

---

# A Légy szem-kamera projekt

*Adattárolási koncepciók: elmélet és megvalósítás*

---

Pál András (apal@flyseye.net), Csépany Gergely, Mészáros László, Jaskó Attila, Mező György, Vida Krisztián, Oláh Katalin

---

2014 szeptember 17.

---

<http://flyseye.net/>

---

# Optikai leképező műszerek

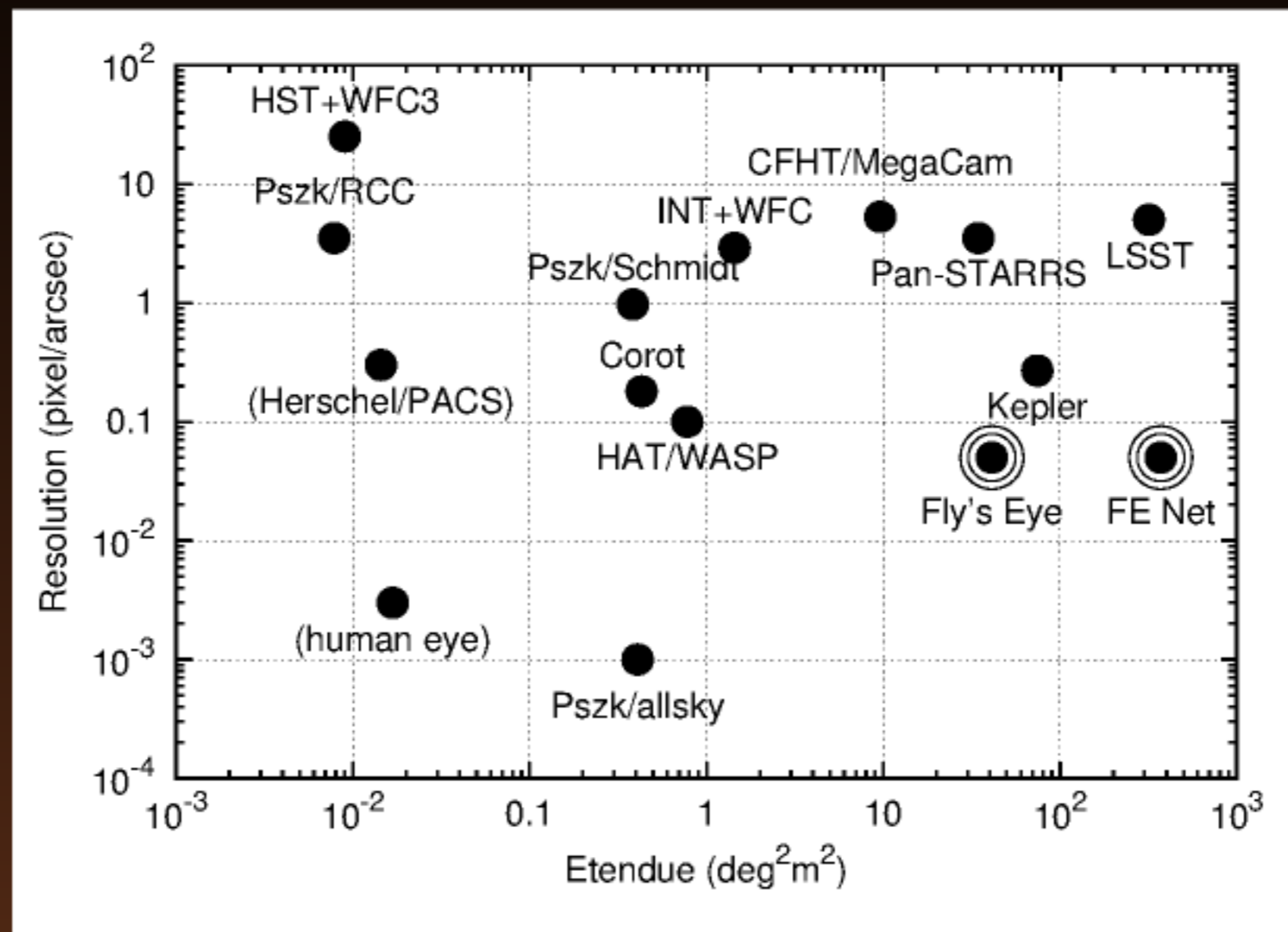
---

**Alapvető paramétereit egy optikai sávban működő eszköznek:**

- belépő nyílás;
- látómező mérete;
- detektor felbontása;
- kép felbontása;
- detektor fizikai mérete;
- fényerő;
- fényhasznosítási térfogat (étendue: látómező és belépő felület szorzata);
- mintavételezési gyakoriság.

**Ezek nem független mennyiségek és ezek mutatják meg hogy mennyire és/vagy mire használható fel a gyakorlatban egy, adott paraméterekkel rendelkező leképező rendszer (pl. egy kamerával felszerelt távcső).**

# Fényhasznosítás és felbontás



1. ábra: Hasznos felbontás és optikai fényhasznosítás néhány jelenleg is működő illetve tervezés alatt álló távcsőre. Az LSST-nek lesz majd a legnagyobb a fényhasznosítása a tervezett távcsövek közül.

# Felbontás, mintavételezés és égi lefedettség



**2. ábra:** A kép felbontás, az adatok mintavételezése és az összesített égi lefedettsége néhány optikai távcső-rendszernek melyeknek a fényhasznosítása a  $30 - 50 \text{ deg}^2 \text{m}^2$  tartományban van. Jelenleg a „nagy mintavételezés – nagy lefedettség – alacsony felbontás” (bal alsó) sarok az üres.

# A Légyszem-kamera optikája és mechanikája

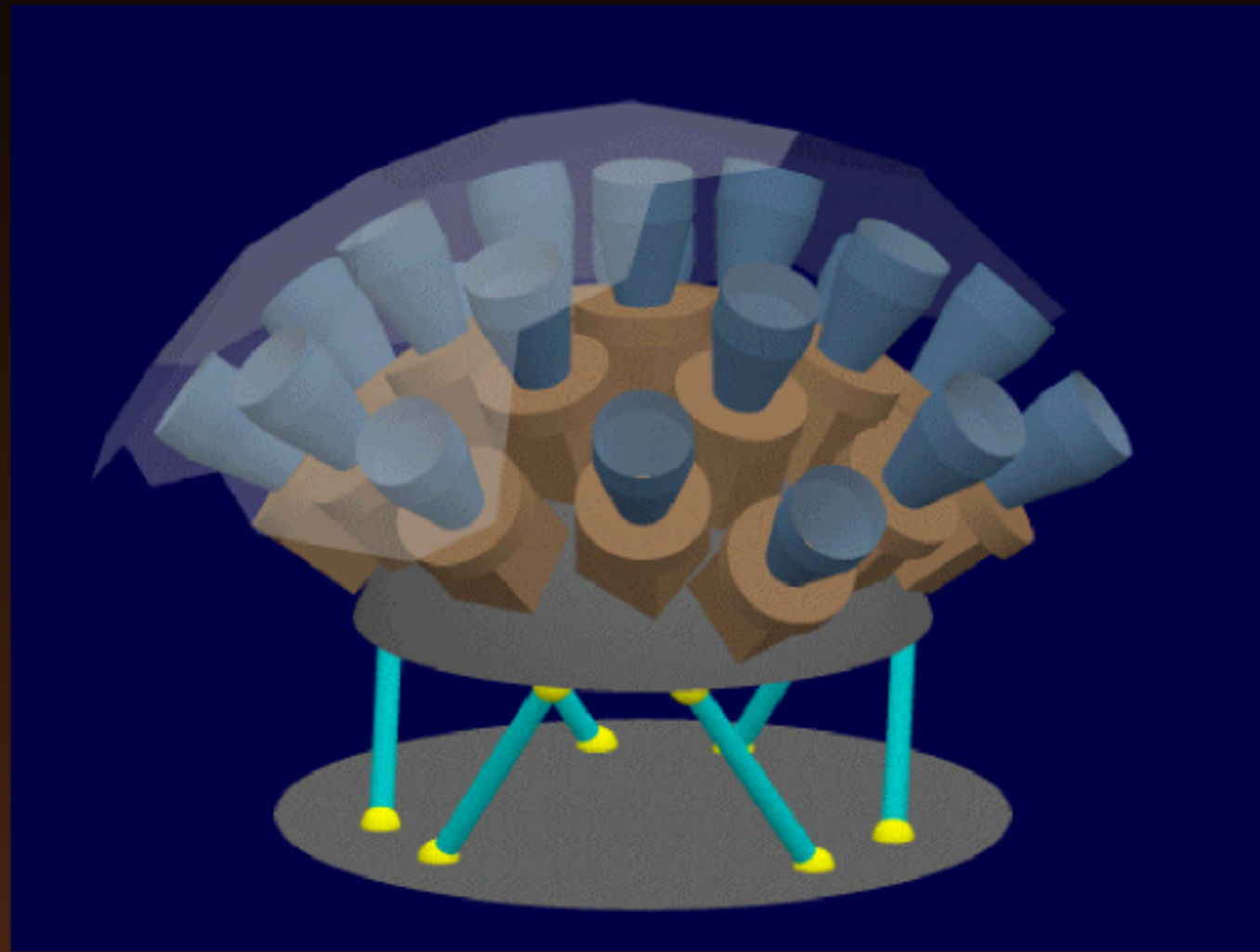
---

## A jelenlegi tervezési koncepciók:

- 19 nagylátószögű kamera, Sloan-szűrőkkel felszerelve: (u)/g/r/i/(z). Ez lefedi az eget a  $30^\circ \leq h$ -kal a horizont felett.
- Optika:  $f = 85 \text{ mm}$ ,  $f/1.2 \rightarrow$  a fotometriai precizitás  $4 - 5 \text{ mmag}$   $r = 10^m$  csillagokra, 3 min mintavételezési periódust feltételezve. Gyakorlati hátrólás: konfúziós zaj (közeli források összeolvadása a többi távcsőhöz képesti alacsony felbontás miatt). Határ:  $r \leq 15 - 16^m$  (közel az LSST telítéséhez!)
- Effectív felbontás:  $22''/\text{pixel}$ ,  $4k \times 4k$  KAF16803 detektorokkal (0.32Gpixel egy egységben). Fényhasznosítás:  $\approx 40 \text{ deg}^2 \text{m}^2$  (hasonló nagyságrendben: Kepler, egy darab Pan-STARRS egység).
- A mozgó alkatrészek minimalizálása: helyi égi követés hexapod felhasználásával; helybeli vezérlés beágyazott és mozgó alkatrészekről mentes számítógépekkel; kereskedelmi alkatrészek használata.
- Adatfeldolgozás: FITSH, a tervezett mérési mintavételezés alatt képes valós idejű feldolgozásra (kalibráció, asztrometria, differenciális fotometria). Adatmennyiség: néhány száz giga éjszakánként.

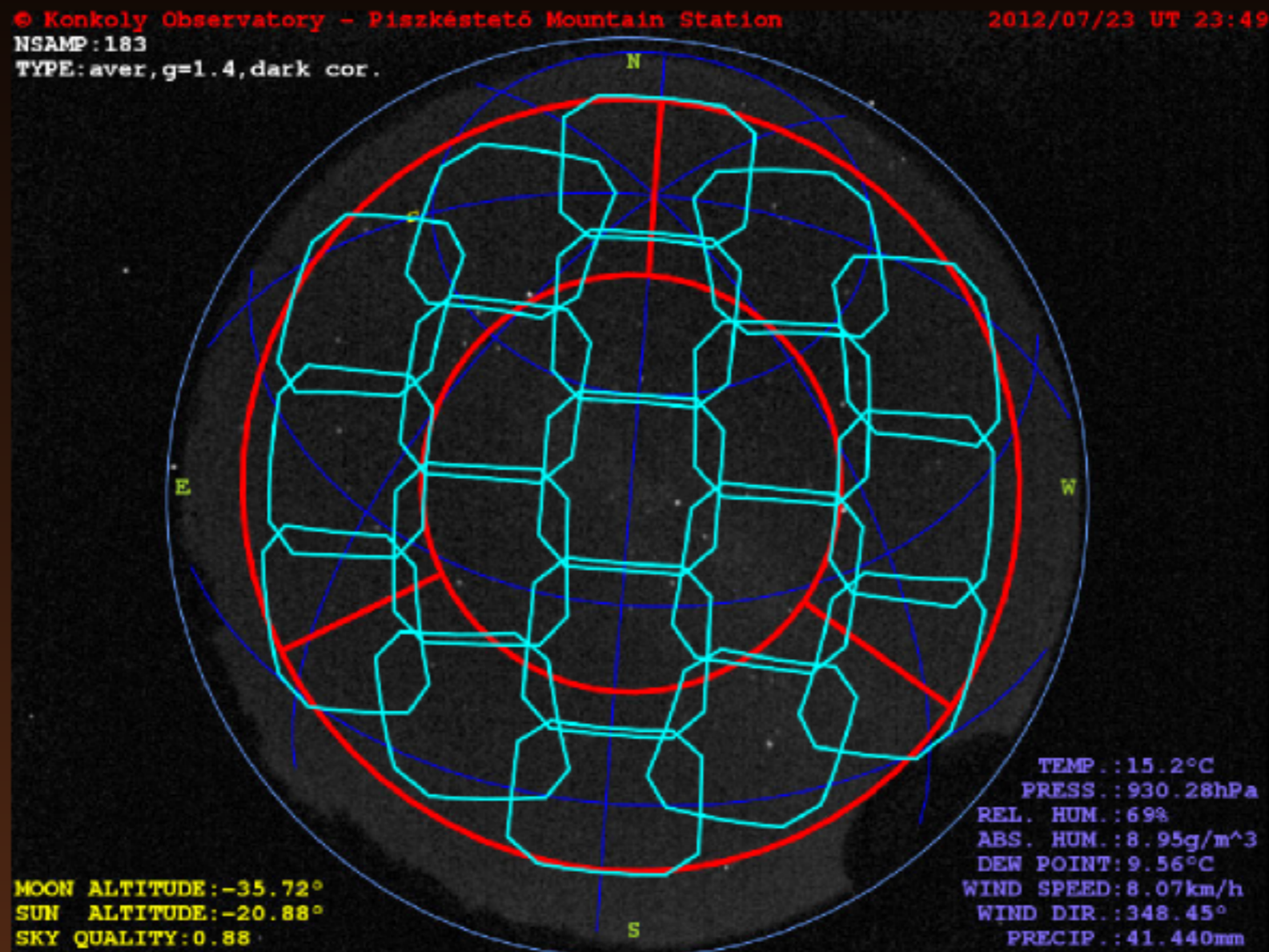
# A mechanika

---



**3. ábra:** *A teljes mechanika vázlata. A hasznos teher alapja – amire a 19 kamerát szereljük – az nagyjából méretarányos. A hexapod lábai teljesen jelképesen vannak ábrázolva, azonban az alap hosszúságuk az szintén méretarányosak. A műszer karakterisztikus mérete nagyjából  $\approx 1\text{m}$ .*

# A teljes látómező

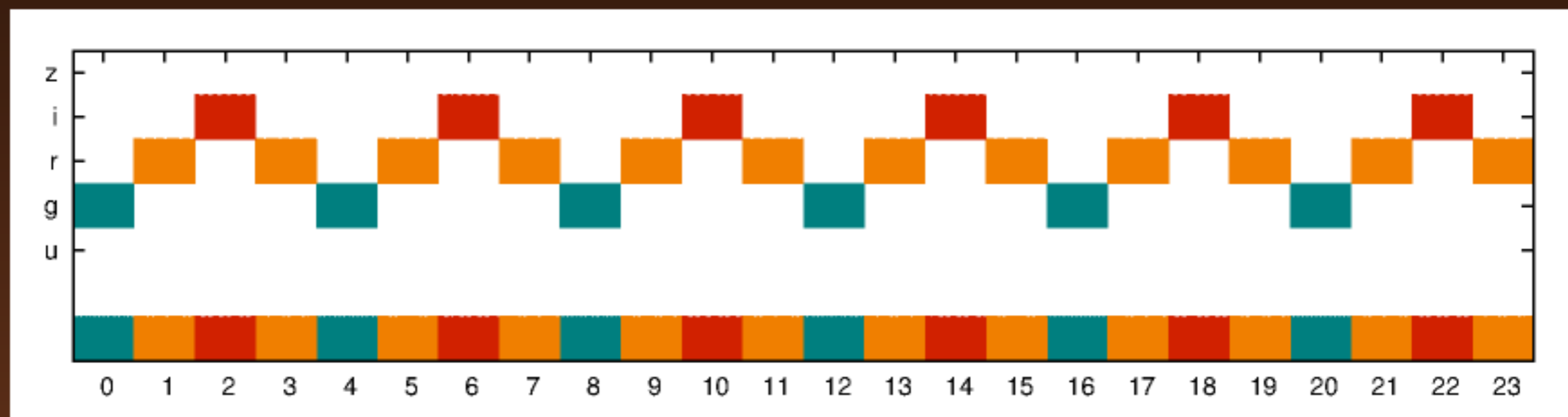


4. ábra: A 19 kamera látómezeje egy teljes égboltképre rávetítve. A látómező egy kamera-objektív párra nagyjából  $26^\circ$  lesz. A látómezők elhelyezkedése és orientációja az előző ábrán látható kamera-elrendezésnek felel meg.

# Adatgyűjtés

## Adatgyűjtési sémák:

- 3 csillagidő-percnyi periódus (expozíció + kiolvasás) → a kitöltés nagyjából 91%.
- Az exposíciók Greenwich-i csillagidő szerint szinkronizáltak, így minden jövőbeli műszer földrajzi helytől függetlenül ugyanazt a területet látja helyi csillagidőben mérve is.
- Szűrő szekvenciák: minden szűrőben periódikus, Sloan  $r'$  lesz minden második kép (ez a legérzékenyebb, mind az *ugriz*, mind a *gri* sorozat közepén).



5. ábra: Szűrő szekvenciák:  $g/r/i = 1/2/1$ , periódus: 4 kép (12 perc).



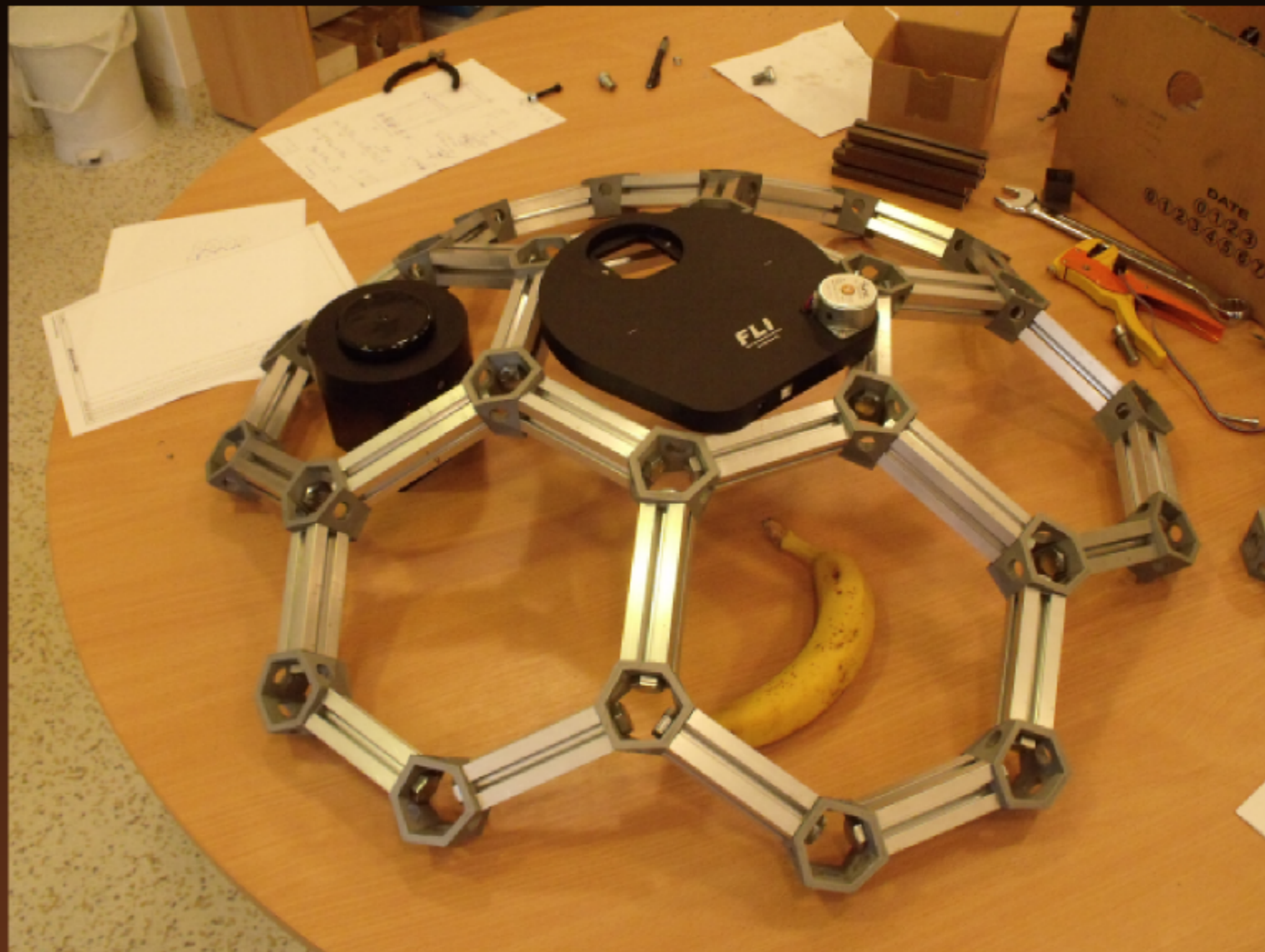
# Hexapod – a tesztkörnyezet

---



# Hexapod – felfogatás – I.

---



# Hexapod – felfogatás – II.

---



# Hexapod – a közeljövőben itten...

---



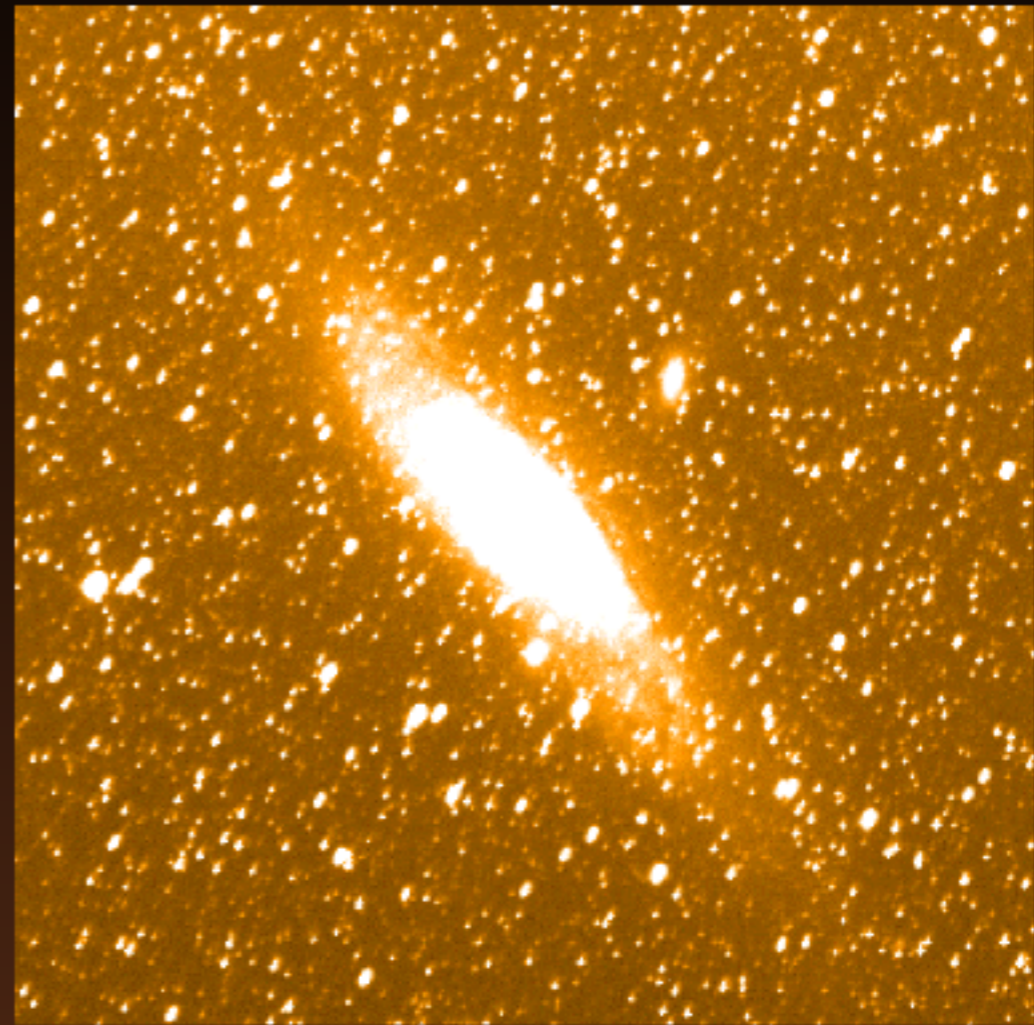
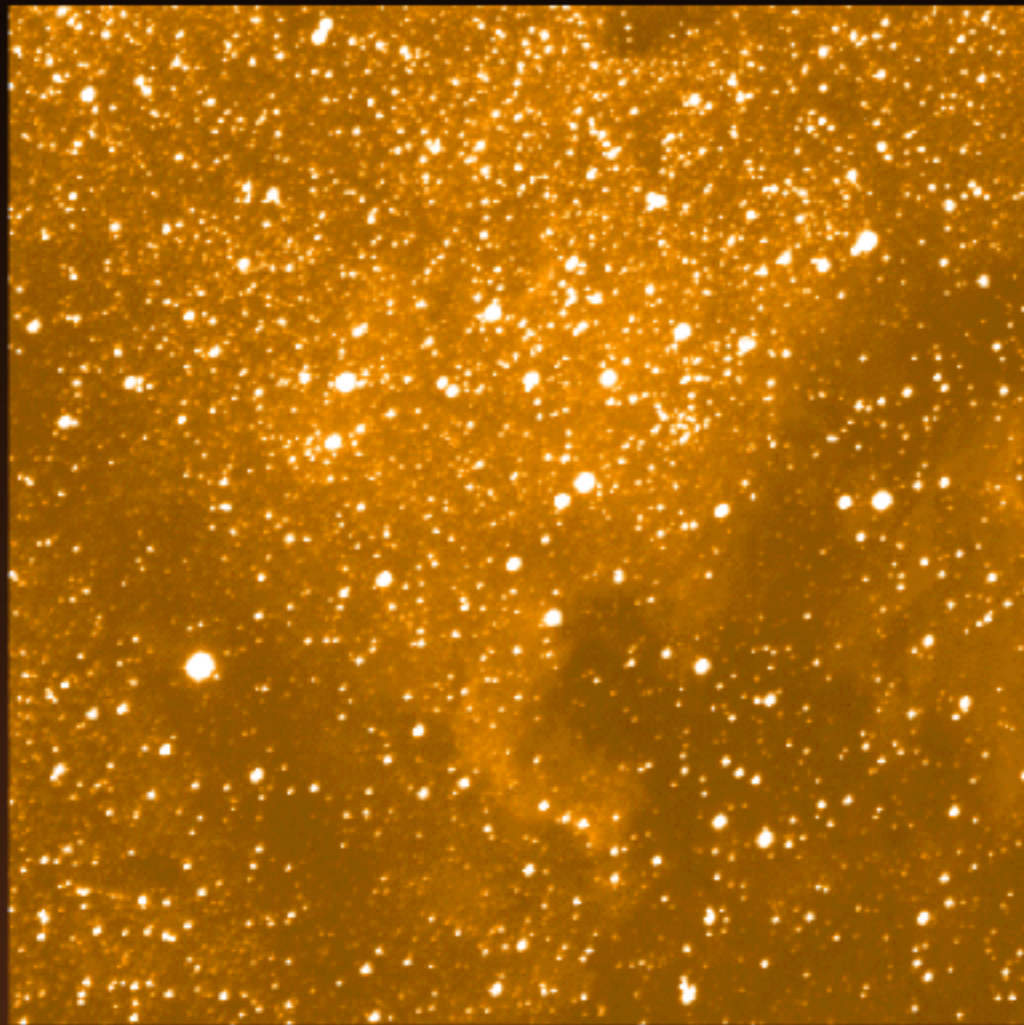
# Hexapod – ...és/vagy itten

---



# Hexapod – első képek

---



6. ábra: Balra: Észak-Amerika köd (NGC 7000), jobbra: Androméda-köd (M31), Sloan r, 130sec.

# Adattárolási problémakörök

---

## Felmerülő kérdések:

- a „data flow” mértéke:
  - folyamatos sávszél (burst): 100 TB/yr
  - effektív (napi), effektív (évi), ... : 40 TB/yr
- archiválás vs. feldolgozás
- árak:
  - nyers tárhelykapacitás ára (pénz per terabyte)
  - tárolás ára (pénz per disk-slot)
- redundancia, kolokáció, rendelkezésre állás
- adattípusok és adat-tranzpozíció (idősor vs. látómező):
  - képek
  - fotometriai adatok

# Adattárolási lehetőségek

---

- nyers tárolás (semmi redundancia, semmi biztonsági mentés)
- teljes archívum: duplikátumok, 1:1 másolatok (service mirroring)
- diszk-szintű redundancia:
  - tükrözés (mirroring, RAID1)
  - paritás ( $N + 1$ , RAID5)
  - független paritás ( $N + 2$ , RAID6)
  - ezek kombinációja (RAID10, RAID50, RAID60)
- saját megoldások kidolgozása...?



# Adattárolási lehetőségek

---

- **Véges testek (finite fields):** összeadás, szorzás, ezek inverzei értelmezettek a „szokásos” módokon – csak véges sok elemből áll a struktúra.
- **Általános jelölés:**  $\mathbb{F}(p^k)$ , ahol  $p$  prím,  $k$  pozitív egész
- **Példa:  $\mathbb{F}(7)$ : alapl műveletek 7-tel vett osztási maradéka:**
  - $1 + 2 = 3, 2 \cdot 3 = 6, 5 + 4 = 2, 4 \cdot 6 = 3;$
  - $2^3 = 1, 4^4 = 4;$
  - $2 - 5 = 4, -2 = 5, 3/5 = 2, 1/6 = 6, \log_5 6 = 3 \dots$
- **Jó dolog:**  $p = 2$  is prím  $\rightarrow$  létezik  $\mathbb{F}(2^8), \mathbb{F}(2^{16}), \dots$
- **Véges testek:** mátrixműveletek is definiálhatóak a szokásos módon:

$$\begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 6 & 4 \\ 5 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

# Adattárolási lehetőségek

Adott  $D$  darab adatmezőnk:  $d_j$  ( $1 \leq j \leq D$ ), ahol  $d_j \in \mathbb{F}$ .

$$\begin{pmatrix} 1^1 & 1^2 & 1^3 & \dots & 1^D \\ 2^1 & 2^2 & 2^3 & \dots & 2^D \\ 3^1 & 3^2 & 3^3 & \dots & 3^D \\ 4^1 & 4^2 & 4^3 & \dots & 4^D \\ 5^1 & 5^2 & 5^3 & \dots & 5^D \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R^1 & R^2 & R^3 & \dots & R^D \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ \dots \\ d_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \\ r_5 \\ \dots \\ r_R \end{pmatrix}$$

A fenti  $R \times D$  méretű mátrixra:  $V_{kj} = k^j$ , ahol  $D \leq R$ . Ezen definíció miatt  $V$  minden  $D \times D$  méretű almatrixa invertálható. Azaz, ha az  $r_1, r_2, \dots, r_R$  számok közül legalább  $D$  darabot tudunk, az eredeti  $d_j$  adatok is helyreállíthatóak.

A mi projektünk esetében:  $\mathbb{F}(2^8)$ ,  $D = 19$ ,  $R = 24$  jó választás lehet.

---

Köszönjük

---