



# G3 CCD kamera

## Uživatelská příručka



moravian instruments

Verze 3.3

Modifikováno 3. dubna 2018

Tato publikace byla vytvořena ve snaze poskytnout přesné a úplné informace. Společnost Moravské přístroje a.s. nepřijímá žádné záruky týkající se obsahu této publikace a vyhrazuje si právo měnit obsah dokumentace bez závazku tyto změny oznámit jakékoli osobě či organizaci.

Kamery Gx nejsou autorizovány a nemohou být používány v systémech podpory života bez písemného svolení firmy Moravské přístroje. Záruka na produkt zahrnuje opravy a případně náhradu vadných součástí, nikoliv však náhradu jakýchkoliv následných škod.

Copyright © 2000-2018, Moravské přístroje a.s.

Moravské přístroje

Masarykova 1148

763 02 Zlín

tel./fax: +420 577 107 171

www: <http://www.gxccd.com/>

e-mail: [info@gxccd.com](mailto:info@gxccd.com)

# Obsah

Úvod.....	5
Kamera G3 CCD a příslušenství.....	7
CCD a elektronika kamer.....	10
CCD čip.....	13
Model G3-1000.....	13
Model G3-6300.....	14
Model G3-11000.....	14
Model G3-11000C.....	14
Model G3-16200.....	15
Model G3-16200C.....	15
Elektronika kamery.....	15
Model G3-1000.....	16
Model G3-6300.....	16
Model G3-11000.....	16
Model G3-16200.....	17
Chlazení CCD a napájecí zdroj.....	18
Napájecí zdroj.....	19
Mechanické specifikace.....	21
Rozměry hlavy kamery.....	22
Adaptéry dalekohledů.....	28
Adaptér pro mimo-osovou pointaci (OAG).....	30
Uchycení kamery přímo na montáž.....	31
Barevné varianty kamer.....	32
Údržba kamery.....	33
Výměna pohlčovače vlhkosti.....	33
Výměna pohlčovače vlhkosti.....	34
Výměna filtrů.....	36
Výměna celého filtrového kola.....	38
Výměna adaptéru dalekohledu.....	38
Pojistka napájecího zdroje.....	39

---

# Úvod

Děkujeme za zakoupení velkoformátové CCD kamery. Kamery série G3 jsou navrhovány pro zobrazování v podmínkách extrémně slabého osvětlení v astronomii, mikroskopii apod. Konstrukce kamer této série vychází z řady G2, s níž sdílí precizní elektroniku poskytující uniformní obrazové pole bez artefaktů a extrémně malý čtecí šum limitovaný pouze CCD čipem. Shodná je robustní konstrukce, bohatá programová podpora a snadná obsluha. Hlava CCD kamer G3 je ale dostatečně velká, aby mohla obsahovat detektor velikosti až 24×36 mm.

Kamery G3 mohou obsahovat navíc filtrové kolo s 5 pozicemi pro filtry o průměru 50 mm (2 palce).

Kamery série G3 mohou být doplněny externím filtrovým kolem, není ale možné kombinovat interní a externí kolo na jedné kameře. Kamera G3 musí být vyrobena bez interního filtrového kola, aby bylo možné použít externí filtrové kolo.

Kamery série G3 jsou navrhovány k práci spolu s osobním počítačem (PC). Na rozdíl od digitálních fotoaparátů, které pracují na počítači nezávisle, vědecké chlazené CCD kamery vyžadují počítač pro řízení, nahrávání obrázků, jejich zpracování a ukládání apod. K práci s kamerami je zapotřebí počítač, který:

1. Je kompatibilní se standardem PC.
2. Pracuje s moderním 32 nebo 64 bitovým systémem Windows.

Ovladače pro 32 bitové a 64 bitové systémy Linux jsou také k dispozici, ale program pro ovládání kamery a zpracování obrazu, dodávaný spolu s kamerami, vyžaduje k práci operační systém Windows.

3. Je vybaven alespoň jedním USB portem.

Kamery G3 a G4 jsou navrhovány pro práci s USB 2.0 high-speed (480 Mbps) rozhraním. Ačkoliv jsou plně zpětně kompatibilní s rozhraním USB 1.1 full-speed (12 Mbps), čas stahování obrázků je při použití takového rozhraní delší.

USB rozbočovač (USB hub) může rozšířit počet USB portů. Typický USB rozbočovač zabere jeden USB port v počítači a poskytne čtyři volné USB porty. Je nutno se ale ujistit, že použitý rozbočovač je kompatibilní se standardem USB 2.0 high-speed.

Je ale nutné mít na paměti, že pokud je k USB rozbočovači připojeno více zařízení, rozbočovač musí k přenosu dat do PC používat svou jedinou linku. Ačkoliv kamery G3 a G4 pracují i po připojení přes rozbočovač, může to mít negativní vliv na dobu stahování snímků. Doporučujeme proto připojit přes rozbočovač jiná USB zařízení a pro kameru rezervovat přímé připojení do PC.

4. Alternativně je možné použít rozhraní Gx Camera Ethernet Adapter. Tento adaptér dokáže připojit až 4 kamery série Gx (tedy nejen G3, ale také G0, G1, G2 i G4) nabízí 1 Gbps a 10/100 Mbps rozhraní Ethernet pro přímé spojení s řídicím počítačem. Protože počítač pak s kamerami komunikuje protokolem TCP/IP, je možné do cesty vložit např. WiFi most nebo jiné síťové zařízení.

Kamery G3 potřebují k práci externí napájecí zdroj. Není možné provozovat kameru z napájení poskytovaného USB připojením, což bývá obvyklé u malých a jednoduchých kamer (např. u tzv. webových kamer). Kamery G3 obsahují velmi efektivní chlazení CCD čipu, mechanickou závěrku a mohou obsahovat filtrové kolo, takže jejich spotřeba přesahuje možnosti USB napájení. Na druhé straně samostatné napájení zbavuje uživatele problémů s úbytkem napětí na příliš dlouhých USB kabelech, s rychlým vybíjením baterií přenosných počítačů apod.

Kamera musí být připojena k nějakému optickému systému (např. k dalekohledu), aby mohla snímat obrazy. Kamera je navrhována pro dlouhé expozice, nezbytné k zachycení velmi slabých objektů. Pokud je kamera použita s dalekohledem, je nezbytné, aby dalekohled na montáži dokázal hladce sledovat objekt během celé expozice.

---

# Kamera G3 CCD a příslušenství

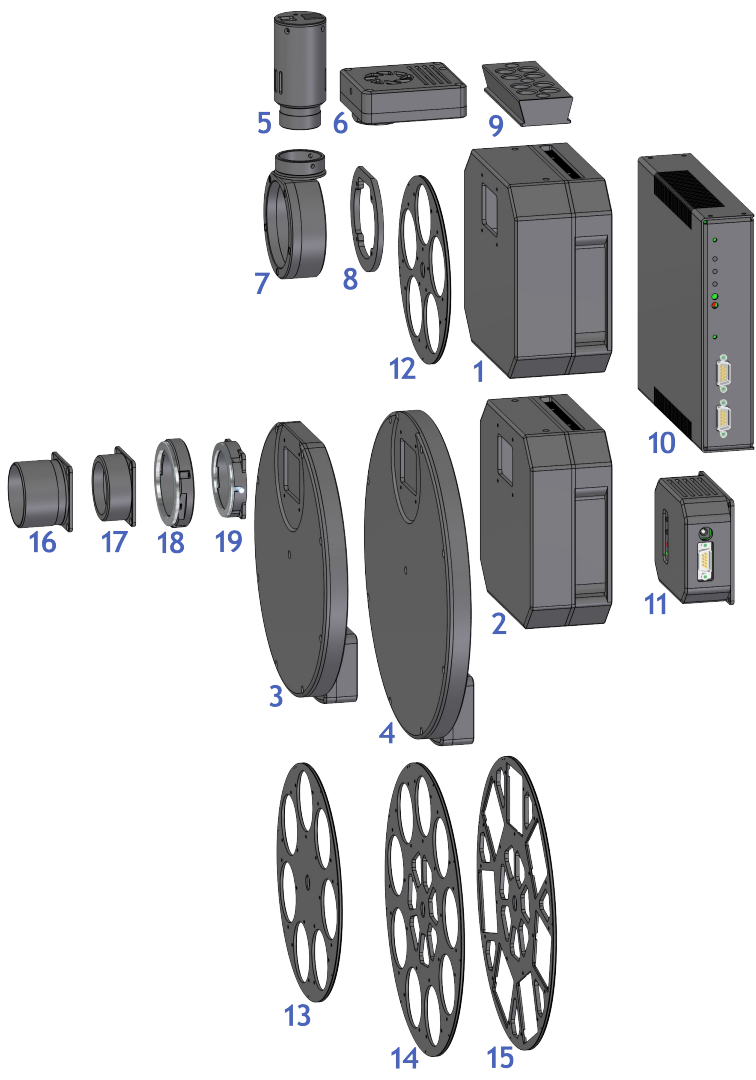
Kamera G3 může být snadno kombinována z řadou prvků celého systému. Různé konfigurace vyhovují rozdílným požadavkům podle aplikace, dalekohledu, filtrů, pointaci atd. Kamera je vyráběna ve dvou variantách:

- Kamera s interním filtrovým kolem s 5 pozicemi pro filtry ve 2 palcových objímkách nebo D50 mm filtry bez objímek.
- Kamera s řídicím portem pro externí filtrové kolo. Tento model dovoluje připojení externího kola se 7 pozicemi pro filtry ve 2 palcových objímkách nebo D50 mm filtry bez objímek.

Ke kamerám je k dispozici řada adaptérů pro dalekohled, připojitelná ke všem variantám hlavy kamery – bez filtrového kola, s interním filtrovým kolem i s externím filtrovým kolem.

Poznamenejme, že není možné kombinovat interní a externí filtrové kolo u jedné kamery. Externí filtrové kolo používá celou elektroniku, která normálně zůstává nevyužita pokud kamera není vybavena interním filtrovým kolem. Toto řešení eliminuje zvláštní napájecí i řídicí kabely pro externí filtrové kolo, která je napájeno i ovládáno pouze k hlavě kamery. Také přináší plnou kompatibilitu ovladačů a řídicích programů, protože software nerozlišuje mezi interním a externím kolem, pouze je rozdílný počet dostupných filtrů.

Všechny adaptéry dalekohledu, které zachovávají vzdálenost ohniskové roviny (Back Focal Distance – BFD), což jsou typicky adaptéry pro fotografické objektivy a také např. OAG adaptér, jsou navrženy pro přímé připojení k externímu filtrovému kolu. Pokud mají být použity na kameře s interním filtrovým kolem nebo úplně bez filtrového kola, je nezbytné použít distanční vložky. Nízká distanční vložka kompenzuje rozdíl vzdáleností k senzoru mezi variantami s externím a s interním filtrovým kolem a vysoká distanční vložka má tloušťky externího filtrového kola vyrovnává rozdíl ve vzdálenostech mezi kamerou s externím kolem a bez filtrového kola.



Obr. 1: Schema komponent systému kamer G3

Komponenty systému kamer G3 zahrnují:

1. Hlava kamery G3 s interním filtrovým kolem
2. Hlava kamery G3, dovolující použití externího filtrového kola
3. Externí filtrové kolo velikosti „S“ (7 pozic)
4. Externí filtrové kolo velikosti „L“ (9 nebo 7 pozic)
5. Pointační kamera G0
6. Pointační kamera G1
7. OAG adaptér se závitem M68×1
8. Vložka kompenzující vzdálenost k senzoru IFW a EFW kamer
9. 1.75” Lichoběžníková liška „rybina“ pro kamery G3
10. Gx Camera Ethernet Adapter (x86 CPU)
11. Gx Camera Ethernet Adapter (ARM CPU)

Camera Ethernet Adapter dovoluje připojení až 4 kamer Gx libovolného typu na jedné straně a 1 Gbps Ethernet rozhraní na druhé straně. Tento adaptér umožňuje připojení kamer Gx směrovatelným protokolem TCP/IP na prakticky neomezenou vzdálenost.

12. Interní filtrové kolo s 5 pozicemi pro 2”/D50 mm filtry
13. Externí filtrové kolo „S“ se 7 pozicemi pro 2”/D50 mm filtry
14. Externí filtrové kolo „L“ s 9 pozicemi pro 2”/D50 mm filtry
15. Externí filtrové kolo „L“ se 7 pozicemi pro 50×50 mm filtry
16. Válcový 2 palcový adaptér
17. Adaptér T-závit (M42×0,75)
18. Adaptér Canon EOS bajonet pro objektivy kompatibilní s Canon
19. Adaptér Nikon bajonet pro objektivy kompatibilní s Nikon



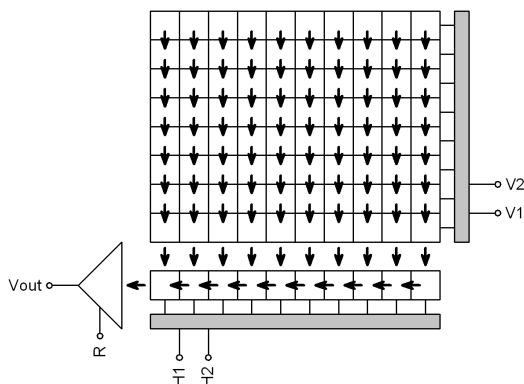
---

# CCD a elektronika kamer

Kamery série G3 jsou vyráběny se dvěma typy CCD detektorů OnSemi (dříve Kodak):

- **Kamery G3 detektory OnSemi KAF s tzv. „Full Frame“ (FF) architekturou.** Prakticky celá plocha pixelů CCD čipů s touto architekturou je vystavena světlu. Z tohoto důvodu má tento typ detektorů velmi vysokou kvantovou účinnost. FF CCD určené pro vědecké aplikace nebývají vybaveny tzv. Anti-Blooming elektrodou (ABG), zabráňující přetékání náboje do sousedních pixelů při přeexponování, což zajišťuje lineární odezvu na světlo v celém dynamickém rozsahu. FF CCD detektory používané pro astrofotografii ABG elektrodu mají, ABG elektroda ale snižuje citlivost CCD.

Kamery s FF CCD jsou tedy vhodné pro vědecké aplikace, kde je linearita kamery základním předpokladem pro fotometrická měření. Vysokou kvantovou účinnost lze využít také pro úzkopásmovou astronomickou fotografii, kde k přeexponování zpravidla nedochází a případně pro fotografii plošně malých objektů, v jejichž zorném poli se nevyskytuje příliš jasná hvězda.

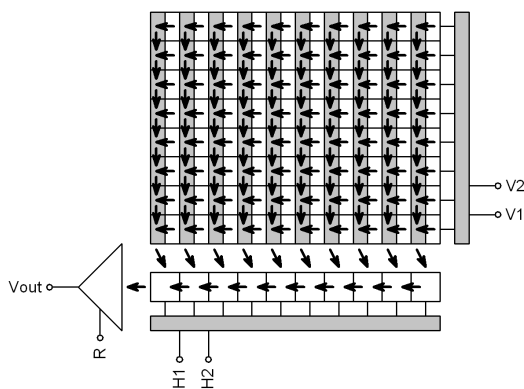


Obr 2: Schéma „Full Frame“ CCD čipu

- **Kamery G3 s detektory OnSemi KAI s tzv. „Interline Transfer“ (IT) architekturou.** Na ploše CCD čipů s touto architekturou je vždy vedle sloupce pixelů zachycujících světlo sloupec zastíněný, označovaný jako vertikální registr. Na konci expozice stačí jediným impulsem přenést náboj naakumulovaný v pixelech do vertikálních registrů. Poté je náboj již obdobně jakou v případě FF detektorů přenášen z vertikálních registrů do horizontálního registru a digitalizován. Tento mechanismus je také označován jako „elektronická závěrka“, neboť dovoluje pořizování velmi krátkých expozičních a také dovoluje vyčítání snímku bez zastínění čipu mechanickou závěrkou.

I kamery s těmito CCD detektory jsou vybaveny mechanickou závěrkou, protože elektronická závěrka např. nedovoluje pořízení temných snímků, potřebných pro kalibraci obrazu, apod.

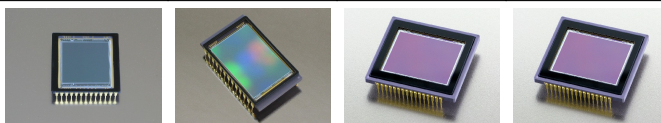
Za elektronickou závěrku platí IT detektory nižší kvantovou účinností ve srovnání s FF čipy. Zpravidla jsou také všechny IT detektory vybaveny ABG a dovolují tedy snímání i velmi jasné objekty bez přetoků náboje do vedlejších pixelů.



Obr 3: Schéma „Interline Transfer“ CCD čipu

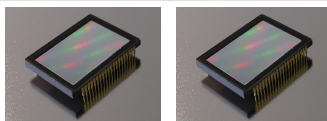
Modely kamer G3 s FF CCD architekturou:

Model	G3-1000	G3-6300	G3-16200	G3-16200
CCD čip	KAF-1001E	KAF-6303E	KAF-16200	KAF-16200
Rozlišení	1024×1024	3072×2048	4540×3640	4540×3640
Pixelu	24×24 μm	9×9 μm	6×6 μm	6×6 μm
Rozměry čipu	24,6×24,6 mm	27,7×18,4 mm	27,2×21,8 mm	27,2×21,8 mm
ABG	No	No	Yes	Yes
Barevný čip	No	No	No	No



Modely kamer G3 s IT CCD architekturou:

Model	G3-11000	G3-11000C
CCD čip	KAI-11002	KAI-11002
Rozlišení	4032×2688	4032×2688
Pixel	9×9 μm	9×9 μm
Rozměry čipu	36,3×24,2 mm	36,3×24,2 mm
ABG	Ano	Ano
Barevný čip	Ne	Ano



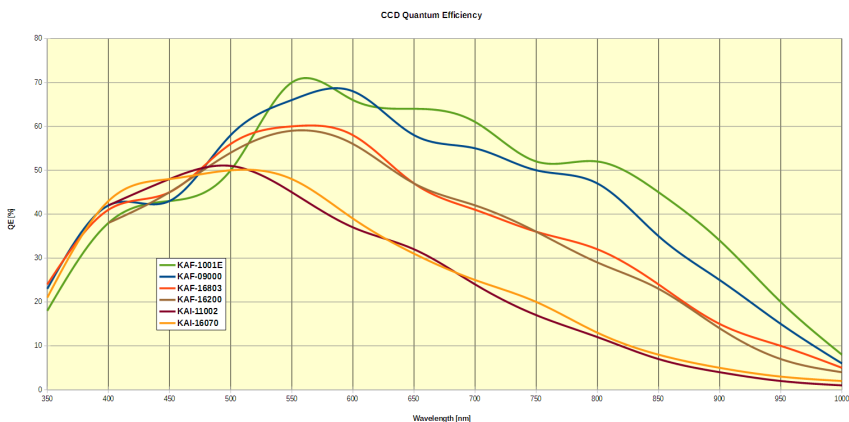
Kamery označené příponou „C“ obsahují CCD čip pokrytý tzv. Bayerovou maskou. Před jednotlivými pixely jsou barevné filtry základních barev (červená, zelená, modrá) a každý pixel tedy zachycuje světlo jen odpovídající patřičné barvě.

Tyto kamery jsou schopny pořídít barevný snímek jedinou expozicí a bez nutnosti výměny barevných filtrů. Na druhé straně barevná maska přináší menší citlivost a omezuje použití kamery např. pro snímání s úzkopásmovými filtry apod.

Protože každý pixel barevného snímače je pokryt filtrem propouštějícím právě jednu ze základních barev, je pro každý pixel nutno dopočítat (interpolovat) další dvě barvy, což přirozeně omezuje rozlišení barevného snímku. Snímání barevnými CCD detektory podrobněji popisuje kapitola „Barevné snímky“.

## CCD čip

Kvantová účinnost (citlivost) CCD detektorů použitých v kamerách G3 závisí na daném modelu.



Obr. 4: Citlivost CCD detektorů používaných v kamerách série G3

Vlastní temný proud těchto detektorů je velice nízký v porovnání s jinými CCD čipy s vlastnostmi vhodnými pro náročné vědecké aplikace, což vede k velice dobrému poměru signál/šum.

## Model G3-1000

G3-1000 používá 1 MPx CCD OnSemi KAF-1001E Class 1 nebo 2.

<b>Rozlišení</b>	1024×1024 pixelů
------------------	------------------

<b>Velikost pixelu</b>	24×24 μm
<b>Obrazová plocha</b>	24,6×24,6 mm
<b>Plná kapacita pixelu</b>	Přibližně 220 000 e-
<b>Plná kapacita výstupu</b>	Přibližně 650 000 e-
<b>Temný proud</b>	17 e-/s/pixel při 0°C
<b>Zdvojení temného proudu</b>	5,5 °C

## Model G3-6300

G3-6300 používá 6 MPx OnSemi KAF-6303E Standard Class CCD.

<b>Rozlišení</b>	3072×2048 pixelů
<b>Velikost pixelu</b>	9×9 μm
<b>Obrazová plocha</b>	27,7×18,4 mm
<b>Plná kapacita pixelu</b>	Přibližně 100 000 e-
<b>Plná kapacita výstupu</b>	Přibližně 220 000 e-
<b>Temný proud</b>	1 e-/s/pixel při 0°C
<b>Zdvojení temného proudu</b>	6,3 °C

## Model G3-11000

G3-11000 používá 11 MPx CCD OnSemi KAI-11002 Class 1 nebo 2.

<b>Rozlišení</b>	4032×2688 pixelů
<b>Velikost pixelu</b>	9×9 μm
<b>Obrazová plocha</b>	36,3×24,2 mm
<b>Plná kapacita pixelu</b>	Přibližně 60 000 e-
<b>Temný proud</b>	12 e-/s/pixel při 0°C
<b>Zdvojení temného proudu</b>	7 °C
<b>ABG</b>	>1000×

## Model G3-11000C

G3-11000C používá 11 MPx CCD OnSemi KAI-11002 Class 1 nebo 2 s barevnou (tzv. Bayerovou) maskou.

## Model G3-16200

G3-16200 používá 16 MPx CCD OnSemi KAF-16200.

<b>Rozlišení</b>	4540×3640 pixelů
<b>Velikost pixelu</b>	6×6 μm
<b>Obrazová plocha</b>	27,2×21,8 mm
<b>Plná kapacita pixelu</b>	Přibližně 41 000 e-
<b>Temný proud</b>	0,08 e-/s/pixel při 0°C
<b>Zdvojení temného proudu</b>	5,7 °C
<b>ABG</b>	2800×

## Model G3-16200C

G3-16200C používá 16 MPx CCD OnSemi KAF-16200 s barevnou (tzv. Bayerovou) maskou.

## Elektronika kamery

16 bitový A/D převodník s korelovaným dvojitým vzorkováním zajišťuje vysoký dynamický rozsah a čtecí šum na úrovni samotného CCD čipu. Rychlé USB rozhraní dovoluje stažení snímku během několika sekund.

Maximální délka USB kabelu je 5 m. Tato délka může být prodloužena na 10 m použitím USB rozbočovače (USB hub) nebo aktivního USB prodlužovacího kabelu. V jednom spojení může být použito až 5 aktivních prodlužovacích kabelů nebo USB rozbočovačů.

Jednotka Gx Camera Ethernet Adapter dovoluje připojení až čtyř kamer Gx libovolného typu přes rozhraní Ethernet a protokol TCP/IP. Protože protokoly TCP/IP je možné směrovat, vzdálenost mezi kamerami a řídicím počítačem je tak prakticky neomezená.

<b>Rozlišení ADC</b>	16 bitů
<b>Vzorkování</b>	Korelované dvojitě vzorkování
<b>Čtecí módy</b>	Náhled Nízkošumový
<b>Vodorovný binning</b>	1 až 4 pixely

<b>Svislý binning</b>	1 až 4 pixely
<b>Čtení podoblastí</b>	Libovolná podoblast
<b>Rozhraní</b>	USB 2.0 high-speed
	USB 1.1 full-speed

Binning může být kombinován nezávisle v obou osách.

Čas stažení snímku a čtecí šum je závislý na konkrétním modelu kamery.

### Model G3-1000

<b>Zesílení</b>	3 e-/ADU (1×1 binning)
	5 e-/ADU (jiný binning)
<b>Systémový čtecí šum</b>	12 e- (Nízký šum)
	15 e- (Náhled)
<b>Stažení celého snímku</b>	1,6 s (Nízký šum)
	1,3 s (Náhled)

### Model G3-6300

<b>Zesílení</b>	1,5 e-/ADU (1×1 binning)
	2,3 e-/ADU (jiný binning)
<b>Systémový čtecí šum</b>	10 e- (Nízký šum)
	12 e- (Náhled)
<b>Stažení celého snímku</b>	9,4 s (Nízký šum)
	7,3 s (Náhled)

### Model G3-11000

<b>Zesílení</b>	0,8 e-/ADU (1×1 binning)
	1,6 e-/ADU (jiný binning)
<b>Systémový čtecí šum</b>	11,5 e- (Nízký šum)
	13 e- (Náhled)
<b>Stažení celého snímku</b>	14,9 s (Nízký šum)

---

11,2 s (Náhled)

---

## **Model G3-16200**

<b>Zesílení</b>	0,6 e-/ADU (1×1 binning)
	1,0 e-/ADU (jiný binning)
<b>Systémový čtecí šum</b>	10 e- (Nízký šum)
	11 e- (Náhled)
<b>Stažení celého snímku</b>	24,5 s (Nízký šum)
	18,8 s (Náhled)

---



---

# Chlazení CCD a napájecí zdroj

Regulované dvoustupňové termoelektrické chlazení dokáže ochladit CCD čip v závislosti na typu kamery o 45 až 50 °C pod okolní teplotu. Horká strana Peltiérových článků je chlazená ventilátory. Teplota CCD čipu je regulována s přesností  $\pm 0.1$  °C. Účinné chlazení minimalizuje vlastní temný proud CCD čipu a přesná regulace teploty dovoluje správnou kalibraci pořízených snímků.

Kamery řady G3 jsou vyráběny ve dvou variantách, lišících se úrovní chlazení:

- Kamery se **standardním** chlazením, dosahující rozdílů teplot asi 45 °C pod okolní teplotu.
- Kamery s **zvýšeným** chlazením, dosahující regulovaného rozdílu teplot až 50 °C pod okolím. Tato varianta kamer je ve srovnání se standardními kamerami mírně hlubší díky zvětšenému chladiči, mírně těžší a díky použitým výkonnějším ventilátorům i mírně hlučnější.

Hlava kamery obsahuje dva tepelné senzory – první měří přímo teplotu CCD čipu, druhý senzor měří teplotu vzduchu chladičové horkou stranu Peltiérových článků.

Výkon chlazení závisí na okolních podmínkách a také na kvalitě napájení. Pokud napájecí napětí klesne pod 12 V, maximální tepelný rozdíl se zmenší.

<b>Chlazení CCD čipu</b>	Termoelektrické (Peltiérový) články
<b><math>\Delta T</math> standardní chlazení</b>	48 °C pod okolím maximálně 45 °C pod okolím typicky
<b><math>\Delta T</math> zvýšené chlazení</b>	53 °C pod okolím maximálně 50 °C pod okolím typicky
<b>Přesnost regulace</b>	$\pm 0,1$ °C
<b>Chlazení horké strany</b>	Nucený oběh (dva ventilátory) Volitelně kapalinový výměník

Maximální rozdíl teplot mezi CCD čipem a okolním je dosažen, pokud chlazení pracuje na 100% výkonu. Nicméně v takovém případě nemůže být teplota čipu

účinně regulována, protože kamera nemá prostor k zesílení chlazení, pokud okolní teplota vzroste. Typický teplotní rozdíl může být dosažen s chlazením pracujícím asi na 85% výkonu, což zaručuje dostatečný prostor k regulaci.



Obr. 5: Porovnání kamer se standardním (vlevo) a posíleným (vpravo) chlazením

## Napájecí zdroj

Možnost napájení neregulovaným stejnosměrným napětím 12 V dovoluje kameře pracovat z jakýchkoliv zdrojů, včetně baterií, síťových adaptérů apod. S kamerou je dodáván univerzální síťový adaptér 100-240 V AC/50-60 Hz, 60 W. Ačkoliv spotřeba kamery nepřesahuje 55 W, maximální výkon 60 W u zdroje dodávaného s kamerou zajišťuje stabilitu napájení a minimální rušení.

<b>Napájení kamery</b>	12 V DC
<b>Spotřeba kamery</b>	15 W bez chlazení 52 W maximální chlazení
<b>Napájecí konektor</b>	5,5/2,5 mm, + uprostřed
<b>Vstupní napětí zdroje</b>	100-240 V AC/50-60 Hz
<b>Výstupní napětí zdroje</b>	12 V DC/5 A
<b>Výkon zdroje</b>	60 W

1. Spotřeba je měřena na síťové (AC) straně dodávaného 12 V napájecího adaptéru. Odběr kamery ze zdroje 12 V je menší než odpovídá uvedené hodnotě.
2. Kamera obsahuje vlastní napájecí zdroje pro elektroniku, takže může být napájena z neregulovaného zdroje 12 V DC – vstupní napětí může být mezi 10 a 14 V. Nicméně některé parametry (např. efektivita chlazení) se mohou při nižším napájení zhoršit.
3. Kamery G3 měří své napájecí napětí a poskytují jeho hodnotu ovládacímu programu. Hodnota napětí je zobrazena v záložce „Cooling“ nástroje „Imaging Camera“ programu SIPS. Tato vlastnost je důležitá, zejména pokud je kamera napájena z baterií.



*Obr 6: Napájecí zdroj 12 V DC/5 A pro kamery G3 CCD.*

#### Varování:

Napájecí konektor na hlavě kamery má kladný pól na středovém kolíku. Ačkoliv všechny moderní napájecí zdroje používají stejnou polaritu, vždy je nezbytné přesvědčit se o správné polaritě, pokud je použit jiný, než dodávaný napájecí zdroj.

---

# Mechanické specifikace

Kompaktní a robustní hlava kamery měří 154×154×65 mm u modelu se standardním chlazením bez interního filtrového kola. Rozšířené chlazení zvětší hloubku kamery o 11 mm a interní filtrové kolo o dalších 12,5 mm. Hlava je vyrobena CNC obráběním z kvalitního duralu a černě eloxována. Vlastní hlava obsahuje USB-B konektor a konektor pro 12 V DC napájení. Žádné další části (samostatná CPU skříňka, skříňka s USB rozhraním apod.) s výjimkou síťového adaptéru nejsou zapotřebí. Integrovaná mechanická závěrka dovoluje vyčítání obrazů bez rozmazání, stejně jako automatické pořizování temných snímků, nezbytné pro bezobslužné robotické aplikace. Integrované filtrové kolo má 5 pozic pro standardní 2 palcové filtry v objímkách se závitem M48×0,75. Kolem závitu jsou umístěny tři otvory se závity M3, které dovolují uchycení skleněného filtru bez objímky až do průměru 51 mm.

---

<b>Mechanická závěrka</b>	Ano, clonková závěrka
<b>Nejkratší expoziční doba</b>	0,2 s
<b>Nejdélejší expoziční doba</b>	Limitována pouze saturací čipu
<b>Interní filtrové kolo (volitelné)</b>	5 pozic pro 2" objímky se závitem nebo 51 mm skleněné filtry
<b>Velikost hlavy se standardním chlazením</b>	154×154×65 mm (G3 bez filtrového kola) 154×154×77.5 mm (G3 s interním filtrovým kolem)
<b>Velikost hlavy se zvýšeným chlazením</b>	154×154×76 mm (G3-EC bez filtrového kola) 154×154×88.5 mm (G3-EC s interním kolem)
<b>Vzdálenost ohniskové roviny</b>	16,5 mm (G3 bez filtrového kola) 29 mm (G3 s interním filtrovým kolem) 33,5 mm (G3 s externím filtrovým kolem)
<b>Hmotnost hlavy se standardním chlazením</b>	1,6 kg (G3 bez filtrového kola) 1,9 kg (G3 s interním filtrovým kolem) 2,5 kg (G3 s externím filtrovým kolem „S“)

---

---

**Hmotnost hlavy se  
zvýšeným chlazením**

1,8 kg (G3-EC bez filtrového kola)

---

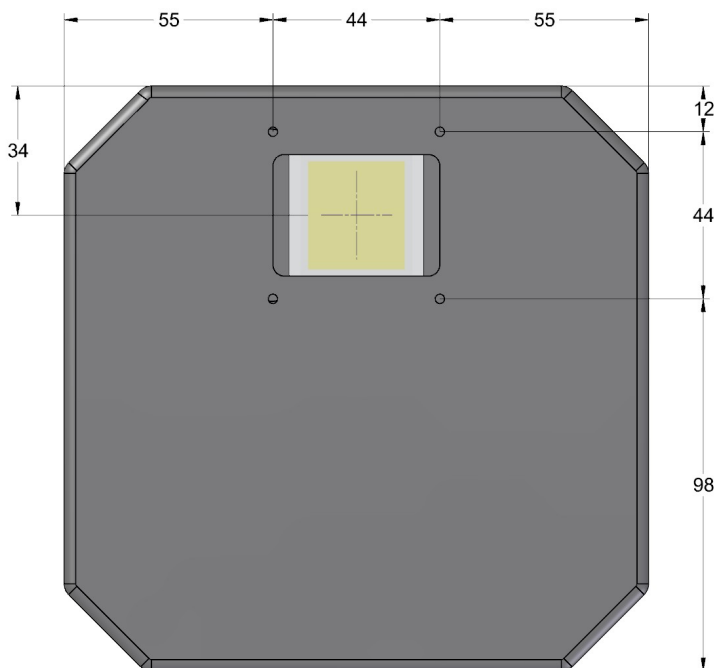
2,1 kg (G3-EC s interním filtrovým kolem)

---

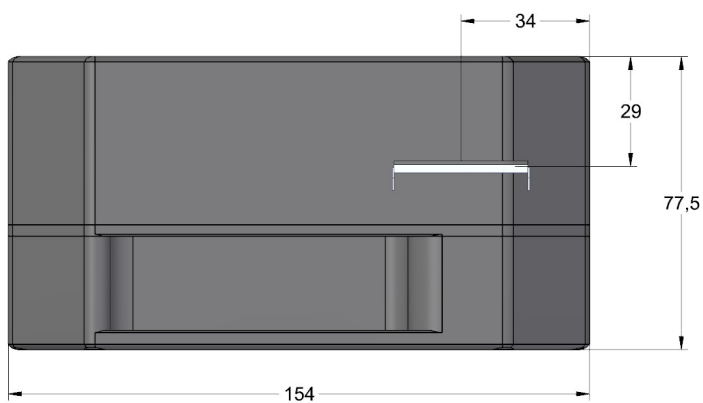
2,7 kg (G3-EC s externím filtrovým kolem „S“)

---

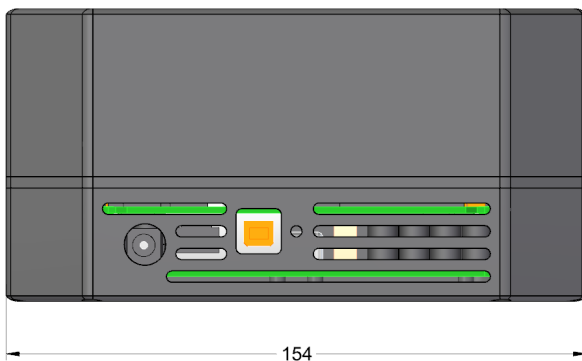
## Rozměry hlavy kamery



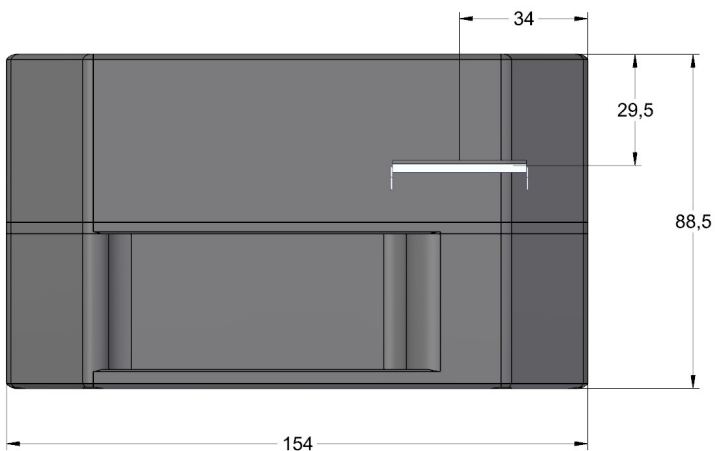
*Obr. 7: Čelní pohled na hlavu kamery G3 (standardní i zvýšené chlazení)*



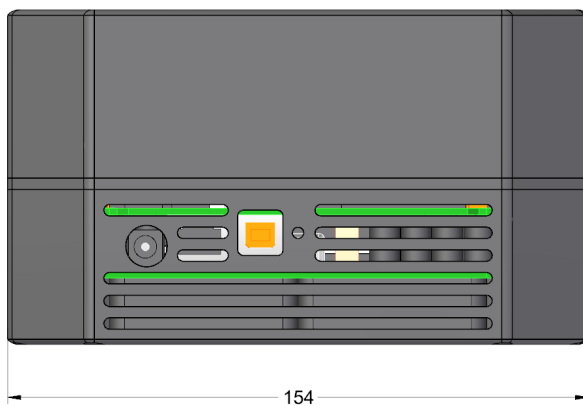
*Obr. 8: Boční pohled na hlavu kamery G3 se standardním chlazením a interním filtrovým kolem*



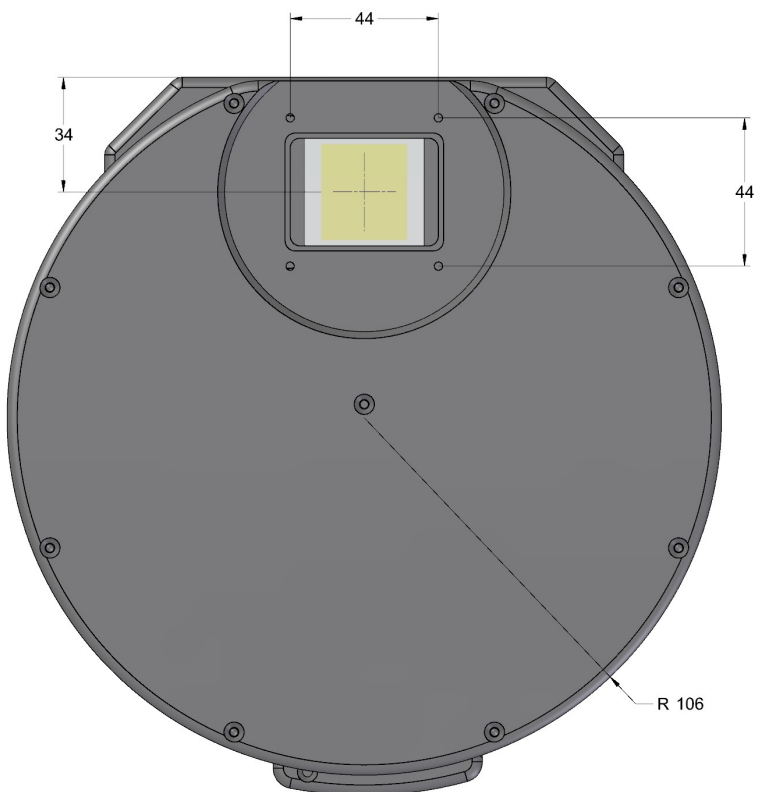
*Obr. 9: Spodní pohled na hlavu kamery G3 se standardním chlazením a interním filtrovým kolem*



*Obr. 10: Boční pohled na hlavu kamery G3 s posíleným chlazením a interním filtrovým kolem*

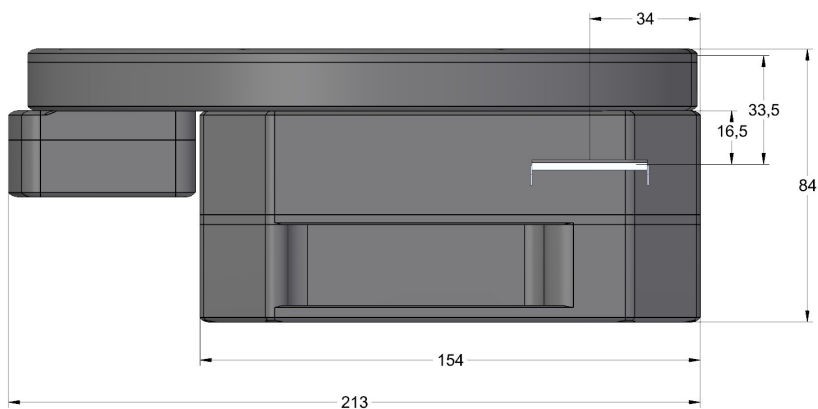


*Obr. 11: Spodní pohled na hlavu kamery G3 s posíleným chlazením a interním filtrovým kolem*

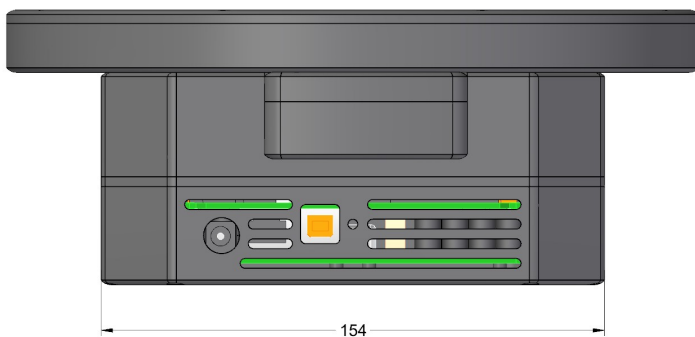


*Obr. 12: Čelní pohled na hlavu kamery G3 (standardní i zvýšené chlazení) s externím filtrovým kolem velikosti „S“*

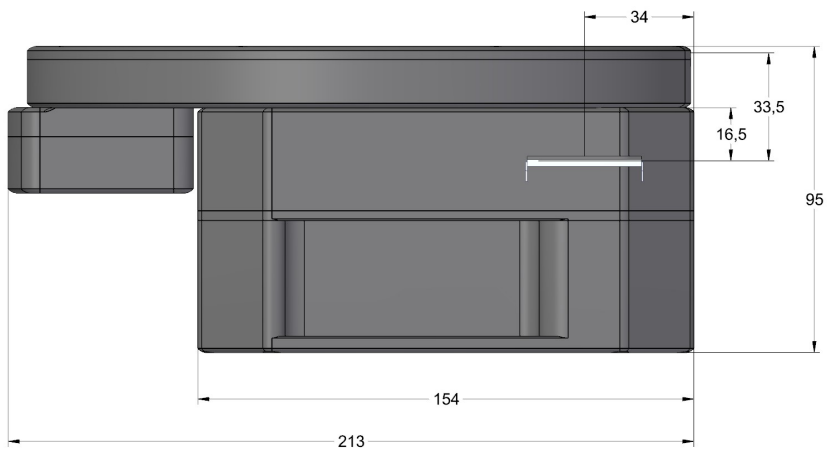




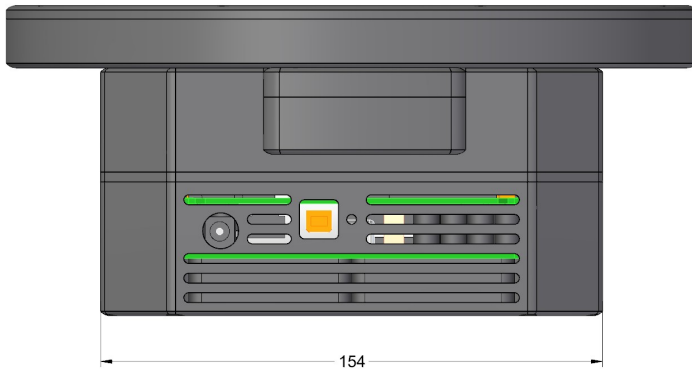
*Obr. 13: Boční pohled na hlavu kamery G3 se standardním chlazením a externím filtrovým kolem velikosti „S“*



*Obr. 14: Spodní pohled na hlavu kamery G3 se standardním chlazením a externím filtrovým kolem velikosti „S“*



*Obr. 15: Boční pohled na hlavu kamery G3 s posíleným chlazením a externím filtrovým kolem velikosti „S“*



*Obr. 16: Boční pohled na hlavu kamery G3 s posíleným chlazením a externím filtrovým kolem velikosti „S“*

## Adaptéry dalekohledů

Ke kamerám G3 je nabízena řada adaptérů pro dalekohledy nebo fotografické objektivy. Uživatel může zvolit jakýkoliv jiný adaptér podle potřeby a další adaptéry mohou být také objednány separátně.

K dispozici jsou následující adaptéry pro dalekohledy a objektivy:

<b>2" okulárový adaptér</b>		Adaptér pro 2" okulárový výtah.
<b>T-závit krátký</b>		Vnitřní závit M42×0,75 mm, hloubka 7,5 mm.
<b>T-závit s 55 mm BFD</b>		Vnitřní závit M42×0,75 mm, zachovává vzdálenost ohniskové roviny 55 mm dle definice firmy Tamron.
<b>Adaptér M48×0,75</b>		Adaptér s vnitřním závitem M48×0,75, hloubka 7,5 mm.
<b>Adaptér M48×0,75 s 55 mm BFD</b>		Adaptér s vnitřním závitem M48×0,75, zachovává vzdálenost ohniskové roviny 55 mm.
<b>Adaptér objektivů Pentax (Praktica)</b>		Vnitřní závit M42×1 mm, zachovává vzdálenost ohniskové roviny 45,5 mm.

<b>Adaptér M68×1</b>		Adaptér s vnitřním závitem M68×1.
<b>Adaptér objektivů Canon EOS</b>		Standardní adaptér pro bajonet objektivů Canon EOS.
<b>Adaptér objektivů Nikon F</b>		Standardní adaptér pro bajonet objektivů Nikon F.
<b>Adaptér 3" Wynne</b>		Adaptér for 3" koma-korektor ASA Wynne.
<b>Adaptér 3" Paracorr BIG</b>		Adaptér for 3" koma-korektor TeleVue Paracorr BIG, navržený pro G3-OAG.
<b>Adaptér 3" Paracorr BIG</b>		Adaptér for 3" koma-korektor TeleVue Paracorr BIG, navržený pro připojení k EFW s adaptérem M68×1.

Adaptéry pro T-závít (M42×0.75) nebo adaptéry M42×1 způsobují značnou vinětaci pole (zeslabení okrajů), pokud jsou použity s kamerou s velkým senzorem. Také běžné korektory komy (často vybavené T-závitem) způsobují na tomto velkém čipu vinětaci. U kamer G3 s čipy velikosti 24×36 mm musí být použit například adaptér M68×1.

Pokud nějaký standard definuje vzdálenost ohniskové roviny (vzdálenost od čela adaptéru k detektoru), adaptér tohoto standardu tuto vzdálenost zachovává (například T-závit definuje vzdálenost ohniskové roviny 55 mm, ale tyto vzdálenosti jsou definovány také pro závit Pentax (Praktica), pro bajonety Canon EOS a Nikon apod.).

Adaptéry jsou k tělu kamery přichyceny čtyřmi šrouby M3 umístěnými ve vrcholech čtverce o straně 44 mm. Speciální adaptéry mohou být vyrobeny na míru požadovanému zařízení.

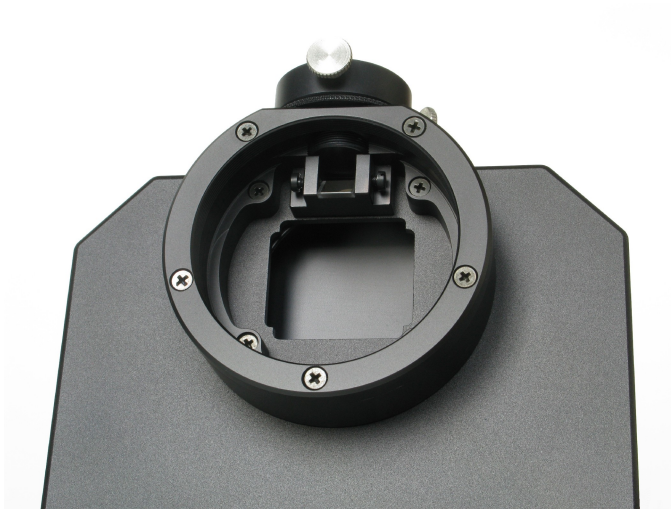
## **Adaptér pro mimo-osovou pointaci (OAG)**

Volitelně lze kameru používat s adaptérem pro mimo-osovou pointaci (Off-Axis Guider – OAG). Tento adaptér obsahuje zrcátko sklopené o 45° vůči optické ose, odrážející část světla do portu pro pointační kameru. Zrcátko je umístěno tak, aby nezaclánilo hlavnímu senzoru kamery, použitá optika tedy musí mít dostatečně velké zorné pole, aby část světla dopadala i na toto zrcátko.

Z výše popsaných důvodů je G3-OAG vyráběn se závitem M68×1. G3-OAG je kompatibilní i s externími filtrovými koly. Vzdálenost čela závitu od senzoru je 61,5 mm.

Pokud má být OAG použitý na kameře s interním filtrovým kolem, je nezbytné mezi tělo kamery a OAG vložit distanční podložku, kompenzující rozdíl vzdálenosti ohniskové roviny. Obdobná, ale vyšší podložka je použita pokud, pokud je OAG používán na kameře bez interního i externího filtrového kola.

G3-OAG je kompatibilní s kamerami G0 a G1. U kamer G1 je nezbytné vyměnit adaptér o průměru CS/1,25" za kratší, 10 mm dlouhou variantu. Protože adaptér kamer G1 odpovídá standardu CS-mount (vzdálenost k senzoru je 12,5 mm), jakákoliv kamera odpovídající tomuto standardu s 10 mm dlouhým 1,25" adaptérem by měla správně pracovat s G3-OAG adaptérem.



*Obr. 17: G3-OAG na hlavě kamery*

## **Uchycení kamery přímo na montáž**

Kamery G3 jsou vybaveny dvěma standardními stativovými závity 0.250-20UNC v horní části hlavy kamery. Volitelně je možné k těmto závitům uchytit lichoběžníkovou lištu (tzv. „rybinu“) o rozměru 1,75 palce (standard Vixen). Pomocí této lišty lze přímo tělo kamery, např. s připojeným fotografickým objektivem, uchytit přímo k řadě astronomických montáží navrhovaných pro tento standard.



*Obr. 18: 1,75" lišta standardu Vixen pro uchycení hlavy kamery G3 k montáži*

## **Barevné varianty kamer**

Hlava kamery je k dispozici v několika barevných variantách střední stěny. Aktuální nabídka je k dispozici na WWW stránkách výrobce.



*Obr. 19: Kamera G3 s barevnými variantami střední stěny*

---

# Údržba kamery

Kamera G3 je precizní optický a mechanický přístroj a podle toho je potřeba s ní zacházet. Kamera musí být chráněna před vlhkostí a prachem. Vždy, když kamera není na dalekohledu, zakryjte adaptér přiloženou krytkou a vložte ji do ochranného sáčku.

## Výměna pohlčovače vlhkosti

Chladicí systém kamer G3 je navrhován tak, aby byl odolný vůči zbytkové vlhkosti uvnitř komory CCD čipu. Jakmile teplota klesá, měděný chladicí prst překročí bod mrznutí dříve než vlastní CCD čip, takže vodní páry uvnitř komory CCD čipu vymrznou na studeném prstu. Ačkoliv tento mechanismus pracuje v řadě případů spolehlivě, existují určité limity, zvláště pokud je vlhkost uvnitř komory CCD čipu vysoká a CCD čip je chlazen na velmi nízké teploty.

Z těchto důvodů je uvnitř hlavy CCD kamery umístěna malá válcová nádoba s pohlčovačem vlhkosti (silikagel), přichycená na komoru CCD čipu.

### Varování:

Pokud je v komoře CCD čipu dlouhodobě vysoká hladina vlhkosti, může to způsobit nefunkčnost a případně i poškození CCD čipu. I pokud při chlazení CCD čipu hluboko pod bod mrazu nevzniká na detektoru námraza, neznamená to, že v komoře není vlhkost. Je nezbytné udržovat komoru CCD čipu vysušenou pravidelnou obměnou silikagelu. Frekvence obměny závisí na používání kamery. Pokud je kamera používána pravidelně, je nutné komoru vysušovat vždy po několika měsících.

Vlhký silikagel je možné vysušit např. vypečením v troubě (nikoliv mikrovlnně!). Silikagel vysušíme při teplotě 120 až 140 °C po dobu jedné až dvou hodin.

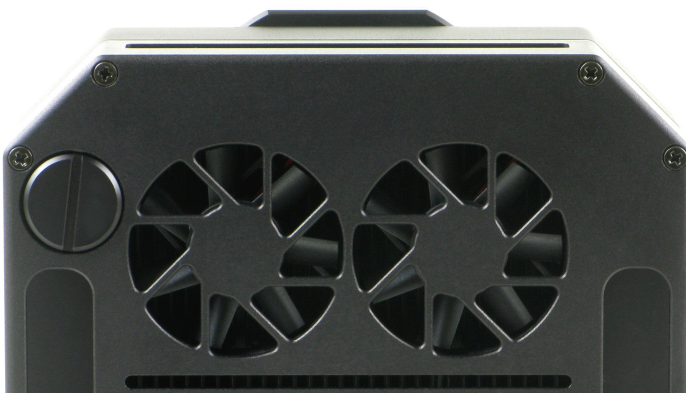
Silikagel použitý v kamerách G3 mění barvu podle množství absorbované vody – suchý silikagel má jasně žlutooranžovou barvu, vlhký je zcela čirý. Pokud je



silikagel při výměně zcela transparentní, je nezbytné interval výměny zkrátit. Pokud je naopak stále zabarvený, je možné interval výměny prodloužit.

#### Upozornění:

Schopnost silikagelu pohlcovat vlhkost je závislá na okolní teplotě. Pokud je kamera ve vnějším prostředí pod bodem mrazu, vysušení komory může trvat i několik dní.



Obr. 20: Kontejner se silikagelem je přístupný za zadní strany hlavy kamery

## Výměna pohlcovače vlhkosti

Konstrukce komory se silikagelem se liší v závislosti na revizi kamery.

- U kamer G3 revize 1 je možné víčko vyšroubovat např. pomocí mince. Poté je možné vlhký silikagel vysypat a naplnit nádobu vysušeným silikagelem.

Komoru pro silikagel je možné ponechat otevřenou bez strachu ze znečištění (zaprášení) chladné komory CCD čipu. Mezi komorou pro silikagel a komorou CCD čipu je velmi jemné síto z nerezové oceli pro běžné částice prachu neprostupné. Naopak ponechání kamery s otevřeným zásobníkem pro silikagel v místnosti s nízkou relativní vlhkostí po dobu několika hodin pomůže vysušení chladné komory CCD čipu a prodlouží životnost nově naplněného silikagelu.

- Kamery G3 revize 2 jsou od roku 2016 dodávány s přepracovaným kontejnerem pro silikagel. Nový kontejner již není pevnou součástí kamery pouze se šroubovacím víčkem, ale celý lze od kamery odšroubovat. Hlavní předností je tedy možnost výměny silikagelu bez nutnosti sejmutí kamery z dalekohledu, což bylo dříve nutné, aby silikagel šel vysypat a opět nasypat.

Silikagel je uvnitř kontejneru držen pomocí perforovaného víčka. Toto víčko je rovněž zašroubováno, není tedy problém silikagel uvnitř kontejneru vyměnit, pokud je už opotřeбенý nebo poničený např. příliš vysokou teplotou.

Kontejner samotný neobsahuje žádné těsnění (to zůstává na chladné komoře uvnitř hlavy kamery), pouze duralové části. Je tedy možné celý kontejner zahřát na předepsanou teplotu při vysoušení silikagelu bez rizika poškození těsnění.

Tato konstrukce dovoluje použití několika volitelných prvků. Především to je šroubovací zátka s těsněním, která dovoluje kontejner s vysušeným silikagelem utěsnit, pokud není bezprostředně namontován na hlavu kamery. Další volitelnou součástí je alternativní kontejner pro silikagel, který není vybaven zářezem pro nástroje, ale je prodloužen a upraven pro možnost povolení a opětovného utažení bez použití nástroje.

Zátka s těsněním i alternativní kontejner nejsou součástí dodávky kamery, ale jsou dodávány pouze jako volitelné příslušenství.

- Kamery G3 s posíleným chlazením jsou vybaveny větším chladičem a tedy i vyšším zadním pláštěm. To vyžaduje rovněž použití vyššího kontejneru pro silikagel. Obě varianty kontejneru (standardní i varianta pro montáž bez použití nástrojů) jsou tedy dodávány ve dvou délkách. Kratší varianty jsou pro standardní kamery, delší varianty pak pro kamery s posíleným chlazením.



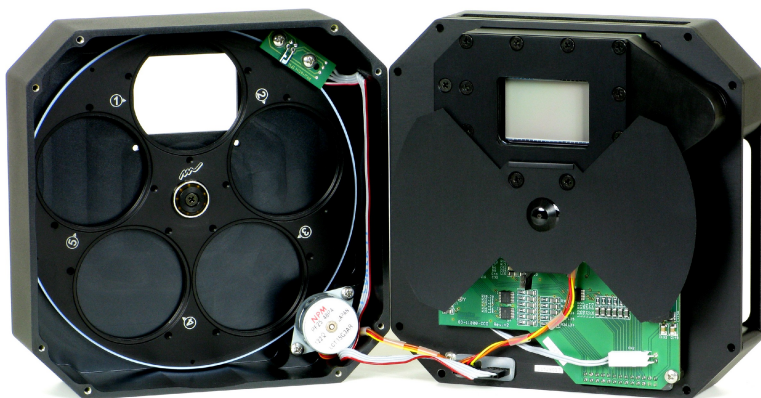
*Obr. 21: Volitelná zátka, kontejnery se zářezem a pro manipulaci bez nástroje vždy pro standardní kameru a pro kameru se zvýšeným chlazením*

## Výměna filtrů

Při výměně filtrů nebo celého filtrového kola kamer G3 je nezbytné otevřít hlavu kamery. Hlavu lze otevřít po povolení osmi šroubů, které drží plášť kamery u sebe.

### Varování:

Clonková závěrka rotuje o 180° mezi jednotlivými snímky. Kryt kamery lze sejmout jen pokud je závěrka uzavřena. Pokud např. odpojíme napájení kamery během expozice a závěrka zůstane otevřena, při snímání krytu kamery může dojít k jejímu poškození.



*Obr. 22: Filtry mohou být měněny po otevření hlavy kamery*

Po vytažení šroubů opatrně otočte kameru adaptérem dalekohledu vzhůru. Jemně sundejte přední kryt hlavy kamery. Povšimněte si dvou kabelů napájení motoru filtrového kola a optické závory, spojujících přední kryt s elektronikou kamery. Pro výměnu filtrů není nezbytné tyto kabely odpojovat, ale pokud tak učiníte, nezapomeňte je opět zapojit do správných konektorů a ve správné orientaci!

Čísla filtrů jsou vygravírována přímo na filtrovém kole, jak ukazuje následující obrázek:



Obr. 23: Pozice filtrů ve filtrovém kole kamer G3

## Výměna celého filtrového kola

Celé filtrové kolo může být vyměněno najednou. Přední část krytu kamery musí být odmontována stejným způsobem, jako při výměně jednotlivých filtrů.

Filtrové kolo může být vyměněno po odšroubování šroubu v jeho ose. Při výměně kola je nutno dbát, aby se nepoškodila optická závora tvaru podkovy, která je součástí předního víka kamery.

## Výměna adaptéru dalekohledu

Na předním krytu hlavy kamery jsou čtyři závity ve vrcholech čtverce o straně 44 mm. Adaptér dalekohledu je přichycen čtyřmi šrouby M3 v těchto závitech. Adaptér může být vyměněn po povolení těchto čtyř šroubů.

## Pojistka napájecího zdroje

Napájecí zdroj uvnitř kamery je chráněn proti zapojení napájení s opačnou polaritou a také proti připojení příliš vysokého napětí (nad 15 V) pomocí pojistky. Pokud dojde k přepálení pojistky (v takovém případě se ventilátory na zadní straně kamery po přivedení napájení neroztočí), vraťte kameru k opravě svému dodavateli.