

Laboratorní cvičení z předmětu "Kontrolní a zkušební metody"

## Hodnocení termodegradace PVC folií

**Zadání:** Proved'te hodnocení tepelné odolnosti PVC optickými metodami.

### **Předmět normy:**

Norma platí pro měření barev, tj. jejich chromatičnosti a kolority, a pro jejich číselné vyjadřování v některé z kolorimetrických soustav. Obsahuje základní ustanovení o měření barvy prvotních i druhotných světelných zdrojů a způsoby číselného vyjádření, požadavky na měřicí přístroje i na podmínky měření. Norma platí pro všechna odvětví zabývající se měřením barvy světla nebo předmětů.

### **Postup práce:**

#### **1. Seznámení se s normou ČSN 01 1718 "Měření barev".**

Norma předepisuje jak postupovat při stanovení barvy polymerních materiálů, což je možné využít při stanovení tepelné odolnosti PVC folií. Zkušební vzorky exponované tepelnému namáhání po různě dlouhou dobu se následně měří na fotokolorimetru. Vyhodnocením se pak stanoví tepelná odolnost materiálu.

#### **2. Příprava zkušebních vzorků.**

Zkušební vzorky (5 vzorků) se vyříznou z PVC folie o velikosti podložního sklička. Takto připravené vzorky se vloží mezi 2 podložní sklička, zajistí se pomocí svorky a vloží se do předem vytemperované sušárny (200 °C). **Pozor** –

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**sušárnu otevřít na co nejkratší dobu.** Po ustálení teploty se začíná měřit doba vystavení zkušebnímu vzorku zvýšené teplotě. Doba tepelného namáhání se pohybuje se podle stádia degradování v časovém intervalu od 5 do 30 minut. Jednotlivé vzorky se postupně vytahují tak, aby se získala škála různě degradovaných zkušebních vzorků.

### 3. Zjišťování činitelů prostupu světla.

Stanovení činitelů prostupu světla  $\tau(\lambda)$  se provede v oblasti vlnových délek 380 – 770 nm (s krokem 10 nm) pomocí fotokolorimetru SPEKOL s měřícím nástavcem EK 1. Ve fotokolorimetru je zdroj polychromního bílého světla  $D_{65}$ , které je rastrovací mřížkou rozkládáno na monochromní záření. Natáčením mřížky pomocí stavěcího šroubu pak vstupuje do měřícího prostoru paprsek požadované vlnové délky. Jak správně obsluhovat fotokolorimetr bude vysvětleno vyučujícím před zahájením samotného měření.

V průběhu měření se zapisují naměřené hodnoty transmitance všech zkušebních vzorků při daných vlnových délkách.

### 4. Vyhodnocení barevnosti termodegradovaných PVC folií.

*Určení trichromatických souřadnic a vyplnění kolorimetrického trojúhelníka*

Trichromatická soustava slouží k číselnému vyjádření chromatičnosti či kolority. V principu se jedná o to, že aditivním mísením tří vhodně zvolených měrných (základních) světél lze navodit vjem kterékoliv barvy. Kolorimetrické množství těchto světél je pak měřítkem udávajícím barvu, která se vystihuje buďto velikostí trichromatických složek anebo jejich poměrem, trichromatickými souřadnicemi.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Trichromatická soustava je definovaná hodnotami trichromatických členitelů  $\bar{x} = (\lambda)$ ,  $\bar{y} = (\lambda)$ ,  $\bar{z} = (\lambda)$ , což jsou poměrná kolorimetrická množství měrných světél  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  – trichromatické složky světla. Ty se počítají integrací součinu poměrného spektrálního rozložení měřeného barevného světla (barevného podnětu)  $F(\lambda)$  a trichromatických členitelů  $\bar{x} = (\lambda)$ ,  $\bar{y} = (\lambda)$ ,  $\bar{z} = (\lambda)$ .

$$X = \int F(\lambda) \bar{x}(\lambda) d(\lambda)$$

$$Y = \int F(\lambda) \bar{y}(\lambda) d(\lambda)$$

$$Z = \int F(\lambda) \bar{z}(\lambda) d(\lambda)$$

V praxi se však integrace často nahrazuje sumací jednotlivých součinů v pravidelných intervalech vlnových délek podle vztahů:

$$X = \sum F(\lambda) \bar{x}(\lambda) \Delta\lambda$$

$$Y = \sum F(\lambda) \bar{y}(\lambda) \Delta\lambda$$

$$Z = \sum F(\lambda) \bar{z}(\lambda) \Delta\lambda$$

kde  $\Delta\lambda$  ... je sumační interval.

Pro ruční výpočet je výhodné použít formuláře (tabulka 14 normy), kde hodnoty spektrálního činitele jasu, odrazu či prostupu měřeného vzorku se pro jednotlivé vlnové délky násobí hodnotami trichromatických členitelů a poměrným spektrálním složením zvoleného normalizovaného druhu světla. Součty těchto činitelů pak udávají trichromatické složky  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Trichromatické souřadnice se pak počítají z jednotlivých trichromatických složek podle vztahů:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

kde  $x + y + z = 1$

Pro stanovení přirozených souřadnic barvy se její trichromatické souřadnice vynesou do kolorimetrického trojúhelníku  $xy$ . Náhradní vlnová délka se  $\lambda_d$  charakterizující barevný tón se stanoví zjištěním průsečíku polpřímky bodu barvy normalizovaného druhu světla, tj. bílé barvy  $D_{65}$  ( $x_{65} = 0,3127$ ,  $x_{65} = 0,3290$ ) a bodu barvy sledované s křivkou spektrálních světél.

*Sestrojení transmisních (absorpčních) spekter degradovaných zkušebních vzorků*  
Transmisní spektra prezentují závislost naměřené transmittance na vlnové délce.

#### *Vyhodnocení tepelné stability PVC*

Hodnota tepelné odolnosti zkoušeného materiálu  $L$  (%) lze odhadnout z vývojových křivek zbarvení a z hodnot indukčních period. Indukční perioda odpovídá hodnotě trichromatické složky  $Y$ . Závislost tepelné stability se vynese

**Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.**



**INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ**

jako funkce času degradace materiálu v sušárně. Doba v minutách, po kterou je hodnota tepelné stability nezávislá na čase, se vyhodnocuje jako doba tepelné stability PVC.

## 5. Vypracujte zkušební protokol.

Protokol o zkoušce musí obsahovat následující údaje:

- a) odkaz na tuto normu,
- b) všechny podrobnosti potřebné k identifikaci zkoušeného materiálu, včetně metody přípravy vzorku,
- c) tabulku naměřených činitelů prostupu světla v oblasti sledovaných vlnových délek,
- d) kolorimetrický trojúhelník s vyneseními hodnotami náhradních vlnových délek,
- e) grafickou závislost transmisních (absorpčních ) spekter degradovaných vzorků,
- f) grafickou závislost vývojových křivek zbarvení degradovaných vzorků a vytýčení tepelné stability PVC.

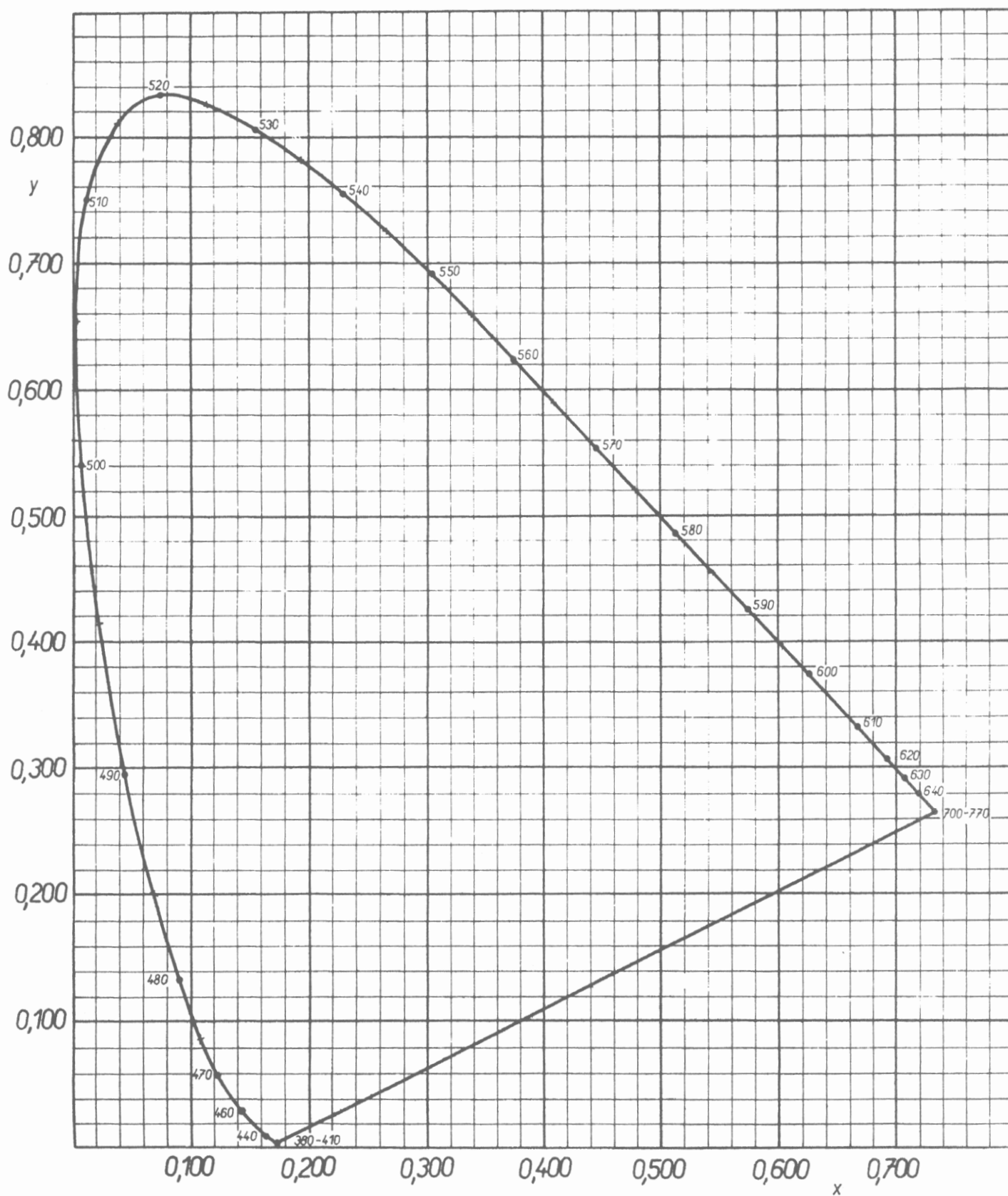
## Použitá literatura:

1. ČSN 01 1718 "Měření barev".

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1. Kolorimetrický trojúhelník

## Tabulka 14

$\lambda$ nm	$S(\lambda)$	$x(\lambda) S(\lambda)$	$y(\lambda) S(\lambda)$	$z(\lambda)$
380	0,007	0	0,031	
390	0,022	0,001	0,104	
400	0,112	0,003	0,531	
410	0,377	0,01	1,795	
420	1,188	0,035	5,708	
430	2,329	0,095	11,365	
440	3,456	0,228	17,335	
450	3,722	0,421	19,621	
460	3,242	0,669	18,608	
470	2,123	0,989	13,995	
480	1,049	1,525	8,917	
490	0,33	2,142	4,79	
500	0,051	3,342	2,814	
510	0,095	5,131	1,614	
520	0,627	7,04	0,776	
530	1,686	8,784	0,43	
540	2,869	9,425	0,201	
550	4,268	9,796	0,086	
560	5,625	9,415	0,037	
570	6,947	8,678	0,019	
580	8,305	7,886	0,015	
590	8,613	6,353	0,009	
600	9,047	5,374	0,007	
610	8,5	4,265	0,003	
620	7,091	3,162	0,002	
630	5,063	2,088		
640	3,547	1,386		
650	2,147	0,81		
660	1,252	0,463		
670	0,68	0,249		
680	0,346	0,126		
690	0,15	0,054		
700	0,077	0,028		
710	0,041	0,015		
720	0,017	0,006		
730	0,01	0,003		
740	0,005	0,002		
750	0,002	0,001		
760	0,001			
770	0,001			
Suma:	95,02	100	108,813	