

Když jsem se doslechl, že na stránkách ESO je k dispozici návod na stavbu Extremely Large Telescope (ELT) z Lega, neváhal jsem. Takový krásný model by přece byla radost ukazovat návštěvníkům na hvězdárně! To jsem ovšem netušil, co nás čeká. . .

K dispozici je totiž pouze návod — jehož autorem je mimochodem Frans Sink z observatoře v Leidenu — ale „kostičky si sežeh“. Když jsem dětem prohrabal jejich přebytečné kostičky, získal jsem sotva 20 %; neměl jsem to srdce rozdělat jim hotové stavby. Zbytek jsem musel objednat pomocí nějaké internetové služby, pročež jsem zvolil (<http://www.bricklink.com>). Tržní cena některých kostiček je však překvapivě vysoká, některé ani nelze sehnat u nás, ale jen v rámci EU, navíc počet obchodů = počet zásilek = počet poštovních. Systém sice nabízí automatický výběr obchodů, ale ten evidentně není nejvýhodnější. Při strastiplné manuální optimalizaci jsem postupně vybíral obchody s nejvíce typy kostiček, s nejvíce kostičkami, s dobrou cenou, pokud možno v České republice. Nakonec jsem v zoufalství změnil i barevnost některých kriticky vzácných kostiček, čímž jsem cenu „srazil“ na 14 034 Kč (celkem za 5 233 kostiček). Poznámka: svým dětem jsem nezaplatil nic. Také se omlouvám těm, kteří by si chtěli ELT postavit; za to, že jsem kostičky v ČR poněkud vykoupil.

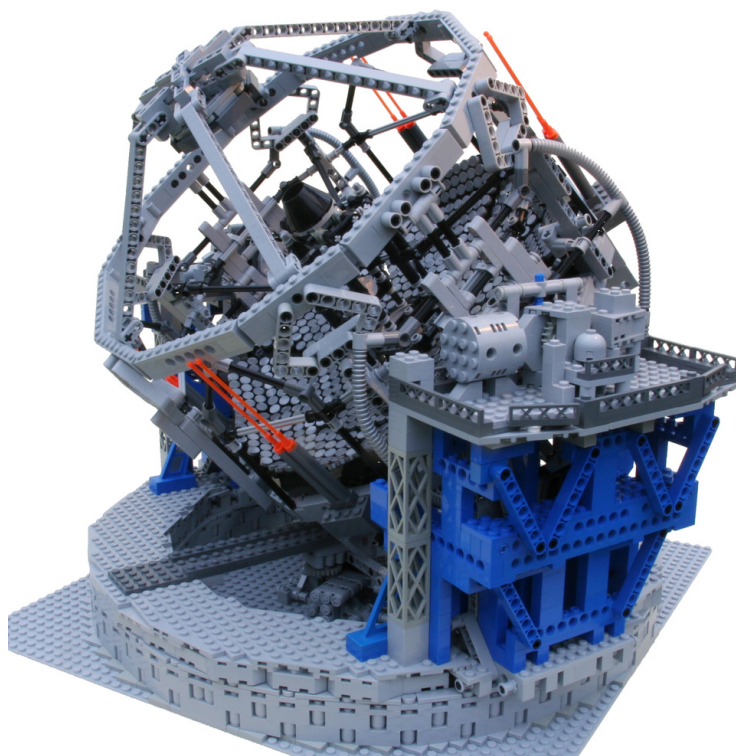
Mít kostičky je jedna věc a mít hotový ELT druhá věc. Poměrně záhy jsme pochopili, že se jedná o nejsložitější model, jaký jsme kdy z Lega stavěli. Na některé obrázky z návodu jsme dlouho soustředěně (nechápatě) zírali, ale nakonec se umístění kostičky vždy ukázalo jako jediné možné a logické (viz obr. 1). Pouze v jednom místě jsme byli nuceni slabou konstrukci trochu zpevnit a pod sektory hlavního zrcadla jsme doplnili černý šestiúhelník z kostiček 6×1 . Celkový rozměr exponátu je 50 cm.

Co lze na modelu ELT ukazovat? Prakticky vše podstatné; sledujme ostatně obr. 2, případně obr. 4: 1. všech 798 (!) segmentů¹ dutého primárního zrcadla s relativním otvorem $f_1/0,93$ (ve skutečnosti je zrcadlo eliptické, aktivní), 2. vypuklý sekundár (asférický, aktivní), 3. dutý terciár (totéž), 4. nakloněné rovinné zrcadlo s otvorem pro dráhu $2 \rightarrow 3$ (s adaptivní optikou a příslušnými aktuátory), 5. pohyblivé rovinné zrcadlo (s korekcí tip-and-tilt, otočné kolem osy věže), čili téměř celou optickou dráhu. Dále azimutální montáž, základní rysy její příhradové konstrukce, pohon azimutální osy, pohyb celé platformy v azimutu, pohyb dalekohledu ve výšce, *názna*k složitého mechanického uložení aktivních zrcadel², uspořádání do 6 hlavních sektorů, dvě horizontální Nasmythova ohniska, výtahy

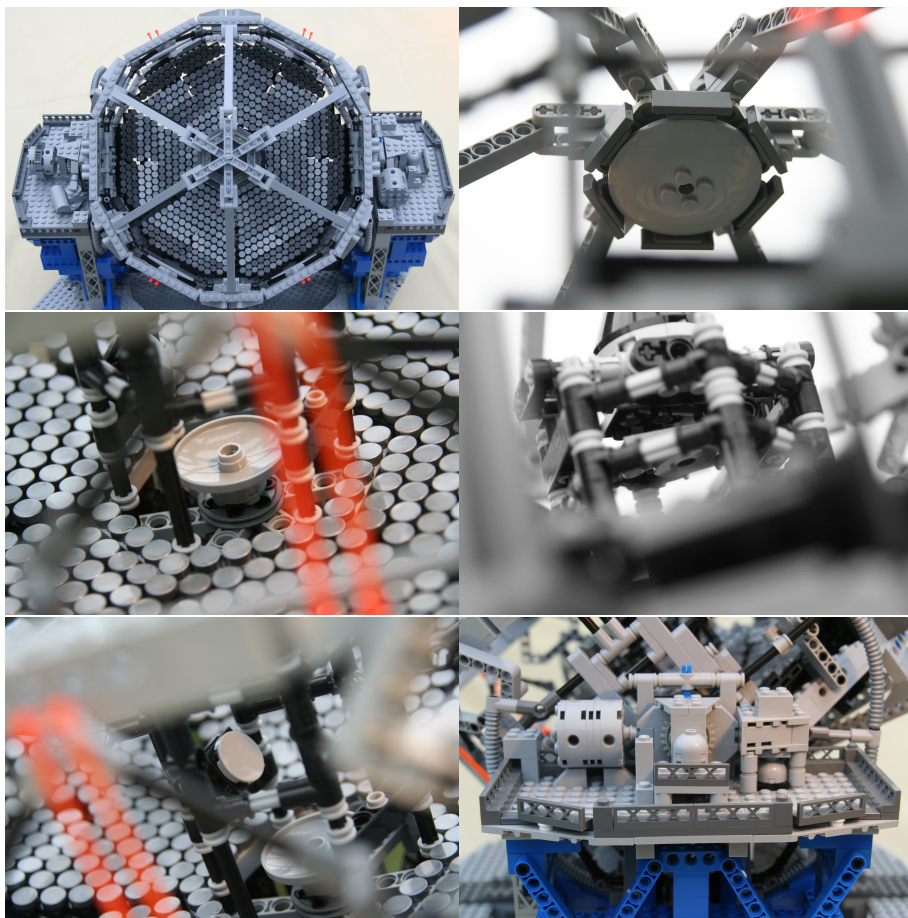
-
1. jeden či dva bychom mohli vyndat, neboť se neustále nějaké pokoují
 2. každý jeden segment je jinak uložen na 27 bodech

na plošiny, předohniskové stanice, v nichž jsou skryty polohovací sondy pro guiding (s odpohledovými zrcátky o průměru 23 nebo 57 cm pro LGS) a 6. zasouvané rovinné zrcadlo (M6N nebo M6C) pro odklánění paprsku do stran nebo ohniska coudé, dále jednotlivé přístroje na plošinách, konkrétně adaptivní modul MAORY + kameru MICADO, zobrazovací spektrograf METIS, polní spektrograf HARMONI; trubici vedoucí světlo pod dalekohled do ohniska coudé, 8 laserových zdrojů (589 nm, 20 W), Galileovy projekční dalekohledy s 15m clonami, vystupující laserové svazky o průměru 22 cm, vytvářející umělou hvězdu (LGS) pro adaptivní optiku, příslušné klimatizační jednotky, atd. Měřítka modelu je asi 1 : 150; dokumentuje ho přiložený kamion. Také je možné podotknout, že nejmenší zrcadlo M5 zhruba odpovídá velikosti zrcadla našeho největšího 2m dalekohledu v Ondřejově.

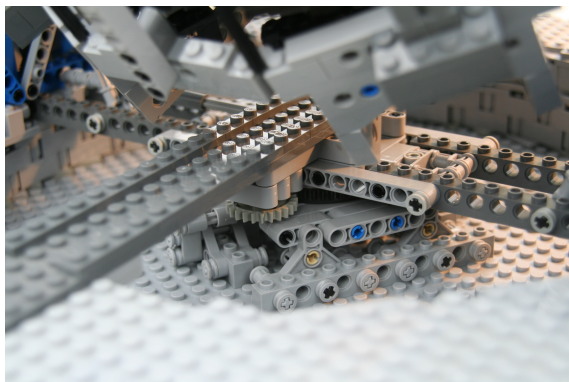
Vzhledem k tomu, kolik času nám stavba ELT zabrala, zřejmě už nikdy nic takového nepostavíme. Na druhou stranu, právě jsem se doslechl, že na Paranalu mají model VLTI. . .



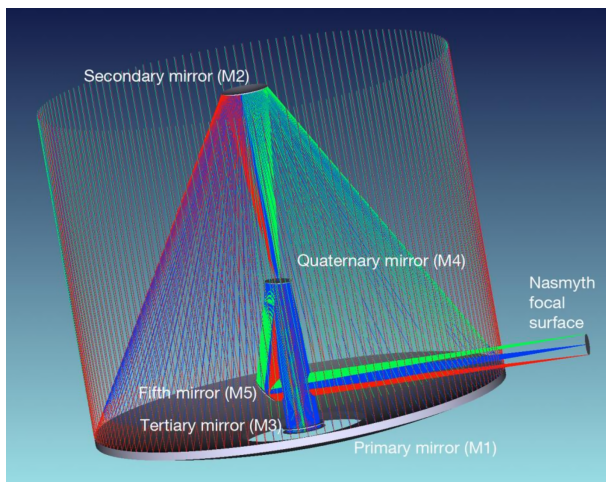
Obr. 1 — Extremely Large Telescope (ELT) z Lega.



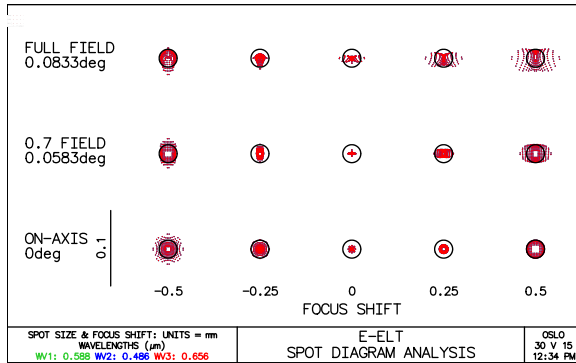
Obr. 2 — Primár, sekundár, terciár, zrcadlo M4 (nakloněné s otvorem), M5 (funkční tip-and-tilt) a platforma s předohniskovou stanicí a přístroji 1. generace: MAORY (vpravo), MICADO (pod), METIS (před), HARMONI (vlevo).



Obr. 3 — Detail azimutální osy, jejího pohonu a středové lávky. Vlevo nahoře je trochu patrná trubice vedoucí světlo do ohniska coudé.



Obr. 4 — Optická konstrukce Extremely Large Telescope (ELT). Jde o variantu Paul–Bakerova dalekohledu, kde primár je mírně eliptický, má průměr $D_1 = 39,3$ m, poloměr křivosti $R_1 = 69$ m, konstantu kuželosečky $K_1 = -0,995\,882$; sekundár vypuklý asférický $D_2 = 4,2$ m, $R_2 = 9,313$ m, $K_2 = -2,289\,62$, $a_4 = 0,479\,584 \cdot 10^{-15}$; terciár dutý asférický $D_3 = 3,75$ m, $R_3 = -21,067\,947$ m, $K_3 = 0$, $a_4 = 0,825\,713 \cdot 10^{-14}$, $a_6 = 0,915\,685 \cdot 10^{-23}$; 4. zrcadlo ploché, $D_4 = 2,4$ m, adaptivní s 5 800 aktuátory, skloněné pod úhlem $7,75^\circ$, s otvorem kvůli trase $2 \rightarrow 3$; 5. zrcadlo ploché, $D_5 = 2,2$ krát $2,7$ m, s eliptickým půdorysem, korekcí tip-and-tilt, směřuje paprsky mimo tubus do Nasmythova ohniska $f/17,48$. Případně je možné zařadit 6. zrcadlo ploché, $D_6 = 2,0$ krát $1,5$ m pro odklánění do strany nebo ohniska coudé. Zorné pole je velké $10'$, tj. jako 2 mm ve vzdálenosti natažené ruky. Je plně korigované, dalekohled tedy kreslí na difrakčním limitu (srovnej obr. 5). Převzato z E-ELT Construction Proposal, (http://www.eso.org/public/products/books/book_0046/), Cayrel (2012).



Obr. 5 — Rozptylový diagram pro ELT na obr. 4, znázorňující zorné pole, resp. ohniskovou plochu s poloměrem křivosti $R_{IMS} = 11,223$ m, do vzdálenosti $5'$ od osy. Škála se zdá veliká, ale efektivní ohnisková vzdálenost dosahuje $f_{eff} \doteq 682$ m, čemuž odpovídá i velikost difrakčního limitu (černého kroužku). Výpočet programem OSLO [2].

- [1] CAYREL M. *E-ELT optomechanics: overview*. Proc. SPIE, **8444**, 69, 2012.
 [2] OSLO Edu Edition, Rev. 6.6.2. (<http://www.lambdares.com/oslo-edu>).
 [3] SINK, F. *Build your own Lego E-ELT!* [online] [cit. 2017-11-24].
 (<https://www.eso.org/public/announcements/ann14071/>).