

# Nålhålsprojektor och projektion av solen under en partiell solförmörkelse 2021

Gottfrid Olsson

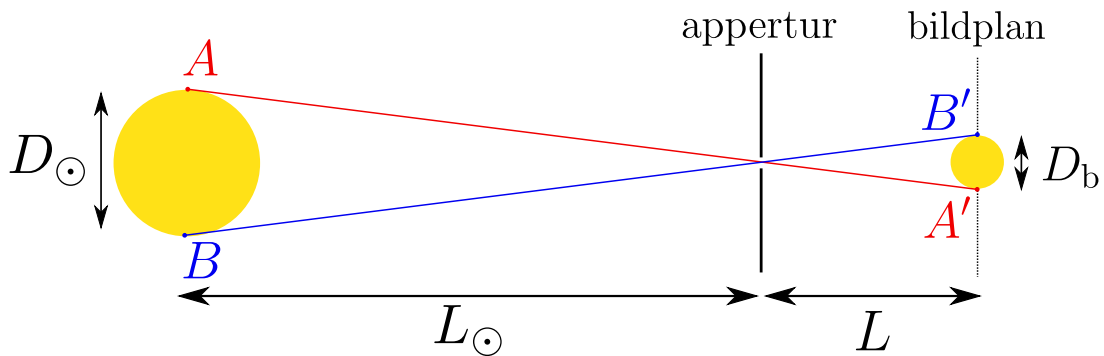
2021-06-23

## 1 Introduktion

På dagen 2021-06-10 täckte månen en del av solen, en så kallad partiell solförmörkelse. Ett säkert och enkelt sätt att observera en solförmörkelse, som varken kräver speciell utrustning eller stora förberedelser, är med en nålhålsprojektor (NHP). Här presenteras hur en NHP fungerar, en enkel design, utförande samt resultat för mätning av den partiella solförmörkelsen som ägde rum 2021-06-10 i Skara.

## 2 Teori

En NHP fungerar genom att ljus passerar genom en mycket liten öppning och träffar en vägg. För att kunna se avbildningen på väggen krävs ett mörkt rum, varför en NHP vanligtvis består av en låda med ett litet hål i ena änden och ett bildplan (där projektionen uppstår) i motsatt ände. I figur 1 ser vi tvärsnittet hos en NHP med införda beteckningar.



**Figur 1:** Schematisk figur över en NHP med tillhörande beteckningar.

Likformiga trianglar ger att  $D_b/L = D_{\odot}/L_{\odot}$  varur vi löser för  $D_b$  och erhåller

$$D_b = L \frac{D_{\odot}}{L_{\odot}}. \quad (1)$$

Notera det linjära sambandet mellan  $L$  och  $D_b$ ; önskas en dubbelt så stor avbildning krävs en dubbelt så lång NHP (detta demonstreras av figur 3 och 4).

Förklaringen av hur en avbildning kan fås med hjälp av en NHP bygger på två huvudkoncept. För det första färdas ljus i en rät linje (så till vida att inget påverkar ljuset,

och vi kan säga att ljuset, fotonerna, är opåverkade under färden mellan apperturen och bildplanet i lådan). För det andra innebär en mycket liten (idealt en matematisk punkt) appertur att ljus från en punkt  $A$  på ljuskällan som passerar apperturen träffar bildplanet i en och endast en punkt  $A'$ . En annan ljuskälla i punkt  $B$  avbildas alltså i punkt  $B' \neq A'$  i bildplanet, tack vare att ljus färdas i rätta linjer och att  $B \neq A$ . Projektionen vi ser i bildplanet är alltså summan av avbildade punkter från samtliga punkter på ljuskällan.

### 3 Metod

#### 3.1 Mätuppställning

En enkel NHP som visas i figur 2 konstruerades av kartong, tejp, aluminiumfolie, ett papper och en linjal med assistans av en sax, en penna och en nål. Kartongen och tejpen skapade ett långt rätblock. En bit kartong klipptes bort i mitten av ena kortsidan varöver aluminiumfolie sträcktes och fästes med tejp. Med nålens spets infördes ett litet



**Figur 2:** Fotografi av min hemmabyggda NHP. Notera aluminiumfoliet (med nålhålet) i ena änden och kikhålet (kartongluckan) i sidan nära den andra änden.

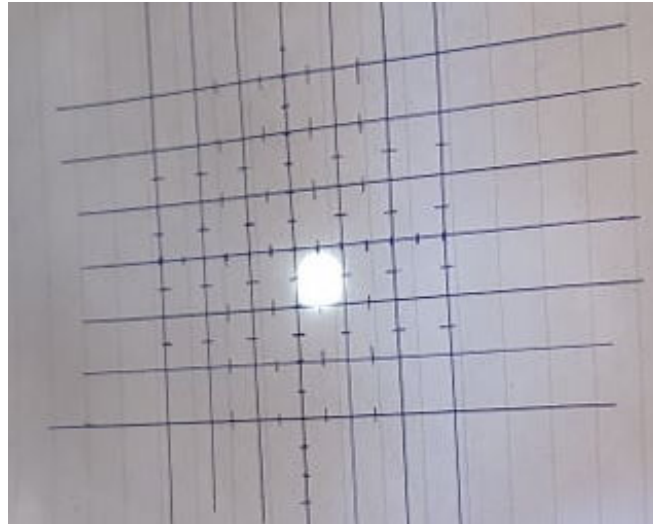
hål i aluminiumfoliet. På insidan i änden motsatt det med hålet tejpdades ett papper med centimeterstreck samt en linjal upp. Med ett kikhål i en sida av rätblocket fås åtkomst till bildplanet (pappret) från utsidan. Ställen där ljus kunde komma in i lådan blockerades med kartong och tejp så att insidan blev så mörk som möjligt.

#### 3.2 Utförande

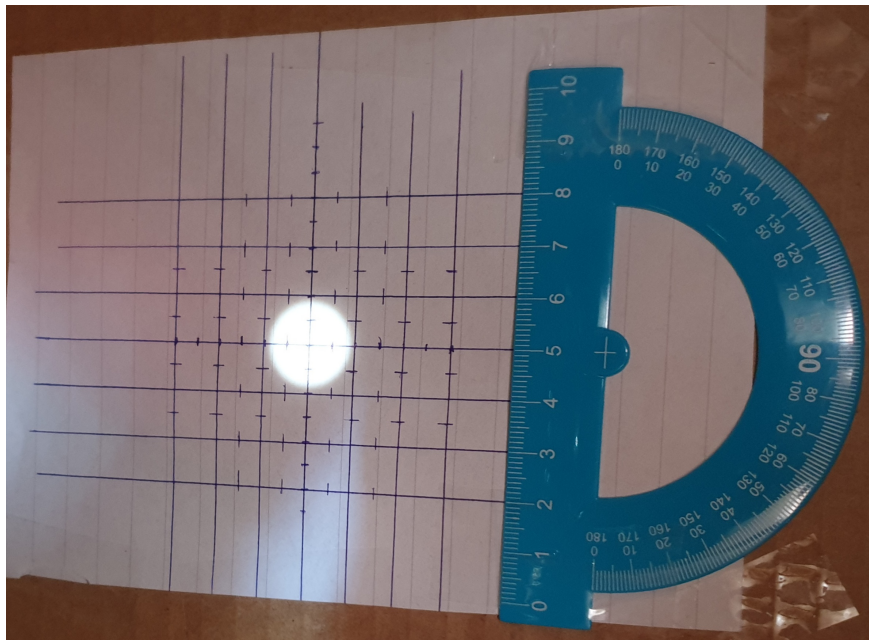
Min NHP konstruerades och testades 2021-06-09 (se figur 3 och 4). Dagen för partiell solförmörkelse, 2021-06-10, var det tyvärr molnigt. Mellan 11:30 till 13:00 satt jag utomhus och väntade på att molnen skulle släppa igenom tillräckligt solljus för att avbildningen av solen skulle bli synlig i bildplanet. När det blev ljust nog riktade jag först in NHP mot solen genom att hålla tag i och förflytta NHP tills dess skugga på marken blev så liten som möjligt. Sedan kollade jag in genom kikhålet och med händerna flyttade jag NHP försiktigt och justerade så att solens projektion blev så nära centrum på pappret jag förmådde. Sedan sträckte jag in min mobiltelefon (Samsung Galaxy S9) genom kikhålet och tog ett fotografi på bildplanet. Dessutom höll jag för kikhålet för att minimera mängden oönskat ljus in i lådan. Under ungefär en och en halv timme dokumenterades två bra avbildningar.

## 4 Resultat och diskussion

I figur 3 och 4 visas solen avbildad 2021-06-09 (dagen innan förmörkelsen) för NHP med längd  $L = (0,960 \pm 0,005)$  m respektive  $L = (1,820 \pm 0,005)$  m. Dessa avbildningar demonstrerar både att NHP fungerar som tänkt och att avbildningens storlek ökar linjärt med längden på NHP.



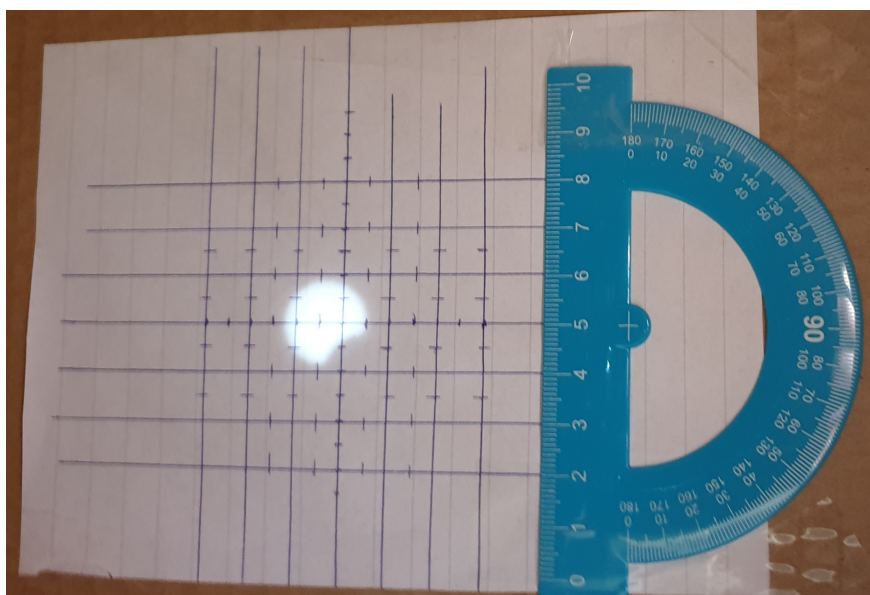
**Figur 3:** Solens avbildning med  $L = (0,960 \pm 0,005)$  m och vi ser att  $D_b \approx 10$  mm.



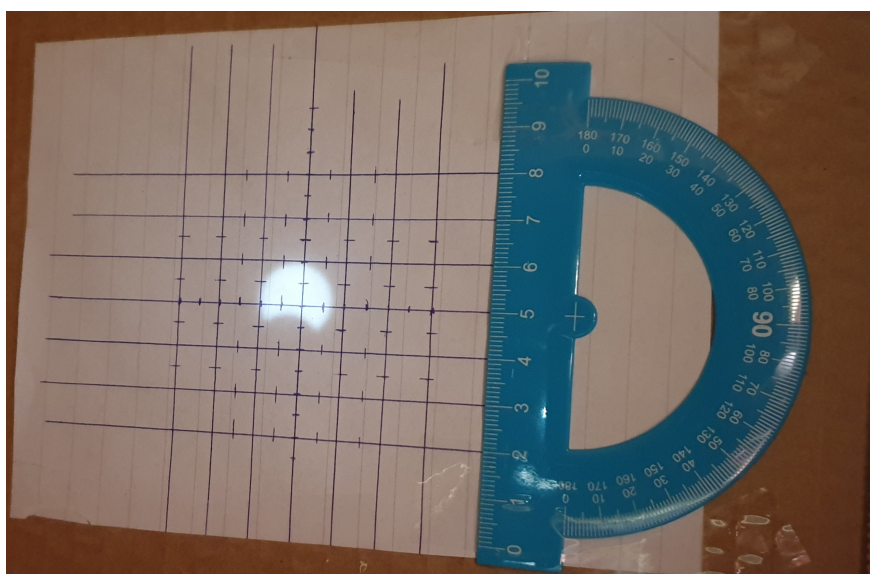
**Figur 4:** Solens avbildning med  $L = (1,820 \pm 0,005)$  m ger  $D_b = (18,0 \pm 0,5)$  mm.

Projektionen av solen klockan 12:01 den 2021-06-10 visas i figur 5 och vid klockan 13:07 i figur 6.

Vi har sett att projektion av solen med en NHP är effektivt och ger gott resultat, speciellt med tanke hur simpelt en NHP kan konstrueras. Slutligen kan partiella



**Figur 5:** Solens avbildning 2021-06-10 klockan 12:01 (GMT+2). Notera hur månen täcker sydöstra delen av solens projektion.



**Figur 6:** Solens avbildning 2021-06-10 klockan 13:07 (GMT+2). Notera att månens position har ändrats från figur 5 och täcker sydsydvästra delen av solens projektion.

solförmörkelser studeras på ett enkelt och säkert sätt med en NHP vilket gör det till ett utmärkt val för amatörastronomen.

## 5 Tack till

Jag vill framföra tack till min mor som ordnade allt material, till UPPRYMD som informerade om att solförmörkelsen ägde rum, och slutligen till mina vänner som tog del av resultatet från den partiella solförmörkelsen och delade glädjen med mig.



## A Anteckningar under utförande

Pinhole projector 2021-06-09

aluminiumfolie  
+ ljust hål  
med nål

$L_k$

Bildplan

ljuskälla

apertur

Bildplan

$D_0$

$D_k$

$D_b$

$L_0$

$L_k$

1cm  
rutat  
papper

används i bildplanet  
för mätning av  $D_b$   
tänkt stor  $L_k$   
(för 1,82m mätningen  
infördes linjal vid  
mätning för noggrannare  
mätning  $\approx \pm 1\text{mm}$ )

$L_0 = 1,496 \cdot 10^3 \text{ km}$   
 $D_0 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$

Likformiga  $\Delta$  ger

$$\frac{D_0}{L_0} = \frac{D_b}{L_k}$$

$$D_b = D_0 \frac{L_k}{L_0} \stackrel{\text{ins.}}{\approx} 0,00936 L_k$$

$L_k = 1\text{m} \Rightarrow D_b \approx 0,00936 \text{ m} = 9,4 \text{ mm} \approx 1 \text{ cm}$   
 $L_k = 2\text{m} \Rightarrow D_b \approx 0,0187 \text{ m} = 1,9 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$

uppmätt  
Faktiska data:

$L_k$	$D_b$
0,96m	1cm
1,82m	1,8cm

( $\pm 3\text{mm}$  ist)

$\pm 1\text{mm}$  (godskänns linjal)

förväntat  $D_b$ :

$L_k$	$D_b$
0,96m	0,86cm
1,82m	1,71cm