



KTH Tillämpad Fysik

Tentamen i

SK1140, Fotografi för medieteknik

SK2380, Teknisk fotografi

2019-05-31, kl. 14-19, FB52-54

Uppgifterna är lika mycket värda poängmässigt (1.0 p) och är inte ordnade i svårighetsgrad. För godkänt krävs 55 % av max. poängtalet.

Det kan hända att data ges som du inte behöver använda för problemets lösande.
Det kan också hända att någon nödvändig data saknas och att du måste anta rimligt värde.

Hjälpmedel: Formelblad "Fotometri och Fotografi" (bifogad med tentamen)
Miniräknare, Linjal

Kursansvarig lärare: Linda Lundström (073-683 70 41)

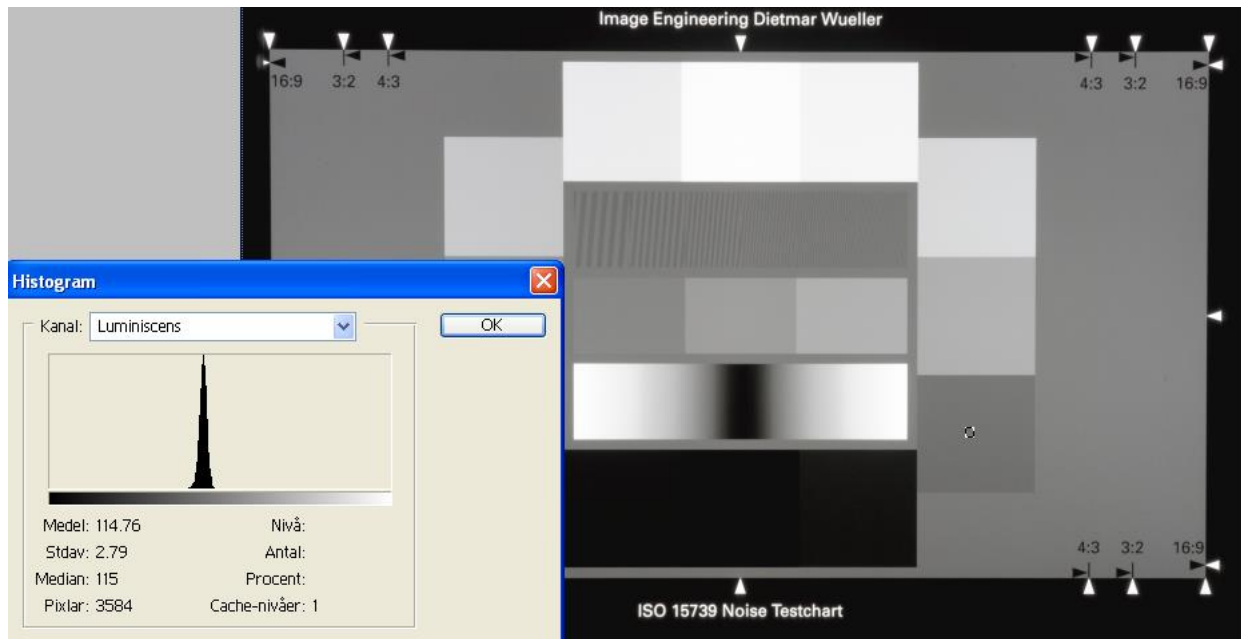
Observera: Skriv namn på ALLA papper som lämnas in.
Skriv bara på en sida av papperet. (Tentorna kommer att scannas)
Skriv ALDRIG mer än EN lösning per papper.

**Såvida inte annat sägs, motivera alla svar
och förklara alla införda beteckningar,
gärna genom att rita figurer!**

Uppgift 1

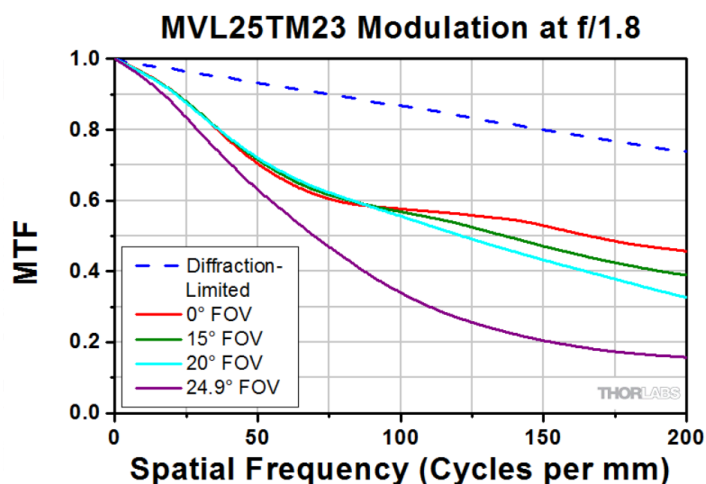
Bilden nedan är tagen med ISO 400 och visar ett gråskalemönster som kan användas för att uppskatta kamerans SNR.

- Vad betyder SNR? 0,2 p
- Hur stor är SNR i den markerade rutan (i gråfältet ner mot högra hörnet)? 0,3 p
- Hur skulle detta SNR förändras om man hade använt ISO 800 istället vid fotograferingen? 0,5 p



Uppgift 2

Du ska hjälpa till att köpa in ett nytt kameraobjektiv till en kamera som ska bevaka kvalitén på produkter på ett löpande band 1,0 m från objektivet. Defekterna som ska upptäckas har typiskt en storlek på 1 mm och en kontrast på 60%. För att mjukvaran ska kunna upptäcka defekten måste bilden på sensorn ha en kontrast på 40%. Skulle objektivet nedan klara detta om det används med 0° FOV (field of view)?



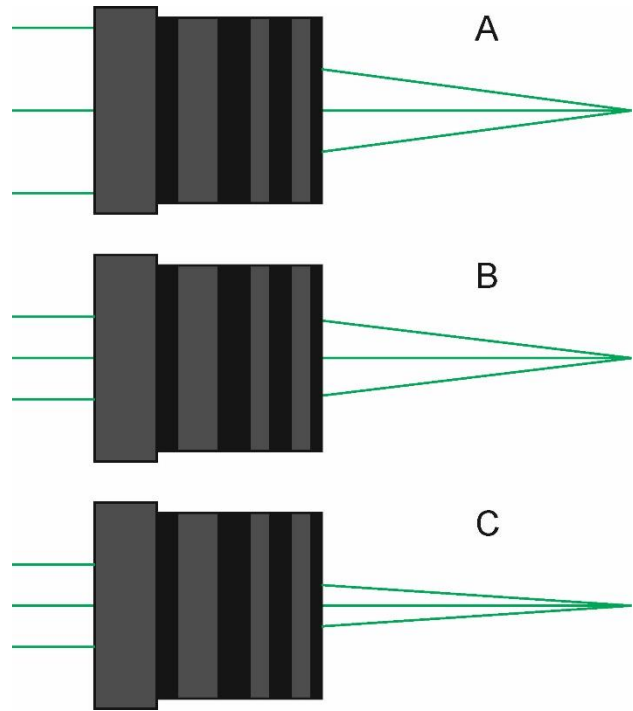
MVL25TM23
25 mm Fixed Focal Length,

Uppgift 3

Här bredvid visas hur randstrålarna (de strålar som går längst ut i kanten av bländaröppningen) från ett avlägset punktojekt på optiska axeln bryts genom ett och samma zoom-objektiv, men med olika inställningar på brännvidd och bländartal.

Förklara hur inställningar har ändrats mellan de tre bilderna (A, B, C)!

(Inga siffror krävs i svaret utan det räcker med att säga vad som ökat/minskat.)



Uppgift 4

Du får rycka in som vikarierande hovfotograf och blir ombedd att ta en smickrande porträttbild där ca 50 cm av huvud och överkropp är med. Du tar med dig din fullformatskamera: 24 Mpixel CMOS-sensor med storleken 24 mm x 36 mm, färgfilter i RGB-mosaik, och 2.5x zoomobjektiv märkt 3.5 - 5.6 / 28 – 70 mm. Kungligheten visar sig ha en ovanligt lång och spetsig näsa och fotograferingen ska ske inomhus i ett rum som är 4x5 m stort. Du konstaterar snabbt att det inte kan bli frågan om någon profil-bild utan att fotot ska tas rakt framifrån på sådant sätt att näsan blir så lite framträdande som möjligt. Vilken brännvidd och motivavstånd väljer du?

Uppgift 5

Färginnehållet i en bild kan beskrivas på olika sätt, både i form av en färgtriangel och i form av histogram för de olika färgkanalerna.

- Rita och förklara på ett ungefär hur färgtriangeln ser ut för bilden här bredvid. 0,3 p
- Rita och förklara på ett ungefär hur histogrammen för de olika färgkanalerna ser ut för bilden här bredvid. 0,3 p
- Färgtriangeln och histogrammen ovan ger inte samma information. Förklara en egenskap som framgår av färgtriangeln men inte av histogrammen och en egenskap som framgår av histogrammen men inte av färgtriangeln. 0,4 p



<https://all-free-download.com>

Uppgift 6

Tillverkaren av fotolampan GoBe 850 Wide behöver din hjälp att fylla i följande tabell över fotometriska specifikationer:

Storhet	Värde	Enhet
Ljusflöde, Φ		
Rymdvinkel, Ω		
Ljusstyrka, I		
Belysning, E på motivavstånd 5 meter		



GoBe 850 Wide

~~\$149.99~~ **\$119.99**

A powerful, cost-effective lighting option perfect for underwater photo and video or even lighting wide open areas topside.

 MAX OUTPUT 850 Lumens	 RUNTIME ON HIGH 90 Mins
 WEIGHT 178 Grams	 CHARGE TIME 300 Mins
 DEPTH RATING 120 Meters	 BEAM ANGLE 60° (Flood)

<https://www.lightandmotion.com/>

Uppgift 7

Vid porträttfotografering (av ett troll) använder du ett kameraobjektiv märkt 70 mm f/4. Med bländartalet inställt på 16 och exponeringstiden på 1/50 s får du fotot A här bredvid. Exponeringen är bra, men du vill ha ett foto som i B där bakgrunden märks så lite som möjligt. Vilka inställningar väljer du?



Uppgift 8

Vad är skillnaden mellan Moiré och svävning? Rita och förklara med hjälp av graferna på sista sidan (ta loss sidan och lämna in tillsammans med dina lösningar).

Lycka till!

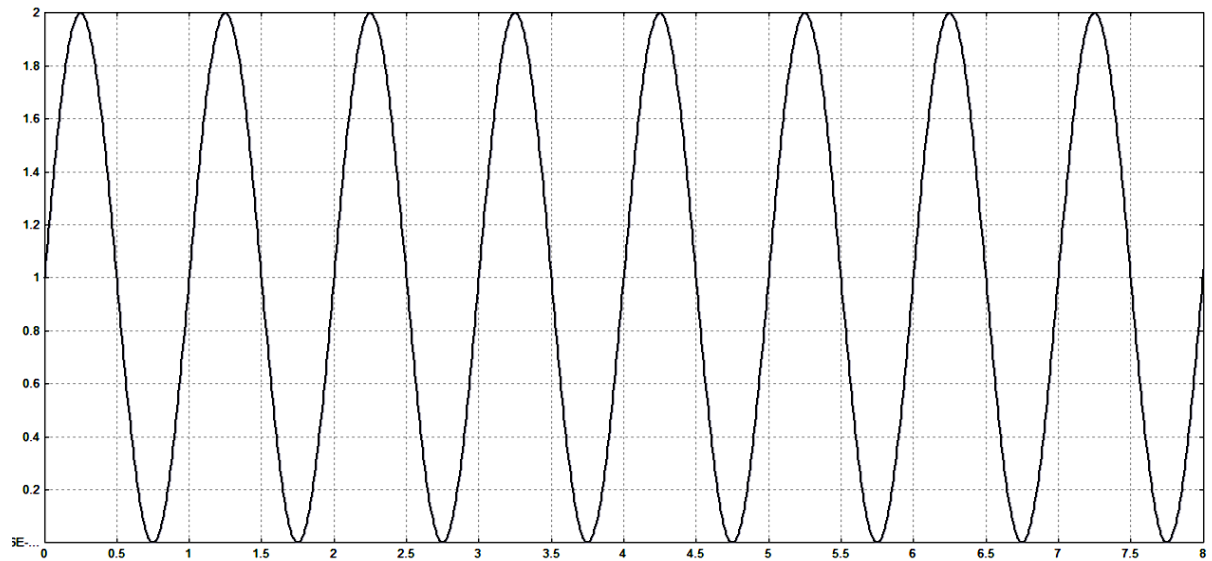
Linda Lundström

NAMN:

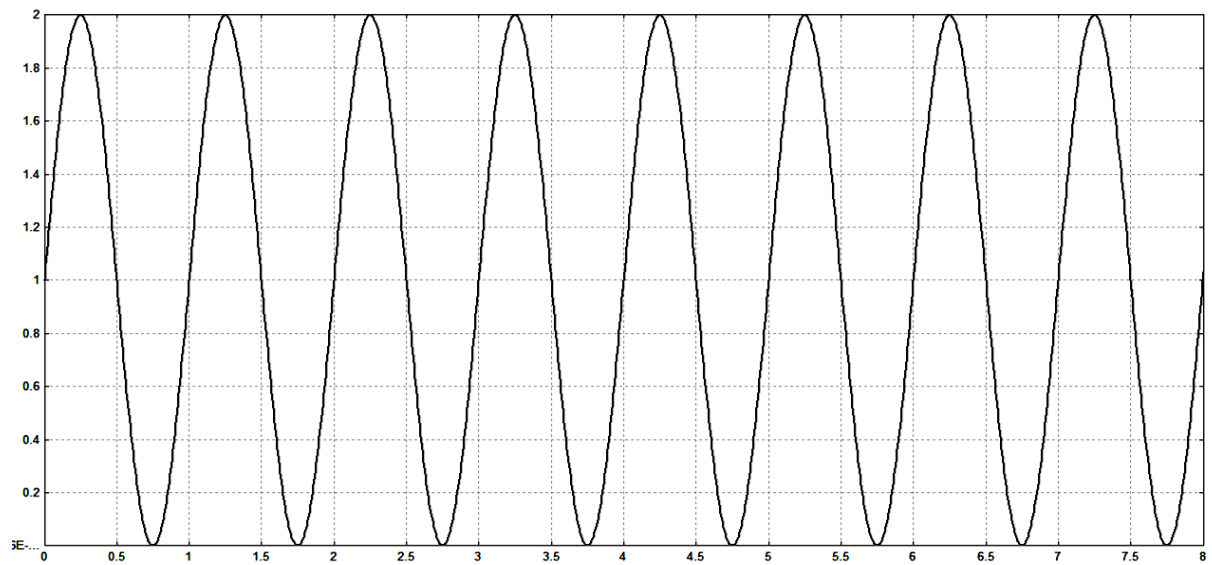
PERSONNUMMER:

Figurer till uppgift 8:

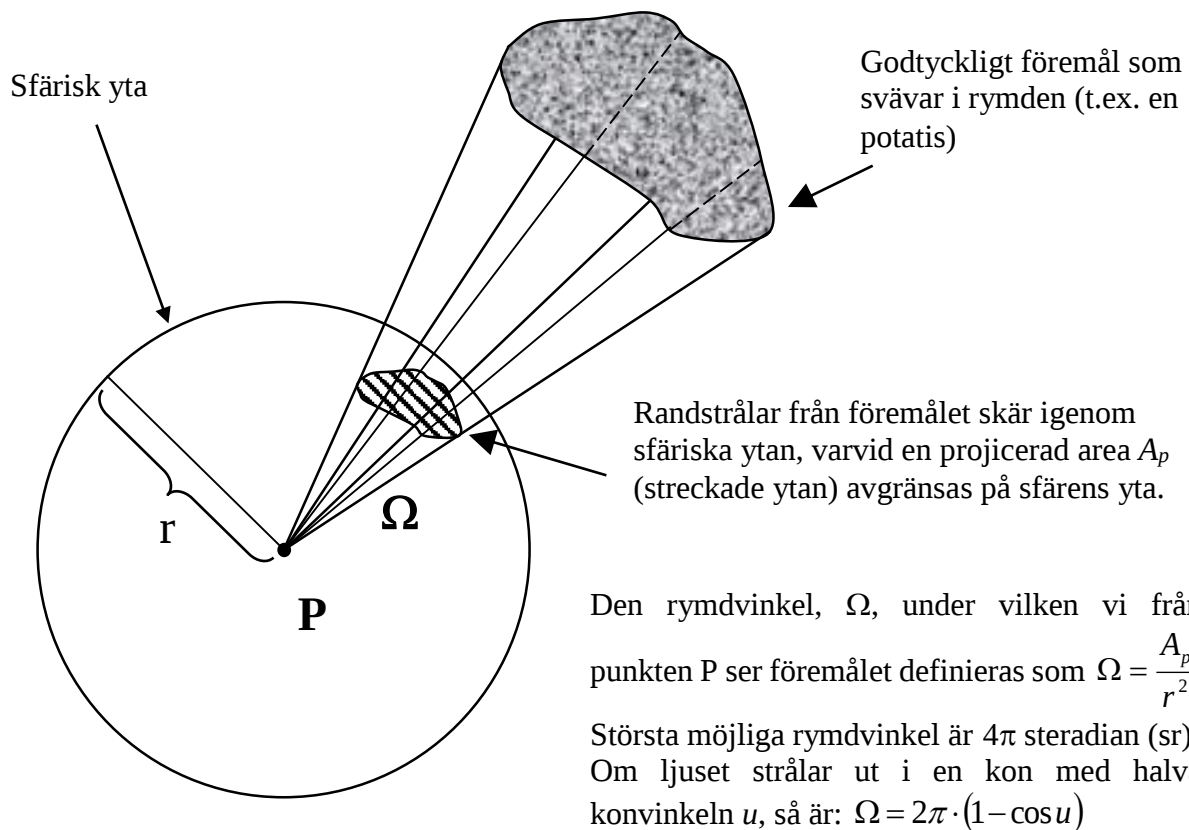
Moiré:



Svävning:



Formelblad: Fotometri och Fotografi



Fotometri

Strålningseffekten omvandlas med hjälp av ögats spektrala känslighetskurva till **ljusflöde**, Φ , som har sorten **lumen** (lm).

Utstrålning:

$$\text{Ljusstyrka, } I = \frac{\Phi}{\Omega} \left[\frac{\text{lm}}{\text{sr}} = \text{candela} \right]$$

$$\text{Luminans, } L = \frac{\Phi}{A_{\text{källa}} \cdot \Omega \cdot \cos \vartheta} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2 \text{sr}} \right]$$

För svartkroppsstrålare beror L bara på temperaturen. För en perfekt matt reflekterande yta beror L linjärt på reflektionsförmågan och infallande belysning.

Instrålning:

$$\text{Belysning, } E = \frac{\Phi}{A_{\text{in}}} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \text{lux} \right]$$

Radiometri

Utstrålning:

$$\text{Radians, } R = \frac{P}{A_{\text{källa}} \cdot \Omega \cdot \cos \vartheta} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{sr}} \right]$$

För svartkroppsstrålare är

$R = 1.80 \times 10^{-8} \times T^4$, där T = temperaturen i Kelvin.

$$\text{Kameran med bländartal: } F = \frac{f}{D}$$

$$\text{Diffraktion: } D \cdot \sin \varnothing = 1,22 \cdot \lambda$$

$$\text{Ljusbrytning: } n \cdot \sin i = n' \cdot \sin i'$$

$$\text{Avbildning: } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \quad M = \frac{B}{A} = \frac{b}{a}$$

$$\text{Korrekt perspektiv: } s = M_{\text{kopia}} \cdot f$$

$$\text{Belysning: } E \approx \frac{L\pi}{4F^2}$$

Lösningar till tentan i SK1140, 190531:

Uppgift 1

- a) Signal-to-noise ratio, signal-brus förhållandet d.v.s. hur stark signalen är i förhållandet till bruset. Se avsnitt 14.5 i fotokompendiet.
- b) $SNR = \text{medelvärde av pixlarna} / \text{standard avvikelsen av pixlarna} = 114,76 / 2,79 = 41$. (Alt. $10 \cdot \log_{10}(41) = 16$ dB)
- c) Om vi utgår från att SNR i huvudsak bestäms av fotonbruset så är bruset proportionellt mot $\sqrt{N}$ (N = antalet detekterade fotoner) och därför är $SNR \sim N/\sqrt{N} = \sqrt{N}$. En fördubbling av ISO (2 ggr) innebär att hälften så många fotoner detekteras ($1/2$) och SNR minskar med $\sqrt{1/2}$, d.v.s. $SNR = 41/\sqrt{2} \approx 30$. (Alt. 15 dB)

Uppgift 2

Måste ha en kontrast på minst 40 % i bilden när motivet har en kontrast på 60 %, d.v.s. $MTF \geq 0,40/0,60 = 0,67$ för defekterna. MTF-kurvorna är angivna för ortsfrekvensen i sensorplanet och vi måste därför räkna om motivstorleken 1 mm på 1,0 m till sensorplanet: $M=B/A=b/a \approx f/a$ med $f = 25$ mm, $a = 1,0$ m, $A = 1$ mm blir $B=0,025$ mm. Ortsfrekvensen blir alltså $1/(0,025 \text{ mm}) = 40 \text{ mm}^{-1}$ om vi betraktar defekten som ett linjepar, eller $1/(2 \cdot 0,025 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}^{-1}$ om defekten är som en linje. Den röda MTF-kurvan är högre än 0,67 för båda ortsfrekvenserna så svaret blir: Ja, objektivet ger en kontrast som är hög nog för att upptäcka defekterna.

Uppgift 3

Brännvidden (f) är avståndet från bakre huvudplan till fokuspunkt. Fokuspunkten är där strålarna går samman (eftersom de kom från ett avlägset objekt). Hitta bakre huvudplanet genom att se var inkommande och utgående strålar ser ut att skära varandra. Inställning A och C har samma brännvidd, medan B har en kortare. Bländartalet (F) = brännvidd / diameter. B och C har samma bländaröppning, medan A har en större öppning. Alltså har C högst F (lång f och liten öppning), medan A och B har samma F (A har dubbelt så lång f och dubbelt så stor öppning jämfört med B).

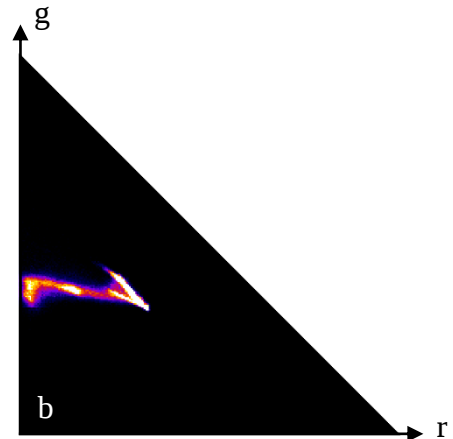
	Brännvidd (f)	Bländaröppningens diameter	Bländartal (F)
A	Lång (lika med C)	Stor	Lågt (lika med B)
B	Kort	Liten (lika med C)	Lågt (lika med A)
C	Lång (lika med A)	Liten (lika med B)	Högst

Uppgift 4

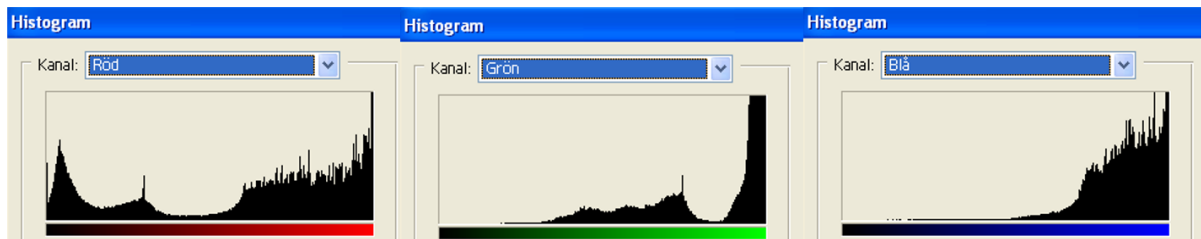
Vill ha platt perspektiv och väljer därför längsta brännvidden på $f=70$ mm. Avbildningsskalan $M=B/A=b/a \approx f/a$ blir 0.072 ggr med $B=36$ mm och $A=50$ cm, vilket ger $a=97,2$ cm. Men perspektivet blir ännu plattare om motivavståndet är större, fast då måste du använda digital zoom eller beskära bilden efteråt. Om du t.ex. använder hela rummets längd ($a=5$ m) blir $M=0.014$ ggr och utan zoom / beskärning blir $A=2,57$ m så då behövs det ca 5 ggr digital zoom.

Uppgift 5

- a) Bilden innehåller blå/cyan i flera olika nyanser, vita områden och omättad grön. Alltså borde färgtriangeln ha information i mitten (vitt) och i ett brett stråk som sträcker sig från vitt och hela vägen ut åt vänster mot mättad blå/cyan, samt ett kortare stråk som sträcker sig från vitt upp en liten bit mot grön. Triangeln innehåller inga röda nyanser och ingen mättad grön eller gul. (Bilden här bredvid visar hur färgtriangeln ser ut från imageJ men så exakt behöver naturligtvis inte svaret vara).



- b) De vita pixlarna i bilden innehåller värden i alla tre färgkanalerna (R,G,B) och de blå bara i B. Eftersom det är mycket blått i bilden borde det blåa histogrammet ha många pixlar på de höga värden; alltså topp mot höga värden i blått. Det röda histogrammet borde ha fler pixlar på de låga nivåerna, men även några på höga värden eftersom det finns vita pixlar; alltså ett ganska jämnt histogram i rött. Det gröna histogrammet borde hamna någonstans mitt emellan med fler pixlar på låga nivåer än blått har men inte så många som rött har. (Bilderna här nedan visar Photoshop histogrammen men så exakt behöver naturligtvis inte svaret vara).



- c) Histogrammen visar R, G, B separat, medan färgtriangeln visar r,g,b som är den normerade kombinationen av R, G, B (se avsnitt 12.4 i boken).

Färgtriangeln visar alltså vilka färger (nyanser, färgmättnad, färgtoner) som faktiskt finns med i bilden, vilket inte syns i histogrammen eftersom de inte visar hur röda, gröna och blå nivåer hänger samman.

Histogrammen visar exponeringen av pixlarna och därmed vilken intensitet (ljushet) bilden har, vilket inte syns i de normerade r,g,b i färgtriangeln.

Uppgift 6

Storhet	Värde	Enhet
Ljusflöde, Φ	$\Phi = 850$	lumen
Rymdvinkel, Ω	$\Omega = 2\pi(1 - \cos 30^\circ) = 0,84$	steradianer
Ljusstyrka, I	$I = 850/0,84 = 1010$	candela
Belysning, E på motivavstånd 5 meter	$A_{in} = A_p = 0,84 \cdot 5^2 = 21 \text{ m}^2$ $E = 850/21 = 40$	lux

Uppgift 7

Bakgrunden märks så lite som möjligt vid porträttfotografering = vill ha kort skärpedjup = behöver stor bländaröppning = lägsta möjliga bländartal = $f/4$. Men om bländartalet ändras från 16 till 4 kommer bilden att bli överexponerad och vi måste därför förkorta exponeringstiden för att fortfarande få bra exponering $H = E \cdot t$. Belysningen i sensorplanet är $E \sim 1/F^2$ och blir alltså $(16/4)^2 = 16$ ggr högre (= 2^4 p.g.a. 4 bländarsteg: 4 5,6 8 11 16) och då måste exponeringstiden t bli 16 ggr kortare d.v.s. $1/(50 \cdot 16) \text{ s} = 1/800 \text{ s}$.

Uppgift 8

Moiré är en artfakt som uppkommer om man samplar en bild med en samplingsfrekvens v_s som är lägre än 2 ggr den högsta frekvens som finns i bilden $v_{\max}$. Det innebär att information i bilden förloras vid samplingen och falska, lägre ortsfrekvenser uppkommer.

Svävning uppkommer när man använder en samplingsfrekvens som ligger nära men ändå uppfyller samplingskriteriet $v_s > 2 \cdot v_{\max}$. Svävning syns som en variation i kontrasten hos de högsta ortsfrekvenserna och kan reduceras med hjälp av rekonstruktionsalgoritmer. Vid svävning finns informationen i bilden kvar.

Mönstret i denna fråga har en ortsfrekvens på 1 linjepar / längdenhet på x-axeln. Nyquist frekvensen är alltså $1/0,5 = 2$ samplingspunkter / längd. Exempel på Moiré resp svävning:

