

# Diagnostika stavu záznamové vrstvy optických paměťových médií DVD pomocí mikroskopu LEXT

Weinzettel J., Kudláček I. – FEL ČVUT Praha

## Anotace

Optická záznamová média lze pokládat v současnosti za nejrozšířenější přenosné medium pro ukládání dat, a to i přesto, že se již začínají na trhu objevovat nová média využívající technologii Blue Ray. Nejasnosti jsou ale v tom, po jaké době bude možné datový záznam uložený na tomto optickém médiu ještě přečíst. Příspěvek je věnován formám degradace tohoto media a možnostem diagnostiky stavu záznamové vrstvy DVD pomocí konfokálního laserového mikroskopu LEXT firmy Olympus.

## Úvod

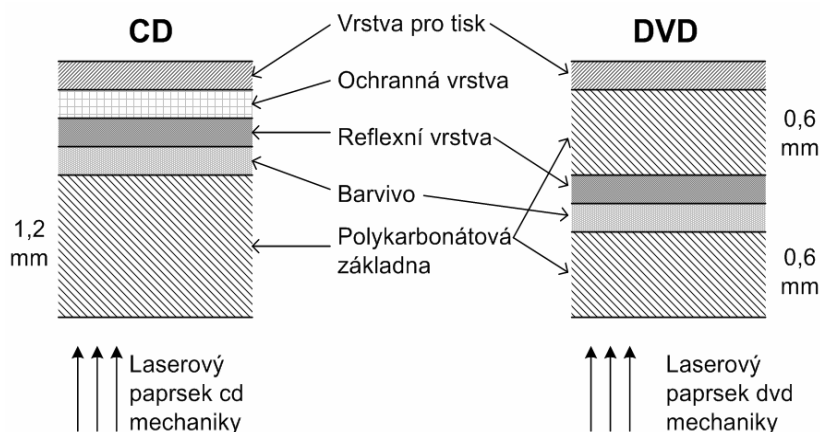
DVD optická záznamová média v posledních letech pomalu vytlačují své předchůdce, kompaktní disky (CD). Mají mnohonásobně vyšší kapacitu záznamu<sup>1</sup>, při stejné velikosti a srovnatelné ceně. S vyšší hustotou záznamu se zkrátila velikost pitů a snížila se rozteč záznamových stop. Zůstává však otevřená otázka životnosti paměťového záznamu.

## Struktura DVD

Znalost struktury DVD média je základním krokem pro pochopení mechanismu znehodnocení tohoto nosiče. Rozměry obou typů médií jsou stejné, ale u DVD média je reflexní i záznamová vrstva v polovině tloušťky – je tedy chráněna z obou stran 0,6 mm tlustou vrstvou polykarbonátu<sup>2</sup> (Obr.1).

DVD médium neobsahuje ochranou vrstvu a přesto je odolnější vůči mechanickému poškození (poškrábání) ze strany potisku. Může však docházet ke znehodnocování polykarbonátu a fotochemické degradaci materiálů média.

Rozdílná je i struktura záznamové stopy DVD média. U DVD jsou pitů kratší (minimální délka pitů je u DVD 0,4  $\mu\text{m}$  oproti 0,83  $\mu\text{m}$  u CD). Rovněž vzdálenost datových stop<sup>3</sup> je menší (0,74  $\mu\text{m}$  u DVD oproti 1,6  $\mu\text{m}$  u CD). To může být příčinou zvýšené náchylnosti k chybám při čtení. Změnila se také vlnová délka laseru čtecí mechaniky (ze 780 nm u CD na 640 nm u DVD).



Obr. 1: Struktura DVD a CD

<sup>1</sup> Kapacita běžného kompaktního disku je 700 MB (0,7 GB), zatímco kapacita běžného jednovrstvého DVD média je 4,7 GB, dvouvrstvého 8,5 GB.

<sup>2</sup> U CD média je polykarbonátová vrstva kompaktní – její tloušťka je 1,2 mm a záznamová a reflexní vrstva jsou z jedné její strany.

<sup>3</sup> Datový záznam je zapsán v jedné spirále od středu směrem k okraji disku.

## Degradace DVD médií

Na základě podrobného rozkladu struktury a materiálového složení DVD byla provedena série klimatických testů na těchto médiích<sup>4</sup> a prověřováno, jak se toto znehodnocení projeví na jejich „čitelnosti“.

### *Tepelné namáhání*

Stárnutí materiálů se projevuje změnami v jejich struktuře a vlastnostech. Pro dobrou čitelnost DVD médií jsou z pohledu stárnutí důležité změny v optických vlastnostech, ke kterým by mohlo v průběhu času docházet. Jedná se o průhlednost polykarbonátu, odrazivost reflexní vrstvy a změny v záznamové vrstvě.

Tepelné stárnutí probíhá s dlouhou časovou konstantou, která je závislá na teplotě (s vyšší teplotou časová konstanta stárnutí klesá). DVD média byla proto postupně vystavena teplotám 55 °C, 85 °C a 100 °C po dobu 48 h. Vliv působení zvýšené teploty se však při testování čitelnosti neprojevil.

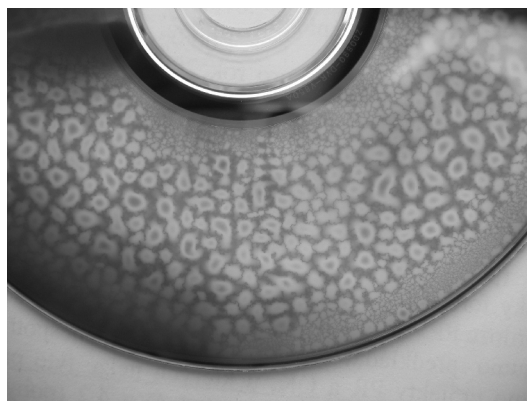
Při zvýšené teplotě nad určitou mez, rozdílnou pro různé materiály, dochází k rychlým změnám ve struktuře materiálů, které mění své mechanické vlastnosti. U DVD médií je v tomto ohledu kritickým materiálem polykarbonát s teplotou skelného přechodu kolem 130 °C. Proto byla provedena zkouška suchým teplem při teplotě 125 °C po dobu 24 h. Média v průběhu této zkoušky změnila nepatrně tvar – nebyla zachována jejich rovinnost. Přesto, že k optickým změnám materiálů nedošlo, byla tato média nečitelná. Vzhledem k nemožnosti posoudit standardní cestou kvalitu záznamu, byla takto znehodnocená média hodnocena pomocí konfokálního mikroskopu LEXT firmy Olympus.

### *Vlhkost*

Při expozici prostředí s vyšší relativní vlhkostí dochází k navlhání plastů. Proto byl proveden klimatický test v prostředí s relativní vlhkostí 100% při teplotě 50 °C po dobu 48 h. Bezprostředně po testu byla média nečitelná a pouhou optickou kontrolou bylo možné pozorovat navlhlá místa na povrchu záznamové vrstvy (Obr. 2). Po vysušení byla ale DVD média čitelná a bez chyb.

### *Simulované sluneční záření*

Fotochemická degradace je proces, při kterém dochází vlivem absorbovaného záření ke strukturálním přeměnám v materiálu, což se může projevit jako mechanická nebo optická změna vlastností polykarbonátové složky DVD media. Degradční účinek simulovaného slunečního záření byl modelován po dobu 200 h., teplota vzorků byla stálá, okolo 40 °C. Média byla po testu čitelná, ale s velkým množstvím chyb.



*Obr. 2: Povrch DVD media vystaveného působení vlhkosti*

<sup>4</sup> Jednovrstvé:  
Verbatim DVD+Recordable Advanced AZ0+, 16x, 4,7 GB, výrobce: Mitsubishi Kagaku Media Copany.

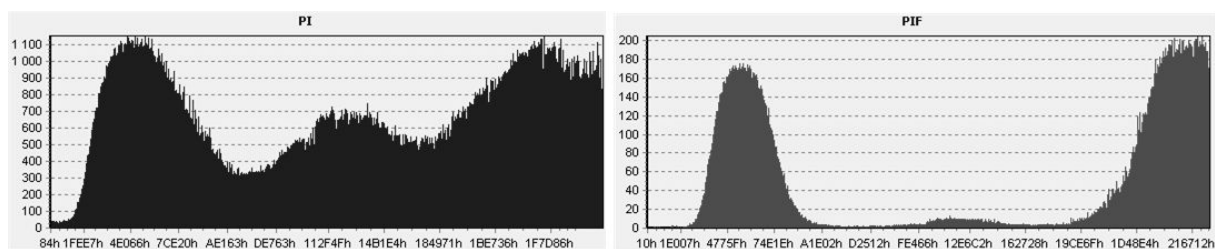
Dvouvrstvé:  
Verbatim DVD+R Double Layer, Advanced AZ0, 2,4x, 8,5 GB, výrobce: Mitsubishi Kagaku Media Copany.

## Diagnostické metody

Kvalita DVD médií může být, vzhledem k jejich funkci – uchovávat data, posuzována podle kvality záznamu. Pro běžné uživatele byly vyvinuty softwarové nástroje, které sledují nutnost využívat při čtení médií opravných kódů. V extrémních případech lze čitelnost posoudit i pouhým pohledem (optickou kontrolou média). Pro pochopení degradačních mechanismů jsme se při zpracovávání výsledků testů rozhodli použít pro diagnostiku stavu záznamové vrstvy konfokální mikroskop LEXT firmy Olympus.

### Softwarové nástroje

Mezi nejobyčlejší softwarové nástroje pro diagnostiku čitelnosti DVD média patří programy CD DVD Speed od firmy Nero a KProbe – freeware<sup>5</sup>. Tyto nástroje sledují četnost



Obr. 3: Ukázka grafického výstupu programu Kprobe (test média po zkouškách simulovaným slunečním zářením)

použití opravných kódů<sup>6</sup> při čtení média. Při našich testech byl použit program KProbe, který předkládá výsledky v textové i grafické formě. Ukázka grafického výstupu z tohoto programu je uvedena na Obr. 3.

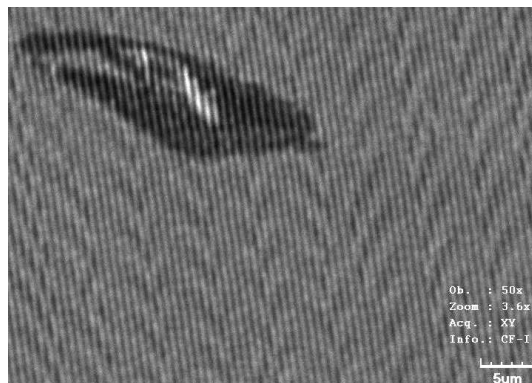
### Optická kontrola pohledem

Optická kontrola může být s úspěchem využita při posouzení mechanického poškození (poškrábání) disku. Ukázalo se, že je dostačující i pro zjištění stavu navlhlého média. Pro běžné účely zjišťování stavu čitelnosti není ale tato metoda vhodná, neboť odhaluje jen extrémní případy, kdy je médium již nečitelné.

### Mikroskop LEXT

Softwarové nástroje nepodávají informace o podstatě změn v médiu, pouze vyhodnotí, jak dobře je médium čitelné pro mechaniku, což se může lišit i s mechanikou. S cílem posoudit skutečné změny na DVD médiu po klimatických testech, bylo provedeno pozorování s užitím mikroskopu LEXT od firmy Olympus<sup>7</sup>. Ukázka výstupu pozorování mikroskopem je na uvedena na Obr. 4.

LEXT je konfokální mikroskop využívající osvětlovací laser s vlnovou délkou 408 nm. Tento mikroskop byl navržen pro metrologické účely,



Obr. 4: Ukázka záznamové vrstvy dvouvrstvého média pozorovaná pomocí mikroskopu LEXT.

<sup>5</sup> Na pracovišti jsme měli k dispozici oba testovací programy. Proto jsme pro kontrolu provedli test téhož média oběma programy. Výsledky byly srovnatelné.

<sup>6</sup> Pro zlepšení čitelnosti DVD média je spolu se zaznamenanými daty zapisován i opravný kód a to ve dvou úrovních – PI (parity inner code) a PO (parity outer code). Použití těchto kódů pro odstranění chyb při čtení se hlásí jako chyby. Počet těchto chyb je dále možné vyhodnocovat a porovnávat.

<sup>7</sup> Pozorování bylo prováděno v laboratoři fy Olympus C & S, spol. s r.o., Evropska 16/176, Praha 6

disponuje možností 3D snímání s rozlišením až 0,12  $\mu\text{m}$  a zvětšením v rozsahu 120x až 14 400x. Vzorky nepotřebují předběžnou úpravu a je možné je zkoumat přímo pod mikroskopem. Signál mikroskopu se zobrazuje na LCD monitor. Celý systém je ovládán speciálním softwarem.

Ukázalo se, že zkoumání povrchu DVD média je na mezi možností tohoto mikroskopu. Základním problémem je vzdálenost paměťové vrstvy od povrchu média (polovina tloušťky média, tedy 0,6 mm). Objektiv mikroskopu musí mít rovinu ostrosti nejbližší v této vzdálenosti, což je pro požadované zvětšení velmi obtížné a proto jsou tyto objektivy velmi drahé a špatně dostupné. Objektiv s největším zvětšením, který jsme měli možnost použít měl zvětšení 50krát<sup>8</sup>.

Dalším faktorem, který je nutný brát v úvahu při posuzování kvality záznamové vrstvy DVD media pomocí tohoto mikroskopu, je rozdílná vlnová délka laseru mikroskopu od laseru optické mechaniky. Obraz, který vidíme nemusí odpovídat obrazu který bychom viděli s použitím vlnové délky totožné s čtecím laserem.

### **Závěr**

Provedené experimenty doplňují naše poznatky o znehodnocování CD medií [1]. Znehodnocení DVD medií klimatickými testy a zkouškou zrychleného stárnutí se projevilo při:

- vysoké teplotě, kdy došlo k deformaci DVD média,
- simulaci slunečního záření, kdy se poškodila záznamová vrstva,
- působení vlhkosti se zvýšenou teplotou došlo k navlhnutí záznamové vrstvy.

Pouhé navlhnutí média bylo odstranitelné vysušením. Při dlouhodobějším působení vlhkosti ve znečištěné atmosféře by mohlo být znehodnocení DVD media nevratné, podobně jako tomu bylo u CD medií [1].

Mezi různými možnostmi diagnostiky stavu záznamové vrstvy DVD média je pro běžného uživatele nejvhodnější některý ze softwarových nástrojů. Vzhledem k tomu, že záznamová média podléhají klimatickým vlivům, je nutné je skladovat v doporučeném prostředí (pokojová teplota, vlhkost cca 50%, tma) a pravidelně kontrolovat jejich stav. Naše původní představa pozorovat kvalitativní změny v záznamové vrstvě pomocí laserového mikroskopu se bohužel nenaplnila.

### **Literatura**

1. Weinzettel, J.; Kudláček, I.: Vliv klimatických faktorů na životnost záznamů na kompaktních discích; In: Diagnostika '05. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005, díl 1, 2, s. 433-435. ISBN 80-7043-368-X.
2. CD-R Server: Testování DVD medií na CD-R serveru; <http://cdr.cz/a/11104>
3. Olympus: Technické údaje pro LEXT; [http://www.olympus.cz/microscopy/26\\_LEXT\\_Specifications.htm](http://www.olympus.cz/microscopy/26_LEXT_Specifications.htm)

### **Autoři**

Ing. Jan Weinzettel: katedra elektrotechnologie, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze; Technická 2, 160 00 Praha 6; e-mail: weinzettel@seznam.cz

Doc. Ing. Ivan Kudláček, CSc.; katedra elektrotechnologie, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze; Technická 2, 160 00 Praha 6; e-mail: kudlacek@fel.cvut.cz

---

<sup>8</sup> Pro tento mikroskop existuje ještě objektiv s dlouhou vzdáleností ostrosti a zvětšením 100x, který však nebyl k dispozici, neboť se běžně nepoužívá a je velmi drahý.