



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Inovace výuky optiky se zaměřením na získání experimentálních dovedností

Registrační číslo: CZ.1.07/2.2.00/28.0157

Klíčová aktivita 2

Inovace oboru studia přístrojová optika, optika a optoelektronika a obecná a matematická fyzika se zaměřením na experimentální dovednosti studentů

Digitální fotografie

Zdeněk Řehoř

T4: Digitální fotografie

- dynamický rozsah a měření jasu

Přednášející: Dr. Ing Zdeněk Řehoř

» [Zdenek . Rehor @ upol . cz](mailto:Zdenek.Rehor@upol.cz)



Dynamický rozsah scény

- Rozdíl jasů mezi nejjasnějším a nejtmavším místem obrazu místy je
- Rozhoduje o tom, je-li scéna mdlá nebo naopak hodně kontrastní.

Proč je u fotografie tak důležitý?





ABSOLUTNÍ JAS BODU

- lze snadno zjistit tak, že změříte expozici v tomto bodě
- z naměřených hodnot expozičního času, clony a ISO spočítáte jas v EV jednotkách.

$$EV = 2 \log_2(N) - \log_2(t) - \log_2(s/100)$$

N clonové číslo
t čas
s ISO citlivost filmu





ABSOLUTNÍ JAS BODU

- lze snadno zjistit tak, že změříte expozici v tomto bodě
- z naměřených hodnot expozičního času, clony a ISO spočítáte jas v EV jednotkách.

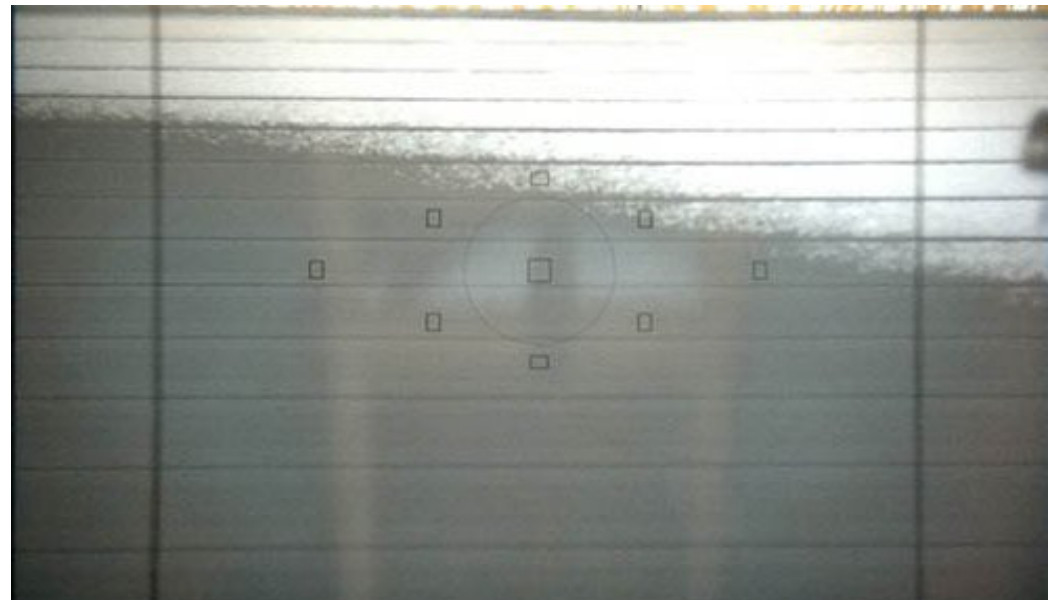
Clona čas (s)	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	11	16
30	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1/4	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/15	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/30	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/60	6	7	8	9	10	11	12	13	14



ABSOLUTNÍ JAS BODU

Postup – měření jasu bodu

1. Vyzoomujte na maximum objektiv – čím delší ohnisko tím lepší
2. Přepněte na bodové či částečné (spot, partial) měření expozice
3. Co nejpřesněji nastavte střed hledáčku na měřený bod
4. Poznamenejte si hodnoty expozičního času, clony a ISO citlivosti pro tento bod
5. Ze zjištěných hodnot vypočítejte EV měřeného bodu.

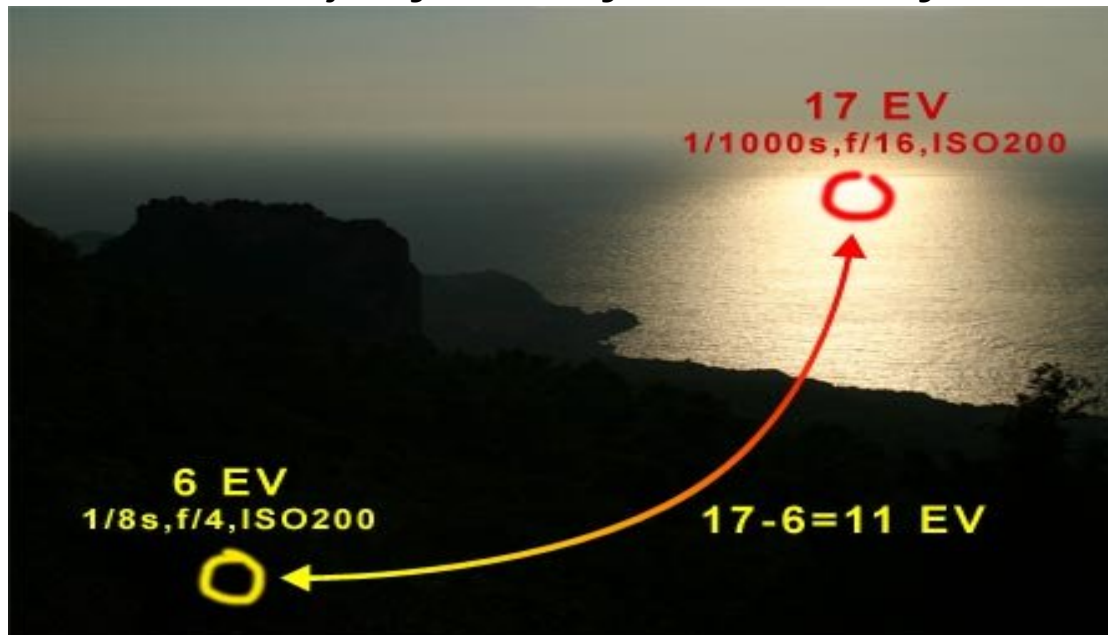




ABSOLUTNÍ JAS BODU

Postup – měření dynamického rozsahu

1. Najděte ve scéně nejsvětlejší bod (tzv. světla) a změřte jeho EV. *Vyjde např. 17 EV.*
2. Najděte nejtmaší bod scény (tzv. stíny) a změřte jeho EV. *Vyjde např. 6 EV.*
3. Rozdíl, čili $17-6=11$ EV, je **dynamický rozsah scény**.



Pozn:

Vzhledem k tomu, že kontrast scény 1 EV znamená kontrast 1:2, tak 11 EV znamená, že podíl jasů nejtmašího a nejjasnějšího bodu je v poměru $1 : 2^{11} = 1 : 2048!$



ABSOLUTNÍ JAS BODU

Souvislost mezi EV a fotometrickými veličinami

Odražené světlo

$$\frac{N^2}{t} = \frac{L \cdot S}{K}$$

- N clonové číslo
t čas
s ISO citlivost filmu

L jas [cd/m²]

Jas je jedna z fotometrických veličin, definovaná jako měrná veličina svítivosti. Světelný tok do jednotkového prostorového úhlu "promítnutý" jednotkovou plochu zdroje.

K kalibrační konstanta odraženého světla (10.6 -13.4, nejčastěji kolem 12.5 (Canon, Nikon))

Dopadající světlo

$$\frac{N^2}{t} = \frac{E \cdot S}{C}$$

- N clonové číslo
t čas
s ISO citlivost filmu

E intenzita osvětlení [lx]

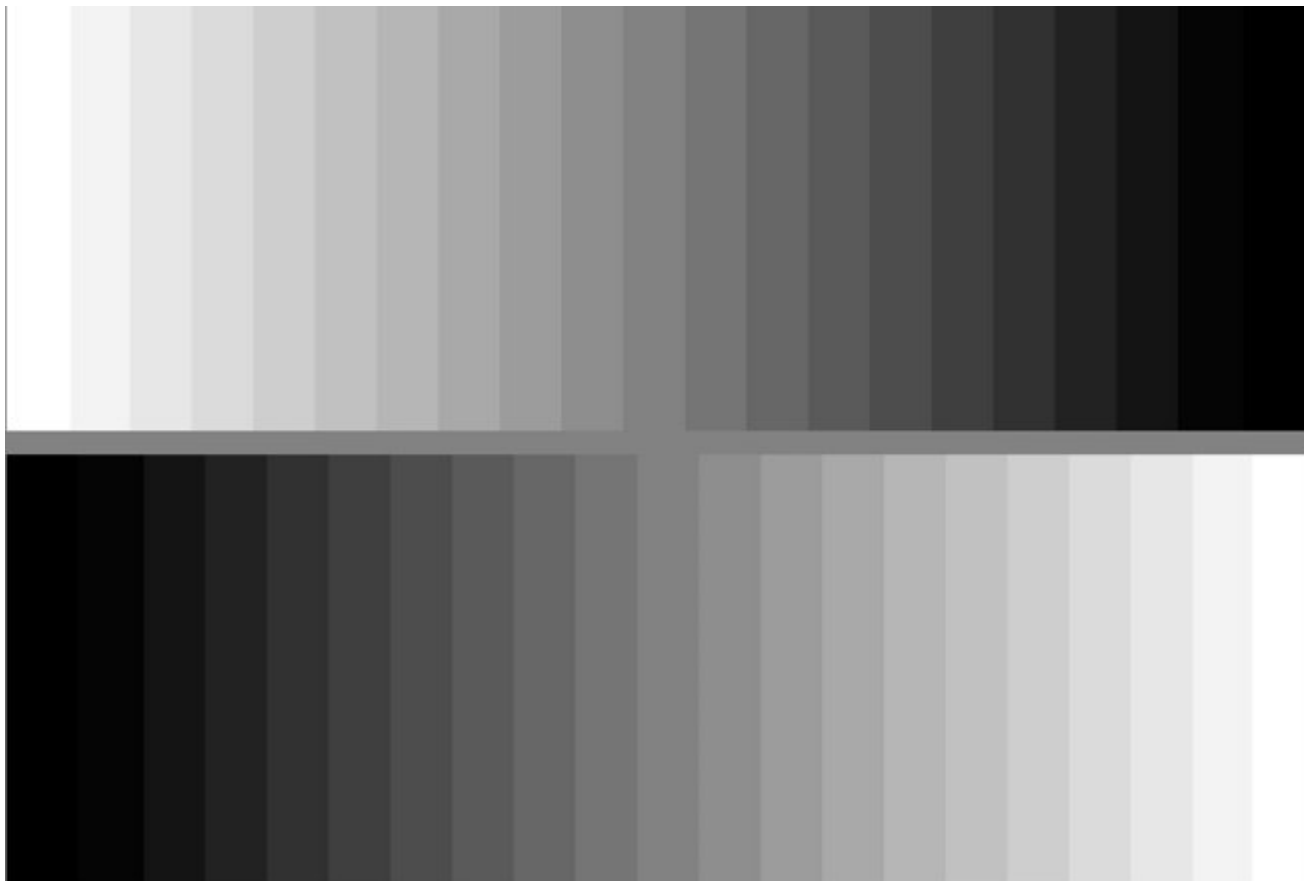
Intenzita osvětlení je světelný tok dopadající na jednotku plochy.

C kalibrační konstanta dopadajícího světla (240-400, nejčastěji kolem 250)



DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉN V PŘÍRODĚ

- důsledně vzato: příroda poskytuje téměř nekonečný jasový rozsah
- reálná příroda na Zemi - scény dynamický rozsah zpravidla do **15 EV**





DYNAMICKÝ ROZSAH DIGITÁLNÍHO FOTOAPARÁTU

- důsledně vzato: příroda poskytuje téměř nekonečný jasový rozsah
- reálná příroda na Zemi - scény dynamický rozsah zpravidla do 15 EV

**Dynamický rozsah fotoaparátu
tedy zaostává za reálnými scénami!**

Scéna či zařízení	Dynamický rozsah
Lidské oko v jedné scéně	11-15 EV
Lidské oko s adaptací	až 30 EV
Jasný slunný den	12-15 EV
Pošmourný a zamračený den	3 EV
Obrázky v novinách	3 EV
Tištěné fotografie	6-7 EV
Negativní film	7-8 EV
Positivní diafilm	5-6 EV



Senzitometrická charakteristika čipu

- popisuje převod světla na obrazovou informaci
- lze z ní lze vyčíst užitečný rozsah expozic i průběh dynamického rozsahu

Postup sestavení senzometrické křivky:

- fotoaparát na manuál
- referenční bílá (např. Kancel. Papír) – musí vyplnit celé zorné pole
- odstupňovanou expozice v rozmezí alespoň -5 až +5 clon
- měnit expoziční čas, nikoliv clonu (výsledkem různě šedé plochy)



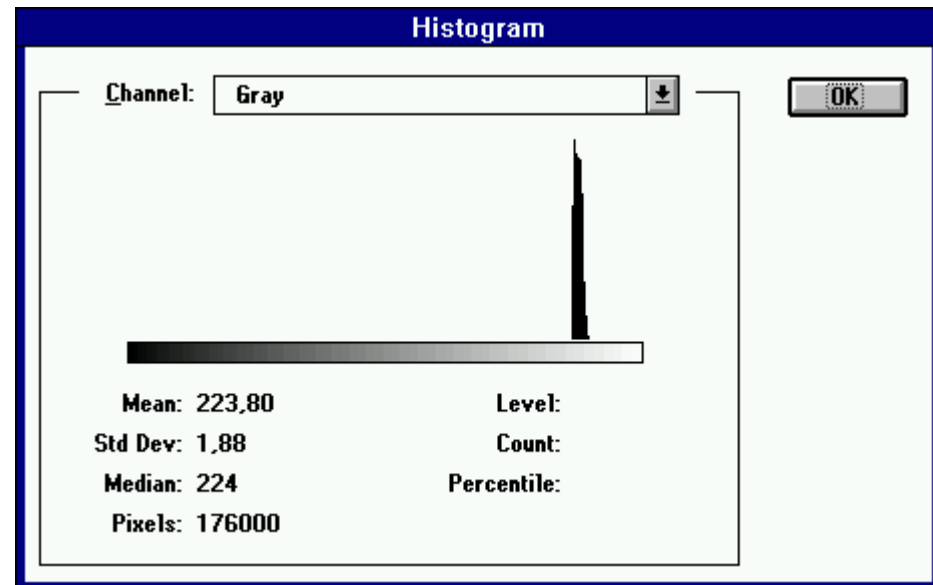


Senzitometrická charakteristika čipu

- popisuje převod světla na obrazovou informaci
- lze z ní lze vyčíst užitečný rozsah expozic i průběh dynamického rozsahu

Postup sestavení senzometrické křivky:

- fotoaparát na manuál
- referenční bílá (např. Kancel. Papír) – musí vyplnit celé zorné pole
- odstupňovanou expozice v rozmezí alespoň -5 až +5 clon
- měnit expoziční čas, nikoliv clonu (výsledkem různě šedé plochy)
- pro vyhodnocení HISTOGRAM



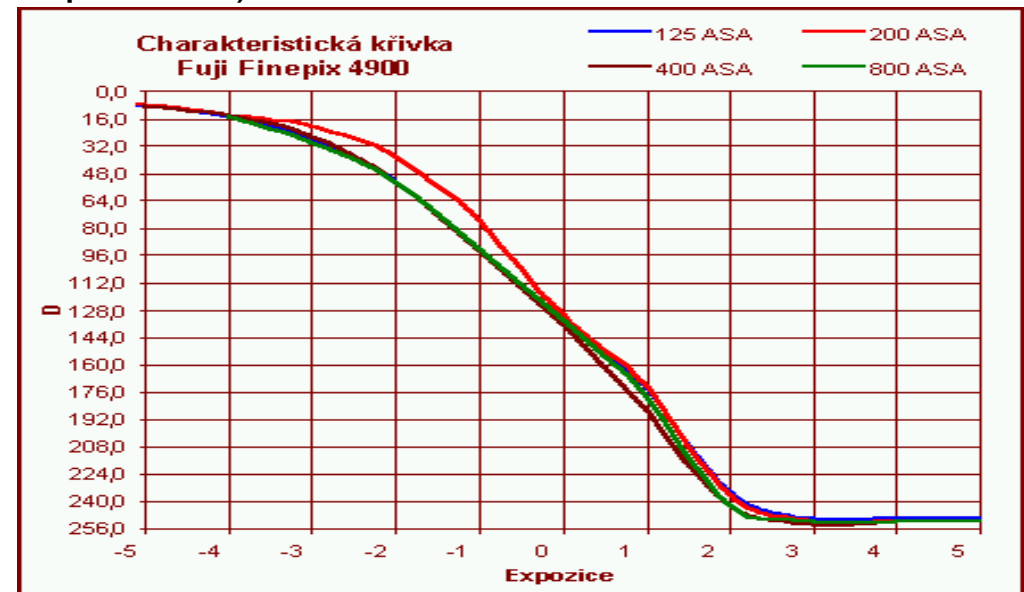


Senzitometrická charakteristika čipu

- popisuje převod světla na obrazovou informaci
- lze z ní lze vyčíst užitečný rozsah expozičních hodnot i průběh dynamického rozsahu

Postup sestavení senzimetrické křivky:

- fotoaparát na manuál
- referenční bílá (např. Kancel. Papír) – musí vyplnit celé zorné pole
- odstupňovanou expoziční hodnotou v rozmezí alespoň -5 až +5 clon
- měnit expoziční čas, nikoliv clonu
(výsledkem různě šedé plochy – od černé po bílou)
- pro vyhodnocení HISTOGRAM
- hodnotu mediánu vynést do grafu
- celé opakovat pro různé ISO

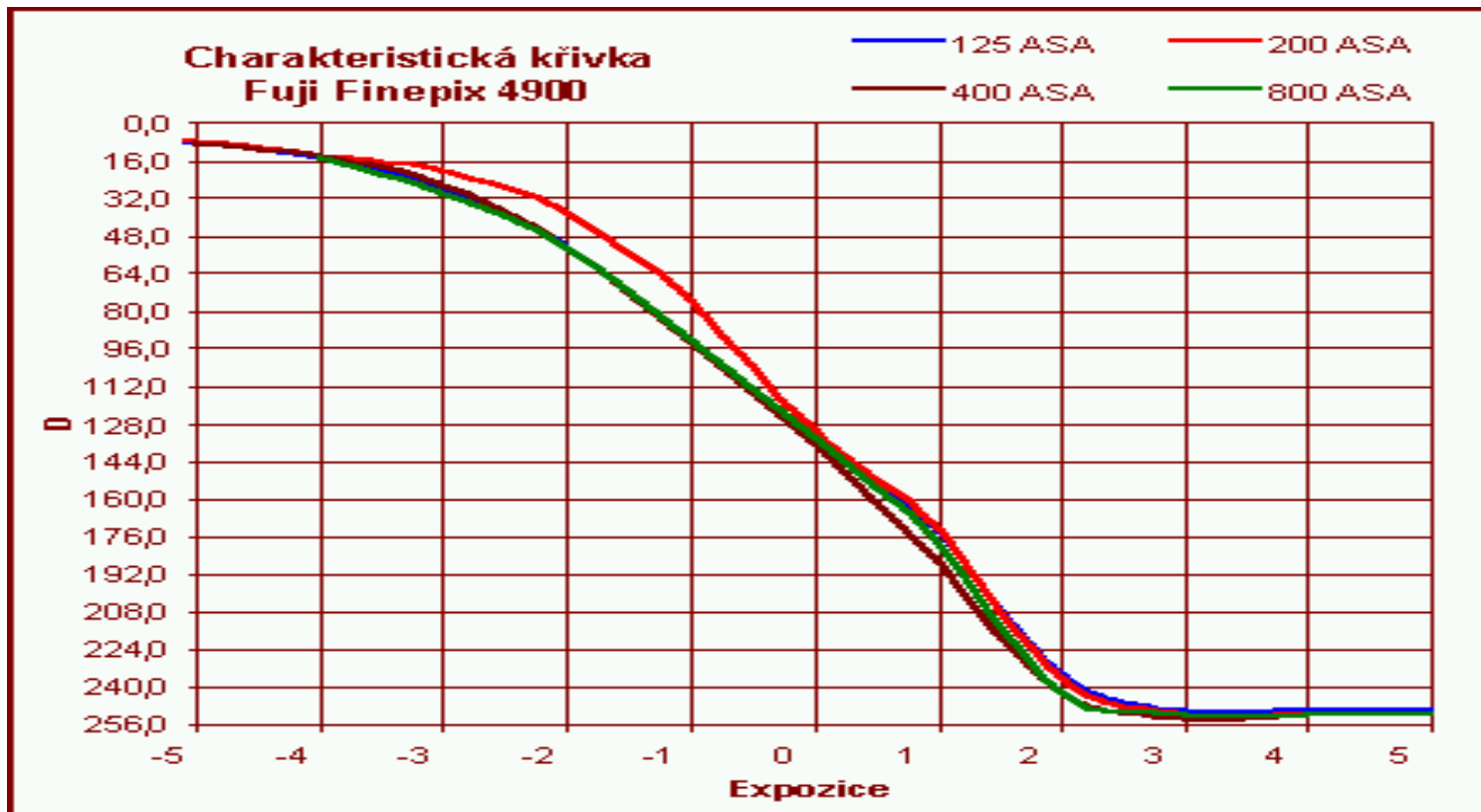




Senzitometrická charakteristika čipu

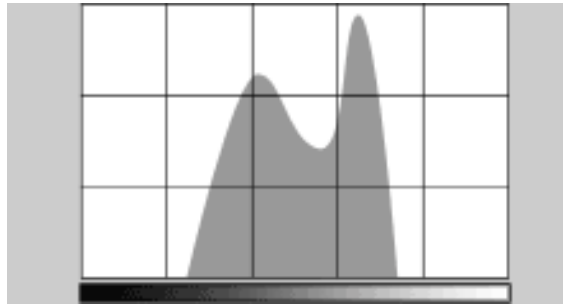
- popisuje převod světla na obrazovou informaci
- lze z ní lze vyčíst užitečný rozsah expozičních i průběh dynamického rozsahu

Postup sestavení senzometrické křivky:





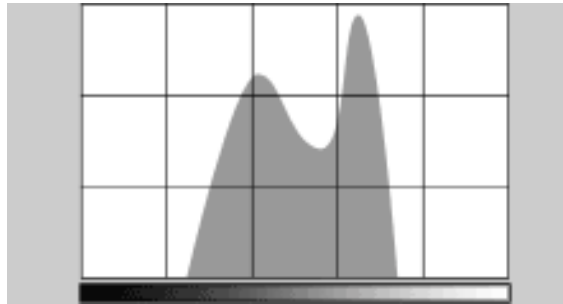
DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS HISTOGRAM



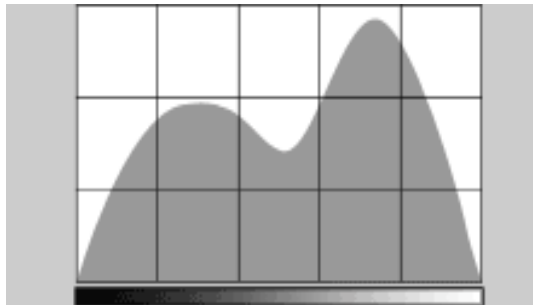
Scéna má malý kontrast, výrazně menší než je dynamický rozsah fotoaparátu.



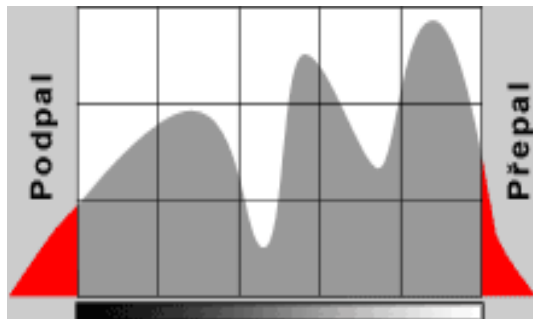
DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS HISTOGRAM



Scéna má malý kontrast, výrazně menší než je dynamický rozsah fotoaparátu.



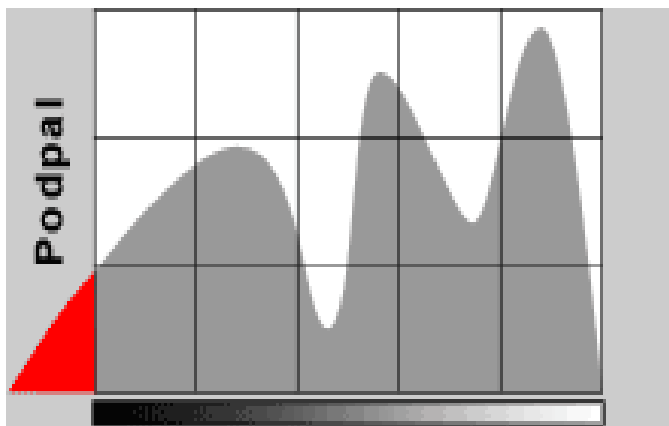
Dynamický rozsah scény je přesně roven dynamickému rozsahu fotoaparátu.



Dynamický rozsah scény je výrazně větší, než dynamický rozsah fotoaparátu. Červené zóny sice na reálném histogramu nevidíte, ale jejich existence se prozradí „uříznutým“ histogramem vpravo i vlevo.



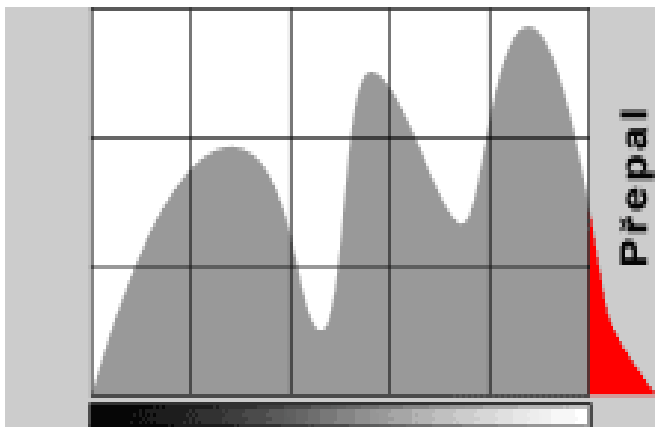
DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS HISTOGRAM



Rozsah scény je větší, než dynamický rozsah fotoaparátu

Fotograf se rozhodl exponovat na světlé.

Zachoval v nich kresbu, ale obětoval stíny a vytvořil podpaly.



Rozsah scény je větší, než dynamický rozsah fotoaparátu

Fotograf se rozhodl exponovat na stíny.

Zachoval v nich kresbu, ale obětoval světla a vytvořil přepaly.

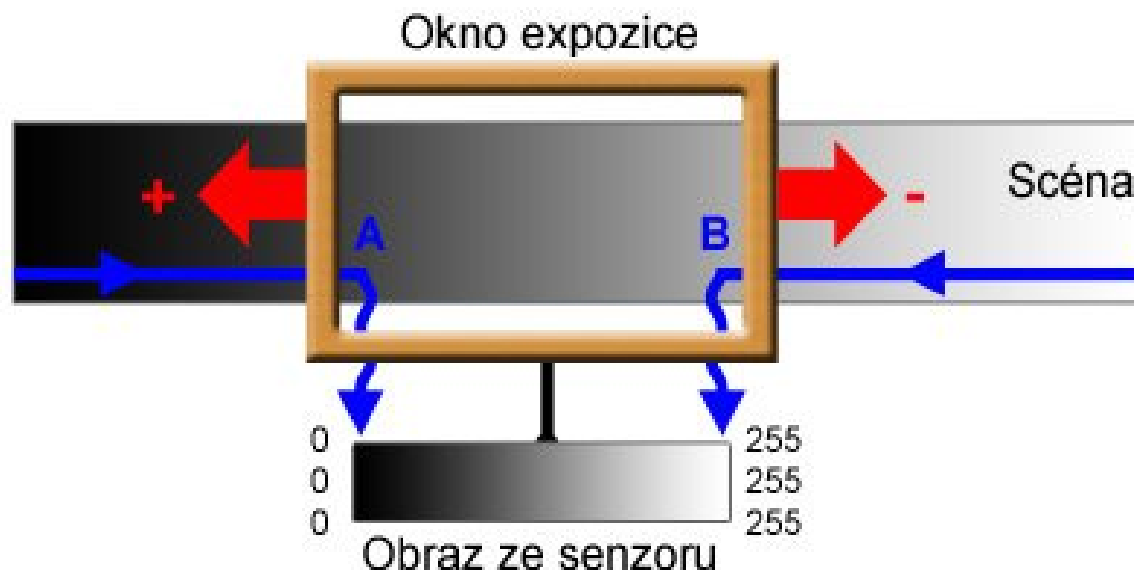


DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

- Senzor digitálního fotoaparátu není schopen najednou zpracovat celou škálu jasů

→ Je tak třeba vybrat určitý rozsah jasů, který nás teď právě zajímá

Určování expozice - odhadnutí středního jasu právě fotografované scény.



Přidáním expozice (třeba prodloužením expozičního času) popojedete oknem vlevo.

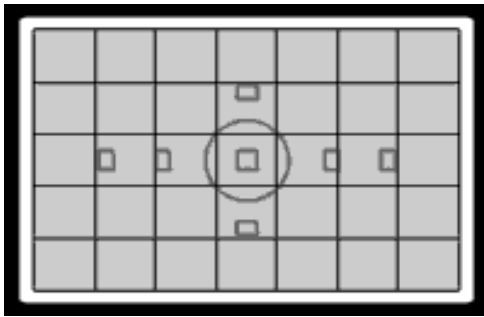
Tmavší body scény se dostanou do okna ale světlejší naopak vypadnou – budou přepálené.

Ubráním expozice (např. zkrácením času) popojedete oknem vpravo, lépe zabráníte přepalům, ale zase tmavší body scény „vypadnou z okna“ a vzniknou černá místa bez kresby – podpaly.

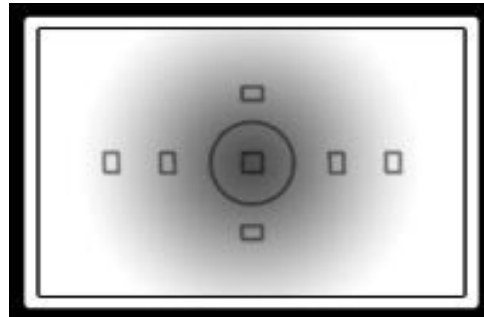


DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

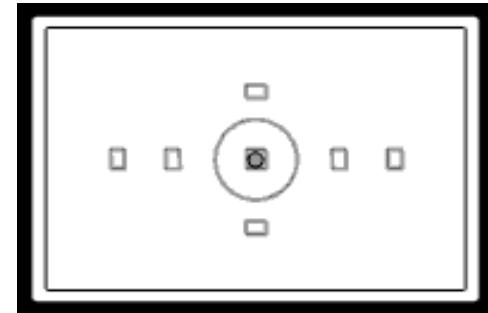
Určování expozice - odhadnutí středního jasu právě fotografované scény.



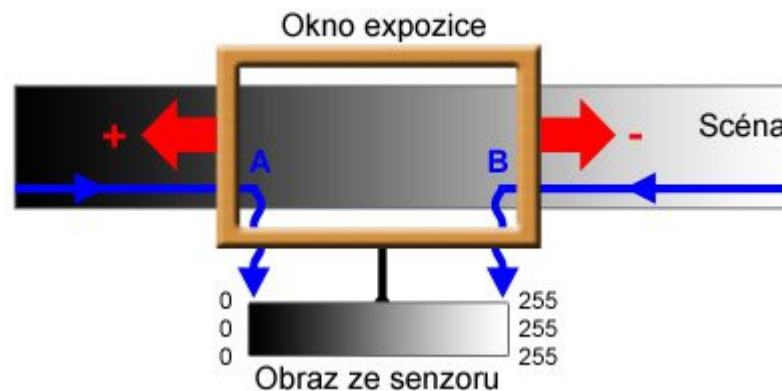
Maticové, poměrové,
zónové



Celoplošné
se zdůrněným středem



Bodové



Digitální fotoaparát

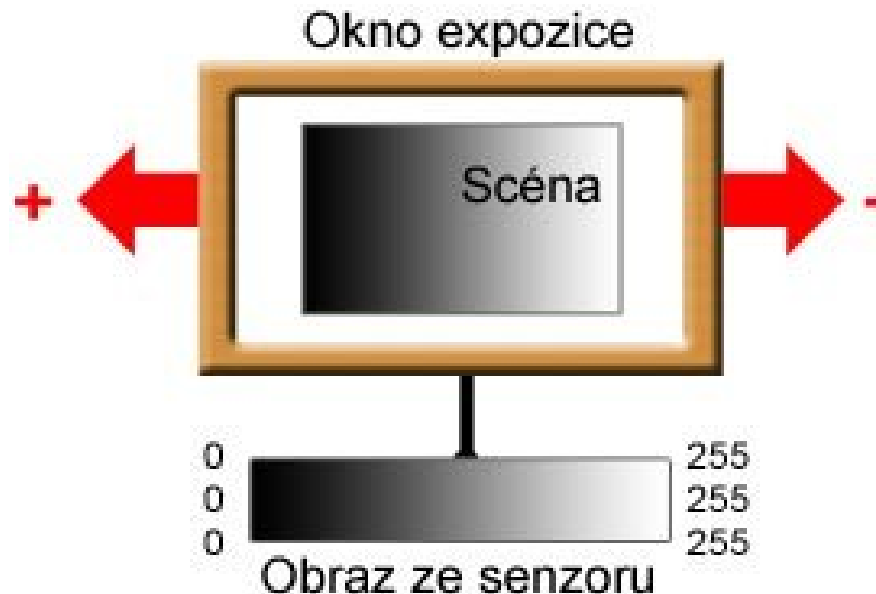
se snaží najít průměrný jas scény a na ten symetricky umístí okno expozice. Neboli střední jas scény mapuje na střední šedou senzoru.



DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

1. Kontrast scény je menší než dynamický rozsah fotoaparátu

- nemají černou ani bílou. Jsou celkově nevýrazné, nekонтastní
- pro digitální senzor skvělá situace



Dynamicky chudé nekонтastní scény se dobře exponují, protože se v pohodě vejdou do dynamického rozsahu fotoaparátu.



DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

1. Kontrast scény je menší než dynamický rozsah fotoaparátu

- nemají černou ani bílou. Jsou celkově nevýrazné, nekонтastní
- pro digitální senzor skvělá situace



Malý dynamický rozsah: celá scéna je „jasově ztuhlá“ v úzké části uvnitř okna, což je krásně vidět na histogramu.



DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

1. Kontrast scény je menší než dynamický rozsah fotoaparátu

- nemají černou ani bílou. Jsou celkově nevýrazné, nekонтastní
- pro digitální senzor skvělá situace



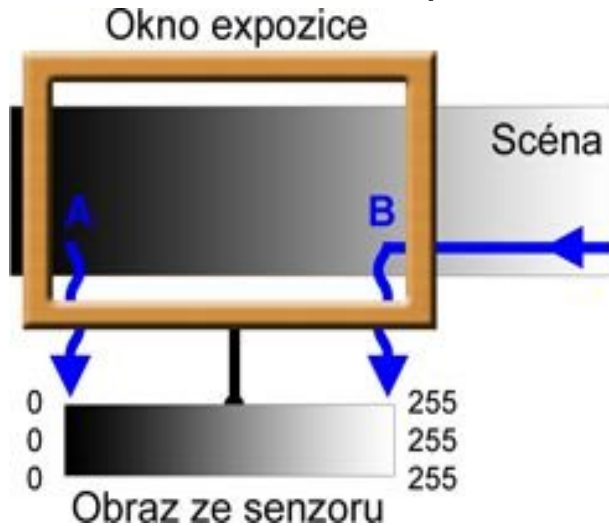
Tip: exponujte doprava - fotografie bude světlejší a potom ji v počítači lze zpět ztmavit.

Velmi účinně tím potlačuje šum, resp. zlepšujete poměr signál/šum (SNR) a dále ve světlých částech obrazu senzor mnohem lépe kreslí.

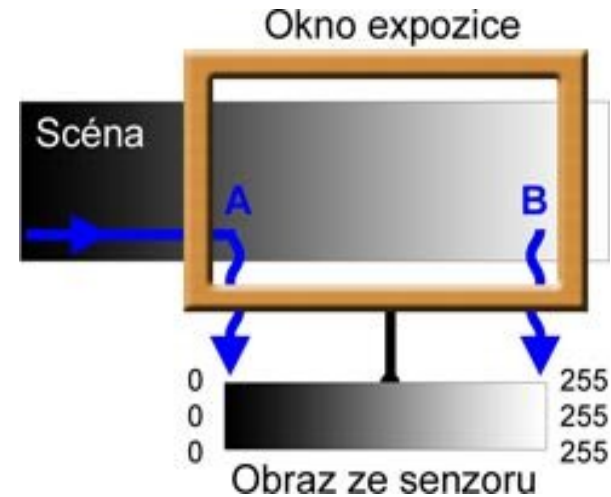
DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

2. Kontrast scény je větší než dynamický rozsah fotoaparátu

- většina situací :-)
- fotoaparát není schopen zaznamenat celý rozsah jasů scény
- podle nastavení okno expozice, bude část bodů přepálená, podpálená nebo oboje



Lze buď exponovat na stíny tmavší oblasti zachovají kresbu, ale vše ve scéně jasnější než bod B bude přepálené



Nebo můžete exponovat na světlé a vše tmavší než bod A bude podpálené.

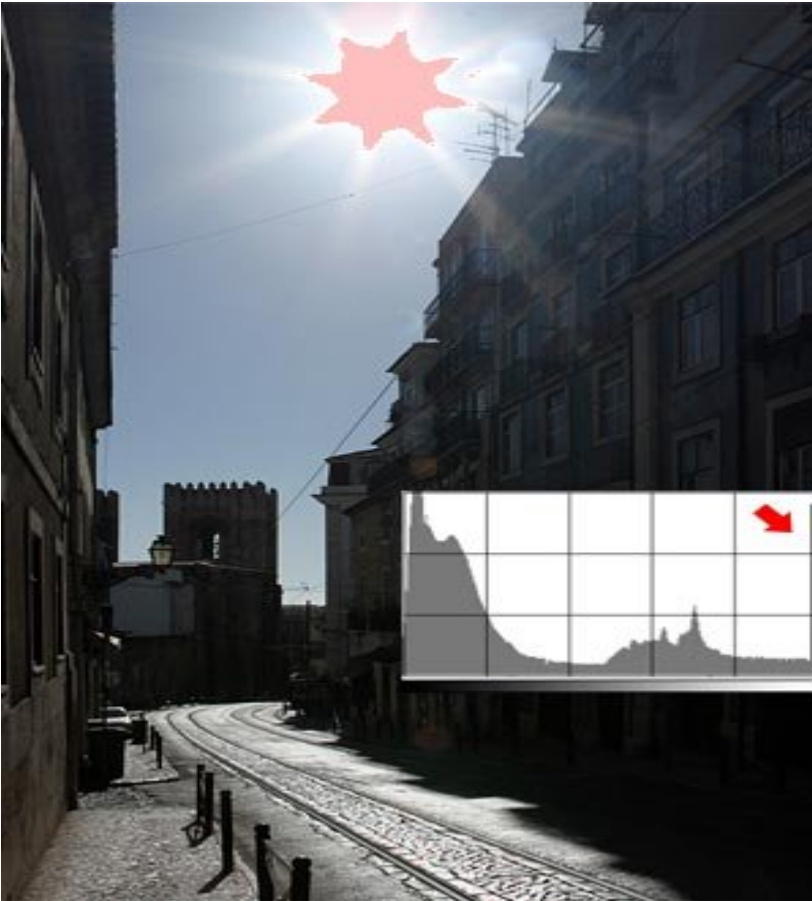
Nebo zvolit nějaký kompromis.



DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY VERSUS EXPOZICE A HISTOGRAM

2. Kontrast scény je větší než dynamický rozsah fotoaparátu

- většina situací :-)
- fotoaparát není schopen zaznamenat celý rozsah jasů scény
- podle nastavení okno expozice, bude část bodů přepálená, podpálená nebo oboje



*Takovéto scény mají obrovský kontrast
– hluboké stíny a přímé Slunce v obraze
→ jsou nezaznamenané.*

*Vhodnou expozicí:
originál nemá žádné podpaly (stíny jsou
prokresleny) a přepálené je pouze Slunce*



JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

1. Jít domů

- vůbec fotografii nepořizovat a počkat na lepší světelné podmínky.





JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

2. Filtry

- šedý přechodový filtr snižuje jas světlých míst scény,
- je nutné ručně nastavit tak, aby šedá část stínila jasnější zatímco čirá část byla na tmavší části scény
- přechodové filtry se liší silou svého účinku v šedé části
 - ND2 – redukuje světlo na polovinu čili uberou 1 EV,
 - ND4 – redukuje světlo na čtvrtinu čili uberou 2 EV, ND8 ...





JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

2. Filtry





JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

3. Fill-in blesk (vyplňovací blesk)

- v blízkosti fotoaparátu (do cca 5 metrů)
- fill-in blesk má ale i své nevýhody:
 1. Barva světla blesku se často liší od barvy okolního světla.
 2. Čelní silné světlo blesku často zploští přisvícené objekty nebo na nich zanechá stíny
 3. Vyvážení expozice mezi přirozeným okolím a bleskem přisvícenými stíny je dost náročné

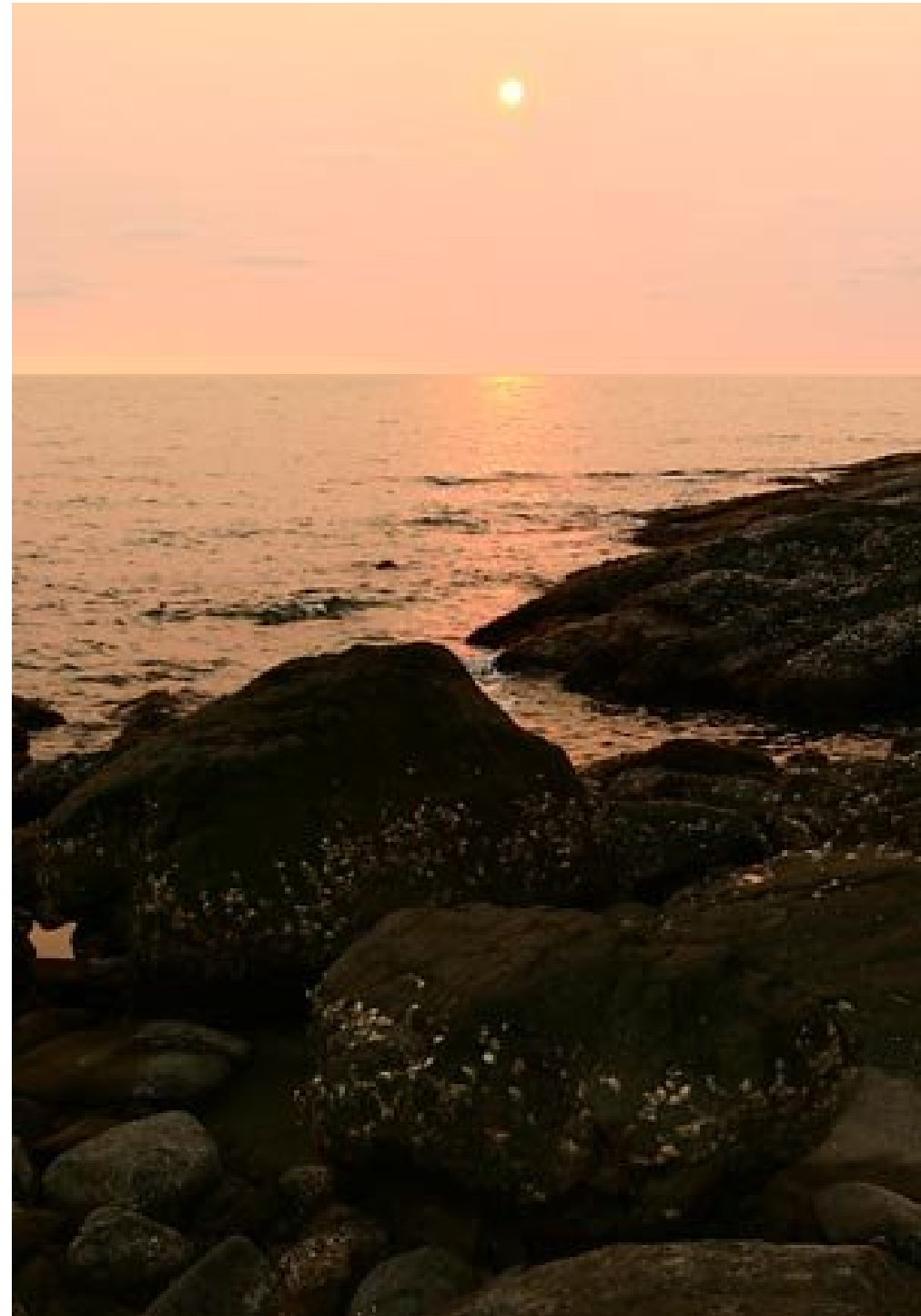




JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

3. Fill-in blesk (vyplňovací blesk)

Aby byla tato scéna zachytitelná digitálním fotoaparátem, musely být kameny v popředí přisvíceny bleskem, jehož intenzita byla snížena o $1 \frac{2}{3}$ EV.





JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

4. Odrazné desky

- jedna nebo více odrazných desek rozmístěných po scéně,
- může efektivně projasnit stíny,
- barva světla se nemění,
- scéna se snadno inscenuje a měří (vše je vidět).





JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

4. Odrazné desky

- jedna nebo více odrazných desek rozmístěných po scéně,
- může efektivně projasnit stíny,
- barva světla se nemění,
- scéna se snadno inscenuje a měří (vše je vidět).



Bez desky

S deskou



JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

5. High Dynamic Range snímky (HDR, HDRI)

- HDR (High Dynamic Range),
 - přímo na scéně nasnímá více expozičních variant jednoho snímku např. tři s posunem expozice -1 EV, 0 EV a +1 EV,
 - tyto snímky se následně složí v jeden – vybírá se vždy jen „správně“ exponované části
- vzniklý HDR obraz – HDRI (High Dynamic Range Image),
- zaznamená výrazně vyšší rozsah jasů než normální snímek.

HDR

- SW (Zoner nebo Photoshop)
- HW (některé fotoaparáty, popř. i mobily)





JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

5. High Dynamic Range snímky (HDR, HDRI)



Princip HDR: HDR snímek zrealizovaný pomocí dvou snímků s expozičním posunem – 2 EV.



JAK SNÍŽIT DYNAMICKÝ ROZSAH SCÉNY

5. High Dynamic Range snímky (HDR, HDRI)



Princip HDR: HDR snímek zrealizovaný pomocí dvou snímků s expozičním posunem – 2 EV.



Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Typy grafických souborů

– Bitmapové

- Obraz se skládá z jednotlivých barevných bodů
- Musí být dostatečně jemná, aby body nebyly vidět
- Vhodné pro fotografie, grafiku s mnoha barvami, barevnými přechody, skenované dokumenty

– Vektorové

- Obraz se skládá z křivek. Vhodné pro počítačově generovanou grafiku.
- Změny velikosti bez vlivu na kvalitu



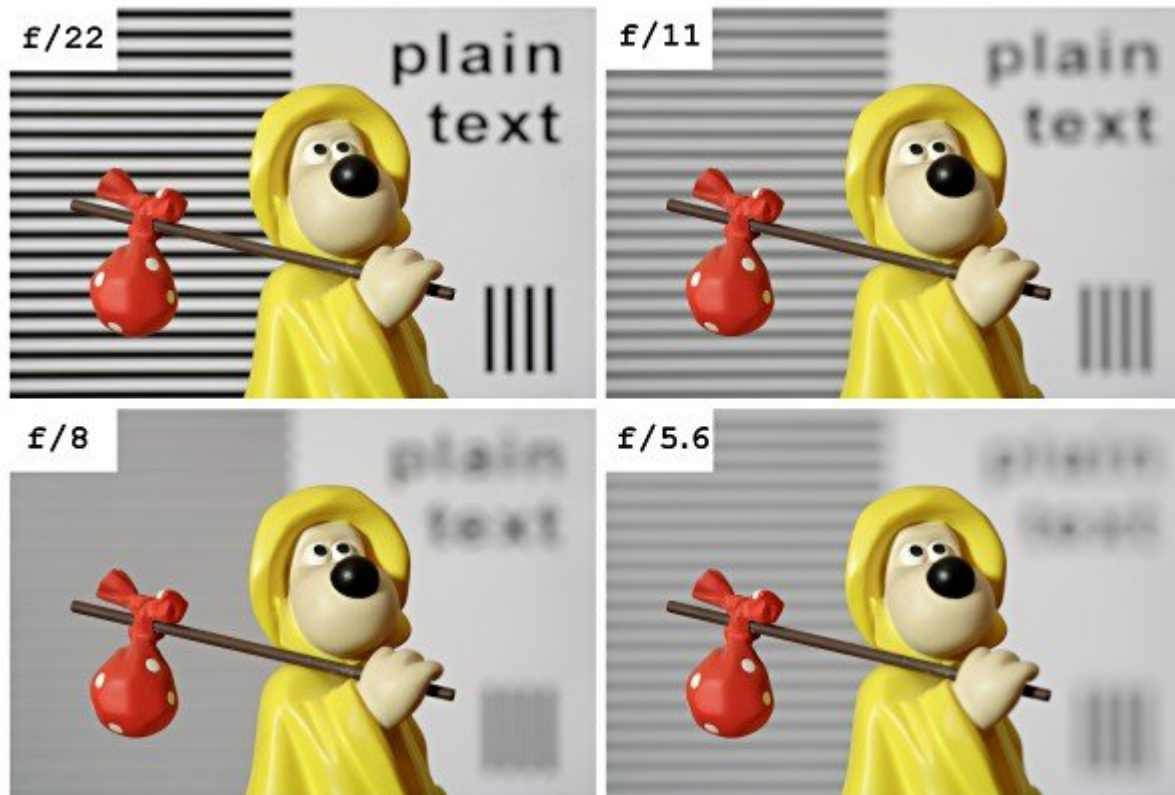


Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapa

Rozlišení

- počet bodů (pixelů) ve směru X a Y
- Celkový počet bodů snímku (MPx, miliony pixelů)
- Ovlivňuje možnou velikost zobrazení/tisku fotografie
- Nedostatečné rozlišení vede ke kostičkování/rozmazání snímku





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapa

Rozlišení 3000x2000 (6MPix)

Toto hřiště bylo v roce 2006 zachráně
před zrušením,
na vlastní náklady a vlastními silami
rekonstruováno,
oploceno a vybaveno herními prvky
OBČANSKÝM SDRUŽENÍM
PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ NA JEŽKOVÉ
(www.osjezkova.tym.cz; osjezkova@centrum.cz)

SDRUŽENÍ POTÉ PŘEDALO HERNÍ
PRVKY A OPLOCENÍ MČ Brno-sever



Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapa

Rozlišení 1024x680 (0,7MPix)

Toto hřiště bylo v roce 2006 zachráněno
před zrušením,
na vlastní náklady a vlastními silami
rekonstruováno,
oploceno a vybaveno herními prvky
OBČANSKÝM SDRUŽENÍM
PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ NA JEŽKOVÉ
(www.osjezkova.tym.cz; osjezkova@centrum.cz)

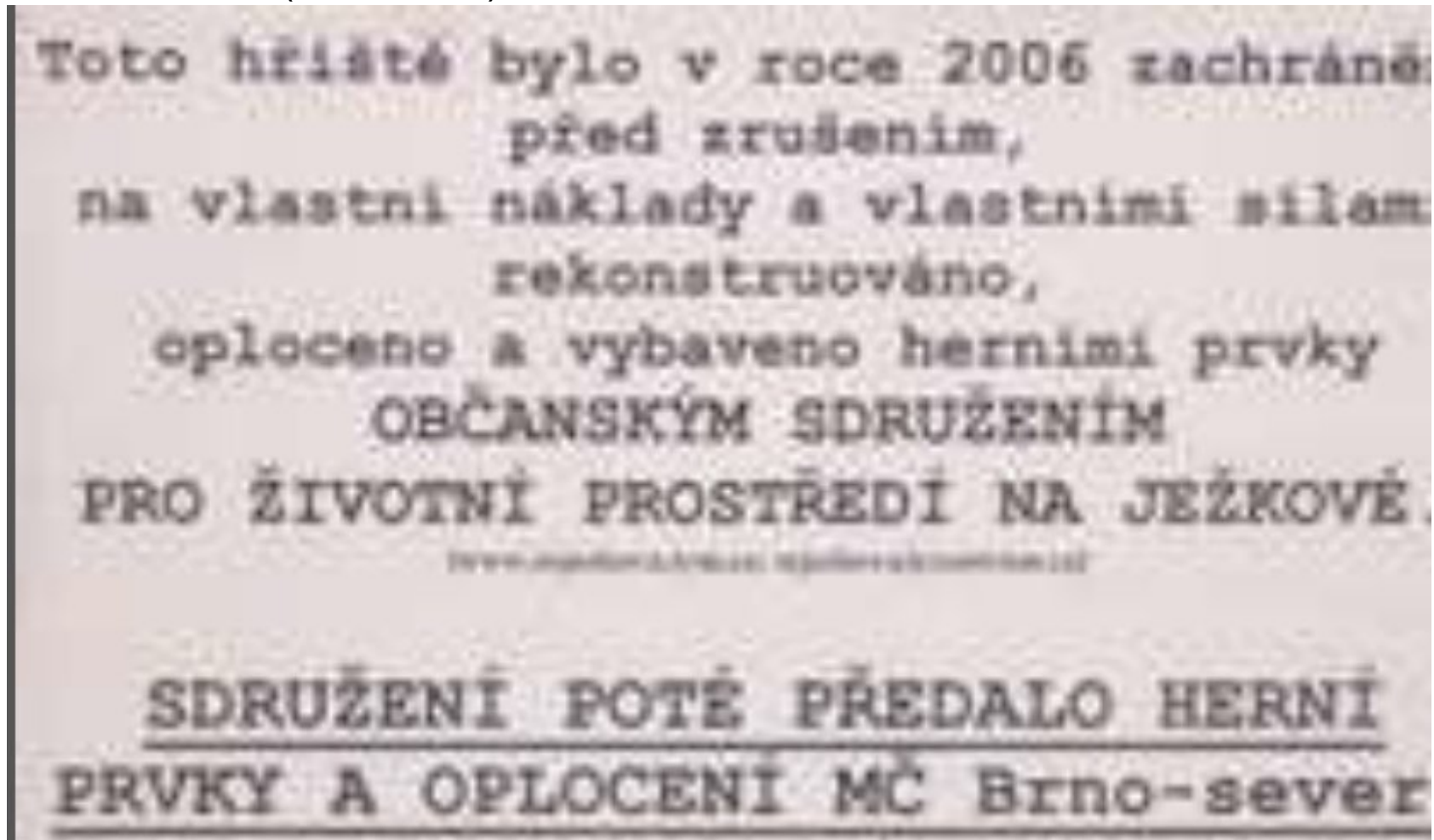
SDRUŽENÍ POTÉ PŘEDALO HERNÍ
PRVKY A OPLOCENÍ MČ Brno-sever



Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapa

Rozlišení 200x120 (0,025MPix)





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapa

Rozlišení

- Web: 640x480 (0,3 MPx), 800x600 (0,5 Mpx)
- Obrazovka (Fullscreen, např. pozadí):
LCD17"/19" 1280x1024 (1,3 MPx), 1680x1050 (1,8 MPx), 2560x1600 (4 Mpx)
- Tisk: 2 MPx: 10x13 až 26x20
3 MPx: 13x17 až 26x64
6 MPx: 17x25 až 34x50
8 MPx: až A2





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu – stupeň komprese)





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu – stupeň komprese), vytváří artefakty





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu), , vytváří artefakty
- **RAW**
 - Originální data ze senzoru (po zesílení)



Standard DNG – 25.2 MB



Lossy DNG – 8.6 MB



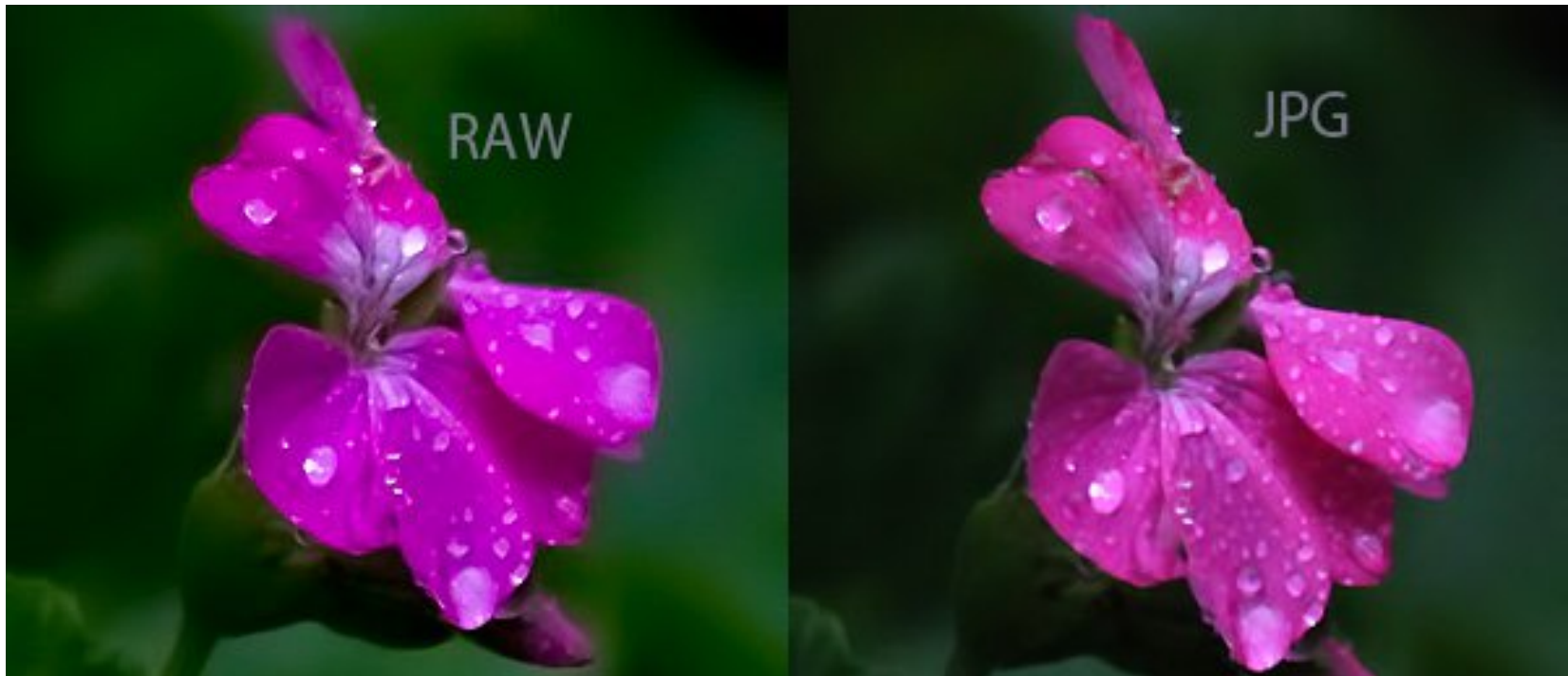
JPEG – 6.5 MB



Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu), vytváří artefakty
- **RAW**
 - Originální data ze senzoru (po zesílení)





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu), vytváří artefakty
- **RAW**
 - Originální data ze senzoru (po zesílení)

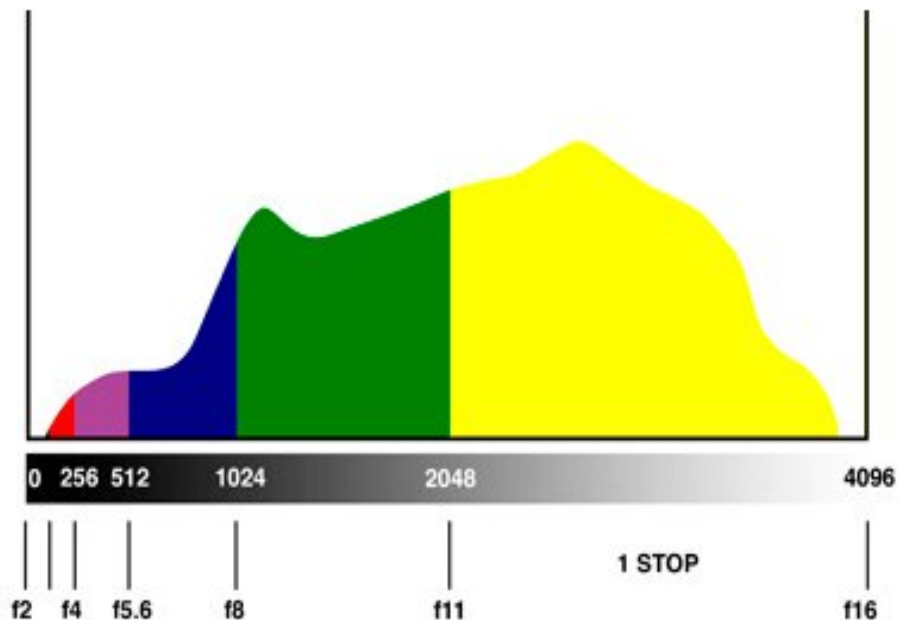




Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu)
- **RAW**
 - Originální data ze senzoru (po zesílení)
 - oproti JPEG má RAW lepší /jemnější podání odstínů (barva v JPG – je 8 bitová)





Obrazové formáty pro ukládání fotografií

Bitmapové formáty

- **JPEG/JPG**
 - Nejčastější
 - Ztrátový (možno nastavit kvalitu)
- **RAW**
 - Originální data ze senzoru (po zesílení)
 - lepší podání odstínů
- **TIFF, GIF**
 - bezztrátová komprese
 - 8 nebo 16 bitový formát (umí i 32 bitů)

