

# Projekt Interakcia človeka a dreva

na Fakulte architektúry STU v Bratislave



Zmysluplné použitie dreva a iných domácich prírodných dorastajúcich materiálov pri tvorbe prostredia je súčasťou well-being fenoménu. Schopnosť človeka rozumného spracovať prírodné materiály na vytvorenie príbytkov a nástrojov mu pomohla prežiť a byť evolučne úspešným. Náš nervový systém prírodné materiály dobre pozná a nemusí ich rozoznávať s námahou, zároveň je svojou dostupnosťou súčasťou našich kultúrnych archetypov. Inklinácia k nim je tak evolučne aj kultúrne podložená. Preto má aj kontakt alebo interakcia s drevom regeneratívny účinok, či už ide o živé stromy alebo zabudované výrobky z dreva.

Pokrok v technológiách jeho spracovania, modifikovania a napodobňovania a hlad trhu po efektívnejších a lacnejších riešeniach však spôsobil to, že nastala jeho veľká transformácia a trh ponúka množstvo jeho technických vylepšení, aglomerovaných hybridov, imitácií a náhrad. O to viac je dnes potrebné hovoriť o masívnom dreve a autenticite jeho povrchu. To isté platí aj pri všetkých ostatných prírodných materiáloch.

Ako drevo dnes pôsobí na človeka? Ako nás jeho estetické, haptické, prevádzkovo-hygienické, somatické, akustické či chuťové charakteristiky ovplyvňujú? Ako nás môže manuálna a kreatívna práca s drevom obohatiť? To boli základné otázky výskumného projektu „Interakcia človeka a dreva“. Ten začal ako spolupráca medzi Doc. Ing. Veronikou Kotradyovou, PhD. a Prof. Alfrédom Teischingerom počas jej štipendijného výskumného pobytu na Institute of Wood Technology, BOKU vo Viedni v roku 2011 a neskôr od roku 2013 pokračoval ako rovnomenný výskumný projekt APVV 0594-12.

Odpovede na tieto otázky sa tak hľadali v existujúcich štúdiách vo svete a vo vlastných výskumoch našich multidisciplinárnych tímov. Z nich boli vygenerované a ďalej rozvinuté koncepty a realizácie materiálov, polotovarov, výrobkov, celých priestorov a malej drevenej architektúry. Tie v súčasnosti preverujeme subjektívnymi a objektívnymi parametrami ich technickej a humanizačnej kvality.

Čiastkové výsledky tohto výskumu boli odprezentované na jednodňovom kolokviu „Interakcia človeka a dreva“ 24. novembra 2016 v Bratislave, organizovanom Fakultou architektúry STU v Bratislave a BCDlab a boli vystavené na interaktívnej výstave Drevo ako zážitok v rámci Noci architektúry 15. júna 2017 na FA STU v Bratislave.

## **POZITÍVNE VLASTNOSTI DREVA**

vhodné pre tvorbu regeneratívneho a podporného prostredia pre liečbu

### **1. Prírodná inklinácia ku prírodným materiálom /biofília a drevo ako súčasť našich kultúrnych archetypov**

Človek prirodzene inklinuje ku lokálnym prírodným materiálom a prírodu evokujúcim riešeniam a náš nervový systém a tým aj celé telo sa v ich prítomnosti dokáže uvoľniť a znížiť tak stres. Ich použitie vo verejných priestoroch pomáha vytvoriť civilnú až domácku atmosféru. Celkovo prostredie vytvorené z prírodných materiálov dokáže pôsobiť regeneratívne a tým zefektívniť liečbu a skrátiť pobyt v nemocničnom zariadení.

Drevo ako súčasť kultúrnych archetypov v užívateľoch vyvoláva pozitívne emócie.

### **2. Vizálny komfort**

Drevo je vizuálne atraktívne najmä ak sa jedná o autentický povrch, hnedožltá farba dreva pôsobí teplo ale nie príliš stimulačne ako napr. červená alebo oranžová, dokáže zútlučiť a zmäkčiť akýkoľvek priestor, pôsobí aj vďaka textúre /štruktúre/ kresbe mäkkoo a tiež zmäkčiť a otepliť inak studené osvetlenie potrebné pre efektivitu práce.

### **3. Haptický / kontaktný komfort**

Na dotyk má drevo vysoký kontaktný komfort vďaka jeho nízkej tepelnej vodivosti, optimálnej tvrdosti povrchu, dobrým sorpčným schopnostiam a manažmentu vlhkosti, ktorá vzniká v rozhraní medzi ľudským telom a interiérovými prvkami. Ako príjemnejšie na dotyk sú vnímané ihličnaté dreviny.

### **4. Hygiena a prevádzka**

Samotné drevo je hygienicky nezávadné a má antimikróbne účinky, najmä jadrová borovica, dub a smrekovec a je možné ho čistiť aj v stave bez povrchovej úpravy napr. technickým liehom alebo prípravkami na báze chlóru.

Po nanosení chemickej povrchovej úpravy drevo stráca schopnosť prirodzenej likvidácie mikroorganizmov, po úprave olejmi, voskami alebo lakmi je však účinne čistiteľné dezinfekčnými prostriedkami.

Povrchovú úpravu je ale možné zónovať tak, aby v najviac exponovaných zónach bolo drevo upravené chemickým filmom z tvrdých voskových olejov, nanovoskov alebo syntetických lakov, ktoré sú čistiteľné a dezinfikovateľné predpísanými prostriedkami. V zónach, kde neprichádza k intenzívnemu opotrebovávaniu a riziku kontaminácie tekutinami, ako sú napríklad obklady stien, stropy, úložný nábytok a iné časti nábytku, je možné nechať drevo bez povrchovej úpravy a benefitovať z jeho pozitívnych vlastností.

Drevo je ľahko opracovateľné, obnovovateľné, je ideálnym tréningovým materiálom pre kreatívne a technické zručnosti a použiteľné aj pre fenomén „urob si sám“.

### **5. Akustický komfort**

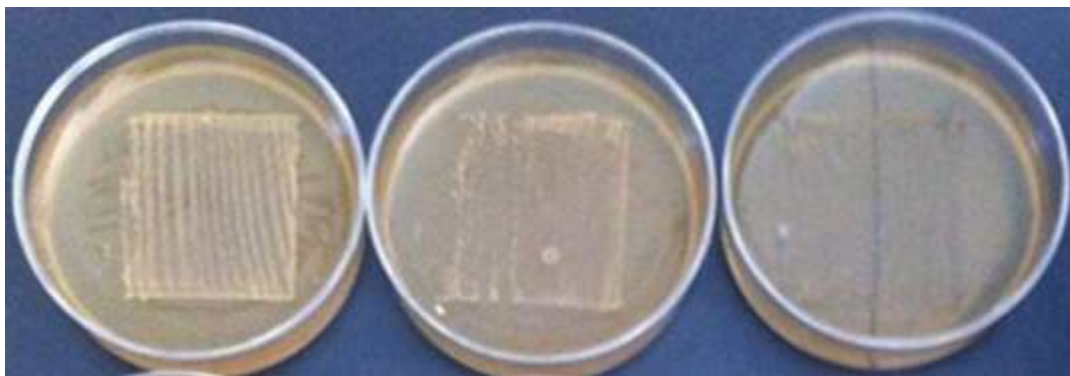
Drevo vo svojej autentickej podobe napomáha vytvoriť akustickú pohodu a vyvážené akustické prostredie s nie príliš malou a nie s príliš veľkou zvukovou izoláciou a taktiež správnu priestorovú akustiku. Je z neho možné vytvárať aj akustické panely, je použiteľné na difúzory aj rezonátory zvuku podľa potreby, ktoré budú prirodzenou súčasťou výtvarného a architektonického riešenia.

### **6. Olfaktorický komfort**

Prírodná vôňa dreva (najmä ihličnatého vďaka podielu živíc) pôsobí na človeka pozitívne, aj povrchové úpravy dreva na báze rastlinných olejov a voskov majú svoju charakteristickú príjemnú vôňu. Výraznejšiu kyslastú vôňu má aj dub vďaka obsahu trieslovín, ktoré emitujú do ovzdušia.

## Antimikróbne účinky dreva

Na základe referencií z realizovaných štúdií na tému hygienických a antimikróbných vlastností dreva, sme v roku 2014 začali spoluprácu s mikrobiologičkou Ing. Barborou Kaliňákovou, PhD. z Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STUV Bratislave, Ústavu mikrobiológie. Testovali sme v laboratórnych podmienkach dreveniny dub a borovicu s a bez povrchovej úpravy a s rôznymi povrchovými úpravami (PÚ) spolu s laminovanou drevotrieskovou doskou (LDT) v kontakte s baktériami streptokoka a salmonely, kde sa ukázalo, že dub aj borovica (dub viac) vykazovali ihneď vyššie antimikróbne účinky pravdepodobne vďaka prítomnosti trieslovín v prípade dubu a terpénoidov v prípade borovice. Vychádzame ale z hypotézy, že samotná anatomická stavba akéhokoľvek dreva nepodporuje rozmnožovanie mikroorganizmov, čo ukazujú viaceré svetové štúdie. Tieto účinky sa ale pri povrchovej úprave prípravkom na báze ľanového oleja a voskov aj syntetickým lakom strácajú. V našich testoch prírodná vosko-olejová povrchová úprava bola na tom o niečo lepšie než PÚ vodouriediteľným lakom a laminovaná drevotriesková doska (LDTD) vytvorila najoptimálnejšie podmienky pre rast baktérií aj niekoľko dní. Aj z týchto testov teda vyplynulo, že drevo bez povrchovej úpravy má najsilnejšie antimikróbne účinky. Sledovali sme aj antimikróbne vlastnosti ADRE-plazmou upraveného povrchu zo vzoriek z prvej fázy skúmania hydrofóbnosti, ale plazma sterilizovala povrch počas úpravy a krátko po nej, ale nemala dlhodobý účinok, v konečnom dôsledku mal potom povrch dreva menšie antibakteriálne účinky ako pred úpravou. Vzniká nám teda konflikt záujmov. Na jednej strane potreba čistiť drevené povrchy mokrou cestou, čo je preferované len pri chemických vodeodolných povrchových úpravách, vytvárajúcich kompaktný film na povrchu, a na strane druhej prirodzené antimikróbne účinky dreva bez povrchovej úpravy. Aby sme však mohli podať nejaké zásadné stanovisko, antimikróbne správanie sa dreva bolo potrebné vyskúšať aj v reálnom prostredí, preto tento fenomén skúmame aj v nemocničných interiéroch, ktoré v rámci projektu vznikli.



Vzorky	Čas	
	0 hodín	20 hodín
Laminovaná drevotriesková doska	7,43	7,11
Borovica	6,56	2,95
Borovica povrchovo upravená voskovým olejom OSMO	7,39	6,78
Borovica upravená vodou riediteľným akrylovým lakom	7,42	7,2
Dub	3,76	2,34
Dub povrchovo upravený voskovým olejom OSMO	7,41	3,57

Obr.1: Testy uskutočnené v laboratóriu Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU - prežitie baktérie *Staphylococcus aureus* na rôznych povrchoch prostredníctvom metódy log CFU získaných z triesok po stere, čísla ukazujú počet kolonotvorných jednotiek danej baktérie na cm<sup>2</sup> (KJT/cm<sup>2</sup>) pri rôznych povrchoch.

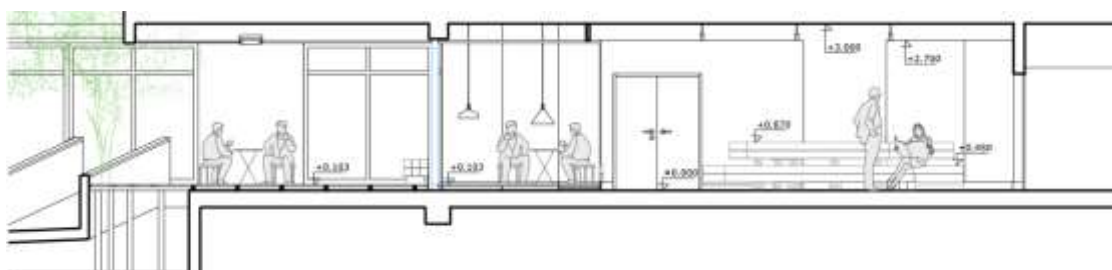
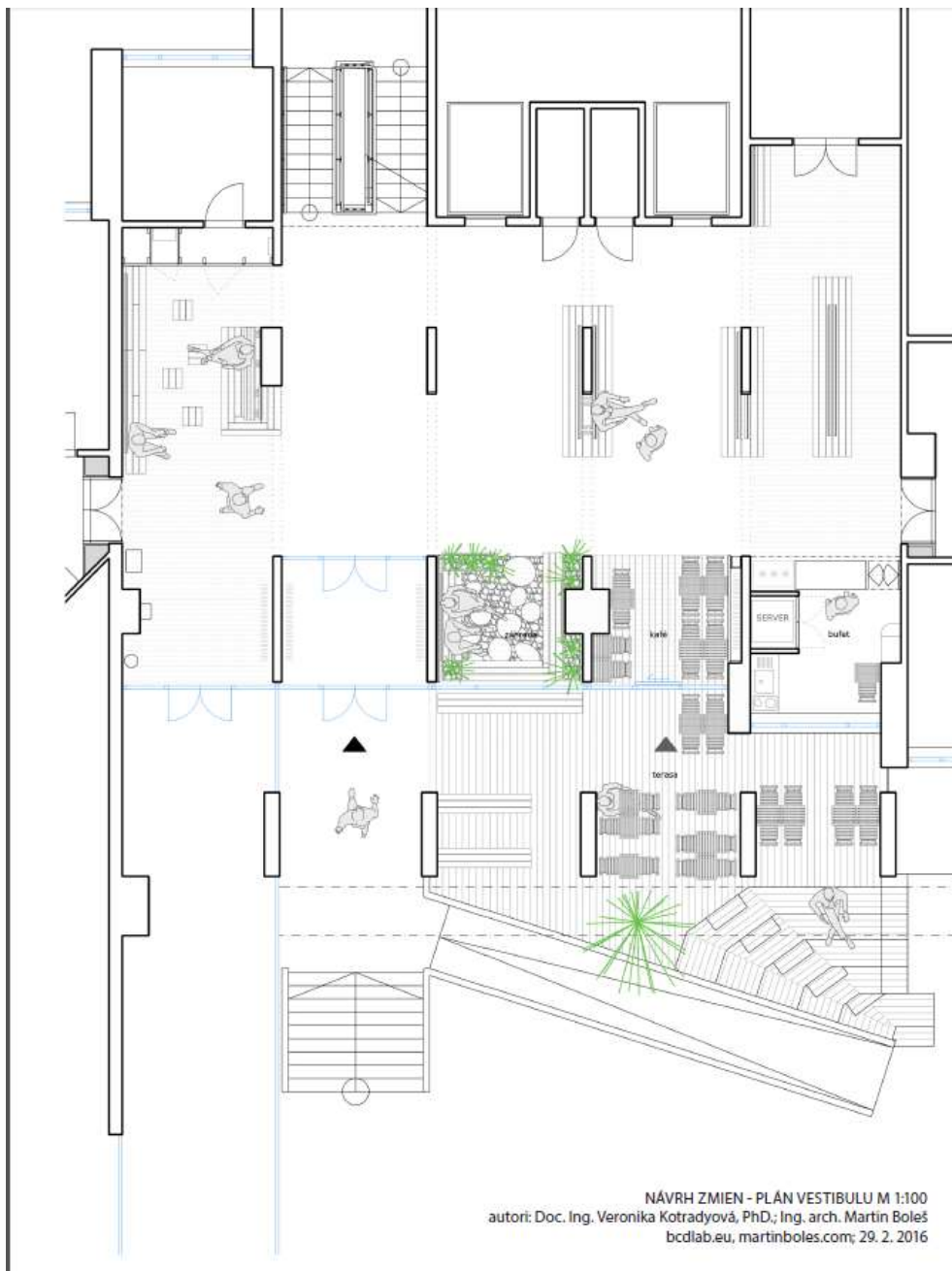
## **Drevo (a ostatné prírodné materiály) v nemocničnom prostredí**

Všetky už spomínané vlastnosti dreva okrem jeho údržby hrajú v prospech jeho použitia v nemocničnom a wellness prostredí. Prostredie vytvorené z prírodných materiálov a drevo obzvlášť má regeneratívny účinok pre nervový systém, čím pomáha vytvárať podporné prostredie pre znižovanie stresu a urýchlenie liečiaceho procesu u pacientov, o čom svedčia viaceré svetové štúdie.

Táto náklonnosť k prírodným materiálom a prírodu evokujúcim riešeniam, ktorá v súčasnosti vo vedeckých kruhoch dostala názov biofília, funguje na kultúrnej aj živočíšnej úrovni človeka. Naš nervový systém prírodné materiály a riešenia pozná, sú mu inštinktívne blízke a určitým spôsobom aj príbuzné, nemusí ich „skanovať“. Pripomínajú mu prežitie a celé telo sa tak pri nich môže uvoľniť. Na socio-kultúrnej úrovni človeka prebieha táto inklinácia prostredníctvom zdieľania kultúrnych archetypov, pretože prírodné materiály sú súčasťou našej tradičnej kultúry. Aj keď ich dočasne vytláčajú rôzne novinky, vždy sa k nim ale stavebná a bytová kultúra rada vracia, pretože sú nadčasové. Na to, aby sa stereotypy a s nimi spojené hygienické predpisy týkajúce sa údržby zmenili, je potrebné vytvoriť príležitosti pre použitie dreva v reálnom hygienicky exponovanom prostredí. Preto sa od roku 2015 snažíme o spolupráce na projektoch revitalizácií nemocničných priestorov a na kvalitnom dizajne vedecky dokázať, že drevo a ostatné prírodné materiály vo svojej autentickej podobe majú svoje miesto minimálne v poloverejných a verejných zónach, ako sú čakárne či odpočinkové miestnosti. S určitosťou drevo môžeme odporúčať ako jednoznačne vhodné aspoň pri obkladoch stien a stropov, ktoré neprichádzajú do priameho styku s kontaminovanými a farebnými tekutinami a pod. aj v hygienicky exponovanejších priestoroch. Dokázať to na reálnych interiéroch je cesta, ako zmeniť stereotypy bežné pri zariaďovaní ambulancií či nemocníc.

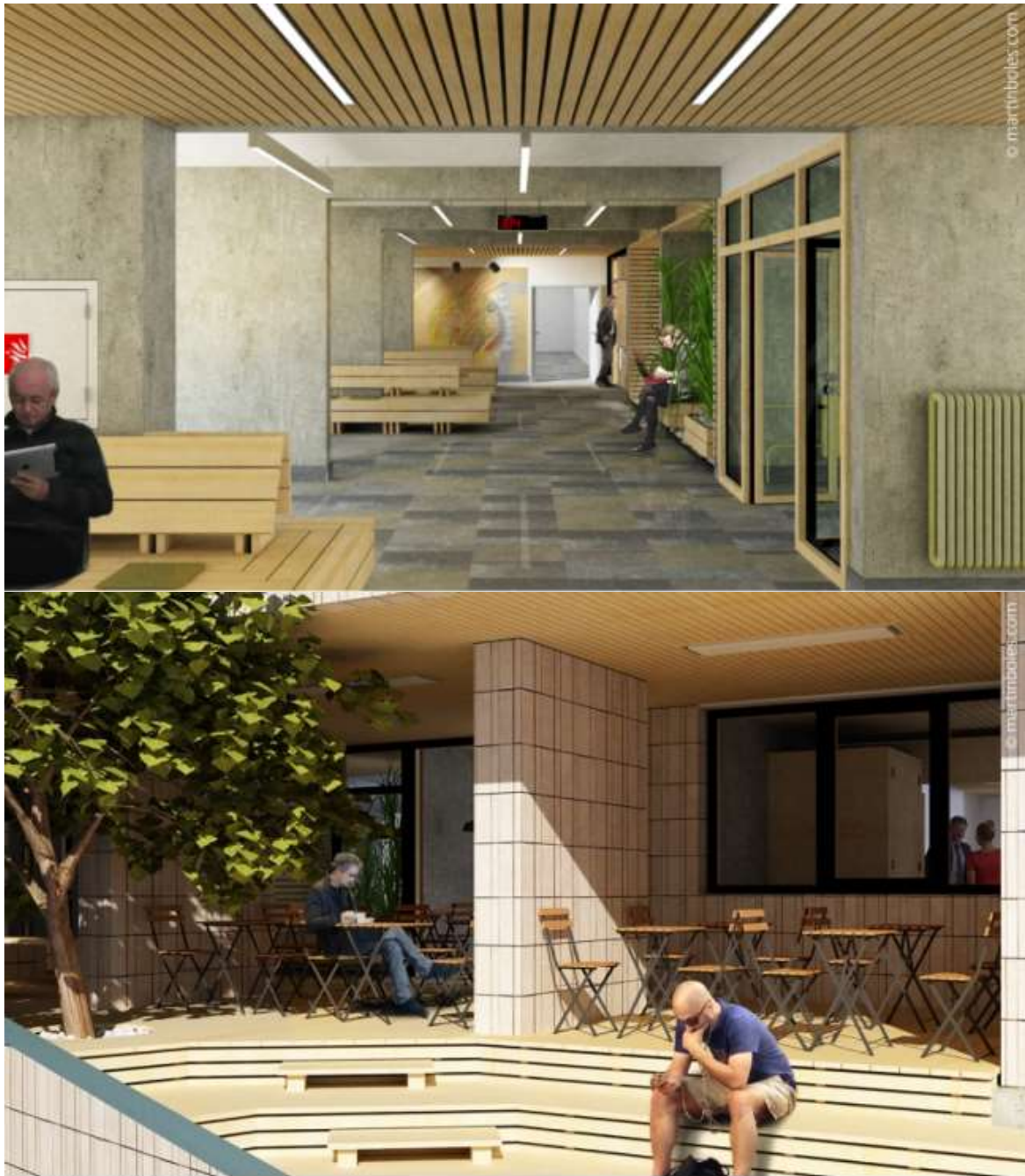
Pilotnou intervenciou bola **štúdia revitalizácie vestibulu a čakárne Národného onkologického ústavu v Bratislave na Klenovej ulici**. Vypracoval sa projekt pre celý vestibul a v rámci výskumného projektu bola pilotne realizovaná jeho prvá časť - čakáreň pri ambulanciách Kliniky klinickej onkológie. Bol realizovaný v októbri a novembri 2016, pričom bol inštalovaný obklad steny a stropu z borovice a sedenie zo smrekovcových trámov. Ďalej bolo prvýkrát použité sekundárne dýhovanie dverí borovicovou dýhou a osadené nové teplé biele osvetlenie. Prvé tri mesiace sú drevené povrchy bez chemického ošetrovania. Tento návrh je súčasťou dizertačnej práce doktoranda Martina Boleša pod vedením Veroniky Kotradyovej.

Cieľom je poukázať na fakt, že drevo je materiál vhodný do nemocničného prostredia – a je tak minimálne rovnocenným ku všetkým ostatným bežne používaným a normami a stereotypmi akceptovaným materiálom v nemocničnom prostredí.



Obr.3 : Návrh vestibulu a terasy Kliniky klinickej onkológie- pavilón M , autori: Martin Boles, Veronika Kotradyová, Fakulta architektúry STU





Obr.3 : Návrh vestibulu a terasy Kliniky klinickej onkológie- pavilón M , autori: Martin Boleš, Veronika Kotradyvá, Fakulta architektúry STU

V spolupráci s mikrobiologičkou Barborou Kaliňákovou bola meraná aj mikrobiologická kvalita ovzdušia v týchto priestoroch a povrchy lavíc, stolíkov a stien v pôvodnom stave a tiež po 3 týždňoch od inštalácie a nové výsledky boli v porovnaní s bývalým stavom podstatne lepšie po nasadení dreva a zodpovedali veľmi slabo, resp. nekontaminovaným plochám a teda veľmi dobrému hygienickému štandardu. Nasledujúci príspevok je konkrétne o týchto meraniach. Testy budú opakované po 4 mesiacoch v marci 2017. Je ale predpoklad, že plochy bez povrchovej úpravy a pravidelného čistenia, ktoré sú najviac kontaktované ľudským telom, sa budú špiniť, čo zhorší ich antimikróbny účinok. Cieľom potom bude zoptimalizovať proces údržby a čistenia, odporúčať vhodné prípravky a nájsť kompromis v tom, kde je drevo bez povrchovej úpravy vhodné a kde nie.



Obr. 4: Pôvodný stav vestibulu a čakárne Národného onkologického ústavu v Bratislave na Klenovej ulici.



Obr. 5: Revitalizácie vestibulu a čakárne Národného onkologického ústavu v Bratislave na Klenovej ulici, stav z decembra 2016, pred umiestnením umeleckého objektu na stenu.

## Údržba a čistenie drevených povrchov

Prvým stupňom je čistenie povrchu neupraveného dreva technickým liehom (90%-tným etanolom) alebo riedeným SAVOm podľa odporúčaného návodu na obale. Prvá celoplošná údržba – čistenie sedadiel prebehla 10.3. 2017. Čistenie je možné bežnou hubkou na riad. Už po ľahkom pretretí sa nečistoty odstránia a povrch je nielen dezinfikovaný, ale si aj zachováva svoje pôvodné antimikrobiálne vlastnosti a pôvodnú farbu. Ako výskumné vzorky sú sledované plochy, ktoré boli dôsledne vyčistené etanolom, teda sterilné, vzápätí bol uskutočnený odber metódou steru a tá istá plocha bude monitorovaná po 2 týždňoch a mesiaci s cieľom porovnať rýchlosť osídlenia mikroorganizmami. Toto bolo uskutočnené na drevenom neupravenom povrchu a aj na ploche nových plastových stoličiek v inej časti vestibulu ako referenčná vzorka. Následne budú testované



jednotlivé druhy povrchových úprav na drevo s tým, že návštevníkmi najviac kontaktované plochy sa budú upravovať prípravkami na báze rastlinných olejov a karnaubského vosku, ktoré sú čistiteľné aj dezinfekčnými prostriedkami na báze chlóru a alkoholu.



Obr.6: Jednoduché chemické čistiace prostriedky – etanol /Vzduchol a riedené SAVO



Obr.7: Testovacie plochy na povrchu prírodného dreva po 4 mesiacoch od inštalácie. Znečistenie nebolo biologického charakteru, je spôsobené od tašiek a nohavíc, keďže ide o čakárne





Obr.8 : Stav povrchu po vyčistení etanolom.

## **Metodika a výsledky mikrobiologických testov na Národnom onkologickom ústave v Bratislave**

Ing. Barbora Kaliňáková, PhD. Ústav biochémie a mikrobiológie (FCHPT)

Mikrobiologická kontrola prostredia zdravotníckych zariadení sa môže realizovať monitorovaním ovzdušia pasívne spádovou metódou alebo aktívne aeroskopom a monitorovaním povrchov metódou sterov alebo metódou odtlačkov. Uvedenými metódami sa sleduje prítomnosť životaschopných zárodkov.

Pri spádovej metóde sa agarové platne (Petriho misky s priemerom 9 cm obsahujúce živné médium Trypton sójový agar, resp. Sabouraudov agar s chlorómfenikolom) exponovali počas 1 hodiny na troch miestach s ohľadom na predpoklad rôzneho prúdenia vzduchu v priestore čakárne (v kúte miestnosti, v strede miestnosti a v blízkosti koridoru) umiestnené 1 meter od podlahy a najmenej 1 meter od steny. Po následnej kultivácii počas 2 až 5 dní pri 25°C sa spočítali počty kolóniotvorných jednotiek (KTJ), ktoré zodpovedali počtom životaschopných zárodkov zachytených na povrchu agarových platní. Pred rekonštrukciou sa v ovzduší priestoru čakárne stanovilo v priemere 30 až 56 KTJ na dm<sup>2</sup> za h, čo zodpovedá priemernej až slabej mikrobiologickej čistote vzduchu hodnotenej aj pomocou IMA indexu („Index of Microbial Air Contamination). Po rekonštrukcii klesol počet KTJ na polovicu, čo zodpovedá dobrej až priemer mikrobiologickej čistote ovzdušia.

Pri hodnotení stupňa kontaminácie plôch metódou sterom sa navlhčeným vatových tampónom zotrela plocha 10 x 10 cm<sup>2</sup> a na tampón zachytené životaschopné zárodky sa následne počas 15 minút vytrepali do fyziologického roztoku, alikvótami ktorého sa inokuloval povrch agarových platní. Po kultivácii sa stanovili počty KTJ. Pred rekonštrukciou plochy (stoličky, stôl s časopismi, podlaha) obsahovali viac než 15 KTJ na 1 cm<sup>2</sup>, čo zodpovedá slabej kontaminácii. Podľa normy by plochy v zdravotníckych zariadeniach, ktoré prichádzajú do kontaktu s rukami pacientov nemali obsahovať viac než 5 KTJ na 1 cm<sup>2</sup>. Po rekonštrukcii klesol počet KTJ pri drevených povrchoch nachádzajúcich sa v priestore čakárne (lavice, stolík, stena) na úroveň 1 až maximálne 4 KTJ na 1 cm<sup>2</sup>, čo zodpovedá veľmi slabo, resp. nekontaminovaným plochám a teda veľmi dobrému hygienickému štandardu.

Testy sa opakovali po 4 a po 7 mesiacoch od inštalácie dreva do vestibulu.



Obr. 9.: Metódy použité pri mikrobiologických testoch (zľava doprava): metóda sterov, metóda odtlačkov, spádová metóda

## Výsledky mikrobiologických testov

Tab.1: Výsledky mikrobiologických testov vo vestibule pavilónu M- kliniky klinickej onkológie

Celkové množstvo kultivovateľných mikroorganizmov v ovzduší (stanovené spádovou metódou)

	Pôvodný stav Máj 2016	Nový stav November 2016	Nový stav Marec 2017	Nový stav Jún 2017
Kút čakárne	51 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	20 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	36 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	42 KTJ/dm <sup>2</sup> /h
Stĺp v strede čakárne	56 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	24 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	-	38 KTJ/dm <sup>2</sup> /h
Blízko koridoru	30 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	27 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	33 KTJ/dm <sup>2</sup> /h	36 KTJ/dm <sup>2</sup> /h

Celkové množstvo kultivovateľných mikroorganizmov na plochách (stanovené metódou sterov)

Najvyššie prípustné koncentrácie prachových častíc a mikrobiologických faktorov v čistých priestoroch zariadenia sú 500 KTJ/m<sup>3</sup> (t. j. **175 KTJ/m<sup>2</sup>/h**)<sup>1</sup>, pričom prepočet je 10 cfu/m<sup>3</sup> – 350 cfu/m<sup>2</sup>/h<sup>2</sup>.

	Pôvodný stav Máj 2016	Nový stav November 2016	Nový stav Marec 2017
Stolička/lavica (sedacia časť)	6 KTJ/cm <sup>2</sup>	3 KTJ/cm <sup>2</sup>	12 KTJ/cm <sup>2</sup>
Stolička/lavica (opierka)	> 15 KTJ/cm <sup>2</sup>	1 KTJ/cm <sup>2</sup>	1 KTJ/cm <sup>2</sup>
Lavica (škára medzi doskami)	-	-	2 KTJ/cm <sup>2</sup>
Stolík s časopismi	> 15 KTJ/cm <sup>2</sup>	4 KTJ/cm <sup>2</sup>	6 KTJ/cm <sup>2</sup>
Podlaha	> 15 KTJ/cm <sup>2</sup>	5 KTJ/cm <sup>2</sup>	7 KTJ/cm <sup>2</sup>
Stena drevená (výška 1 m)	-	2 KTJ/cm <sup>2</sup>	3 KTJ/cm <sup>2</sup>
Stena drevená (výška 1,5 m)	-	-	3 KTJ/cm <sup>2</sup>
Plastová stolička	-	-	9 KTJ/cm <sup>2</sup>

<sup>1</sup> podľa Vyhlášky ministerstva zdravotníctva slovenskej republiky z 15. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na prevádzku zdravotníckych zariadení z hľadiska ochrany zdravia, Zbierka zákonov č. 553/2007, Strana 3998, Čiastka 231

<sup>2</sup> Pasquarella, C.; Pitzurra, P.; Savino, A.: The index of microbial air contamination in: Journal of Hospital Infection (2000) 46: 241–256; doi:10.1053/jhin.2000.0820, available online at <http://www.idealibrary.com> on

### Testovanie povrchu stermi v súvislosti s možnosťou čistenia

	Marec 2017
Lavica (sedacia časť, frekventovaná)	25 KTJ/cm <sup>2</sup>
Lavica po dezinfekcii s etanolom	2 KTJ/cm <sup>2</sup>
Lavica po dezinfekcii so Savom	21 KTJ/cm <sup>2</sup>
Plastová stolička	30 KTJ/cm <sup>2</sup>
Plastová stolička po dezinfekcii s alkoholom	3 KTJ/cm <sup>2</sup>

### Celkové množstvo kultivovateľných mikroorganizmov na plochách (stanovené metódou odtlačkov)

	Pôvodný stav Máj 2016	Nový stav November 2016	Nový stav Marec 2017	Nový stav Jún 2017
Stolička/lavica (sedacia časť)	-	2 KTJ/cm <sup>2</sup>	< 1 KTJ/cm <sup>2</sup>	1 KTJ/cm <sup>2</sup>
Stolík s časopismi	-	1 KTJ/cm <sup>2</sup>	1 KTJ/cm <sup>2</sup>	1 KTJ/cm <sup>2</sup>
Stena	-	< 1 KTJ/cm <sup>2</sup>	< 1 KTJ/cm <sup>2</sup>	1 KTJ/cm <sup>2</sup>

Limit < 5 KTJ/cm<sup>2</sup> pre čisté priestory zdravotníckych zariadení<sup>3</sup>

### Záver ku téme hygieny a údržby dreva v nemocničnom prostredí

Drevo má prirodzené antimikróbne účinky, dokáže redukovať množstvo mikroorganizmov v ovzduší a na svojom povrchu a zodpovedá hygienickým normám pre nemocničné prostredie. Avšak doterajšie mikrobiologické testy naznačujú, že drevo si zachováva svoje prirodzené antimikróbne účinky, len pokiaľ nie je silno znečistené vrstvami „tuhých“ nečistôt vznikajúcej z intenzívneho kontaktu s človekom. Menej exponované časti bez prilnutých nánosov nešistôt si túto vlastnosť zachovali. Mikrobiálna kvalita ovzdušia je aj po 4 a 7 mesiacoch lepšia oproti pôvodnému stavu. Prostredníctvom pravidelného chemického čistenia a po niekoľkých rokoch možno aj mechanického prebrúsenia povrchu je možné dosiahnuť dobrý hygienický štandard.

Tieto javy budeme ďalej sledovať a hľadať riešenia pre použitie dreva vo svojej prirodzenej podobe v interiéroch zdravotníckych zariadení.

Inou možnosťou je **zónovanie** priestorov zdravotníckych zariadení tak, aby bolo možné v málo exponovaných častiach používať drevo a iné prírodné materiály aj bez povrchovej úpravy a tým pozitívne ovplyvňovať komplexnú mikroklimu. Kombinovaním upravených a neupravených povrchov dreva v priestoroch zdravotníckych zariadení je tak kompromisným riešením.

Možnosťou je pristúpiť ku povrchovej úprave sedadiel prírodným tvrdým voskovým olejom. Takto upravený povrch sa dá čistiť a dezinfikovať rovnako ako lamináty, kovy a plasty inak bežne používané na výrobu nábytku do nemocničného prostredia. Povrchovú úpravu by sme v takom prípade obmedzili ale len na sedaciu časť lavíc a operadlá a steny by mohli ostať bez povrchovej úpravy, aby fungovalo čistenie vzduchu, regulácia vlhkosti ovzdušia aj množstvo VOC emisií.

Keďže ide o masívne hranoly, je možné ich niekoľkokrát do roka prebrúsiť aspoň na tých najkontaktovejších plochách a tým obnoviť prirodzené antimikróbne účinky, ktoré boli

<sup>3</sup> Cloutman-Green, E. ; D'Arcy, N.; Cert,P.G.; Spratt, D.; Hartley, J.C.; Klein, N: How clean is cleandis a new microbiology standard required? American Journal of Infection Control 42 (2014) 1002-3

najzjavnejšie dva týždne po inštalácii drevených prvkov. Tento „čerstvý“ stav je možné obnovovať niekoľko rokov, napr. prebrúsením raz za tri mesiace.

V spolupráci s Kompetenzzentrum WOOD K plus Viedeň prebieha aj meranie a vyhodnocovanie VOC-emisií v priestore vestibulu v pôvodnom stave, 3 týždne po inštalácii dreva a bola ešte vykonaná po 4 mesiacoch od inštalácie- v marci 2017. Jeho cieľom je dokázať, že drevo v surovom stave bez povrchovej úpravy dokáže manažovať VOC – emisie v prostredí cez tzv. sink-efekt. Hypotéza bola, že drevo vo svojej prirodzenej podobe dokáže vďaka sink-efektu absorbovať a následne desorbovať iné/cudzie VOC-emisie. Niektoré VOC-substancie sa hneď po inštalácii drevených prvkov a po 4 mesiacoch po skutočne zredukovali, ale z našich meraní sa nedá jednoznačne usúdiť, či je koncentrácia všeobecne veľmi nízka vďaka umiestneniu meraného interiéru vo vestibule s prirodzenou výmenou vzduchu. VOC-emisie ako xylén, oktanol, 2-Ethylhexanol atď. sú zdraviu škodlivé prchavé látky bežne sa nachádzajúce v čističoch a dezinfekčných prostriedkoch a materiáloch používaných bežne v interiéri;  $\alpha$ -Pinene, D-3-Carene, Limonene sú VOC- emisie -súčasť terpenoidov – typických pre ihličnaté dreviny. Tento fenomén sink.efektu u dreva je potrebné skúmať ďalej.



Obr.10: Skúšobné zariadenie pre VOC- emisie pri pôvodnom stave, uskutočnené sorpčnými tyčinkami naplnenými látkou Tenax®TA na 60 minút za použitia vzorkovacie pumpy pri prietoku vzduchu 100 mL min<sup>-1</sup>.



Tab.2: Prehľad koncentrácií substancií pred rekonštrukciou, 3 týždne po rekonštrukcii, 3 mesiace po rekonštrukcii v renovovanej časti vestibulu a v nerenovovanej časti vestibulu; xylén, oktanol, 2-Ethylhexanol atď. sú zdraviu škodlivé prchavé látky bežne sa nachádzajúce v čistiacich a dezinfekčných prostriedkoch a materiáloch používaných bežne v interiéri;  $\alpha$ -Pinene,  $\Delta$ -3-Carene, Limonene sú VOC- emisie -súčasť terpenoidov – typických pre ihličnaté dreviny

Substance	prior to reconstruction	3 weeks after reconstruction	3 months after reconstruction – renovated area	3 months after reconstruction – non-renovated area
Xylene [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	4	5	3	2
Octanal [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	3	n.d.	n.d.	n.d.
2-Ethylhexanol [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	6	<1	1	1
Nonanal [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	11	4	5	4
Decanal [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	9	2	5	4
$\alpha$ -Pinene [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	n.d.	59	50	n.d.
$\Delta$ -3-Carene [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	n.d.	12	6	n.d.
Limonene [ $\mu\text{g m}^{-3}\text{TE}$ ]	2	25	7	12

### Prepojenie umenia, vedy a dizajnu

V súčasnosti prebehla inštalácia umeleckého objektu na stenu v čakárni, ktoré je odnímateľné zo steny a čistiteľné. Súčasťou diela je príbeh stromu, z ktorého sú prvky vestibulu ako aj dielo vyrobené, s poukázaním na paralelu medzi životom stromov a ľudí.

Autormi objektu na stene sú Veronika Kotradyová a Martin Mjartan v spolupráci Martinom Bolesom a Wandou Borysko z Fakulty architektúry STU v Bratislave. Dendrochronologická analýza dreva vznikla v spolupráci s Dipl.-Ing. Dr.nat.techn Michaelom Grabnerom z Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe, BOKU Viedeň.

### Ďalšie testy na NOU

V súčasnosti prebieha príprava testovania fyziologických reakcií respondentov (nie pacientov NOU) počas pobytu v revitalizovanej časti vestibulu, v spolupráci s Ing. Erikom Vavrinským z FEI STU v Bratislave. Cieľom je zistiť, ako reaguje ľudské telo v prostredí s väčšinovým použitím dreva, pričom vychádzame z predpokladov zistených pri laboratórnych testoch, že vizuálny a dotykový a čuchový kontakt s drevom znižuje pulz, prehľbuje dýchanie a aktivuje určité časti mozgu davané do súvislosti s well-being.

Mikrobiologická kvalita ovzdušia a povrchov a VOC- emisie budú ďalej s rôznymi časovými intervalmi sledované a to pri aplikácii rôznych povrchových úprav na viditeľných plochách pri zachovaní neupravených plôch dreva. na menej viditeľných a menej exponovaných plochách.

### Iné projekty implementácie dreva v nemocničnom prostredí

V súčasnosti prebieha príprava realizácie projektu revitalizácie miestnosti na odsávanie materského mlieka na Klinike neonatológie LF UPJŠ a Detskej fakultnej nemocnici v priestoroch Fakultnej nemocnici v Košiciach. V takýchto priestoroch je regeneratívny účinok dreva a iných prírodných materiálov na matky a tým aj na predčasne narodené deti ozaj relevantný. Je to projekt OZ Novorodenec a BCDlab Fakulty architektúry.

Vedúca štúdie: Doc. Ing. Veronika Kotradyová, PhD.  
e-mail: [kotradyova@fa.stuba.sk](mailto:kotradyova@fa.stuba.sk), [kotradys@gmail.com](mailto:kotradys@gmail.com)  
mobile: +421 903 691 551  
web: [bcdlab.eu](http://bcdlab.eu)

*Štúdia vznikla za podpory projektu APVV 0594-12 Interakcia človeka a dreva*

*Partneri projektu: Lumír Mička, W-Cut Most pri Bratislave, Illuma, Europlac, LEGA Komjatice*

### **LITERATÚRA ku hygiene dreva a regeneratívnym účinkom dreva na človeka**

Bírošová, L., Mikulášová, M.: Development of triclosan and antibiotic resistance in Salmonella enterica serovar Typhimurium. J Med Microbiol. 2009, 436-441, doi: 10.1099/jmm.0.003657-0.

Bonn, D., Eggers, J., Indekeu, J., Meunier, J. (2009). Wetting and spreading Reviews of Modern Physics, 81 (2), pp. 739-805

Burnard, M.; Kutnar, A. (2014): Restorative Environmental Design: Wood as a Material for Sustainable, Healthy Environments, In: Society of Wood Science and Technology, Monona, WI, US, 57th SWST International Convention, 7th Wood Structure and Properties Conference, 6th European Hardwood Conference, ISBN 978-09817876-4-0

Burnard, M., Kutnar, A. (2015): Wood and human stress in the built indoor environment: a review, in Wood Science and Technology 49(5):969-986 · September 2015

Cloutman-Green, E. ; D'Arcy, N.; Cert, P.G.; Spratt, D.; Hartley, J.C.; Klein, N: How clean is clean: is a new microbiology standard required? American Journal of Infection Control 42 (2014) 1002-3

Fell, D. (2010): Wood In The Human Environment: Restorative Properties Of Wood In The Built Indoor Environment. Vancouver: PhD. Thesis,

Fürst, D. (2007) Vergleichende Untersuchung der antimikrobiellen Wirksamkeit von sieben verschiedenen Hölzern, Inaugural – Dissertation, Aus dem Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Gebken, S. (2014): Untersuchungen zur antimikrobiellen Wirkung von Holz unter Berücksichtigung praktischer Anwendungsbereiche, Diplomarbeit an der Fachhochschule Oldenburg  
Information über Wilms® HygieneHolz: Zusammenfassung, der Forschungsvorhaben, Untersuchungen und Prüfungen, 1996-2015, [http://www.wilms.com/Hygiene/forschungen/iuhh\\_klein.pdf](http://www.wilms.com/Hygiene/forschungen/iuhh_klein.pdf)

Kotradyová, V (2016): Wechselwirkungen zwischen Mensch und Holz - Pflegemöglichkeit und Betriebskomfort.  
In: Qualifizierungsnetzwerk „FEHRA Kiefernholzverwendung“

Kotradyova, V.; Teischinger, A. (2014): Tactile interaction and contact comfort of wood and wood materials, In: Society of Wood Science and Technology, Monona, WI, US, 57th SWST International Convention, 7th Wood Structure and Properties Conference, 6th European Hardwood Conference, p 204-213, ISBN 978-09817876-4-0

Kotradyova, V.; Tiňo, R.; Kaliňáková, B.; Šprdlík, V. (2015): Natural solid wood surfaces and its possibilities of using in health care and therapeutic facilities, In: Conference: ECWM8 The eight European Conference on

Wood Modification, At Helsinki, Finland

Kotradyová, V.; Kaliňáková, B. (2014): Wood as Material Suitable for Health Care and Therapeutic Facilities , Advanced Materials Research - enviBUILD 2014, p. 362-366

Lux, C., Szalay, Z., Beikircher, W., Kováčik, D., Pulker, H.K. (2013). Investigation of the plasma effects on wood after activation by diffuse coplanar surface barrier discharge European Journal of Wood and Wood Products, 71 (5), pp. 539-549

Milling, A., Kehr, R., Wulf, A., Smalla, K. (2005): The use of wood in practice – a hygienic risk? In: Holz als Roh und Werkstoff 63, Springer, pp. 463—472

Moser, M.; Thoma, E. (2014): Die Sanfte Medizin der Bäume - Gesund leben mit altem und neuem Wissen., Servus Verlag, Salzburg

Niedermayer, S., Fuerhapper, Ch. at al. (2013): VOC sorption and diffusion behavior of building materials , European Journal of Wood Products, DOI 10.1007/s00107-013-0713-4

Odrášková, M., Ráhel', J., Zahoranová, A., Tiňo, R., Černák, M. (2008). Plasma activation of wood surface by diffuse coplanar surface barrier discharge Plasma Chemistry and Plasma Processing, 28 (2), pp. 203-211

Pasquarella, C.; Pitzurra, P.; Savino, A.: The index of microbial air contamination in: Journal of Hospital Infection (2000) **46**: 241–256; doi:10.1053/jhin.2000.0820, available online at <http://www.idealibrary.com> on

Sakuragawa, S. (2008): Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation, Journal of Wood Science, vol. 54, no. 2, pp. 107-113

Sohn, Jin-Hun (2005): Brain activation when exposed to room pictures with different levels of wooden products. An fMRI study. In: International symposium on Wood Science and Technology IAWPS

St'ahel, P., Buršíková, V., Navrátil, Z., Zahoranová, A., Janča, J., Buršík, J.(2003). Deposition of protective hydrophobic thin films in surface discharge at atmospheric pressure. In Proceedings of 16th ISPC, Taormina, Italy pp. 10-14

Stingl, R., Domig, K. (2011): Holz und Hygiene“(State of the Art in Kurzform), IHF, BOKU Vienna

Vyhľadška ministerstva zdravotníctva slovenskej republiky z 15. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na prevádzku zdravotníckych zariadení z hľadiska ochrany zdravia, Zbierka zákonov č. 553/2007, Strana 3998, Čiastka 231

Yazdankhah, S. P.; Scheie; A. A., Høiby; E. A., Lunestad; B. T.; E. Heir, T. Ø. ; Fotland T, K. ; Naterstad , H.; Kruse, H. Triclosan and antimicrobial resistance in bacteria: an overview. Microb Drug Resist. Summer; 12(2) (2006), 83-90