

# PMUTIL

version 1.2.0

## TARTALOM

---

### Előfeltételek 3

### Telepítés 3

### Konvenciók 4

### Konfiguráció 5

### A pmutil feldolgozás folyamata 7

### Kalibráció 7

#### *ppl-calibration 7*

Parancssori opciók 7

A ppl-calibration működése 8

Flat könyvtár 9

### Fotometria 11

#### *ppl-photometry 11*

Parancssori opciók 11

A ppl-photometry működése 12

Standardizálás 12

A katalógus file-ok struktúrája 13

### Tranzienskeresés 13

#### *ppl-transient 13*

Parancssori opciók 13

A ppl-transient működése 14

### Segéd scriptek 14

#### *ppl-refcat 14*

Parancssori opciók 14

#### *ppl-colorize 15*

Parancssori opciók 15

#### *ppl-clean 16*

Parancssori opciók 16

#### *pmhotpix 16*

### Telepítési útmutató 17

#### *pmutil manuális telepítése 17*

pmutil, v1.2.0

*FITSH telepítése 18*

*rawtran telepítése 18*

*exiftool telepítése 18*

*Astrometry.net telepítése 18*

Offline asztrometria file-ok letöltése 19

*SExtractor telepítése 19*

*wcstools telepítése 19*

*Python csomagok telepítése 19*

## **Tippek és trükkök 21**

1. *A kép készítésének ideje 21*
2. *Referencia katalógus változók 21*
3. *Sok objektum észlelése egy éjszaka folyamán 21*
4. *Standard fotometria 22*
5. *Tranzienskeresés 22*
  - Tranziens keresés katalógusadatokról való eltérés alapján 22
  - Tranziens keresés fotometria alapján sequence-ben vagy archive képeken 22
  - Tranziens keresés képkivonással sequence-ben vagy archive képeken 22

## **Függelék 23**

*Fotometria referencia katalógus (refcat) FILE szerkezete 23*

*A kombinált fotometria (.cmb.pm) file szerkezete 23*

## **Referenciák 26**

## ELŐFELTÉTELEK

A **pmutil** működéséhez a következő programok szükségesek.

python3	3.6+	szükséges python3 csomagok: astroalign 2.4.1+ astropy 4.0+ astroquery 0.4+ matplotlib 3.1+ numpy 1.18+ Pillow 5.1+ photutils 0.7+ scipy 1.4+ xmldict 0.12+
RawTran	0.3.8+	<a href="http://integral.physics.muni.cz/rawtran/">http://integral.physics.muni.cz/rawtran/</a>
ExifTool	10.80+	<a href="https://sourceforge.net/projects/exiftool/">https://sourceforge.net/projects/exiftool/</a>
FITSH	0.9.3+	<a href="https://fits.sh.net">https://fits.sh.net</a>
Astrometry.net	0.77+	<a href="http://astrometry.net">http://astrometry.net</a>
SExtractor	2.19.5+	<a href="http://www.astromatic.net/software/sextractor">http://www.astromatic.net/software/sextractor</a>
wcstools	3.9.5+	<a href="http://tdc-www.harvard.edu/software/wcstools/">http://tdc-www.harvard.edu/software/wcstools/</a>

A programok telepítését részletesen [Telepítési útmutató](#) fejezet tartalmazza.

## TELEPÍTÉS

Töltsd le a **pmutil** csomagot a következő címről: <https://github.com/kovihome/pmutil/archive/pmutil-v1.2.0.tar.gz>

Csomagold ki egy tetszőleges könyvtárba (*a továbbiakban PMROOT*).

Futtasd le a **PMROOT/src/main/configure** telepítő scriptet. A script ellenőrzi, hogy a szükséges külső programok megfelelő verziója rendelkezésre áll-e, és a pmutil scripteket a `~/bin` könyvtárba telepíti. Amennyiben más könyvtárba szeretnéd telepíteni, akkor a könyvtárnevet paraméterként megadhatod.

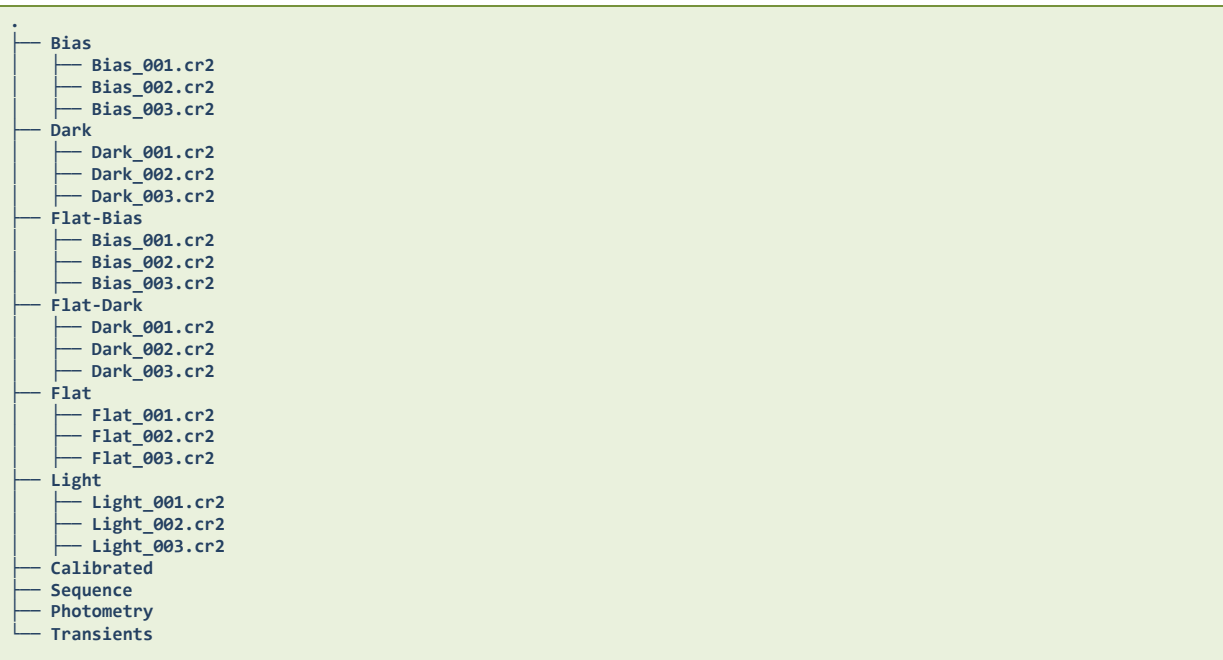
A pmutil szkriptek manuális telepítését a [pmutil manuális telepítése](#) fejezet tartalmazza.

Telepítés után a konfigurációs file-ok a `~/pmlib` könyvtárban találhatók, ezeket aktualizálni kell. A részletes konfigurációs beállításokat a [Konfiguráció](#) fejezet tartalmazza.

## KONVENCÍÓK

A **pmutil** működése feltételez néhány konvenciót a könyvtárszerkezet kialakításában és a file-ok elnevezésében.

Az alapértelmezett könyvtárstruktúra és file nevek:



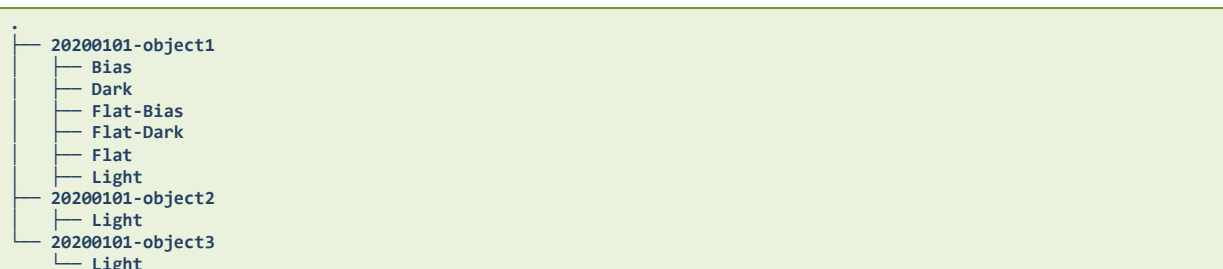
A *Flat-Bias* és *Flat-Dark* könyvtárak opcionálisak, ha ezek nem léteznek, helyettük a *Bias* és *Dark* könyvtárakat használja a flat kép készítéséhez.

A *Calibrated*, *Sequence*, *Photometry* és *Transients* könyvtárakat a program hozza létre.

Mind a könyvtárnév, mind a fílenév konvenció felülírható, a *ppl.cfg* konfigurációs file-ban lehet őket módosítani.

Amennyiben egy éjszaka **több objektumról** készítünk képeket, de ehhez csak egy bias/dark/flat tartozik, akkor a elég ezeket csak az egyik könyvtárba beletenni. Viszont a különböző objektumokat külön könyvtárakba kell helyezni.

Ebben az esetben a kiinduló könyvtárstruktúra a következő lesz:



A feldolgozás során a könyvtárakra elég '20200101' néven hivatkozni, ez az összes ezzel kezdődő könyvtárat fogja jelenteni.

## KONFIGURÁCIÓ

Telepítés után a külső programok konfigurációs file-jai a ~/.pmlib könyvtárba kerülnek, ezeket aktualizálni kell, a következő értékeket az adott környezethez kell beállítani:

### PPL.CFG

<b>PMLIB</b>	<b>"\$HOME/.pmlib"</b>	
DARKLIB	"\$PMLIB/dark"	(jelenleg nincs használatban)
FLATLIB	"\$PMLIB/flat"	
COEFFLIB	"\$PMLIB/coeff"	(jelenleg nincs használatban)
ARCHLIB	"\$PMLIB/archive"	
AST_BIN_FOLDER	"/usr/local/astrometry/bin"	
CONFIG_FOLDER	"\$PMLIB"	
BIAS_FOLDER_NAME	"Bias"	
DARK_FOLDER_NAME	"Dark"	
FLAT_BIAS_FOLDER_NAME	"Flat-Bias"	
FLAT_DARK_FOLDER_NAME	"Flat-Dark"	
FLAT_FOLDER_NAME	"Flat"	
CALIB_FOLDER_NAME	"Calibrated"	
SEQ_FOLDER_NAME	"Sequence"	
PHOT_FOLDER_NAME	"Photometry"	
BIAS_FILE_PREFIX	"Bias_ "	
DARK_FILE_PREFIX	"Dark_ "	
FLAT_FILE_PREFIX	"Flat_ "	
LIGHT_FILE_PREFIX	"Light_ "	
SEQ_FILE_PREFIX	"Seq_ "	
MASTER_BIAS_FILE	"master-bias"	
MASTER_DARK_FILE	"master-dark"	
MASTER_FLAT_FILE	"master-flat"	
DEF_NAMECODE	"NNN"	Az észlelő alapértelmezett névkódja
DEF_CAMERA	"Generic Camera"	Az alapértelmezett kamera megnevezése
DEF_TELESCOPE	"Generic Telescope"	Az alapértelmezett távcső megnevezése
DEF_FIELD_STAR_MG_LIMIT	17.0	Mezőcsillagok fényességének alsó határa

### ASTROMETRY.CFG

```
# In which directories should we search for indices?
add_path /usr/share/astrometry
add_path /usr/local/astrometry/data
```

Itt kell megadni, hogy az astrometry.net index file-ok melyik könyvtárban találhatóak. Az index file-ok letöltését az [Offline asztrometria file-ok letöltése](#) fejezet tartalmazza.

### SEX.CFG

```
PARAMETERS_NAME /home/kovi/bin/sex.param # name of the file containing catalog contents
```

Ebben a paraméterben kell megadni, hogy a sex.param paraméterfile hol található, ez a telepítési könyvtár lesz értelemszerűen.

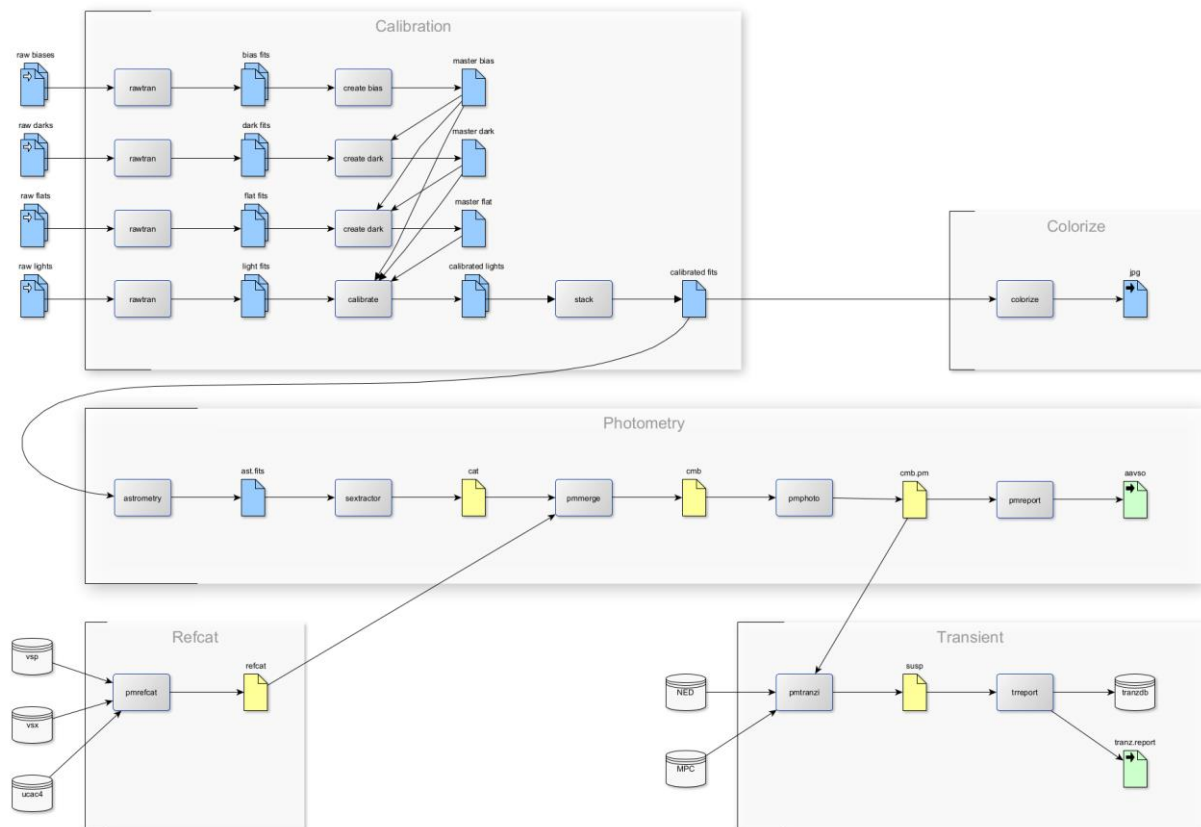
### SEX.PARAM

pmutil, v1.2.0



Ebben a paraméterfile-ban nem szabad módosítani, mert az a fotometria hibás működését eredményezheti.

## A PMUTIL FELDOLGOZÁS FOLYAMATA



## KALIBRÁCIÓ

### PPL-CALIBRATION

A képek kalibrációját a *ppl-calibration* parancs végzi.

### PARANCSSORI OPCIÓK

A parancssori kapcsolókat a *ppl-calibration --help* parancssal tudjuk megnézni.

```
ppl-calibration, version 1.2.0
Calibrate a set of RAW or FITS images.
```

```
Usage: ppl-calibration [OPTIONS]... [BASE_FOLDER]
Make calibration process for raw or fits images.
```

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.

```
-c, --color arg          set filter(s), arg is the color code, default color is 'Gi',
                        for available color codes see below
-n, --count-combine n    set number of frames to combine in the sequence, 0 means all frames,
                        default is 0
-f, --flat               make master flat frame only
-F, --save-flat          save master flat into flat library
-m, --master-flat folder use the given master-flat folder
-M, --use-flat           use master flat from flat library
-t, --image-time LT|UT   specify original image time zone, LT=local time, UT=universal time"
                        --calib-folder folder alternative folder for calibration frames (bias, dark, flat)
-W, --overwrite          force to overwrite existing results"
-e, --on-error noop|skip|stop specify what to do on error: noop=nothing to do;
                        skip=remove the file on processing; stop=stop processing at all"
-h, --help              print this page
```

```
Available filter color codes are:
Gi | G | gi | g         green channel
```

pmutil, v1.2.0

Bi   B   bi   b	blue channel
Ri   R   ri   r	red channel
all   ALL   All	all channels, results 3 separate frame

Ha a képek nem egy könyvtárban találhatók, pl. objektumként elkülönítve több Light könyvtárban, akkor a BASE\_FOLDER paraméter megadásával lehet megmondani ezeket a könyvtárakat a programnak. A program minden olyan könyvtárat megvizsgál, aminek a nevében ez az érték szerepel.

A parancssori opciók jelentése:

-c	--color	A feldolgozás során melyik színcsatornát használja. Amennyiben a paraméter értéke <b>all</b> , mindhárom csatorna feldolgozásra kerül. Alapértelmezett a <b>g</b> szín.
-n	--count-combine	Idősorok feldolgozásánál ezzel lehet megadni, hogy hány képet összegezzen. Így az összes kép / count_combine darab összegképünk lesz. Ha a paraméter nincs megadva, az összes kép összegzésre kerül.
-f	--flat	Ezt az opciót akkor kell megadni, ha csak flat képet szeretnénk előállítani (pl. konzerv flat céljából).
-F	--save-flat	A master flat file-t elmenti a flat könyvtárba.
-m	--master-flat	Ha konzerv flat képet használunk, azaz nincsenek nyers képeink a flat előállításához, akkor ezzel az opcióval választhatjuk ki, hogy a konzerv flat melyik könyvtárban található.
-M	--use-flat	A flat könyvtárban keres megfelelő master flat képet.
-t	--image-time	Ezzel a kapcsolóval adható meg, hogy a nyers képekben az időpont UT-ben, vagy helyi időben van-e megadva. Lehetséges értékei: <b>LT</b> – helyi idő (alapértelmezett) <b>UT</b> – világidő
	--calib-folder	Alternatív könyvtár a kalibrációs képek számára (bias, dark, flat).
-w	--overwrite	Alapértelmezésképpen a program nem állítja elő újra a master képeket, ha a könyvtárban már megtalálhatóak. Amennyiben szeretnénk ezeket újra létrehozni, ezt az opciót kell megadni.
-e	--on-error	Hiba esetén meghatározza, hogy mit csináljon a program. Lehetséges értékei: <b>noop</b> – figyelmen kívül hagyja a hibát (alapértelmezett) <b>skip</b> – a kérdéses képet kizárja a további feldolgozásból <b>stop</b> – megszakítja a feldolgozás folyamatát
-h	--help	A súgót és a verzió információt jeleníti meg.

## A PPL-CALIBRATION MŰKÖDÉSE

A *ppl-calibration* a következő lépéseket hajtja végre a kalibráció során.

Ha a nyers képek .CR2 formátumúak, minden lépésnél először ezeket .FITS formátumra alakítja. A .FITS file-ok csak egy színcsatornát tartalmaznak. A -c parancssori opció határozza meg, hogy melyik színcsatorna kerüljön a .FITS file-ba. Amennyiben az opció értéke *all*, mindhárom színcsatornához létrejön egy-egy .FITS file. A file-ok neve tartalmazza a színcsatorna értékét.

Az egyes lépésekben, ha az előállítandó képfile (pl. master dark) már létezik, akkor a lépést nem hajtja végre. Ha újra létre szeretnénk hozni ezeket a képeket, akkor a -w parancssori kapcsolót kell megadni, ezzel minden file-t felülírunk.

Master bias                      A *Bias* könyvtárban lévő képfile-okból előállítja a master bias képet.  
A master bias kép a *Bias* könyvtárba kerül.

Master dark                     A *Dark* könyvtárban lévő képfile-okból előállítja a master dark képet.  
A master dark kép a *Dark* könyvtárba kerül.



pmutil, v1.2.0

Master flat bias	A <i>Flat-Bias</i> könyvtárban található képekből előállítja a master flat bias képet. A master flat bias kép a <i>Flat-Bias</i> könyvtárba kerül. Amennyiben nincs <i>Flat-Bias</i> könyvtár, a flat kép elkészítéséhez a master bias képet fogja használni.
Master flat dark	A <i>Flat-Dark</i> könyvtárban található képekből előállítja a master flat dark képet. A master flat dark kép a <i>Flat-Dark</i> könyvtárba kerül. Amennyiben nincs <i>Flat-Dark</i> könyvtár, a flat kép elkészítéséhez a master dark képet fogja használni.
Master flat	A <i>Flat</i> könyvtárban található képekből előállítja a master flat képet. A master flat kép a <i>Flat</i> könyvtárba kerül.
Kalibráció	A <i>Light</i> könyvtárban található képeket kalibrálja a master bias, master dark és master flat képek segítségével. A kalibrált képek a <i>Calibrated</i> könyvtárba kerülnek az eredetivel megegyező névvel.
Regisztráció és stack-elés	A kalibrált képeket regisztrálja, utána stack-eli őket. A regisztrációnál az első képet használja referenciának. A regisztrált képek stack-elését a <i>-cc</i> paraméter határozza meg: amennyiben az értéke 0 (alapértelmezett), az összes kép stack-elésre kerül, amennyiben N az értéke, a képeket N-esével stack-eli össze (idősoros képek esetén van jelentősége), ilyenkor az össze-stack-elt képek a <i>Seq</i> könyvtárba kerülnek, <i>Seq-n</i> néven, ahol az n a sorozat futó sorszáma. Emellett készült egy kép, amely az összes képet tartalmazza, <i>Combined</i> néven.

Ha csak flat képet akarunk létrehozni (pl. konzerv flat céljából), akkor ezt a *-f* opció segítségével tehetjük meg. A flat előállítására vonatkozó fenti szabályok itt is érvényesek.

Amennyiben korábbi, konzerv flat képet használunk, azt a *-mf* opcióval tudjuk megadni.

Ha a kalibráció során hiba lép fel (pl. egy képet nem sikerült a referenciaképhez match-elni, akkor a *-e* opcióval tudjuk szabályozni, hogy mi történjen az adott képpel, vagy az egész kalibrációval. Ha az opció értéke *noop*, akkor a feldolgozás figyelmen kívül hagyja a hibát. Ha az opció értéke *skip*, az adott file-t nem használja a továbbiakban. Amennyiben az érték *stop*, a kalibrációs folyamat befejeződik.

## FLAT KÖNYVTÁR

Amennyiben nem tudunk egy adott megfigyelési sorozathoz flat képeket készíteni, akkor használhatunk korábban készült, master flat képeket. Az ilyen előre elkészített, „konzerv” master flat képek a flat könyvtárban tárolódnak.

A flat könyvtár helye:

```
~/pmlib/flat
```

Az eltárolt master flat képek elnevezésére a következő a konvenció:

```
master-flat-<color>-<camera>-<instrument>-<date>.fits
```

ahol az egyes részek a következőt jelentik:

color	A színcsatorna megnevezése, Gi, Bi vagy Ri.
camera	A master flat képek készítésénél használt kamera neve, ahogy a nyers FITS file-okban szerepel.
instrument	A képek készítésénél használt műszer neve, ahogy a nyers FITS file-okban, vagy azok hiányában a konfigurációs file-ban szerepel.

pmutil, v1.2.0

date	A master flat készítésének dátuma, YYYYMMDD formátumban.
------	--

Példa: master-flat-Gi-EOS1100-250T-20200101.fits

Amikor a kalibrációt a -M opcióval futtatjuk, a flat könyvtárban keresi a master flat képeket, amelyek a kalibrálandó FITS képekben (vagy azok hiányában a konfigurációs file-ban) található kamerával és műszerrel megegyeznek, illetve a kalibrálandó képek készítésénél korábbiak, de ahhoz a legközelebbi időben készültek.

## FOTOMETRIA

## PPL-PHOTOMETRY

## PARANCSSORI OPCIÓK

A parancssori kapcsolókat a *ppl-photometry --help* paranccsal tudjuk megnézni.

```
ppl-photometry, version 1.2.0
Make photometry on calibrated FITS images.

Usage: ppl-photometry [OPTIONS]... [BASE_FOLDER]
Make photometry on calibrated FITS images.

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.
-c, --color arg      set filter(s), arg is the color code, default color is 'Gi',
                     for available color codes see below
-n, --name nameCode  set observer code for the AAVSO report
-t, --method method  magnitude calculation method ; values are: comp, gcx, lfit
-h, --help           print this page
-w, --overwrite      force to overwrite existing results

standardization:
-m, --make-std       create standard coefficients from a Standard Area and save them (for all color photometry)
-s, --use-std        use standard coefficients ; calculate standard magnitudes (for all color photometry)
-a, --ad hoc-std     create standard coefficients and use them for calculate standard magnitudes
                     (for all color photometry)
--show-graph        show ensemble or standard coefficient graphs for diagnostic or illustration purpose
--save-graph        save ensemble or standard coefficient graphs for diagnostic or illustration purpose
--camera            set camera name ; this overrides DEF_CAMERA settings in ppl.cfg,
                     but does not override the INSTRUME FITS header value
--telescope         set telescope name ; this overrides DEF_TELESCOPE settings in ppl.cfg,
                     but does not override the TELESCOP FITS header value

transient search:
-z, --tranzit       source of the tranzient search ; cat - catalog, pm - photometry, img - image subtraction
-r, --ref-folder    reference folder

Available filter color codes are:
Gi | G | gi | g      green channel
Bi | B | bi | b      blue channel
Ri | R | ri | r      red channel
all | ALL | All      all channels, results 3 separate frame
```

Ha a képek nem egy könyvtárban találhatóak, pl. objektumként elkülönítve több Sequence könyvtárban, akkor a BASE\_FOLDER paraméter megadásával lehet megmondani ezeket a könyvtárakat a programnak. A program minden olyan könyvtárat megvizsgál, aminek a nevében ez az érték szerepel.

A parancssori opciók jelentése:

-c	--color	A feldolgozás során melyik színcsatornát használja. Amennyiben a paraméter értéke <b>all</b> , mindhárom csatorna feldolgozásra kerül. Alapértelmezett a <b>g</b> szín.
-n	--name	Az észlelő névkódja, ez kerül az AAVSO report file-ba.
-t	--method	A magnitúdó számolásának módszerét adhatjuk meg ezzel a kapcsolóval. Lehetséges értékei a következők: <b>comp</b> – egyetlen összehasonlító csillag segítségével határozza meg a fényességet, a legkisebb hiba alapján automatikusan választja ki az összehasonlítót <b>gcx</b> – a GCX program robust averaging módszere, ensemble fotometriát csinál (alapértelmezett) <b>lfit</b> – ensemble fotometria általános egyenesillesztéssel
-s	--std	Konvertálja az instrumentális magnitúdókat standard magnitúdókra.
-m	--make-std	Számoljon standard együttthatókat, és mentse el őket.
-a	--ad hoc-std	Végezzen ad-hoc standardizálást, számoljon standard együttthatókat és alkalmazza is őket standard magnitúdók számolására.
	--camera	A képek készítéséhez használt kamera neve. Az itt megadott érték felülírja a ppl.cfg-ben megadott DEF_CAMERA alapértelmezett értékét, de nem írja felül a FITS file-ok INSTRUME header-ben megadottat.

	--telescope	A képek készítéséhez használt távcső neve. Az itt megadott érték felülírja a ppl.cfg-ben megadott DEF_TELESCOPE alapértelmezett értéket, de nem írja felül a FITS file-ok TELESCOP header-ben megadottat.
	--show-graph	Megjeleníti az ensemble fotometria vagy a standard együtthatók számolásakor használt adatokat grafikonon. <i>Interaktív opció, a program futása szünetel, amíg a grafikonablak be nem záródik.</i>
	--save-graph	Képfájlba menti az ensemble fotometria vagy a standard együtthatók számolásakor készült grafikonokat. A képek a következő grafikonokat tartalmazzák: magnitude_limit.png ensemble_parameters.png std_coefficients.png
-z	--tranzi	A tranzenskeresés módszere: cat – katalógus alapján pm – fotometria alapján img – képkivonás alapján
-r	--ref-folder	A tranzienskeresés referenciájának könyvtára. Összegkép esetén pm és img módban kötelező. Szekvencia esetén opcionális, ha nincs megadva, akkor a szekvencia legjobb képe lesz a referencia.
-w	--overwrite	Alapértelmezésképpen a program nem állítja elő újra a korábban elkészített file-okat, ha a könyvtárban már megtalálhatóak. Amennyiben szeretnénk ezeket újra létrehozni, ezt az opciót kell megadni.
-h	--help	A súgót és a verzió információt jeleníti meg.

## A PPL-PHOTOMETRY MŰKÖDÉSE

A ppl-photometry script a következő lépéseket hajtja végre.

Meghatározza a kép asztrometriai paramétereit, a kép középpontjának koordinátáit, illetve a kép méretét. Ezt az astronomy.net program segítségével végzi el. Az új FITS file *.ast.fits* kiterjesztéssel kerül elmentésre. Az asztrometria eredménye belekerül a FITS file header részbe.

Az astronomy.net programot offline módban használja a script, ezért előzetesen a szükséges index file-okat le kell tölteni. A letöltést részletesen a [Offline asztrometria file-ok letöltése](#) fejezet tartalmazza.

Következő lépésben a képen található csillagok instrumentális magnitúdóit, és az egyes csillagok koordinátáit határozzuk meg a sextractor program segítségével. Az eredmények a <FITS-file-név>.cat file-ba kerülnek.

Az eredmény file-t ezután leszűrjük a számunkra érdekes csillagok, azaz a referencia katalógus (változók, összehasonlítók) körére. A referencia katalógust a [ppl-refcat](#) script-el állítjuk elő előzetesen. A szűrés koordináta egyezés alapján rendeli össze a referencia katalógus csillagait a fotometria eredményével.

Ezután következik a valós magnitúdók számolása, a referencia katalógusban található összehasonlító segítségével egyedi összehasonlító csillag segítségével, ensemble módszerrel, vagy standardizálással. Végül az így kapott eredményeket elmenti egy [AAVSO extended formátumú](#) file-ban.

## STANDARDIZÁLÁS

A program alkalmas standard magnitúdók számolására is. Ez olyankor tudja megvalósítani, ha a fotometria a Bi+Gi, Gi+Ri vagy Bi+Gi+Ri fényességeket meghatározza.

pmutil, v1.2.0

Első lépésként a műszer-együtthatókat kell kiszámolni, ehhez szükséges egy standard égterületről (SA) készült kép, amelynek ismertek a standard csillagai. Az ilyen képre futtatott fotometria, ha `-m` kapcsolóval indítjuk, kiszámolja az együtthatókat, és eltárolja őket.

Ezután a további képek fotometriájánál, amennyiben a `-s` kapcsolót használjuk, az együtthatók segítségével a `Bi,Gi,Ri` fényességekből kiszámolja a standard `B,V,R` fényességeket, és ezeket is eltárolja az eredményfile-ban.

Ha nincsenek még számolt együtthatóink, akkor lehetőség van ad-hoc standardizálásra (`-a` opcióval), ami azt jelenti, hogy az adott képen található összehasonlítókból számol együtthatókat, és ezeket alkalmazza is a változók fényességének meghatározásához. Ezeket az együtthatókat nem menti el, de az eredményfile-ban feltünteti.

## A KATALÓGUS FILE-OK STRUKTÚRÁJA

TBD.

## TRANZIENSKERESÉS

### PPL-TRANSIENT

#### PARANCSSORI OPCIÓK

A parancssori kapcsolókat a `ppl-photometry --help` paranccsal tudjuk megnézni.

```
ppl-transient, version 1.2.0
Search for transients and variable stars on photometry evaluated FITS images.

Usage: ppl-transient [OPTIONS]... [BASE_FOLDER]
Search for transients and variable stars on photometry evaluated FITS images.

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.
  -c, --color arg      set filter(s), arg is the color code, default color is 'Gi',
                        for available color codes see below
  -n, --name nameCode  set observer code for the AAVSO report
  -h, --help           print this page
  -w, --overwrite     force to overwrite existing results
  --show-graph        show ensemble or standard coefficient graphs for diagnostic or illustration purpose
  --save-graph        save ensemble or standard coefficient graphs for diagnostic or illustration purpose
  -t, --type type      type of the tranzient search ; cat - catalog, pm - photometry, img - image subtraction
  -r, --ref-folder     reference folder

Available filter color codes are:
Gi | G | gi | g      green channel
Bi | B | bi | b      blue channel
Ri | R | ri | r      red channel
all | ALL | All      all channels, results 3 separate frame
```

A parancssori opciók jelentése:

-c	--color	A feldolgozás során melyik színcsatornát használja. Amennyiben a paraméter értéke <b>all</b> , mindhárom csatorna feldolgozásra kerül. Alapértelmezett a <b>g</b> szín.
-n	--name	Az észlelő névkódja, ez kerül az AAVSO report file-ba.
-t	--type	A tranzienskeresés módszere: cat – katalógus alapján pm – fotometria alapján img – képkivonás alapján
-r	--ref-folder	A tranzienskeresés referenciájának könyvtára. Összegkép esetén pm és img módban kötelező. Szekvencia esetén opcionális, ha nincs megadva, akkor a szekvencia legjobb képe lesz a referencia.
	--show-graph	Megjeleníti az ensemble fotometria vagy a standard együtthatók számolásakor

pmutil, v1.2.0

		használt adatokat grafikonon. <i>Interaktív opció, a program futása szünetel, amíg a grafikonablak be nem záródik.</i>
	--save-graph	Képfile-ba menti az ensemble fotometria vagy a standard együtthatók számolásakor készült grafikonokat. A képek a következő grafikonokat tartalmazzák: magnitude_limit.png ensemble_parameters.png std_coefficients.png
-w	--overwrite	Alapértelmezésképpen a program nem állítja elő újra a korábban elkészített file-okat, ha a könyvtárban már megtalálhatóak. Amennyiben szeretnénk ezeket újra létrehozni, ezt az opciót kell megadni.
-h	--help	A súgót és a verzió információt jeleníti meg.

## A PPL-TRANSIENT MŰKÖDÉSE

TBD.

## SEGÉD SCRIPTEK

### PPL-REFCAT

Létrehozza a fotometria referencia katalógust egy adott objektumhoz, vagy koordináta-hoz, illetve egy adott kép alapján.

## PARANCSSORI OPCIÓK

A parancssori kapcsolókat a *ppl-refcat --help* paranccsal tudjuk megnézni.

```
ppl-refcat, version 1.2.0

Usage: ppl-refcat [OPTIONS]... FOLDER_NAME
Create reference catalog for photometry.

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.
-o, --object object_name    object (variable star) name
-c, --coords ra,decl        coordinates of the center of reference frame, valid format is 12:34:56.7,-12:34:56.7
-n, --field-name field_name standard field name
-i, --image filename        image file name
-f, --field size            field size in arcmin, default is 60 arcmin
-a, --all                   collect all variables ; if not set, collect variables having AUID only
-r, --field-stars           collect field stars
-s, --source catalog        source catalog for field stars ; default catalog is UCAC-4
-l, --limit                 magnitude limit for field star selection
-w, --overwrite            overwrite catalog file, if exists
-h, --help                 print this page
```

A *ppl-refcat* program létrehoz egy fotometriához szükséges referencia katalógust a megadott file-néven.

A katalógusban szereplő objektumokat alapvetően két érték határozza meg, az égitérület középpontja és a mérete. A középpontját megadhatjuk a *-c* opció segítségével koordinátákkal, a *-o* opció segítségével a középpontban elhelyezkedő objektum nevével, a *-n* opció segítségével fotometriai standard mező nevével, vagy az *-i* opcióval egy képfile megadásával.

A parancssori opciók jelentése:

-o	--object	Az égitérület középpontjában található objektum neve, tipikusan változócsillag elnevezés. Ha a név szóközt tartalmaz, vagy „” közé kell tenni, vagy a szóközöket _ karakterrel helyettesíteni.
-c	--coords	Az égitérület középpontjának koordinátái 12:34:56.7,-12:34:56.7 formátumban.

pmutil, v1.2.0

-n	--field-name	Fotometriai standard mező neve
-i	--image	Kép file név, ennek a középpontjának a koordinátáit használja.
-f	--field	Az égterület mérete ívpercben megadva.
-a	--all	Minden változó a katalógusba kerül; ha a -a opció nincs megadva, csak azok a változók kerülnek a katalógusba, amelyeknek van AUID azonosítójuk.
-r	--field-stars	Mezőcsillagok is kerüljenek a katalógusba.
-s	--source	Csillagkatalógus, amiből a mezőcsillagokat veszi (jelenleg nem használt, az UCAC-4 katalógust használja alapértelmezettként). Csak a -r kapcsolóval együtt értelmezett.
-l	--limit	A katalógusba kerülő mezőcsillagok fényességének alsó határa. Az alapértelmezett érték beállítható (lásd a <a href="#">Konfiguráció</a> fejezetet). Csak a -r kapcsolóval együtt értelmezett.
-w	--overwrite	Felülírja a katalógus file-t, amennyiben az létezik.
-h	--help	A súgót és a verzió információt jeleníti meg.

A katalógus három különböző objektumtípust fog tartalmazni:

- Változócsillagok, ezeket az AAVSO VSX katalógusból szerzi be a program
- Összehasonlító, az AAVSO VSP fotometria táblázata alapján vagy fotometriai standard csillagok táblázatából
- Mezőcsillagok, a kiválasztott katalógus alapján (jelenleg nem használt, az UCAC-4 katalógusból kérdezi le az adatokat). A mezőcsillagok esetében megadható a fényességük alsó határa is.

## PPL-COLORIZE

A kalibrált képekből színes jpeg képet készít.

## PARANCSSORI OPCIÓK

A parancssori kapcsolókat a `ppl-colorize --help` paranccsal tudjuk megnézni.

```
ppl-colorize, version 1.2.0
Make color jpeg image from calibrated FITS images.

Usage: ppl-colorize [OPTIONS]... [BASE_FOLDER]
Make color jpeg image from calibrated FITS images.

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.
-m, --method      scaling method, available values are: linear, sqrt, log, asinh
-c, --color       use selected color for all channel ; it results monochrome image
                  --scale      scaling constant
-h, --help        print this page
```

Abban az esetben használható, ha kalibrációt mindhárom színcsatornára elvégeztük (-c all opcióval), és a Sequence könyvtárban mindhárom Combined-\*.fits kép létrejött.

A jpeg kép a főkönyvtárba kerül, és a könyvtár nevét veszi fel .jpg kiterjesztéssel.

A parancssori opciók jelentése:

-m	--method	A képek skálázási módszerét határozza meg, lehetséges értékei: linear, sqrt, log, asinh
-c	--color	Megadható, hogy melyik színcsatornát használja a képhez, ebben az esetben monokróm kép készül. A színek lehetséges értékei: Gi, Bi, Ri.
	--scale	Az eredeti kép fényesség skálázási együttható, az 1.0-nél kisebb értékek halványítást jelentenek.
-h	--help	A súgót és a verzió információt jeleníti meg.

pmutil, v1.2.0

## PPL-CLEAN

Törli, illetve archiválja a kalibráció során generált képfájlakat.

### PARANCSSORI OPCIÓK

A parancssori kapcsolókat a `ppl-clean --help` paranccsal tudjuk megnézni.

```
ppl-clean, version 1.2.0
Clean/archive all generated FITS and other files.

Usage: ppl-clean [OPTIONS]... FOLDER_NAME

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.
-l, --lights          remove FITS files in Light folder too
-a, --archive         save result files into the archive folder
    --archive-folder folder set archive folder instead of the configured one
-h, --help           print this page
```

A program, a nyers képek és az eredmény fájl-ok kivételével, törli a könyvtár fájl-jait. Opcionálisan törlés előtt archiválja őket, ilyenkor a megmaradó fájl-ok az archív fájl-ban lesznek megtalálhatóak.

Az archív fájl a konfigurációs fájl-ban megadott könyvtárba kerül, ha ott nincs megadva, akkor a parancsban adott könyvtárban kerül létrehozásra. Az archív könyvtár helye felülbíráható a `--archive-folder` opció segítségével.

A parancssori opciók jelentése:

-l	--lights	A Light könyvtárban található FITS képeket is törölje. ()
-a	--archive	A nyers képeket és az eredmény fájl-okat archiválja.
	--archive-folder	Az archív fájl-ok könyvtára, felülbírája a konfigurációban megadott könyvtárnevet.
-h	--help	A súgót és a verzió információt jeleníti meg.

## PMHOTPIX

TBD.



## TELEPÍTÉSI ÚTMUTATÓ

### PMUTIL MANUÁLIS TELEPÍTÉSE

Amennyiben manuálisan szeretnéd telepíteni a scripteket, a következőket kell végrehajtani:

A következő scripteket másold át a ~/bin könyvtárba, a python scripteket kiterjesztés nélkül, és adjál nekik futtatási jogot:

```
pmutil/src/main/python/pplcalibration.py
pmutil/src/main/python/pplphotometry.py
pmutil/src/main/python/pmrefcat.py
pmutil/src/main/python/pmcolorize.py
pmutil/src/main/python/pmclean.py
pmutil/src/main/python/pmbase.py
pmutil/src/main/python/pmdisco.py
pmutil/src/main/python/pmfilter.py
pmutil/src/main/python/pmphot.py
pmutil/src/main/python/pmresult.py
pmutil/src/main/python/pmhotpix.py
pmutil/src/main/python/img_scale.py
```

Hozz létre linkeket ugyancsak a ~/bin könyvtárban a következő programokhoz:

```
ppl-calibrate -> pplcalibrate.py
ppl-photometry -> pplphotometry.py
ppl-refcat -> pmrefcat.py
ppl-colorize -> pmcolorize.py
ppl-clean -> pmclean.py
```

```
cp pmutil/src/main/python/pplcalibration.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pplphotometry.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmrefcat.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmcolorize.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmclean.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmbase.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmdisco.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmfilter.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmphot.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/pmresult.py ~/bin
cp pmutil/src/main/python/img_scale.py ~/bin
cd ~/bin
chmod 755 *
ln -s pplcalibrate.py ppl-calibrate
ln -s pplphotometry.py ppl-photometry
ln -s pmrefcat.py ppl-refcat
ln -s pmcolorize.py ppl-colorize
ln -s pmclean.py ppl-clean
```

A konfigurációs file-ok számára hozz létre egy .pmlib nevű könyvtárat a saját home könyvtáradban. Ebbe másold át a következő file-okat:

```
pmutil/etc/ppl.cfg
```

pmutil, v1.2.0

```
pmutil/etc/astrometry.cfg  
pmutil/etc/sex.cfg  
pmutil/etc/sex.param  
pmutil/etc/landolt_fields.txt  
pmutil/etc/landolt_stars.txt
```

```
mkdir ~/.pmlib  
cp pmutil/etc/* ~/.pmlib
```

## FITSH TELEPÍTÉSE

Ubuntu:

```
sudo apt-get install fitsh
```

Telepítés forrásból:

```
wget https://fitsh.net/download/fitsh/fitsh-0.9.3.tar.gz  
tar xzfv fitsh-0.9.3.tar.gz  
cd fitsh-0.9.3/  
./configure  
make  
sudo make install
```

## RAWTRAN TELEPÍTÉSE

A rawtran csomagot az ubuntu repo-ból telepítjük.

```
sudo apt-get install rawtran
```

## EXIFTOOL TELEPÍTÉSE

Az exiftool csomagot az ubuntu repo-ból telepítjük.

```
sudo apt-get install exiftool
```

## ASTROMETRY.NET TELEPÍTÉSE

Az astrometry.net alkalmazásnak csak egy régebbi verziója szerepel az ubuntu repo-ban, célszerű e helyett a legfrissebb csomagot letölteni és telepíteni.

```
wget http://astrometry.net/downloads/astrometry.net-latest.tar.gztar  
tar xvzf astrometry.net-latest.tar.gz  
cd astrometry.net-0.78  
  
sudo apt-get install libcairo2-dev libnetpbm10-dev netpbm \  
libpng2-dev libjpeg-dev python-numpy \  
python-pyfits python-dev zlib1g-dev \  
libbz2-dev swig libcfitsio-dev  
  
make
```

pmutil, v1.2.0

```
make py
make extra
sudo make install

export PATH="$PATH:/usr/local/astrometry/bin"
```

## OFFLINE ASZTROMETRIA FILE-OK LETÖLTÉSE

Különböző látómezőkhöz, az astrometry.net index file-jaiból különböző készletet célszerű telepíteni.

Normál látómezőhöz (< 2 fok):

```
cd /usr/share/astrometry
for j in {0..47} ; do printf -v fi "%02g" $j ; wget http://data.astrometry.net/4200/index-4203-$fi.fits ; done
for j in {0..47} ; do printf -v fi "%02g" $j ; wget http://data.astrometry.net/4200/index-4204-$fi.fits ; done
for j in {0..11} ; do printf -v fi "%02g" $j ; wget http://data.astrometry.net/4200/index-4205-$fi.fits ; done
for j in {0..11} ; do printf -v fi "%02g" $j ; wget http://data.astrometry.net/4200/index-4206-$fi.fits ; done
for j in {0..11} ; do printf -v fi "%02g" $j ; wget http://data.astrometry.net/4200/index-4207-$fi.fits ; done
wget http://data.astrometry.net/4200/index-4208.fits
wget http://data.astrometry.net/4200/index-4209.fits
```

Nagy látómezőhöz (> 2 fok):

TBD.

## SEXTRACTOR TELEPÍTÉSE

Ubuntu:

```
sudo apt-get install sextractor
```

## WCSTOOLS TELEPÍTÉSE

Ubuntu:

```
sudo apt-get install wcstools
```

## PYTHON CSOMAGOK TELEPÍTÉSE

Python3, pip, astroalign, astropy, astroquery, matplotlib, numpy, photutils, Pillow, scipy, xmltodict

Ubuntu:

```
sudo apt-get install python3
sudo apt-get install python3-pip
pip3 install astroalign
pip3 install astropy
pip3 install astroquery
pip3 install matplotlib
pip3 install numpy
pip3 install photutils
pip3 install Pillow
pip3 install scipy
pip3 install xmltodict
```

pmutil, v1.2.0

Ubuntu alatt bizonyos esetekben az astroquery lekérdezések (ppl-refcat) a következő hibaüzenetet adhatják:

```
ModuleNotFoundError: No module named 'keyring.util.escape'
```



Ebben az esetben a következő parancs lefuttatása szükséges:

```
pip3 install --upgrade keyrings.alt
```

## TIPPEK ÉS TRÜKKÖK

### 1. A KÉP KÉSZÍTÉSÉNEK IDEJE

DSLR kamerák esetén – ha direkt nem úgy állítjuk be – a raw file-ban helyi idő lesz a kép készítésének időpontja. A feldolgozás ezzel szemben UT-ban várja el. A kalibrációs program a raw -> fits konverziónál automatikusan konvertálja az időpontot.

Amennyiben a képben mégis UT szerepel, akkor a `ppl-calibrate -t UT` parancssori kapcsolóval mondhatjuk meg a programnak, hogy nem szükséges az időpont módosítása.

Ha a képeink mindig UT-ben készülnek, és nem akarjuk minden alkalommal kiírni a kapcsolót, abban az esetben `ppl-calibrate` file-ban az `IMAGE_TIME="LT"` beállítást módosítsuk a következőre: `IMAGE_TIME="UT"`. Így az alapértelmezett kép készítési időzóna az UT lesz. Ha alkalmilag mégis a helyi időt szeretnénk használni, akkor ezt a `ppl-calibrate -t LT` parancssori kapcsolóval tehetjük meg.

### 2. REFERENCIA KATALÓGUS VÁLTOZÓK

Amikor egy objektumhoz vagy képhez referenciakatalógust készítettünk a `ppl-refcat` paranccsal, célszerű a katalógusban szereplő változókat átnézni, mert különböző okok miatt a fotometria hamis eredményt adhat, ha nem körültekintően járunk el.

A következő esetek okozhatnak hamis eredményt:

- A változó túl közel van egy fényes csillaghoz, a fényesebb csillag korongja elfedi a változót, vagy legalább is az apertúrába beleesik
- A változó ködös objektumban található, tipikusan szupernóva közel a galaxis magjához, planetáris köd központi csillaga, ködváltozók.

Az ilyen esetekben kritikusan kezeljük az eredményt.

Ha nincs szükségünk ezen változók fényességére, akkor a referencia katalógus file-ban kommentezzük ki (a sor elejére írt # karakterrel).

### 3. SOK OBJEKTUM ÉSZLELÉSE EGY ÉJSZAKA FOLYAMÁN

Ha egy éjszaka folyamán több objektumot is észlelünk, célszerű a képfájl könyvtárakat úgy strukturálni, hogy a lehető legegyszerűbben feldolgozható legyen. Érdemes a könyvtárnevekbe a dátumot és az objektum nevét beletenni.

Ha például az összes 2020.01.01-i észlelésünk a `~/fotometria/20200101` könyvtárban található, akkor a könyvtárszerkezet a következőképpen nézhet ki:

```

.
├── 20200101
│   ├── Bias
│   ├── Dark
│   ├── Flat-Bias
│   ├── Flat-Dark
│   ├── Flat
│   ├── 20200101_x_umi
│   │   └── Light
│   ├── 20200101_z_umi
│   │   └── Light
│   └── 20200101_r_crb
│       └── Light

```

pmutil, v1.2.0

A kalibrációs képek egy helyen, a 20200101 könyvtárban találhatóak.

Ebben az esetben a következő parancsokkal történhet a feldolgozás:

```
cd ~/fotometria/20200101
ppl-calibration -c all -e skip 20200101
ppl-colorize -m sqrt 20200101
ppl-refcat ???
ppl-photometry -c all -n ABC 20200101
```

#### 4. STANDARD FOTOMETRIA

TBD

#### 5. TRANZIENSKERESÉS

Tranziensek keresésének több módját is támogatja a pmutil. A különféle módszereket a képfeldolgozás különböző fázisainál lehet alkalmazni.

---

##### TRANZIENS KERESÉS KATALÓGUSADATOKTÓL VALÓ ELTÉRÉS ALAPJÁN

TBD

---

##### TRANZIENS KERESÉS FOTOMETRIA ALAPJÁN SEQUENCE-BEN VAGY ARCHIVE KÉPEKEN

TBD

---

##### TRANZIENS KERESÉS KÉPKIVONÁSSAL SEQUENCE-BEN VAGY ARCHIVE KÉPEKEN

TBD

## FÜGGELÉK

## FOTOMETRIA REFERENCIA KATALÓGUS (REFCAT) FILE SZERKEZETE

A referencia katalógus file (ref.cat) szerkezete a következő:

Mező neve	Leírás	Formátum
<b>AUID</b>	AAVSO által használt azonosító (AUID) változóknál és összehasonlító csillagoknál, illetve hasonló formátumban generált azonosító. Ez utóbbi esetben az AAA rész jelentése: VAR – AUID-dal nem rendelkező változó, FFF - mezőcsillag	NNN-AAA-NNN
<b>ROLE</b>	Az adott objektum szerepköre. Értékei:  V – változócsillag,  C – összehasonlító csillag,  F - mezőcsillag	szöveges
<b>RA</b>	Rektaszscenzió, hexagezimális formában	HH:MM:SS.SSS
<b>RA_DEG</b>	Rektaszscenzió, fokban	szám
<b>DEC</b>	Deklináció, hexagezimális formában	+DD:MM:SS.SSS
<b>DEC_DEG</b>	Deklináció, fokban	szám
<b>MAG_B</b>	Katalógus szerinti B magnitúdó érték	szám
<b>ERR_B</b>	Katalógus szerinti B magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_V</b>	Katalógus szerinti V magnitúdó érték	szám
<b>ERR_V</b>	Katalógus szerinti V magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_R</b>	Katalógus szerinti R magnitúdó érték	szám
<b>ERR_R</b>	Katalógus szerinti R magnitúdó hiba	szám
<b>LABEL</b>	Az objektum egyéb megnevezése, változócsillag esetén a VSX katalógusnév, összehasonlító esetén a térképen szereplő fényességérték, mezőcsillagok esetén pedig a VizieR katalógus-azonosító (jelenleg az UCAC4)	szöveges

## A KOMBINÁLT FOTOMETRIA (.CMB.PM) FILE SZERKEZETE

A kombinált, Bi, Gi és Ri csatornákat is tartalmazó fotometria file (.cmb.pm) szerkezete a következő:

Mező neve	Leírás	Formátum
<b>AUID</b>	AAVSO által használt azonosító (AUID) változóknál és összehasonlító csillagoknál, illetve hasonló formátumban	NNN-AAA-NNN

	generált azonosító. Ez utóbbi esetben az AAA rész jelentése: VAR – AUID-dal nem rendelkező változó, FFF - mezőcsillag	
<b>VIZ_ID</b>	Vizier katalógus azonosító, a katalógus neve (jelenleg UCAC4) az azonosító prefixe	szöveges
<b>ROLE</b>	<p>Az adott objektum szerepköre. Értékei:</p> <p>V – változócsillag,</p> <p><del>VF – katalógusban szereplő, de a képen nem látható, vagy magnitúdó limit alatti fényességű,</del></p> <p>C – összehasonlító csillag,</p> <p><del>CF – katalógusban szereplő összehasonlító csillag, ami a képen nem látható, vagy magnitúdó limit alatti fényességű,</del></p> <p>K – ellenőrző csillag, azaz olyan összehasonlító, ami az ensemble módszer ellenőrzésére használható</p> <p>F – mezőcsillag</p>	szöveges
<b>LABEL</b>	Az objektum egyéb megnevezése, változócsillag esetén a VSX katalógusnév, összehasonlító esetén a térképen szereplő fényességérték	szöveges
<b>VIZ_FLAG</b>	<p>Objektum láthatósága, színcsatornánként, BGR sorrendben. A karakterek a következő értékeket vehetik fel:</p> <p>I – nem látható az adott színben</p> <p>B – látható, de a magnitúdó határ alatti fényességű</p> <p>N – látható, de a magnitúdó határ fölötti kisebb pontosságú tartományba esik</p> <p>S – szaturált objektum, PSF-fotometria</p>	AAA
<b>POS_FLAG</b>	<p>Az objektum pozíciója, színcsatornánként, BGR sorrendben. A karakterek a következő értékeket vehetik fel:</p> <p>B – az objektum közel esik a kép széléhez</p> <p>O – az objektum a képen kívülre esik</p>	AAA
<b>MATCH_FLAG</b>	<p>A match-elés eredménye, színcsatornánként, BGR sorrendben. A karakterek a következő értékeket vehetik fel:</p> <p>N – a refcat-ban szerepel, de a képen nem látszik. Ha a POS_FLAG nem O, akkor negatív tranziens (elhalványodás)</p> <p>T – a képen látszik, de nem sikerült a katalógussal match-elni, ez tranziens.</p>	AAA
<b>RA</b>	Rektaszценzió, hexagezimális formában	HH:MM:SS.SSS
<b>RA_DEG</b>	Rektaszценzió, fokban	szám
<b>DEC</b>	Deklináció, hexagezimális formában	+DD:MM:SS.SSS



<b>DEC_DEG</b>	Deklináció, fokban	szám
<b>MAG_GI</b>	Instrumentális g magnitúdó érték	szám
<b>ERR_GI</b>	Instrumentális g magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_BI</b>	Instrumentális b magnitúdó érték	szám
<b>ERR_BI</b>	Instrumentális b magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_RI</b>	Instrumentális r magnitúdó érték	szám
<b>ERR_RI</b>	Instrumentális r magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_B</b>	Katalógus szerinti B magnitúdó érték	szám
<b>ERR_B</b>	Katalógus szerinti B magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_V</b>	Katalógus szerinti V magnitúdó érték	szám
<b>ERR_V</b>	Katalógus szerinti V magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_R</b>	Katalógus szerinti R magnitúdó érték	szám
<b>ERR_R</b>	Katalógus szerinti R magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_TB</b>	Mért Bi magnitúdó érték	szám
<b>ERR_TB</b>	Mért Bi magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_TG</b>	Mért Gi magnitúdó érték	szám
<b>ERR_TG</b>	Mért Gi magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_TR</b>	Mért Ri magnitúdó érték	szám
<b>ERR_TR</b>	Mért Ri magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_STDB</b>	Mért standardizált B magnitúdó érték	szám
<b>ERR_STDB</b>	Mért standardizált B magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_STDV</b>	Mért standardizált V magnitúdó érték	szám
<b>ERR_STDV</b>	Mért standardizált V magnitúdó hiba	szám
<b>MAG_STDR</b>	Mért standardizált R magnitúdó érték	szám
<b>ERR_STDR</b>	Mért standardizált R magnitúdó hiba	szám
<b>DATE_OBS</b>	A mérés időpontja, ISO 8601 formátumban	YYYY-MM-DD'T'HH:MI:SS
<b>JD</b>	A mérés időpontja Julián dátumban	szám

## REFERENCIÁK

FITSH <https://fitsh.net>

RawTran <http://integral.physics.muni.cz/rawtran/>

Astrometry.net <http://astrometry.net>

SExtractor <http://www.astromatic.net/software/sextractor>

ExifTool <https://sourceforge.net/projects/exiftool/>

wcstools <http://tdc-www.harvard.edu/software/wcstools/>

astropy

astroquery Ginsburg, Sipőcz, Brasseur et al 2019. (<https://arxiv.org/pdf/1901.04520.pdf>)

Vizier