konci zkoušky 100
Obr. č. 93 – Odebrané vzorky vody z obou nádrží 101

14 Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Hodnoty E_0 / 25 °C / a účinek nejdůležitějších dezinfekčních činidel..... 36
Tabulka č. 2 – Barevné rozlišení skvrn na povrchu bazénu 46
Tabulka č. 3 – Výpis hodnot z měření hustoty 74
Tabulka č. 4 – Výsledek tahové zkoušky na hladkých fóliích Avfol Master 78
Tabulka č. 5 – Výsledek tahové zkoušky na fóliích s 3D motivem Avfol Relief 79
Tabulka č. 6 – Průměrné váhové úbytky abrazní zkoušky v gramech 85
Tabulka č. 7 – Fólie vystavena působení SAVA..... 90
Tabulka č. 8 – Fólie vystavena působení peroxidu vodíku 90
Tabulka č. 9 – Záznam měřených veličin nádrže s vodou z řadu..... 93
Tabulka č. 10 – Záznam měřených veličin nádrže s oživenou odstátou vodou 93
Tabulka č. 11 – Výsledky z rozboru vod..... 101
Tabulka č. 12 – Porovnání výstupních hodnot s normou a katalogem 102