Metodika

„Průzkum stavu papíru knihovních fondů měřícím systémem SurveNIR“

Metodika vznikla jako součást řešení výzkumného projektu programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) „Průzkum, konzervace a péče o novodobé knihovní fondy – materiály a technologie“ (DF13P01OVV04) Ministerstva kultury České republiky. Řešiteli tohoto projektu jsou Národní knihovna České republiky (NK ČR), Odbor ochrany knihovních fondů a Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Koordinujícím řešitelem je NK ČR, řešitelka Ing. Petra Vávrová, PhD. Dále se na přípravě metodiky podílely Ing. Magda Součková, Ing. Lucie Palánková a Mgr. Jitka Neoralová, všichni z NK ČR.

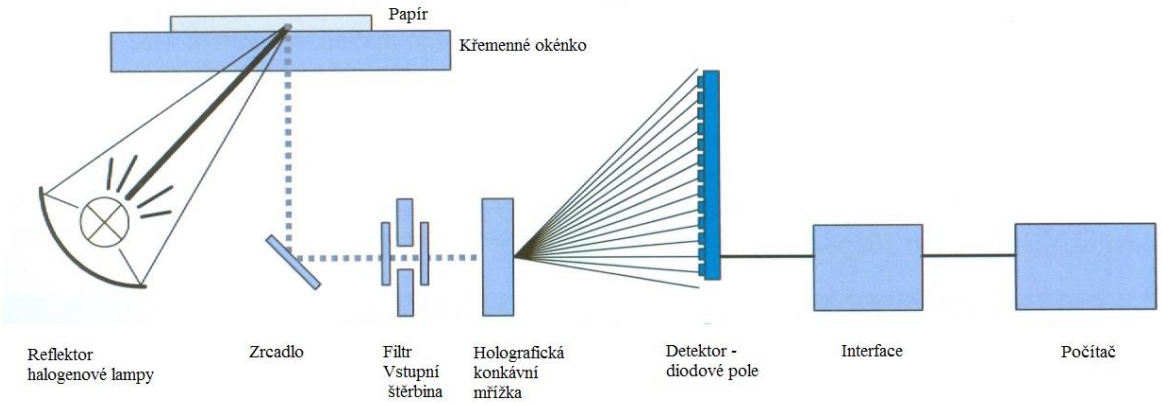
Cíl metodiky

Metodika „Průzkum stavu papíru knihovních fondů měřícím systémem SurveNIR“ je určena pro instituce ČR, které shromažďují a uchovávají písemné a knižní sbírky, jejichž nositelem informací je papír. Cílem předkládané metodiky je pomocí měřícího systému SurveNIR vyhodnotit stav papíru ucelených písemných a knižních sbírek, případně jednotlivých papírových objektů. Získané informace umožní kvalifikovaně rozhodnout o způsobu další péče o tyto sbírky.

Vlastní popis metodiky

Úvod

Stav papíru jednotlivých objektů je zjišťován měřící systémem SurveNIR, který se skládá ze spektrometru, počítače a software k vyhodnocení – *Obrázek č. 1*.



Obrázek č. 1 Měřící princip NIR-spektrometru s diodovým polem jako detektorem

Měřící systém SurveNIR byl vyvinut ve výzkumném projektu SurveNIR, částečně financovaném 6. Framework Programm Evropské komise [SurveNIR on-line; Strlic, 2008].

Tento systém využívá spektrometrii v blízké infračervené oblasti (NIR), oblast vlnových délek 780—2500 nm, a chemometrii. Absorpce záření v NIR oblasti je obvykle způsobena energetickými přechody mezi vibračními hladinami molekul, a to přechody kombinačními (současná excitace několika vibračních modů — energie příslušného přechodu pak odpovídá součtu energií fundamentálních přechodů příslušných vibračních modů) a svrchními tóny (overtony — odpovídají excitaci daného vibračního modu do vyšší excitované hladiny). Z hlediska kvalitativní informace je možné srovnávat

měřená spektra čistých látek s knihovnami spekter, a tak provádět identifikaci látek. Měřící systém SurveNIR na základě statistického vyhodnocení těchto NIR-spekter papíru vyhodnotí jeho vybrané chemické a fyzikálně mechanické vlastnosti. K třídění a klasifikaci NIR spekter využívá systém SurveNIR chemometrii, multivariační analýzu dat.

Pro každý objekt lze při měření spekter současně zaznamenat i vybrané obecné údaje o objektu (např. místo vydání, hmotnost, materiál vazby, biologické poškození apod.), zvolené podle potřeb průzkumu. Po vyhodnocení spekter je papír popsán z hlediska svého složení a je reprodukovatelně určen stupeň jeho stárnutí. Systém výsledky zařadí do čtyř definovaných kategorií a na tomto základě pak vyhodnotí stav papíru celé sbírky.

1. Příprava průzkumu – volba metody výběru objektů

Knihovní sbírky, u kterých chceme zjistit stav objektů, mívají proměnlivý počet objektů od desítek až stovek po statisíce až miliony. Počet objektů vybraných k měření záleží na velikosti sbírky, a také na účelu prováděného průzkumu. Jestliže se má například rozhodovat o konkrétních restaurátorských či konzervátorských zásazích na objektech malé sbírky, je účelné proměřit všechny objekty.

K vyhodnocení celkového stavu sbírky velkého rozsahu (desetitisíce až miliony svazků) je nutné zvolit ke zkoumání určitý výběr objektů. Výběrový soubor by měl být co nejpřesnější zmenšenou kopií základního souboru (množiny všech objektů, které mají být zkoumány v daném průzkumu), aby bylo možno na základě na něm uskutečněného průzkumu dělat obecnější závěry platné pro celý základní soubor. K výpočtu, kolik a které objekty musí být ve výběru ze základního souboru, slouží statistické modely [Hendl, 2012]. Pro průzkum knihovních sbírek jsou možné následující varianty:

- Náhodný výběr – každý objekt má stejnou pravděpodobnost, že se do výběru dostane. Pro jeho realizaci musíme mít k dispozici očíslovaný seznam všech objektů základního souboru a funkci generující náhodná čísla, pomocí níž vybereme očíslovaný objekt ze základního souboru. Výsledky tohoto typu výběru mají obecnou platnost a lze je jen s minimální chybou zobecňovat na celý základní soubor.

- Vícestupňový shlukový výběr – opakovaně prováděný náhodný výběr v jednotlivých skupinách, které jsou podmnožinou té předcházející. Při průzkumu v knihovně se postupuje tak, že se náhodně vybere vzorek regálů, z takto vybraných regálů se náhodně vybere vzorek poli a z vybraných polic se náhodně vyberou knihy. V každé vrstvě shluků se provádí náhodný výběr.

- Systematický výběr – je prováděn podle předem stanoveného kritéria. Stejně jako u náhodného výběru se nejprve vytvoří očíslovaný seznam všech objektů základního souboru. Další výběr z tohoto seznamu se nepořizuje náhodně, ale systematicky podle předem určeného kritéria (např. každý padesátý objekt). V tomto případě se musí zajistit, aby číslování objektů nebylo závislé na charakteristikách zkoumaných objektů.

Výše uvedené metody výběru byly užívány např. u Stanfordské metody hodnocení knih [Buchanan, 1982]., která byla vypracovaná v 80. letech minulého století, případně u jejích variant užívaných v 90. letech v Holandsku [Hol,1991; Havermans,1999] a v Polsku [Sobucki,2001; Sobucki,2003].

2. Průzkum s využitím měřícího systému SurveNIR

2.1 Příprava tabulek

2.1.1 Volba charakteristických klimatických podmínek prostředí

Před přípravou tabulek se zhodnotí klimatické parametry prostředí, ve kterém měření bude probíhat, a zvolí se jedna ze dvou aplikací:

1840 pro prostředí přibližně 18 °C a 40% relativní vlhkosti vzduchu

2350 pro prostředí přibližně 23 °C a 50% relativní vlhkosti vzduchu.

2.1.2. Základní údaje - *Obrázek č. 2*

Základní údaje pro měřené objekty vybrané podle bodu 1. se vloží řádek po řádku do tabulky. Pro optimalizaci doby měření SurveNIRem se doporučuje připravit tabulku se základními údaji předem v Microsoft Excelu a načíst ji do softwaru SurveNIR.

První řádek názvu sloupců je povinný. Obsahuje následující položky:

Sloupce „Line“, „Status“, „Mode“ a „Filter“ slouží pro záznamy o měření zapisované programem.

Line číslo měření

Status zaznamenání popisných kritérií (D) a změřeného spektra (S)

Mode měření jednotlivého listu (single) nebo svazku (stack)

Filter typ použitého filtru vyhovujících spekter

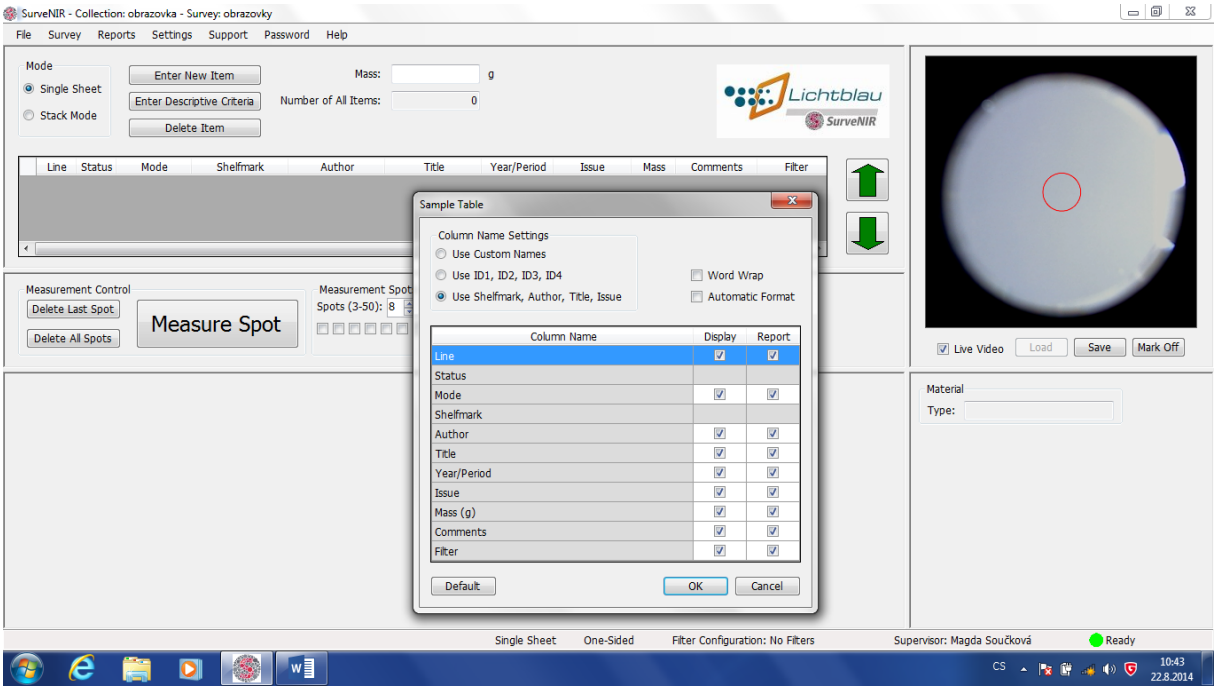
Shelfmark definuje název souboru spekter a musí být pro každý objekt unikátní.

Názvy dalších čtyř sloupců lze měnit podle potřeb uživatele.

Další dva sloupce s názvy „Mass“ a „Comments“ jsou opět neměnné.

Mass hmotnost (není nutné zaznamenávat; pro plánování hromadných konzervačních zásahů, např. odkyselování, je výhodné hmotnost objektů znát)

Comment libovolné poznámky



Obrázek č. 2 Základní údaje o vzorku a o způsobu měření

2.1.3 Identifikace typu papíru a výběr chemických a mechanických vlastností

Přístroj určí jeden z následujících typů papíru:

Rag paper - papír z hadrů nebo z bavlny z jednoletých vláknitých rostlin

Bleached pulp paper - papír z bělené buničiny, bezdřevý

Coated paper -natíraný papír na základu z bělené buničiny, bezdřevý

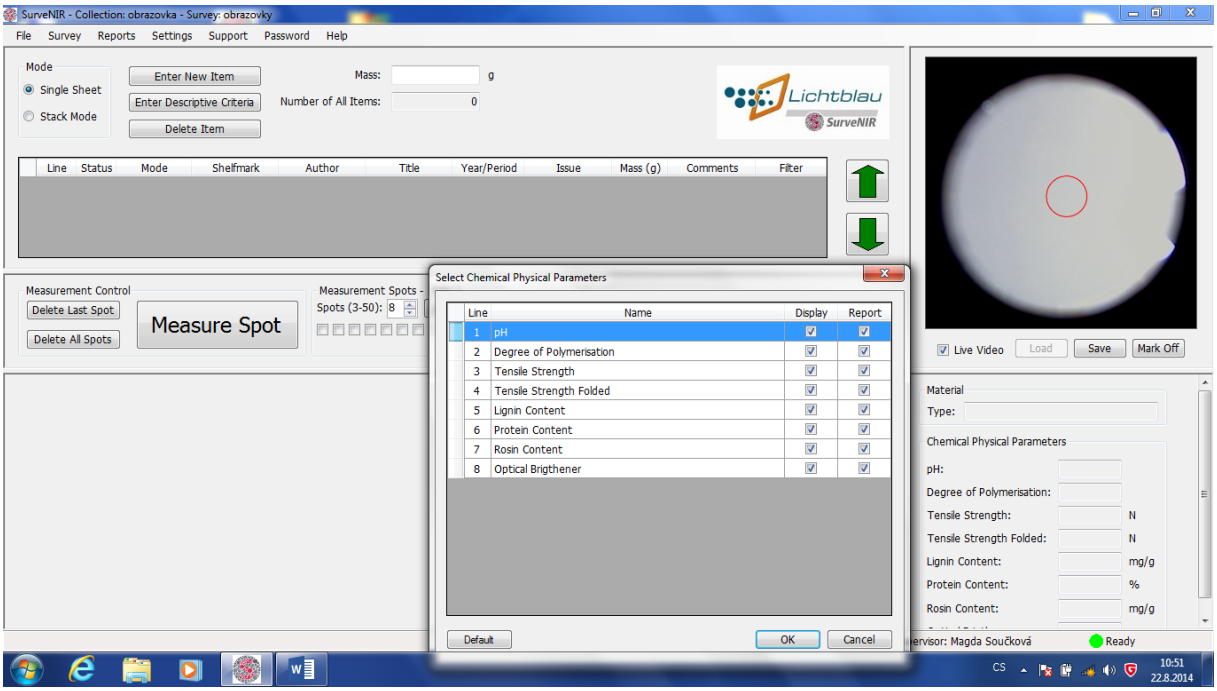
Groundwood paper - papír z mechanicky připravené dřevoviny, obsahující dřevité látky

Z 8 následujících chemicko-fyzikálních parametrů, které přístroj ze spekter vyhodnotí, lze vybrat pouze ty, které zajímají uživatele, a ty zobrazit na obrazovce nebo ve zprávě - *Obrázek č. 3.*

- Hodnota pH
  vyjadřuje kyselost papíru. V kyselém prostředí celulóza rychleji degraduje. Čím vyšší je hodnota pH papíru, tím nižší je jeho kyselost.
- Průměrný polymerační stupeň
  je průměrný počet opakujících se monomerních jednotek D-glukózy v celulóze. Čím více je papír degradovaný, tím kratší jsou řetězce celulózy a papír je tedy náchylnější i k mechanickému poškození.
- Pevnost v tahu a pevnost v tahu po ohybu
  jsou mechanické vlastnosti papíru, které určují jeho použitelnost. Ztráta pevnosti je přirozený důsledek degradace celulózy během stárnutí papíru.
- Obsah ligninu

Lignin je vysoce nestabilní přírodní látka s omezenou fotostabilitou. Oxidací ligninu vznikají barevné sloučeniny, které způsobují žloutnutí papíru na světle. Znalost obsahu ligninu pomáhá odhadnout riziko změny barvy papíru.

- Obsah bílkovin
  Bílkovina želatina je běžnou součástí papírů z 15. – 19. století. Byla užívána ke klížení, může ovlivňovat mechanické vlastnosti papíru. Existuje vztah mezi stavem historického papíru a obsahem želatinových klížidel.
- Obsah pryskyřic
  Kyseliny abietová a dehydroabietová jsou hlavními složkami kalafuny, která se užívala jako klížidlo papíru v letech cca 1850 – 1990. Dalším zdrojem kyseliny abietové a dehydroabietové jsou vlákna mletých jehličnanů z výroby papíru.
- Přítomnost optických zjasňujících přípravků
  Optické zjasňovače se přidávají do papíru ke zvýšení jasnosti. Jsou to sloučeniny, které absorbují světlo v UV oblasti a emitují modré světlo. Takové materiály vnímá lidské oko jako bělejší. Jsou to nestabilní sloučeniny, které rychle degradují, zvláště účinkem světla.



Obrázek č. 3Výběr chemických a mechanických vlastností

2.1.4 Definování indexů kvality a jejich kategorií - *Obrázek č. 4*

Výsledky měření lze vyhodnotit pomocí indexů kvality definovaných podle potřeb průzkumu.

Definují se čtyři kategorie indexů kvality:

GOOD: Není potřebná konzervace

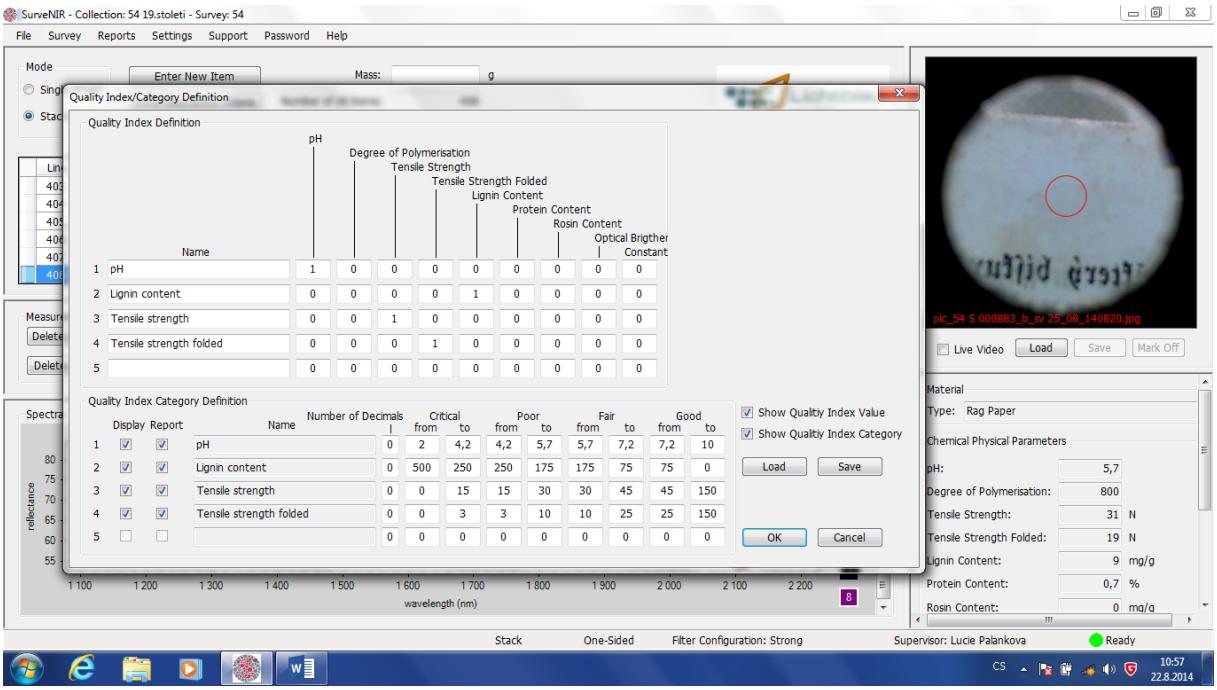
FAIR: Je potřebný menší konzervační zásah, s nižší prioritou.

POOR: Je potřebný rozsáhlejší konzervační zásah, s vyšší prioritou.

CRITICAL: Je nutná náročná konzervace a speciální péče.

Indexy kvality lze stanovit pro pět parametrů, je také možné kombinovat dva nebo více parametrů dohromady.

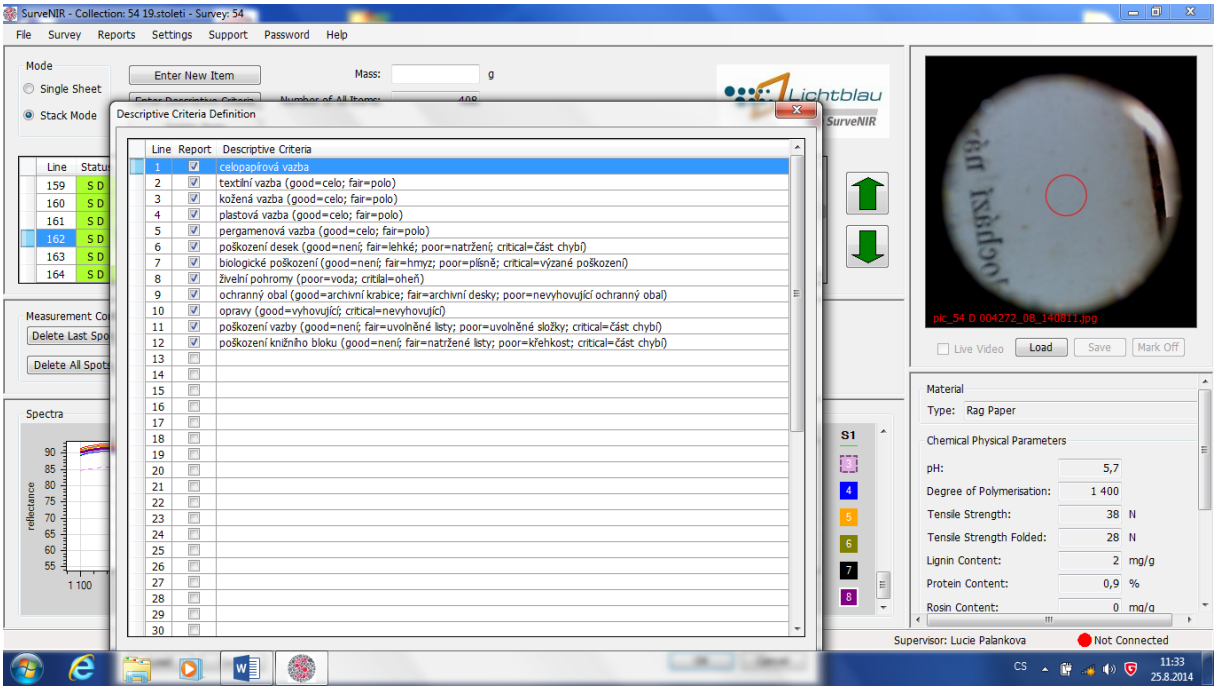
Definují se také limity kategorií indexů kvality, tj. stanoví se rozmezí parametrů, pod které jednotlivé indexy kvality a tedy i naměřené hodnoty spadají.



Obrázek č. 4 Definování indexů kvality a jejich kategorií

2.1.5 Definování popisných kritérií - *Obrázek č. 5*

Díky popisným kritériím lze kombinovat měření a vyhodnocení NIR spekter s vizuálním hodnocením. Je možné definovat maximálně 50 popisných kritérií, V praxi je doporučováno pro průzkum vyššího počtu objektů použít cca 15 popisných kritérií, vyhodnocování vyššího množství těchto kritérií prodlužuje dobu měření s přístrojem a tím i trvání celého průzkumu.



Obrázek č. 5 Definování popisných kritérií

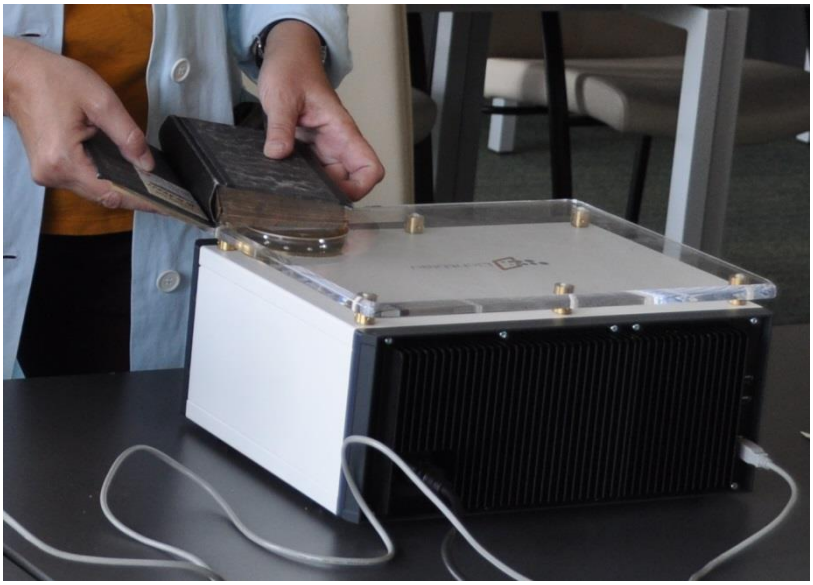
2.2 Vlastní měření

Před každým měřením se volí režim měření:

Měření listu (Single) se používá pro jednotlivé stránky, archivní nebo grafický materiál. Při měření v tomto režimu musí být list shora zakryt odrazovým zrcadlem, které zlepšuje poměr signálu k šumu - *Obrázek č. 6*.

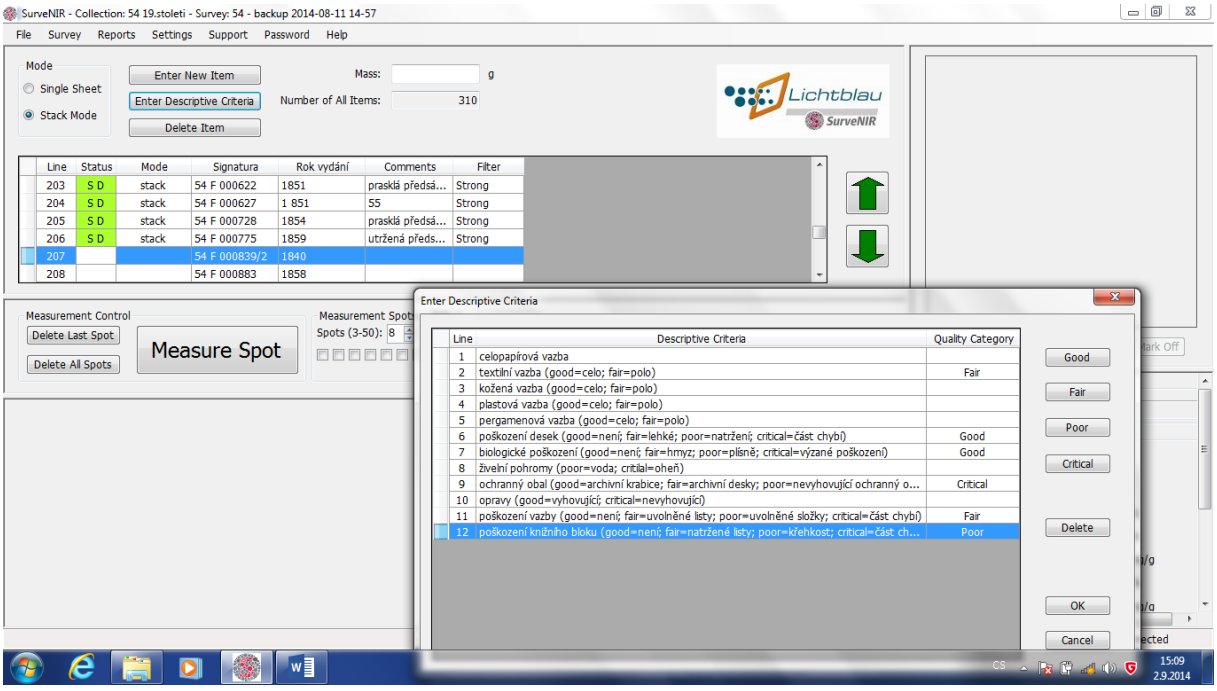
Měření svazku (Stack) se používá pro stejnorodé materiály, měří se více listů nebo celý knižní blok - *Obrázek č. 7*.

Obrázek č. 6 Měření spektra jednotlivého listu



Obrázek č. 7 Měření spektra ve svazku

Pro každý měřený objekt se před vlastním měřením vyplní tabulka popisných kritérií –*Obrázek č. 8*

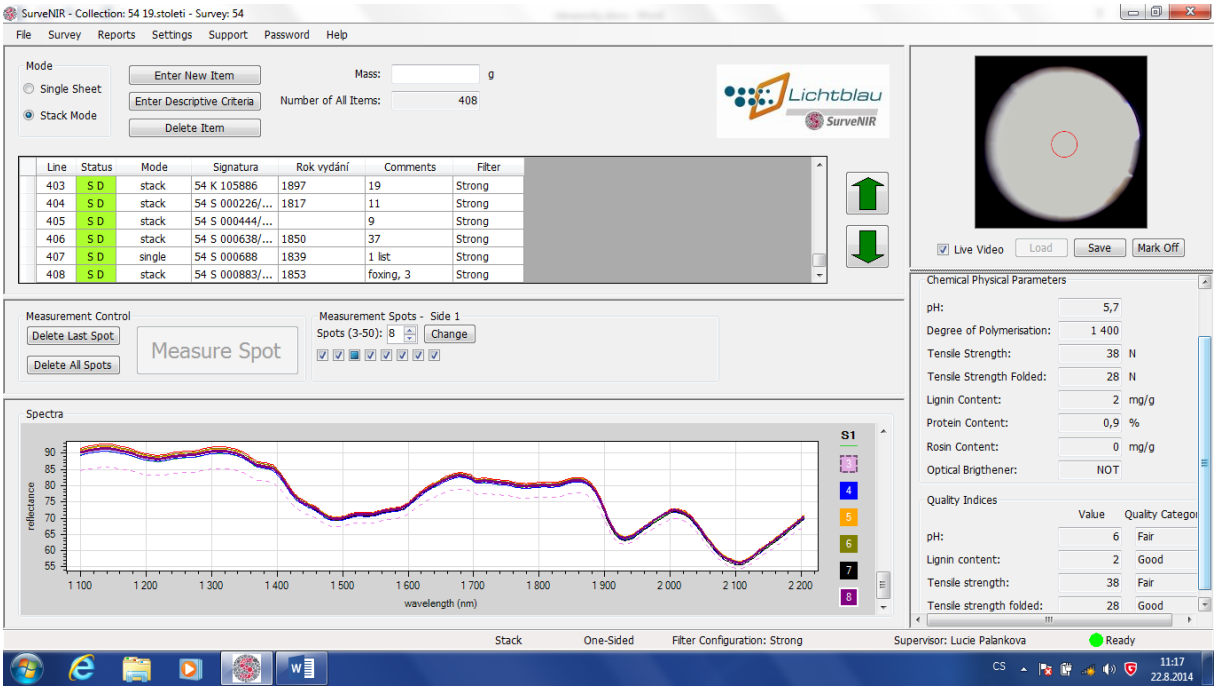


Obrázek č. 8 Záznam popisných kritérií pro měřený objekt

Počet měřících míst jednoho objektu je volitelný, doporučuje se 8 spekter z homogenní oblasti (tj. bez tisku a lokálního znečištění), z nich alespoň 5 musí být přístrojem přijato, to znamená, že se jejich odchylka pohybuje v mezích nastavených přístrojem. V případě menšího množství kvalitních spekter se měření opakuje.

Vyhodnocení spekter se provádí automaticky a změřené hodnoty se zobrazí ihned po měření –

Obrázek č. 9.

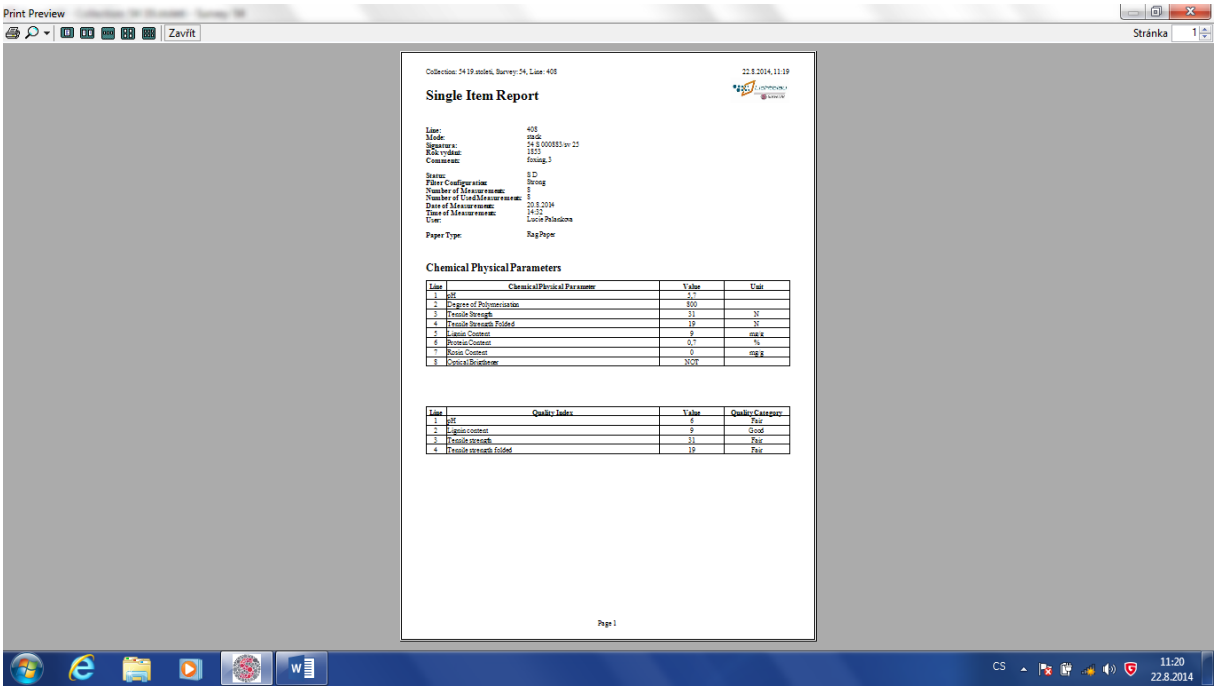


Obrázek č. 9 Výsledky měření

2.3 Možnosti vyhodnocení výsledků

2.3.1 Protokol pro jednotlivý objekt (Single Item Report)

Uživatel má možnost pro vybraný jednotlivý objekt uložit a vytisknout protokol, který obsahuje všechny údaje včetně naměřených chemicko-fyzikálních parametrů, indexů kvality a popisných kritérií – *Obrázek č. 10*.



Obrázek č. 10 Příklad protokolu pro jednotlivý objekt

2.3.2 Sumarizace průzkumu (Executive Survey Summary)

Shrnuje celkové výsledky průzkumu podle popisných kritérií a jejich indexů kvality.

Skládá se ze dvou (když nebyla měřena hmotnost objektů) nebo čtyř (je zahrnuto i měření hmotnosti) částí:

> Kritéria kvality – počet: rozložení kritérií kvality v popisných kritériích (podíl každého kritéria kvality od „good“ po „critical“) na základě počtu vizuálně popsaných objektů – počet popsaných objektů je 100% - *Tabulka č. 1*.
> Kritéria kvality – hmotnost: rozložení kritérií kvality v popisných kritériích (podíl každého kritéria kvality od „good“ po „critical“) na základě hmotnosti vizuálně popsaných objektů – celková hmotnost popsaných objektů je 100%
> Indexy kvality – počet: rozložení kritérií kvality v indexech kvality (podíl každého kritéria kvality od „good“ po „critical“) na základě počtu vizuálně popsaných objektů – počet popsaných objektů je 100% - *Tabulka č. 2*.
> Kritéria kvality – hmotnost: rozložení kritérií kvality v indexech kvality (podíl každého kritéria kvality od „good“ po „critical“) na základě hmotnosti vizuálně popsaných objektů – celková hmotnost popsaných objektů je 100%

Hodnota N/A v tabulce udává počet objektů, které nemohly být vyhodnoceny v příslušném kritériu kvality.

All Items: 408

Described Items: 399

Line	Descriptive Criteria	Portion		Good		Fair		Poor		Critical	
		Num	%	Num	%	Num	%	Num	%	Num	%
1	celopapírová vazba	28	6,86	27	96,43	0	0	0	0	1	3,57
2	textilní vazba (good=celo; fair=polo)	309	75,74	21	6,8	288	93,2	0	0	0	0
3	kožená vazba (good=celo; fair=polo)	63	15,44	3	4,76	60	95,24	0	0	0	0
4	plastová vazba (good=celo; fair=polo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	pergamenová vazba (good=celo; fair=polo)	1	0,25	0	0	1	100	0	0	0	0
6	poškození desek (good=není; fair=lehké; poor=natržení; critical=část chybí)	398	97,55	169	42,46	135	33,92	79	19,85	15	3,77
7	biologické poškození (good=není; fair=hmyz; poor=plísně; critical=výrazné poškození)	391	95,83	387	98,98	3	0,77	1	0,26	0	0
8	živelní pohromy (poor=voda; critical=oheň)	376	92,16	367	97,61	0	0	9	2,39	0	0
9	ochranný obal (good=archivní krabice; fair=archivní desky; poor=nevyhovující ochranný obal; critical=bez obalu)	397	97,3	30	7,56	3	0,76	13	3,27	351	88,41
10	opravy (good=vyhovující; critical=nevyhovující)	70	17,16	12	17,14	0	0	0	0	58	82,86
11	poškození vazby (good=není; fair=uvolněné listy; poor=uvolněné složky; critical=část chybí)	398	97,55	321	80,65	49	12,31	23	5,78	5	1,26
12	poškození knižního bloku (good=není; fair=natržené listy; poor=křehkost; critical=část chybí)	399	97,79	306	76,69	63	15,79	29	7,27	1	0,25

Tabulka č. 1 Rozložení kritérií kvality v popisných kritériích

All Items: 408 Measured Items: 408												
Line	Quality Index	Average	Good		Fair		Poor		Critical		N/A	
			Num	%	Num	%	Num	%	Num	%	Num	%
1	pH	5,21	2	0,49	152	37,25	175	42,89	79	19,36	0	0
2	Lignin content	78,02	214	52,45	111	27,21	61	14,95	1	0,25	21	5,15
3	Tensile strength	40,64	107	26,23	279	68,38	22	5,39	0	0	0	0
4	Tensile strength folded	24,42	222	54,41	150	36,76	26	6,37	10	2,45	0	0

Tabulka č. 2 Rozložení kritérií kvality v indexech kvality

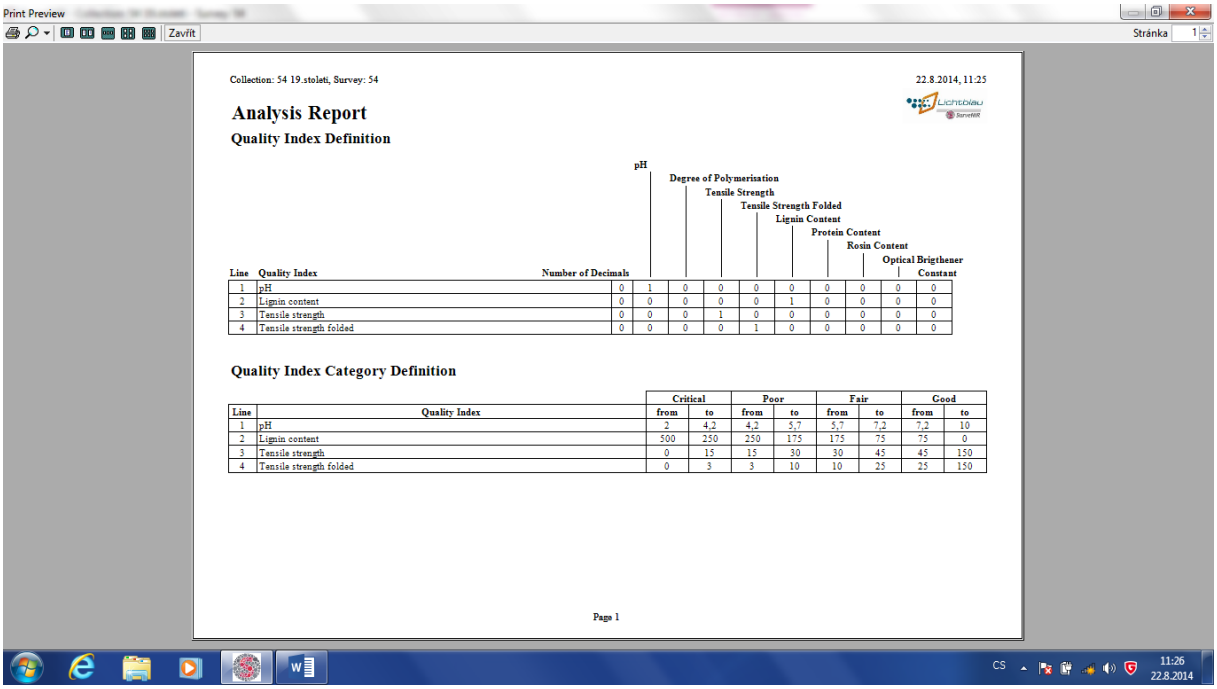
2.3.3 Kompletní zpráva o průzkumu (Comprehensive Survey Report)

Obsahuje všechny údaje o měření, naměřené hodnoty chemicko-fyzikálních parametrů, popisná a kvalitativní kritéria.

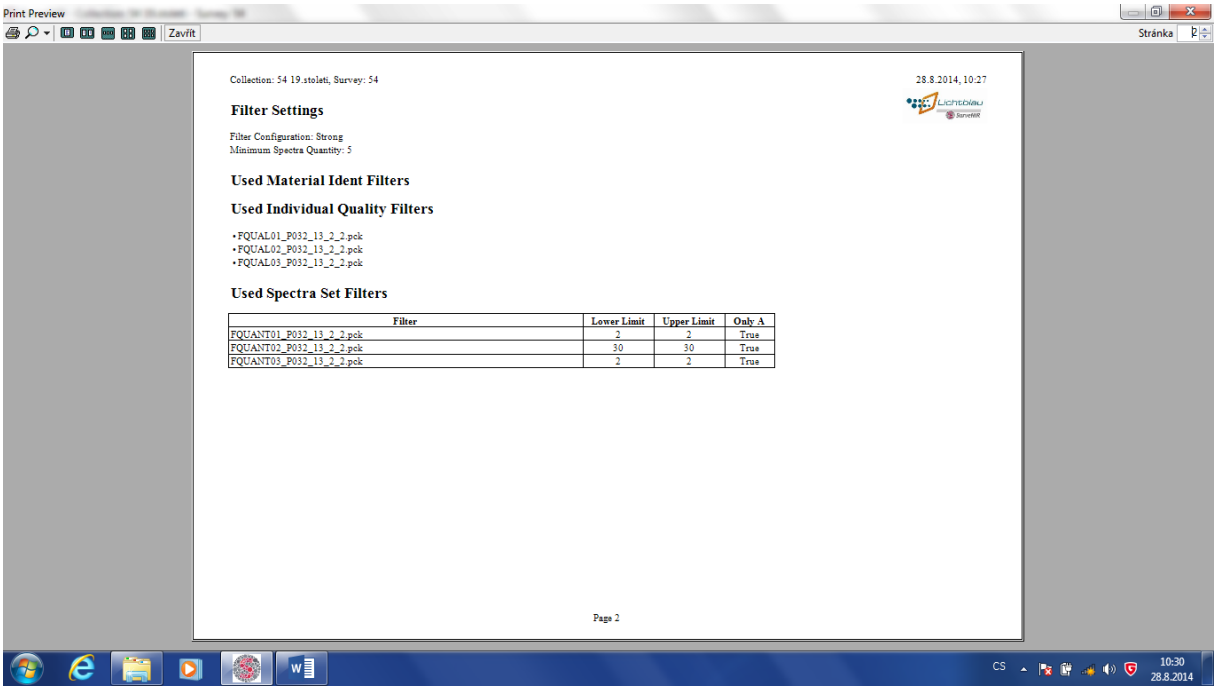
Příklad protokolu viz Příloha 1, Obrázek č. 7

2.3.4 Analytická setup zpráva (Analysis Setup Report)

Obsahuje definice indexů a kategorií kvality a informaci o systému filtrů (důležité pro případné opakování měření) – *Obrázek č. 11 a 12.*



Obrázek č. 11 Zpráva o stavu sbírky z hlediska kategorií indexů kvality



Obrázek č. 12 Informace o použitém systému filtrů

III) Srovnání novosti postupů proti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, když se jedná o novou, neznámou metodiku

Ke stanovení stavu papíru se dosud užívaly semidestruktivní či dokonce destruktivní metody, které vyžadovaly odpovídající technické vybavení a odborné vzdělání. Příprava vzorku pro tyto metody je často časově náročná a ceny za analýzy relativně vysoké. Proto se na pracovištích v knihovnách používají jednoduché techniky, jako je měření kyselosti papíru dotykovou pH-elektrodou nebo barevnou pH-tužkou, či stanovení pevnosti v dvojohybu papíru, kdy se ohýbá roh stránky.

Měřící systém SurveNIR je nedestruktivní, nevyžaduje odebrání vzorku. Pracovníci provádějící vlastní měření nemusí mít odborné konzervátorské/restaurátorské vzdělání, postačí krátké zaškolení, přístroj je uživatelsky přátelský.

Vlastní měřící čas pro jeden objekt je cca jedna minuta. Časově náročnější je zapisování dat a manipulace s objektem. Jedna osoba může za den prozkoumat 80-100 objektů. Tento počet lze zdvojnásobit při exportování obecných údajů o objektech z dříve vytvořených databank a spoluprací dalšího pracovníka při měření. V porovnání s tím se při průzkumu novodobých fondů v Národní knihovně v letech 2011 – 2012 klasickým průzkumem zpracovalo cca 35 000 knih, to je při 250 pracovních dnech a 3 pracovních úvazcích za rok 24 knih/1 pracovník/1 den.

IV) Popis uplatnění – pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna

Metodika je určena pro konzervátory, chemické technology a správce sbírek, kteří jejím prostřednictvím získají znalosti o fyzickém stavu materiál ve sbírkách a vlastnostech materiálů předmětů kulturního dědictví, na jejichž základě budou moci rozhodnout o další péči o sbírky.

Metodika je určena i pro restaurátory, kteří potřebují znát stav papíru objektu pro rozhodnutí, jak objekt ošetřit nebo o jeho vystavení.

V) Seznam použité související literatury

- Buchanan, S., Coleman, S.: Deterioration survey of the Stanford university libraries green library stack collection. Darling. P.A. Preservation planning program, Resource notebook, Washington, 1982
- Havermans, J., Marres, P., Defize,P..: The development of a universal procedure for archive assessment. Restaurator, 1999, vol.20, no. 1, 48-55
- Hendl J.:Přehled statistických metod zpracování dat, Praha, 2012, ISBN 978-80-7367-482-3
- Hol R.C., Voogt L.: Endangered Books and Documents, CNC, Den Haag, 1991, 29-47
- Lichtblau D., Dobrusskin S., Bluher A.: Das SurveNIR – System zur Bewertung des Zustands und des Alterungsverhaltens von Papier, 2009, Bern
- Lichtblau D.: SurveNIR – Non-destructive Surveying of Paper Collections, Advances in Paper Conservation Research, London 2009, ISBN 978-0-7123-5086-0, 56-60
- Rohde M., Lichtblau D.: Papier mittels Nahinfrarot zerstorungsfrei untersuchen, Restauro 2/2013, 44-48
- Sobucki W. a kol.: Ocena metoda stanfordzka stanu zachovania ksiegozbioru z XIX I XX w. w Bibliotece Narodowej – sprawozdanie koncowe, Konserwacja XXXI wieku, 7 Notes Konserwatorski, 110 - 130
- Strlic M. The SurveNIR Project – a Dedicated Near Infra Red Instrument for Paper Characterization. Museum Microclimates, National Museum of Denmark 2007, 81 -84, ISBN 978-87-7602-080-4
- Strlic M. NIR/Chemometrics Approach to Characterisation of Historical Paper and Surveying of Paper-Based Collections .ICOM-CC Graphic Documents Group, Sborník 15th Triennial Meeting New Delhi, September 2008, 22-26
- Strlic M., Lichtblau D., Kolar J., Trafela T.: SurveNIR project – a dedicated instrument for collection surveys, Advances in Paper Conservation Research, London 2009, ISBN 978-0-7123-5086-0, 53-55
- http://www.science4heritage.org/survenir/

VI) Seznam publikací, které předcházely metodice a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z originální práce

- Vávrová P., Palánková L., Sedliská H., Součková M., Kašťáková T., Polišenský J., Kocourek P., Pospíšilíková V.: Nový přístup k ochraně novodobých fondů Národní knihovny ČR, Zborník príspevkov konferencie CSTI 2013, ISBN 978-80-227-3991-7, str. 45 – 50

- Vávrová P., Palánková L., Sedliská H.: „Průzkum fyzického stavu novodobých knihovních fondů v Národní knihovně ČR – nový nástroj“ ISSN: 1214-0627; Časopis Národního muzea, řada historická, ročník 182, 2012, č. 3-4.

- Vávrová P., Součková M., Palánková L., Kašťáková T., Špačková J., Oosten T.v.: Workshop „Identification and conservation of plastic bookbindings“. Místo konání: Národní knihovna České republiky, datum zahájení: 26.11.2013, datum ukončení: 28.11.2013, počet účastníků: 10

- Vávrová P.: „Identifikace historických fotografických technik pomocí nedestruktivních analytických metod“. Conference Proceedings „Nezabudnuté fotografie“, Slovenský národný archiv Bratislava 31. 10. 2013

- Vávrová P., Součková M., Palánková L., Neoralová J.: „Využití nových instrumentálních metod pro průzkum knihovních fondů“, Konference konzervátorů-restaurátorů, Ústí nad Labem, 2014