

Visueel waarnemen: NGC 770 en NGC 772 en de theorie.

Door: Jan van Gastel

Hoeveel moet je een zwak deepsky object vergroten om het (zo goed mogelijk) te kunnen waarnemen? Waarom zie je een object van magnitude 12 of 13 soms beter dan een van magnitude 10? Ik ben over dit soort vragen gaan nadenken en lezen toen ik op een keer in één beeldveld de sterrenstelsels NGC 772 en NGC 770 (in het sterrenbeeld Ram) zag met mijn 50 cm f/5 Newton telescoop. NGC 772 is van magnitude 10.3 en NGC 770 van magnitude 14. Hoe kon ik ze dan ongeveer even duidelijk (maar wel beide erg zwak) waarnemen?



Oppervlaktehelderheid

De gebruikelijke magnitude aanduiding voor objecten is de *geïntegreerde magnitude*, de magnitude alsof het om een ster zou gaan. Maar een sterrenstelsel is geen ster, geen puntbron dus, maar een uitgebreid object. Hoe uitgebreider het object, hoe meer het aanwezige licht zal zijn uitgesmeerd. Aan de geïntegreerde magnitude hebben we dus niet genoeg. We hebben een andere maat nodig: de oppervlaktehelderheid (surface brightness), die rekening houdt met de mate van uitgebreidheid, met de oppervlakte van het object dus. En ook die verschilde nogal tussen beide bovengenoemde objecten: 7.1x4.5 boogminuten voor NGC 772 en slechts 0.4x0.3 boogminuten voor NGC 770. Het licht van NGC 770 wordt dus over een veel kleiner oppervlak uitgesmeerd. De oppervlaktehelderheid wordt uitgedrukt in magnitudes per boogseconde².

Formule

Een handige formule voor het berekenen van de oppervlaktehelderheid is de volgende: $M_o = M_v + 2.5 \log(r_1 * r_2 * \pi)$, waarin: M_o = de gezochte oppervlaktehelderheid, M_v = de geïntegreerde magnitude van het object, r_1 is de halve lengte van de lange as en r_2 de halve

lengte van de korte as. Berekenen we met deze formule de oppervlakte helderheden van beide galaxies dan komen we op 22.7 voor NGC 772 en op 20.3 voor NGC 770. De laatste, met de zwakste geïntegreerde magnitude, komt dus qua oppervlaktehelderheid gunstiger uit de bus dan de eerste. Echter: om een object goed waar te kunnen nemen, dient het ook een bepaalde grootte te hebben. Een groot object neemt men gemakkelijker waar omdat er dan meer lichtgevoelige elementen in het oog door fotonen getroffen worden. Om NGC 770 goed te kunnen waarnemen, zal het dus sterker moeten worden vergroot dan NGC 772. Een sterkere vergroting heeft een voordeel: de achtergrond wordt donkerder, omdat het licht wordt uitgesmeerd. Er is ook een nadeel: het object wordt ook donkerder vanwege uitsmering van het licht over een groter oppervlak. NGC 770 kon echter nog wel wat hebben, want het kwam in eerste instantie helderder uit de bus dan NGC 772 zoals we hierboven zagen.

De achtergrondhelderheid en de gevoeligheid van het oog

We hebben nog twee andere grootheden nodig dan de hierboven reeds genoemde en wel (1) de *helderheid van de achtergrond*, van het "niets" dus. Ook deze wordt uitgedrukt in magnitudes per boogseconde zoals bovenstaande oppervlaktehelderheid en ligt daarom in dezelfde orde van grootte. Het zal duidelijk zijn, dat deze achtergrondhelderheid zeer afhankelijk is van lichtpollutie. Is het nu zo dat je eenvoudig kunt zeggen: "als de oppervlaktehelderheid van het object groter is dan die van de achtergrond, dan kun je het object zien?" Nee, zo eenvoudig is het niet. Je hebt ook nog te maken met (2) *de gevoeligheid van het oog*, die ook al even bij de "grootte die het object moet hebben om het goed te kunnen waarnemen", om de hoek kwam kijken. Om daarmee rekening te houden moet er in de berekeningen "iets logaritmisch" gebeuren. Hoe dat precies zit voert hier te ver, maar dat kan men in de internetartikelen die hieronder worden genoemd nalezen. Met deze twee factoren plus de eerder genoemde hebben we nu genoeg variabelen om van elk object te berekenen hoeveel je het moet vergroten om de kans dat je het inderdaad waarneemt zo groot mogelijk te maken.

Programma

Moeten we dat nu voor elk object allemaal zelf gaan uitrekenen? Nee, dat hoeft niet. Mel Bartels, zeker geen onbekende in telescopenland, heeft er een programmaatje voor geschreven. Het heet ODM, hetgeen betekent: **O**ptimum **D**etection **M**agnification. Hierin voer je waarden in voor de achtergrondhelderheid, de grootte van het objectief van de telescoop, de geïntegreerde magnitude van het waar te nemen object en lange en korte as van dat object. De optimale vergroting om het object te kunnen waarnemen met die telescoop onder die hemel komt er dan uitrollen. En als het object niet te zien is meldt het programma dat het object "not detectable" is. Geef dan echter de moed niet op, want misschien lukt het toch. Waarom? Dat komt in de laatste paragraaf van dit artikel aan de orde.

NGC 772 en NGC 770

Als voorbeeld hierbij de berekeningen die ik het programma liet maken voor NGC 772 en NGC 770. Zoals u ziet heb ik als achtergrondhelderheid de waarde 19.5 opgegeven. Dat betekent een grensmagnitude van ongeveer 5.5. Ik stond op de Veluwe, waar het redelijk donker is, maar zeker niet zo donker dat er echt van een "country sky" kan worden gesproken. De aperture van mijn telescoop is 508 mm. Verder zijn in de voorbeelden de waarden voor geïntegreerde magnitude (10.3 en 14) en de korte (4.5 en 0.3) en lange (7.1 en 0.4) as van de beide objecten te zien.

```
OPTIMUM DETECTION MAGNIFICATION 95-05-06 by Mel Bartels v2
adapted from 'Visual Astronomy of the Deep Sky' by Clark
```

```
Enter the sky background (enter 21 for country sky) 19.5
Enter the scope's aperture (inches) 20
Enter the object's magnitude 10.3
Enter the object's minimum and maximum size (arc minutes) 7.1
4.5
```

```
Minimum Useful X          68
Faintest Star             17.39
Surface Brightness (mag/arcsec^2):
  Sky Background          19.50
  Object Without Telescope 22.69
  Reduction Due to ODM     0.40
  Object in Scope at ODM   23.09
  Obj+Back in Scope at ODM 19.84
  Background in Scope at ODM 19.90
Log Object Contrast        -1.28
Log Threshold Contrast     -1.34
Log Contrast Difference    0.07
Optimum Detection X       68
See graphics output (y/n)?
```

NGC772

Wat daarna volgt zijn de uitkomsten van berekeningen. Achter de zin: "Object without telescope" zien we de waarden terug die ik eerder berekende met de formules die ik hierboven noemde. "Reduction due to ODM" (0.40 voor NGC 772 en 4.26 voor NGC 770) is de teruggang in helderheid van het object, doordat het licht door vergroting over een groter oppervlak wordt uitgesmeerd. Omdat NGC 770 meer vergroot wordt dan NGC 772, is de afname in helderheid ook groter. Dat is niet erg, want het object begon met een grotere oppervlaktehelderheid dan NGC 772. En daarbij: de helderheid van de achtergrond nam ook in

```
OPTIMUM DETECTION MAGNIFICATION 95-05-06 by Mel Bartels v2
adapted from 'Visual Astronomy of the Deep Sky' by Clark
```

```
Enter the sky background (enter 21 for country sky) 19.5
Enter the scope's aperture (inches) 20
Enter the object's magnitude 14
Enter the object's minimum and maximum size (arc minutes) .4
.3
```

```
Minimum Useful X          68
Faintest Star             17.39
Surface Brightness (mag/arcsec^2):
  Sky Background          19.50
  Object Without Telescope 20.33
  Reduction Due to ODM     4.26
  Object in Scope at ODM   24.59
  Obj+Back in Scope at ODM 23.34
  Background in Scope at ODM 23.76
Log Object Contrast        -0.33
Log Threshold Contrast     -0.57
Log Contrast Difference    0.24
Optimum Detection X       403
See graphics output (y/n)? _
```

NGC770

grotere mate af. "Object in scope" is de som van de vorige twee getallen. "Object plus background in scope" is de oppervlaktehelderheid van object en achtergrond samen. Uitgangspunt daarbij is, dat als je naar een object kijkt, de *waargenomen* oppervlaktehelderheid van het object bestaat uit de oppervlaktehelderheid van het object zelf plus die van de achtergrond. Vaak wordt dat vergeten, omdat men er impliciet van uit gaat dat hemelobjecten tegen een echt donkere achtergrond staan. Wij in ons lichtvervuilde landje

weten wel beter. Op de volgende regel staat de achtergrondhelderheid zoals die, met de gebruikte vergroting, in de telescoop is te zien. Door de hogere vergroting zijn de twee laatstgenoemde waarden voor NGC 770 uiteraard groter: alles is donkerder geworden, zowel het object als de achtergrond. Ondanks het absolute verschil in achtergrond helderheid en oppervlaktehelderheid van de beide objecten ligt datgene waar het om gaat in dezelfde orde van grootte: de "log contrast difference" van de beide objecten met hun achtergrond: 0.07 voor NGC 772 en 0.24 voor NGC 770. Deze "log contrast difference" is het getal waar het uiteindelijk om gaat. De grootte van dit getal is een maat voor de moeilijkheidsgraad: is de "log contrast difference" lager dan .25, dan is het om een moeilijk object. De optimale vergroting voor NGC 772 is 68x (het minimum voor mijn telescoop, anders was er wellicht een lagere waarde uitgekomen) en voor NGC 770 403x. Dat betekent overigens niet dat ze bij alle andere vergrotingen in het geheel niet te zien zijn. Opvallend is, dat de "log contrast difference" voor NGC 772 lager is dan die van het qua geïntegreerde magnitude zwakkere object NGC 770. Bij een "log contrast difference" van 0.07 zou een object eigenlijk niet meer te zien moeten zijn. Toch zag ik NGC 772 beter en ook iets uitgestrekter dan NGC 770. Waarom? Dat wordt in de paragraaf hieronder uitgelegd.

Kanttekening

Bij deze berekeningen kunnen we namelijk de volgende kanttekening plaatsen. De formules die worden gebruikt gaan uit van een *evenredige verdeling* van licht over de objecten. Bij galaxies is dat gewoonlijk niet het geval: meestal hebben zij een heldere kern en worden naar de randen toe beduidend zwakker. Soms zijn ze daarom toch te zien als het programma op grond van de berekeningen meldt dat ze "undetectable" zijn. Maar in de praktijk zie je in dat geval natuurlijk voornamelijk, soms zelfs uitsluitend, de heldere kern. Daarom zag ik NGC 772 met zijn geïntegreerde magnitude van 10.3, ondanks de zeer lage "log contrast difference", toch duidelijker en groter dan NGC 770, die zich echt op de grens van het waarneembare bevond. Daar ik de zwakke buitendelen niet zag, leek NGC 772 echter niet zoveel groter als NGC 770, als hij volgens de gegevens en zoals ook op de foto is te zien, in werkelijkheid was.

Het programma ODM van Mel Bartels is gratis te downloaden vanaf:

<http://www.bbastrodesigns.com/dnld/odm.zip>

Een ander programma voor dit soort berekeningen is 'TELE', van Jose R. Torres Lapasio, te downloaden vanaf: <http://www.uv.es/jrtorres/tools.html#Software>

Artikelen:

Mel Bartels: Visual astronomy, <http://www.bbastrodesigns.com/visual.html>

Nils Olof Carlin: About Bradley E. Schaefer: Telescopic limiting Magnitudes (1990),

<http://w1.411.telia.com/~u41105032/visual/Schaefer.htm>

Nils Olof Carlin: Another interpretation of the data from Blackwell, H R (1946): Contrast Thresholds of the Human Eye.

<http://w1.411.telia.com/~u41105032/visual/blackwel.htm>

J.R. Torres Lapasio: On the prediction of visibility for deep-sky objects:

<http://www.uv.es/jrtorres/visib.pdf>