

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra Informačních Technologií



Diplomová práce

Vybraná zobrazovací zařízení a digitální vysílání

Bc. Lukáš Szabo

Vedoucí práce: Ing. Pavel Šimek, Ph.D.

© 2010 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vybraná zobrazovací zařízení a digitální vysílání" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. dubna 2010

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Šimkovi, za odbornou pomoc a cenné rady při konzultacích během vzniku diplomové práce.

Vybraná zobrazovací zařízení a digitální vysílání

Selected display devices and digital broadcasting

Souhrn

Diplomová práce se zabývá technickými parametry a technologiemi používaných v dnešních zobrazovacích zařízeních. Dále porovnává stávající nejpoužívanější technologii LCD (Liquid Crystal Display) s očekávaným nástupcem dalšího zařízení typu OLED (Organic Light-Emitting Diode). Práce obecně rozebírá principy digitálního vysílání v České republice. Přínosem je představení, zhodnocení a porovnávání technických parametrů u vybraných zařízení na trhu.

Klíčová slova: Digitální vysílání, LCD, OLED, DVB, HDTV, IPTV, TV

Summary

This thesis deals with technical parameters and technologies used in today's displays. Furthermore, comparing the current most widely used technology, LCD (Liquid Crystal Display) as the expected successor to other devices such as OLED (Organic Light-Emitting Diode). Work examines the general principles of digital broadcasting in the Czech Republic. The benefit is a performance evaluation and comparison of technical parameters for the selected device on the market.

Keywords: Digital Broadcasting, LCD, OLED, DVB, HDTV, IPTV, TV

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Cíl práce a metodika.....	7
3	Charakteristika zobrazovacích zařízení.....	8
3.1	Technologie.....	8
3.1.1	Podsvětlení.....	8
3.1.1.1	CCFL.....	8
3.1.1.2	LED.....	9
3.1.1.3	OLED.....	11
3.1.2	LCD.....	12
3.1.2.1	TFT (Thin Film Transistors).....	13
3.1.2.2	TN (Twisted Nematic).....	15
3.1.2.3	IPS (In-Plane Switching), S-IPS (Super IPS).....	16
3.1.2.4	MVA (Multi-domain Vertical Alignment).....	17
3.1.3	O-LED.....	20
	Možnosti využití.....	22
3.1.3.1	Displeje s pasivní maticí – PMOLED.....	23
3.1.3.2	Displeje s aktivní maticí – AMOLED.....	24
3.1.3.3	PHOLED.....	25
3.1.3.4	FOLED.....	25
3.1.3.5	TOLED.....	26
3.1.3.6	SOLED.....	27
4	Digitální vysílání.....	29
4.1	Standard DVB-T.....	29
4.1.1	Komprese.....	31
4.1.2	Souhrnný datový tok, alias multiplex.....	31
4.1.3	Paketizace.....	33
4.1.4	Modulace a vysílání.....	34
4.1.5	Přenos dat v DVB – T.....	36
4.1.6	Interaktivita v rámci DVB – T.....	37
4.1.7	Rozlišení vysílaného signálu.....	37
4.2	Standard DVB-C.....	39

4.2.1	Historie	40
4.2.2	Přenos dat v DVB-C	41
4.2.3	Topologie sítě	42
4.2.4	Příjem signálu	44
4.3	Standard DVB-S	44
4.3.1	Zařízení pro příjem satelitního signálu	45
4.3.2	Poskytovatelé služeb DVB-S v ČR.....	47
4.4	Standard DVB-H.....	49
4.5	IPTV	49
4.5.1	Přenos dat v IPTV	50
4.5.2	Architektura IPTV.....	52
5	Analýza produktů na trhu.....	56
5.1	Kritéria hodnocení.....	57
5.1.1	Hodnocené parametry a jejich ohodnocení:.....	58
5.1.2	Seznam hodnocených televizorů s úhlopříčkou 32"	59
5.1.3	Výsledky hodnocení televizorů s úhlopříčkou 32"	60
5.1.4	Seznam hodnocených televizorů s úhlopříčkou 40" nebo 42"	61
5.1.5	Výsledky hodnocení televizorů s úhlopříčkou 40" nebo 42"	62
6	Závěr	64
7	Seznam použitých zdrojů	65
8	Přílohy	68
8.1	Abecední seznam použitých zkratk	68
8.2	Seznam obrázků	70
8.3	Zdroje obrázků	72
8.4	Technické parametry zařízení	73
8.4.1	LG 32SL8000.....	73
8.4.2	LG 32LH4000	74
8.4.3	Sony KDL-32NX500	74
8.4.4	Sony KDL-32EX705.....	75
8.4.5	Samsung UE32B7000WW.....	76
8.4.6	Samsung LE32B650	77
8.4.7	Sharp Aquos LC-32LE600E	77

8.4.8	Sharp Aquos LC-32LE705EV	78
8.4.9	Panasonic Viera TX-L32X20E	79
8.4.10	Panasonic Viera TX-L32G20E	80
8.4.11	LG 42LH4000	80
8.4.12	LG 42SL9000.....	81
8.4.13	Sony KDL-40S5600.....	82
8.4.14	Sony KDL-40NX705	83
8.4.15	Samsung UE40B6000VW	84
8.4.16	Samsung UE40B7000WW.....	85
8.4.17	Sharp Aquos LC-40LE700E	86
8.4.18	Sharp Aquos LC-40LE600E	86
8.4.19	Panasonic TX-L42S10	87
8.4.20	Panasonic TX-L42G20.....	88

1 Úvod

Digitalizace je klíčové slovo, které již delší dobu zaznívá v souvislosti s mnoha různými oblastmi. Dlouho se například hovořilo o digitalizaci veřejné telefonní sítě, kterou Český Telecom (nyní Telefónica O2) stihl dokončit až v roce 2002. Spolu s veřejnou telefonní sítí je dnes již plně digitalizována celá část telekomunikací. Televizní a rozhlasové vysílání však na svou úplnou digitalizaci v České republice teprve čeká. Podle současného rozhodnutí vlády bude televizní analogové vysílání ukončeno nejpozději do konce roku 2011 a kompletně nahrazeno digitálními datovými přenosy.⁽¹⁾ Je překvapivé, že stará analogová forma televizního vysílání v Československu přečkala od svého prvního použití v 50. letech až do současnosti, aniž by dávno nedošlo k jejímu nahrazení modernějšími technologiemi. Setrvačnost společnosti a ekonomického trhu mimo jiné například zapříčinila i to, že se k lidem kvalitní digitální televizní obraz nedostal o desítky let dříve.

Nehledě na další výhody přináší digitální televizní vysílání kvalitnější obraz i zvuk. Naprosté většině diváků zlepšuje příjem signálu a zároveň umožňuje i přenos většího počtu televizních, ale také rozhlasových kanálů. Přes všechny tyto faktory, které dodávají digitalizaci nový význam a mocný potenciál, pro její úspěšné nasazení v praxi, byly dlouho opomíjeny. Názorným příkladem, jak může být zavedení digitalizace televizního vysílání pozdržena, je Česká republika. Mimo ekonomické důvody samotných televizních stanic je neopominutelným prvkem společenská benevolence i fakt, že je digitální vysílání již starším analogovým přijímačem nedostupné bez dodatečné technologie.

Pro příjem digitálního vysílání je nutné pořídit nový typ zařízení pro zobrazení tohoto druhu signálu. V dnešní době je takový přístroj součástí všech nových televizorů. Digitální televize vytlačují klasické katodové televizory a monitory. Moderním trendem je vlastnit televizní přijímač zobrazující velkou plochu obrazu, ale zabírající málo prostoru v bytě. Většinou nižší spotřeba a možnost využití interaktivních složek digitálního vysílání ovlivňuje rozhodnutí při koupi nového přijímače televizního vysílání.

S příchodem prvních televizorů s vysokým rozlišením na trh jsou lidé touto technologií ohromeni. Pro mnoho uživatelů přináší HDTV (High definition television) vynikající

zážitek v podobě kvalitnějšího obrazu a lepšího zvuku. Díky výslednému efektu má velký potenciál vytlačit přechodnou technologii rychleji ze svého pole působení.

Digitální vysílání samo o sobě neznamená, že obraz bude mít vysoké rozlišení. Existuje více standardů pro digitální přenos. V některých větších městech České republiky lze již přijmout pozemní zkušební signál HDTV. Ovšem i v tomto případě, pokud televize vysílá starší pořady ze záznamu, nelze počítat se zvýšenou kvalitou obrazu.

2 Cíl práce a metodika

Cílem práce je rozebrat nové technologie digitálního vysílání a dále doporučit tato zobrazovací zařízení, která budou s digitální technologií plně kompatibilní a současně připravena pro blízké změny ve prospěch kvality obrazu. Podmínkou je takové zařízení, ke kterému nebude nutné připojovat žádné další přístroje. Současně práce představí digitální technologie, především jakým způsobem data proudí k uživateli pomocí signálu pozemního, kabelového a satelitního.

Dále se práce věnuje typům zobrazovacích zařízení, jejich důležitými parametry a nakonec analýzou produktů na našem trhu.

První a druhá kapitola je úvodem k práci, která poskytuje užitečné informace k bezpečné orientaci v dané problematice a seznamuje s cílem práce a metodikou postupu při jejím samotném vzniku.

Kapitola „Charakteristika zobrazovacích zařízení“ rozebírá stávající nepoužívanější technologii LCD a očekávaný nový typ technologie OLED. Zde jsou představeny různé technologické varianty, jejich výhody a nevýhody pro použití v praxi.

V kapitole „Digitální vysílání“ se práce zabývá přenosem digitálního vysílání od vzniku signálu až ke koncovému zařízení ve všech možných dostupných variantách.

Pátá kapitola se věnuje porovnávání zařízení (televizorů) hodnocených podle jejich technických parametrů rozdělené na kategorie 32" a 40" nebo 42" palcové zobrazovací plochy. Dále je proveden srovnávací test vybráných 10 zařízení v každé z výše uvedené kategorie. Jsou vybrány pouze některé parametry, které se bodují a následně jsou přiřazeny váhy důležitosti. Pro bodové hodnocení parametrů je použita škála ohodnocení od 1(nejhorší) do 5(nejlepší), dále 0(neexistence) a 1 (existence). Je provedeno zhodnocení výsledků na základě metody váženého součtu.

V závěru je shrnutí veškerých důležitých poznatků doporučených zobrazovacích zařízení a jejich vzájemného porovnání vázané k současnosti.

V přílohách dokumentu jsou uvedeny použité zdroje, abecední seznam použitých zkratk, seznam obrázků současně s jejich zdroji a nejdůležitější parametry zobrazovacích zařízení.

3 Charakteristika zobrazovacích zařízení

Kapitola pojednává o technologiích současně používaných při konstrukci zobrazovacích zařízení.

3.1 Technologie

Současně, při výrobě digitálních zobrazovacích zařízení, se používá technologie LCD (Liquid crystal display), jež se neobejde bez podsvětlovacího prvku. Jejím pravděpodobným nástupcem je technologie OLED (Organic light-emitting diode), která se díky svým speciálním vlastnostem obejde bez přídavného podsvětlení.

3.1.1 Podsvětlení

Bez světelného zdroje by LCD panely nebyly použitelné. K podsvícení se používají tenké trubice CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp), podsvícení pomocí LED (light-emitting diode) svítící diody nebo v poslední řadě dokonce i technologie OLED.

3.1.1.1 CCFL

U CCFL trubic je kladen velký důraz na rovnoměrnost světla a jeho barvu, která by měla být bílá. Tyto trubice jsou v principu stejné jako trubice, které se používají pro osvětlení ventilátorů, skříní apod., u podsvětlovacích trubic pro LCD je však daleko více kladen důraz na to, aby trubice svítila rovnoměrně a co je hlavní, musí svítit prakticky dokonale bílou barvou (obvykle 6000 K).

Levné panely používají systém jen dvou trubic, což má za následek nerovnoměrné podsvícení.

U profesionálních LCD monitorů se lze setkat až s 14 trubicemi na obrazovku (např. panely EIZO), takovéto řešení má za následek velmi rovnoměrné podsvícení a také větší životnost monitoru. Větší životnost je, protože každá trubice je vystavena menší zátěži, než když jsou použity jen trubice dvě.

Střední třída monitorů využívá čtyř trubic, což se zdá

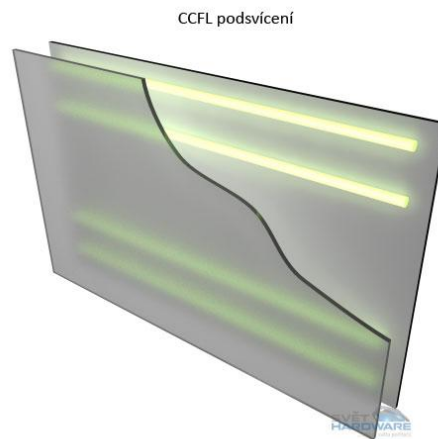
jako velmi dobré řešení v poměru cena/kvalita. Obvyklá životnost trubic je 50 000



Obrázek 1 - Podsvětlovací trubice

hodin tato hodnota vyjadřuje dobu, za kterou dosáhne trubice poloviční svítivosti, ale například EIZO udává u svých nejlepších panelů 30 000 hodin na dobu, než začne trubice stárnout, ne tedy dobu, kdy dosáhne trubice poloviční svítivosti.

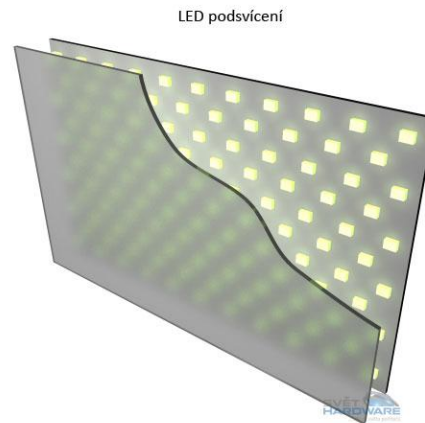
Samotné trubice by však nestačily pro dosažení kvalitního obrazu. Velmi důležité je také rovnoměrné rozvedení světla po celé ploše monitoru. To je uskutečněno pomocí sítě optických vláken. Některé panely EIZO používají systém přímého podsvícení, kde již není vyžadována síť optických vláken a při použití dostatečného počtu trubic je podsvícení rovnoměrné. ⁽²⁾



Obrázek 2 - CCFL podsvícení

3.1.1.2 LED

Na trhu se dnes již hojně objevuje i podsvícení pomocí LED, toto řešení přináší úsporu energie a také větší životnost celého panelu. LED podsvícení má spoustu výhod. Mezi ty největší patří větší životnost a úspora energie. Jsou tu však ještě dva neméně důležité aspekty. Prvním je širší gamut a to hlavně z důvodu jiné teplotě barvy podsvětlení. S LED podsvícením není problém pokrýt celou škálu barev Adobe RGB (Red Green Blue), což je pro většinu LCD s CCFL trubicemi nemožné až na některé výjimky. V neposlední řadě LED podsvícení má daleko lepší homogenitu, u krajů tedy nevznikají žádné tmavé fleky a jiné světelné nerovnosti. ⁽²⁾



Obrázek 3 - LED podsvícení

LED TV (BackLight LCD TV) neboli televize s LED podsvícením je termín používaný společností Samsung, Panasonic, Toshiba, Philips, LG, ProScan a Vizio. Toto označení používají u svých LCD televizorů, které používají LED podsvícení. Termín LED TV je zpochybňován, protože u televizorů se nejedná o obraz tvořený LED, ale pouze o podsvícení obrazových bodů, obrazové body se i u těchto panelů (televizí) skládají z tekutých krystalů.

Společnost ASA (Advertising Standards Authority – společnost pro kontrolu korektní reklamní kampaně) oznámila, že termín "LED TV" se ve Velké Británii smí používat pouze, je-li dále uvedeno, že televizor používá technologii LED podsvícení.

LED jsou v současné době ještě příliš velké, aby z nich bylo možné vyrobit jednotlivé pixely do běžného televizoru. Použití skutečného LED displeje je tedy možné jen pro mnohem větší obrazovky např. sportoviště nebo reklamní plochy. Je pravděpodobné, že se výrobci rozhodli označit svoje řady LCD televizorů jako LED TV, aby utržili z nastupující technologie OLED televizí, které zatím ještě nejsou komerčně dostupné kromě Sony XEL-1.⁽³⁾

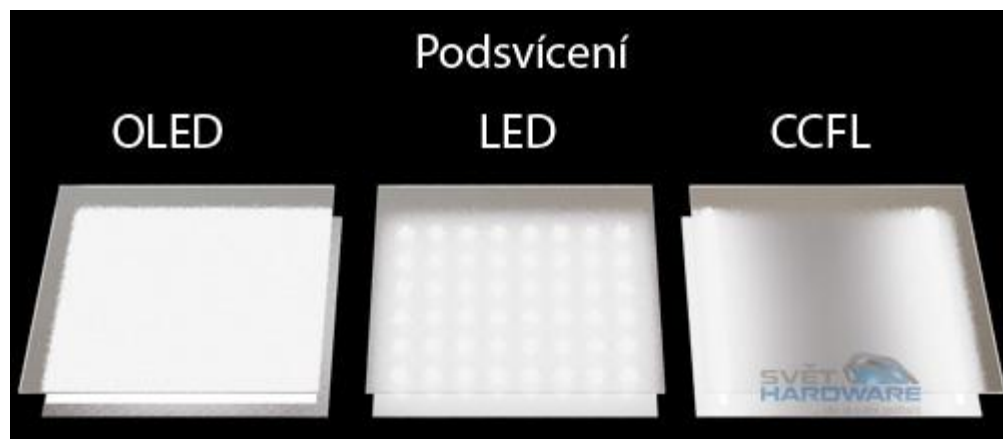


Obrázek 4 - Porovnání kontrastu u různých druhů LCD TV (LCD, Edge LED a Direct LED)

3.1.1.3 OLED

V poslední době se také spekuluje o využití OLED jako podsvětlení pro LCD monitory. Technicky to je velmi jednoduché řešení, místo CCFL či LED podsvětlení se použije fólie s OLED. Tím se dá vyhnout nepříjemnostem s nehomogenitou podsvícení a spotřebou. Velmi vhodné se toto řešení jeví pro mobilní zařízení, kde by takovýto LCD displej mohl být neustále lehce podsvícen, aniž by nějak zvlášť ovlivňoval výdrž baterie.

S touto myšlenkou si zahrává Apple pro své další generace iPodů/iPhonů. Dokonce se hovoří o novém monitoru na této bázi z dílny Apple. Na následujícím obrázku jsou znázorněny výhody podsvícení pomocí OLED oproti LED a v neposlední řadě CCFL.



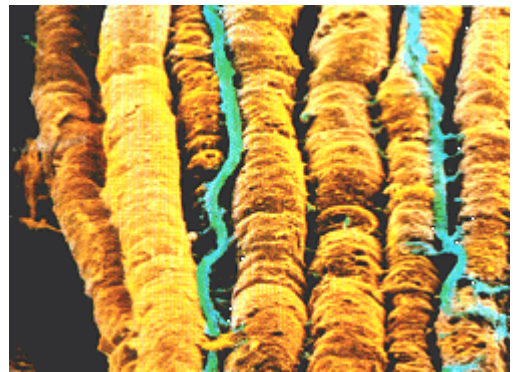
Obrázek 5 - Různé technologie podsvícení (OLED, LED, CCFL)

3.1.2 LCD

Historie

První LCD monitor spatřil světlo světa teprve nedávno před 25 lety. Cesta k vytvoření tohoto displeje byla velmi dlouhá.

Před 150 lety tři chemici Mettenheimer, Virchow a Valentin, kteří potajmu experimentovali s jedním nervovým vláknem, přesněji řečeno s látkou známou jako myelin, ta se vyskytuje v lidském těle a pokrývá nervová vlákna.



Obrázek 6 - Nervová vlákna pokryta myelinem

Nervové vlákno vložili do vody. Tento okamžik se dá pokládat za prvopočátek

tekutých krystalů. Nervové vlákno totiž vytvořilo spolu s vodou substanci, s kterou si z počátku nevěděli moc rady. Náhodou na něj posvítili. Stačilo polarizované světlo a hned věděli, že vytvořili něco převratného. V té době netušili, že se jedná o jinou fázi vláknů. Dále však nevěděli, co s touto látkou dělat.

Až po téměř 40 letech se o tuto substanci začal zajímat pan Lehmann se svým polarizačním mikroskopem a při tom také v místech pozorování měřil teplotu. Přišel na velmi zajímavou věc a to, že jedna fáze při přechodu z kapalné do tuhé vytvoří mezifázi. Ona mezifáze je právě tekutý krystal. Později botanik Friedrich Reinitzer jen potvrdil to, na co přišel Otto Lehmann, pokusem tavením látky podobné cholesterolu. Ta se při teplotě 146 stupňů Celsia chovala jako tekutý krystal a až při teplotě 179 stupňů Celsia zkapalněla.

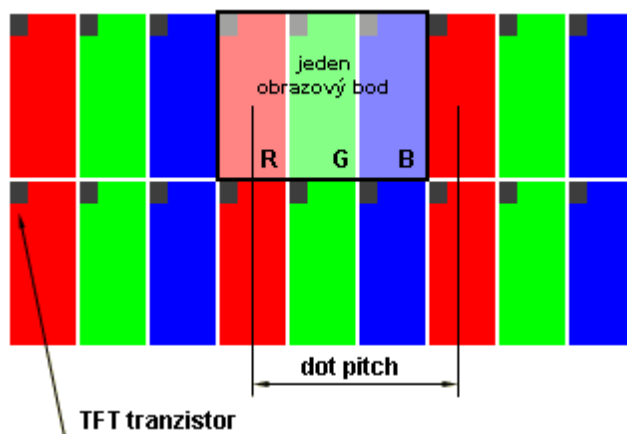
Tímto pokusem na sebe tekuté krystaly přilákaly zraky pŕlky badatelů a tak v příštích 50 letech vznikla velká řada teoretických prací. Tyto práce vytvořily základy pro první natáčení krystalů. Roku 1922 francouzský vědec jménem Georges Freidel vložil tekutý krystal do elektrického pole a nestačil se divit, co se to s ním děje. Krystal jakoby poslechl elektrické pole a změnil svojí orientaci souhlasně s ním. Georges Freidel chtěl ukázat světu svůj objev a tak ještě dále experimentoval a navrhl jak dělit krystaly na nematic, smectic a cholesterin, tyto parciální kusy tekutých krystalů se používají i dnes. Zdálo by se, že tímto byl problém tekutých krystalů vyřešen a tedy nebrání jim

nic v jejich masovém použití. Bohužel tomu tak nebylo. Tyto krystaly jsou velmi citlivé na změny teplot a tak se za nízkých nebo vysokých teplot chovají chaoticky. Panel by tak mohl pracovat v rozmezí jen několika stupňů Celsia. Druhá světová válka přinesla v technickém vědění velký pokrok. Bohužel na tekutý krystal se zapomnělo a prakticky se na něm nepracovalo dalších 35 let. Teprve v roce 1970 se podařilo vyrobit krystal, který je stabilní i při velkém rozmezí teplot a jeho výroba byla levná.

V sedmdesátých letech minulého století se začaly tekuté krystaly využívat pro displeje (kalkulačky, různá měřicí zařízení atd.). Ty se postupně zdokonalovaly, zjemňovaly a také se snižovala energetická náročnost na otočení krystalu. Do 80. let se vyráběly jen černobílé displeje. Poté se začaly používat desky, které polarizovaly světlo tak, aby v každých sousedních třech krystalech procházela jiná barva světla. Lidské oko je natolik nedokonalý orgán, že takto malé body ležící vedle sebe spojí v jeden s barvou odpovídající součtu všech tří bodů.⁽⁴⁾

3.1.2.1 TFT (Thin Film Transistors)

Aktivní displeje k řízení buněk využívají aktivních zesilovacích prvků – speciálních tenkých tranzistorů TFT (Thin Film Transistor - tenký foliový tranzistor). Pro každou elementární buňku (subpixel) RGB (Red Green Blue) je k dispozici řídicí tranzistor.

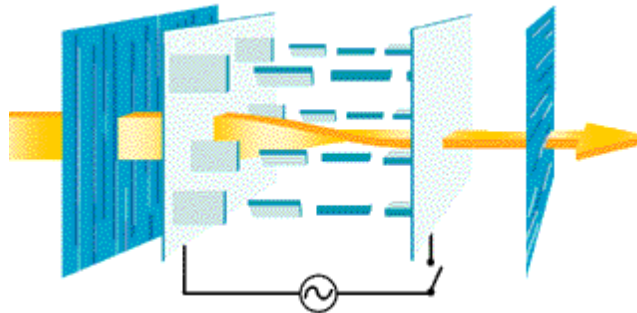


Obrázek 7 - Detail Pixelu

Jeden pixel je složen ze tří subpixelů z toho důvodu, že TFT panely pracují s RGB barvami, proto každý subpixel vyjadřuje jednu ze tří základních barev. Lidské oko nedokáže tak malé plochy od sebe rozeznat a všechny tři barvy spojí v jednu. Podsvícení má prakticky vždy bílou barvu. Bílá barva je složena ze všech barevných

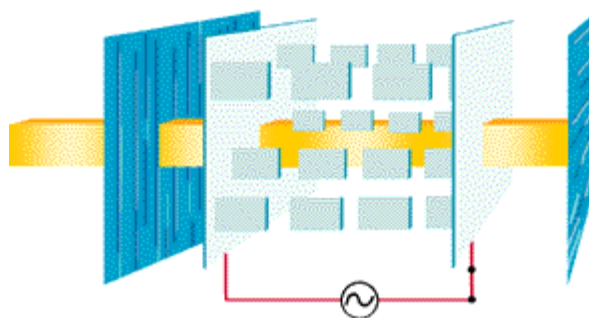
složek, a tak není problém u každého subpixelu odfiltrout ostatní barvy a nechat projít pouze barvu, která je nutná k zobrazení. O to se starají polarizační filtry, které jsou umístěny ještě před vstupem světla do krystalu.

Princip LCD se zadním osvětlením (back light) s aktivní maticí (active matrix) panelů je přes neustálé zdokonalování použitých technologií v zásadě stejný.



Obrázek 8 - Průřez LCD v zapnutém stavu

Podsvětlení panelu (back light), které se nalézá za panelem, emituje světlo. Světlo na vstupu prochází lineárním polarizačním filtrem, v tomto případě s vertikální polarizací. Poté následují dvě desky, elektrody z vodivého skla, mezi nimiž se nachází tekuté krystaly. Pokud nejsou tekuté krystaly v elektrickém poli, tak ve svém přirozeném zkrouceném stavu otáčí procházející světlo o cca 90 stupňů. Světlo pak hladce prochází natočeným druhým polarizačním filtrem s horizontální polarizací. Celá soustava se chová jako otevřený "světelný ventil".



Obrázek 9 - Průřez LCD v zapnutém stavu

Pokud se mezi interními elektrodami uzavře elektrický obvod, molekuly tekutých krystalů se "narovnejí" a přestanou natáčet procházející světlo. Polarizace výstupního filtru je na původní paprsek kolmá, takto nenatočené světlo jím neprojde. Celý elektricky uzavřený světelný ventil se potom tedy jeví jako černý.⁽⁵⁾

3.1.2.2 TN (Twisted Nematic)

TN panely jsou nejstarším, nejlevnějším a dosud stále nejrozšířenějším typem matic LCD displejů. Dřívější TN panely byly pomalé a měly nepřírozené podání barev a tak se hodily pouze na kancelářské aplikace. TN panely, také jako jediné, trpí svítícími poškozenými pixely. Je to dáno tím, že aby krystal zabránil propouštění světla, musí do něj být přivedeno napětí. Pokud přivedení napětí z jakéhokoliv důvodu není možné, na krystalu je stále napětí nulové a krystal propouští všechno světlo (Obrázek 8).

Problémem TN technologie je také poněkud nižší kontrast. Buňky v zavřeném stavu nejsou obvykle absolutně černé, ale spíše tmavě šedé. Vzhledem k tomu, že subpixely jsou podlouhlého tvaru, mají TN panely rozdílné pozorovací úhly ve vertikální a horizontální rovině (ve vertikální rovině, odshora dolů, jsou vždy horší).

Nová generace TN panelů má čtvercový pixel, což způsobí stejné teoretické pozorovací úhly v obou směrech. Tyto pozorovací úhly mají však další skryté nedostatky a to, že pozorovací úhly jsou dnes udávány tak, že se změří maximální úhel, při kterém se změní kontrast o určitou hodnotu, avšak na barvy se nehledí.

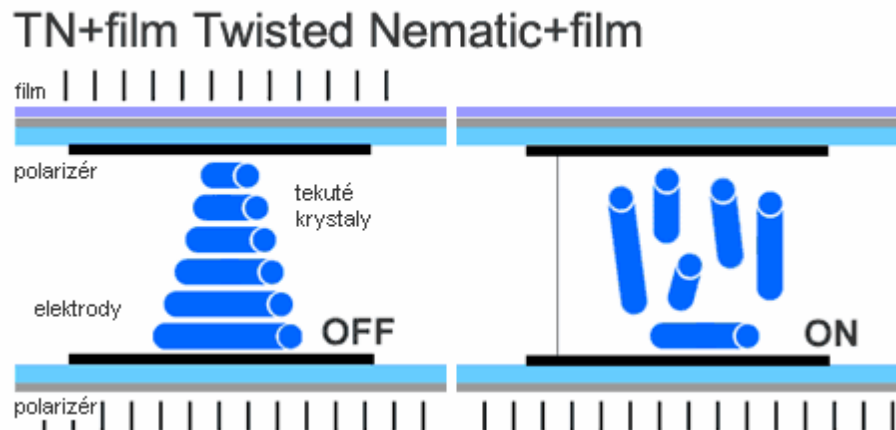
Téměř vždy platí, že zlepšení jednoho parametru je na úkor jiných. Dnešní rychlé panely mají vždy horší podání barev a užší pozorovací úhly než pomalejší panely a naopak - lepší podání barev je často vykoupeno pomalejší reakční dobou.

Charakteristické pro TN panely jsou rozdílné pozorovací úhly, pokud jsou úhly stejné, dosahují maximálně 175° , tak je identifikace trochu ztížena. Ostatní technologie dnes mívají obvykle úhly 178° . Takového úhlu TN technologie zatím není a možná ani nikdy nebude schopna. Kontrast se pohybuje kolem tisíců ku jedné. Dynamický kontrast pak až desítek tisíců ku jedné. Jas obvykle do $300\text{cd}/\text{m}^2$, může být i daleko větší, záleží na podsvětlovacích trubicích.⁽⁶⁾

Technologie

V TN displejích je chirální nematický kapalný krystal umístěn mezi navzájem pootočenými polarizačními filtry. Jejich vnitřní povrch je speciálně upravený drážkováním tak, aby molekuly na povrchu ležely stejným směrem jako polarizační filtry. Pokud by mezi polarizačními filtry tekutý krystal nebyl, světlo by jimi nebylo schopno procházet. Točící se struktura molekul vede světlo, tedy mění úhel natočení procházejícího světla, a způsobí, že projde i druhým polarizačním filtrem. Po připojení

napětí se rozpadne šroubovitá struktura a většina molekul se srovná ve směru elektrického pole. Výsledný efekt je ten, že nedochází k otočení roviny procházejícího polarizovaného světla a světlo buňkou neprochází.



Obrázek 10 - Detail tekutého krystalu technologie TN + film

Pokud molekuly, které tvoří nematický kapalný krystal, jsou chirální, tak mají snahu ležet ve vrstvách, které jsou vzájemně pootočené. To znamená, že v každé vrstvě je jejich směr více pootočený, ve vertikálním směru tedy tvoří spirálu. Chirálně nematická struktura se v displejích využívá nejčastěji. Tyto displeje se označují Twisted Nematic LCD. ⁽⁷⁾

3.1.2.3 IPS (In-Plane Switching), S-IPS (Super IPS)

Původní pomalá technologie IPS s odezvou kolem 50ms prošla dalším zdokonalováním. Nejznámější technologická řada je S-IPS (Super IPS), za kterým vývojově stojí společný podnik LG Philips LCD.

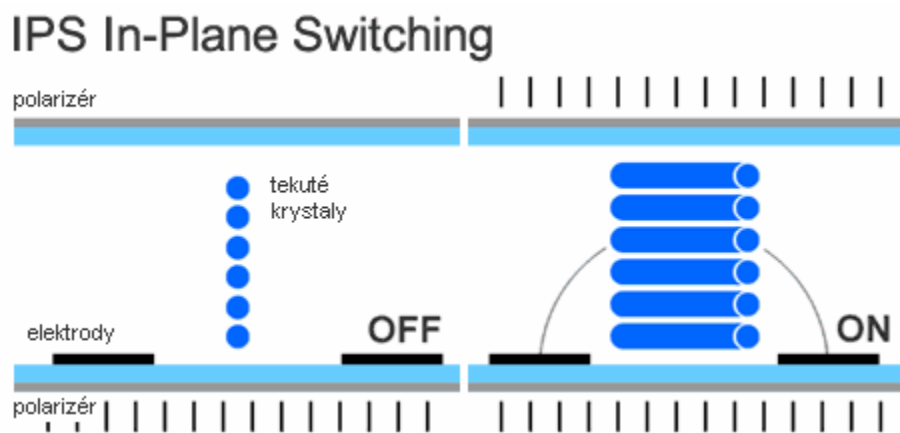
Dnešní S-IPS panely vynikají výborným podáním barev, které je možno srovnat se špičkovými klasickými monitory. Pozorovací úhly patří mezi nejlepší, při změně úhlu pohledu navíc prakticky nedochází ke změně odstínu barev tak, jak je známo z panelů TN, kdy bílá barva při pohledu z boku žloutne a tmavší odstíny šednou. Díky kvalitě v podání barev při změně úhlu pohledu je většina plochých panelů, určených pro grafiky, založená právě na technologii S-IPS.

Obecným problémem IPS panelů je poměrně nízký kontrast. Uváděné hodnoty jsou kolem 200:1 až 400:1. S plošnou konstrukcí elektrod není možné dosáhnout dokonale černé barvy. Za denního světla to prakticky není zřejmé, v zatemněné místnosti je pak na černých plochách patrné prosvítání zbytkového světla. Specifickou vlastností panelů

S-IPS je, že při pohledu z boku mají tmavé a černé plochy mírně viditelný modrofialový nádech.

Technologie

Technologie IPS byla původně vyvinuta firmou Hitachi, aby pomohla vyřešit dva největší problémy TN matric - malé pozorovací úhly a špatné podání barev. Zkratka IPS - In-Plane Switching ve volném překladu značí „přepínání v ploše“, což naznačuje, že elektrody se nacházejí ve stejné základní rovině.



Obrázek 11 - Detail tekutého krystalu technologie IPS

U těchto panelů jsou molekuly tekutých krystalů vyrovnané souběžně se základní rovinou. V základním vypnutém stavu panel nepropouští světlo, po přivedení napětí se krystaly pootočí až o 90 stupňů. Oba krajní stavy jsou tedy mnohem přesnější a lépe definované. Technické vylepšení technologie IPS dalo za vznik novým panelům s vynikajícími věrnými barvami a širokými pozorovacími úhly. Jelikož elektrody jsou umístěné v jedné (spodní) rovině, zabírají více prostoru než u panelů typu TN nebo MVA, dalším problémem je slabší elektrostatické pole na okrajích buněk, kde se část krystalů plně neotáčí. Ve výsledku to způsobuje nižší jas a kontrast těchto panelů. Výhodou je, že u panelů IPS zůstává poškozený bod tmavý.⁽⁷⁾

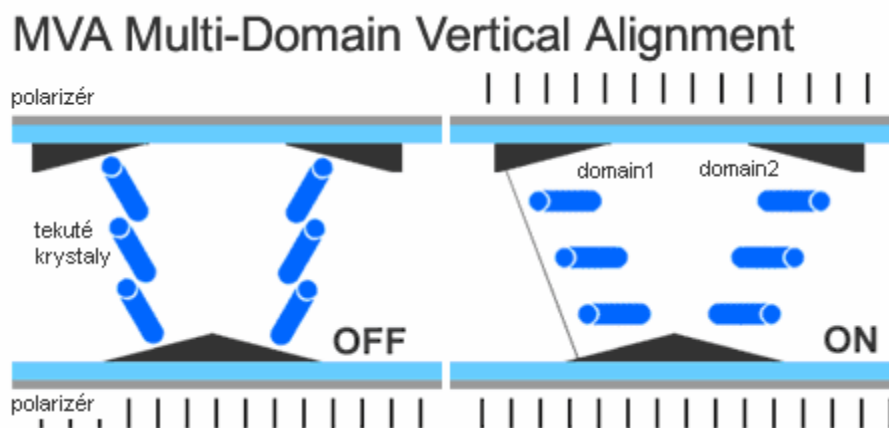
3.1.2.4 MVA (Multi-domain Vertical Alignment)

MVA panely měly nahradit technologii TN. Situace je však poněkud odlišná. Moderní MVA panely se svými parametry kvalitativně navzájem pokrývají s kvalitními poměrně rychlými TN panely. MVA oproti TN nabízí lepší podání barev a širší pozorovací úhly. Vynikající je kontrast a podání černé barvy. Černá je téměř totožná s vypnutým panelem. V případě panelů MVA/PVA jsou vadné body zhasnuté.

MVA panely ve srovnání s panely na bázi technologie S-IPS zjistíme, že S-IPS má obecně trochu lepší podání barev. Zatímco nejnovější panely PVA s výbornou odezvou jsou poněkud rychlejší, mají však vůči MVA mírně omezené pozorovací úhly, i když jsou stále lepší než TN. U panelů PVA a MVA je nutné, stejně jako u jiných typů panelů, rozlišovat mezi různými generacemi a výrobci. Panely MVA vyrobené do roku 2004 nebyly příliš vhodné pro zobrazování dynamických scén na monitoru.

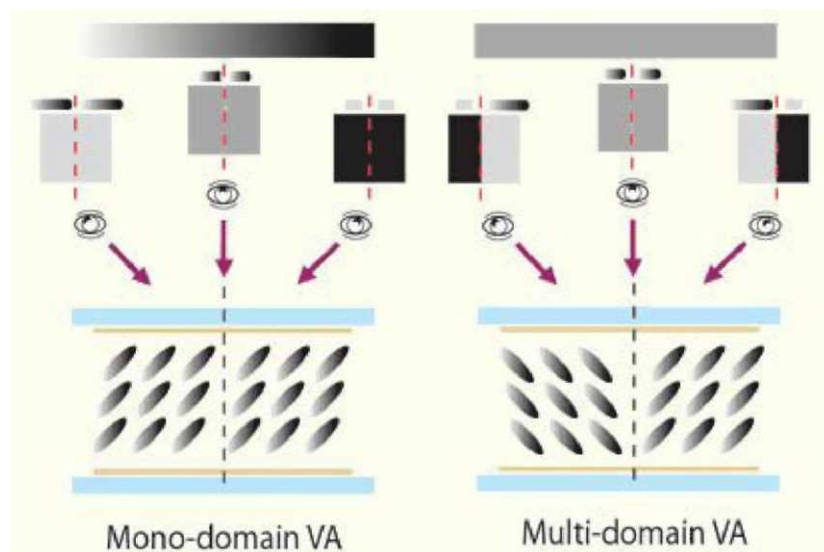
Technologie

Na poněkud odlišném principu jsou založené matrice MVA a PVA. Technologie MVA byla vyvinuta firmou Fujitsu v roce 1998 a je rozšířením původního nápadu orientovat molekuly tekutých krystalů vertikálně (VA - Vertical Alignment). Cílem bylo dosažení vysokého kontrastu a krátké reakční doby.



Obrázek 12 - Detail tekutého krystalu technologie MVA

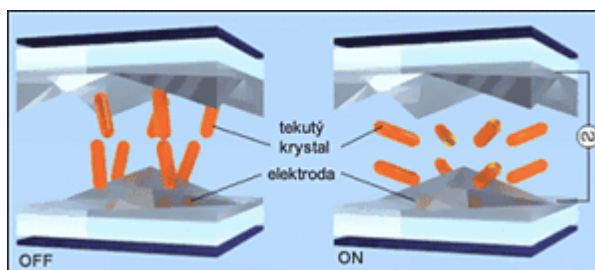
Elektrody mají dost specifický tvar, který je náročnější na výrobu. Jejich tvar však zajišťuje všude stejnou vrstvu tekutých krystalů a to je důležité pro průchod světla.



Obrázek 13 - porovnání Mono-domain VA, Multi-domain VA technologie

Původní technologie VA vypadala slibně, velkým problémem byla silná závislost jasu daného bodu na úhlu pozorování. Záviselo na straně pohledu zleva nebo zprava.

Proto byly buňky rozdělené na domény (Multi-domain VA), které tuto závislost vzájemně kompenzují. Ve výsledku je jas daného bodu stejný jako při čelním pohledu. Jednu chybu v této koncepci kompenzuje opačná chyba jiné část buňky (Obrázek 13).



Obrázek 14 - Detail tekutého krystalu technologie MVA

Současné panely MVA a jejich varianty se liší množstvím a uspořádáním domén. Jeden z největších výrobců LCD panelů, firma Samsung, vyrábí vlastní variantu MVA, kterou nazývá PVA (Patterned Vertical Alignment).

Samsung nezveřejnil přesný popis rozdílů mezi panely MVA a PVA, proto není zcela jasné, čím a nakolik se tyto technologie liší. Samsung je skutečným pionýrem vývoje panelů PVA a některé jeho panely mají kontrast dosahující 1000:1. ⁽⁷⁾

3.1.3 O-LED

OLED (Organic Light Emitting Diode/Device/Display) je typ displeje využívající technologii organických elektroluminiscenčních diod. Technologie pochází z roku 1987, kdy jí vyvinula firma Eastman Kodak. Nyní se používají především v přístrojích jako mobilní telefony nebo MP3 přehrávače.

OLED panely jsou tvořeny diodami, které po zavedení elektrického proudu vyzařují světlo. Panely pracující s touto technologií nepotřebují žádné podsvícení jako LCD obrazovky. Díky tomu jsou tyto obrazové systémy energeticky výhodnější. Systémy nabízejí velmi jasný a stabilní obraz s vyváženým jasnem a v neposlední řadě bude jejich výroba levná.

V blízké budoucnosti totiž nemá být problémem OLED obrazovky jednoduše tisknout. OLED jako takové mohou být snadno nanášeny do tenké vrstvy. Nabízí se příměr, že namísto popsaného papíru, který byl vytisknut z inkoustové tiskárny, tak speciální tiskárna vytiskne OLED obrazovku.

Displeje si lze snadno představit jako matici mnoha tisíc nebo milionů svítících bodů, přičemž u barevných displejů se v určitém formátu pravidelně střídá kombinace červeného (R), zeleného (G) a modrého (B) pixelu. Z nich lze vhodným načasováním rozsvícení a regulací intenzity svícení generovat pro naše oko celé barevné spektrum, a pokud jsme od displeje dostatečně vzdáleni, uvedený soubor tří barevných pixelů nám splývá v jeden bod. Koneckonců podobně pracují i všechny další koncepce displejů, ať již LCD, které však sami přímo světlo negenerují, tak technologie plazmových nebo LED obrazovek ano. V porovnání s nimi však má OLED jednu technologickou výhodu. Zatímco u konkurenčních technologií musí být barvený pixel vždy realizován plošným shlukem nějakým způsobem vedle sebe umístěných jednotlivých RGB bodů, u OLED lze jednotlivé RGB barvy uspořádat i na sebe tzn. vertikálně a ve spod umístěné barvy vrchní barvy prosvěćují - tzv. provedení SOLED (Stacked OLED). Díky této schopnosti je možné vyrobit plně transparentní OLED diodu (plošku), což není u jiných doposud běžných technologií možné. To má za následek kvalitní obraz i z velmi blízkého pohledu, protože zrnitost obrazu je třetinová proti plošnému uspořádání. Navíc zde platí úměra, že počet pixelů se rovná počtu barevných bodů, zatímco například u LCD někteří výrobci zákazníka nachytávají na ohromný počet pixelů, ale již neřeknou, že

počítají i jednotlivé barevné plošky a tedy ve skutečnosti displej má jen třetinový počet barevných bodů, tzv. RGB pixelů.

OLED technologii se snaží vyvinout mnoho různých výrobců. Každá varianta se liší různými technologickými vlastnostmi. Následuje výčet aktuálních typů technologií, na kterých pracují odlišní výrobci. Práce dále popisuje jen několik z nich - PMOLED, AMOLED, PhOLED, FOLED, TOLED a SOLED.

- AM OLED (Active Matrix OLED device)
- FOLED (Flexible Organic Light Emitting Diode) (UDC)
- NOID (Neon Organic Iodine Diode) (CDT)
- OLED (Organic Light Emitting Diode/Device/Display)
- PhOLED (Phosphorescent Organic Light Emitting Diode) (UDC)
- PLED (Polymer Light Emitting Diode) (CDT)
- PM OLED (Passive Matrix OLED device)
- POLED (Polymer Organic Light Emitting Diode) (CDT)
- RCOLED (Resonant Color Organic Light Emitting Diode)
- SmOLED (Small Molecule Organic Light Emitting Diode) (Kodak)
- SOLED (Stacked Organic Light Emitting Diode) (UDC)
- TOLED (Transparent Organic Light Emitting Diode) (UDC)

Dle druhu použitého materiálu lze OLED displeje rozdělit na dvě technologické větve: SMOLED (Small Molekule OLED) a LEP (Light Emitting Polymers).

SMOLED se hodí více pro velké displeje, jako monitory k osobním počítačům a domácí kina, využívají ji všechny dále popsané typy (PMOLED, AMOLED, PhOLED, FOLED, TOLED a SOLED).

Technologie LEP/PLED jsou vhodné pro malé a středně velké pružné displeje pro hodinky, hodiny, přehrávače, signální a aktivní prvky na oblečení a taškách, tedy i náhrada za malé monochromatické nebo segmentové LCD či LED displeje. LEP/PLED totiž lze tisknout jako tenký film na chemicky vhodnou podložku, podobně jako inkoustový tisk na papír, a pak ji zjednodušeně řečeno jen doplnit o ochrannou vrstvu. Tak lze například realizovat aktivní LEP struktura ve formě segmentů jako u segmentových LED displejů, nebo displeje s černobílými či barevnými pixely.

Vlastnosti OLED ve srovnání s LCD

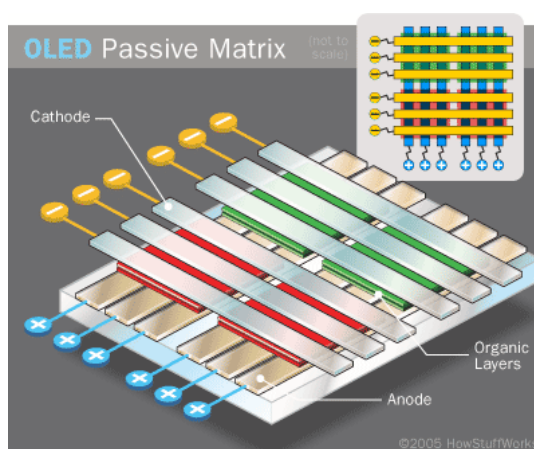
- Zobrazení barev: až 16 milionů
- Pozorovací (vyzařovací) úhel: i přes 160 stupňů
- Zároveň vysoký jas a ostrost
- Robustnost a vysoká intenzita pro přenosná zařízení
- Jas: až 100 tis. cd/m² (LCD max. 1 000 cd/m²)
- Kontrast i mnoho přes 100 000:1
- Odezva menší i než mikrosekunda (u LCD 2 a více ms), lidské oko je schopné reagovat na cca 1 ms
- Účinnost 30 a více % (LCD cca 10%), tj. až 50 lm/W
- Možnost ohebného provedení
- Velmi tenký (od 0,05 do 3 mm)
- Úhlopříčky: zatím do cca 40 palců
- Vadný pixel vytváří tmavý bod (u LCD světlý bod)
- Pracovní rozsah teplot: -40°C až 70°C

Možnosti využití

- Plně barevné grafické displeje, vhodné pro zobrazování fotografií a promítání videa
- PDA a různé kapesní počítače a ovladače
- Nízkopříkonové informační displeje
- Ovládací rozhraní regulačních systémů
- Zabezpečovací zařízení
- Grafické znázornění provozních dat zařízení
- V zařízeních namáhána na ohyb a krut (LCD praskají)
- Hračky a spotřební elektronika
- Oblečení
- Signalizační a indikační technika

3.1.3.1 Displeje s pasivní maticí – PMOLED

Displeje s pasivní maticí jsou jednodušší, používají se především tam, kde je třeba zobrazit například pouze text. Stejně jako u jednodušších grafických LCD displejů, jsou jednotlivé pixely řízeny pasivně, mřížkovou maticí navzájem překřížených vodičů. V místě křížení jsou vodiče připojeny k elektrodám (katodám, resp. anodám) OLED struktury a tím vznikají jednotlivé pixely. Pomocí mříže vodičů a multiplexních přepínačů je na anody a katody vybraných bodů přivedeno elektrické napětí, které přinutí organickou látku vyzařovat.



Obrázek 15 - Mřížková matrice PMOLED displeje

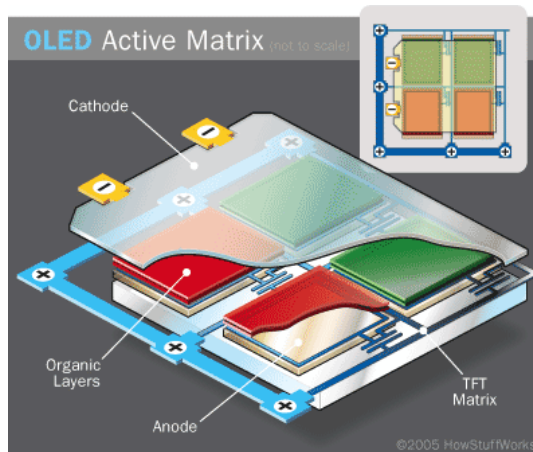
Signály jsou zpravidla dodávány do sloupců a synchronizovány s cyklickým zapojováním řádků. Optický výstup tak vzniká postupným skládáním řádků, ke kterému dochází 60krát za sekundu. Čím větší proud je v impulsu použit, tím jasněji pixel září. Pro plné zobrazení musí být každý řádkový vodič nabíjen po dobu $1/N$ snímkovacího času, kde N je počet řádků displeje. Například k dosažení jasu 100 nits (tj. 100 cd/m^2) pro 100 řádkový displej, musí být pixely buzeny na úroveň jasu 10 000 nits po dobu $1/100$ snímkovacího času. Právě nutnost velkých úzkých proudových impulsů snižuje účinnost displeje, a to úbytky napětí na vodičích a také při krátkodobých velkých intenzitách pracuje organický materiál v méně efektivní pracovní oblasti generování světla. Z důvodu vyšší spotřeby a horšího zobrazení jsou PMOLED vhodné především pro displeje menších úhlopříček a zobrazování převážně statických a textových informací (MP3 přehrávače, mobilní telefony, informační displeje v automobilech atd.).



Obrázek 16 - Příklad PMOLED displeje

3.1.3.2 Displeje s aktivní maticí – AMOLED

Displeje s aktivní maticí jsou vhodné pro graficky náročné aplikace s velkým rozlišením, tedy zobrazování videa a grafiky. Struktura je podobná jako u TFT typů LCD displejů. Spínání každého pixelu je prováděno vlastním tranzistorem, konkrétně dvěma - jeden řídí nabíjení a vybíjení kondenzátoru a druhý je jako napěťový stabilizátor kvůli zajištění konstantní velikosti proudu, čímž se zamezí například blikání bodů, které mají svítit během několika po sobě jdoucích cyklů. Současně se zvyšuje průtok proudu a zkracuje doba odezvy. Mezi výhody oproti PMOLED patří vyšší zobrazovací frekvence, ostřejší vykreslení obrazu a nižší spotřeba. Nevýhodou je složitější struktura displeje a tedy i vyšší cena.



Obrázek 17 - Matrice AMOLED Displeje

3.1.3.3 PHOLED

Displeje PHOLED, tedy technologie fosforeskujících OLED, umožňují díky principu elektrické fosforescence dosáhnout už 4x větší účinnosti než klasické OLED a dokáží převádět až 100% elektrické energie na světlo. To je v porovnání s účinností 25-30 % u klasických OLED a jen cca 10 % u LCD obrazovek, obrovská výhoda.

Například aktivní PHOLED displej dokáže produkovat při běžném sledování videa jas 200 cd/m² při spotřebě pouze 125 mW. Konkurenční technologie při stejných podmínkách 180 a více mW. Navíc díky nízké spotřebě na 1 pixel jsou PHOLED vhodné pro monitory a obrazovky s velkou úhlopříčkou. Možná v budoucnu není nereálná ani vize celé stěny pokryté obřím OLED displejem. V současné době bílé PHOLED generující bílé světlo, již dosahují při napájení menším než 6.5 V osvětlení přes 30 lm/W a jas až 100 000 cd/m². Jednotlivé RGB barvy pak mohou být vytvořeny filtry. Tím překonávají i nejnovější LCD televizory s max. 1 000 cd/m². Teoretická hranice je někde u 100 000 cd/m², ale to je natolik velká hodnota, že ji u monitorů lze jen zřídka využít.

3.1.3.4 FOLED

FOLED, tedy flexibilní OLED, jsou součástky emitující organické světlo, které jsou postavené na pružném substrátu, jako například plastické nebo kovové fólie. FOLED displeje tak poskytují výhodu proti klasické skleněné podložce v podobě tvarového přizpůsobení objektu, na který jsou umístěovány. Tak lze displej jednoduše implantovat do hledí přileb, na oblečení nebo na tvarované přístrojové desky automobilů. Mnohokrát slabší struktura a nízká hmotnost je velmi vítaná nejen pro přenosná zařízení typu mobilní telefon, kapesní televizní přijímač, mp3 přehrávač, PDA, ale i u velkých televizních obrazovek, které lze tak snadno pověsit na libovolné místo. Pružná struktura navíc je méně náchylná na prasknutí, přelomení a lépe odolává i pádům z velkých výšek.

V současnosti se dokončují pokusy s tenkými polyesterovými substráty typu PET (Polyethylene terephthalate) a PEN (Polyethylene naphthalate). V budoucnu by tak struktura FOLED šla použít i pro různé elektronické etikety s měnícími se nápisy přímo vytvořené na povrchu PET lahve.

Na následujícím obrázku je možné spatřit ohebné provedení FOLED, zatím skoro do dokonalosti dovedla společnost NOKIA, která vytvořila volně tvarovatelný displej, který je možné nosit i jako náramek.

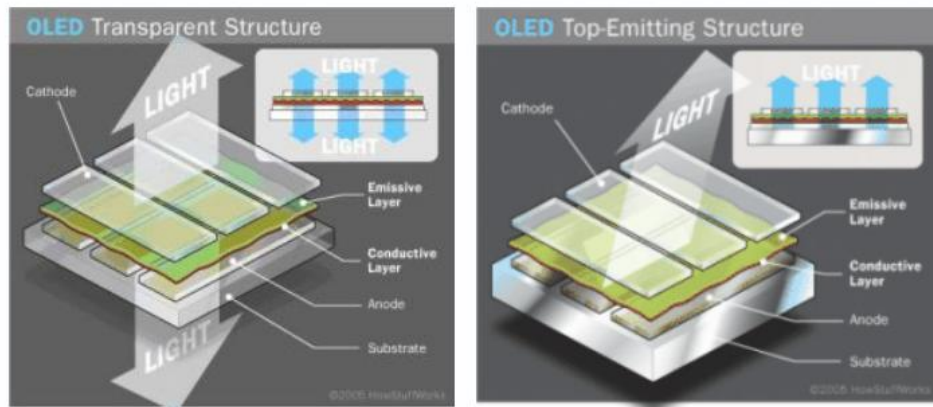


Obrázek 18 - FOLED display od společnosti Nokia

3.1.3.5 TOLED

TOLED, tedy transparentní OLED, v sobě kombinují technologie plně průhledného displeje a volitelného směru vyzařování světla. Struktura TOLED totiž umožňuje výrobcům při výrobě displeje zvolit směr generování světla buď horní i spodní stranou (top- and bottom-emitting OLED) nebo jen horní stranou displeje (top-emitting OLED). Navíc pokud pixely nesvítí nebo displej je vypnutý, je jeho průhlednost až 85% (tzn. skoro jako čisté sklo). Toho je dosaženo díky oběma průhledným elektrodám (katodě i anodě) i nosné podložce v podobě skleněné destičky či plastové fólie. To umožňuje nasazení v aplikacích, kde je potřeba zobrazovat dodatečné informace v zorném poli pozorovatele, například v hledí přilby, v brýlích, čelních i bočních sklech automobilů, oknech domů apod. TOLED displeje je možné provozovat jako v pasivním, tak aktivním řízení, tedy jako AMTOLED nebo jako PMTOLED.

V roce 2008 pak společnost Osram Opto Semiconductors vyvinula bílé TOLED, které dosahují účinnost svícení přes 20 lm/W a jas přes 1000 cd/m² při průhlednosti cca 55%. A to vše při aktivní zářící ploše 90 cm².



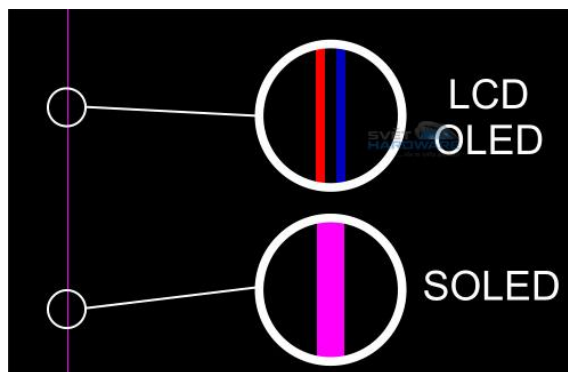
Obrázek 19 - Oboustranně emitující TOLED struktury (vlevo) a jednostranně emitující struktury (vpravo)



Obrázek 20 - Při regulaci jasu záření se zároveň ovládá i průhlednost

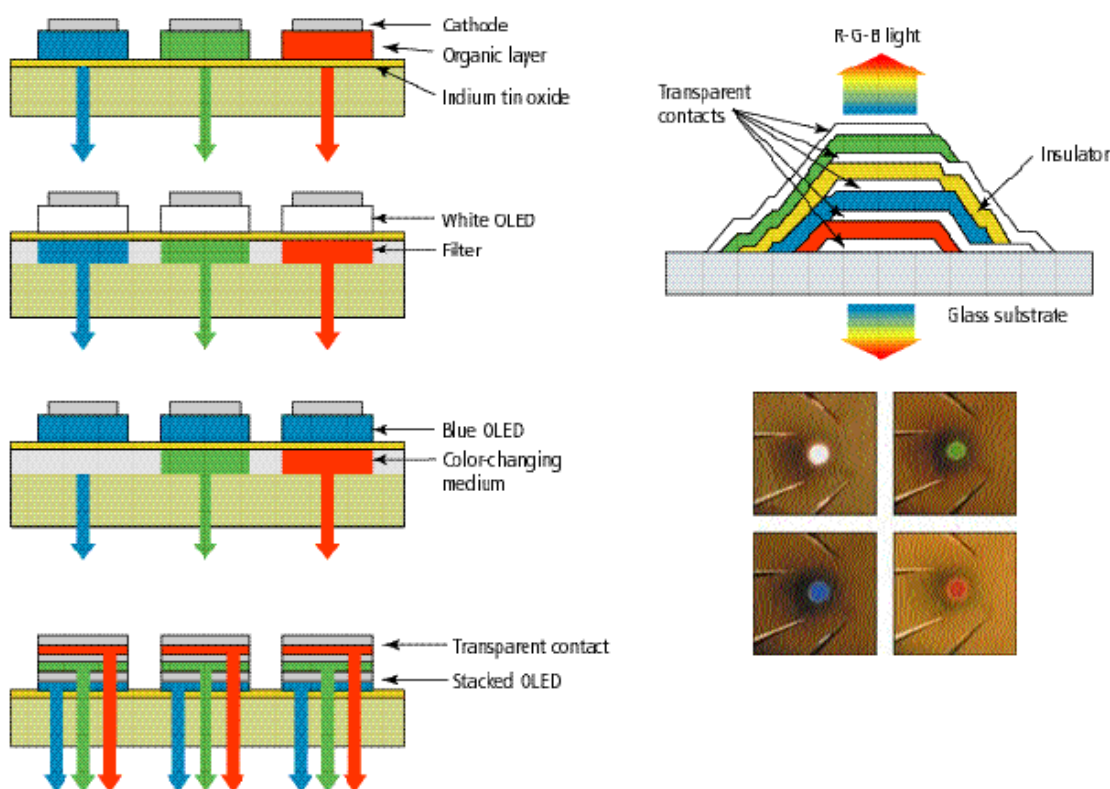
3.1.3.6 SOLED

Provedení displejů SOLED je pouze speciální varianta transparentních displejů TOLED. Využívá se zde faktu, že pokud jsou jednotlivé pixely displeje průhledné, lze umístit barevné RGB pixely (miniaturní modrý, červený a zelený TOLED) nad sebe místo vedle sebe a barevné složky se prosvěćují. Jeden svítící bod displeje tak opravdu odpovídá jednomu pixelu obrazu a na stejnou plochu se tak vejde více obrazových barevných pixelů. Nevýhodou tohoto provedení je fakt, že průhlednost každé vrstvy není 100 %, ale jen cca 60 až 80 % a tak nejspodněji umístěná barva musí svítit intenzivněji, aby byla intenzita světla na čelní straně displeje shodná pro všechny barvy. Barva pixelu se pak mění regulací proudu jednotlivých vrstev. Toto provedení displejů se však doposud díky složité výrobě výrazněji neprosadilo.



Obrázek 21 - Detail pixelu SOLED displeje

Ukázky možností realizace barevných RGB složek pro barevné displeje - vlevo odshora: tři samostatné barevné OLED, barvy generované filtry z bílé OLED, barvy generované filtry z modré OLED a nejnižší provedení SOLED. Vpravo je pak ukázka provedení a změny barvy barevného pixelu struktury SOLED⁽⁸⁾



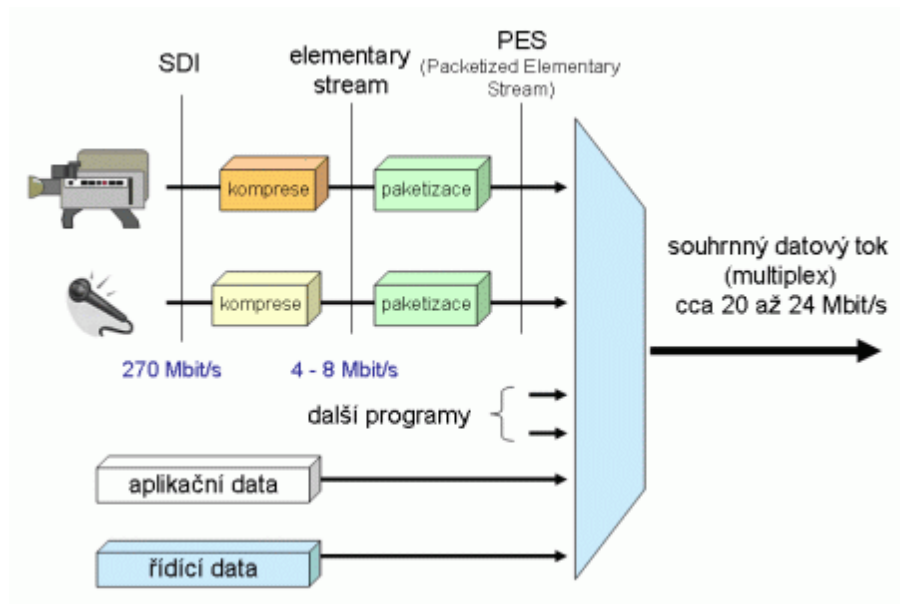
Obrázek 22 - Ukázky možností realizace barevných RGB složek pro barevné displeje

4 Digitální vysílání

Digitální televizní vysílání je realizováno více různými způsoby například přes satelit, po kabelové síti, internetu nebo pozemními vysílači. Jako pozemní, neboli terestrická, je označována taková varianta, která využívá šíření signálu volným prostorem těsně nad zemí ze sítě pozemních vysílačů, s příjmem přes běžnou televizní anténu, integrovanou či externí, a se zobrazením na běžném TV přijímači s poměrem stran 16:9 nebo 4:3. Po technické stránce je takovéto pozemní vysílání definováno standardem DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial). DVB-T však není jediný existující standard terestrického digitálního vysílání. Je používán zejména v Evropě a tak i v ČR, zatímco třeba v Japonsku je používán systém ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial), a v Severní Americe systém ATSC-T (Advanced Television Systems Committee Terrestrial). Digitalizace se však týká i ostatních forem vysílání. Satelitní a kabelové digitální vysílání potřebuje mít také své standardy. Ty vycházejí ze stejného základu a jsou souhrnně označovány jako DVB (Digital Video Broadcasting), ale v konkrétních aspektech se přeci jen odlišují. Například pro digitální satelitní vysílání definuje standard DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite), zatímco pro digitální vysílání v kabelových sítích standard DVB-C (Digital Video Broadcasting Cable). Existuje i varianta, určená pro mobilní zařízení, standard DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld).⁽⁹⁾

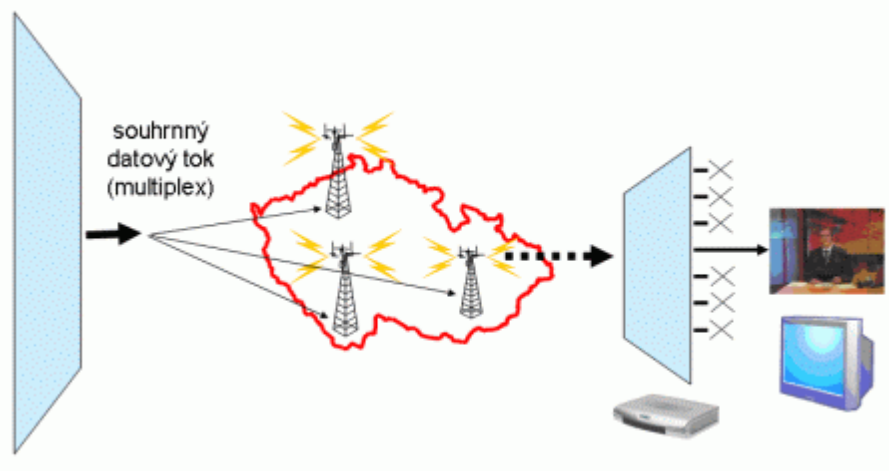
4.1 Standard DVB-T

Standard DVB-T pokrývá fungování celého řetězce, který zajišťuje dopravu signálu až ke koncovému příjemci, v rámci pozemního tzv. terestrického vysílání. Řeší například otázky komprese a zdrojového kódování, tvar v jakém jsou digitální data vysílána a řadu dalších věcí.



Obrázek 23 - Obsah datového toku

Na začátku celého přenosového řetězce jsou jednotlivé programy upravovány do takové podoby, která je vhodná pro přenos. Nejprve jsou komprimovány tak, aby jejich data měla menší objem a vystačila i s menší přenosovou kapacitou. Pak jsou tato data rozdělována na vhodně velké bloky, neboli pakety, a ty jsou následně slučovány do jednoho společného celku - souhrnného datového toku, označovaného častěji jako tzv. multiplex. Do něj jsou přidávána ještě režijní data, jež definují strukturu samotného multiplexu, a dále data přidávaných služeb a aplikací. Souhrnný datový tok (multiplex) je pak dopravován do sítě pozemních vysílačů, které zajišťují jeho vlastní vysílání.



Obrázek 24 - Přenos datového toku

Aby Koncový příjemce byl schopen digitální vysílání přijímat, musí být vybaven zařízením, které je schopné souhrnný datový tok zase rozložit na jednotlivé dílčí části (programy) a zobrazit konkrétní program, který si uživatel aktuálně navolil. Nejčastěji bude tato funkčnost zajišťována samostatným zařízením nazývaným set-top box, které se předřadí před běžný analogový televizní přijímač. V dnešní době už však přibývají i takové TV přijímače, které již mají potřebné schopnosti zabudované přímo v sobě a nevyžadují žádný přídavný set-top box (tj. zařízení iDTV - Integrated Digital TV set, integrované digitální televizní přijímače).⁽¹⁰⁾

4.1.1 Kompresce

Na začátku celého řetězce je zdroj obrazového a zvukového signálu. Studiová technika dnes produkuje přes rozhraní SDI (Serial Digital Interface) obraz s přenosovou rychlostí 270 Mbit/s a zvuk o rychlosti 1,92 Mbit/s. Tento objem dat je ovšem příliš velký. Aby se mohl dále přenášet, je proto nejprve komprimován. Využívána je celá řada propracovaných technik komprese, které dokáží srazit objem dat až na 4 až 8 Mbit/s (někdy se uvádí 3 až 6 Mbit/s), v závislosti na požadované kvalitě, a také na dokonalosti komprimačních technologií.

Zajímavostí je, že objem, který po kompresi zabírají jednotlivé programy, není pevně dán, ale může se měnit, podle požadavků na kvalitu přenosu, respektive přijímaného obrazu a zvuku. Navíc lze předpokládat, že se zdokonalováním technik komprese budou objemy přenášených dat, při zachování stejné kvality, dále klesat. Dnes tyto techniky dosahují kompresního poměru na úrovni 50:1. Při tomto kódování jde samozřejmě o tzv. ztrátovou kompresi, využívající nedokonalosti našeho vnímání živého obrazu a zvuku.

V současnosti se výstupní signál kóduje ve formě algoritmu známého pod zkratkou MPEG2 (Moving Picture Experts Group ver.2) nebo MPEG4. MPEG2 je starší variantou, která nedosahuje takového kompresního poměru jako technologie MPEG4.

⁽¹¹⁾

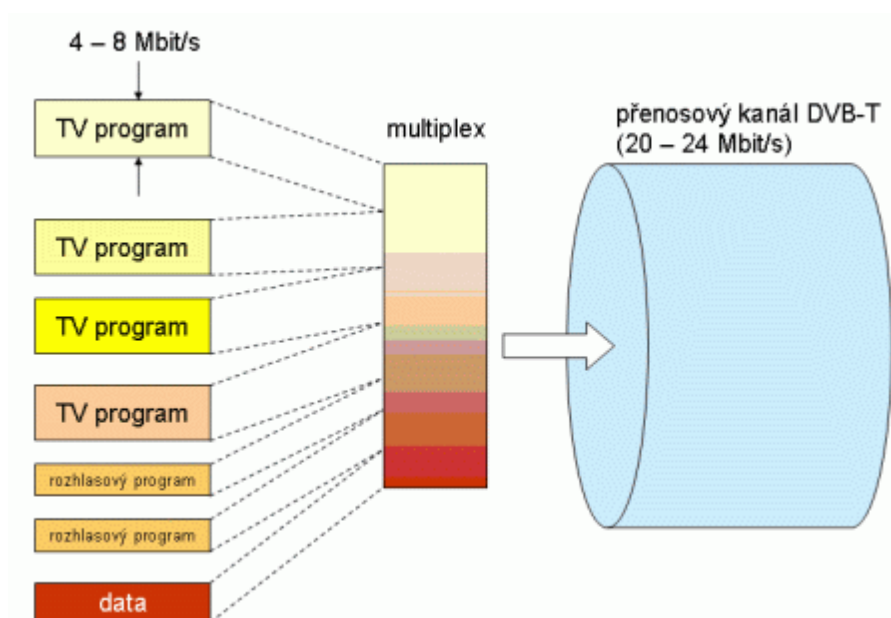
4.1.2 Souhrnný datový tok, alias multiplex

Souhrnný datový tok, do kterého jsou jednotlivé programy následně slučovány a v rámci kterého jsou přenášeny až ke koncovému příjemci, může mít jen omezenou

velikost. Ta je dána zejména šířkou frekvenčního pásma, která je pro něj vyhrazena. Nejčastěji jde o kanály o šířce 8 MHz, na kterých se dosahuje přenosové rychlosti až 24 Mbit/s. Společnost České radiokomunikace v rámci experimentální vysílání DVB-T pracovala s rychlostí 22,12 Mbit/s, Czech Digital Group s rychlostí 23,42 Mbit/s. V případě užších kanálů (6 MHz) jde pouze o cca 20 Mbit/s.

Toto vše přináší jeden významný důsledek. Počet televizních a rozhlasových programů, které se vejdou do jednoho multiplexu stejně jako objem přidávaných dat pro doprovodné služby a aplikace, není apriorně a pevně dán, ale je možné jej navolit. V praxi je konečný počet programů výsledkem konkrétní volby subjektu, který sestavuje výsledný datový tok, neboli tzv. multiplex. Tato volba je určitým kompromisem mezi snahou umístit do multiplexu co nejvíce obsahu a požadavky na kvalitu jednotlivých programů. Výsledný kompromis je pak ovlivněn i momentální úrovní technologií, zejména kompresních, a samozřejmě také šířkou vyhrazených frekvenčních kanálů.

Dnes se do jednoho multiplexu nejčastěji zařazují čtyři televizní programy s kompresním formátem MPEG2. Například ČR ve svém experimentálním vysílání přenášely v jednom multiplexu 5 televizních programů, zatímco společnost Czech Digital Group 4 televizní programy a 3 rozhlasové programy.



Obrázek 25 - Obsah datového toku

Subjekty, které rozhodují o obsahu neboli složení multiplexu, tak mohou volit různé strategie. Mohou například dát přednost TV programům, a minimalizovat další obsah

jako rozhlasové programy, datové služby a aplikace. Řešení však může být i opačné, dát více prostoru třeba datovým službám, na úkor televizních a rozhlasových programů.

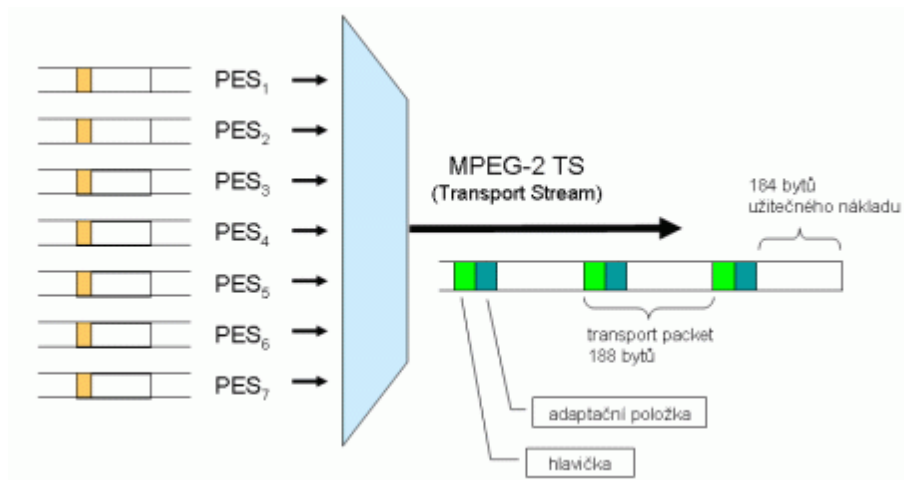
Důležité také je, že souhrnný datový tok má charakter statistického multiplexu. V praxi to znamená, že prostor, vyhrazený pro jednotlivé složky (televizní, rozhlasové programy nebo data), se může měnit podle potřeby, a to i za chodu a velmi rychle. Je například možné i to, aby jeden televizní program, který právě potřebuje přenášet nějakou detailní scénu, získal pro příslušný časový interval větší kapacitu, na úkor jiného programu, který právě nepotřebuje přenášet tolik obrazových detailů.⁽¹²⁾

4.1.3 Paketizace

V rámci přenosového řetězci DVB-T získáváme po kompresi velkého datového proudu (270 Mbit/s) mnohem menší datový proud (až 4 či dokonce 3 Mbit/s, podle požadované kvality), který je v terminologii DVB-T označován jako "elementární" (Elementary Data Stream). Pro každý televizní program takto vzniká jeden video proud, a jeden audio proud případně více audio proudů, při více jazykových doprovodech.

Aby bylo možné tyto elementární proudy snadno slučovat do výsledného datového toku a následně zase oddělovat, musí být nejprve rozděleny na vhodně velké bloky, označované jako pakety. Pakety jsou opatřeny hlavičkou, ve které je obsažen údaj, identifikující příslušnost paketu ke konkrétnímu proudu (údaj PID, Packet Identifier, opatřené vhodnou identifikační hlavičkou).

Tím vzniká tzv. PES (Packetized Elementary Stream), který je dále snadno slučován s dalšími obdobnými proudy (audio, video), a řádně odlišen od dalších televizních a rozhlasových programů.



Obrázek 26 - MPEG2 transport stream

Již v této fázi se také přidávají datové proudy (ve formě PES), generované různými doprovodnými aplikacemi, například data představující obsah elektronického programový průvodce EPG (Electronic Program Guide), data patřící doprovodným službám a podobně, či představující "obecná data", která nemusí nijak souviset s přenášenými TV programy. Díky tomu může DVB-T sloužit i jako obecný přenosový kanál pro přenos dat, s distribučním charakterem. Tento kanál je však v rámci standardu DVB-T pouze jednosměrný.

Do výsledného datového toku (multiplexu) se dále přidávají i nezbytná režijní data, identifikující složení celého multiplexu, význam jednotlivých složek, jejich vlastnosti atd. Pro zařízení na straně příjemce (set-top box, resp. iDTV) jsou tato data klíčem k opětovnému rozkladu celého souhrnného datového toku (multiplexu) a výběru požadovaného programu nebo služeb.

Celá tato soustava vstupů je sloučena (multiplexována) do jednoho souhrnného datového toku, který je již označován jako Transport Stream (transportní proud). Je tvořen pakety o velikosti 188 bajtů (užitečný náklad představuje 184 bajtů).

V současné době je v celé popisované části přenosového řetězce pro kompresi, paketizaci i výsledný transportní tok využívána technologie MPEG-2. Do budoucna lze předpokládat využití novějších a dokonalejších algoritmů jako je MPEG-4.⁽¹³⁾

4.1.4 Modulace a vysílání

Souhrnný datový tok (multiplex) je před svým vysláním ještě doplněn o údaje, sloužící k jeho zabezpečení proti chybám. Pak už směřuje k jednotlivým pozemním vysílačům,

kteřé se starají o jeho šíření éterem do svého okolí. Zde přitom odchází k jedné významné odlišnosti od klasického analogového vysílání: analogové vysílače, které by vysílaly na stejných frekvencích, by se vzájemně rušily, a proto musí vysílat na různých frekvencích. Naopak v případě digitálního vysílání nemusí používání stejných frekvencí vadit, ba právě naopak – jednotlivé vysílače mohou vysílat na stejných frekvencích tvořit tzv. jednofrekvenční síť, SFN (Single Frequency Network), a svým vysíláním se vzájemně doplňovat a přispívat tak k lepší kvalitě obrazu a zvuku u koncového příjemce. Proto se pro digitální vysílání také buduje spíše hustší síť menších vysílačů, které vzájemně vytváří pokrytí určité souvislé oblasti i se vzájemnými překryvy. Obvykle se umisťují do vzdálenosti max. 90 km od sebe.

To, proč se u digitálního vysílání jednotlivé vysílače vzájemně neruší ale doplňují, souvisí se způsobem šíření signálu, resp. s jeho modulací. Standard DVB-T předpokládá použití techniky OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Její podstatou je rozdělení celého frekvenčního kanálu, které je k dispozici pro vysílání, typicky 8 MHz, na větší počet podstatně užších pásem. Každé z nich je pak využíváno k vysílání samostatně, a to jakoby s poměrně pomalu se měnícím signálem.

Smysl relativně pomalých změn přenášeného signálu v každém z dílčích pásem souvisí s odolností vůči všelijakým poruchám, rušení a hlavně odrazům, které způsobují známé "duchy". Přichází-li takový odraz nebo signál od jiného vysílače na stejné frekvenci, a jeho časový posun vůči hlavnímu signálu není příliš velký, může být takovýto vedlejší signál ještě správně přičten k hlavnímu signálu a může dokonce zlepšit jeho kvalitu, místo toho aby ji zhoršil viz známé duchy u analogového vysílání.

Díky tomu dokáže digitální vysílání zajistit kvalitní příjem tam, kde podmínky nejsou zdaleka ideální a analogový příjem by byl špatný.

Neplatí to ale absolutně, digitální vysílání dokáže efektivně kompenzovat resp. využít jen určitou míru vedlejších signálů - odrazů a signálů od dalších vysílačů na stejné frekvenci. Jakmile by například byly příliš časově posunuty, což souvisí např. se vzájemnou vzdáleností vysílačů, už by se to na zhoršení kvality obrazu a zvuku přeci jen projevilo.⁽¹⁴⁾

4.1.5 Přenos dat v DVB – T

V rámci přenosu podle DVB-T vzniká jednosměrný digitální přenosový kanál o konkrétní kapacitě neboli přenosové rychlosti. Část této kapacity je využívána pro přenos určitého počtu televizních a rozhlasových programů a zbytek pak může být využit pro různá data - ať již související či nesouvisející s jednotlivými programy. Také rozdělení celkové kapacity mezi jednotlivé složky (programy, data) není fixní, ale závisí na rozhodnutí toho, kdo sestavuje výsledný datový tok (multiplex).

Kapacita, která je v rámci celkového datového toku (multiplexu) vyhrazena pro data může být využita různými způsoby. Jde pouze o jednosměrný kanál, který má distribuční charakter, vede ke všem potenciálním příjemcům, a je všemi příjemci pouze přijímán. Není tedy možné signál jakkoli individualizovat - to, co je vysíláno, je k dispozici všem příjemcům současně, v naprosto stejné podobě. Případné individuální přenosy k jedinému příjemci proto musí být řešeny tak, aby se příslušný obsah stejně přenášel ke všem příjemcům současně, ale pouze jeden z nich si jej skutečně vyzvedl, respektive dále zpracoval.

Existují dvě varianty přenosu dat přes tento jednosměrný sdílený kanál:

jednorázový (neopakovaný) přenos: odesílatel v určitou konkrétní dobu zařadí do vysílaného proudu určitá data. Ti příjemci, kteří o tom vědí a mají o tato data zájem, je mohou v uvedenou dobu přijmout - ovšem právě a pouze v uvedenou dobu. Takto se většinou řeší jednorázová distribuce velkých souborů (různých aktualizací apod.), například v nočních hodinách, kdy některý z televizních programů právě nevysílá a část celkové kapacity, která je tím uvolněna, je využita právě pro datový přenos.

opakovaný přenos, na principu tzv. karuselu: určitá množina dat je odesílatelům vysílána opakovaně a stále dokola, buďto zcela beze změn, nebo i s průběžnými aktualizacemi. Příjemce, který nestihl přijmout určitou část těchto dat, si jednoduše počká na příští opakování tedy příští kolo vysílání týchž dat. Jde o princip, na kterém je v rámci stávajícího analogového vysílání přenášěn teletext. Zde platí, že čím je příslušná množina dat menší, tím je možné její vysílání opakovat častěji. Výhodou je, že příjemce čeká kratší dobu na požadovaná data. Naopak, čím větší data, tím je čekání příjemce delší. ⁽¹⁵⁾

4.1.6 Interaktivita v rámci DVB – T

S možnými způsoby přenosu dat v rámci DVB-T souvisí i různé formy interaktivity, které digitální vysílání nabízí. Můžeme si je odstupňovat takto:

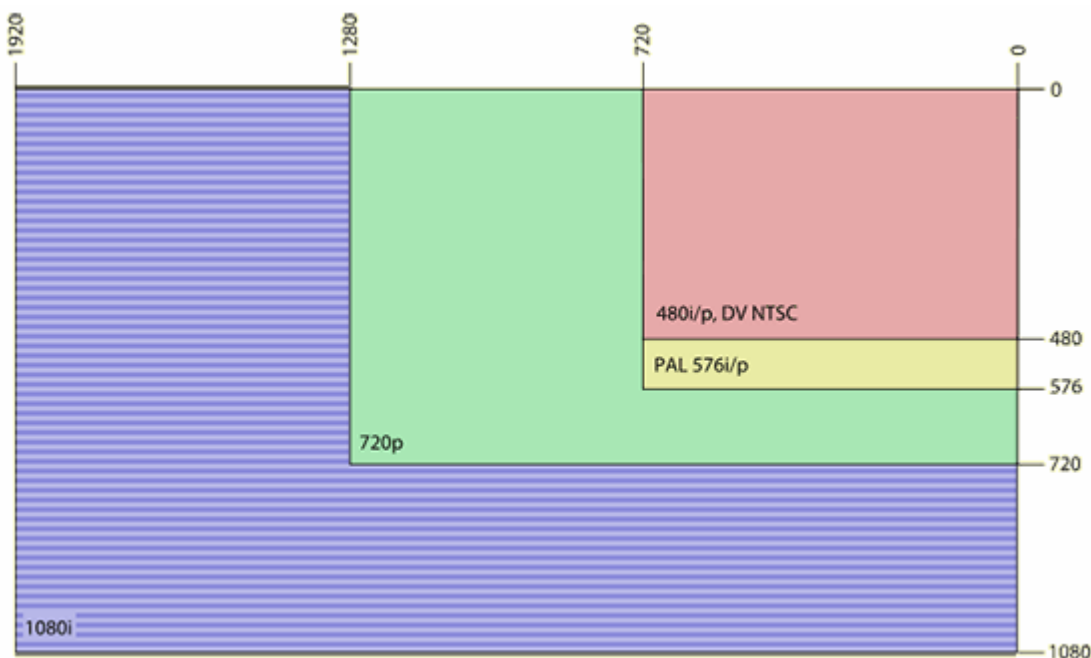
žádná interaktivita: příjemce je divák nebo posluchač, který si pouze jednorázově zvolí program, který ho zajímá a který chce sledovat. Jeho přijímač pak z přijímaného datového toku průběžně extrahuje právě tu část, která odpovídá zvolenému programu, a zajišťuje jeho zobrazení.

lokální interaktivita (též: malá interaktivita): takto se označuje situace, kdy si příjemce interaktivně vybírá z množiny dat, která je k němu vysílána opakovaně, na principu karuselu. Příjemce naopak nemá možnost si vybrat cokoli jiného, než to co již bylo pro něj předem připraveno v rámci karuselu (opakovaně vysílané množiny dat). Ilustrativním příkladem je listování stránkami teletextu - požadovaná stránka se zobrazí až poté, kdy je znovu odvysílána a přijata.

plná interaktivita: takto je označována situace, kdy je jednosměrný přenosový kanál DVB-T doplněn o zpětný kanál, obecně jakýkoli (například přes ADSL, dial-up, GPRS apod.), a příjemce má možnost nějakým způsobem ovlivnit i to, co je k němu vysíláno. Zde je vhodné zdůraznit, že zpětný kanál není součástí DVB-T, resp. standard DVB-T s žádným zpětným kanálem nepočítá, a plnou interaktivitu tedy sám o sobě nepodporuje. Existuje sice další standard DVB-RCT (Return Channel Terrestrial), který již zpětný kanál zahrnuje, ale v ČR dosud nejsou žádné známky o tom, že by měl být implementován.⁽¹⁶⁾

4.1.7 Rozlišení vysílaného signálu

Televizní obraz, na který se díváme dnes, má pouze 576 viditelných řádků. Takové rozlišení definuje v Evropě používaná norma PAL. Standard NTSC užívaný v USA má ještě méně řádek a to 480.



Obrázek 27 - Obrazové rozlišení různých standardů

Vysílání televize se skládá z jednotlivých obrázků, kterých je u nás 25 na každou sekundu. Všechny obrázky mají uvedený počet řádek. Nevysílají se všechny řádky najednou, ale střídavě. Jednou liché, podruhé sudé. Ve skutečnosti je proto jedna sekunda televizního pořadu složená z 50 obrázků. Obrázky sice mají poloviční počet řádek, ale protože jsou zobrazovány ve dvojnásobném tempu, pohyb v televizi vypadá přirozeně.

Vlastníkům televize s úhlopříčkou 55 centimetrů a menší stačí pro zobrazování signálu oněch necelých 600 řádků. Více řádků pro kvalitnější obraz není potřeba, protože ho přijímač nedokáže zužítkovat. Dnešní doba plochých televizorů s úhlopříčkami kolem jednoho metru si žádá novou o poznání detailnější kvalitu. Současné vysílání roztažené do jednoho metru nabízí divácky přijatelný pohled až z větší vzdálenosti. Protože obývací pokoje prodloužíme jen těžko, změna musela proběhnout jinde, a to v počtu řádek televizního obrazu.

velikost obrazovky	v cm	všechny rozlišení vypadají stejně	720p začíná být roznatelné	720p je plně roznatelné	1080p začíná být roznatelné	1080p je plně roznatelné
		480p	← vzdálenost mezi →	720p	← vzdálenost mezi →	1080p
23"	58	2,04m	← vzdálenost mezi →	1,37m	← vzdálenost mezi →	0,92m
27"	68	2,41m	← vzdálenost mezi →	1,62m	← vzdálenost mezi →	1,07m
32"	82	2,86m	← vzdálenost mezi →	1,89m	← vzdálenost mezi →	1,28m
37"	94	3,3m	← vzdálenost mezi →	2,2m	← vzdálenost mezi →	1,47m
42"	106	3,75m	← vzdálenost mezi →	2,5m	← vzdálenost mezi →	1,68m
46"	116	4,12m	← vzdálenost mezi →	2,75m	← vzdálenost mezi →	1,83m
50"	127	4,45m	← vzdálenost mezi →	3m	← vzdálenost mezi →	2m

Obrázek 28 - Doporučené vzdálenosti od televizoru pro dané rozlišení

Na použitém algoritmu vysílání se odvíjí také rozlišení obrazu. Algoritmem MPEG2 se standardně vysílá pouze digitální SDTV (Standard Definition Television) s rozlišením 720x576 obrazových bodů. Obecně neznámá, že s kodekem MPEG2 se zákonitě musí vysílat pouze v tomto standardním rozlišení. Vysílání s vysokým rozlišením ve formátu MPEG2 by však vyčerpalo kapacitu celého multiplexu pouze na jeden televizní program.

Vysílání obrazového signálu ve vysokém rozlišení je označováno HDTV. Pro přenos je používáno algoritmu kódování obrazu novější technologií MPEG4. Obraz se skládá z 1920x1080 bodů.

Technika zobrazovaného obrazu a rozlišení digitálního vysílání je značeno jednoduše, buď 720, nebo 1080. Obojí navíc ještě ve dvou variantách - prokládané (i) a postupně vykreslované (p). Prokládaná verze ponechává vysílání televizních obrázků stejné jako dosud, tedy na střídačku. Postupné vykreslování znamená, že se celý obrázek vykreslí najednou, bez skládání sudých a lichých řádek. Nejvyšší vysoké rozlišení proto získáte, pokud si koupíte televizor zvládající standard 1080p. Pro takové výrobky existuje označení Full HD. U zbytku přijímačů můžeme nalézt pouze logo HD ready. Výrobky označené pouze HD ready nedosahují dostatečného rozlišení a tak přijmutý obraz převádějí na nižší rozlišení obrazu.

4.2 Standard DVB-C

Označení kabelová televize (CATV) se používá pro komerční účely. Označuje se tak technologie přenosu obrazu a dat přes kabelové rozvody. Hlavním účelem je poskytnout zákazníkovi větší množství programů a bohatou nabídku širokopásmových datových

služeb. Jako médium se v rámci kabelové televize využívá koaxiálních kabelů a optických kabelů. Mezi služby, které lze poskytovat prostřednictvím sítí kabelové televize, patří klasický analogový přenos televizních a rozhlasových programů či jeho obdoba, a to přenos digitálního video signálu (DVB-C).

Digitální přenos televizních programů má oproti starší analogové technologii hned několik výhod, mezi něž patří možnost přenášet v síti daleko více programů stejné kvality jako klasické vysílání díky digitální kompresi, nižší náchylnost na rušení programů (obraz nezrní, apod.) a další doprovodné služby (EPG, Video-On-Demand, atd.) Na druhou stranu samozřejmě i některé nevýhody. Hlavními nevýhodami u digitálního kabelového příjmu jsou nutnost používat set-top-box a kostičkování obrazu při velkém rušení signálu. Dalšími službami DVB-C může být např. přenos nekomprimovaného audio záznamu v CD kvalitě, telefonní služby, videokonference, homebanking, počítačové sítě, elektronické hry, telemetrie a samozřejmě různé internetové služby.

4.2.1 Historie

Kabelové sítě byly původně stavěny tam, kde například z geografických příčin nebylo možné vysílat terestriálně. Signál se rozváděl pomocí koaxiálních kabelů do jednotlivých domů ze společné antény, která byla umístěna na vhodném vyvýšeném místě. Sítě byly a jsou primárně určeny pro přenos televizního signálu. První kabelové televize vznikly na přelomu čtyřicátých a padesátých let minulého století v amerických státech Pensylvánie a v Oregonu. Již začátkem čtyřicátých let kabelovou televizi plánoval tehdejší německý kancléř Adolf Hitler v Německu. V sedmdesátých letech přišel velký rozmach satelitního vysílání, proto se zvýšila nabídka v sítích kabelových operátorů o satelitní programy. To vedlo k velkému zájmu o služby kabelové televize. Roku 1995 představila společnost Cablevision pilotní program „Access Plaza“, což byla kombinace hardwaru a softwaru umožňující uživatelům surfovat po Internetu, získávat zpravodajství a provádět homebanking.

V České republice v současné době působí na českém kabelovém trhu několik desítek společností. Mezi největší na trhu jednoznačně řadíme společnost UPC Česká republika, která je dále následována firmami Self servis, Rio Media, respektive F. C. A. a Elsat. Existuje ale i spousta menších společností, jmenujme například SATT, Konsat,

Kabelová televize CZ a další. Před rokem 2008 byla situace na trhu poněkud jiná. Česká UPC byla tehdy kabelovou jedničkou, ale následovala ji společnost Karneval Media, kterou později sama UPC zakvivovala. Společnost Karneval Media vznikla v roce 2004 fúzí společností TES Media a Intercable CZ. UPC v této době začala provozovat internetové služby, ovšem prozatím jen na síti bývalé společnosti Dattelkabel. Postupně začala tyto služby provozovat i na dalších sítích.

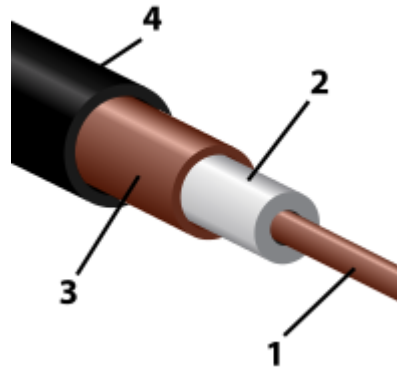
TES Media také svého času začala některé sítě modernizovat a provozovat internetové služby. Stejně tak konala i společnost Intercable CZ, ovšem nenabízela internetové služby, ale jen datové (telemetrie, telekonferenční služby apod.). S masovým zaváděním internetu na svých sítích začala až společnost Karneval. Karnevalu také patří prvenství v zavádění digitální kabelové televize DVB-C. Digitální kabelové televizní služby spustila v roce 2006. Dále se začaly objevovat i telefonní služby, a to jak v síti Karnevalu i UPC. UPC byla v zahájení provozu této služby rychlejší, a patří jí tak v této disciplíně první místo.⁽¹⁷⁾

4.2.2 Přenos dat v DVB-C

Přenos dat je prováděn pomocí klasických koaxiálních kabelů nebo po moderních hybridních opticko-koaxiálních systémech, kde se využívá zároveň optických i koaxiálních kabelů. V prvním případě dosahuje síť kapacity mezi 330 – 450 MHz, kdežto v případě druhém se kapacita může vyšplhat až na 750 MHz i více. Tyto moderní sítě jsou označovány jako HFC (Hybrid Fiber Coax).

Koaxiální kabel je elektrický kabel (Obrázek 26). Skládá se z jednoho válcového vnějšího vodiče(3), což je vodivé opletení a jednoho drátového nebo trubkového vnitřního vodiče(1), mezi kterými je vložena nevodivá vrstva(2), tzv. dielektrikum, kvůli požadovanému odporu neboli vlnové impedanci. Průměry vnitřního a vnějšího vodiče musí být v určitém poměru. Jedná se o souosý kabel. Klasické koaxiální kabely mohou dosahovat vlnové impedance 50 Ω nebo 75 Ω . Varianta s impedancí 50 Ω se používá na vysílačích nebo přijímačích jako napáječ anténních předzesilovačů a v počítačových sítích. Koaxiální kabel s impedancí 75 Ω se využívá v televizní a družicové technice či v telekomunikacích. Přes kabel lze přenášet stejnosměrný proud. Stejně tak se kabel využívá v mikrofonech a sluchátkách kvůli odrušení

nízkofrekvenčních signálů. Nejčastěji se s ním ale setkáváme právě v kabelových sítích, kde přenáší elektromagnetické vlnění o vysokém kmitočtu.



Obrázek 29 - Koaxiální kabel

Optický kabel se skládá z jednoho nebo více optických vláken, skrz která se přenášejí data pomocí světelných impulsů. Toto viditelné světlo má frekvenci přibližně 10¹⁴ MHz. Optická vlákna mohou být vyrobena z různých druhů skla či z plastu. Přenos dat funguje na principu vysílače a přijímače. Na jednom konci přenosového média musí být umístěn zdroj světla, kterým může být například LED dioda nebo laserová dioda, a na druhém konci bývá fotodioda, která převádí světelné impulsy na elektrické signály. Optická vlákna jsou citlivá na mechanické namáhání a ohyby. Celkově tak optický kabel musí obsahovat i vhodnou výplň, která zajistí potřebnou odolnost. Velmi kladnou vlastností optických kabelů je také kromě vysoké přenosové rychlosti necitlivost vůči elektromagnetickému rušení.

4.2.3 Topologie sítě

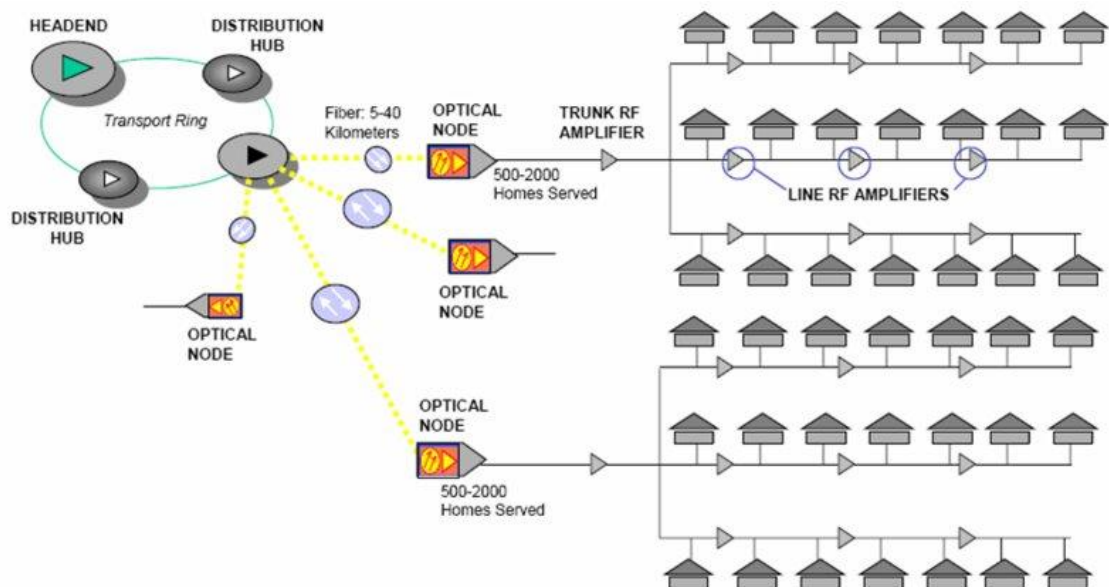
Dnes již většina kabelových operátorů využívá výhod moderní hybridní opticko-koaxiální sítě, proto popíšeme právě HFC systémy. HFC systémy přinášejí pro kabelové televize jednoznačně řadu výhod. Hlavní výhodou je právě vyšší kapacita sítě a s tím spojené vyšší přenosové rychlosti.

Nejvyšším prvkem je operační centrum kabelové televize, tzv. headend. Headend je napojen pomocí switchu neboli routeru na síť internet. Pokud nabízí poskytovatel na své síti i telefonní služby na bázi VoIP, je zde také umístěna brána pro IP telefonii. Brána je poté napojena na klasickou telefonní síť PSTN. Součástí headendu bývají i určité servery, např. proxy, DNS, DHCP apod., a také nástroje pro řízení celé sítě.

Operační centrum kabelové televize je napojeno na optickou síť, po které se přenáší IP protokol. Topologie je většinou kruhová. Na kruhu se nacházejí další síťové uzly, tzv. Distribution HUBy. Od této chvíle začíná vlastní HFC síť kabelové televize.

CMTS (Cable Modem Termination System) je nejdůležitějším zařízením na distribučních rozbočovačích. CMTS je zároveň připojen do dvou sítí, do výše zmíněné optické sítě a na HFC síť. Hybridní opticko-koaxiální síť musí kvůli internetu zvládat obousměrný přenos signálu, což není důležité pro přenos televizních kanálů jak v analogové, tak v digitální podobě. Výjimka nastane u digitálního šíření v takovém případě, že se kabelový operátor rozhodne pro spuštění služeb Video on Demand, televizní bankovníctví apod. Pro tyto doplňkové neboli interaktivní služby by potřeboval i zpětný kanál. CMTS je velice důležitý, dochází zde totiž k důležité změně, a to ve způsobu přenosu signálu. Do HFC sítě jsou data z CMTS přenášena již analogově. Přenos dat probíhá stále určitým typem modulace v kmitočtových pásmech, která jsou pro tento účel určena. S daty se slučují na úrovni distribution HUBu televizní kanály u analogové varianty, nebo multiplexy u digitální verze. Televizní kanály, či multiplexy se dopraví jinou cestou.

Do každé domácnosti vede koaxiální kabel s impedancí 75Ω , jenž je zakončen účastnickou zásuvkou s frekvenčním děličem. Zde se rozdělují signály internetových služeb, televize a signály rádiové do příslušných konektorů. Do nich pak lze zapojit různá zařízení, jako jsou kabelový modem, televizní přijímač nebo set-top-box. ⁽¹⁸⁾



Obrázek 30 - Schéma HTC sítě

4.2.4 Příjem signálu

Digitální kabelové vysílání přináší divákovi spoustu výhod. V první řadě lepší kvalitu obrazu, pokud poskytovatel nepřeplyne jednotlivé multiplexy, EPG - elektronického programového průvodce a televizi ve vysokém rozlišení obrazu (HDTV). DVB-C je digitální způsob přenosu televizního vysílání prostřednictvím kabelové sítě, kde se díky multiplexu může přenášet několik programů najednou. Transport programů probíhá v normě MPEG-2 nebo MPEG-4. Pro příjem digitálního vysílání po kabelové síti, se musí koncový uživatel zapojit do účastnické zásuvky tzv. set-top-box, který dokáže převést digitální televizní signál na signál analogový v případě starších televizorů nebo přímo bez transformace signálu do digitálních televizorů. Dnes se již nepotřebuje pořizovat set-top-box neboť většina televizorů je již tímto zařízením vybavena.

V případě nepřítomnosti DVB-C tuneru v televizoru je nutné pořídit set-top-box, ten se poté s televizorem propojí pomocí různé kabeláže (SCART, HDMI, video kabely apod.). Pro přenos bezztrátový HDTV signálu je nutné použít HDMI kabely.

Přijímače mohou být jednotunerové či dvoutunerové. Nejvíce se na našem trhu vyskytují set-top-boxy s jedním tunerem, které rozluští signál v normě MPEG-2 či MPEG-4. Pokud si set-top-box poradí s vysíláním v MPEG-4, tak většinou porozumí i kodeku H.264, tzn. dokáže zobrazit HDTV programy. Dále se na trhu vyskytují digitální přijímače s pevným diskem, tzv. DVR. Takové set-top-boxy mohou mít jak jeden, tak dva tunery. Ovšem tyto zásady nemusí platit vždy. Set-top-boxy také mohou být vybaveny slotem pro dekodovací karty kvůli umožnění příjmu kódovaných programů.⁽¹⁹⁾

4.3 Standard DVB-S

DVB-S je evropská norma pro vysílání digitální televize prostřednictvím stacionárních družic. Je nejstarší platformou digitální televize z celé rodiny DVB. Funguje už od poloviny 90. let a později se dočkal pokročilejší normy, DVB-S2. Pro všechny varianty DVB je příznačné využití stávajících způsobů šíření televize novým způsobem. Výhodou přechodu je možnost bohatší programové nabídky a pestřejší rejstřík

doprovodných služeb. Nevýhodu představují pořizovací náklady za set-top-box a případné úpravy rozvodů. Digitální příjem také klade větší nároky na diváky, pro které se sledování televize stává složitějším.⁽²⁰⁾

Pro řadu lidí satelit představuje technologický problém, obávají se náročného ovládání satelitního přijímače, vysoké pořizovací ceny i poplatků za sledování satelitní televize. Zvláště starší diváci proto na satelit dopředu zanevrou, než by se seznámili s jeho výhodami.

4.3.1 Zařízení pro příjem satelitního signálu

Vybavení pro příjem satelitní digitální televize je poněkud složitější než přístroje pro jiný druh příjmu. Pro příjem signálu potřebuje tzv. satelitní komplet. Satelitní komplet, tedy soubor přijímacích zařízení, skládá se z několika samostatných přístrojů.

V první řadě jde o satelitní set-top-box, který je na první pohled stejný jako set-top-box pro příjem zemské digitální televize. Jde o zařízení, prostřednictvím kterého se digitální signál vedený z parabolické antény na střeše převede na analogovou nebo digitální podobu čitelnou pro zobrazovací zařízení. Většina set-top-boxů má v sobě zabudovaný dekodér a čtečku dekódovacích karet pro příjem zakódovaných, a tedy zpoplatněných programů.

Set-top-box, jakožto i celou satelitní sadu lze zakoupit individuálně v jakékoli prodejně televizní techniky. Pokud se neuzavře smlouva s některým ze satelitních operátorů, kteří provozují placené služby, dá se takto dostat jen k volně šířeným televizním stanicím, kterých je v češtině minimum a rozhodně nepatří k nejžádanějším. Dekódovací kartu lze koupit také v obchodech se satelitní technikou, většinou ale kvůli ní je nutné uzavřít výše zmíněnou smlouvu. Někteří operátoři pod tlakem konkurence zkušebně zavádějí předplacené karty, podobně jako u mobilních operátorů, bez nutnosti uzavřít smlouvu.



Obrázek 31 - Ukázka satelitního kompletu

Existují také takzvané přijímače EMU, které dokáží rozkódovat placené televizní programy, aniž by jejich majitel musel vlastnit dekódovací kartu. Donedávna tento systém podporovala firma CS Link. Proti těmto pirátským divákům ale operátoři bojují tím, tak že upravují kódování služeb.

Set-top-box se s televizorem propojuje tzv. SCART kabelem případně HDMI u modernějších typů set-top-boxů. Sám musí být také zapojený do elektrické sítě. Místo výstupu klasické nebo společné antény do set-top-boxu vede kabel od satelitní paraboly. Nejdůležitější položkou satelitního kompletu je parabolická anténa. Parabol je mnoho druhů a liší se mimo jiné ve své velikosti. Některé družice, které šíří signál určený právě pro střední Evropu, lze zachytit na parabolu o průměru okolo 60 centimetrů. Existují však družice, jejichž signál je primárně určen třeba divákům v západní Evropě nebo v severní Africe a které lze u nás zachytit jenom prostřednictvím paraboly o průměru více než metr.

Před pořízením satelitní paraboly by člověk měl zvážit, jaké televizní programy a z jaké družice zákazník chce přijímat. Drtivá většina zákazníků zajímají české stanice, které vysílají především na družicích Astra a Thor. Při volbě placených služeb, operátor většinou nabízí vlastní techniku a servis, součástí servisu bývá i samotná instalace či pronájem veškerého zařízení.

Příjem satelitních televizí z několika různých družic, které se nacházejí na různých pozicích oběžné dráhy je nezbytné, buď namontovat dvě či více různých parabol a složitě je propojit se set-top-boxy a televizorem, nebo zvolit parabolu s elektrickým pohonem s možností dálkového přenastavování. Taková parabola je více finančně náročná, ale zvyšuje počet přijímaných programů.

Dnes již také existují kombinované digitální set-top-boxy a integrované digitální tunery v televizorech, které umožňují jak pozemní, tak satelitní příjem digitální televize, aniž by divák musel set-top-box vypínat a složitě přecházet na pozemní příjem.⁽²¹⁾

4.3.2 Poskytovatelé služeb DVB-S v ČR



UPC Direct

Nejstarší placená satelitní digitální služba na území České republiky. Komerční vysílání zahájila v září 2000. Jde v podstatě o překlopenou kabelovou televizi od UPC na satelit, aby se k ní mohli dostat i diváci, kteří nemají přístup ke kabelovým rozvodům UPC. Společnost nabízí svým zákazníkům set-top-boxy s pevným diskem pro možnost nahrávání a zpětného pouštění televizních pořadů.



Digi TV

Konkurenční nabídka provozovaná rumunskou společností RCS and RDS, která razantně vstoupila na český trh v létě 2006. Na rozdíl od UPC Direct, která využívá družice Astra, vysílá z méně atraktivní pozice 0.8 st. záp. - satelity Intelsat 10-02 a Thor 5. Programové nabídky obou společností jsou podobné, Digi TV nabízí přijímač s možností nahrávání pořadů a na rozdíl od UPC Direct je mnohem levnější. Potýká se však s problémy při vyřizování objednávek a špatnou zákaznickou podporou.



CS Link

Jeden z nejmladších poskytovatelů satelitních programů na území České republiky. Firma byla založena začátkem roku 2006 za účelem vytvoření a provozování české a slovenské placené digitální satelitní televize. Jde především o konkurenta platformy Skylink (dříve Trade and Technology), která má na tuzemském trhu tradici již od druhé poloviny devadesátých let. CS Link vystupoval dříve pod značkou Gital. Označení CS Link je obchodní známkou firmy Media Vision, která je jedním z mnoha dodavatelů programů na pozici 23.5 st. vých.



Skylink

Skylink je česko-slovenská satelitní platforma s nejdelší tradicí. Navazuje na značky Czech Link a TRADE and TECHNOLOGY v České republice a na značku Slovak Link na Slovensku. Skylink je největší a nejrychleji rostoucí satelitní službou v České

republice a druhou největší satelitní službou na Slovensku. V roce 1997 šlo o vůbec první digitální satelitní vysílání ve střední a východní Evropě. Prvními programy byla Premiéra TV (dnešní Prima) a Kabel Plus Film (později Hallmark). Distributorem přístupových karet byl jako první Kabel Plus - divize Trade and Technology. Skylink nabízí od října 2008 vysílá ve formátu HDTV.



MTV Unlimited **unlimited**

Satelitní službu provozovanou hudební sítí MTV Networks a německým výrobcem digitálních přijímačů TechniSat lze legálně předplatit a sledovat i v České republice. Obsahuje výlučně hudební programy z produkce MTV, z nichž část nabízí i české kabelové a satelitní společnosti. Kompletní nabídku programů MTV však neobsahuje téměř žádná česká televizní služba.

Volně šířené programy

Na satelitu lze naladit také několik českých a slovenských televizních stanic, které nevysílají kódovaně, a k jejich příjmu tedy divák nepotřebuje předplatné některé z výše zmíněných placených služeb. Některé stanice vysílají zároveň i v placených platformách.⁽²²⁾

Služba	Provozovatel	Družice	Počet TV programů (základní/premiová nabídka)
	UPC Česká republika	Astra 1M, Astra 1H, Astra 1KR	39/13
	RDS&RDC	Intelsat 10-02, Thor 5	46/4
	Česká televize, Media Vision, Prima TV, TV Nova, Noe TV, Óčko, Public TV, Galaxie sport, CS Film, Call TV	Astra 3A, Astra 1G	18/25
	Towercom, TradeTec, TA3, STV	Astra 3A, Astra 1G	20/25
	MTV Networks, TechniSat	Astra 1M	6

Obrázek 32 - Provozovatelé satelitního vysílání v ČR

4.4 Standard DVB-H

DVB-H (Digital Video Broadcasting for Handhelds) neboli televize pro mobilní zařízení je realizována na stejném principu jako DVB-T, tedy vysílá se z běžného televizního vysílače a k zobrazení se používá např. displej mobilního telefonu.

Pokud by nebylo zpětného kanálu a interaktivních služeb dodávaných mobilním operátorem, dala by se tato služba přirovnat k příjmu rádia prostřednictvím mobilu. K poslechu rádia nepotřebujeme specifickou službu mobilního operátora, pouze odpovídajícím způsobem vybavený mobilní přístroj.

Mobilní operátor vstupuje do hry v okamžiku, kdy je zapotřebí zpětný kanál pro objednání si nějakého produktu jako např. písnička, knížka, výrobek nebo zvonění do telefonu, který je právě na obrazovce nebo např. ověření oprávnění pro sledování kódovaného placeného programu.

DVB-H nevyužívá signálu z DVB-T, využívá techniku tzv. time-slicingu, umožňující přijímat televizní signál jen po zlomek času, který je nutný k příjmu dat a ušetřit tím i více jak 90 % energie baterií. Mobilní zařízení také mají menší rozlišení displeje v porovnání s televizní obrazovkou, a tudíž není nutné přenášet tak velké datové toky jako v případě DVB-T.

V České republice proběhla experimentální vysílání a české telekomunikační společnosti plánují pilotní projekty této služby. Spuštění pro veřejnost však závisí na udělení licencí televizním programům. Pro rozvoj této služby je také důležitá dostupnost vhodných mobilních zařízení s podporou DVB-H.⁽²³⁾

4.5 IPTV

Z pohledu zákazníka IPTV přináší více možností než klasická televize. IPTV přináší příležitost posunout se z role čistě pasivního uživatele do aktivnější a atraktivnější pozice diváka.

Skutečná IPTV je totiž více než jen další způsob digitálního šíření televizních nebo i rozhlasových programů, které dnes přijímáme prostřednictvím satelitního a terestrického vysílání nebo po rozvodech kabelové televize. Aby tato platforma mohla

být konkurenceschopná, tak musí nabídnout ještě další služby, za které je zákazník ochoten zaplatit, nebo které ho přimějí zvolit si pro sledování televize právě IPTV technologii.⁽²⁴⁾

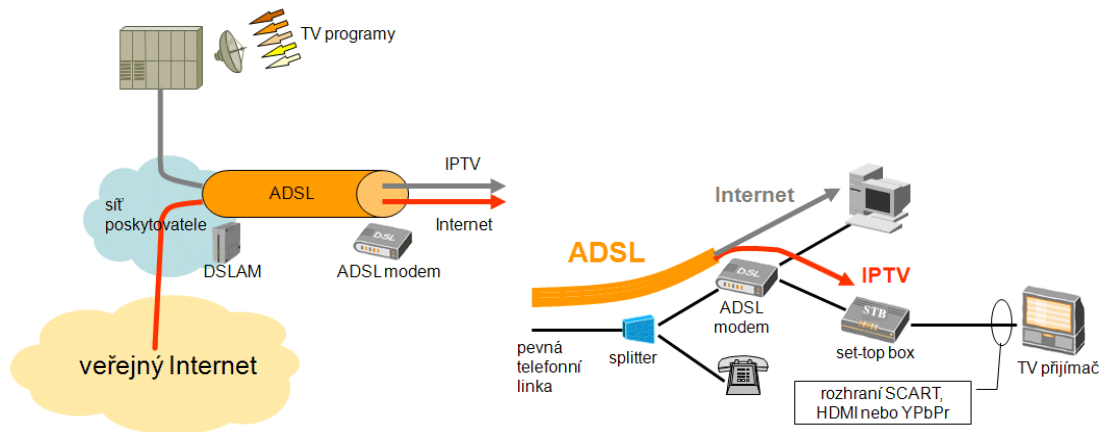
4.5.1 Přenos dat v IPTV

Současná IPTV má dvě základní odlišnosti od klasického způsobu vysílání. Není už jednosměrné, neboť zde existuje plnohodnotná zpětná vazba mezi příjemcem a vysílatelem. To otevírá dveře k interaktivitě a spolu s ní i k nelineárním službám.

To také však umožňuje vysílateli, aby přesně identifikoval diváka, tedy příjemce, komunikoval s ním či alespoň věděl, co a jak dělá a mohl tak monitorovat jeho preference. To následně umožňuje i různou míru individualizace a personalizace, třeba ve vysílání reklam.

Druhou zásadní odlišností současné IPTV od klasického vysílání je to, že přenosový kanál není dostatečně dimenzován na to, aby ke koncovému příjemci přenášel více programů současně. Většinou umožňuje přenos jen jednoho jediného programu, což pak má zásadní důsledky. I když domácnost vlastní více televizorů a zároveň by chtělo více lidí sledovat různé programy, což u klasického vysílání i některých jiných způsobů digitálního vysílání jde zcela standardně, mohou se všichni dívat jen na jeden program současně.

Samotný signál sice lze různě rozbočit a rozvést k více zobrazovacím jednotkám, ale zdroj signálu je jen jeden a nabízí jen jeden program. Důležité je si uvědomit, že nejde o principiální omezení IPTV jako takového, které by se nikdy nedalo změnit. Jde pouze o dočasné omezení, které je dáno hlavně současným technickým řešením či spíše dostupnou kapacitou na cestě k příjemci.



Obrázek 33 - IPTV schéma

Týká se především variant IPTV provozovaných nad přípojkami ADSL, kam se byt' i jeden jediný program vejde nadoraz. O něco lépe na tom je ADSL2+, které má podstatně větší přenosové kapacity, a to už umožňuje přenášet k divákovi souběžně více programů. A nejlépe je na tom vysokokapacitní optická přípojka, která má dostatek kapacity pro přenos ještě většího počtu programů souběžně, nemluvě o programech ve vysokém rozlišení obrazu.

Pokud je kapacita linky, přes kterou televizní vysílání proudí, dostatečná, tak za určitých okolností, v závislosti na kvalitě linky a službách poskytovatele, lze tedy i při použití IPTV na různých televizorech sledovat různé kanály. Je však tomu potřeba i více set-top-boxů podobně jako u terestrického digitálního vysílání.

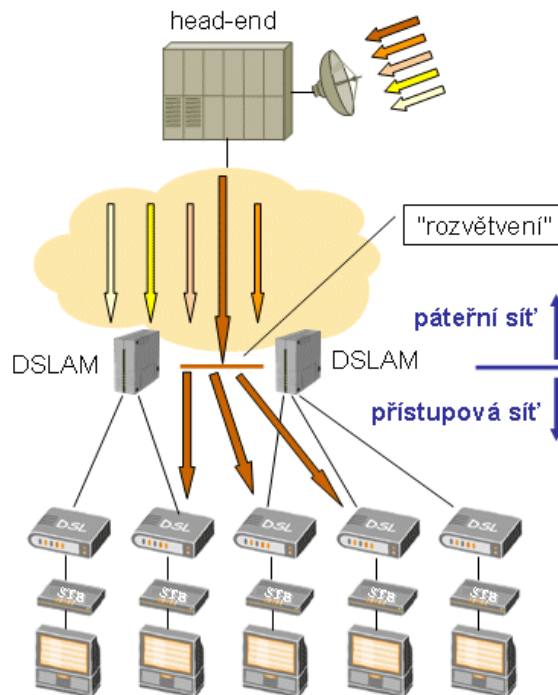
Většinou ale nyní ke koncovému příjemci přichází u IPTV vždy jen jeden program. Je tedy velmi důležité, jak vlastně funguje přepínání mezi různými kanály, resp. programy. Přepínání u IPTV (tzv. channel zapping) může trvat o poznání déle než u klasického vysílání, ať už jiného digitálního nebo starého analogového, kde k přepínání dochází až přímo u diváka. V nejhorším případě i několik dlouhých sekund, v nejlepším případě méně než půl sekundy, podobně jako u tradičních systémů. Podle studie z roku 2004 se průměrná doba přepnutí mezi dvěma programy u IPTV pohybuje od dvou do pěti sekund, což není nijak zanedbatelné.

V mezidobí, od roku 2004, technologie určitě zase o něco pokročily a problém s dlouhým přepínáním se mohl zmírnit, ale nezmezil úplně. V každém případě jde o jeden z faktorů, který vypovídá o celkové kvalitě poskytované služby.

Problém s dlouhou časovou prodlevou mezi přepnutím kanálu lze naznačit při popisu architektury sítí IPTV. ⁽²⁵⁾

4.5.2 Architektura IPTV

Lineární šíření signálu



Obrázek 34 - Šíření lineárního obsahu v sítích IPTV

Na obrázku 29 je znázorněn tzv. head-end pohled, se kterým se lze setkat například i u lineárních systémů kabelové televize. V tomto bodě provozovatel nabírá potřebné vnější vstupy, což jsou zejména jednotlivé televizní a rozhlasové programy. Dále je připravuje pro šíření ve své síti. Způsobů, jakým je příslušný signál získáván, může být více včetně satelitu, zemského vysílání, či jiného kabelového vysílání.

Podstatné je to, že teoreticky z head-endu mohou vycházet individuální datové proudy neboli individuální streamy, vedoucí vždy k jednomu koncovému příjemci a přinášející uživatelem aktuálně navolený program. V praxi tomu tak není, a to z jednoho významného důvodu: velký počet takovýchto individuálních streamů by představoval neúnosně velkou zátěž pro páteřní síť poskytovatele.

Z head-endu ještě nevychází N individuálních stream, kde N je počet aktuálních příjemců signálu, ale podstatně menší počet kolektivních streamů, z nichž každý nese

jeden konkrétní program. Počet těchto streamů je pak dán počtem programů v nabídce či nabídkách, včetně těch různě rozšířených, je nezávislý na počtu právě aktivních diváků a představuje tedy mnohem snesitelnější zátěž pro páteřní síť.

K nezbytnému rozvětvení k jednotlivým příjemcům pak dochází co možná nejpозději, resp. nejnižší, ve smyslu předchozího obrázku, či nejbližší k divákovi z geografického hlediska. Z pohledu zátěže nejlépe tam, kde sdílená páteř přechází do přístupové sítě, která už má vyhrazený charakter. Tedy v případě IPTV nad ADSL v místě, kde jsou umístěny jednotlivé DSLAMy: z jedné strany připojené ke sdílené páteřní síti a z druhé strany napojené na místní smyčky. Případně někde těsně před DSLAMy.

Potřeba rozvětvit jeden přicházející stream do určitého počtu individuálních streamů je to, co se v počítačových sítích řeší prostřednictvím tzv. multicastu. Multicast se používá i v prostředí IPTV. Funguje tak, že každý jednotlivý program představuje jednu multicastovou skupinu a konkrétní uživatelé jsou členy vždy jedné z dostupných multicastových skupin. Podle toho je pak do jejich ADSL přípojky směrován příslušný obsah.

Přepnutí mezi programy pak vyžaduje přechod z jedné multicastové skupiny do jiné skupiny, resp. odhlášení se ze stávající skupiny a přihlášení se do nové skupiny. Právě tyto operace, jejichž realizace určitou dobu trvají a jsou zdrojem příslušného zpoždění při přepínání kanálů.

Páteřní síť provozovatele tedy musí být vybavena dostatečnou inteligencí i na svých okrajích, aby zde potřebný multicasting zvládala. Stejně tak, pokud by provozovatel chtěl své služby nějak individualizovat, třeba vkládat do programů individuálně přizpůsobené reklamy, musel by to dělat také zde.⁽²⁶⁾

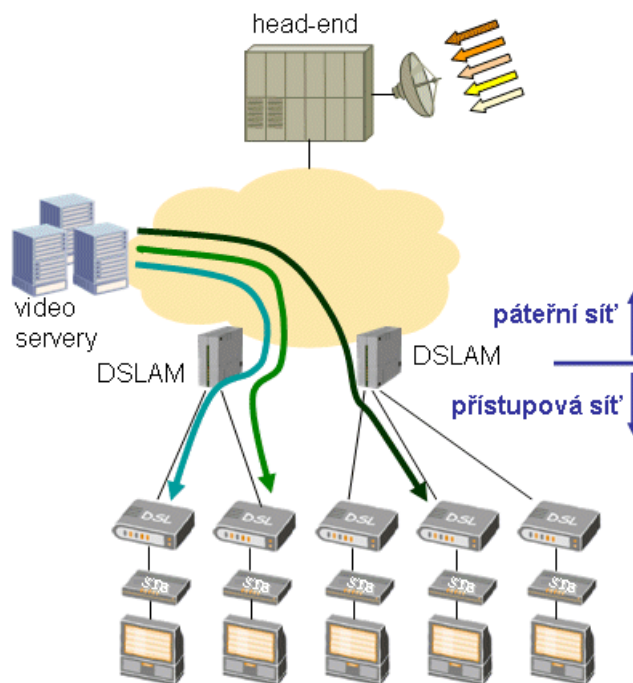
Nelineární služby

Rozdíl mezi nimi je pak v pravidlech, jak smí konkrétní uživatelé přecházet mezi jednotlivými multicastovými skupinami podle toho, co mají předplaceno.

Na stejném principu mohou být řešeny také služby charakteru PPV (Pay Per View), tedy možnost sledovat, na placené bázi, jednotlivé pořady, jako například fotbalové přenosy, s pevně daným vysílacím schématem se stejným začátkem a průběhem v čase. Důvodem je to, že i zde je ke všem divákům dopravován stejný obsah ve stejném čase. Obecně to lze vztáhnout na všechna tzv. lineární média, tedy vysílání, jehož obsah

je stejný pro všechny příjemce a jeho vysílací schéma, včetně začátku vysílání, je dané vysílatelem a nikoli příjemcem.

U služeb nelineárního charakteru, u kterých si o začátku, délce i obsahu rozhoduje každý uživatel do jisté míry sám, volbou času zahájení sledování nebo výběrem přehrávaného obsahu je trochu jiný princip. Výsledkem je pak skutečně individuální datový stream, který je nutné přenést od zdroje až po koncového příjemce. Žádné sdílení datových toků a následné rozvětvení zde nelze. Týká se to zejména služeb charakteru Video on Demand nebo i služeb charakteru "videa ze záznamu" realizovaného na straně poskytovatele.



Obrázek 35 - Šíření nelineárního obsahu v sítích IPTV

U všech těchto nelineárních služeb je poskytovatel motivován k tomu, aby své vybavení, hlavně servery generující videostreamy, umístil co možná nejbližší k přístupové síti, a tím vytvářel co možná nejmenší zátěž pro své páteřní síť.

Jednou nejvýznamnější komponentou celého řešení je tzv. middleware. Jde o softwarovou součást a lze si ji představit jako platformu či prostředí, ve kterém jsou realizovány všechny uživatelsky orientované funkce celého IPTV a vzájemně integrovány jeho dílčí služby. Je to podobné jako operační systém u počítače, který také zajišťuje jeho základní funkce a vytváří prostředí pro běh dalších specializovaných

aplikací, které jsou již provozovány nad ním. V případě IPTV zajišťuje middleware takové základní funkce, jako je přepínání mezi programy či spouštění a ovládání dalších služeb jako např. Video on Demand. Bývá v něm také implementován elektronický programový průvodce EPG a různé základní uživatelsky orientované nabídky a služby. Z toho všeho vyplývá, že takovýto middleware musí být implementován i v koncovém set-top-boxu, který tudíž musí podporovat druh middlewaru, který používá provozovatel služby.⁽²⁷⁾

5 Analýza produktů na trhu

Vícekriteriální analýza variant patří do skupiny metod pro vícekriteriální rozhodování. Na rozdíl od vícekriteriální optimalizace či vícekriteriálního programování je v modelech vícekriteriálního hodnocení variant množina variant zadána ve formě konečného seznamu variant, které jsou ohodnoceny podle jednotlivých kritérií. Ohodnocení může mít dvě základní formy – ohodnocení ordinální nebo kardinální.

S úlohami vícekriteriální analýzy variant se velice často setkáváme v každodenním životě a většinou si ani neuvědomíme, že se jedná o tento typ úlohy. Přitom se nemusí hned jednat o rozhodování o problémech s celospolečenskými dopady (výběrové řízení státního orgánu na velmi důležitou a drahou zakázku), ale o rozhodovací problémy, které jsou nuceni řešit jednotliví lidé, například výběr počítače pro domácí použití, výběr bankovního produktu pro uložení rodinných úspor, volba cestovní kanceláře pro zajištění dovolené, rozhodování o profesní dráze, výběr školy a směru vzdělání svých dětí, vynakládání významných částek (nákup auta, rodinného domu, apod.), ale i volba způsobu uložení volných peněžních prostředků (v souvislosti s možnými krachy bank, záložen, firem, jejichž akcie bychom chtěli držet) atd.

Účelem modelových výpočtů i v těchto situacích je buď nalezení nejlepší varianty podle všech uvažovaných hledisek, vyloučení neefektivních variant nebo stanovení preferenčního pořadí variant z hlediska celého souboru kritérií, přičemž první varianta v tomto pořadí je varianta kompromisní.

Celkové hodnocení variant závisí jednak na důležitosti (preferenci) jednotlivých kritérií (interkriteriální preference), jednak na hodnocení variant - alternativ podle jednotlivých kritérií (intrakriteriální preference). Důležité z hlediska řešení těchto úloh jsou právě typy informací o důležitosti jednotlivých kritérií a o hodnocení variant podle každého kritéria.

Jsou možné následující případy:

- žádná informace – preferenční informace neexistuje – tato situace je přípustná pouze pro preference kritérií mezi sebou
- nominální informace – i toto je informace přípustná pouze pro preference kritérií mezi sebou – je vyjádřena pomocí aspiračních úrovní, tj. nejhorších možných

hodnot, při nichž může být varianta akceptována a rozděluje varianty podle příslušného kritéria na akceptovatelné a neakceptovatelné

- ordinální informace – tato informace vyjadřuje uspořádání kritérií podle důležitosti nebo uspořádání variant podle toho, jak jsou hodnoceny kritériem
- kardinální informace – tento typ informace má kvantitativní charakter, tedy v případě preference kritérií se jedná o váhy, v případě ohodnocení variant podle kritéria o konkrétní nejčastěji číselné vyjádření tohoto hodnocení, které vlastně nezáleží na množině porovnávaných variant. Protože řada metod vícekritériálního hodnocení variant vyžaduje kardinální informaci, mají velký význam metody, které umožňují kvantifikovat ordinální informaci
- Jako nejlepší může být vyhodnocena pouze některá nedominovaná varianta, tj. taková, ke které se nenajde jiná, která by byla podle všech kritérií lepší nebo s ní rovnocenná. ⁽²⁸⁾

5.1 Kritéria hodnocení

Ve srovnávacím testu se hodnotí deset zobrazovacích zařízení v každé skupině. Celkem jsou dvě skupiny monitorů charakterizující jejich velikosti úhlopříčky: 32 a 40 nebo 42 palců.

U každého monitoru jsou hodnoceny vlastnosti dle parametrů udávaných výrobcem. Každé skupině parametrů je přiřazena určitá váha dle subjektivního uvážení. Každá skupina obsahuje několik dalších dílčích parametrů. Součet všech hodnotících vah musí dát v součtu číslo rovno jedné neboli 100%.

Bodování parametrů je provedeno následovně. Je použita maximalizační metoda, tudíž čím vyšší hodnota, tím lepší hodnocení. Dané parametry všech sledovaných přístrojů jsou porovnány navzájem a nejlepšímu výsledku je přiřazena nejvyšší bodovací hodnota.

V situaci, kdy jsou řešeny pouze dvě možné varianty jako existence či neexistence je bodování 1 nebo 0.

V případě mnohačetného výskytu hodnot parametrů, jsou seřazeny vzestupně. Dále nejvyšší hodnota je vydělena polovinou počtu hodnocených televizorů a vyšly přibližné

intervalu pro škálu hodnocení. Zvolit správné intervaly je velmi složité, neboť někdy i velké rozdíly mezi některými parametry mohou být dnes pro člověka nepostřehnutelné. Nejvyšší ohodnocení parametru má hodnotu 5 a nejnižší 1.

Konečný výpočet je proveden metodou váženého součtu, kdy každé bodové ohodnocení je vynásobeno jeho přidělenou vahou. Všechny vynásobené parametry jejich vahami jsou následně sečteny.

5.1.1 Hodnocené parametry a jejich ohodnocení:

Obraz (35%):

- Rozlišení (10%)
- Obnovovací frekvence (10%)
- Dynamický kontrast (10%)
- Jas (5%)

Zvuk (15%):

- Výkon (5%)
- Surround systém (10%) - existence

HW vybavení (15%):

- TV tuner analogový (1%) - existence
- TV tuner digitální (DVB-T; DVB-C; DVB-S) (4%)
- Tuner s podporou HDTV (10%) - existence

Energetická spotřeba (5%):

- Spotřeba (4%)
- Pohotovostní režim (1%)

Doplňky (15%):

- HDMI konektor (5%)
- USB (3%) - existence
- CI slot (2%) - existence
- Wi-Fi (2%) - existence
- Čeština (3%) - existence

Cena (15%)

5.1.2 Seznam hodnocených televizorů s úhlopříčkou 32"

Je vybráno pět nejvýznamnějších značek monitorů na našem trhu. Od každé značky jsou zvoleny dva modely. Jeden z nich vždy zastupuje vrcholovou sériovou řadu a druhý je zvolen ze starší modelové řady.

LG 32SL8000

LG 32LH4000

Sony KDL-32NX500

Sony KDL-32EX705

Samsung UE32B7000WW

Samsung LE32B650

Sharp Aquos LC-32LE600E

Sharp Aquos LC-32LE705EV

Panasonic Viera TX-L32X20E

Panasonic Viera TX-L32G20E

32"	LG 32SL8000	LG 32LH4000	Sony KDL-32NX500	Sony KDL-32EX705	Samsung UE32B7000WW
Rozlišení	1920x1080	1920x1080	1920x1080	1920x1080	1920x1080
Obn. Frekvence	200Hz (2.2ms)	(5ms = 200Hz)	MotionFlow 100Hz	MotionFlow 100Hz	200Hz Motion Plus
Dyn. Kontrast	150 000:1	50 000:1	100 000:1	1 500 000:1	2 000 000:1
Jas	350 cd/m ²	500 cd/m ²	300 cd/m ²	450 cd/m ²	450 cd/m ²
Výkon	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W
Surround systém	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Anal. TV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Dig. TV tuner	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-C; DVB-S	DVB-T; DVB-C
HDTV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Spotřeba	150W	150W	73W	67W	85W
Poh. Režim	0.5W	0.5W	0.2W	0.2W	0.1W
HDMI konektor (z+p)	3+1	2+1	3+1	2+2	4
USB	1	Ne	1	1	2
CI slot	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano
WiFi	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano
Čeština	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Cena	16 044 Kč	12 024 Kč	15 432 Kč	23 990 Kč	23 808 Kč

32"	Samsung LE32B650	Sharp Aquos LC-32LE600E	Sharp Aquos LC-32LE705EV	Panasonic Viera TX-L32X20E	Panasonic Viera TX-L32G20E
Rozlišení	1920x1080	1920x1080	1920x1080	1366x768	1920x1080
Obn. Frekvence	100Hz Motion Plus	(6ms=166Hz)	(4ms=250Hz)	50Hz	100Hz
Dyn. Kontrast	1 500 000:1	2 000 000:1	2 000 000:1	20 000:1	100 000 : 1
Jas	400 cd/m ²	450 cd/m ²	450 cd/m ²	200 cd/m ²	300 cd/m ²
Výkon	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W
Surround systém	Ano	Ano	Ano	Ne	Ano
Anal. TV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Dig. TV tuner	DVB-T; DVB-C	DVB-T	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-S
HDTV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Spotřeba	130W	60W	60W	93W	93W
Poh. Režim	0.3W	0.3W	0.3W	0.3W	0.3W
HDMI konektor	3+1	3+1	3+1	2+1	3+1
USB	1	1	1	0	0
CI slot	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
WiFi	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Čeština	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Cena	14 712 Kč	16 990 Kč	21 990 Kč	12 150 Kč	19 990 Kč

Obrázek 36 - Parametry 32" televizorů

Informace v tabulce jsou převzaty z oficiálních stránek výrobců. LG – www.lg.com; Sony – www.sony.cz; Samsung – www.samsung.com; Sharp – www.sharp.eu; Panasonic – www.panasonic.cz.

Ceny produktů jsou převzaty z elektronického obchodu www.czechcomputer.cz ze dne 2. dubna 2010 až na výjimku televizorů Panasonic. Ceny televizorů Panasonic jsou převzaty z elektronického obchodu www.panashop.cz.

Ceny jsou uvedeny S DPH.

5.1.3 Výsledky hodnocení televizorů s úhlopříčkou 32"

Do hodnocení se nezapočítávají parametry, které u všech televizorů vykazují stejné hodnoty, nijak výsledek neovlivňují.

32"		LG 32SL8000	LG 32LH4000	Sony KDL-32NX500	Sony KDL-32EX705	Samsung UE32B7000WW
0.10	Rozlišení	5	5	5	5	5
0.10	Obn. Frekvence	5	5	3	3	5
0.10	Dyn. Kontrast	4	3	4	5	5
0.05	Jas	4	5	3	5	5
0.05	Výkon					
0.10	Surround systém	1	1	1	1	1
0.01	Anal. TV tuner					
0.04	Dig. TV tuner	2	2	2	3	2
0.10	HDTV tuner					
0.04	Spotřeba	2	2	4	5	4
0.01	Poh. Režim	1	1	4	4	5
0.05	HDMI konektor	5	4	5	5	5
0.03	USB	1	0	1	1	1
0.02	CI slot					
0.02	WiFi	0	0	1	1	1
0.03	Čeština					
0.15	Cena	4	5	4	1	1
1.00	Σ bodů	2.75	2.77	2.63	2.46	2.59

32"		Samsung LE32B650	Sharp Aquos LC-32DH500E	Sharp Aquos LC-32LE705EV	Panasonic Viera TX-L32X20E	Panasonic Viera TX-L32G20E
0.10	Rozlišení	5	5	5	2	5
0.10	Obn. Frekvence	3	4	5	1	3
0.10	Dyn. Kontrast	5	5	5	2	4
0.05	Jas	4	5	5	3	3
0.05	Výkon					
0.10	Surround systém	1	1	1	0	1
0.01	Anal. TV tuner					
0.04	Dig. TV tuner	2	1	2	2	2
0.10	HDTV tuner					
0.04	Spotřeba	2	5	5	3	3
0.01	Poh. Režim	5	5	5	5	5
0.05	HDMI konektor	5	5	5	4	5
0.03	USB	1	1	1	0	0
0.02	CI slot					
0.02	WiFi	0	0	0	0	0
0.03	Čeština					
0.15	Cena	4	3	1	5	1
1.00	Σ bodů	2.69	2.77	2.61	1.85	2.1

Obrázek 37 - Výsledky testování 32" televizorů

Na prvním místě se umísťuje model LG 32LH4000 společně s televizorem Sharp Aquos LC-32LE600E. Současně v malém závěsu jsou modely LG 32SL8000, Samsung LE32B650 a Sony KDL-32NX500. Tyto modely dosahují dle našich zvolených hodnotících kritérií nejlepších výsledků. V tuto chvíli je doporučeno se zpětně podívat na parametry těchto monitorů a přidat váhu k některému z atributů, který se nám zdá být důležitější, zda nižší cena, technologie použita pro podsvícení displeje, prezence digitálního tuneru pro kabelové vysílání u modelu od firmy LG nebo elektrická spotřeba monitoru, a dle tohoto dodatečného zvážení se případně rozhodnout, který z nich je lepší.

Na středních pozicích se nachází televizory Sharp Aquos LC-32LE705EV, Samsung UE32B7000WW a Sony KDL-32EX705. Toto jsou spíše high-end modely vybraných výrobců. Zakomponované technologické prvky v modelech se nemile podepisují na jejich ceně, což významně ovlivňuje jejich ohodnocení.

Poslední příčku obsazují modely firmy Panasonic. Model Panasonic Viera TX-32G20E a Panasonic Viera TX-L32X20E. Poslední z nich propadává na poslední příčku díky obrazovým parametrům, i přes jeho nízkou cenu dnes již nemůže konkurovat ostatním modelům. Panasonic Viera TX-L32G20E dle svých charakteristik silně zaostává za konkurencí a jeho cena celý tento deficit prohlubuje.

5.1.4 Seznam hodnocených televizorů s úhlopříčkou 40" nebo 42"

Opět je vybráno pět nejvýznamnějších značek monitorů na našem trhu. Od každé značky byly zvoleny dva modely. Jeden z nich vždy zastupuje vrcholovou sériovou řadu a druhý je zvolen ze starší modelové řady.

LG 42LH4000

LG 42SL9000

Sony KDL-40S5600

Sony KDL-40NX705

Samsung UE40B6000VW

Samsung UE40B7000WW

Sharp Aquos LC-40LE700E

Sharp Aquos LC-40LE600E

Panasonic TX-L42S10

Panasonic TX-L42G20

40" - 42"	LG 42LH4000	LG 42SL9000	Sony KDL-40S5600	Sony KDL-40NX705	Samsung UE40B6000VW
Spec.	42"; int.senzor	42"; BT; int.senzor	-	Int.video	-
Obn. Frekvence	(5ms=200Hz)	TruMotion 100Hz	MotionFlow 100Hz	MotionFlow 100Hz	100Hz Motion Plus
Dyn. Kontrast	80 000:1	3 000 000:1	33 000:1	Edge LED - Mega	3 000 000:1
Jas	500 cd/m ²	500 cd/m ²	300 cd/m ²	450 cd/m ²	400 cd/m ²
Výkon	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W
Surround systém	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Anal. TV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne
Dig. TV tuner	DVB-T; DVB-C	DVB-T	DVB-T	DVB-T; DVB-C; DVB-S	DVB-T; DVB-C
HDTV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Spotřeba	210W	150W	133W	81W	-
Poh. Režim	1W	0.5W	0.3W	0.2W	0.1W
HDMI konektor (z+p)	3+1	3+1	2+1	2+2	4
USB	Ne	Ano	1	1	1
CI slot	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano
WiFi	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne
Čeština	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Cena	18 552 Kč	25 140 Kč	16 044 Kč	33 288 Kč	25 020 Kč

40" - 42"	Samsung UE40B7000W	Sharp Aquos LC-40LE700E	Sharp Aquos LC-40LE600E	Panasonic TX-L42S10	Panasonic TX-L42G20
Spec.	PIP; Internet TV	-	-	42"	42"; LAN
Obn. Frekvence	100Hz Motion Plus	100Hz	100Hz	-	100Hz
Dyn. Kontrast	LED - Mega	2 000 000:1	2 000 000:1	50 000:1	20 000 : 1
Jas	400 cd/m ²	450 cd/m ²	450 cd/m ²	-	-
Výkon	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W	2x10W
Surround systém	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Anal. TV tuner	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Dig. TV tuner	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-C	DVB-T	DVB-T; DVB-C	DVB-T; DVB-C
HDTV tuner	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Spotřeba	140W	72W	72W	142W	142W
Poh. Režim	0.1W	0.3W	0.3W	0.45W	0.45W
HDMI konektor	3+1	3	2	2+1	3+1
USB	2	1	1	0	2
CI slot	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
WiFi	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Čeština	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Cena	28 368 Kč	31 990 Kč	24 990 Kč	15 876 Kč	19 268 Kč

Obrázek 38 - Parametry 40" nebo 42" televizorů

Informace v tabulce jsou převzaty z oficiálních stránek výrobců. LG – www.lg.com; Sony – www.sony.cz; Samsung – www.samsung.com; Sharp – www.sharp.eu; Panasonic – www.panasonic.cz.

Ceny produktů jsou převzaty z elektronického obchodu www.czechcomputer.cz ze dne 2. dubna 2010 a jsou uvedeny včetně DPH.

5.1.5 Výsledky hodnocení televizorů s úhlopříčkou 40" nebo 42"

Oproti testu s 32" zařízeními se v tomto případě vynechává hodnocení parametru „Rozlišení“ a je nahrazeno parametrem „Spec.“ – Speciální vlastnosti. Tyto prvky jsou většinou ojedinělé a ostatní výrobci je nemají. Parametru je jeho významnost zachována.

40" - 42"		LG 42LH4000	LG 42SL9000	Sony KDL-40S5600	Sony KDL-40NX705	Samsung UE40B6000VW
0.10	Spec.	2	3	0	1	0
0.10	Obn. Frekvence	5	4	4	4	4
0.10	Dyn. Kontrast	4	5	3	5	5
0.05	Jas	5	5	4	5	5
0.05	Výkon					
0.10	Surround systém					
0.01	Anal. TV tuner	1	1	1	1	0
0.04	Dig. TV tuner	2	1	1	3	2
0.10	HDTV tuner					
0.04	Spotřeba	1	3	3	5	3
0.01	Poh. Režim					
0.05	HDMI konektor	5	5	4	5	5
0.03	USB	0	1	1	1	1
0.02	CI slot	1	0	1	1	1
0.02	WiFi	0	0	0	1	0
0.03	Čeština					
0.15	Cena	4	3	5	2	3
1.00	Σ bodů	2.35	2.35	2.07	2.2	2.1

40" - 42"		Samsung UE40B7000W	Sharp Aquos LC-40LE700E	Sharp Aquos LC-40LE600E	Panasonic TX-L42S10	Panasonic TX-L42G20
0.10	Spec.	2	0	0	1	2
0.10	Obn. Frekvence	4	3	3	2	3
0.10	Dyn. Kontrast	5	5	5	3	2
0.05	Jas	5	5	5	3	3
0.05	Výkon					
0.10	Surround systém					
0.01	Anal. TV tuner	0	0	0	0	0
0.04	Dig. TV tuner	2	2	1	2	2
0.10	HDTV tuner					
0.04	Spotřeba	3	5	5	3	3
0.01	Poh. Režim					
0.05	HDMI konektor	5	4	3	4	5
0.03	USB	1	1	1	0	1
0.02	CI slot	1	1	1	1	1
0.02	WiFi	0	0	0	0	0
0.03	Čeština					
0.15	Cena	3	2	3	5	4
1.00	Σ bodů	2.3	1.88	1.94	1.92	1.95

Obrázek 39 - Výsledky testování 40" a 42" televizorů

Na předních místech s 2,35 body se umísťují oba televizory značky LG model 42LH4000 a 42SL9000 v těsném závěsu s 2,3 body, za nimi Samsung UE40B7000WW. Po všech stránkách tyto televizory vyhovují dnešním standardům. Novější modely LG 42SL9000 a Samsung UE40B7000WW disponují vyspělými doplňky a jejich vysoké hodnocení sráží jejich vysoká cena. Starší televizor LG 42LH4000 je hodnocen kladně i přes deficit nových technologií, velkou míru na tom má i nízká cena. Zde záleží na zákazníkovi, kterému parametru po celkovém hodnocení přiřadí větší váhu, zda nižší ceně či pokročilejší technologii podsvícení obrazovky.

Dále v pořadí se umísťují televizory Sony KDL-40NX705 (2,2b), Samsung UE40B6000VW (2,1b) a Sony KDL-40S5600 (2,07b). Bodové hodnocení je opět velmi podobné, ale bližší náhled do technických parametrů ukazuje velké rozdíly. Opět horší výsledky v technických parametrech kompenzuje nízká cena, a naopak vysoká cena u dalších modelů je kompenzována integrovanými highend technologiemi.

Na posledních příčkách se jako v testu 32" televizorech umísťuje společnost Panasonic s modely TX-L42S10 a TX-L42G20.

6 Závěr

Hlavním cílem práce bylo rozebrat nové technologie digitálního vysílání a následně doporučit konečnému spotřebiteli takový typ zařízení, který by splňoval veškeré předpoklady pro sledování digitálního vysílání ve vysoké kvalitě. V aplikované analýze provedené na základě metody váženého součtu nejlepšího ohodnocení v kategorii 32" monitorů dosáhl televizor od společnosti Sharp LC-32LE600E s koncovou spotřebitelskou cenou necelých 17 000,- Kč. Se stejným ohodnocením se umístil i starší model od společnosti LG 32LH4000 s koncovou cenou cca 12 000,- Kč. Oba televizory splňují veškeré předem dané požadavky, ovšem model LG 32LH4000 je vybaven starší technologií podsvícení, a tudíž je ovlivněna i jeho cena. V kategorii monitorů s úhlopříčkou 40" nebo 42" palců získali nejlepšího ohodnocení oba zástupci značky LG 42LH4000 (starší model) v ceně 18 500,- Kč a LG 42SL9000 (nový model) za 25 000,- Kč. Nižší cena u LG 42LH4000 byla kompenzována jinými technologickými odlišnostmi, především CCFL podsvícení.

Obecně lze konstatovat, že dostatečně vybavený televizor s 32" úhlopříčkou lze pořídit zhruba od 15 000,-Kč a s úhlopříčkou 40" nebo 42"palců od cca 25 000,-Kč. S jistotou lze říci, že technologie televizorů v těchto dnešních cenových relacích brzy nezestárne a nebude tudíž nutné v blízké době dále investovat do těchto zařízení.

O nástupu nové technologie displejů OLED je možné zatím jenom diskutovat. Z hodnoty investic vložených do výzkumu této technologie je však zřejmé, že výrobci nebudou chtít nechat, aby veškerý výzkum přišel vniveč, a tudíž se s takovými monitory uživatelé již brzo setkají na trhu v masovém měřítku. Jejich výhody oproti LCD jsou nepopiratelné a způsoby užití jsou nesmírně široké.

Na poli technologií zabývajících se zobrazujícími zařízeními se již dnes objevují další možné způsoby zobrazení, a to již dokonce v molekulárním měřítku velikosti jednotlivých zobrazovacích prvků. Cílem práce nebylo představení očekávaného vývoje nových technologií, tudíž se jimi diplomová práce nezabývá. Přesto nelze s jistotou říci, jakým směrem se technologie zobrazovacích médií v budoucnu budou odvíjet, ale jistě lze konstatovat, že si její principy a další možné využití v dnešní době uživatel nedokáže představit.

7 Seznam použitých zdrojů

1. Co přinese digitalizace? *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 5. duben 2010.] <http://tutorials.digizone.cz/co-prinese-digitalizace/>. ISSN 1801-4933.
2. **Kovač, Pavel**. Technologie LCD panelů. *www.svethardware.cz*. [Online] 28. září 2007. [Citace: 19. únor 2010.] http://www.svethardware.cz/art_doc-59B0B21624FBA168C12571BD002A0891.html?lotus=1&Highlight=0,ccfl.
3. **Puk, Jaromír**. Anglie: Označení LED TV je zavádějící a klame zákazníky. *avmania.zive.cz*. [Online] 07. září 2009. [Citace: 17. únor 2010.] <http://avmania.zive.cz/Bleskovky/sc-4-a-1877/default.aspx>.
4. **Kovač, Pavel**. Tekuté krystaly - Jak to všechno začalo? *www.svethardware.cz*. [Online] 21. červenec 2005. [Citace: 19. únor 2010.] http://www.svethardware.cz/art_doc-FDF21C4AC209B3EDC1257045002C86E3.html.
5. **Kwolek, Jirka**. Úplný průvodce plochými panely - technika a seřizování. *DigiZone.cz*. [Online] 28. duben 2004. [Citace: 18. únor 2010.] http://www.pctuning.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4110&Itemid=47&limit=1&limitstart=0.
6. **Kovač, Pavel**. Svět hardware - Technologie LCD panelů - update - Popis jednotlivých technologií. *www.svethardware.cz*. [Online] 7. srpen 2006. [Citace: 20. duben 2007.] http://www.svethardware.cz/art_doc-7ADDD23432464B19C12571BD002A4AC4.html.
7. **Kwolek, Jirka**. Průvodce plochými panely: TN, IPS, MVA, který je lepší? *pctuning.tyden.cz*. [Online] 16. květen 2005. [Citace: 18. únor 2010.] http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4509%E2%80%A8&Itemid=47&limit=1&limitstart=4.
8. **Vojáček, Antonín**. OLED displeje - využívané principy a varianty. *automatizace.hw.cz*. [Online] 12. květen 2009. [Citace: 16. březen 2010.] <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>.
9. Jak funguje DVB-T? *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://tutorials.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/fungovani-dvb-t/>. ISSN 1801-4933.
10. Co všechno standard DVB-T pokrývá. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://tutorials.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/pokryti-dvb-t/>. ISSN 1801-4933.

11. Komprese. *Digizone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.]
<http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/kompresse/>. ISSN 1801-4933.
12. Souhrnný datový tok, alias multiplex. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/datovy-tok-multiplex/>. ISSN 1801-4933.
13. Paketizace. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.]
<http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/paketizace/>. ISSN 1801-4933.
14. Modulace a vysílání. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.]
<http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/modulace-vysilani/>. ISSN 1801-4933.
15. Přenos dat v DVB-T. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.]
<http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/prenos-dat-dvb-t/>. ISSN 1801-4933.
16. Interaktivita v rámci DVB-T. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.]
<http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/interaktivita-dvb-t/>. ISSN 1801-4933.
17. **Vala, Ondřej**. Jak funguje kabelová televize I.: Základní údaje a historie. *DigiZone.cz*. [Online] 13. listopad 2008. [Citace: 27. březen 2010.]
<http://www.digizone.cz/clanky/jak-funguje-kabelova-televize-i-zakladni-udaje/>. ISSN 1801-4933.
18. —. Jak funguje kabelová televize II.: Kabely, sítě a televizní služby. *DigiZone.cz*. [Online] 20. listopad 2008. [Citace: 27. březen 2010.]
<http://www.digizone.cz/clanky/jak-funguje-kabelova-televize-ii-kabely-site/>. ISSN 1801-4933.
19. —. Jak funguje kabelová televize III.: Zařízení a specifikace pro kabelové vysílání. *DigiZone.cz*. [Online] 2008, 27 listopad. [Citace: 27. březen 2010.]
<http://www.digizone.cz/clanky/jak-funguje-kabelova-televize-iii-zarizeni/>. ISSN 1801-4933.
20. DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite). *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 29. březen 2010.] <http://www.digizone.cz/slovnicek/dvb-s/>. ISSN 1801-4933.
21. Jak přijímat satelitní televizi. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 16. březen 2010.]
<http://satelit.digizone.cz/jak-prijimat-satelitni-televizi/>. ISSN 1801-4933.
22. Konkrétní nabídky satelitní televize v ČR. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 16. březen 2010.] <http://satelit.digizone.cz/placene-satelitni-sluzby-v-ceske-republice/>. ISSN 1801-4933.

23. Co je DVB-H a jaké má výhody? *www.digitalnitemlevize.cz*. [Online] [Citace: 30. březen 2010.] <http://www.digitalnitemlevize.cz/informace/mobilni-televize/co-je-mobilni-televize.html>.
24. Co je to IPTV? *Lupa.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://iptv.lupa.cz/co-je-to-iptv/>. ISSN 1213-0702.
25. V čem je IPTV jiná? *Lupa.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://iptv.lupa.cz/v-cem-je-iptv-jine/>. ISSN 1213-0702.
26. Architektura IPTV. *Lupa.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://iptv.lupa.cz/architektura-iptv/>. ISSN 1213-0702.
27. Nelineární služby, role middlewaru. *Lupa.cz*. [Online] [Citace: 28. březen 2010.] <http://iptv.lupa.cz/nelinearni-sluzby-role-middlewaru/>. ISSN 1213-0702.
28. Vícekriterální analýza variant. *pef.czu.cz*. [Online] [Citace: 26. březen 2010.] <http://pef.czu.cz/~BROZOVA/CASESTUDY/>.
29. Jak funguje kabelová televize I: Základní údaje a historie. *DigiZone.cz*. [Online] [Citace: 27. březen 2010.] <http://www.digizone.cz/clanky/jak-funguje-kabelova-televize-i-zakladni-udaje/>. ISSN 1801-4933.
30. SZABO, L. Kompatibilita zobrazovacích zařízení s digitálním vysíláním. Bakalářská práce, PEF ČZU Praha, 2007.

8 Přílohy

8.1 Abecední seznam použitých zkratk

ASA (Advertising Standards Authority)
ATSC-T (Advanced Television Systems Committee Terrestrial)
CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp)
CMTS (Cable Modem Termination System)
ČTÚ (Český telekomunikační úřad)
DDWG (Digital Display Working Group)
DVB (Digital Video Broadcasting)
DVB-C (Digital Video Broadcasting Cable)
DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld)
DVB-RCT (Return Channel Terrestrial)
DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite)
DVI (Digital Visual Interface)
EPG (Electronic Program Guide)
fps (frames per second)
Full HDTV (Full High definition television)
HD (High definition television)
HDMI (High-Definition Multi-media Interface)
HFC (Hybrid Fiber Coax)
iDTV (Integrated Digital TV set)
IPS (In-Plane Switching)
ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial)
LCD (Liquid Crystal Display)
LED (Light-Emitting Diode)
LED TV (BackLight LCD TV)
MPEG (Motion Picture Experts Group)
MVA (Multi-domain Vertical Alignment)
NOID (Neon Organic Iodine Diode)

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
OLED (Organic Light-Emitting Diode)
PAL (Phase Alternating Line)
PEN (Polyethylene Naphthalate)
PES (Packetized Elementary Stream)
PET (Polyethylene terephthalate)
PID (Packet Identifier)
PLED (Polymer Light Emitting Diode)
POLED (Polymer Organic Light Emitting Diode)
PPV (Pay Per View)
PVA (Patterned Vertical Alignment)
RCOLED (Resonant Color Organic Light Emitting Diode)
RGB (Red Green Blue)
SCART (Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs)
SDI (Serial Digital Interface)
SDTV (Standard Definition Television)
SFN (Single Frequency Network)
S-IPS (Super-IPS)
SmOLED (Small Molecule Organic Light Emitting Diode)
S-PVA (Super-PVA)
STN (Supertwist Nematic)
SXGA (Super eXtended Graphics Array)
SXGA+ (Super eXtended Graphics Array plus)
TFT (Thin Film Transistors)
TN (Twisted nematic)
UXGA (Ultra-eXtended Graphics Array)
VGA (Video Graphics Array)
VOD (Video On Demand)
WSXGA+ (Wide Super eXtended Graphics Array plus)
XGA/XVGA (eXtended Graphics Array)

8.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Podsvětlovací trubice	8
Obrázek 2 - CCFL podsvícení.....	9
Obrázek 3 - LED podsvícení.....	10
Obrázek 4 - Porovnání kontrastu u různých druhů LCD TV (LCD, Edge LED a Direct LED).....	11
Obrázek 5 - Různé technologie podsvícení (OLED, LED, CCFL).....	11
Obrázek 6 - Nervová vlákna pokryta myelinem	12
Obrázek 7 - Detail Pixelu.....	13
Obrázek 8 - Průřez LCD v zapnutém stavu	14
Obrázek 9 - Průřez LCD v zapnutém stavu	14
Obrázek 10 - Detail tekutého krystalu technologie TN + film.....	16
Obrázek 11 - Detail tekutého krystalu technologie IPS	17
Obrázek 12 - Detail tekutého krystalu technologie MVA	18
Obrázek 13 - porovnání Mono-domain VA, Multi-domain VA technologie	19
Obrázek 14 - Detail tekutého krystalu technologie MVA	19
Obrázek 15 - Mřížková matrice PMOLED displeje	23
Obrázek 16 - Příklad PMOLED displeje	24
Obrázek 17 - Matrice AMOLED Displeje.....	24
Obrázek 18 - FOLED display od společnosti Nokia.....	26
Obrázek 19 - Oboustranně emitující TOLED struktury (vlevo) a jednostranně emitující struktury (vpravo).....	27
Obrázek 20 - Při regulaci jasu záření se zároveň ovládá i průhlednost	27
Obrázek 21 - Detail pixelu SOLED displeje.....	28
Obrázek 22 - Ukázky možností realizace barevných RGB složek pro barevné displeje	28
Obrázek 23 - Obsah datového toku.....	30
Obrázek 24 - Přenos datového toku	30
Obrázek 25 - Obsah datového toku.....	32
Obrázek 26 - MPEG2 transport stream.....	34
Obrázek 27 - Obrazové rozlišení různých standardů.....	38

Obrázek 28 - Doporučené vzdálenosti od televizoru pro dané rozlišení	39
Obrázek 29 - Koaxiální kabel	42
Obrázek 30 - Schéma HTC sítě.....	43
Obrázek 31 - Ukázka satelitního kompletu.....	45
Obrázek 32 - Provozovatelé satelitního vysílání v ČR	48
Obrázek 33 - IPTV schéma.....	51
Obrázek 34 - Šíření lineárního obsahu v sítích IPTV	52
Obrázek 35 - Šíření nelineárního obsahu v sítích IPTV	54
Obrázek 36 - Parametry 32" televizorů.....	59
Obrázek 37 - Výsledky testování 32" televizorů	60
Obrázek 38 - Parametry 40" nebo 42" televizorů	62
Obrázek 39 - Výsledky testování 40" a 42" televizorů	63

8.3 Zdroje obrázků

- [01] – http://www.svethardware.cz/art_doc-59B0B21624FBA168C12571BD002A0891.html?lotus=1&Highlight=0,ccfl
- [02] – http://www.svethardware.cz/art_doc-59B0B21624FBA168C12571BD002A0891.html?lotus=1&Highlight=0,ccfl
- [03] – http://www.svethardware.cz/art_doc-59B0B21624FBA168C12571BD002A0891.html?lotus=1&Highlight=0,ccfl
- [04] – http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:LED_TV.jpg
- [05] – http://www.svethardware.cz/art_doc-859CD6DAB1BB5691C12575190080600B.html
- [06] – http://www.svethardware.cz/art_doc-FDF21C4AC209B3EDC1257045002C86E3.html
- [07] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4110&Itemid=47&limit=1&limitstart=0
- [08] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4110&Itemid=47&limit=1&limitstart=0
- [09] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4110&Itemid=47&limit=1&limitstart=0
- [10] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4509%E2%80%A8&Itemid=47&limit=1&limitstart=4
- [11] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4509%E2%80%A8&Itemid=47&limit=1&limitstart=4
- [12] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4509%E2%80%A8&Itemid=47&limit=1&limitstart=4
- [13] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4509%E2%80%A8&Itemid=47&limit=1&limitstart=4
- [14] – http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4509%E2%80%A8&Itemid=47&limit=1&limitstart=4
- [15] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [16] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [17] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [18] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [19] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [20] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [21] – http://www.svethardware.cz/art_doc-859CD6DAB1BB5691C12575190080600B.html
- [22] – <http://automatizace.hw.cz/oled-displeje-vyuzivane-principy-a-varianty>
- [23] – <http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/pokryti-dvb-t/>
- [24] – <http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/pokryti-dvb-t/>
- [25] – <http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/datovy-tok-multiplex/>
- [26] – <http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/paketizace/>
- [28] – <http://i236.photobucket.com/albums/ff62/Kozlikk/vzdalenosti.jpg>
- [29] – http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Coaxial_cable_cutaway_new.svg
- [30] – <http://www.digizone.cz/clanky/jak-funguje-kabelova-televize-ii-kabely-site/>
- [31] – <http://tutorialy.digizone.cz/jak-funguje-dvb-t/datovy-tok-multiplex/>
- [32] – <http://satelit.digizone.cz/placene-satelitni-sluzby-v-ceske-republice/>
- [33] – <http://hdmag.cz/files/images/iptv-scheme-1.gif>, <http://hdmag.cz/files/images/iptv-scheme-2.small.gif>
- [34] – <http://iptv.lupa.cz/architektura-iptv/>
- [35] – <http://iptv.lupa.cz/nelinearni-sluzby-role-middlewaru/>

8.4 Technické parametry zařízení

Zdroj www.czechcomputer.cz

8.4.1 LG 32SL8000

Základní parametry:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Doba odezvy [ms]: 2,2
- Jas [cd/m²]: 500

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Kontrast [1]: 150000

Logistické parametry:

- Rozměry [š x v x h mm]: 764.8 x 549 x 230
- Hmotnost [kg]: 14

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- České menu
- Prostorový zvuk
- GeForce 3D Vision-Ready
- Spotřeba [W]: 150
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- CI slot
- Počet HDMI: 4

8.4.2 LG 32LH4000

Základní parametry:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Doba odezvy [ms]: 5
- Jas [cd/m²]: 500

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Kontrast [1]: 50000
- Úhel horizontálního pohledu [°]: 178
- Úhel vertikálního pohledu [°]: 178

Logistické parametry:

- Rozměry [š x v x h mm]: 804,4 x 586,3 x 223,8
- Hmotnost [kg]: 12,7

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný analogový TV tuner
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- České menu
- Prostorový zvuk
- Spotřeba [W]: 150
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- Počet HDMI: 3

8.4.3 Sony KDL-32NX500

Základní parametry:

- Full HD

- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 81
- Výkon reproduktorů [W]: 20
- Spotřeba [W]: 94

TV tuner:

- DVB-T
- DVB-C
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 15,5
- Šířka [mm]: 825
- Výška [mm]: 554
- Hloubka [mm]: 260

8.4.4 Sony KDL-32EX705

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- České menu
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 82
- Frekvence [Hz]: 100
- Spotřeba [W]: 91

TV tuner:

- DVB-T
- DVB-C
- DVB-S
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 18
- Šířka [mm]: 1059
- Výška [mm]: 660
- Hloubka [mm]: 189

8.4.5 Samsung UE32B7000WW

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhel horizontálního pohledu [°]: 178
- Úhel vertikálního pohledu [°]: 178

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný analogový TV tuner
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- Prostorový zvuk

- Spotřeba [W]: 85
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- CI slot
- Počet HDMI: 4

8.4.6 Samsung LE32B650

Základní parametry:

- Full HD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný analogový TV tuner
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- Prostorový zvuk
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- CI slot
- Počet HDMI: 4

8.4.7 Sharp Aquos LC-32LE600E

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 80
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20
- Spotřeba [W]: 60

TV tuner:

- DVB-T
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 12,5
- Šířka [mm]: 767
- Výška [mm]: 554
- Hloubka [mm]: 271,9

8.4.8 Sharp Aquos LC-32LE705EV

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 80
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20

TV tuner:

- DVB-T
- DVB-C
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

8.4.9 Panasonic Viera TX-L32X20E

Základní parametry:

- HD ready
- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1366 x 768
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 80
- Kontrast [1]: 20000
- Frekvence [Hz]: 60
- Výkon reproduktorů [W]: 10

TV tuner:

- DVB-T
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 3

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 11
- Šířka [mm]: 798
- Výška [mm]: 551
- Hloubka [mm]: 217

8.4.10 Panasonic Viera TX-L32G20E

Základní parametry:

- Full HD
- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 80
- Kontrast [:1]: 20000
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20

TV tuner:

- DVB-T
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 11,5
- Šířka [mm]: 779
- Výška [mm]: 542
- Hloubka [mm]: 217

8.4.11 LG 42LH4000

Základní parametry:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 42

- Doba odezvy [ms]: 3
- Jas [cd/m²]: 500

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Kontrast [1]: 80000
- Úhel horizontálního pohledu [°]: 178
- Úhel vertikálního pohledu [°]: 178

Logistické parametry:

- Rozměry [š x v x h mm]: 1036 x 721,3 x 296,2
- Hmotnost [kg]: 18,9

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- České menu
- Prostorový zvuk
- Spotřeba [W]: 210
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- CI slot
- Počet HDMI: 3

8.4.12LG 42SL9000

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- České menu
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080

- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 42
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 107
- Kontrast [:1]: 3000000
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20

TV tuner:

- DVB-T
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 24,6
- Šířka [mm]: 1009,2
- Výška [mm]: 694,5
- Hloubka [mm]: 286,5

8.4.13 Sony KDL-40S5600

Základní parametry:

- Full HD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 40

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Kontrast [:1]: 33000
- Úhel horizontálního pohledu [°]: 178
- Úhel vertikálního pohledu [°]: 178

Logistické parametry:

- Rozměry [š x v x h mm]: 996 x 663 x 259

- Hmotnost [kg]: 19

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný analogový TV tuner
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- České menu
- Prostorový zvuk
- Spotřeba [W]: 133
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- CI slot
- Počet HDMI: 3

8.4.14 Sony KDL-40NX705

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 40
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 102
- Výkon reproduktorů [W]: 20
- Spotřeba [W]: 109

TV tuner:

- DVB-T
- DVB-C
- DVB-S
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- WLAN
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 22,6
- Šířka [mm]: 994
- Výška [mm]: 669
- Hloubka [mm]: 290

8.4.15 Samsung UE40B6000VW

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 40
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 102
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20
- Spotřeba [W]: 140

TV tuner:

- DVB-T
- DVB-C
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 18,4
- Šířka [mm]: 983
- Výška [mm]: 688
- Hloubka [mm]: 255

8.4.16 Samsung UE40B7000WW

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 40

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080

Logistické parametry:

- Rozměry [š x v x h mm]: 996 x 692 x 255
- Hmotnost [kg]: 18,5

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný analogový TV tuner
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Montáž na zeď
- Prostorový zvuk
- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- CI slot
- Počet HDMI: 4

8.4.17 Sharp Aquos LC-40LE700E

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 40
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 102
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20

TV tuner:

- DVB-T
- DVB-C
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

8.4.18 Sharp Aquos LC-40LE600E

Základní parametry:

- Full HD
- LED podsvícení
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 40
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 102
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20
- Spotřeba [W]: 72

TV tuner:

- DVB-T
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- HDMI
- SCART
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 2

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 15,4
- Šířka [mm]: 964
- Výška [mm]: 664
- Hloubka [mm]: 309

8.4.19 Panasonic TX-L42S10

Základní parametry:

- Full HD
- Typ obrazovky: IPS
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 42

Frekvence / Zobrazovací úhly:

- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Kontrast [1:]: 50000

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 21

Výbava:

- Reproduktory
- Integrovaný analogový TV tuner
- Integrovaný digitální TV tuner

Ostatní parametry:

- Prostorový zvuk
- Spotřeba [W]: 180

- Výstupní výkon reproduktorů [W]: 20

Vstupy / Výstupy:

- VGA vstup
- HDMI vstup
- SCART vstup
- Počet HDMI: 3

8.4.20 Panasonic TX-L42G20

Základní parametry:

- Full HD
- České menu
- Montáž na zeď
- Typ obrazovky: LCD
- Nativní rozlišení: 1920 x 1080
- Úhlopříčka obrazovky [palce]: 32
- Úhlopříčka obrazovky [cm]: 80
- Kontrast [1]: 20000
- Frekvence [Hz]: 100
- Výkon reproduktorů [W]: 20

TV tuner:

- DVB-T
- Tuner s podporou HDTV [MPEG-4]
- CI

Vstupy / Výstupy:

- USB
- HDMI
- D-Sub
- RCA
- Počet HDMI: 4

Logistické parametry:

- Hmotnost [kg]: 11,5
- Šířka [mm]: 779
- Výška [mm]: 542
- Hloubka [mm]: 217