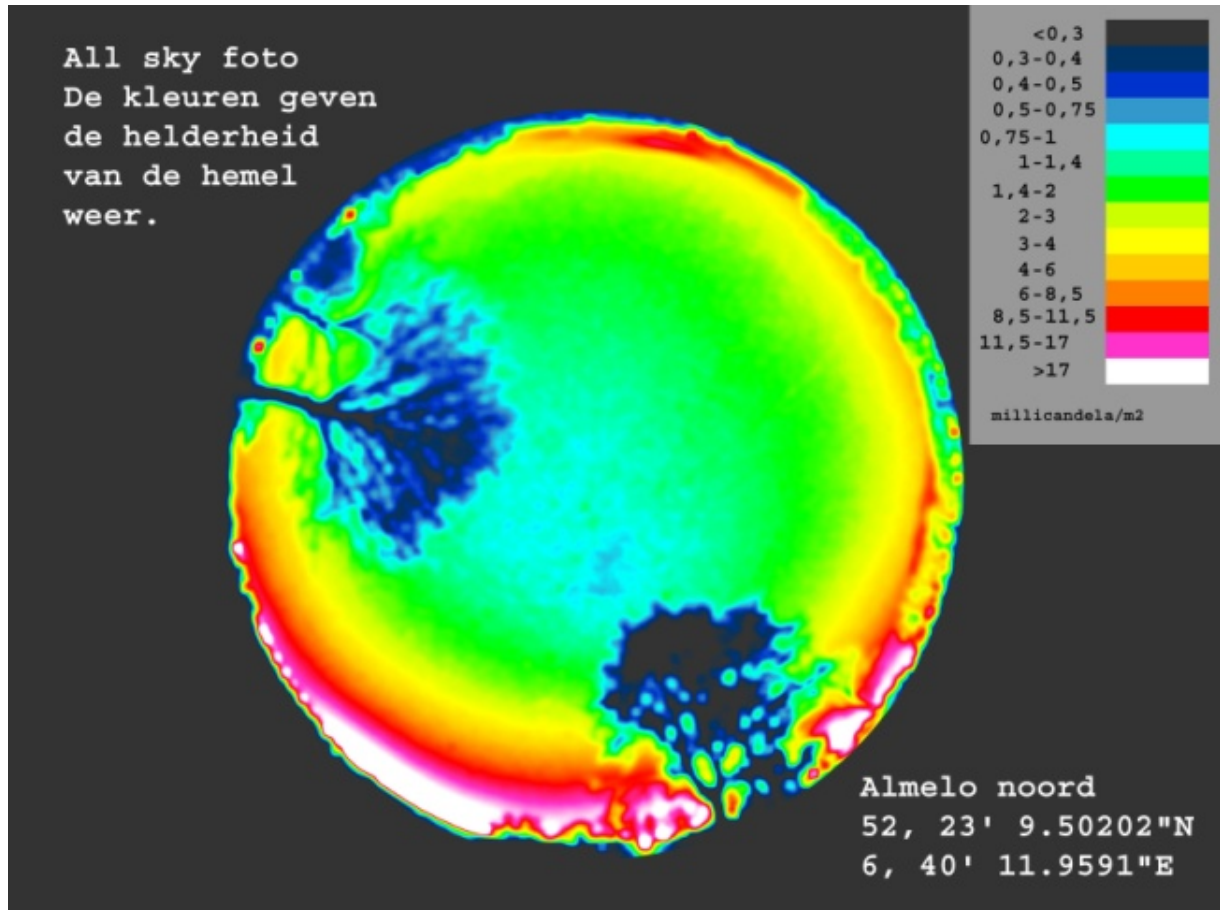


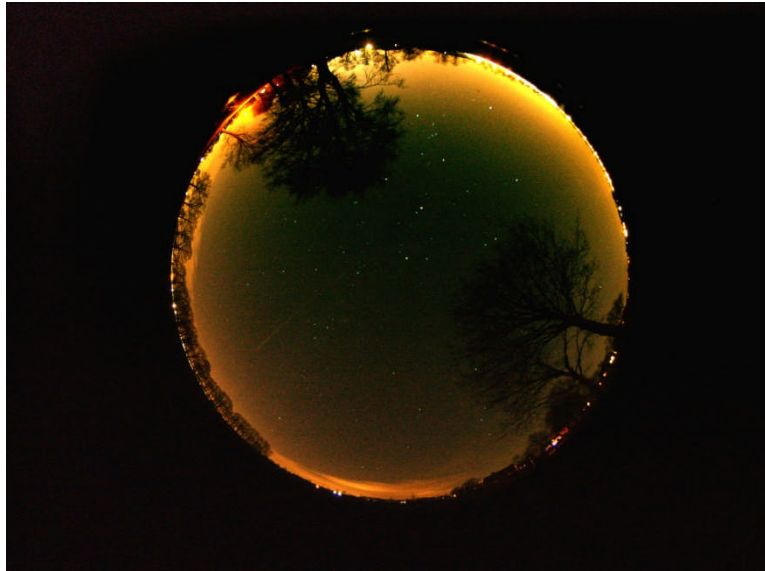
Duisternis in beeld brengen



ALL SKY FOTO'S

Naast het meten van de zenitluminantie via foto's is het ook mogelijk om van elke locatie de hele hemel te meten. Dit gebeurt via een all sky foto, waarbij de gehele hemel in een locatie afgebeeld wordt.

Hieronder is een dergelijke all sky foto afgebeeld.



Figuur 1 Almelo noord (Nikon 8400 met fishey, F/3.1, 1 minuut, 400 ASA), ruwe opname

De foto is gemaakt bij Almelo. Aan de rand is de hele horizon te zien terwijl in het midden van de cirkel het punt recht boven je hoofd (het zenit) is.

Op deze locatie is ook de hemel gemeten. De hemel heeft op deze locatie in het zenit de waarde van $1,07 \text{ mcd/m}^2$. Dit is gemeten met de uitgebreide methode zoals beschreven in het artikel 'Meten duisternis'. Te zien is dat de hemel recht naar boven (in het midden van de cirkel) donkerder is dan de hemel meer naar de horizon toe. Vooral in het zuiden (boven in de foto) is de hemel veel helderder. Daar ligt Almelo zelf. Hoe helder is het daar? Is het mogelijk om de helderheid van de hele hemel af te leiden uit deze foto?

Dit is mogelijk, ook al moet erbij gezegd worden dat de waarden minder nauwkeurig zijn dan de waardes alleen van het zenit.

PROCEDURE

De procedure om tot deze waarden te komen is als volgt:

Alle bewerkingen zijn uitgevoerd met het software programma Astroart versie 4.0. Alle opnamen zijn raw opnamen in het .nef format, het eigen raw formaat van Nikon.

1. Correctie op temperatuur en interne elektronische fouten
Allereerst is op dezelfde locatie ook een zogenaamd dark frame gemaakt waarbij er geen licht op de sensor viel maar wel de sluiters even lang met dezelfde instellingen geopend was. Op een dergelijke foto staat toch enige signaal veroorzaakt door elektronica bijvoorbeeld. Door beide foto's van elkaar af te trekken worden fouten veroorzaakt door de temperatuur in de omgeving uitgeschakeld.
2. Kleur keuze
Daarna is alleen het groene deel (groene kanaal) van de opname geselecteerd. Het groene kanaal komt grotendeels overeen met het V_filter dat sterrenkundigen gebruiken voor het

bepalen van de magnitude van sterren en dat ook gebruikt is bij de zenit luminantie bepalingen.

3. Sterren verwijderen

Als derde transformatie zijn de sterren er uit gehaald. Het gaat ons om de hemelhelderheid en de sterren geven een te hoge waarde. Dat wordt uitgevoerd door de mediaan te nemen van de pixelwaarden rond elke pixel. Daarmee worden de grote helderheidsverschillen van sterren geëlimineerd (Ring mediaan waarde 5).

4. Vingettering/ flatfielding

Om de luminantie van de pixels te kunnen berekenen moet we nog een transformatie uitvoeren. Een fisheye lens beeldt namelijk de pixels in het midden van de afbeelding helderder af dan aan de rand. Dat doen alle lenzen maar speciaal een fisheye lens aangezien hij een erg groot deel van de omgeving tegelijkertijd afbeeldt, heeft hier erg veel last van.

Traditioneel heet dit een flatopname maken. Dit wordt meestal uitgevoerd door een foto te nemen van een wit vlak of van de egale hemel. Dit is bij een fisheye lens onmogelijk omdat het oppervlak zo groot is. Daarom is er een andere manier gekozen. Er is een halve bol gemaakt van tempex en die is over het fototoestelgezet. Er komt nog een beetje licht door de bol heen. Er zijn op de heide van Dwingeloo zonder bomen in de omgeving op een bewolkte dag vele foto's mee gemaakt, steeds de bol een klein beetje draaiend om kleine oneffenheden te elimineren. (zie figuur 2)

Er is een 20-tal foto's samengevoegd, gemaakt met de constructie zoals in de linkerfoto te zien is.



Figuur 2 Halve bol over fototoestel

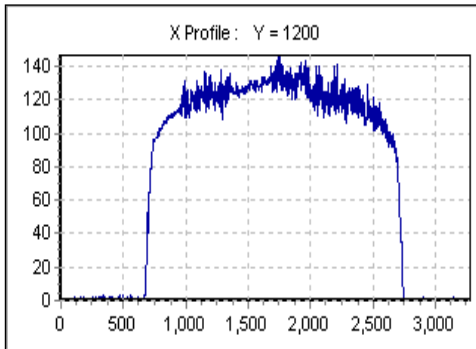


Figuur 3 Vignettering resultaat

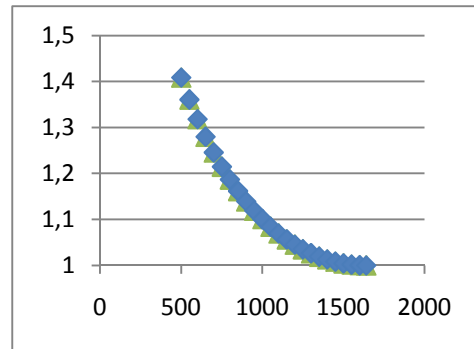
De foto's zijn gemaakt op een bewolkte dag, midden op het Dwingelderveld, een open heivlakte, zonder schaduw van bomen.

Een fotoresultaat staat in figuur 3. Te zien is dat naar de rand toe er een sterke afname is van de helderheid

Hieronder staat het profiel van de samengevoegde foto, waarop te zien is dat de waarden in het centrum omstreeks 140 liggen en bij de rand van de foto sterk dalen tot omstreeks 100. Een bepaalde luminantie wordt dus 100/140 deel minder helder afgebeeld als het niet recht boven je hoofd is. Daar moet voor gecorrigeerd worden.



Figuur 4 Meetwaarden vingettering



Om dat te compenseren is rechts de grafiek opgenomen van de formule:

$1/(1-2,4*r*r/dimx/dimy)$ waarbij de 'r' de afstand tot het centrum van de foto is en 'dimx' en 'dimy' de afmetingen van de foto zijn.

Op het punt bij X-waarde 1640 (het midden van het beeld) is er geen compensatie, terwijl bij X-waarde 500 te zien is dat de compensatie een factor 1,4 is, gelijk aan de afname aan de rand van de all sky foto.

5. Middeling

De foto heeft een variabiliteit door ruis, die de individuele pixels sterk van elkaar doen verschillen. We willen een wat rustiger beeld krijgen en om dat te bereiken, middelen we pixels die bij elkaar in de buurt liggen.

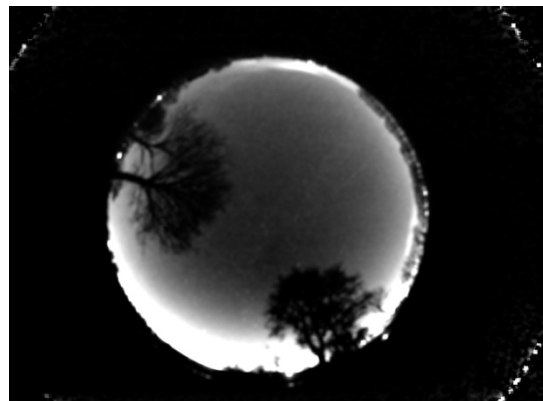
We maken het gemiddelde over een vierkant van 25 bij 25 pixels. Elke pixel krijgt dus het gemiddelde van de waarden van 625 omliggende pixels. We kiezen het gemiddelde en niet de mediaan, aangezien er bij donkere opnames veel waarde '0' zijn en als we de mediaan gebruiken erg grote vlakken met waarde '0' optreden.

6. Oriëntatie

De all sky foto's worden altijd zo gemaakt dat het noorden aan de onderkant van de foto te zien is. Daarom worden de foto's zo gedraaid dat het noorden boven is en oost rechts zoals op een normale kaart. Hieronder is het resultaat na bovenstaande transformaties te zien.



Figuur 5 Almelo noord, oorspronkelijke afbeelding



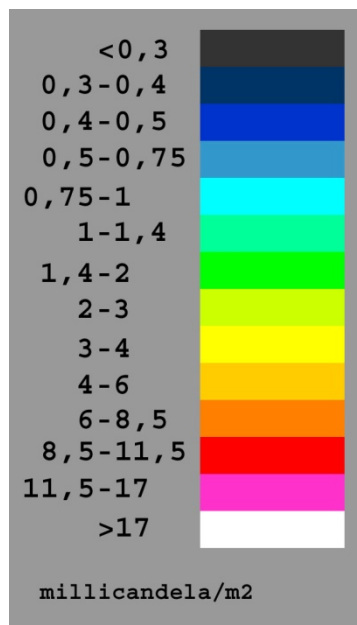
Figuur 6 Almelo noord, na bewerkingen

VALSE KLEUREN

De bedoeling is dat de helderheid van de foto van elk deel van de hemel omgezet wordt in een bepaalde kleur. We hebben nu als uitgangsmateriaal een foto waarbij de hemel van donker naar licht verloopt. Om elke helderheid, dus elke pixelwaarde om te zetten in een bepaalde kleur moeten we nog een aantal stappen zetten. We moeten een indeling maken welke helderheid een bepaalde kleur krijgt. Dit wordt de legenda van de foto. Daarna moeten we een bepaalde kleur toewijzen aan elke pixelwaarde van de foto. Dit is de schaling van de foto.

LEGENDA

Nederland is een sterk verlicht land en zeker de hemelhelderheid naar de horizon loopt sterk op, terwijl in het noorden van het land de hemelhelderheid in het zenit laag is. De range is dus erg hoog en er is gekozen om de range logaritmisch op te laten lopen van 0,3 mcd/m² tot aan 17 mcd/m², een factor 50.



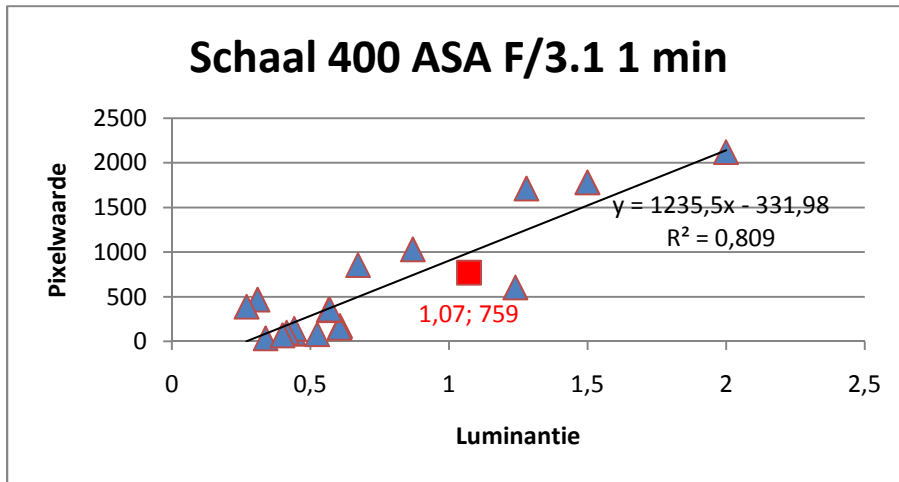
Waarde in mcd/m ²	RGB rood	RGB groen	RGB blauw	Naam
<0,3	51	51	51	donkergrijs
0,3-0,4	00	51	102	donkerblauw
0,4-0,5	00	51	204	blauw
0,5-0,75	51	153	204	grijsblauw
0,75-1	00	255	255	lichtblauw
1-1,4	00	255	153	turquoise
1,4-2	00	255	00	groen
2-3	204	255	00	groengeel
3-4	255	255	00	geel
4-6	255	204	00	geeloranje
6-8,5	255	127	00	oranje
8,5-11,5	255	00	00	rood
11,5-17	255	51	204	violet
>17	255	255	255	wit

Er zijn afgeronde waarden gebruikt die dicht liggen bij een logaritmische schaal. De kleuren zijn RGB kleuren die netjes op computers afgebeeld worden.

SCHALING

Nu moeten we nog alle kleuren een waarde geven. Het centrum van de foto in Almelo noord heeft een pixel waarde van 759 wat overeenkomt met een zenitluminantie van 1,07 mcd/m². Almelo noord met 1,07 mcd/m² is tussen lichtblauw en turquoise in het zenit. Dus pixelwaarde 759 moet dus omgezet worden in lichtblauw/turquoise.

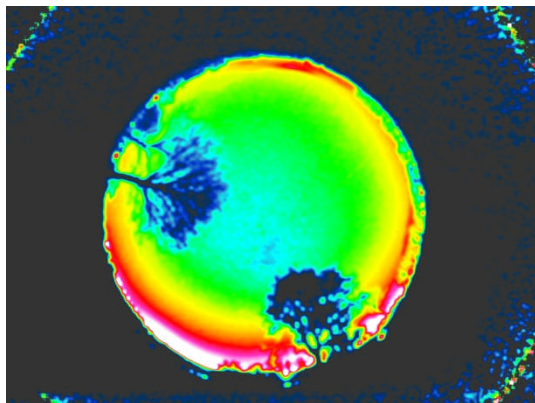
Dat is voor vele verschillende foto's gebeurd en daarmee kon een soort schaalverdeling gemaakt worden met een omzetting van pixelwaarde naar luminantie. Hieronder staat de grafiek van een twintigtal foto's die op dezelfde manier verwerkt zijn, als de foto van Almelo. Op de horizontale as staat de pixelwaarde en vertikaal de bijbehorende luminantie. De rode punt in de grafiek is de foto van Almelo noord met pixelwaarde 759 en zenitluminantie 1,07 mcd/m².



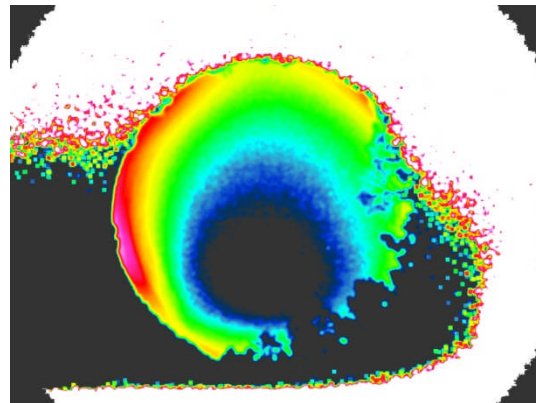
De trendlijn $y = 1235,5 * x - 331,98$ geeft aan hoe een pixelwaarde omgezet moet worden in luminantie. Hiermee kon een schaalverdeling voor de kleuren gemaakt worden.

De uiterste waarden zijn $0,3 \text{ mcd/m}^2$ en 17 mcd/m^2 . $0,3 \text{ mcd/m}^2$ staat gelijk aan pixelwaarde 39 (met 0,3 als x-waarde in de formule), terwijl 17 mcd/m^2 gelijk staat aan pixelwaarde 20.671.

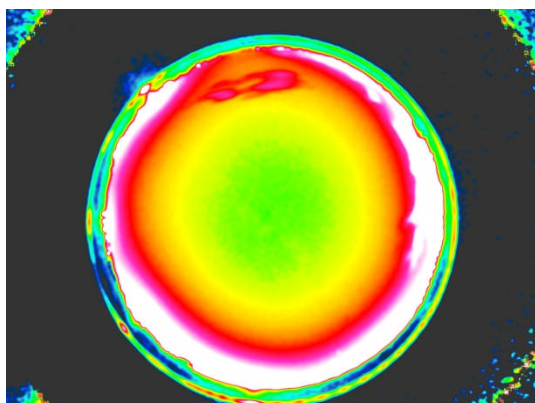
Daarmee is figuur 7 gemaakt wat het uiteindelijke resultaat is. Hieronder staan nog een aantal andere opnamen verwerkt met precies hetzelfde procedé.



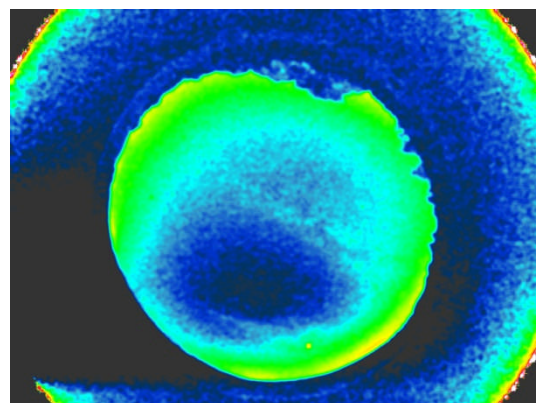
Figuur 7 Almelo noord valse kleuren, zenitluminantie $1,07 \text{ mcd/m}^2$



Figuur 8 Holterberg, valse kleuren, zenitluminantie $0,5 \text{ mcd/m}^2$



Figuur 9 Amersfoort noord valse kleuren, zenitluminantie $2,0 \text{ mcd/m}^2$



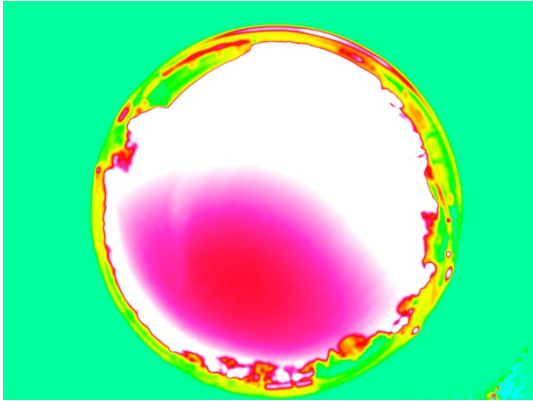
Figuur 10 Amen valse kleuren, zenitluminantie $0,3 \text{ mcd/m}^2$

De zwarte omljsting heeft door alle transformaties ook een andere kleur gekregen. Dat wordt later in de bewerking ongedaan gemaakt.

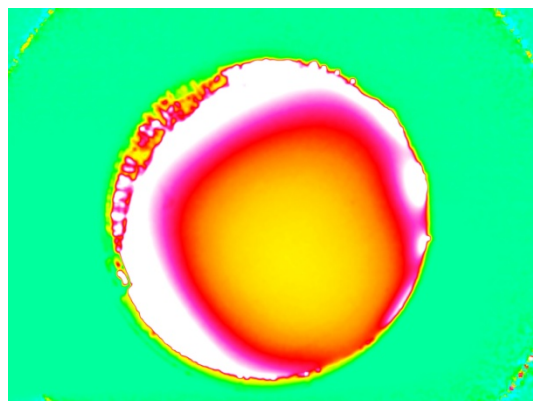
Bovenstaande opnamen zijn alle gemaakt met dezelfde instellingen, 400 Asa, F/3.1 en 60 seconde belicht. Deze instellingen zijn geschikt voor de gemiddelde hemelhelderheden in Nederland, zoals die in provincies als Zeeland, Overijssel en Gelderland veel gevonden worden.

In de westelijke provincies is minder belichting vaak geschikter (gekozen is 100 ASA, F/3.1 en 60 seconde) terwijl in de noordelijke provincies er gekozen moet worden voor meer belichting (gekozen is 400 ASA, F/3.1 en 180 seconde). Ook voor deze instellingen is dezelfde procedé gevolgd als bovenstaande.

Hieronder twee voorbeelden van de lichte locaties, waar een all sky foto genomen is. (in steden worden geen all sky opnamen gemaakt aangezien daar geen locatie te vinden is waar voldoende hemel te zien is en waar geen lampen in de directe omgeving zijn). Hellevoetsluis ligt vlak tegen Rotterdam aan, terwijl Westgaag te midden van een aantal kassen ligt.



Figuur 11 Westgaag, valse kleuren, zenitluminantie 25 mcd/m²



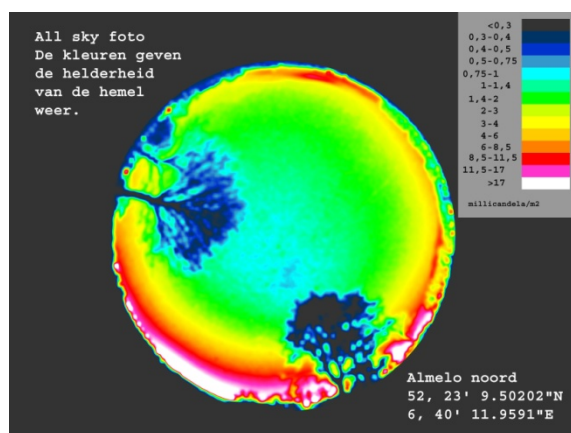
Figuur 12 Hellevoetsluis, valse kleuren, zenitluminantie 4,47 mcd/m²

Hieronder nog twee voorbeelden van donkerste locaties in Nederland

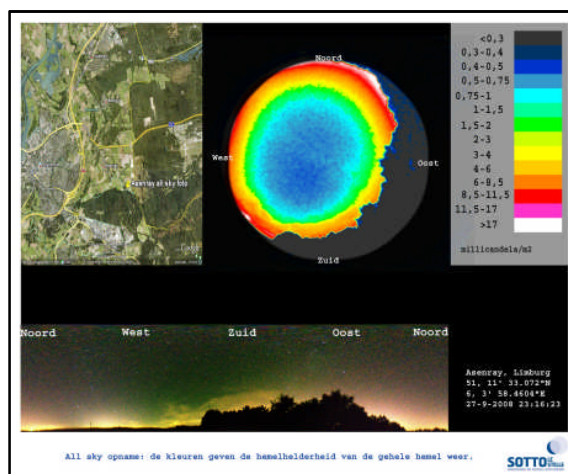
(Volgt later)

AFWERKING

Op de website worden de all sky opnamen weergegeven zoals in figuur 13.



Figuur 13 Presentatie website



Figuur 14 Presentatie opdrachtgevers

Voor opdrachtgevers die all sky foto's voor beleid willen gebruiken, worden de foto's op een wat uitgebreidere manier gepresenteerd, waarbij alle informatie bij elkaar staat: de locatie, de opname zoals die te zien is aan de horizon in reële kleuren en de valse kleuren opname met de legenda.

