



ČESKÁ REPUBLIKA  
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ



Josef Kratochvíl  
předseda  
Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví

udělil podle § 34 odst. 3 zákona č. 527/1990 Sb., v platném znění,

**PATENT**

číslo

**310129**

na vynález uvedený v příloženém popisu.

V Praze dne: 05.09.2024

Za správnost:

Irena Korelová  
oddělení rejstříků

*B32B 21/12* (2006.01)  
*B32B 21/04* (2006.01)  
*B82Y 99/00* (2011.01)  
*B32B 27/02* (2006.01)  
*B32B 27/30* (2006.01)  
*B32B 27/34* (2006.01)  
*C09D 133/10* (2006.01)  
*C09D 133/08* (2006.01)  
*C09D 1/00* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-581**  
(22) Přihlášeno: **20.12.2021**  
(40) Zveřejněno: **28.06.2023**  
**(Věstník č. 26/2023)**  
(47) Uděleno: **31.07.2024**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **11.09.2024**  
**(Věstník č. 37/2024)**

(56) Relevantní dokumenty:  
CZ 2019-723 A3; CZ 30993 U1; CZ 33183 U1; EP 2546434 A1.

(73) Majitel patentu:  
Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6,  
Suchbát, CZ

(72) Původce:  
doc. Ing. Miloš Pánek, Ph.D., Praha 5, Hlubočepy,  
CZ  
Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D., Dvůr Králové nad  
Labem, CZ  
Ing. František Cais, Střítež, CZ

(74) Zástupce:  
artpatent, advokátní kancelář s.r.o., Dukelských  
hrdinů 976/12, 170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:  
**Vícevrstvý nátěrový systém na dřevo a  
způsob jeho aplikace**

(57) Anotace:  
Vícevrstvý nátěrový systém na dřevo zahrnující alespoň jednu spodní podkladovou vrstvu tvořenou akrylátovým vodou ředitelným nátěrem na bázi polymerů esterů kyseliny akrylové a/nebo methakrylové, která obsahuje rozptýlené nanočástice ZnO v rozmezí od 1,0 do 5,0 % hmotn. Vícevrstvý nátěrový systém dále zahrnuje porézní střední vrstvu tvořenou polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií, přičemž jsou se spodní podkladovou vrstvou alespoň v části svého objemu navzájem prolnuté. V této prolnuté oblasti je porézní střední vrstva prosycena podkladovou vrstvou a na povrchu střední vrstvy je dále lazurovací vrstva. Celková tloušťka vícevrstvého nátěrového systému je v rozmezí od 80 do 140 μm.

## Vícevrstvý nátěrový systém na dřevo a způsob jeho aplikace

### Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti povrchové úpravy dřeva, konkrétně vícevrstvého nátěrového systému pro povrchovou úpravu dřeva pro exteriérové využití a způsobu jeho aplikace. Zcela specificky je vynález využitelný při povrchové úpravě modřínového dřeva.

10

### Dosavadní stav techniky

Způsobů modifikace povrchu dřeva je celá řada, zejména se jedná o modifikaci povrchu dřeva plasmou, termicky, chemicky, enzymaticky anebo jednotlivými nanočásticemi, kterými je modifikován nátěrový systém. Původní vzhled dřeva vystaveného v exteriéru dokáží zachovat pouze povrchové úpravy, které jsou částečně lehce pigmentované, transparentní nebo semitransparentní.

Transparentní, semitransparentní a lehce pigmentované nátěry na dřevě v exteriéru však nemají požadovanou životnost a dochází k jejich rychlejší degradaci a odlupování ve srovnání s pigmentovanými. Je to způsobeno zvýšeným průnikem slunečního záření do vrstvy samotného průhledného a částečně průhledného nátěru a také do podkladového dřeva, kde UV záření způsobuje fotodegradaci reakce. Ty vedou k rychlejší degradaci nátěrového systému, a také k chemickým změnám dřevěného podkladu, které mění nepříznivě adhezi nátěru na dřevě. Tyto chemické změny jsou výraznější u těch druhů dřev, které obsahují zvýšený podíl extraktivních látek. Z evropských široce využívaných dřev jsou to zejména dub a modřín. Vlivem bobtnání a sesychání dřeva, které způsobuje změny vlhkosti vnějšího prostředí, poté dochází k snadnějšímu odlupování nátěrů.

K prodloužení životnosti transparentních a semitransparentních nátěrů se již v současnosti využívají UV-stabilizéry jako je HALS (z angl. „hindered amine light stabilizers“ neboli stericky bráněné aminové stabilizátory), a také nanočástice, a to zejména oxidů kovů, nebo jejich kombinace. CZ 33183 U popisuje materiál na bázi dřeva, opatřený penetrační podkladovou vrstvou obsahující HALS a nanočástice ZnO, a lazurovací vrstvu, obsahující UV stabilizéry. Uvedené složky jsou přimíchány do roztoků jednotlivých nátěrů a nátěry jsou na dřevo aplikovány v pořadí penetrační podkladová vrstva, lazurovací vrstva a případně i vrchní hydrofobní vrstva, obsahující vodou ředitelné syntetické pryskyřice s nanočásticemi polyvalentního metalického AsS chelátového komplexu. Nevýhodou je, že UV stabilizéry fungují jen v určitém rozmezí vlnových délek UV světla, na druhou stranu nereagují ve viditelné oblasti světla tedy poskytují jen částečnou ochranu podkladového dřeva před fotodegradací reakcí.

Další možností je využít polymerní materiály pro stabilizaci materiálů na bázi dřeva jako je polyethylenglykol (PEG), který se běžně používá jako „Green Wood Stabilizer“ proti praskání a sesychání dřeva a to ve formě vodního roztoku. V dalších studiích pak byly použity přísady jednotlivých distribuovaných nanovláken různého organického nebo anorganického původu do samotného nátěru, zejména pro zvýšení odolnosti nátěrových systémů vůči mechanickému namáhání. Příkladem je využití celulósových nanovláken pro ochranu dřeva dle článku Kluge M., *et. al.*, Nanocellulosic fillers for waterborne wood coatings: reinforcement effect on free-standing coating films, Wood Science and Technology, 2017, 51(3), pp. 601-613, kde jsou popsány nanočástice celulózy o koncentraci 2,0 % pro modifikaci vodou ředitelného nátěrového systému pro zvýšení mechanické odolnosti ošetřeného povrchu dřeva. Takové řešení poskytuje sice zvýšení mechanické odolnosti, nevýhodou však je, že nezaručuje stabilizaci polymeru a životnost dřevěného podkladu v případě ozáření světla ve vlnové délce UV – Vis oblasti.

Pojem „UV-Vis oblast“ je definován jako oblast záření absorbujícího ve vlnových délkách UV zejména v rozmezí od 100 do 400 nm, a ve viditelné oblasti Vis v rozmezí od 400 do 800 nm.

5 V jiném článku (Veigel S., *et. al.*, Improving the mechanical resistance of waterborne wood coatings by adding cellulose nanofibre, Reactive and Functional Polymers, 2014, 85. pp. 214-220) byly použity mikročástice celulózy pro modifikaci vodou ředitelného akrylátového nebo polyurethanového nátěru na dřevo, s cílem zvýšit mechanickou odolnost ošetřeného povrchu dřeva. Jinou možností je použití polyvinylalkoholových neboli PVA či SiO<sub>2</sub> nanovláken, podle  
10 článku Kumar A., Coating of wood by means of electrospun nanofibers based on PVA/SiO<sub>2</sub> and its hydrophobization with octadecyltrichlorosilane (OTS), Holzforschung, 2016, 71 (3), kde jsou nanovlákná přidávána do hmoty nátěru v podobě volně rozptýlených nanovláken. Nevýhodou však zůstává nízká stabilita polymeru a relativně nízká životnosti dřevěného podkladu v případě ozáření světlem v UV – Vis oblasti vlnových délek.

15 Dokument EP 1585703 A1 popisuje způsob výroby porézních anorganických materiálů nebo matricového materiálu obsahujícího nanočástice s vysokou rovnoměrností tloušťky. Porézní materiál se vyrábí nanášením par separačního činidla na nosič za vzniku vrstvy separačního činidla za současného nanášením par materiálem a separačním činidlem na separační činidlo. Materiál je modifikován částicemi SiO<sub>2</sub>. Nevýhodou je, že tento postup je vhodný pro pokovování povrchů  
20 kovu, ne přírodního dřeva.

Cílem vynálezu je připravit takový vícevrstvý nátěrový systém na dřevo, který by zvýšil jeho odolnost vůči exteriérovým vlivům s prodlouženou celkovou životností, přičemž by byl zachován původní vzhled podkladového dřeva. Úkolem vynálezu je dále připravit takový vícevrstvý  
25 nátěrový systém, který lze aplikovat na všechny typy dřeva, zejména na modřínové a dubové dřevo.

### Podstata vynálezu

30 Vytčený cíl je vyřešen pomocí vícevrstvého nátěrového systému na dřevo zahrnujícího alespoň jednu spodní podkladovou vrstvu a alespoň jednu svrchní lazurovací vrstvu. Podkladová vrstva i lazurovací vrstva je tvořena akrylátovým vodou ředitelným nátěrem na bázi polymerů esterů kyseliny akrylové a/nebo methakrylové. Podstata vynálezu spočívá v tom, že podkladová vrstva  
35 obsahuje rozptýlené nanočástice ZnO v množství od 1,0 do 5,0 % hmotn., s výhodou jsou rozptýlené nanočástice ZnO v množství od 1,8 do 2,5 % hmotn. Podstata vynálezu dále spočívá v tom, že vícevrstvý nátěrový systém dále zahrnuje porézní střední vrstvu tvořenou polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií, uspořádanou mezi podkladovou vrstvou a lazurovací vrstvou. Povrchové a/nebo podpovrchové oblasti podkladové vrstvy a střední vrstvy  
40 jsou alespoň v části svého objemu navzájem prolnuté, přičemž v této prolnuté oblasti je porézní střední vrstva prosycena podkladovou vrstvou, přičemž celková tloušťka vícevrstvého nátěrového systému je v rozmezí od 80 do 140 μm. Takové uspořádání vícevrstvého nátěrového systému poskytuje v důsledku ochranného účinku porézní střední vrstvy zvýšenou odolnost vůči exteriérovým vlivům, čímž prodlužuje životnost a zachovává původní vzhled dřevěného  
45 podkladu. Zároveň obsažené rozptýlené nanočástice ZnO zabezpečují fotostabilitu dřevěného podkladu.

Ve výhodném provedení podkladová vrstva a lazurovací vrstva sestává z 30 až 95 % hmotn. polymerů esterů kyseliny akrylové a/nebo methakrylové. Taková koncentrace zabezpečuje  
50 jednoduchou aplikaci podkladové vrstvy na dřevěný podklad a lazurovací vrstvy na střední vrstvu, přičemž je optimální pro zachování původního vzhledu dřeva.

V dalším výhodném provedení je střední vrstva z materiálu vybraného ze skupiny: polyamid 6, polyamid 610, polyamid 8, polyamid 12. Polyamid je materiál, známý svou vysokou odolností  
55 proti oděru, vysokou pružností a pevností za sucha i mokra, a vysokou biologickou odolností.

Číselné označení polyamidů charakterizuje přímo tvar chemického vzorce, kdy se typem chemické reakce vyrobí daný typ polyamidu o specifických vlastnostech jako je lámavost, rozpustnost v kyselinách, pružnost apod.

- 5 V dalším výhodném provedení má střední vrstva gramáž v rozmezí od 100 do 500 mg/m<sup>2</sup> a tloušťku v rozmezí od 1 do 5 nm. Průměr nanovláken střední vrstvy je s výhodou v rozmezí od 1 do 4 nm a jejich délka je s výhodou od 5 do 500 nm. Polyamidová nanovláknena o takové délce a průměru slouží pro zpevnění v kompozitních materiálech, které mají být lehké a současně mechanicky odolné. Ve vícevrstevném nátěrovém systému podle vynálezu byl experimentálně  
10 ověřen tento poměr gramáže a rozměrů vláken jako optimální.

Ve výhodném provedení je velikost nanočástic ZnO rozptýlených v podkladové vrstvě je v rozmezí od 20 do 40 nm. Taková velikost nanočástic zabezpečuje dostatečně velký povrch v tak malé vrstvě, aby byla pořád zajištěna fotostabilita dřevěného podkladu.

- 15 V dalším výhodném provedení obsahuje dále vícevrstvý nátěrový systém fungicidní látky a/nebo UV stabilizační látky. Fungicidní látkou je s výhodou 3-jod-2-propynyl-*N*-butylkarbamát, a UV stabilizační látky jsou na bázi rozvětvených a lineárních C7 až C9 alkyl 3-[3-(2*H*-benzotriazol-2-yl)-5-(1,1-dimetylyl)-4-hydroxyfenyl]propionátů, přičemž vybrané UV stabilizační látky a  
20 fungicidní látka příznivě reagují s vybraným polymerem.

- Podstata vynálezu dále spočívá ve specifickém způsobu aplikace vícevrstvého nátěrového systému na dřevo. Při tomto postupu dochází nejdříve k nanesení podkladové vrstvy na dřevěný podklad o vlhkosti 8 až 22 % hmotn. Na tuto ještě nezsuchnutou podkladovou vrstvu se aplikuje  
25 střední vrstva. Nakonec se na střední vrstvu nanese alespoň jedna lazurovací vrstva.

- Ve výhodném provedení způsobu aplikace se střední vrstva před aplikací na podkladovou vrstvu nanese na pomocnou nosnou vrstvu, která se po aplikaci střední vrstvy na podkladovou vrstvu odejme.

- 30 V dalším výhodném provedení aplikace je jako pomocná nosná vrstva použita textilie z pojené pod tryskou mykané příze, pro kterou se běžně i v českém odborném názvosloví používá pojem „spunbond“. Na této pojené pod tryskou mykané přízi se střední vrstva vytvoří zvlákněním roztoku polyamidu v elektrostatickém poli. Tímto způsobem lze vytvořit například nanosítku, která může sloužit jako nosič pro fungicidní prostředek a lze ji použít pro zvýšení bio-odolnosti  
35 dřeva.

- V dalším výhodném provedení způsobu aplikace se použije roztok polyamidu obsahující 16 % hmotn. polyamidu, 28 % hmotn. kyseliny mravenčí o koncentraci 99 % hmotn. a 56 % hmotn. kyseliny octové o koncentraci 99 % hmotn.

- Podstata vynálezu dále spočívá v tom, že zahrnuje i hotový výrobek, tj. dřevěný podklad opatřený vícevrstevným nátěrovým systémem podle tohoto vynálezu. Dřevěný podklad je s výhodou tvořen modřínovým nebo dubovým dřevem s tloušťkou alespoň 8 mm. V dalším  
45 výhodném provedení je dřevěný podklad vybrán ze skupiny: prkno, deska, fošna, hranol, lepené lamelové dřevo, bideska nebo okenní rám.

- Výhody vícevrstvého nátěrového systému na dřevo podle tohoto vynálezu spočívají zejména v tom, že má vyšší odolnost vůči exteriérovým vlivům a tedy prodlouženou celkovou životnost, přičemž je zachován původní vzhled podkladového dřeva. Výhody vícevrstvého nátěrového systému na dřevo podle tohoto vynálezu spočívají dále v tom, že je aplikovatelný na všechny typy dřeva, zejména však na modřínové a dubové dřevo. Další výhodou spočívá v tom, že není  
50 nutno použít žádnou vrchní hydrofobní vrstvu na bázi syntetických pryskyřic, čímž se zjednodušuje a zlevňuje výroba i aplikace.

55

Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

- 5 obr. 1 zobrazuje snímek nanosítky tvořící střední vrstvu ze skenovacího elektronového mikroskopu neboli SEM, popsané v příkladu 1 při zvětšení 500x (A) a 10 000x (B),
- 10 obr. 2 znázorňuje axonometrický náčrt materiálu na bázi dřeva pro výrobu exteriérových dřevěných výrobků a konstrukcí, zahrnující dřevěný podklad, spodní podkladovou vrstvu, která obsahuje akrylátový vodou ředitelný nátěr s rozptýlenými nanočásticemi ZnO, porézní střední vrstvu, kterou tvoří polyamidová nanovláknenná netkaná textilie a lazurovací vrstvu, kterou tvoří akrylátový vodou ředitelný nátěr,
- 15 obr. 3 znázorňuje skeny jednotlivých typů vzorků dřevěného podkladu opatřeného vícevrstevným nátěrovým systémem podle vynálezu, testovaných dle příkladu 5 po 9 týdnech stárnutí,
- obr. 4 znázorňuje detailní uspořádání vrstev tvořícím vícevrstevným nátěrovým systémem dle obr. 2,
- 20 obr. 5 znázorňuje oddělení pomocné nosné vrstvy od střední vrstvy nanosené na podkladové vrstvě.

Příklady uskutečnění vynálezu

- 25 **Příklad 1: Aplikace povrchové úpravy s prodlouženou celkovou životností v exteriéru na prkno z jádrového dřeva modřínu**

30 Skladba materiálu byla optimalizována na základě experimentálních výsledků stárnutí v UV-komoře kombinované s mrazovými cykly v cyklovací komoře pro vyhodnocení změn barvy, lesku, kontaktního úhlu smáčení, analýzy na konfokálním laserovém mikroskopu a vizuální posouzení kvality nátěru.

35 Prkno z modřínového masivního jádrového dřeva o tloušťce 8 mm, s vlhkostí 12 % hmotn., bylo natřeno spodní podkladovou vrstvou 3 modifikovaného komerčního akrylátového transparentního exteriérového nátěru Impranal od výrobce Stachema CZ s.r.o. Czechia. Tento komerční nátěr byl modifikován příměsí nanočástic ZnO od výrobce ROTI® nanoMETIC o velikosti ~ 25 nm. Obsah nanočástic ZnO byl testován pro 1,5 %, 2,0 % a 3,0 % hmotn. před zaschnutím první aplikované vrstvy. Nanočástice ZnO byly do akrylátového nátěru zamíchány za využití ultrazvukového

40 míchacího zařízení po dobu 10 minut a poté byl nátěr aplikován na dřevo. Množství aplikovaného modifikovaného akrylátového nátěru s nanočásticemi ZnO v první vrstvě bylo 120 g/m<sup>2</sup>. Tato první vrstva nátěrového systému byla aplikována štětcem.

45 Do spodní podkladové vrstvy 3 akrylátového transparentního exteriérového nátěru byla ještě před jeho zaschnutím aplikována střední vrstva 4, která je tvořena polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií. Nanovláknenná netkaná textilie, která byla použita v tomto příkladu provedení, byla vytvořena na zvláknovacím zařízení metodou zvláknování roztoku polymeru v elektrostatickém poli. Roztok polymeru pro zvláknění v elektrostatickém poli byl připraven ze složek syntetického polyamidu neboli PA6 s označením Ultramid B24 výrobcem BASF France, přičemž polymer měl konzistenci malých bílých granulí. Polymer byl použitý v množství 16 %

50 hmotn., který tvořil matici. Dalšími složkami roztoku byla rozpouštědla, a to: 28 % hmotn. roztoku obsahujícího kyselinu mravenčí CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub> o koncentraci 99 % hmotn. a 56 % hmotn. roztoku obsahujícího kyselinu octovou CH<sub>3</sub>COOH o koncentraci 99 % hmotn. Tyto tři složky roztoku byly v přesném poměru hmotnostních procent společně ve skleněné kádince smíchány

55 dohromady a následně na magnetickém míchadle míchány po dobu 8 hodin při teplotě +80 °C.

Roztok polymeru byl následně aplikován na zvlákňovací strunu zvlákňovacího zařízení typu NS1WS5000 (Nanospider). Proces zvlákňování probíhal ve zvlákňovací komoře při okrajových podmínkách +22 °C a 65% relativní vlhkosti vzduchu v elektrostatickém poli při napětí 6000 V, kde byl roztok polymeru z elektrody unášen svazkem elektronů elektrostatického pole a tak byla z roztoku vytahována vlákna ze strunové anody směrem ke katodě vzdálené 45 cm. Přitom se z roztoku polymeru odpařovaly složky rozpouštědel kyseliny mravenčí a kyseliny octové tak, že vyrobená nanovláknina byla zachycena na pomocné nosné vrstvě 6 zhotovené z pojené pod tryskou mykané příze neboli „spunbond“, která byla umístěna před katodou. V prostoru elektrostatického pole tak byla vyrobena nanovláknina tvořená pouze polymerem PA6 Ultramid B24 v délkách 5 až 500 mm a o průměru 1 až 4 nm, která byla zachycena na pomocné nosné vrstvě 6 spunbond. Nános jednotlivých nanovláken na pomocné nosné vrstvě 6 vytvořil plošnou kompaktní nanovrstvu, jejíž tloušťka byla v rozmezí od 1 do 5 nm a hmotnost v rozmezí od 100 do 500 mg na 1 m<sup>2</sup>.

Tím byla vytvořena střední vrstva 4 v podobě nanovláknenné netkané textilie na pomocné nosné vrstvě 6 z elektrostaticky vodivé tkaniny spunbond ve zvlákňovacím zařízení. Nanovláknenná netkaná textilie byla aplikována do spodní podkladové vrstvy 3 modifikovaného akrylátového nátěru tak, že dřevěný podklad 2 s aplikovanou první vrstvou modifikovaného akrylátového nátěru byl uložen obráceně, tj. natřenou stranou spodní podkladovou vrstvou 3 přímo na nanovláknennou netkanou textili. Nanovláknenná netkaná textilie byla do spodní, ještě nezaschlé, podkladové vrstvy 3 vtlačena pouze vlastní tíží dřevěného podkladu 2. Po zaschnutí spodní podkladové vrstvy 3 byl dřevěný podklad 2 od pomocné nosné vrstvy 6 spunbondu oddělen po zaschnutí nátěru, čímž došlo k oddělení nanovláknenné netkané textilie tvořící střední vrstvu 4 od pomocné nosné vrstvy 6 a jejímu vniknutí do spodní podkladové vrstvy 3 vodou ředitelného exteriérového akrylátového transparentního nátěrového systému na dřevo, který byl modifikován a obsahoval nanočástice ZnO.

Na již zaschlou spodní podkladovou vrstvu 3 opatřenou nanočásticemi ZnO a střední vrstvou 4 byly poté nátěrem aplikovány dvě další vrstvy komerčního akrylátového transparentního nátěru tvořícího svrchní lazurovací vrstvy 5. Každá z těchto vrstev byla aplikována v nánosu 120 g/m<sup>2</sup>. Použitým nátěrem byl stejný komerční nátěr, který byl použit spodní podkladovou vrstvu 3, nebyl však modifikován příměsí nanočástic ZnO. Další lazurovací vrstva 5 byla aplikována po vysušení předtím aplikované spodní podkladové vrstvy 3 a střední vrstvy 4, přičemž pro lepší soudržnost nátěrového systému bylo provedeno jemné přebroušení brusným papírem o zrnitosti vyšší než 180.

Celkově měla povrchová úprava modřínového dřevěného podkladu 2 po vysušení všech vrstev tloušťku 120 µm.

40 Příklad 2: Fasádní prkno z jádrového dřeva modřínu

Na fasádní prkno z jádrového dřeva modřínu o rozměrech 20 x 80 x 3500 mm byl na jednu stranu aplikován vícevrstvý nátěrový systém 1 dle příkladu 1 a fasádní prkno bylo následně vystaveno povětrnostním vlivům. Fasádní prkno je využitelné na vnější obklady staveb vystavené povětrnostnímu stárnutí ve velmi náročných expozicích, avšak bez přímého kontaktu se zemí.

Příklad 3: Dílce pro výrobu nepochozích částí exteriérových dřevěných konstrukcí

50 Z materiálu na bázi modřínového dřeva, vyrobeného způsobem podle příkladu 1, byly následně vyrobeny dílce pro výrobu dřevěného mostu vystaveného exteriérovým podmínkám. Nosné hranoly mostu měly rozměry 100 x 100 mm o délce 9000 mm. Zábradlí mostu bylo vyrobeno z hranolů o rozměrech 50 x 50 mm a délce 9000 mm a desek o rozměrech 20 x 100 mm a délce 1000 mm. Dílce mostu byly konstrukčně spojeny na čep a dlab.

55



## Příklad 4: Okenní rámy

Pro výrobu lepeného okenního hranolu ze tří lamel byly použity lamely z jádrového dřeva modřínu o rozměrech 24 x 80 x 1 500 mm spojované případně na větší požadovanou délku pomocí spoje na mikro-ozub, případně kráceny. Lamely byly poté slepeny a na vrchní lamelu, která je v dřevěném okně vystavena povětrnostním vlivům, byl aplikován vícevrstvý nátěrový systém 1 podle příkladu 1.

## Příklad 5: Zkoušky umělým urychleným stárnutím

Vzorky dřevěného podkladu 2 z modřínového dřeva o rozměrech 20 x 40 x 160 mm byly obroušeny brusným papírem o zrnitosti 120 a poté klimatizovány na rovnovážnou vlhkost  $10 \pm 2$  % hmotn. Následně byla na vzorky dřeva ze všech stran aplikována povrchová úprava vícevrstvým nátěrovým systémem 1 podle příkladu 1.

Testování vzorků pomocí umělého urychleného atmosférického stárnutí bylo prováděno v UV-komoře QUV Weathering Tester (Q-Lab, USA) na základě ČSN EN 927-6 (účinnost od 05/2019) a v cyklovací teplotní komoře v cyklech teplot  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Test probíhal v následujících cyklech: 24 h působila pouze teplota  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  bez osvětlení. Pak se během 144 hodin střídaly fáze UV záření o intenzitě  $1,10\text{ W/m}^2$  při vlnové délce 340 nm a teplotě na černém panelu  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  (2,5 hodiny) s 0,5 h postřikem destilovanou vodou bez osvětlení. Během každého 144hodinového cyklu kombinace záření a postřiku byly vzorky z UV komory vybrány a vystaveny 3 cyklům střídání teplot  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  v klimatické komoře (dohromady 6 hodinových cyklů o celkové délce trvání 6 h). Celková doba testu v UV-komoře byla 1500 hodin. Na testovaných vzorcích byly měřeny pomocí spektrofotometru barva, pomocí leskoměru lesk, pomocí goniometru kontaktní úhel smáčení a pro vizuální vyhodnocení byl kromě pozorování pomocí lupy použit i laserový skenovací mikroskop. Tvrdost vícevrstvého nátěrového systému 1 byla hodnocena pomocí tužkového testu tvrdosti a podle Brinella tzv. Brinell hardness test.

Pro porovnání byly tytéž testy provedeny se vzorky modřínového dřeva, které byly rovněž obroušeny brusným papírem o zrnitosti 120 a poté klimatizovány na rovnovážnou vlhkost  $10 \pm 2$  % hmotn., a na které byly aplikovány následující povrchové úpravy:

a) podkladová vrstva 3 v podobě komerčního akrylátového vodou ředitelného nátěru aplikovaného ve 3 vrstvách;

b) do podkladové vrstvy 3 byly vmíchány nanočástice ZnO nebo  $\text{ZrO}_2$  v 3,0 % hmotn. koncentraci a nátěr byl aplikován ve třech vrstvách a tedy nanočástice byly obsaženy ve všech třech vrstvách nátěru;

c) do první vrstvy podkladové vrstvy 3 nátěru byly vmíchány různé koncentrace (1,5 % hmotn., 2,0 % hmotn. a 3,0 % hmotn.) nanočástic ZnO a  $\text{ZrO}_2$ , další dvě vrstvy nátěru byly bez přítomnosti nanočástic;

d) podkladová vrstva 3 byla nanášena v jedné vrstvě, do níž byla umístěna střední vrstva 4, vyrobená dle příkladu 1, a po zaschnutí byly aplikovány ještě další dvě vrstvy lazurovací vrstvy 5;

e) podkladová vrstva 3 byla nanášena v jedné vrstvě, do něhož byly vmíchány nanočástice ZnO nebo  $\text{ZrO}_2$  v různých koncentracích (1,5 % hmotn., 2,0 % hmotn. a 3,0 % hmotn.) a do níž byla dále umístěna střední vrstva 4, vyrobená dle příkladu 1, a po zaschnutí byly aplikovány ještě další dvě vrstvy lazurovací vrstvy 5.

Výsledné skeny povrchů dřevěných podkladů 2 modřínového dřeva jsou vyobrazeny na obr. 3 a jejich charakteristiky jsou shrnuty v tabulce 1.

Tabulka 1: Kvantifikace vad povrchové úpravy na porovnávaných testovaných vzorcích dřevěného podkladu 2 po 9 týdnech umělého urychleného stárnutí.

Druh úpravy	Koncentrace nanočástic [% hmotn.]	Defoliace [%]	Trhliny	Průsak pryskyřice	Změna barvy	Poznámka (kvalita nátěru)
a) 3 vrstvy podkladové vrstvy	-	40	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
b) 3 vrstvy podkladové vrstvy obsahující ZnO	3	30	Ano	Ano	Ano	Částečně zachován
b) 3 vrstvy podkladové vrstvy obsahující ZrO <sub>2</sub>	3	80	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
c) 3 vrstvy podkladové vrstvy 1 vrstva obsahující ZnO	1,5	50	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
	2	25	Ano	Ano	Ano	Částečně zachován
	3	50	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
c) 3 vrstvy podkladové vrstvy 1 vrstva obsahující ZrO <sub>2</sub>	1,5	70	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
	2	80	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
	3	80	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
d) Podkladová vrstva se střední vrstvou	-	35	Ano	Ano	Ano	Znehodnocen
e) Podkladová vrstva obsahující ZnO se střední vrstvou	1,5	40	Ano	Ne	Ano	Znehodnocen
	2	<5	Ne	Ne	Ano	Zachován
	3	20	Ano	Ne	Ano	Částečně zachován
e) Podkladová vrstva obsahující ZrO <sub>2</sub> se střední vrstvou	1,5	35	Ano	Ne	Ano	Znehodnocen
	2	55	Ano	Ne	Ano	Znehodnocen
	3	70	Ano	Ne	Ano	Znehodnocen

5

Podle výsledků uvedených na obr. 3 a v tabulce 1 je zřejmé, že povrchová úprava dle předkládaného vynálezu zlepšuje celkovou životnost dílce z modřínového dřeva ve srovnání s dílcem ošetřeným pouze komerčním nátěrovým systémem nebo dalšími typy testovaných úprav. Použití spodní podkladové vrstvy 3 obsahující nanočástice ZnO a střední vrstvy 4 obsahující polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií dle předkládaného vynálezu zlepšilo výrazně celkovou životnost dílce po 9týdenním testu umělého stárnutí.

Použitím nejvýhodnější úpravy pomocí ZnO nedošlo ke snížení barvostálosti, tvrdosti, hydrofobnosti v podobě kontaktního úhlu smáčení vodou ošetřeného modřínového jádrového

15

dřeva ve srovnání s referenčním komerčním nátěrovým systémem před a ani po umělém urychleném stárnutí. Lesk povrchu byl mírně snížen hned po aplikaci povrchové úpravy aplikované dle příkladu 1, avšak došlo k jeho mírnějšímu poklesu ve srovnání s referenční komerční úpravou v průběhu umělého urychleného stárnutí.

5

Příklad 6: Testování různých úprav povrchu modřínového dřeva a jejich srovnání

#### 1) Komerční nátěrové systémy

10 Byly zkoumány různé varianty na dřevěném podkladu 2 modřínu dle stejné metodiky umělého urychleného stárnutí, která je popsána v příkladu 5. Výsledky řešení nebyly plně uspokojivé. Komerční nátěrové systémy podléhají na dřevě modřínu rychlejší degradaci vlivem zejména vysokého obsahu arabinogalaktanů. Dále jsou náchylné, při zvýšených teplotách, které jsou běžné na exponovaných plochách v letních měsících, k poškození průsakem pryskyřice přes 15 nátěrový systém. Ta tvoří na povrchu nátěrového systému kapičky, do kterých se následně ve větší míře usazují nečistoty, což vede k estetickému znehodnocení dřevěného prvku. U všech testovaných variant transparentních nátěrových systémů byly výsledky komerčních nátěrových systémů horší ve srovnání s předkládaným vynálezem. Zejména se to týkalo defoliace nátěrů z dřevěného podkladu 2 po testu, ale i průsaku pryskyřice, ke kterému vícevrstvý nátěrový 20 systém 1 dle předkládaného vynálezu, zejména díky synergickému efektu aplikované střední vrstvy 4 a nanočástic ZnO v podkladové vrstvě 3, nebyl náchylný.

Pro přímé porovnání byl za použití testu umělým urychleným stárnutím dle příkladu 5 použit komerční transparentní exteriérový akrylátový nátěr, aplikován bez jakékoliv úpravy a 25 modifikace ve 3 vrstvách na jádrové dřevo modřínu.

#### 2) Akrylátový nátěr versus jiné báze nátěrů s nanovláknennou netkanou textilií (defoliace)

V rámci experimentů byly zkoušeny i jiné druhy exteriérových nátěrů odlišné polymerní báze, do 30 kterých byla během procesu tvorby nátěrového systému vložena střední vrstva 4 tvořená nanovláknennou netkanou textilií z polyamidu dle předkládaného vynálezu. Zkoušeny byly transparentní nátěrové látky pro exteriérové využití na dřevo na bázi a) akrylátů; b) polyuretanů; c) přírodních olejů ve směsi s lakovým benzínem; d) alkydů. Po aplikaci střední vrstvy 4 tvořené nanovláknennou netkanou textilií z polyamidu do podkladové vrstvy 3 a aplikaci lazurovací vrstvy 35 5 testovaného komerčního nátěru, byly zkušební vzorky vystaveny 6týdennímu umělému urychlenému stárnutí dle příkladu 5. V tomto případě nebyly použity nanočástice ZnO v první vrstvě nátěru. Jednalo se pouze o porovnání účinnosti a schopnosti spojit polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií pevně s různými polymerními látkami nátěru. Po testu byla vyhodnocena defoliace vzorků a také celková změna barvy podkladu. Výsledky jsou uvedeny 40 v tabulce 2.

Tabulka 2: Porovnání výsledků životnosti nátěrových systémů na různé polymerní bázi s vloženou nanotextilií na modřínovém dřevě.

Druh nátěru (polymerní báze)	Změna barvy	Defoliace nátěrového systému [%] plochy vzorku
akrylátový	mírná	<5 %
polyuretanový	vysoká	> 50 %
olejový	vysoká	> 50 %
alkydový	vysoká	100 %

45

Na základě těchto předběžných testů a jejich vyhodnocení byl pro další podrobnější návrh řešení, včetně aplikace nanočástic ZnO pro zvýšení resistance vůči UV-záření a VIS spekter, použit nátěrový systém na bázi akrylátů.

5 3) Jiné typy polymerů pro výrobu nanosíťky využitím polyamidu ve srovnání s jinými polymery

Pro výrobu nanovláknenné netkané textilie tvořící střední vrstvu 4 byl použit syntetický polymer polyamidu PA6 s označením Ultramid B24. Tento polymer byl vybrán proto, že je sám o sobě vodivý v elektrostatickém poli, tudíž i lehce zvláknitelný. Nátěrový systém na bázi akrylátu, který je modifikován příměsí nanočástic ZnO a modifikovaný nanovláknennou netkanou textilií z polyamidu PA6, měl z testovaných kombinací nejvyšší odolnost proti působení UV záření, změn teplot a přímého kontaktu s vodou. Je to dáno tím, že polymer polyamidu PA6 je termoplast, jeho bod zesklenní – T<sub>g</sub> neboli teplota skelného přechodu se pohybuje v teplotní oblasti +50 až +55 °C. V případě působení vyšší teploty vliv UV záření na povrch ošetřeného dřeva, se může zvýšit teplota na povrchu, která se může přiblížit k bodu zesklenní. Další polymery, které mají obdobné vlastnosti a jsou použitelné místo polyamidu PA6, jsou polyamid PA610, PA8, PA11, PA12. Jiné testované typy polymerů, které jsou zvláknitelné v elektrostatickém poli na úroveň rozměru nanovláken a nanovrstev a současně chemicky interagovaly s akrylátovými nátěrovými systémy, těmito vlastnostmi nedisponují. Polyamid PA6 je díky obsahu polárních atomů kyslíku a dusíku silně polárním termoplastem, takže je chemicky velmi dobře vazný s molekulami vody, které jsou obsaženy jako ředidlo v akrylátové podkladové vrstvě 3 vícevrstvého nátěrovém systému 1 hned po aplikaci a také na polární skupiny pojiva po jeho vytvrzení a odpaření vody. Na druhou stranu nereaguje s nepolárními rozpouštědly, lze jej rozpouštět pouze ve vysoce koncentrovaných kyselinách, takže je velice odolný vůči působení biotických a abiotických činitelů.

4) Příměsí pouze nanočástic (ZnO, ZrO<sub>2</sub>) ve všech vrstvách nátěrového systému

Pro porovnání byly do akrylátové podkladové vrstvy 3 vmíchány pouze nanočástice ZnO a ZrO<sub>2</sub>, které mají ochrannou funkci vůči degradaci způsobené UV zářením. Oba druhy nanočástic byly do komerčního transparentního exteriérového akrylátového nátěru podkladové vrstvy 3 přidány v 3,0 % hmotn. koncentraci a byly obsaženy ve všech třech vrstvách aplikovaných na jádrové dřevo modřínu. Zkušební tělesa byla poté vystavena testu umělým urychleným stárnutím dle příkladu 5. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 1, jako řešení b).

5) Příměsí pouze nanočástic o různých koncentracích pouze v podkladové vrstvě vícevrstvého nátěrového systému

Pro porovnání byly do podkladové vrstvy 3 vícevrstvého nátěrového systému 1 vmíchány pouze nanočástice ZnO nebo ZrO<sub>2</sub>, které mají ochrannou funkci vůči degradaci způsobené UV zářením. Oba druhy nanočástic byly do komerčního transparentního exteriérové podkladové vrstvy 3 přidány v 1,5 %, 2,0 % a 3,0 % hmotn. koncentraci a byly obsaženy pouze v první vrstvě aplikovaných na jádrové dřevo modřínu. Zkušební tělesa byla poté vystavena testu umělým urychleným stárnutím dle příkladu 5. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 1, jako řešení c).

6) Použití pouze nanosíťky v podkladové vrstvě vícevrstvého nátěrového systému

Pro porovnání účinnosti úpravy byla do podkladové vrstvy 3 vícevrstvého nátěrového systému 1 vložena pouze střední vrstva 4 tvořena polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií dle příkladu 1, avšak bez příměsí nanočástic. Poté byly aplikovány další dvě lazurovací vrstvy 5 komerčního transparentního exteriérového akrylátového nátěru. Zkušební tělesa byla poté vystavena testu umělým urychleným stárnutím dle příkladu 5. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 1, jako řešení d).

7) Využití různých koncentrací nanočástic ZnO a ZrO<sub>2</sub> v podkladové vrstvě vícevrstvého nátěrového systému obsahujícího i střední vrstvu

5 Do podkladové vrstvy 3 vícevrstvého nátěrového systému 1 byly vmíchány nanočástice ZnO nebo ZrO<sub>2</sub> o různých koncentracích a to 1,5 %, 2,0 % a 3,0 % hmotn. Poté byla do nátěru vložena střední vrstva 4 tvořena polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií a aplikovány další dvě lazurovací vrstvy 5, již bez přidaných nanočástic, jak bylo popsáno v příkladu 1. Zkušební tělesa byla poté vystavena testu umělým urychleným stárnutím dle příkladu 5. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 1, jako řešení e).

10

#### Průmyslová využitelnost

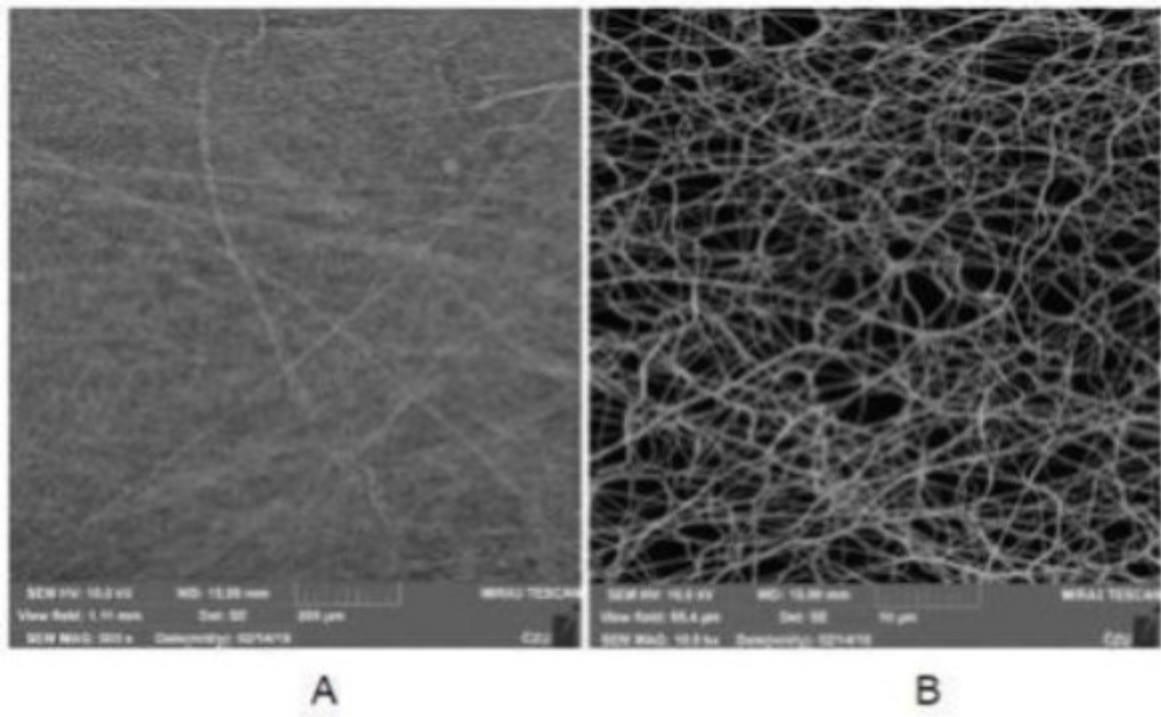
15 Vícevrstvý nátěrový systém na dřevo a způsob jeho aplikace podle tohoto vynálezu lze využít hlavně v dřevařském průmyslu, stavebnictví a architektuře, zejména pro povrchovou úpravu dřeva modřínu vystaveného v exteriéru.

## PATENTOVÉ NÁROKY

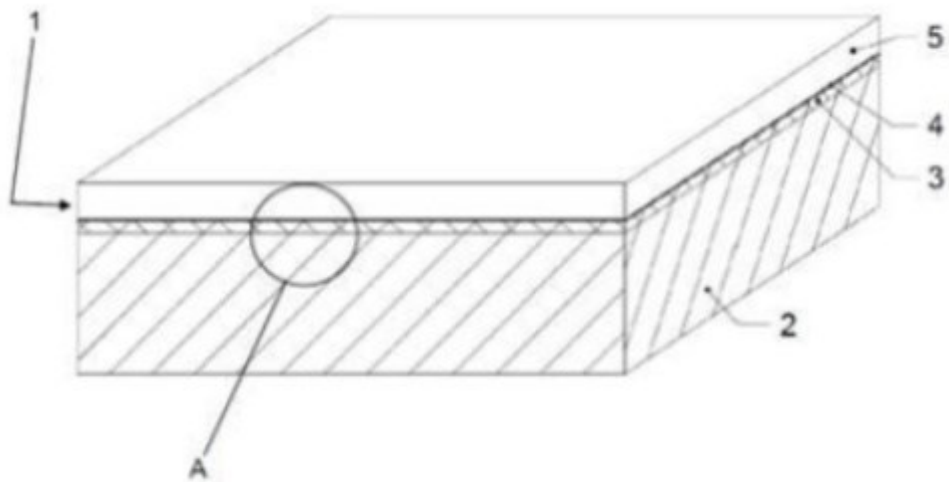
1. Vícevrstvý nátěrový systém (1) na dřevo zahrnující alespoň jednu spodní podkladovou vrstvu (3) a alespoň jednu svrchní lazurovací vrstvu (5), přičemž podkladová vrstva (3) i lazurovací vrstva (5) je tvořena akrylátovým vodou ředitelným nátěrem homopolymeru na bázi homopolymerů esterů kyseliny akrylové a/nebo methakrylové, **vyznačující se tím**, že podkladová vrstva (3) obsahuje rozptýlené nanočástice ZnO v rozmezí od 1,0 do 5,0 % hmotn., a že vícevrstvý nátěrový systém (1) dále zahrnuje porézní střední vrstvu (4) tvořenou polyamidovou nanovláknennou netkanou textilií vytvořenou pomocnou nosnou vrstvou (6) z pojené pod tryskou mykané příze, přičemž porézní střední vrstva (4) je uspořádaná mezi podkladovou vrstvou (3) a lazurovací vrstvou (5) tak, že povrchové a/nebo podpovrchové oblasti podkladové vrstvy (3) a střední vrstvy (4) jsou alespoň v části svého objemu navzájem prolnuté, přičemž v této prolnuté oblasti je porézní střední vrstva (4) prosycena podkladovou vrstvou (3), přičemž celková tloušťka vícevrstvého nátěrového systému (1) je v rozmezí od 80 do 140  $\mu\text{m}$ .
2. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nanočástice jsou v podkladové vrstvě (3) zastoupeny v rozmezí od 1,8 do 2,5 % hmotn.
3. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že podkladová vrstva (3) a lazurovací vrstva (5) sestává z 30 až 95 % hmotn. polymerů esterů kyseliny akrylové a/nebo methakrylové.
4. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že střední vrstva (4) je z materiálu vybraného ze skupiny: polyamid 6, polyamid 610, polyamid 8, polyamid 12.
5. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 1 až 4, **vyznačující se tím**, že střední vrstva (4) má gramáž v rozmezí od 100 do 500  $\text{mg}/\text{m}^2$  a tloušťku v rozmezí od 1 do 5 nm.
6. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 1 až 5, **vyznačující se tím**, že průměr nanovláken střední vrstvy (4) je v rozmezí od 1 do 4 nm.
7. Vícevrstvý nátěrový systém podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že délka nanovláken střední vrstvy (4) je od 5 do 500 mm.
8. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že velikost nanočástic ZnO rozptýlených v podkladové vrstvě (3) je v rozmezí od 20 do 40 nm.
9. Vícevrstvý nátěrový systém podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje fungicidní látky a/nebo UV stabilizační látky.
10. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že fungicidní látkou je 3-jod-2-propynyl-*N*-butylkarbamát.
11. Vícevrstvý nátěrový systém podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že UV stabilizační látky jsou na bázi rozvětvených a lineárních C7-C9 alkyl 3-[3-(2*H*-benzotriazol-2-yl)-5-(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxyfenyl]propionátů.
12. Způsob aplikace vícevrstvého nátěrového systému na dřevo podle některého z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že se nejprve na povrch dřevěného podkladu (2) o vlhkosti 8 až 22 % hmotn. nanese podkladová vrstva (3), následně se aplikuje střední vrstva (4) na ještě nezaschnutou podkladovou vrstvu (3) a nakonec se na střední vrstvu (4) nanese alespoň jedna lazurovací vrstva (5).

13. Způsob podle nároku 12, **vyznačující se tím**, že střední vrstva (4) se před aplikací na podkladovou vrstvu (3) nanese na pomocnou nosnou vrstvu (6), která se po aplikaci střední vrstvy (4) na podkladovou vrstvu (3) odejme.
- 5 14. Způsob podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že jako pomocná nosná vrstva (6) se použije textilie z pojené pod tryskou mykané příze, na které se střední vrstva (4) vytvoří zvlákněním roztoku polyamidu v elektrostatickém poli.
15. Způsob aplikace podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že se použije roztok polyamidu obsahující 16 % hmotn. polyamidu, 28 % hmotn. kyseliny mravenčí, s koncentrací 99 % hmotn., a 56 % hmotn. kyseliny octové, s koncentrací 99 % hmotn.
- 10 16. Dřevěný podklad s povrchem opatřeným vícevrstevným nátěrovým systémem, **vyznačující se tím**, že je opatřen vícevrstevným nátěrovým systémem podle některého z nároků 1 až 11.
17. Dřevěný podklad podle nároků 16, **vyznačující se tím**, že je tvořen modřínovým nebo dubovým dřevem s tloušťkou alespoň 8 mm.
- 15 18. Dřevěný podklad podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že je vybrán ze skupiny: prkno, deska, fošna, hranol, lepené lamelové dřevo, biodeska nebo okenní rám.

4 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



a)



b)

ZnO



d)



ZrO<sub>2</sub>



c) ZnO

1.5%



2%



3%



c) ZrO<sub>2</sub>

1.5%

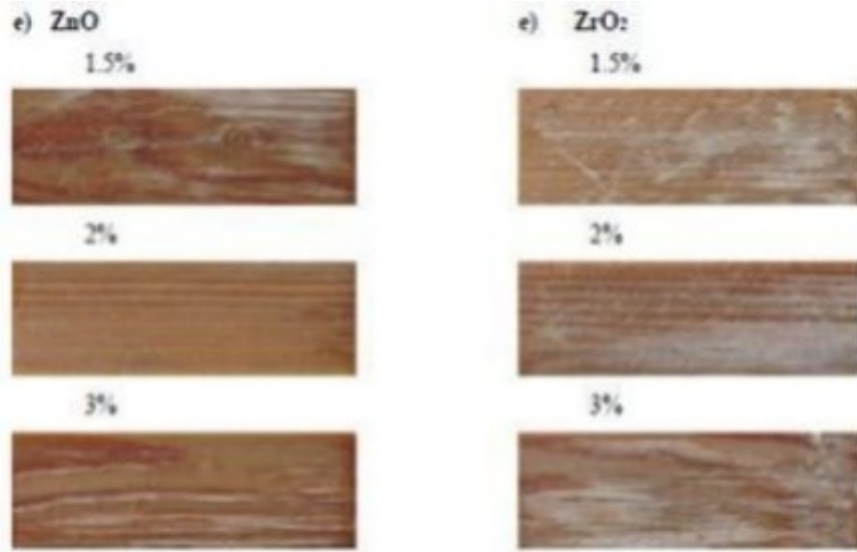


2%

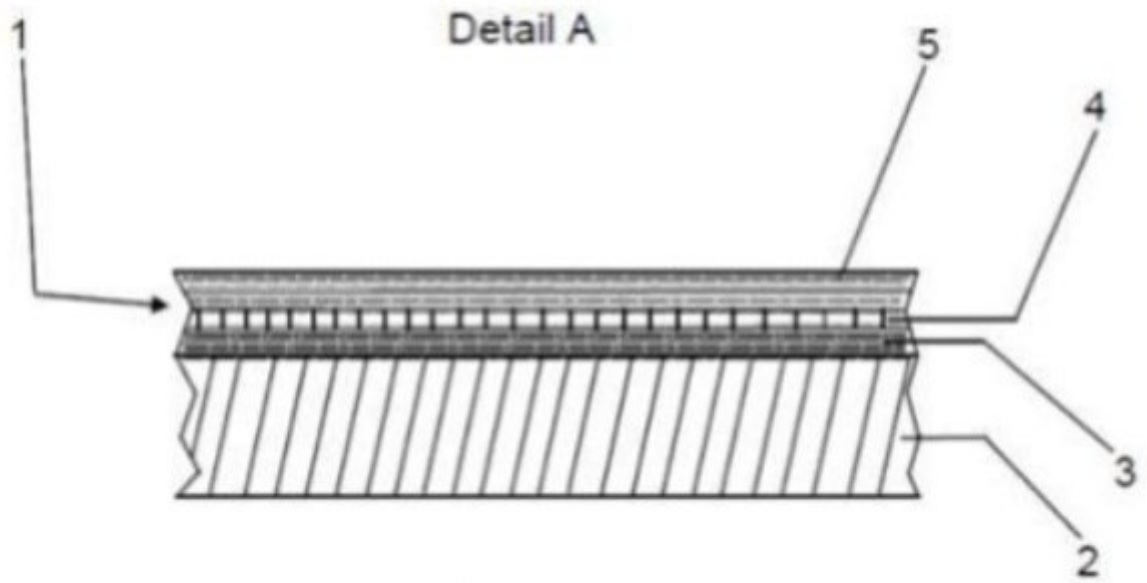


3%

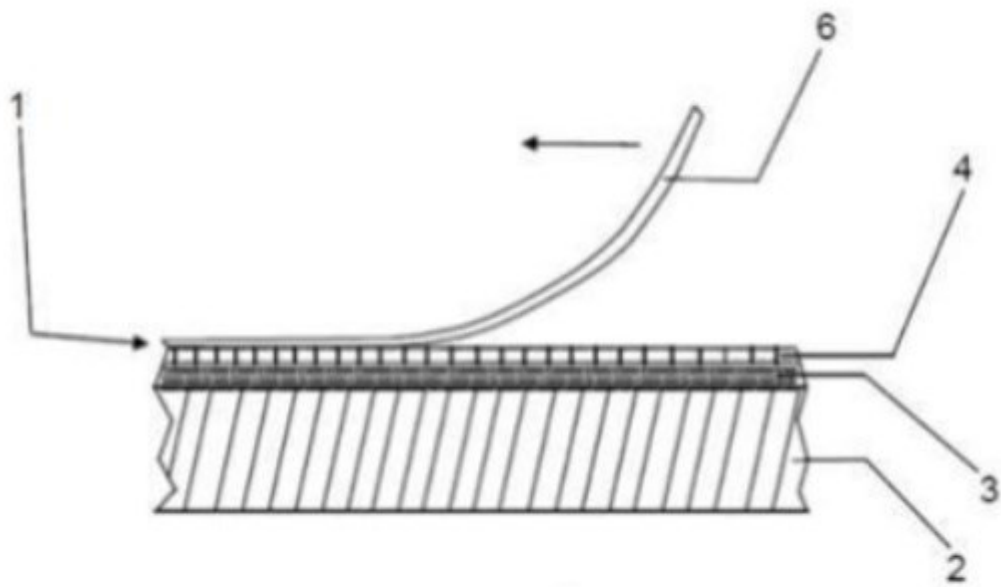




Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5