

<b>Úvod</b>	5
<b>1 Stručná historie a vývoj</b>	6
1.1 1998-1999: Technologicky výstřelek .....	6
1.2 2000-2001: Hledání kvality.....	6
1.3 2002: Boj o cenu a zákazníka.....	7
1.4 2003: Rychlost a kapacita .....	7
1.5 Jaká bude budoucnost? .....	7
<b>2 Základní typy přístrojů</b>	8
2.1 Kompaktní přístroj.....	8
2.2 Kompaktní přístroj se ZOOMEM .....	8
2.3 Elektronická vs. digitální zrcadlovka .....	9
2.3.1 Digitální zrcadlovka – DSLR .....	9
2.3.2 Elektronická zrcadlovka – EVF .....	11
<b>3 Proč digitální fotoaparát ?</b>	13
3.1 Pro:.....	13
3.2 Proti:.....	14
3.3 Závěr: pro a proti .....	15
<b>4 Typy snímačů</b>	16
4.1 CCD snímač s RGBG filtrem.....	17
4.2 CCD snímač s CMYG filtrem.....	17
4.3 SuperCCD .....	18
4.4 CMOS snímače.....	18
4.5 Foveon.....	19
4.6 Závěr .....	19
<b>5 Paměťové karty</b>	20
<b>6 Rozlišení</b>	23
<b>7 Formáty obrázků</b>	24
<b>8 Digit. Fotoaparát: prakticky rozbor</b>	25
8.1 Objektiv.....	25
8.2 LCD displej .....	26
8.3 Závěrka .....	26
8.4 Ostření.....	27
8.5 RGB a Barevný filtr.....	29
8.6 Stabilizace obrazu.....	31
8.7 Zoom.....	32
8.8 Expoziční režimy.....	35
8.9 Sekvenční snímání .....	35
8.10 Redukce šumu .....	36
8.11 Redukce červených očí .....	36
8.12 Citlivost ISO.....	37
8.13 Video sekvence.....	37
8.14 Napájení .....	38
8.15 Fotoaparáty v mobilech.....	38
<b>Seznam použité literatury</b>	41
Literatura:.....	41
Internet:.....	41
<b>Přílohy:</b>	42
1. Přehled paměťových karet: .....	42
2. Testované fotografie: .....	43

# Úvod

Téma mé Absolventské práce, ve které se budu zabývat vším co se týká digitální fotografie, jsem si zvolil ze dvou důvodů. Jednak mám aktuální zkušenost s nákupem přístroje Kyocera Finecam M410R - 4MPx, hlavně bych si však prostřednictvím této práce chtěl obohatit své dosavadní zkušenosti v tomto oboru. Předpokládám, že při jejím zpracování získám mnoho teoretických i praktických znalostí, které se mi jistě budou hodit.

Mým cílem je analyzovat dostupné informace o digitálních fotoaparátech a poskytnout je budoucím uživatelům . Práci bych chtěl vypracovat takovou formou, aby obsahovala jak technické parametry a údaje, tak i užitečné poznatky, které jsem v průběhu této studie zpracoval a přijal za své.

Informace hodlám čerpat z odborných zdrojů a publikací. Základní typy digitálních fotoaparátů a jejich stručný vývoj bude obsažen v úvodu. Také výhody či nevýhody oproti klasickým fotoaparátům nesmí být opomenuty. Dále bych se chtěl podrobněji zabývat typy snímacích zařízení. Následovat bude část věnovaná výhodám převodu digitální fotografie na záznamová media a jejich druhy. Je nutné se také zabývat věcmi, které lidé užívají v praxi jako jsou formáty obrázků, jejich rozlišení, způsoby jejich editace a převod z paměťové karty do počítače.

V hlavní části se dozvíme vše podstatné o samotném digitálním fotoaparátu a jeho kompletním rozboru, který bych chtěl podat srozumitelnou formou. Praktickou část bych chtěl pojmout jako test jednotlivých funkcí dokumentovanou fotografiemi, které za tímto účelem pořídím.

# **1 Stručná historie a vývoj**

Digitální fotografie jako vědní obor existuje již desítky let, nicméně o komerční podobě této technologie lze mluvit zhruba poslední čtyři roky. Za tuto relativně krátkou dobu urazila technologie digitálního záznamu fotografií obrovský technologický, kvalitativní i obchodní kus cesty. Přesto stále pouze dotahuje fotografii klasickou, a to zejména v tržním slova smyslu. Rok 2003 - 2004 byl přelomovým, ve kterém prodej digitálních fotoaparátů převážil nad prodejem klasických filmových přístrojů. Jak bude vypadal digitální fotoaparát v těchto letech?

Pro odpověď na tuto otázku se musíme vydat do ne příliš vzdálené minulosti.

## **1.1 1998-1999: Technologicky výstřelek**

Fotoaparáty jako Olympus Camedia C-400 či Casio QV-10 jsou dnes kousky hodnými technického muzea, a přesto jde o přístroje staré pouze několik let. V době jejich uvedení na trh si asi jen ti největší visionáři dokázali představit, kam se za těch pár let digitální fotografie dostane. Zatímco v roce 1998 byla digitální fotografie technologickým výstřelkem, dnes dokáže uspokojit potřeby fotografického laika, náročného amatéra, reportážního fotografa, komerčního fotografa a dokonce i uměleckého fotografa. Právě roky 98 a 99 byly zlomové v tom, že si výrobci pomalu začali uvědomovat potenciál této technologie a při té příležitosti se na trh vrhla většina velkých firem. Díky tomu se nakumuloval dostatek kapitálu na to, aby se investovalo do vývoje tolik prostředků, že se nastartoval raketový kvalitativní růst.

## **1.2 2000-2001: Hledání kvality**

V podstatě během těchto dvou let vyrostla digitální fotografie po technologické stránce z dětských plen. Za dva roky jsme se dostali od mizerných snímačů s rozlišením 0,3 mil. bodů až ke komerčně nabízenému profesionálnímu CMOS snímači s rozlišením 22 mil. bodů. Od plastových objektivů ke špičkovým ultrazoom objektivům. Na konci roku 2001 samozřejmě digitální fotoaparáty stále trpěly řadou neduhů a nedostatků, ale dosáhly jak v amatérském, tak i v profesionálním segmentu takové kvalitativní úrovně, že začalo mít smysl uvažovat nad tím, zda by nebylo dobré přejít z klasické techniky na digitální.

### **1.3 2002: Boj o cenu a zákazníka**

V roce 2002 bylo uvedeno výrazně méně nových modelů než v roce předcházejícím. Nerostlo zásadně maximální rozlišení, kapacita ani jiný důležitý parametr až na jednu výjimku - cenu. Cena se stala počátkem roku 2002 totiž hlavní překážkou v masovějším rozšíření digitální fotografie, které bylo zase podmínkou dalších investic do vývoje a výroby. Zatímco koncem roku 2001 se amatérský digitální fotoaparát prodával za 10 - 90.000Kč a profesionální modely začínaly v podstatě na cca 300.000Kč.

Koncem roku 2002 se cena průměrného amatérského digitálního fotoaparátu dostala pod 20.000Kč a komerčně použitelná zrcadlovka se prodává pod 80.000Kč. Díky tomuto cenovému posunu u nás prodal minimálně dvojnásobný počet digitálních fotoaparátů ve srovnání s rokem 2001 a tento růst se udržel dva následující roky. (vycházel jsem z katalogů z roku 2002)

### **1.4 2003: Rychlost a kapacita**

Výrobci se zaměřili opět na nejpálčivější problém. Tím se stala obecná pomalost digitálních fotoaparátů, která snižuje spokojenost uživatelů s jinak kvalitativně vyspělou digitální fotografií, jejíž cena možná ještě není lidová, ale je již pro velkou část potenciálních zákazníků přijatelná. A jak se bude bojovat s pomalostí fotoaparátů? U posledních modelů již byla výrazně snížena prodleva spouště, na veletrzích se představily nové paměťové karety s vyšší rychlostí, propustností i kapacitou.

### **1.5 Jaká bude budoucnost?**

V posledních letech jsme se mohli setkat s tím, že digitální fotografie nejsou jenom výstřelkem bohatých lidí ani profesionálních fotografů. Tato technologie se dostala do nejširších vrstev uživatelů a její obliba stále narůstá. Můžeme jenom doufat, že tento trend bude do budoucna pokračovat a my se dočkáme nových technologií, o kterých se nám zatím ještě ani nezdá. Vývoj digitálních fotoaparátů a fotografie představuje pro společnost velkou výzvu k udržení konkurenceschopnosti. Uvidíme čím nás do budoucna jednotlivé značky překvapí. Digitální technologie je určitě směr, kterým se ubírají všechna odvětví (například přechod na digitální vysílání televize).

## **2 Základní typy přístrojů**

### **2.1 Kompaktní přístroj**



*obr. 1 Samsung Digimax U-CA 401*

Nejběžnější typ fotoaparátu, který se prodává, a zároveň také nejlevnější varianta. Jedná se o jednoduchý přístroj s více či méně funkcemi, s průhledovým hledáčkem, který však neodpovídá reálnému obrazu po vyfocení. Liší se od sebe většinou velikostí, cenou a počtem megapixelů (viz. dále) a hlavně také tím, jestli mají či nemají LCD panel na zadní straně. Podle mého názoru absence displeje sráží digitální fotoaparát na úroveň běžných kinofilmových přístrojů.

### **2.2 Kompaktní přístroj se ZOOMEM**



*obr. 2 Olympus C-370 zoom*

Jedná se o stejný přístroj jako výše zmíněný kompakt, avšak je cenově o krůček výše a disponuje transfokátorem neboli ZOOMEM (viz. zoom níže). Těchto přístrojů se dnes prodává největší množství. Je cenově dostupný a na výběr jsou přístroje s různými parametry, které tuto cenu ovlivňují. Tento typ fotoaparátu se stal standardem a je vhodný pro amatéry i po středně pokročilé fotografy. Zoom se může vysouvat přímo z přístroje nebo například jako u modelů Minolta Dimage X20 se sada čoček roztahuje přes zrcadlo uvnitř těla fotoaparátu.

## 2.3 Elektronická vs. digitální zrcadlovka

Zrcadlovka, sen mnoha amatérských fotografů, může v digitálním světě vypadat doslova všelijak. Jaký je rozdíl mezi elektronickou a digitální zrcadlovkou a pro koho je která lepší?

Zaměřil jsem se podrobně kategorie zrcadlovek. V zahraničí se pro ně používají dva poměrně zavedené pojmy - "DSLR" a "SLR-like či EVF". U nás je situace trochu komplikovanější, protože důslednost dodržování jednotného názvosloví je spíš teoretická. Přesto oba dva pojmy existují. Digitální zrcadlovka je ekvivalentem anglického **DSLR** a elektronická zrcadlovka je českým pojmem pro **SLR-like a EVF**.

### 2.3.1 Digitální zrcadlovka – DSLR

(Digitální jednooká zrcadlovka)



*obr. 3 Canon EOS 300D - typická digitální zrcadlovka s výměnnými objektivy*

Je kombinací klasické SLR konstrukce s digitálním záznamem. Mezi snímačem a objektivem je umístěn buď mechanismus se sklopným zrcadlem nebo polopropustný optický hranol. Obraz z objektivu je tedy odrážen přímo do hledáčku a fotograf tak vidí přesně to, co bude při expozici promítnuto na snímač. Před samotnou expozicí se zrcadlo mechanicky sklopí a světlo tak může být "puštěno" na snímač.

## Výhody

Výhodou digitálních zrcadlovek je, že obraz v hledáčku vzniká výhradně a zcela optickou cestou a neobsahuje takřka žádný elektronický prvek. To mimo jiné znamená, že nespotřebovává takřka žádnou energii. Jedinou výjimkou je většinou stavový řádek, který má však minimální spotřebu. Co je velmi důležité, optický hledáček zrcadlovky umožňuje manuální ostření s pomocí matnice, což je velkou výhodou SLR konstrukce. Žádná jiná varianta digitálního fotoaparátu dnes neumožňuje manuální ostření bez kompromisů. Navíc obraz není nijak geometricky zkreslený a fotograf tak může velmi přesně zkontrolovat kompozici. Proto digitální zrcadlovka nabízí výrazně přesnější obraz v hledáčku, než kompakty.

## Nevýhody

Nevýhodou SLR konstrukce je paradoxně to, že vzniká čistě opticky, protože v hledáčku nikdy nevidíte to, co ovlivňuje elektronika. To znamená, že hledáček neumí zobrazit nastavení snímače, digitálního zoomu, barevného podání, doostření apod. Světlo pro hledáček je bráno před snímačem, takže nemůže být modifikováno podle jeho nastavení.

Druhou relativní nevýhodou je omezená možnost doplnit samotný obraz o informace. Kolik toho bude v hledáčku vidět o nastavení a stavu fotoaparátu je pevně dáno konstrukcí stavové řádky či sloupce v hledáčku. Takže funkce jako živý histogram nepřicházejí v úvahu.

Třetí nevýhodou u řešení se sklopným zrcadlem je nemožnost používání zadního LCD jako náhrady hledáčku. Je to sice pouze věc nastavení fotoaparátu, ale pokud je mi známo, tak žádný fotoaparát se zrcadlem tuto funkci dnes nemá.

Poslední nevýhodou je poměrně vysoká cena digitálních zrcadlovek. Ta je samozřejmě dána řadou dalších faktorů, nejen konstrukcí hledáčku, ale přesto je neoddiskutovatelnou.

## 2.3.2 Elektronická zrcadlovka – EVF

Elektronická zrcadlovka trochu paradoxně neobsahuje žádné zrcadlo a konstrukčně s DSLR nemá nic společného. Přesto elektronická zrcadlovka se nejmenuje "zrcadlovka" zbytečně - chová se velmi podobně jako SLR fotoaparáty. Za vším stojí takzvaný elektronický hledáček, neboli EVF. Elektronický hledáček je postaven na mikroLCD displeji, který je umístěn v hledáčku. Obraz tedy nevzniká čistě opticky, ale vzniká elektronickou cestou. Na mikrodispleji je zobrazován obraz, který průběžně zaznamenává snímač fotoaparátu ještě před expozicí. Jde o stejný princip, který se používá u videokamer a podobně se i chová.



*obr. 4 Kyocera M410R - ultrazoom*

### Výhody

Výhodou řešení s EVF hledáčkem je v první řadě variabilita. Hledáček může být umístěn kdekoli na těle bez ohledu na pozici a náklon objektivu, což pěkně demonstruje například Sony F828. Navíc na mikroLCD může být obraz doplněn o libovolnou grafickou informaci, stejně tak jak se to dělá na zadním velkém displeji. Informace mohou být měněny podle aktuálního přání fotografa či zcela vypnuty.

Další výhodou je maximální vypovídací hodnota obrazu v hledáčku. Ten nejen zcela přesně geometricky opisuje scénu - EVF se používá u všech ultrazoom fotoaparátů, ale protože obraz prochází kompletním elektronickým zpracováním, může být upraven přesně podle všech nastavení. To znamená, že elektronická zrcadlovka - EVF - jednoznačně nejvěrněji dokáže informovat nejen o scéně, ale zejména o nastavení fotoaparátu.

## **Nevýhody**

Displej v hledáčku přeci jen spotřebovává energii, i když výrazně méně než velký displej, což se projevuje na výdrži baterií. Navíc například při extrémních teplotách může displej znemožnit fotografování.

Druhou nevýhodou je nízká rozlišovací schopnost displejů a specifické barevné podání. Obraz je prostě jiný, než na jaký jsme zvyklí od SLR fotoaparátů a nejen že prakticky neumožňuje manuální zaostření podle hledáčku, ale je i barevně specifický. Je samozřejmě otázkou individuálního zvyku a preferencí zda vám bude tento typ zobrazení vyhovovat.

Poslední nevýhodou EVF je paradoxně slabší adaptabilita snímače ve srovnání s lidským okem. Při extrémních světelných podmínkách (nedostatek i přebytek světla) snímač rozliší méně kresby, než by zvládlo lidské oko a tudíž EVF vás omezí v rozpoznávání scény.

## **Komu který?**

Každá konstrukce má své pro a proti. Nicméně je důležité zmínit ještě jeden fakt, který nesouvisí s konstrukcí samotnou, ale spíš s prodejní strategií výrobců. DSLR fotoaparáty jsou brány jako vyzrálejší řešení a jsou tudíž vybavovány rychlejší a sofistikovanější elektronikou z profesionální oblasti. To znamená, že jsou rychlejší, trpí menším počtem neduhů a jsou tudíž i dražší. Elektronické zrcadlovky zejména v kombinaci s ultrazoom objektivem mohou být výrazně levnější a přitom nabízet velmi vysokou kvalitu obrazu. Pouze uživatelský komfort je o třídu nižší, což souvisí s celkovým vyladěním fotoaparátu.

## **3 Proč digitální fotoaparát ?**

### **3.1 Pro:**

#### **Okamžitá dostupnost digitální fotografie**

Předností číslo jedna je bezpochyby okamžitá dostupnost. Nemusíte čekat na vyvolání filmu, hned po vyfocení si můžete prohlédnout výsledek na LCD displeji. Pořízené fotografie jdou přenést do počítače pomocí kabelu a ihned vidíte výsledek. Fotky si tak můžete různě třídit, upravovat nebo archivovat (např. na cd).

#### **Nízké provozní náklady**

Počáteční investice je finančně vyšší než u analogového fotoaparátu, ale potom se už nemusíte zabývat nákupem filmů a jejich zpracováním. Vytisknete si jenom povedené snímky a už nebudete platit peníze na fotografie, které nepotřebujete. V konečné fázi vás digitál vyjde opravdu levněji.

#### **Použití fotografií**

Digitální fotografii můžete snadno poslat mailem, prohlížet na monitoru, umístit na web. Manipulace s pořízenými fotografiemi je v určitém smyslu neomezená co se týče kompatibilitosti jednotlivých multimedií. Do budoucna se toto bude považovat za samozřejmost.

#### **Není vše ztraceno.**

Spousta firem dodává k fotoaparátu programy pro archivace a základní úpravy fotografií. Z vlastní zkušenosti vím jak se člověk snaží při důležitých momentech o nejlepší fotografii a nakonec když se doma podívá do monitoru zjistí že to není úplně podle našich představ. Možnosti pozdější úpravy pro zkušeného grafika se zdají nekonečné. Pro méně zkušené jsou zde základní opravy a vylepšení: úprava červených očí, úpravy kontrastu a barevnosti, výřezy z fotografií. Programy také nabízejí různé umělecké filtry a efekty.

## Objektivy

Objektivy i u běžných digitálních kompakťů mívají velmi dobrou světelnost. Oproti klasickým fotoaparátům, které mají objektivy v levných modelech většinou velmi nekvalitní a fotografování s nimi je v dnešní době spíše záležitostí pro děti.

## „Zadarmo a kolik chcete“

Protože fotky pořízené z digiálu jsou skoro zadarmo, můžete jich tedy fotit, kolik chceme (samozřejmě do kapacity karty) a později vybírat jen ty nejlepší. Toto je jak všichni dobře víme asi nejdůležitější fakt pro přechod z klasického fotoaparátu.

## 3.2 Proti:

### Velká vstupní investice

Digitály jsou dražší než analogové fotoaparáty. Přístroj, který si pořídíte v analogu za 8 - 15 tisíc vás digitální verzi bude stát asi 30 - 50 tisíc. Nákupem fotoaparátu vše nekončí. Je zapotřebí dokoupit paměťovou kartu, náhradní baterie.

### Problém levných

U levnějších kompakťů při vyšších citlivostech fotografie trpí šumem. Některé přístroje nabízí pouze rozsah ISO 50 - 200. Malá citlivost vás pak nutí použít interní blesk, který rychle vybijí akumulátory.

### Spotřeba

Digitály mají velkou spotřebu energie, ale výrobci vyrábějí speciální akumulátory, různé pro každý nový typ fotoaparátu. S dobrým digitálem dokážete najednou, ale při omezeném používání blesku, LCD displeje a zoomu, vyfotit asi 100 fotek. Klasický přístroj má baterie na mnohonásobně delší dobu.

### Atmosféra

Hodně kvalitní černobílou fotografii (**viz. přílohy**) s digitálem pořídíte velice těžko. Některé věci musíme brát jako daň za techniku. Pravděpodobně se asi podivíte, že na výstavě předních uměleckých fotografií nebudou fotografie pořízené jinak než klasickými zrcadlovkami.

Přemíra techniky asi ubírá kouzlo které mají analogové přístroje. Avšak nebude to jistě dlouho pravidlem jelikož digitálním fotoaparátům patří budoucnost i v tomto směru.

## Digitální stěna

U velmi drahých přístrojů je možné zakoupit zadní stěnu fotoaparátu která nahrazuje klasicky kinofilm za CCD snímač a umožňuje tak vlastníkům svých oblíbených přístrojů začít fotit digitálně. Například k jedné z nejstylovějších značek všech dob Leica, která je brána svými majiteli skoro jako šperk se přesně taková digitální stěna vyrábí.



*obr. 5 Leica Digital modul R*

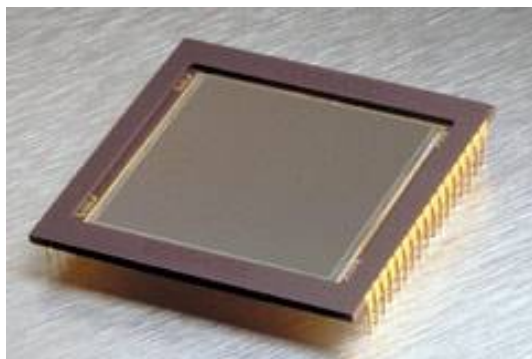
## Zvětšenina

Z jakéhokoliv kinofilmového políčka vytvoříte kvalitní zvětšeninu, u digitálu potřebujete kromě kvalitního objektivu i vysoký počet megapixelů

## 3.3 Závěr: pro a proti

Kdybych tento závěr dělal před dvěma nebo třemi lety, tak by asi zněl pro klasický fotoaparát, protože cena se ještě nepohybovala v mezích přípustnosti. Dnes můžu bez zaváhání říct, že digitální fotoaparáty nemají konkurenci. Uměleckým fotografům tento názor asi těžko vnutíte, ale je pravda že umění v dnešní době jen v málokterých případech je o technologiích. Pro lidi kteří se chtějí kochat krásnými černobílými fotkami na výstavách nebo pro milovníky klasických postupů při vyvolávání v temných komorách toto (pro a proti) určeno rozhodně není. Využití digitálů je v podstatě neomezené a proto se stalo trendem.

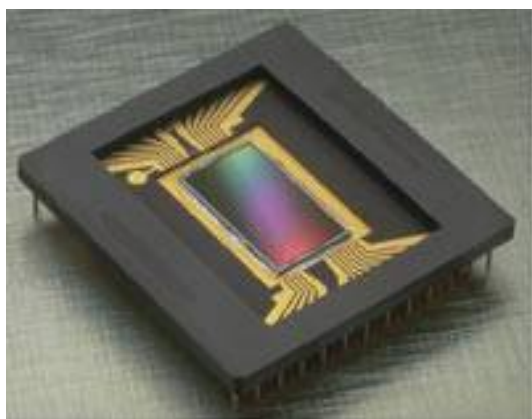
## 4 Typy snímačů



*obr. 6 CCD snímač*

Pryč jsou doby, kdy na trhu byly pouze modely s jedním typem CCD snímače. Přestože společností vyrábějících tyto polovodičové prvky nepřibývá, jmenujme Kodak, Philips, Scitex či Sony, nabídka se přece jen rozšířila.

Typ snímače pochopitelně ovlivňuje zejména kvalitu získaného obrazu bez ohledu na jeho rozlišení. Myslím zejména barevné podání obrazu či úroveň šumu. Nezanedbatelná je i světelná citlivost snímače či schopnost připojených obvodů dále zpracovávat získaný obraz. Prakticky všechny moderní snímací obvody kromě prostého záznamu provádějí i další operace zvyšující kvalitu obrazu či jeho rozlišení.



*obr. 7 plošný CCD snímač*

## 4.1 CCD snímač s RGBG filtrem

Začnu nejrozšířenějším typem snímače, se kterým se můžeme setkat. Jde o CCD snímač, který se s minimálními obměnami vyrábí víc jak deset let. Po technologické stránce se pochopitelně vyvíjí, k dispozici jsou různé typy lišící se rozlišením, citlivostí i vestavěnými funkcemi, přesto jde principiálně stále o to samé. Jednotlivé čtvercové snímací buňky jsou vybaveny jednou fotodiodou a na povrchu jsou pokryty barevným filtrem. Vzor Bayer (RGBG) kombinuje červený, zelený a modrý barevný filtr v mozaikovém uspořádání.

Z ryze praktického pohledu je asi největší výhodou těchto prvků jejich masové rozšíření. Například 2,1Mp snímač od Sony je v tomto okamžiku montován doslova do desítek typů digitálních fotoaparátů. To jednak snižuje jeho cenu a zejména to svědčí o dobře zavedeném řešení. Snad všichni výrobci digitálních fotoaparátů mají s RGBG CCD bohaté zkušenosti a fotoaparáty vybavené tímto typem snímačů se nevyznačují žádnými zásadními problémy. Jedinou nevýhodou je relativně nízká citlivost těchto snímačů, se kterou výrobci pouze obtížně bojují. Buď je tato skutečnost respektována a pak fotoaparát nabízí pouze citlivost 80-100 ISO, nebo je problém řešen změnou nastavení AD převodníku, což vede s růstem citlivosti k výraznému růstu šumu v obraze.

## 4.2 CCD snímač s CMYG filtrem

Relativně novou alternativou CCD snímače je verze s CMYG barevným filtrem. Princip fungování jednotlivých buněk je stejný, ale od předchozího modelu se snímače liší barevností použitého filtru. Opět se jedná o mozaiku, tentokrát s barvami azurovou, purpurovou, žlutou a zelenou. Tato kombinace barev zlepšuje světelnou propustnost barevného filtru a tím se zvyšuje celková citlivost snímače. Data získaná z tohoto typu snímače se sice musejí přepočítat do standardního RGB formátu, ale výsledkem je čistší obraz ve srovnání s RGBG verzí.

Prakticky byly tyto snímače použity například u fotoaparátů Canon, Kodak či Olympus a vždy s velkým úspěchem. Jednou z mála nevýhod je zatím relativně malé rozšíření, které pochopitelně zvyšuje jejich cenu.

## 4.3 SuperCCD

Další novinkou posledních let je firemní řešení společnosti Fujifilm, které zásadním způsobem mění strukturu původního CCD prvku. Čtvercové snímací buňky nahradily plástvové šestistranné buňky s přímým RGB filtrem. Navíc buňky nejsou uspořádány lineárně v řádcích a sloupcích, ale jsou pootočený o 45 stupňů. SuperCCD má ještě další unikátnosti jako nové on-chip lens a další.

Obraz získaný z jednotlivých snímacích buněk není přímo ukládán do paměti fotoaparátu, ale je zcela přepočítán. Dochází ke geometrickým úpravám, změně rozlišení i barevnosti tak, aby výstupní obraz odpovídal běžným konvencím. Právě značné softwarové úpravy obrazu jsou asi nejrozporuplnějším hlediskem celé technologie, protože prakticky nelze získat z fotoaparátu syrový obraz bez úprav. V krajním případě je rozlišení zvyšováno 2x, což se pochopitelně podepisuje na ostrosti obrazu, i když ve srovnání s běžnou interpolací jsou výsledky překvapivě dobré.

Pokud tedy SuperCCD zhodnotím z čistě uživatelského hlediska, tak SuperCCD nabízejí ve své cenové kategorii bezkonkurenčně nejvyšší rozlišení, ale pouze za cenu umělého přepočtu. Přesto pro běžné uživatele jde jednoznačně o nejdostupnější způsob, jak získat fotoaparát s vysokým rozlišením. V současnosti jsou na trhu již snímače druhé generace, které se mohou pochlubit výrazně vylepšenou kvalitou obrazu, která si v podstatě nezádá s žádným běžným CCD snímačem.

## 4.4 CMOS snímače

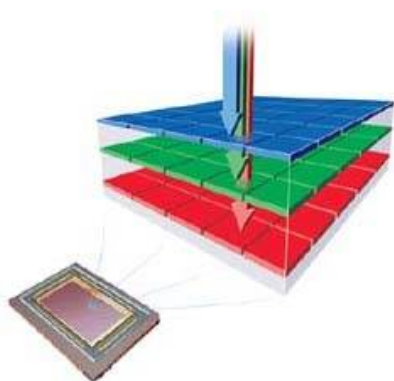
Přestože CMOS architektura je zhruba stejně stará jako CCD, nasazení těchto prvků v digitální fotografii zatím nedosahuje takového rozsahu jako právě v případě CCD. Důvodem je skutečnost, že u CMOS technologie dlouhou dobu chyběla adekvátní kvalita záznamu obrazu. Proto jsme si také zvykli spojovat CMOS snímače s nejlevnějšími digitálními fotoaparáty s mizernou kvalitou záznamu. Takové bylo původní cílení tohoto typu snímačů. Za řádově nižší cenu než CCD nabízeli horší kvalitu záznamu.

Nicméně v posledních letech se objevilo několik špičkových CMOS snímačů s rozlišením a kvalitou plně srovnatelnou s CCD. Příkladem budiž fotoaparát Canon EOS D30, který je osazen právě CMOSem. Výrobci se podařilo eliminovat většinu nevýhod CMOS snímačů, a tím se před nimi otevírá velmi slibná budoucnost.

## 4.5 Foveon

Posledním typem snímače je CMOS snímač od firmy Foveon, která nebyla na trhu moc známá až do představení tohoto čipu roku 2000, o kterém jeho vývojáři prohlašovali, že změní svět. Nicméně změna se nekonala, tento produkt prakticky zapadl a o Foveonu se přestalo mluvit. CMOS snímač, který měl dosahovat třikrát větší rozlišení než nejlepší CMOS snímače a až 50 větší rozlišení než běžně používané CMOS prvky. Zároveň měl dokázat pojmout 3 krát více dat než 6 Mpixelové CCD snímače. Bohužel se nijak neuchytil.

Dalším pokusem v roce 2002 je snímač X3, který se od většiny konkurentů liší tím, že každá buňka je schopna rozpoznat úplnou barevnou informaci. V podstatě všechny komerčně nabízené snímače (CCD i CMOS) používají mozaikové barevné filtry (RGBG nebo CMYG), takže každá buňka snímače zaznamenává kromě jasové informace pouze 1/3 barevné informace. Vždy pouze jednu ze tří složek spektra (RGB) s tím, že následným výpočtem se ze sousedních buněk zkompletuje úplná barevná informace.



*Obr. 6 Snímač Foveon*

Snímače Foveon získávají informaci o barvě tím, že odebírají generovaný náboj z různé hloubky křemíkové vrstvy. Přičemž červená složka proniká do křemíku nejhlouběji a modrá nejméně hluboko.

## 4.6 Závěr

Na závěr shrnutí. Je rozhodně dobré se zajímat o to, jakým typem snímače je fotoaparát vybaven. Nejen rozlišení určuje kvalitu výsledných snímků a jak jsem popsal výše, každá z uvedených technologií má svá pro i proti.

## 5 Paměťové karty

Snímky se u digitálního fotoaparátu ukládají na některé z paměťových médií. K fotoaparátu dostanete kartu, ale ta bývá kapacitou velmi malá, proto vždy při koupi a kalkulování konečné ceny vždy musíte počítat s tím že vás v krámě ještě přemluví ke koupi karty o větší kapacitě. Když jsem si kupoval svoji Kyoceru navýšil jsem tuto cenu ještě o třetinu za 256 MB kartu a baterii s nabíječkou. Pro řádné focení vám 8, 16 nebo 32 MB paměti opravdu nestačí. Rozumným kompromisem je nákup 256 MB, případně 512 MB. U fotoaparátu s vysokým počtem megapixelů počítejte s těmi největšími.

Těchto médií je množství druhů, které se liší jak maximální kapacitou, způsobem záznamu, tak i cenou za 1 MB. (V přílohách je jejich stručný přehled).

### 5.1 Kolik MB zabere jeden snímek?

Velikost souborů s uloženou fotografií je extrémně proměnlivá. Záleží na rozlišení snímáče, kterým je fotoaparát vybaven, zvoleném formátu, někdy na takzvaném kompresním poměru a v neposlední řadě i na fotografované scéně. U rozlišení snímáče je závislosti přímo úměrná a snadno se vyjadřuje. U formátů fotografií je to již těžší. Pokud se uživatel rozhodne pro formát TIFF, tak lze opět velikost fotografie přesně vypočítat. U snímků v RAW formátu záleží na konkrétním řešení, které výrobce zvolil pro daný fotoaparát. Pro přehlednost v tabulce uvádím dvě varianty JPEGu s kompresním poměrem 1/6 a 1/12, což jsou poměrně běžné hodnoty. Nicméně uváděné velikosti je nutno brát pouze jako orientační, protože záleží na mnoha aspektech.

Rozlišení	TIFF	JPEG 1/6	JPEG 1/12
0,3MPix	0,9MB	0,1MB	0,1MB
1,3MPix	3,8MB	0,6MB	0,3MB
2MPix	5,5MB	0,9MB	0,5MB
3MPix	8,4MB	1,4MB	0,7MB
4MPix	11,4MB	1,9MB	1,0MB
5MPix	13,7MB	2,3MB	1,1MB

## 5.2 Kolik snímků patří na jednu kartu?

Zatímco velikost souboru s fotografií se řídí určitými pravidly, potřeby uživatelů jsou zcela individuální a v podstatě libovolné. U kinofilmu jsme si zvykli na 12, 24 nebo 36 snímků v jednom balení, ale digitální fotografie je něco jiného. Z praxe víme, že běžný digitální fotograf amatér nafotografuje cca 3-5x více snímků, než by nafotografoval s klasickým fotoaparátem. Tudíž touto cestou by se dalo odvodit tvrzení, že minimální kapacita paměťové karty by měla být 36 - 180 snímků. A opravdu v průběhu jednoho dne či jedné konkrétní akce jen málokdy vzniká více jak 150 dobrých fotografií, nezapomínejme na možnost mazat špatné snímky. Na druhou stranu je otázkou komfortu, zda opravdu chci investovat peníze do paměťové karty s kapacitou, která mě může limitovat. V případě filmů byla logika obrácená, kupoval jsem takový počet snímků, abych nemusel příliš dlouho čekat na zpracování. U digitálního fotoaparátu mám typicky jednu paměťovou kartu na roky užívání, takže připlatit si za určitý luxus a rezervu se vyplatí. Proto moje doporučení je, aby jste kupovali kartu s kapacitou 100 - 300 snímků, pokud neplánujete nějaké speciální použití. Tím speciálním použitím může být buď profesionální či komerční využití fotoaparátu, případně cestování. V takovém případě je nutno přistupovat k volbě paměťové karty individuálně.

## 5.3 Takže jaká kapacita?

Z předchozích dvou odstavců je již poměrně jednoduché složit si výslednou rovnici. V první řadě si musím uvědomit jaký fotoaparát chci používat a jaké snímky budu dělat. Pokud jsem amatér začátečník, tak mě zřejmě čekají snímky s rozlišením 2-3mil. bodů a fotografování v JPEGu s kompresí cca 1/12. Z toho plyne, že jeden snímek bude mít velikost cca 350 - 700kB. Pokud jsem náročnější amatér, tak dnes zřejmě zvolím fotoaparát s rozlišením 3-5mil. bodů a fotografovat budu opět v JPEGu s kompresí v rozmezí 1/6 až 1/15 dle možností fotoaparátu. Pak se velikost jedné fotografie bude pohybovat od cca 600kB do 1,9MB. Pro opravdu náročné amatéry bude zřejmě lákadlem formát RAW při rozlišení 4-5mil. bodů, což znamená snímky s velikostí 3 až 5MB, případně opravdu až 20MB TIFFy. Pokud toto shrneme, dostaneme následující doporučení:

<b>Fotografie</b>	<b>Doporučená kapacita karty</b>
1MPix, JPEG	32 / 64MB
2-3MPix, JPEG	64 / 128MB
4-5MPix, JPEG	128 / 256MB
3-5Mpix, RAW	256 / 512MB
3-5MPix, TIFF	512MB / 1GB

## 5.4 Závěr

V celém článku jsou zohledněny pouze typické potřeby uživatele, nikoli ekonomická výhodnost konkrétní volby. Je potřeba tato doporučení konfrontovat s realitou trhu a přizpůsobit výběr svým možnostem a cenám paměťových karet. Někdy je výhodnější koupit dvě karty s kapacitou 64MB, jindy jednu 128MB apod. Přesto se rozhodně vyplatí chvíli šetřit a koupit kartu s odpovídající kapacitou, vždyť jde o dlouhodobou investici.

## 5.5 Způsoby stažení snímků z paměťové karty do PC:

<b>Druh připojení</b>	<b>Popis</b>
<b>USB (Universal Serial Bus)</b>	verze 1.1 = 12Mbit, verze 2.0 = 480Mbit
<b>Firewire (IEEE-1394)</b>	jeden z nejrychlejších portů - 400 Mbit, 800Mbit, a definovaný standard je do 3200 Mbit
<b>Bluetooth</b>	zatím experimentální modely s možností bezdrátového připojení
<b>Wi-Fi (IEEE 802.11)</b>	bezdrátová vysokofrekvenční komunikace jejíž oblíbenost v poslední době stále roste. Používá se například v poskytování internetu. Šíření vzduchem.
<b>FlashPath</b>	je speciální adaptér na SmartMedia, SecureData, Multimedia a MemoryStick karty.
<b>PCMCIA Adaptéry (adaptéry na PC karty)</b>	tyto adaptéry existují na všechny paměťové karty a jedná se o pouhou redukci spojovacího slotu dané karty na standart sběrnice PCMCIA.
<b>Čtečky / Zapisovačky karet</b>	Pro stahování snímků do PC nepotřebujeme fotoaparát. (použití USB)

## 6 Rozlišení

Podívejme se na libovolnou fotografii v novinách. Nic zvláštního, prostě fotka. Když si ji prohlédneme lupou zjistíte, že se skládá z bodů. Také digitální obrázek se skládá z bodů - a takový bod se jmenuje pixel (Picture element - tedy základní prvek či bod digitálního obrazu).

Rozlišení se udává v Mpix (megapixelech). 1 pixel je 1 bod na obrazovce. To znamená, že obrázek je poskládaný z bodů - pixelů. Rozlišení také může být zapsáno v podobě součinu souřadnic X a Y. U přístroje s hodnotou 3.2 Mpix. bude tedy maximální rozlišení například 2048 x 1536 pixelů a minimální např. 640x480 pixelů. Při velkém rozlišení máte lepší a přesnější informace v tabulce.

<b>Tabulka rozlišení a jeho použití</b>		
<b>CCD, CMOS čip</b>	<b>Maximální rozlišení</b>	<b>Nejvhodnější činnosti</b>
<b>1.31 Mpix</b>	1280 x 960	Snímky do počítače Fotografie z digitálního labu do 9 x 13 cm Tisk při 300 dpi do 8 x 10 cm
<b>2.11 Mpix</b>	1600 x 1200	Snímky do počítače Fotografie z digitálního labu do 10 x 15 cm případně i 12 x 16 cm Tisk při 300 dpi do 10 x 13 cm
<b>3.34 Mpix</b>	2048 x 1536	Snímky do počítače Fotografie z digitálního labu do 20 x 27 cm (téměř A4) Tisk při 300 dpi do 13 x 17 cm
<b>4.14 Mpix</b>	2272 x 1704	Snímky do počítače Fotografie z digitálního labu do 24 x 34 cm Tisk při 300 dpi do 14 x 19 cm
<b>5.24 Mpix</b>	2568 x 1928	Snímky do počítače Fotografie z digitálního labu do 27 x 38 cm Tisk při 300 dpi do 16 x 21 cm
<b>6.52 Mpix</b>	3072 x 2048	Snímky do počítače Velkoformátový tisk ve fotokvalitě
<b>11.4 Mpix</b>	4064 x 2704	Snímky do počítače Velkoformátový tisk ve fotokvalitě

## 7 Formáty obrázků

Většina digitálních fotoaparátů umožňuje volbu mezi formáty, ale ne každý formát se hodí na všechno. Formát souboru (tedy i snímku) se pozná podle jeho přípony, pro JPEG je JPG atd.. Více informací naleznete tabulce níže.

Formátem je myšlen formát souboru, do kterého je uložený snímek. Nejčastěji používaným formátem je JPEG, tento formát je kompresní, což značí, že snímek bude relativně malé velikosti (vejde se jich na kartu víc), ale s jistou ztrátou kvality.

Pro velkoformátový tisk a pro výřezy z konečného záběru je vhodný formát TIFF. TIFF je obrazový formát bez komprese a tedy i bez ztráty kvality. Díky tomu ale nabývá jeho velikost oproti JPEGu až 9x (9x méně fotografií na kartě). Rozdíl v kvalitě záběru TIFF a JPEG s nejnižší kompresí je minimální.

Specialitou je formát RAW, nejedná se o obrazový formát ale o souborový formát pro surová, nezpracovaná data. Při focení formátem RAW se nezpracovává nic, data CPU pouze protékají a ihned se ukládají na kartu. Velikost formátu RAW je navíc značně menší nežli konkurenčního TIFF. Nevýhodou RAWu je to, že teprve musí být zpracován v počítači a to ve specializovaném foto-programu. Velikou předností RAWu, o které se obecně neví, je to, že není tak citlivý na přexpozici jako ostatní formáty. Všem digitálním formátům nevádí podexpozice, to lze úpravou zachránit, ale přexpozice snímek spolehlivě zničí.

Nejčastější obrazové formáty a jejich použití				
Formát snímku	Přípona	Kompresse	Velikost	Použití
<b>TIFF</b>	TIF	ne	obrovská	Pouze pro velkoformátový tisk, nebo pro výřezy
<b>RAW</b>	RAW	ne	střední	Obecné použití, velmi světlé snímky
<b>JPEG</b>	JPG	ano (volitelná)	malá	Obecné použití, tmavé snímky
<b>GIF</b>	GIF	ne (ale jen 256 barev)	velmi malá	Pro PC, animace

# **8 Digit. Fotoaparát: prakticky rozbor**

## **8.1 Objektiv**

Objektivy digitálních fotoaparátů jsou v podstatě stejné jako u analogových fotoaparátů, jen s několika podstatnými rozdíly. První je světelnost. Digitální fotoaparáty jsou stroje velmi citlivé na nepatrné množství světla a pokud chceme tuto vlastnost využít (velmi žádoucí), potřebujeme vysoce světelné objektivy. Proto je standardem, i při malém průměru objektivu, světelnost pod 3.5. Velice často pak i 2.8 nebo i pod 2.

Další věcí je konstrukce zadní části objektivu. CCD nebo CMOS čip, který snímá obraz, potřebuje pro svou optimální činnost, aby paprsky prošlé objektivem dopadaly na jeho celou plochu pokud možno kolmo, a to i na krajích. U analogových fotopřístrojů dopadají paprsky na rovinu filmu kolmo jen v blízkosti optické osy objektivu, a obzvláště na krajích je dopadový úhel poměrně velký. CANON a NIKON vsází na kompatibilitu se svou širokou nabídkou analogových objektivů a k tomu uvádějí řadu několika objektivů, které jsou speciálně upravené pro digitální těla. Pokud tedy nepotřebujeme záběry brilantní po celé ploše, tak je tato volba dosti méně nákladnou záležitostí.

Objektivy lze ještě dělit podle toho, zda jsou výměnné, nebo fixně zabudované do těla fotoaparátu. Téměř každý zákazník se okamžitě zeptá: „Co je lepší?“ Ani jedno. Tak jako všechny věci každá varianta má své klady ve kterých vyniká a zápory kde je to horší. Použití objektivů je závislé na jejich ohniskové vzdálenosti, neboť každý objektiv zobrazí tentýž předmět trochu jinak. Můžeme detailně zachytit vzdálené objekty nebo naopak množství blízkých předmětů. Můžeme měnit perspektivu snímku a hloubku prostoru. Volbou ohniskové vzdálenosti je určen zorný úhel - výsek prostoru, jenž objektiv zobrazí. Objektivy s krátkou ohniskovou vzdáleností mají velký zorný úhel a zobrazí velikou část prostoru s velkým množstvím poměrně malých předmětů. Na druhou stranu objektivy s velkou ohniskovou vzdáleností mají malý zorný úhel a zobrazí malou část prostoru a předměty umístěné uvnitř obrazového pole jsou poměrně velké.

Co se týká hloubky prostoru, vytvářejí širokoúhlé objektivy při použití zblízka výraznější dojem prostoru než normální objektiv. Předměty v pozadí ustupují a zdají se být mnohem menší. Objektivy s delší ohniskovou vzdáleností zdánlivě zvětšují předměty v pozadí a vytvářejí tak zploštění perspektivy.

## **Proto dále dělíme objektivy dle ohniskové vzdálenosti na:**

- ⇒ Objektivy "rybí oko"
- ⇒ Širokoúhlé objektivy
- ⇒ Standardní objektivy
- ⇒ Teleobjektivy

## **8.2 LCD displej**

LCD je displej, který u digitálního fotoaparátu slouží jak k nastavení aparátu, prohlížení fotografií, tak často také jako velký hledáček. Používá se též při pořizování krátkých videosnímků, kdy přesně vyhrazuje snímání záběr.

LCD displeje mají mnoho různých tvarů, ale u digitálních fotoaparátů jsou obvykle obdélníkové s úhlopříčkou 1.5" či 2" a využívající technologie TFT. Nejlepší displeje jsou vybaveny kvalitní antireflexivní vrstvou k potlačení odlesků (a celkově lepší viditelnosti). Navíc mohou být u některých modelů vyklopeny ven z těla aparátu nebo natočeny pro nastavení snadnějšího záběru v situacích, kdy je klasický způsob náročný (např. při fotografování makra).

## **8.3 Závěrka**

Závěrka je zařízení regulující dobu osvitů CCD, CMOS čipu, nebo u analogových aparátů plochy filmu. Tím určuje množství světla dopadlého na část snímající obraz. Normálně se používají centrální závěrky integrované s clonou (kompaktní aparáty), nebo vertikální šterbinové lamelové závěrky (zrcadlovky), které umožňují dosáhnout kratších časů. Oba zmiňované typy jsou mechanické, i když mohou mít elektronické řízení. Druhým typem je závěrka elektronická a zde jsou rozdíly a výhody a nevýhody:

**Mechanická** není až tak častým jevem mezi digitálními fotoaparáty. Ovšem mechanické závěrky pro kratší časy se dosti často používají v digitálních fotoaparátech v kombinaci se závěrkou elektronickou.

**Elektronická závěrka** se nenachází mezi součástkami digitálního fotoaparátu. Jedná se o digitální program vestavěný v některém paměťovém čipu. Funguje naprosto jednoduše, na počátku expozice se prostě zapne CCD nebo CMOS čip, sejme obraz, který na něj celou dobu dopadá, a pak se zase vypne.

## **8.4 Ostření**

Ostření digitálního fotoaparátu je naprosto stejné jako u analogových přístrojů. Díky menší velikosti CCD či CMOS čipu je minimální zaostřovací vzdálenost u digitálních fotoaparátů podstatně menší, nežli u analogů. Průměrně se tak pohybuje mezi 20 - 10 cm, ovšem lze najít typy, které zaostří i od 2 cm. Při takto extrémně malých vzdálenostech je ovšem problém s osvětlením fotografovaného objektu. Vestavěný blesk fotoaparátu je na tuto vzdálenost příliš silný a navíc dosti často nemá tak velký úhel rozptylu světla, nebo nám stíní objektiv. Tuto situaci lze řešit pomocí nejrůznějších bočních osvětlovadel, nebo pomocí makrosvětla či makroblesku. Makrosvětlo je k dispozici pouze pro málo typů aparátů a jedná se o cenově dostupnější záležitost. Makroblesky jsou zastoupeny u každého výrobce poměrně hojně, ale dají se použít pouze u dražších aparátů a navíc se jedná o poměrně dosti nákladnou investici.

### **Rozeznáváme tři základní typy zaostřovacích systémů:**

**Fix Focus** - Toto vlastně ani není ostření. Aparát je permanentně zaostřen na nekonečno s velkou hloubkou ostrosti. Tento systém mají pouze nejlevnější digitální kompakty. V poslední době aparáty s fix-focusem již naštěstí mizí z nabídek.

**Auto Focus** - Automatické ostření je prováděno stejně jako u analogových přístrojů. Digitální fotoaparáty většinou nepoužívají levnější systém aktivního autofocusu, kdy si aparát vyše infračervený paprsek aby zjistil vzdálenost ostřeného objektu (potíže s průhlednými a průsvitnými materiály), ale používají systém pasivního autofocusu kdy měří na svém CCD nebo CMOS čipu kontrast a při nejvyšší naměřené hodnotě pozná, že je zaostřeno (potíže v případě ostření na plochu bez kontrastu a v případě nízkého osvětlení). Díky tomu, že jde o digitální aparáty, i levné stroje mohou využívat ostření do relativně velkého počtu oblastí (měří se rovnou údaje z CCD nebo CMOS čipu).

V poslední době se ovšem stále častěji vyskytují **Hybridní zaostřovací systémy**, které využívají jak aktivního, tak pasivního zaostřování. Výsledkem je často rychlejší práce autofocusu, neboť nejprve je provedeno rychlé změření vzdálenosti fotografovaného objektu aktivním ostřením a teprve poté se přistupuje k detailnímu doostření pomocí pasivního zaostřování. Další výhodou je částečná eliminace nevýhod obou systémů - v případě průhledných materiálů se aktivní ostření zaostří špatně, ale následné pasivní jej opraví, a v případě nízkého osvitů fotoaparát přeci jenom zaostří bez použití asistenčního světla.

**Manual Focus** - Manuální zaostřování u digitálních fotoaparátů je ve většině případů motorové, kdy uživatel pouze zadává: Ostři tímto směrem nebo tímto směrem. Takovéto zaostřování je pak pomalejší a ve velkém počtu případů i ne zcela přesné, protože počet kroků pro tento motorový manual focus je omezený. Lze se také setkat s kombinovaným přístupem, kdy manuální ostření se provádí pomocí otočného kroužku, který ovšem snímá pohyb řídí tím zaostřovací elektromotorek.



### **Série 1 : Zaostření**

Obrázek 1: Zaostření na objekt v popředí (ostrost pozadí se dá ovlivnit nastavením clony – pokud to fotoaparát umí, jinak můžeme zaměřit detail v popředí na makro a pak zaměřit na co chceme.

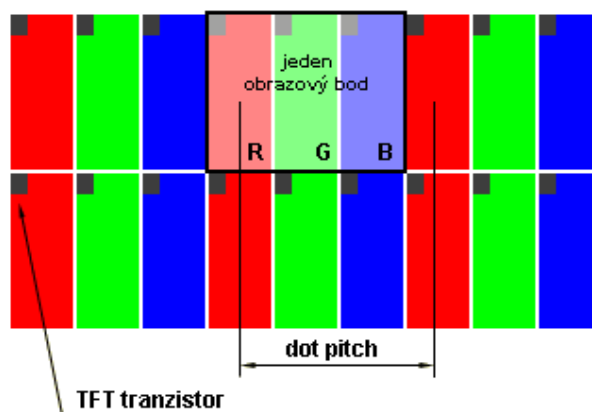
Obrázek 2: Zaostření na koleje v pozadí.

## 8.5 RGB a Barevný filtr

Protože snímače pracují s dopadajícím světlem, jeho barvu zaznamenávají v RGB barevném režimu. Ten vychází z toho, že každá barva se dá reprezentovat jako poměr tří základních barev. Zkratka RGB reprezentuje tyto základní barvy : R - red - červená, G - green - zelená, B - blue - modrá. Před každou buňku se umístí odpovídající barevný filtr. **Součet osvitu těchto tří buněk stanoví výslednou barvu jediného konkrétního pixelu obrazu.** To způsobuje faktické ztrojnásobení - ve vztahu k rozlišení - počtu řízených buněk a tím i potřebných tranzistorů. Použití právě RGB režimu má své výhody i nevýhody.

Snímače Foveon získávají informaci o barvě tím, že odebírají generovaný náboj z různých hloubky křemíkové vrstvy. Přičemž červená složka proniká do křemíku nejhluběji a modrá nejméně hluboko.

RGB se používá při zobrazování u televizorů nebo počítačů, takže obrázky není potřeba převádět. Naopak při tisku na papír je nutný převod do CMY nebo CMYK, ale to již se snímači nesouvisí



**Barevný filtr** (software či hardware) slouží k odfiltrování určité části spektra a propouští pouze vybrané frekvence. Například červený barevný filtr propustí pouze světlo s vlnovou délkou odpovídající odstínu červené barvy, všechny ostatní vlnové délky pohltí. Použití barevných filtrů je poměrně běžnou záležitostí pro profesionální a umělecké fotografy, určitě jsme každý už někdy viděl fotografii která měla nějakou barevnou filtraci. Na druhou stranu je možné toto provádět s již hotovou fotografií, jelikož každý i primitivní software na úpravu obrázků disponuje funkcí na případnou korekci barev, kde se dá převaha zvolené barvy snadno nastavit.



## Série 2: Barevné režimy

Obrázek 1: Standardní RGB

Obrázek 2: Black/White (U digitálů není moc kvalitní, jelikož mají pouze 256 odstínů)

Obrázek 3: Hnědý režim - Sépie

**Barevná hloubka** se udává v bitech a nejčastěji používanou hodnotou je 24 bitů nebo dnes již 32-36 bitů. Čím větší je toto číslo, tím více barev je možné rozeznat na výsledném snímku. Barevná hloubka nad 16 a 24 bitů je někdy značena jako High Color a barevná hloubka 32 bitů a více je značena jako True Color.

Barevná hloubka a její použití		
Barevná hloubka	Množství rozlišitelných barev	Použití
16 bit	65.536	Snímky do počítače
24 bit	16.777.216	Obecné použití
32 bit	4.294.967.296	Fotografie
36 bit	6.871.947.673	Velkoformátový tisk
42 bit	4.398.046.511.000	Velkoformátový tisk

**Vyvážení bílé barvy** je zvláštní nutností pro digitální fotoaparáty. Protože CCD a CMOS čipy jsou velice barevně citlivá zařízení, dochází k jevům, kdy například zářivkové osvětlení místnosti natónuje celkový záběr do modré barvy. Tento efekt lze bez problémů pozorovat i u klasické fotografie, ale tam kromě chemických úprav při vyvolávání nebo korekčních filtrů v minilabu nelze na rozdíl od digitální fotografie téměř nic dělat. K potlačení tohoto nežádoucího jevu u digitálních aparátů slouží právě vyvážení bílé barvy. Každý digitální fotoaparát umožňuje automatické nastavení, ale dokonalejší (a dražší) modely nabízejí i něco navíc.



### **Serie 3 : Vyvážení bílé**

Obrázek 1: Auto

Obrázek 2: Přednastavený profil „zamračeno“ – mírné zabarvení do modra – důsledek nepřesného nastavení white balance.

Obrázek 3: Manuální nastavení podle libovolné bílé plochy v okolí – dosahuje nejvěrnějšího podání barev

## **8.6 Stabilizace obrazu**

System stabilizace obrazu umožňuje používání delších expozičních časů při fotografování z ruky a eliminuje nežádoucí chvění objektivu a tím i potlačuje případnou neostrost. To je zejména vhodné při použití delších ohniskových vzdáleností (nad 200 mm v ekvivalentu).

Princip optické stabilizace je velmi jednoduchý, ale technické provedení je značně náročné na preciznost. Základem je plovoucí čočka, která se pohybuje vždy tak, aby vyrovnala nežádoucí pohyb fotoaparátu. To jí umožňuje dvojice gyroskopických setrvačníků, které indikují ony nežádoucí změny a předávají o nich informace řídicí jednotce, která pak vede plovoucí čočku. Právě kvůli této dvojici gyroskopů dosahují často digitální fotoaparáty s optickým stabilizátorem větších rozměrů.

Druhým způsobem, jak stabilizovat obraz optickou cestou, je pomocí speciálního optického elementu, který se skládá ze dvou čoček spojených mezi sebou jakýmsi měchem. Tento měch je pružný a dovoluje natáčení jedné čočky oproti druhé. Zároveň je vyplněn silikonem se stejným indexem lomu jako mají čočky na krajích. Vzniká nám tak vlastně jedna čočka, která může měnit svůj tvar natáčením přední či zadní části. Díky tomu se mění i úhel lomu paprsků a opět je věcí připojené mechanické či elektronické vyrovnávací soustavy, aby deformovala tento optický element tak, aby se výsledný obraz za objektivem nechvěl.

Zatím nejnovější princip optické stabilizace obrazu je skutečně revoluční. Optická stabilizace již není konstrukčně řešena jako součást objektivu, ale je umístěna přímo u snímacího čipu. Tento čip, např. CCD snímač plave na speciálním gelovém podkladu a s okolím je spojen

soustavou pružných sběrnic a mechanických úponů. Ty jsou dále napojeny na vlastní elektronickou či mechanickou detekční a vyrovnávací soustavu. Jakmile je detekován posun obrazu na CCD čipu, je touto soustavou celý čip vychýlen tak, že tento posuv eliminuje. Podle referencí se zdá, že tento systém stabilizace skutečně velmi dobře funguje. Tato metoda umožní zmenšení velikosti tubusu objektivu a také v případě aparátu s výměnnými objektivy máte automaticky k dispozici stabilizaci obrazu pro každý kompatibilní objektiv, ne jenom několik vybraných objektivů se stabilizátorem.

Posledním způsobem, u digitálních fotoaparátů, je stabilizace elektronická. Tuto stabilizaci ovšem v hojné míře využívají digitální videokamery. Princip je velice jednoduchý. Pokud použijeme snímací čip většího rozlišení než jaké potřebujeme tak, nám obraz pokryje na onom čipu jen obdélníkovou oblast uprostřed. Když se obraz chvěje, tak se tato oblast posouvá po celém čipu (a pokud se chvěje hodně tak i mimo něj). Pomocí vhodného vestavěného algoritmu lze sledovat pohyb okrajů obrazu (detekce kontrastu jako u autofokusu) a tak lze velmi jednoduše synchronně posouvat po čipu i oblast, ze které se budou číst data.

Digitální stabilizace je velice jednoduchá na výrobu, ale umožňuje stabilizovat jen malé výchylky, pokud obraz opustí nějakou svou částí snímací čip, tak je v koncích. U digitálních fotoaparátů zatím nebyl použit z toho důvodu, že u digitální fotografie nám jde vždy o využití co největšího rozlišení čipu. Moc prostoru na digitální stabilizaci tak již nezbyvá a platit u aparátu s rozlišením 1600 x 1200 (2.11 Mpix čip) za čip 3.34 Mpix, aby byla možná stabilizace obrazu mi nepřipadá jako dobrá obchodní strategie.

## **8.7 Zoom**

**Zoom**, neboli transfokátor, jinak také proměnná ohnisková vzdálenost, je dnes již nedílnou součástí fotografování.

### **8.7.1 Optický zoom**

**Ohnisková vzdálenost** je jedním ze základních parametrů objektivů, s ní související zorný úhel, a světelnost objektivu. Ohniskovou vzdálenost označujeme malým písmenem  $f$ . Udává vzdálenost měřenou od optického středu objektivu k rovině snímání (světlocitlivý materiál v případě digitální fotografie čip), v níž jsou objekty ležící v nekonečnu zobrazeny ostré. Musíme však vědět velikost snímaného obrazu, protože pro různé formáty světlocitlivých materiálů se bude daná ohnisková vzdálenost jevit jinak.

Obecně platí: čím kratší je ohnisko, tím širší je úhel. Jednoduché objektivy mají jednoznačně dané, pevné, ohnisko (jako ta lupa). Zoom je funkce, které se docíluje přeskupováním optických skupin a elementů v objektivu. Jedná se o zoom bez ztráty kvality, většinou je však značně omezený rozsahem i když v dnešní době se celkem běžně setkáme v obchodech s přístroji které disponují 10x a více násobným optickým přiblížením měl jsem možnost tuto variantu vyzkoušet na přístroji– 10x ultrazoom, který je uveden výše jako elektronická zrcadlovka. Detailnější pohled na desetinásobné přiblížení si můžete udělat na obrázku na další straně.



#### **Série 4 : Zoom**

Obrázky 1 – 6: Postupné přibližování pomocí optického zoomu až po desetinásobné zvětšení (maximum optiky přístroje)

Obrázky 7 – 8: Následné použití 2 respektive 4 násobného digitálního zoomu – dochází ke ztrátám na kvalitě (maximum přístroje je šestinásobný digitální zoom při omezení kvality – rozlišení - snímku)

## 8.7.2 Digitální zoom

je v podstatě jenom komerční lákadlo. Na displeji fotoaparátu to sice vypadá jako byste zoomovali dále než to dovoluje optický zoom, ale to tak vypadá jenom na displeji fotoaparátu, díky jeho malé rozlišovací schopnosti. Technicky se totiž digitální zoom provádí výřezem středové části záběru a proto se rapidně snižuje rozlišení zobrazovaného snímku, což ovšem při zobrazení na stejně velikou plochu vede k snížení kvality, tzv. rozpixelování. Navíc po stažení snímku do počítače si můžete v libovolném programu pro editaci fotografií vybrat libovolný, nejen středový, výřez a tak docílit stejného efektu, jako s digitálním zoomem. Digitální zoom je věc stará jako digitální fotoaparáty samotné, možná ještě starší. Klasické analogové videokamery jej používají ještě déle. Nejedná se tedy o žádnou převratnou technologickou novinku. Přesto si však dovoluji tvrdit, že stojí za to, podívat se věci "na zoubek".

### Typ 1. - "výřezový"

Nejjednodušší digitální zoom pracuje na principu výřezu. Tak, jako bychom ve Photoshopu použili funkci Crop, ovšem s tím rozdílem, že digitální fotoaparát aplikuje výřez vždy jen na středovou část obrazu. Pochopitelně že se o ukrojené obrazové body sníží rozlišení, obrazová kvalita ale zůstává zachovaná, ale zmenšuje se fotka. Takto řešený digitální zoom používají např. přístroje zn. Ricoh.

### Typ 2. - "interpolační"

Druhá verze digitálního zoomu obraz zachycený snímačem upravuje podstatně zásadnějším způsobem. Jako v prvním případě je provedený výřez, avšak obraz je převzorkovaný na původní velikost, dochází tedy k interpolaci. Interpolace znamená, že fotoaparát dopočítává body do vyššího rozlišení, než které zvládne CCD nebo CMOS čip. Tímto způsobem lze používat aparát s 3.34 Mpix jakoby se jednalo o aparát s 5.4 Mpix čipem. Obzvláště vhodné pro interpolované snímky jsou Super CCD čipy s osmiúhelníkovými světločivnými buňkami. Snímek interpolovaný ve fotoaparátu přímo při expozici má obvykle vyšší kvalitu, nežli snímek s dodatečně zvětšeným rozlišením až v PC, protože digitální fotoaparát může pro interpolaci využít i redundantní (zbytkovou) informaci z CCD či CMOS čipu, kterou normálně do snímku nezapočítává (proto je také redundantní).

## **8.8 Expoziční režimy**

Zkratka PASM vychází z počátečních písmen čtyř základních expozičních režimů AE Program, Aperture priority, Shutter priority a Manual. P označuje režim automatické expozice, kdy fotoaparát nastavuje čas expozice a clonu, A je označení pro režim priority clony, kdy uživatel nastaví požadovanou clonu a fotoaparát dopočítá čas, S je označení pro opak předchozího, kdy uživatel nastaví čas a fotoaparát dopočítá clonu. M pak označuje manuální režim kde má uživatel plnou kontrolu nad nastavením expozičního času a clony. Poloautomatické režimy s prioritou času, nebo clony slouží jako kompromis mezi automatikou a manuálem v případě, kdy fotograf ví přesně jaký čas, nebo clonu potřebuje. Například při fotografování rychlých pohybů uživatel nastaví krátký čas, např. 1/1000s a na fotoaparátu nechá nastavení clony, které se může měnit podle míry osvětlení. Naopak nastavení dlouhého času je vhodné pokud chceme na fotografii daný pohyb promítnout, například světla automobilů v noci apod. Režim priority slouží k ovlivnění hloubky ostrosti, kdy s rostoucím clonovým číslem roste i hloubka ostrosti. Fotoaparáty jsou většinou vybaveny i tzv. plně automatickým režimem, kde fotoaparát nastavuje veškeré parametry jako je čas, clona, citlivost, vyvážení bílé apod. V takových případech pak nelze nastavit korekci automatické expozice apod. Pro snadnější fotografování jsou současné digitální fotoaparáty vybaveny scénickými režimy (též označované jako kreativní), které v sobě mají uložené priority některých parametrů. Například v režimu sport je kladen důraz na krátký čas expozice, v režimu portrét je pak většinou vypnuto, nebo sníženo doostřování a volí se malé clonové číslo proto, aby se dosáhlo rozostřeného pozadí. Režimy pláž, sních, nebo západ slunce pak mají předdefinované vyvážení bílé pro správné podání barev. Ve scénických režimech jsou zpravidla nastaveny i ostřicí oblasti a nelze je měnit. Je to tedy velmi užitečná pomůcka, ale za cenu určitých kompromisů.

## **8.9 Sekvenční snímání**

S touto funkcí si vyhraje snad každý uživatel. Během zpracování mé práce jsem měl také tu možnost a mohu říct, že jsem se na okamžik cítil jako sportovní fotograf. Tato funkce je samozřejmě použitelná pouze pro dobrých světelných podmínkách, jelikož by to vyžadovalo stejně rychlý blesk jako je rychlost spouště. Jedná se o záznam série fotografií v rychlém sledu za sebou. Opět je zde několik parametrů: rozlišení, frekvence a maximální počet snímků. Stejně jako u video:

Tento dokument byl zhotoven v Print2PDF.

<http://www.602.cz>

rozlišení zpravidla pořídíme

max 10 snímků rychlostí okolo 2, nebo 3 snímků za sekundu. Pokud rezignujeme na požadavek vysokého rozlišení, tak některé přístroje umí vysokorychlostní série snímků v rozlišení např. 1280x960 rychlostí 10sn./s. Kromě klasického snímání, kdy se série ukládá od momentu stisku spouště, existují také režimy, kdy se uloží posledních X snímků, které byly pořízeny PŘED uvolněním spouště. Znamená to tedy, že můžeme držet spoušť jak dlouho chceme a až nastane kýžený zachyceníhodný okamžik, tak spoušť uvolníme a uloží se např. posledních 10 snímků. Vybrané modely disponují i sériovým snímáním, které uloží celou sérii do jednoho snímku.

## **8.10 Redukce šumu**

Snímač digitálního fotoaparátu není nic jiného, než součástka vyrobená z polovodiče, sloučeniny křemíku a dalších chemických prvků. Obecnou vlastností těchto součástek je jejich větší či menší nestálost elektrických parametrů. Ta se v praxi projeví mírným odchýlením výsledných hodnot získaných ze snímače oproti hodnotám odpovídajícím skutečnému množství dopadajícího světla. Úroveň těchto chyb - **šumu**, se pohybuje v řádu procent výsledné hodnoty při základní citlivosti snímače a je tudíž víceméně zanedbatelná. Tento parametr někdy nenajdeme ani v manuálu, ani v menu přístroje. Někteří výrobci používají silné softwarové redukce digitálního šumu na vysokých citlivostech bez možnosti jejich vypnutí. Ojedinele nalezneme v manuálech časy expozice, při kterých se redukce aktivuje. Její účinky se mohou velmi lišit, od jemných zásahů až po velmi hrubé zásahy ovlivňující kresbu a detaily.

## **8.11 Redukce červených očí**

Tento jev je způsobován odrazem silného světla blesku od červeného očního pozadí. Je tím intenzivnější, čím jsou zornice více otevřené a čím je osa dopadu světla blesku bližší ose objektivu. Funkce na zabránění tomuto efektu se běžně vyskytují ve fotoaparátech již dlouhou dobu. Červených očí se lze zbavit také za pomoci softwaru na práci s fotkami

## **8.12 Citlivost ISO**

Jednotka vyjadřující citlivost filmu nebo obrazového snímače na dopadající světlo. Běžná citlivost má hodnotu 100, příp. 200 ISO. Vyšší citlivost např. 800 ISO umožňuje snímání za zhoršených světelných podmínek, je ovšem provázena nárůstem zrna u filmu, příp. obrazového šumu u digitálního obrazu. Z vlastní zkušenosti doporučuji používat ISO na automat rozdíly při špatném nastavení vysoké citlivosti jsou velké a fotografie jsou zrnité.



### **Série 5: Citlivost ISO**

Obrázek 1: ISO 100

Obrázek 2: ISO 400 (Větší světlost, větší zrnitost snímku)

## **8.13 Video sekvence**

Videosekvence u digitálního fotoaparátu je něco jako snímky u digitální videokamery. Jedno se nevyrovná druhému, proto máme zvlášť digitální videokamery a digitální fotoaparáty. Většina fotoaparátů má tuto funkci, ale jedná se o rozlišení 160x120 pix, 320x256 pix, maximálně 640x480 pix. Nejčastěji používané formáty pro záznam videosekvence jsou MOV (Quick Time Movie JPEG), AVI a dokonce GIF a MPEG (typ I a II). Některé fotoaparáty umožňují nahrávání videosekvencí i se zvukem. I přesto že digitály nedisponují nějak převratně kvalitním videem, pro zachycení některých zajímavých a hlavně pohotově pořízených scén jsou užitečné. Takto pořízený záznam lze jednoduše poskytnout třeba na internet, kde se kvalita zatím tak nevyžaduje.

## 8.14 Napájení

Podle druhu napájení lze fotoaparáty rozdělit do dvou skupin - první skupina používá jako zdroj energie tužkové akumulátory, buďto dva nebo čtyři. Druhá skupina používá speciální články určené přímo pro ten který typ fotoaparátu. Obě skupiny mají své výhody. Můžete si buď zakoupit sadu výkonných a levných nabíjecích akumulátorů nebo mít ve fotoaparátu baterii navrženou přesně podle potřeb přístroje. Výhoda tužkových akumulátorů je ta, že nepotřebujete žádnou speciální nabíječku, jsou levné takže není problém mít třeba i čtyři sady náhradních akumulátorů a v krajním případě kdy je veškerá energie pryč, stačí zajít do nejbližší trafiky a koupit si čtyři obyčejné tužkové baterie. Výhoda speciálních battery packů je ta, že jsou speciálně navrženy pro fotoaparát. Jak co se týče elektrických parametrů tak co se týče rozměrů. Pokud se rozhodnete pro fotoaparát se speciální baterií, neváhejte a kupte si hned ještě jednu na střídání. Není nic horšího než když na jeden den zapomenete strčit baterii s nabíječkou do zásuvky, pak nemůžete fotit a snímky jsou prostě pryč.

## 8.15 Fotoaparáty v mobilech

Zatím bohužel nemohou konkurovat ani levným digitálním aparátům co do kvality fotografie. Nicméně už existují a mají svá určitá specifika.

**Mají nekvalitní optiku**, to se dá říct spravedlivě o všech. Jsou s ostřením fix focus, tedy mají pevné ohnisko a pevné zaostření. V důsledku toho nemají dvojitý chod spouště.

**Volba nastavení** je nedostačující. Obvykle lze nastavit stupeň kvality. Doporučuji ten lepší, bohužel se vám vejde do paměti nebo na kartu fotek méně. Obvykle nelze nastavit vyvážení bílé, avšak automatické vyvážení bílé obvykle zvládají velmi dobře. Citlivost je nastavitelná - pokud přístroj zapisuje do EXIF.

Jsme zase v průkopnické éře a vyplatí se sledovat recenze protože se brzy dočkáme toho ze v telefonech budou velice kvalitní fotoaparáty. Japonsko je v tomto vývoji daleko za Evropou.



**Sony Ericsson S700**

Tento dokument byl zhotoven v Print2PDF.

<http://www.602.cz>

# Závěr

Ve své práci jsem si zdokonalil své dosavadní zkušenosti s digitálními fotoaparáty a zjistil jsem, že jejich budoucnost je velice slibná. Mým cílem bylo zpracovat informace o těchto přístrojích a podat je formou která je srozumitelná a to se mi do jisté míry povedlo. Přestože jsem si vybral technické téma místy jsem užil ne úplně odborné přirovnání pro zvýšení atraktivnosti čtení. Při uvedení do stručné historie jsem se zaměřil na základní druhy fotoaparátů a jejich rozdělení do cílových skupin uživatelů. Následovala kapitola věnovaná rozdílům analogových přístrojů a digitálních. Z dostupných informací jsem tuto kapitolu zpracoval formou výhod a nevýhod. Dále jak jsem se věnoval snímacím zařízením a jejich podrobnějšímu přiblížení. Typy rozlišení a formáty jednotlivých obrázků jsem neopomenul v kapitolách předcházejících hlavní části, kterou jsem pojal jako praktický rozbor fotoaparátu, u kterého jsem testoval některé parametry a funkce.

Testovací fotografie byly pořízené Štěpánem Čermákem (autorem práce) 7.dubna 2005 v okolí vlakové zástavky Strašnice elektronickou zrcadlovkou za ne příliš dobrého počasí Kyocera Finecam M410R - 4MPx (viz. elektronické zrcadlovky výše)

# Resume

I have chosen the issue of digital camera, because I have fresh experience with the purchase of a new Kyocera Finecam M410R - 4MPx model.

My aim was to analyze all possible information about digital cameras and how they work. I wanted to write my diploma thesis in form that can be friendly to common users.

The history and development is at the beginning. Next chapter is dedicated to basic type of cameras and their description. Following pages obtain differences between classical and digital cameras. There are pros and cons for each type, which I compare in closer look.

Next part contains information about all kind of sensors used in digital technology. Then I am dealing with memory cards, resolutions and picture format, where I add some useful technical specifications. I adjust them into spreadsheet.

I am explaining main parts and functions of digital camera in the last chapter. I have also made a few photographs to show some functions in practice.

I think that my thesis is comprehensible and readable for everyday users. There are also mentioned some up-to-date technologies in my work.

# Seznam použité literatury

## Literatura:

Boyle - *Image processing, Analysis and Machine Vision*

StereoMAG - číslo březen 2002

## Internet:

[www.azfoto.cz](http://www.azfoto.cz)

[www.digitalfuture.cz](http://www.digitalfuture.cz)

[www.fotografování.cz](http://www.fotografování.cz)

[www.grafika.cz](http://www.grafika.cz)

[www.foto.tiscali.cz](http://www.foto.tiscali.cz)

[www.pctuning.cz](http://www.pctuning.cz)

[www.zive.cz](http://www.zive.cz)

[www.casopisfotografie.cz](http://www.casopisfotografie.cz)

[www.digineff.cz](http://www.digineff.cz)

# Přílohy:

## 1. Přehled paměťových karet:

X-Data (XD)



CompactFlash karty



(CF)Microdrive (MD)



SecureData karty (SD)



Mini SecureData karty (mini SD)



MultiMedia karty (MMC)



Reduced Size MultiMedia (RS-MMC)



MemoryStick karty (MS, MS PRO)



MemoryStick Duo karty (MS DUO, (PRO))



SmartMedia karty (SM)



T-Flash (TF)



Fish Disk (FD)



## 2. Testované fotografie:



### Série 1 : Zaostrění

Obrázek 1: Zaostrění na objekt v popředí (ostrost pozadí se dá ovlivnit nastavením clony – pokud to fotoaparát umí, jinak můžeme zaměřit detail v popředí na makro a pak zaměřit na co chceme)

Obrázek 2: Zaostrění na koleje v pozadí



### Série 2: Barevné režimy

Obrázek 1: Standardní RGB

Obrázek 2: B/W (U digitálů není moc kvalitní, jelikož mají pouze 256 odstínů)

Obrázek 3: Hnědý režim – Sépie



### Serie 3 : Využití bílé

Obrázek 1: Auto

Obrázek 2: Přednastavený profil „zamračeno“ – mírné zabarvení do modra – důsledek nepřesného nastavení white balance.

Obrázek 3: Manuální nastavení podle libovolné bílé plochy v okolí – dosahuje nejvěrnějšího podání barev

Tento dokument byl zhotoven v Print2PDF.

<http://www.602.cz>



#### **Série 4 : Zoom**

Obrázky 1 – 6: Postupné přibližování pomocí optického zoomu až po desetinásobného zvětšení (maximum optiky přístroje)

Obrázky 7 – 8: Následné použití 2 respektive 4 násobného digitálního zoomu – dochází ke ztrátám na kvalitě (maximum přístroje je šestinásobný digitální zoom při omezení kvality – rozlišení - snímku)



#### **Série 5: Citlivost ISO**

Obrázek 1: ISO 100

Obrázek 2: ISO 400 (Větší světlost, větší zrnitost snímku)