



# Testujeme TŘETÍ ROZMĚR

S rozšiřující se nabídkou 3D filmů a her stoupá i poptávka po 3D televizorech. **Jakou technologii** prostorového obrazu ale zvolit? Uskutečnili jsme zajímavý pokus a náhodně jsme vybrali devadesát devět osob, kterým jsme jednotlivé technologie 3D obrazu ukázali. Co se líbilo nejvíc?

MICHAEL ECKSTEIN

**V**yrobci 3D televizorů se všemožně snaží přijít na co nejlepší systém, pomocí něhož by se divákům při pohledu na jejich 3D televizory vytvořila v mozku co nejvěrnější podoba 3D obrazu. V naší testovací laboratoři se setkáváme s celou řadou 3D televizorů různých technologií. Zatímco většina výrobců používá klasickou technologii poměrně drahých aktivních závěrkových brýlí (cca 2 500 až 3 500 Kč za jedny brýle), firma LG integrovala polarizační vrstvy přímo do panelu svých televizorů a k nim nabízí několik modelů cenově mnohem dostupnějších pasivních brýlí. Technologie polarizač-

ních filtrů má ale v kategorii 3D televizorů poměrně nevalnou reputaci. Je opravdu tak špatná? Chtěli jsme zjistit, zda zákazníci v praxi poznají mezi těmito dvěma technologiemi nějaký rozdíl, a pokud ano, kterou z nich považují za lepší.

V našem nevědním testu za účasti náhodně vybraných diváků jsme proti sobě postavili 55" televizory nejdůležitějších hráčů na trhu s 3D televizory. Zkoumání jsme provedli pomocí televizorů LG 55LW570S (vybaveného polarizačním technologií) a dvojice televizorů se závěrkovými brýlemi: 55" LCD modelu UE55D7090 od Samsungu a plazmového televizoru Panasonic TX-P55VT30E.

Náhodně vybraní pozorovatelé měli za úkol ohodnotit kvalitu 15minutové 3D projekce všech tří televizorů a zaznamenat své pocity do dotazníků. Hlavní důraz jsme kladli na kritické posouzení specifických nedostatků 3D technologie, jako jsou stíny, dvojité kontury, pokles jasu a rozmazávání obrazu. Určité procento citlivých osob pak při sledování 3D obrazu může pocítit bolest hlavy či nevolnost.

Při testu byly zakryty všechny prvky, které by pozorovatelům mohly prozradit, o jakou značku či obrazovou technologii se jedná. Prezentované scény jsme vybrali jak z akčních filmů, tak z filmů animovaných, a sestavili jsme je do nekonečné smyčky, která obsaho-

## POLARIZAČNÍ FILTR JE LEPŠÍ

Technologie polarizačního 3D filtru LG vítězí v našich laboratorních testech i při praktickém testu za účasti 99 hodnotitelů.



LED	Edge LED	Plasma
-----	----------	--------

Produkt	LG 55LW570S	Samsung UE55D7090	Panasonic TX-P55VT30E
Orientační cena	39 990 Kč	54 900 Kč	49 990 Kč
Max. jas	348 cd/m <sup>2</sup>	332 cd/m <sup>2</sup>	cca 150 cd/m <sup>2</sup> *
Pořadí v Top 10	26	13	34

### Laboratorní testy 3D obrazu

Průměrný crosstalk	1,41%	1,80%	2,60%
Crosstalk za studena	1,41%	1,94%	2,66%
Crosstalk při zahřáté TV	1,41%	1,65%	2,55%

### Vizuální testy

Znatelná ztráta jasu	5%	11%	71%
Stíny/zdvojené kontury	41%	73%	58%
Rozmazání	55%	59%	52%
Blikání	19%	57%	53%
Nevolnost/bolest hlavy	18%	37%	43%
Průměrná známka	1,59	2,16	2,23

\* S ohledem na plazmovou technologii nelze hodnotit

vala hlavně problematické scény, které 3D televizorům působí obzvláštní potíže.

### Závěrkové brýle kontra polarizační filtr

Aktivní závěrkové brýle obsahují dvě regulovatelná LCD skla. Televizor zobrazuje obraz s vysokým rozlišením, určený střídavě pro levé a pravé oko. Kontrolní elektronika brýlí řídí střídavé zakrývání obou sklíček, přičemž vždy je jedno průhledné a druhé zatemněné. Střídání průhlednosti je třeba co nejlépe synchronizovat s promítaným obrazem tak, aby bylo vždy „otevřeno“ to sklíčko, pro které televizor pouští obraz. Díky vzdálenosti levého a pravého oka si mozek diváka skládá 3D efekt obrazu stejně, jako je tomu při sledování běžné reality dvěma očima, jen s tím rozdílem, že obraz do očí přichází střídavě, a ne zároveň. Za minimální použitelnou obnovovací frekvenci 3D obrazu se považuje 100 Hz. Při této frekvenci se obraz změní 100× za sekundu, ale pouze 50× pro každé oko, takže divák může mít podobný pocit blikavého obrazu, jako zažíval u starých CRT televizorů. Nepříjemné blikání je více patrné při projekci textu než při zobrazování akčních filmových scén. Kvůli minimalizaci blikání bývají luxusnější LCD 3D televizory vybaveny panely, které dokážou produkovat obraz s vyšší frekvencí. Nejvyšší model Samsungu se v propagačních materiálech chlubí dokonce 800MHz frekvencí, tento údaj se ale netýká opravdové obnovovací frekvence obrazu.

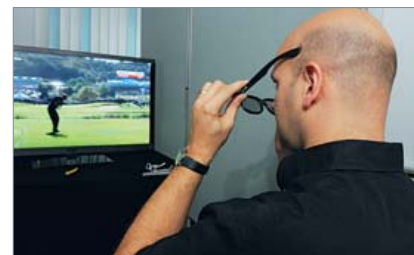
Co se obnovovací frekvence obrazu týče, tkví největší problém LCD televizorů v po-

měrně pomalé reakční době LCD krystalů, které potřebují ke změně stavu několik milisekund. Má-li být obnovovací frekvence obrazu pro každé oko na úrovni 50 Hz, musí být panel televizoru schopen změnit natočení LCD krystalů 100× za sekundu, takže jednotlivé krystaly musí být schopné reakce do 10 milisekund. Pokud je reakční doba krystalů rychlejší, dokáže panel obnovovat obraz s odpovídající vyšší frekvencí. Stejněmu problému s prodlevou natočení LCD krystalů čelí nejen panely televizorů, ale i aktivní závěrkové brýle, které rovněž pracují s určitým zpožděním. Pro co nejlepší dojem z 3D obrazu je nutné, aby bylo aktivní sklo před jedním okem plně zavřeno před tím, než se otevře sklo propouštějící obraz do druhého oka. Dostatečná rychlost zavírání brýlí zabraňuje tvoření „duchů“. Střídavé zakrývání brýlových skel má ale za následek ještě další negativní jev, a tím je z pohledu pozorovatele 50% snížení jasu emitovaného obrazovkou. V porovnání s LCD televizory mají plazmové televizory v podstatě zanedbatelnou a neviditelnou dobu odezvy. I plazmové televizory ale musí být synchronizovány se závěrkovými brýlemi. Hlavním problémem plazmových obrazovek je jejich inherentně nižší jas, který je navíc při prezentaci 3D obrazu kvůli brýlím snižen na polovinu.

Společnost LG nedávno představila 3D televizory s polarizační technologií a pasivními brýlemi, která by teoreticky měla vyřešit problém s blikáním 3D obrazu. Tento korejský výrobce vytváří polarizaci 3D obrazu pomocí vlastní technologie zvané „Film

Pattern Retarder“ (FPR). Ta pracuje tak, že filtr na obrazovce střídavě polarizuje každou druhou řádku obrazu ve směru nebo proti směru hodinových ručiček. Skla pasivních brýlí jsou polarizována opačně, takže oči pozorovatele vnímají pouze tu část prostorového obrazu, která je určena pro dané oko. Pasivní brýle mohou být lehčí a tenčí, takže jsou na obličej mnohem přirozenější než těžké a málo pohodlné brýle aktivní. Navíc nemusí být synchronizovány s obrazovkou televizoru.

Technologie polarizačních filtrů má ale i své nevýhody. Nejdůležitějším kompromisem je snížení vertikálního rozlišení na polovinu. Sledujete-li tak 3D obraz z kratší



**Snížení jasu:** Technologie závěrkových brýlí i polarizačního filtru absorbují hodně světelného výkonu TV.

## Nová metodologie měření 3D televizorů

Abychom dokázali přesněji otestovat kvalitu obrazu 3D televizorů, zavedli jsme v naší testovací laboratoři exkluzivní a drahou testovací metodologii.

Anonymní slepý test televizorů, jehož se účastní co nejvíce hodnotitelů, nám odpovídá na otázku, kterou si pokládá asi každý tester. Jak se liší výsledky technického měření od opravdového dojmu, jakým produkt působí na zákazníky? Samozřejmě není v našich možnostech, abychom ke každému televizoru, který projde naší testovací laboratoří, přiřazovali 99 hodnotitelů. Proto jsme vyvinuli novou a co nejuvěrnější testovací metodologii, která zajistí objektivní a reprodukovatelné výsledky testů 3D televizorů. Nejsložitější je měření crosstalku mezi obrazem směřujícím do levého a do pravého oka. Při nové testovací metodě jsou závěrkové brýle upevněny na testovací stoličce před optickým fotometrem (Opte-e-ma LMK), který měří hodnoty reprodukované skrze filtr levého skla brýlí.

Na testovaném televizoru probíhá speciální testovací sekvence pravých a levých

snímků. Do levého oka je promítána homogenní šedá plocha, zatímco do pravého oka směřují různé obrazce tvořené různými odstíny šedé. Speciální software pak vyhodnotí, do jaké míry prosvítají obrazce směřované do pravého oka homogenní šedou, zaznamenanou skrze levé sklo brýlí. U statických obrázků je crosstalk na hodnotě pod 1 % lidským okem téměř nezaznamatelný. Naměříme-li crosstalk na úrovni 2 % a výše, je tento negativní jev v praxi znatelný i při sledování rychlých akčních scén.

Jelikož se míra crosstalku odvíjí od více parametrů, mezi něž patří například jas či okamžitá provozní teplota panelu (viz článek v Chipu 7/2011, str. 8), opakujeme měření několikrát. Výslednou hodnotu naměřeného crosstalku vypočítáváme hrubým průměrem z 1 000 jednotlivých měření.



**Kamera s brýlemi:** Měření kvality 3D obrazu provádíme skrze závěrkové brýle umístěné na testovací stoličce.

zdálenosti, zaznamenáte patrné řádkování jednotlivých linek. V případě, že sledujete obraz s kontrastními horizontálními linkami, zaznamenáte viditelné artefakty. I tato technologie trpí v porovnání s 2D obrazem snížením jasu panelu na polovinu.

### Hodnocení: Zdvojený obraz, blikání a další nešvary

Téměř polovina z 99 náhodně vybraných účastníků navštívila již před naším testem minimálně jednou až třikrát projekci 3D filmu v profesionálním kinosálu a další třetina pak navštívila profesionální 3D projekci vícekrát. Pouze čtvrtina z celkového množství hodnotitelů však měla zkušenosti s 3D obrazem na televizní obrazovce, z čehož jsme měli radost, protože většina respondentů nebyla zatížena předchozími zkušenostmi.

**ZTRÁTA JASU:** Více než 70 procent účastníků našeho testu zaznamenalo do dotazníku viditelný pokles jasu sledované plazmové obrazovky po přechodu z 2D do 3D režimu. Nejlepší hodnocení v tomto ohledu získal televizor LG s polarizačním filtrem. Pouze drobný pokles jasu u něj zaznamenalo jen 58 procent účastníků, zatímco 31 procent si degradace úrovně jasu nevšimlo vůbec. Na druhém místě se umístil televizor Samsung. Drobného poklesu jasu si všimlo 65 procent respondentů, přičemž 22 procent degradaci jasu nezaznamenalo. Částečně to přikládáme velmi vysokému nativnímu jasu tohoto panelu, který i při závěrkovém snížení na 50 procent původní hodnoty produkuje stále velmi dobrý obraz.

**STÍNY A DVOJITÉ KONTURY:** I v tomto ohledu dosáhl nejvyššího hodnocení polarizač-

ní televizor LG, u kterého 57 procent účastníků nezaznamenalo žádné tvoření duchů či stínů a pouze 32 procentům tento neduh drobně vadil. U plazmového televizoru byl tento poměr na úrovni 38 procent (nezaznamenalo žádné obrazové chyby), respektive 45 procent účastníků (označilo tvoření dvojité kontury jako drobné). Nejhůře v tomto ohledu dopadl 3D televizor Samsung, 27 dotazovaných osob zaznamenalo viditelné dvojité kontury a dalších 46 respondentů rozpoznalo v obraze drobné stínování. V tomto ohledu jsme zaznamenali, že tvorbu dvojité kontury u televizorů se závěrkovými brýlemi do značné míry negativně ovlivňuje nativní kontrast použitého panelu obrazovky. Paradoxně se tak při tomto zkoumání negativně projevil vysoký jas a kontrast televizoru Samsung UE55D7090. Zvláště patrné to bylo při sledování 3D animovaných filmů, které mají vyšší kontrast než běžné filmy. Výsledek subjektivního zkoumání respondentů potvrdil i výsledky našich laboratorních testů 3D crosstalku.

Zdaleka nejlepších hodnot zde dosahoval televizor LG 55LW570S. 3D crosstalk označuje procento „špatně reprodukování“ 3D obrazu, zaznamenaného lidským okem či měřicí sondou.

**ROZMAZÁNÍ OBRAZU:** V tomto ohledu hodnotili účastníci testu všechny tři televizory přibližně stejně. Nejlépe dopadl plazmový Panasonic, kterému by dalo přednost 45 respondentů, 42 jich preferovalo televizor LG a 39 model od Samsungu. U Panasonicu vidělo lehké rozmazání obrazu 42 lidí a u obou dalších přístrojů zaznamenalo lehké rozostření obrazu 47 hodnotitelů. Výrazně rozmazaný obraz vidělo na Panasonicu 10 testerů, na LG 8 testerů a na přístroji Samsung 12 účastníků testu.

**BLIKÁNÍ OBRAZU:** U televizoru Panasonic nezaznamenalo žádné nebo jen lehké blikání obrazu pokaždé 40 respondentů a 11 označilo blikání obrazu za rušivě vysoké, přičemž hodnocení modelu Samsung dopadlo téměř identicky. V tomto ohledu byli testéři nejspokojenější s televizorem LG:

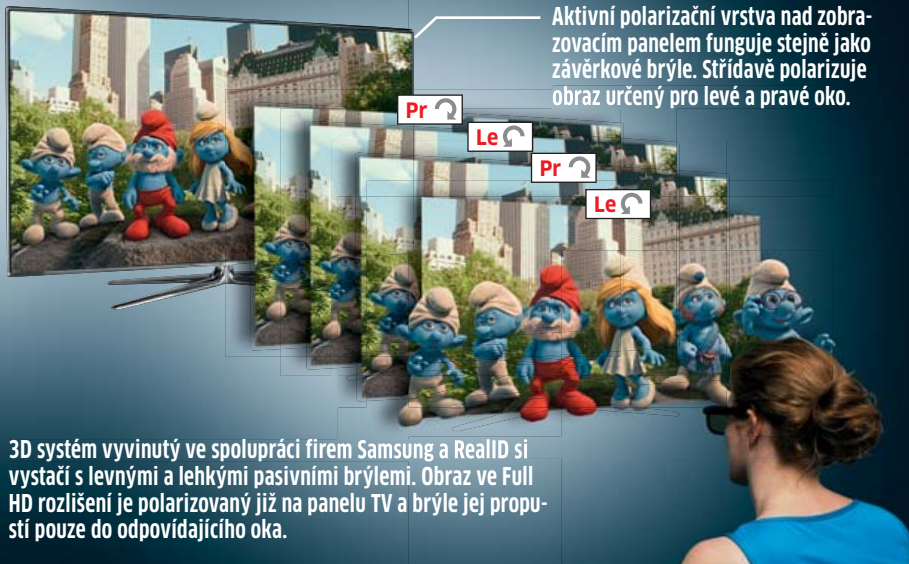
Jasně jsem viděl dvojité kontury zobrazovaných předmětů. Jednotlivé pixely byly jasně oddělené.





## 3D technologie pro rok 2012

Během několika let se dočkáme dostupných 3D televizorů, které bude možné sledovat bez speciálních brýlí. Do té doby se musíme smířit s brýlemi.



Aktivní polarizační vrstva nad zobrazovacím panelem funguje stejně jako závěrkové brýle. Střídavě polarizuje obraz určený pro levé a pravé oko.

3D systém vyvinutý ve spolupráci firem Samsung a RealD si vystačí s levnými a lehkými pasivními brýlemi. Obraz ve Full HD rozlišení je polarizovaný již na panelu TV a brýle jej propuští pouze do odpovídajícího oka.

Do té doby, než pokročí vývoj 3D televizorů na úroveň, která nabídne možnost sledovat 3D obraz více divákům najednou a bez brýlí, se budeme setkávat s neuhý, které zaznamenali i hodnotitelé v rámci našeho testu. Do té doby se však budou stávající 3D technologie dále vylepšovat. LG například plánuje využití panelů s dvojnásobným rozlišením, které zajistí plně vysoké rozlišení 3D obrazu.

Samsung se momentálně snaží zdokonalit technologii, která mu umožní nahradit drahé a nepraktické aktivní závěrkové brýle. Spolu s firmou RealD vyvinul systém, který přenesne závěrku z brýlí na panel televizoru. Díky tomu bude možné použít pasivní brýle, jejichž výroba bude levnější a k televizoru jich tak bude možné přibalit více. Ani tato technologie ale nedokáže úplně odstranit nepříjemné blikání a tvorbu zdvojených hran.

79 jich nezaznamenalo žádné blikání, 17 hodnotilo blikání obrazu jako lehké a pouze dva účastníci testu označili blikání obrazu na polarizačním 3D televizoru LG za rušivé.

**KOMFORT PŘI SLEDOVÁNÍ:** Technologie polarizačního filtru je šetrnější k projevům nevolnosti a bolesti hlavy při sledování 3D filmů. Při sledování televizoru LG si nestěžovalo na žádné zdravotní následky 79 z 90 respondentů. Žádné negativní následky nezaznamenalo při sledování televizoru Samsung 51 a televizoru Panasonic 47 účastníků. Při sledování 3D obrazu přes závěrkové brýle si však stěžovalo na bolest hlavy 26 lidí u TV Samsung a 32 testerů u TV Panasonic.

### Překvapivé výsledky


Výsledky testu ukázaly, že nejlépe hodnoceným televizorem byl model LG s polarizačním filtrem. Ve čtyřech z pěti disciplín se umístil na prvním místě před závěrkovými modely Samsung a Panasonic, přičemž ve třech kategoriích je z uživatelského pohledu výrazně překonal. Kromě hodnocení jed-

notlivých aspektů obrazu jsme testery požádali, aby celkově ohodnotili kvalitu 3D obrazu jednotlivých televizorů. I zde zvítězil polarizační model LG se „školní“ známkou 1,59. Za ním se se známkou 2,16 umístil Samsung a plazmový Panasonic dosáhl hodnocení 2,23.

Z hodnocení vyplývá, že divákům se na tomto televizoru 3D obraz líbí nejvíce a nijak jim nevadí snížení rozlišení způsobené polarizačním 3D filtrem. S konkurenční technologií závěrkových brýlí se polarizační technologie s úspěchem vyrovnala i co se ostroty obrazu týče. Z principu této technologie dále vyplývá nízká prodleva panelu a minimální výskyt 3D crosstalku, což má za následek minimální tvorbu zdvojených kontur a blikání. To platí při sledování panelu z optimální vzdálenosti. Posuneme-li se blíže než dva metry před televizor, dokážeme již nižší rozlišení obrazu rozpoznat, a to zvláště v případě, kdy má prezentovaný obraz kontrastní horizontální hrany. Z blízkého pohledu rovněž zaznamenáme nepříjemné blikání.

V porovnání s technologií polarizačního filtru ztrácí složitější technika závěrkových brýlí ještě v dalších ohledech. Kvůli prodlevě v natáčení LCD krystalů, nutné synchronizaci brýlí s televizorem a zpoždění způsobenému rádiovým či infračerveným přenosem informací mezi televizorem a brýlemi je 3D technologie závěrkových brýlí náchylnější k tvoření dvojitých hran a blikání. Při přepínání clony aktivních brýlí dále dochází ke krátkodobému zakrytí obou očí pozorovatele, čímž dochází k ještě větší degradaci jasu. Tento problém je zvláště patrný u plazmových televizorů.

V tomto testu jsme se záměrně zaměřili na subjektivní pocity uživatelů z kvality reprodukce 3D obrazu. Díky individuálnímu hodnocení většího množství testerů jsme tak mohli lépe ohodnotit jinak vždy trochu subjektivní část našich testů a zájemcům o nákup 3D televizoru přinést praktické poznatky širšího spektra diváků.

Zároveň musíme dodat, že výsledky subjektivního hodnocení velké skupiny testerů sice v podstatě odpovídají technicky měřitelným výsledkům získaným v naší testovací laboratoři, ale přece jen je praxe trochu jiná. Částečně je to dáno tím, že naše standardizované testy obsahují více jednotlivých hodnocení a měření, než jsme zkoumali v rámci empirického testu. Jejich výsledky pravidelně zveřejňujeme v rámci dlouhodobých srovnávacích testů Top 10, kde se v kategorii televizorů s úhlopříčkou nad 42" testovaný televizor Samsung momentálně pohybuje na 13. místě a o poznaní vede nad modelem LG 55LW570S, který zabírá 26. pozici, a Panasonicem TX P55V-T30E na 34. místě.  [AUTOR@CHIP.CZ](mailto:AUTOR@CHIP.CZ)

„Obraz na 3D displeji je pro mě příliš tmavý.“

„Po chvíli sledování 3D obrazu mě začínají bolet oči.“