

25.171.09



Second opinion over de glare analyse voor het zonnepark aan de A9

Voor het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

27 May 2025

Inhoudsopgave

- ✈ Introductie
- ✈ Invoergegevens
- ✈ Drie Criteria
- ✈ Analyse van de Glare Omstandigheden
- ✈ Onderbouwing van Verschillen in Bevindingen met FAA-Criterium
- ✈ Conclusies (Prudentiecriterium)
- ✈ Annex: Resultaten van de Analyse

Introductie

- ✈ De oorspronkelijke uitvoerder heeft een glare analyse uitgevoerd van het zonnepark aan de A9 a.d.h.v. drie criteria.
- ✈ Gezien de gevoeligheid van de situatie heeft Minil&W aan To70 gevraagd om een second opinion uit te voeren.
- ✈ De opdracht:
 - Controleer of de juiste invoergegevens zijn gebruikt.
 - Controleer of de uitkomsten juist zijn.
 - Focus op het evalueren van de uitkomsten van het Prudentiecriterium.
 - Evalueer ter context ook de uitkomsten van de FAA- en ILT-criteria.

Invoergegevens

✈ Aangeleverd door de oorspronkelijke uitvoerder:

- ForgeSolar invoergegevens
 - ForgeSolar-simulatie instellingen
 - Data van de PV-installaties (kantelhoek, oriëntatiehoek, lat-long coördinaten, paneelmateriaal, en paneelhoogte)
 - Data van de aanvliegeroutes 18C en 18R (richting, hellingshoek, verticale kijkhoek, azimuthale kijkhoek, lat-long coördinaten, en hoogtes)
- Glare hazard data van de oorspronkelijke ForgeSolar-simulatie
 - In W/cm^2 en mrad
 - Voor iedere aanvliegeroute, PV-oriëntatie, en PV-veld
- De vergelijking die leidt tot het Prudentiecriterium
- De Pass/Fail tabel met de uitkomsten van de oorspronkelijke analyse

✈ Voor reproduceerbaarheid kan al deze data opgevraagd worden bij To70.

Drie Criteria

✖ FAA – 2013 criterium:

- Gebruikt door FAA en ForgeSolar om onderscheid te maken tussen groene, gele en rode glare.

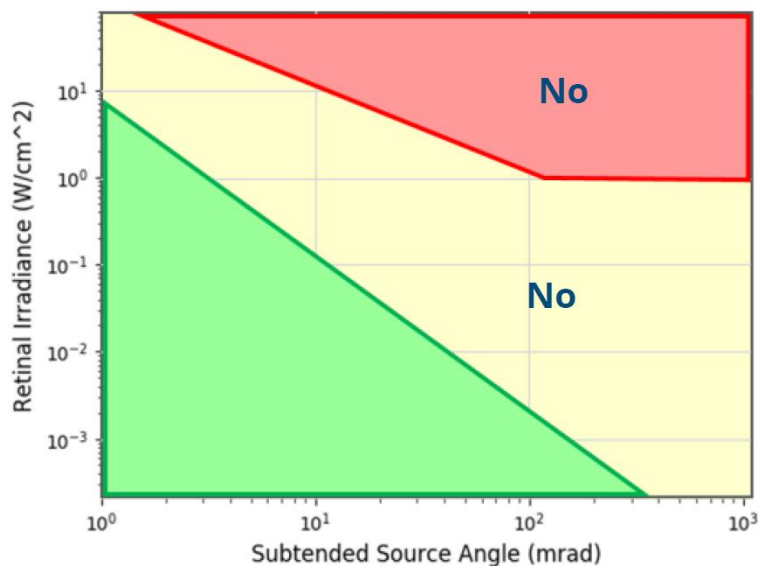
✖ ILT – EHAM criterium:

- Afgeleid van FAA – 2013 maar conservatievere resultaten voor sterkere glare met een kleinere ingenomen kijkhoek en zwakkere glare met een grotere ingenomen kijkhoek.

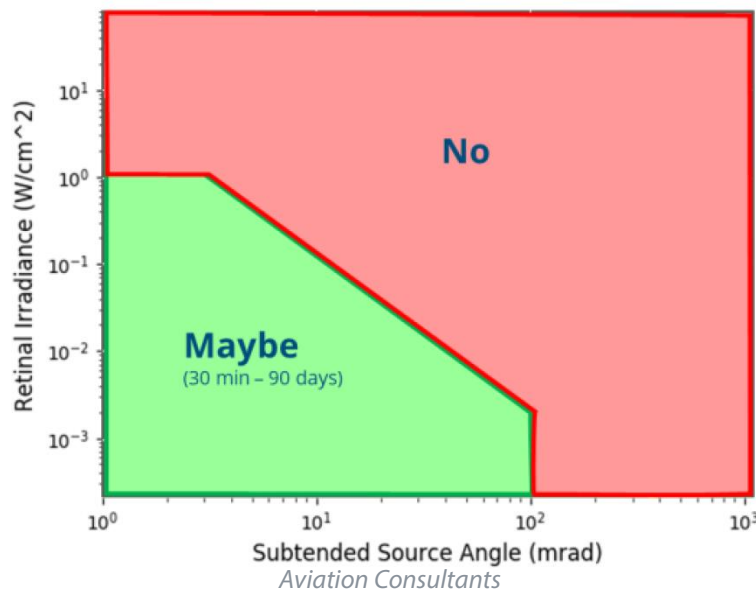
✖ Prudentiecriterium:

- Afgeleid van FAA – 2013 maar conservatievere resultaten in elk opzicht.

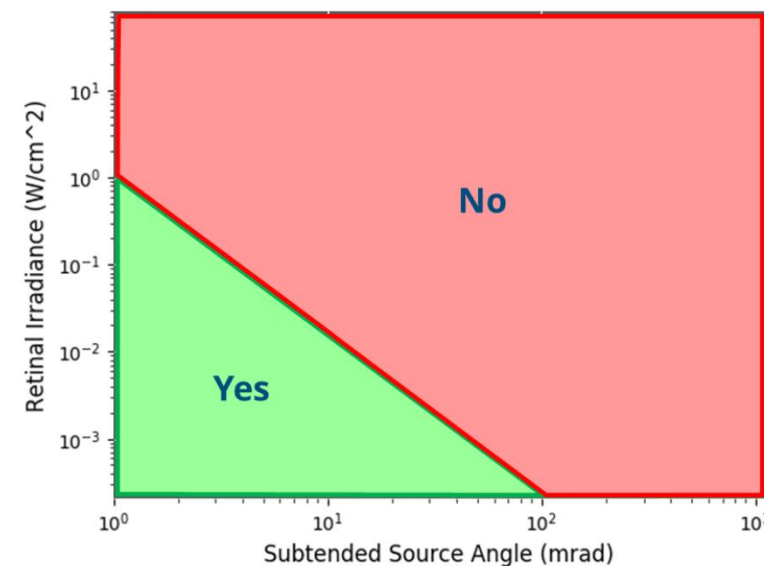
FAA – 2013



ILT – EHAM

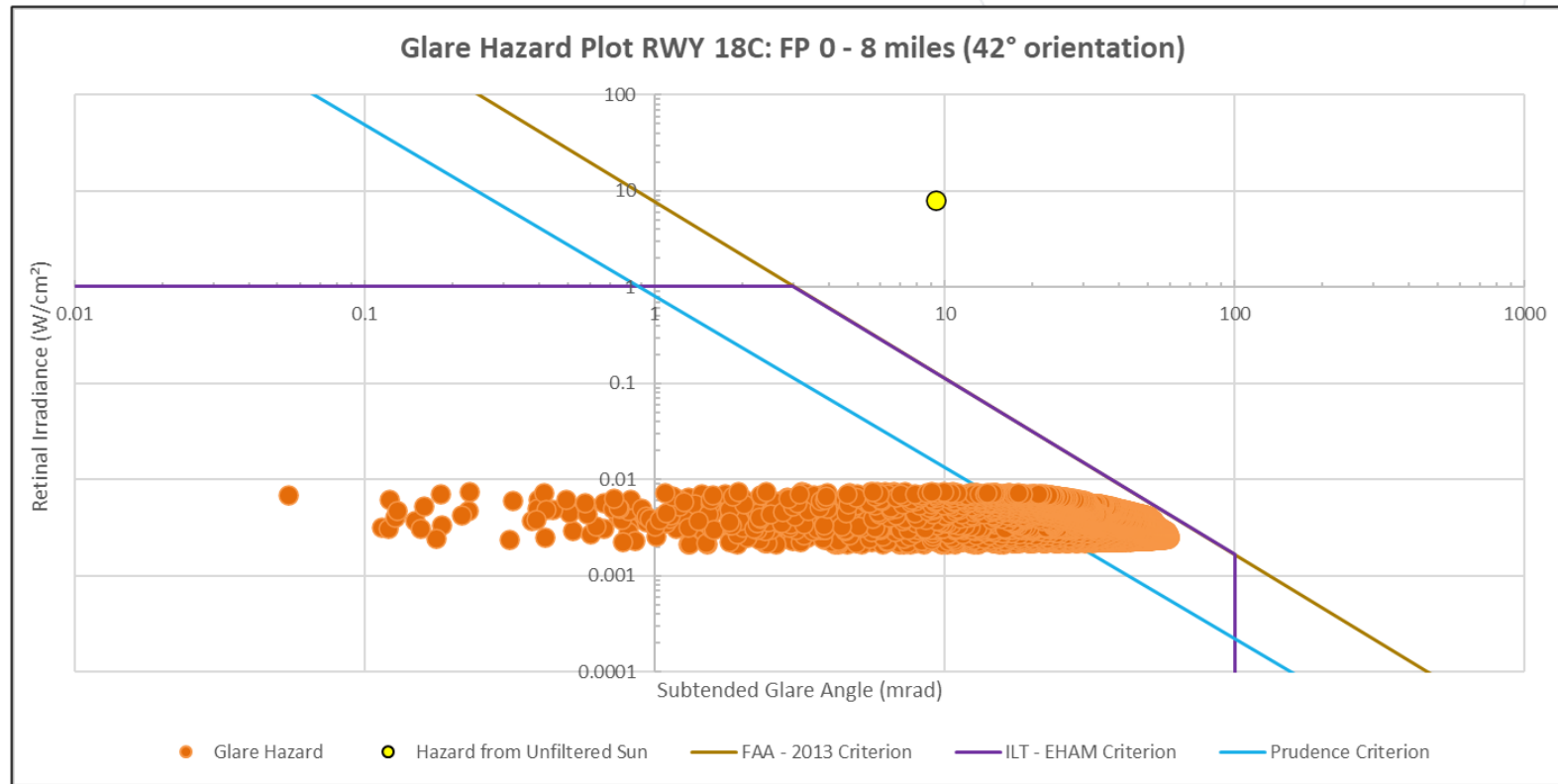


Prudentie



Drie Criteria

- ✖ Oranje data punten zijn glare dat door ForgeSolar in de simulatie waargenomen is (uitgaande van geen wolken).
- ✖ In dit voorbeeld:
 - Groene categorie glare volgens de FAA- & ILT-criteria (valt binnen de paarse en bruine lijnen).
 - Onacceptabele glare volgens het Prudentiecriterium (valt buiten de lichtblauwe lijn).



Drie Criteria

- ✕ FAA – 2013: $E = 7.6733 \cdot \omega^{-1.834}$ (vergelijking nauwkeurig benaderd)
- ✕ ILT – EHAM (vergelijkingen nauwkeurig benaderd):
 - 1^e lijn: $E = 1$
 - 2^e lijn: $E = 7.6733 \cdot \omega^{-1.834}$
 - 3^e lijn: $\omega = 100$
- ✕ Prudentie: $E = 0.8036 \cdot \omega^{-1.783}$ (vergelijking aangeleverd door oorspronkelijke uitvoerder)
- ✕ $E = \text{Retinal Irradiance (W/cm}^2\text{)} = \text{Netvliesbestralingssterkte (W/cm}^2\text{)}$
- ✕ $\omega = \text{Subtended Source Angle (mrad)} = \text{Ingenomen Kijkhoek door Lichtbron (mrad)}$

Analyse van de Glare Omstandigheden

- ✕ De originele uitvoerder en To70 hebben:
- **Dezelfde bevindingen betreft het Prudentiecriterium.**
 - Dezelfde bevindingen betreft de ILT – EHAM criterium.
 - Andere bevindingen betreft de FAA – 2013 criterium.

Gegeven de dataset is een verschil in uitkomst tussen de FAA- & ILT-criteria niet mogelijk (onderbouwing in de volgende slide).

Resultaten van de oorspronkelijke uitvoerder:

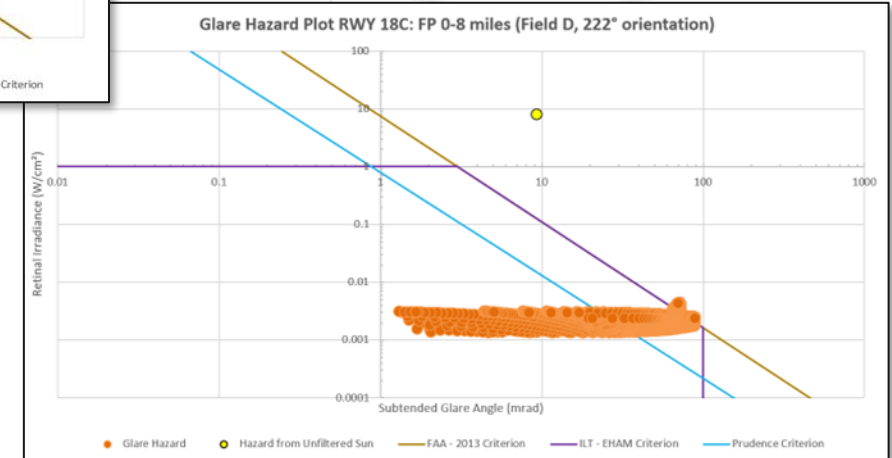
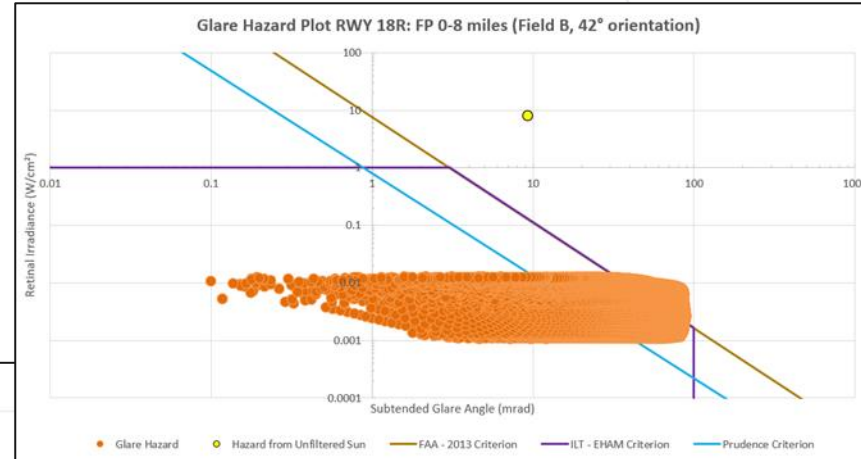
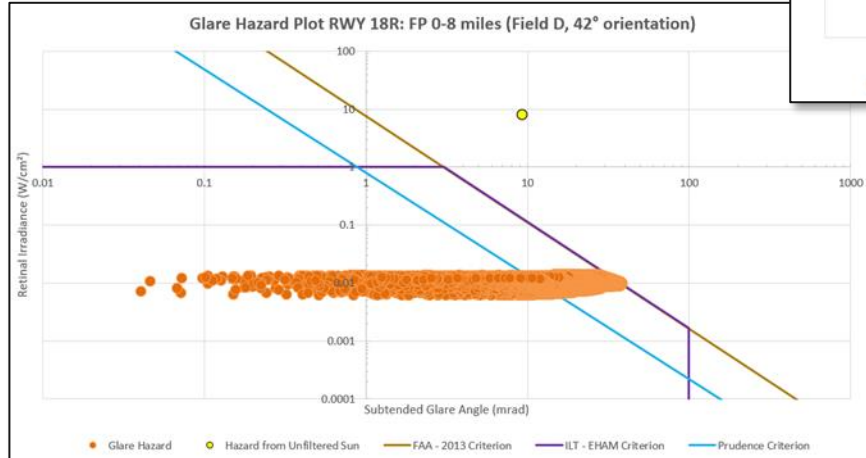
Veld	Oriëntatie Eindnadering	FAA - 2013 (no yellow glare)		ILT - EHAM (max 30 min en 90 days zone 3)		Prudentie (aangepaste ondergrens yellow)	
		18R	18C	18R	18C	18R	18C
A	042	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	FAIL
	222	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
B	042	FAIL	PASS	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
C	042	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	FAIL
D	042	PASS	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222	PASS	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL

Resultaten van To70:

Glare Conditions for Pilots Evaluated by Three Methods							
PV Field	Orientation	FAA - 2013		ILT - EHAM		Prudence	
		18R	18C	18R	18C	18R	18C
A	42°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
B	42°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
C	42°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	FAIL
D	42°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL

Onderbouwing van Verschillen in Bevindingen met FAA-Criterium

- ✗ De gegevens verstrekt door de oorspronkelijke uitvoerder, uitgezet volgens de drie criteria.
- ✗ Het is kwantitatief aan te tonen dat deze drie specifieke gevallen niet voldoen aan het FAA-criterium.
- ✗ De FAA- & ILT-criteria die zijn benaderd in slide 7 hanteren dezelfde drempelwaarde voor deze set aan glare hazard punten, waardoor een verschil in uitkomst tussen de FAA- & ILT-criteria niet mogelijk is.



Conclusies (Prudentiecriterium)

✖ A.d.h.v. de **prudentie-criteria**:

- Oriëntatie 42° heeft **onacceptabele glare** voor zowel 18C als 18R van de deelgebieden A, B, C, en D.
- Oriëntatie 222° heeft **onacceptabele glare** voor iedere combinatie van deelgebied en approach, behalve:
 - **Acceptabele glare** voor approach 18C van deelgebied A met oriëntatie 222°.
 - **Acceptabele glare** voor approach 18C van deelgebied B met oriëntatie 222°.

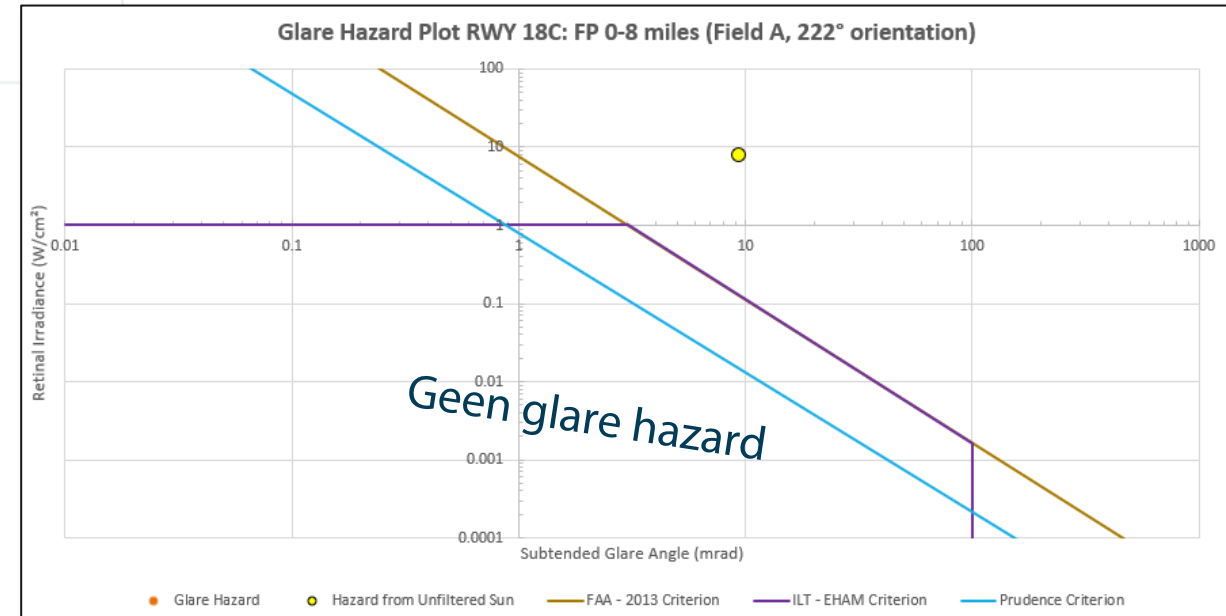
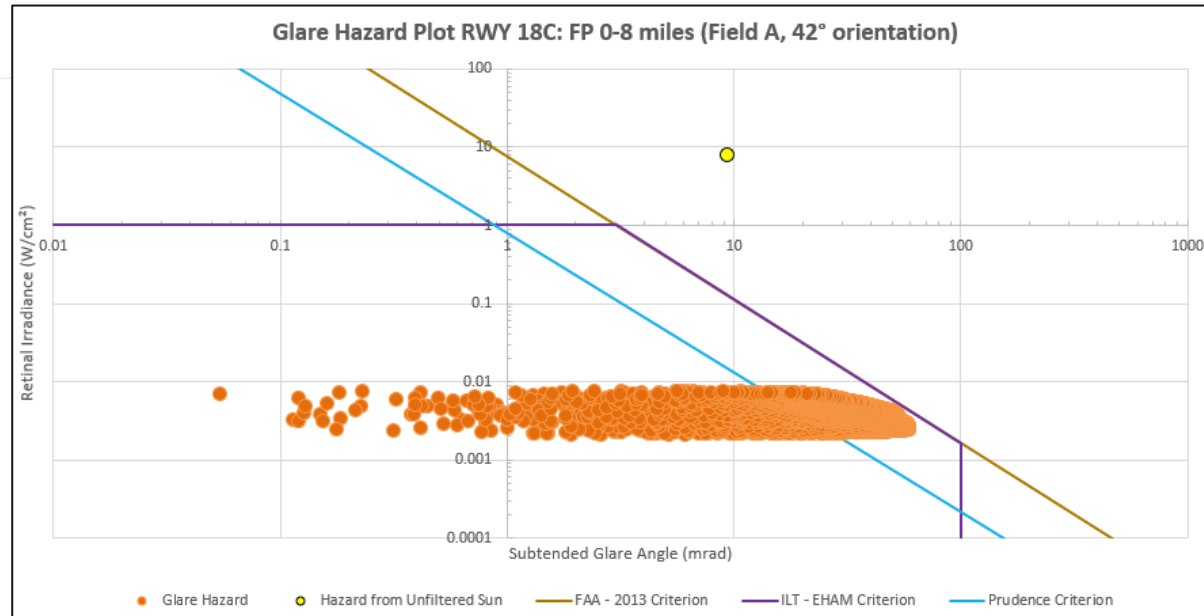
✖ Deze **bevindingen zijn in lijn** met de bevindingen van de oorspronkelijke uitvoerder.

Glare Conditions for Pilots Evaluated by Three Methods							
PV Field	Orientation	FAA - 2013		ILT - EHAM		Prudence	
		18R	18C	18R	18C	18R	18C
A	42°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
B	42°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
C	42°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	FAIL
D	42°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL
	222°	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL

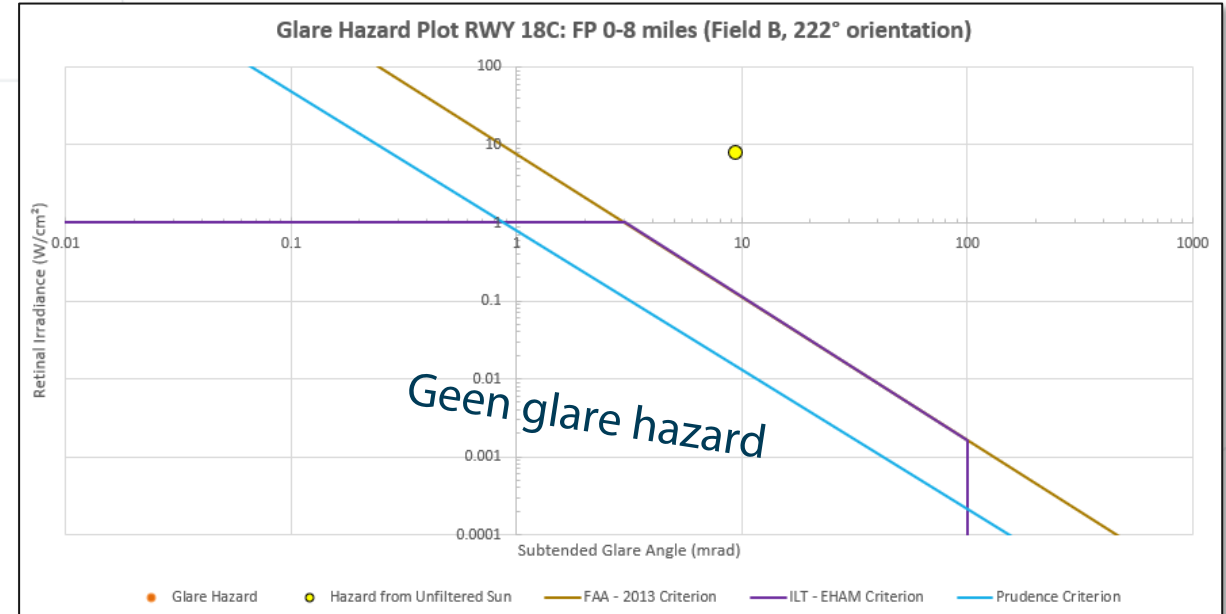
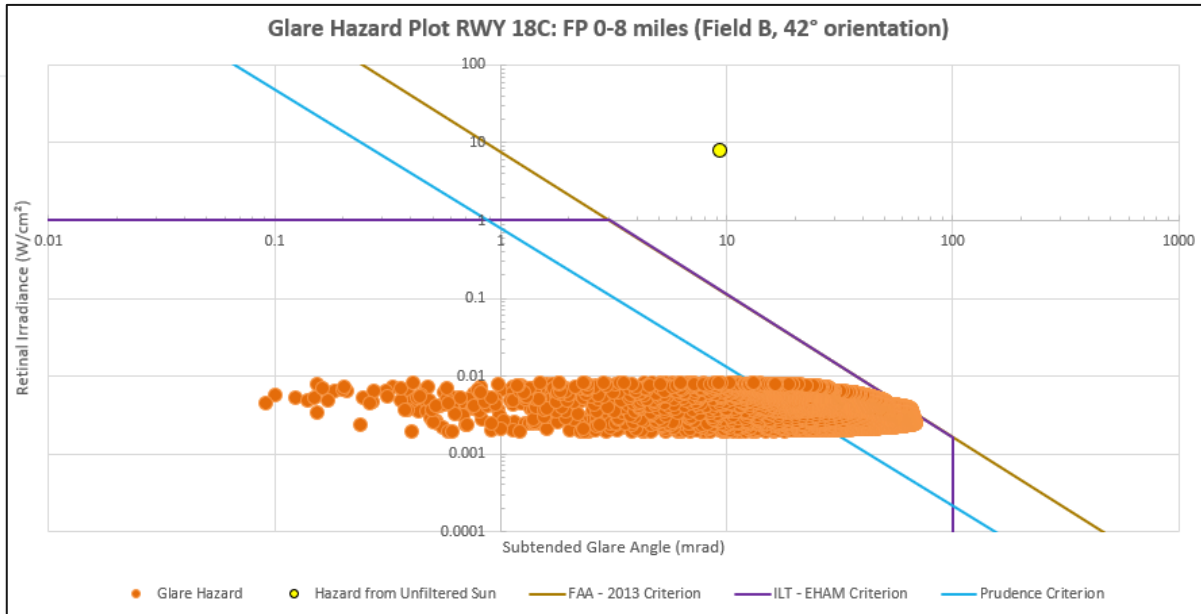


Annex: Resultaten van de Analyse

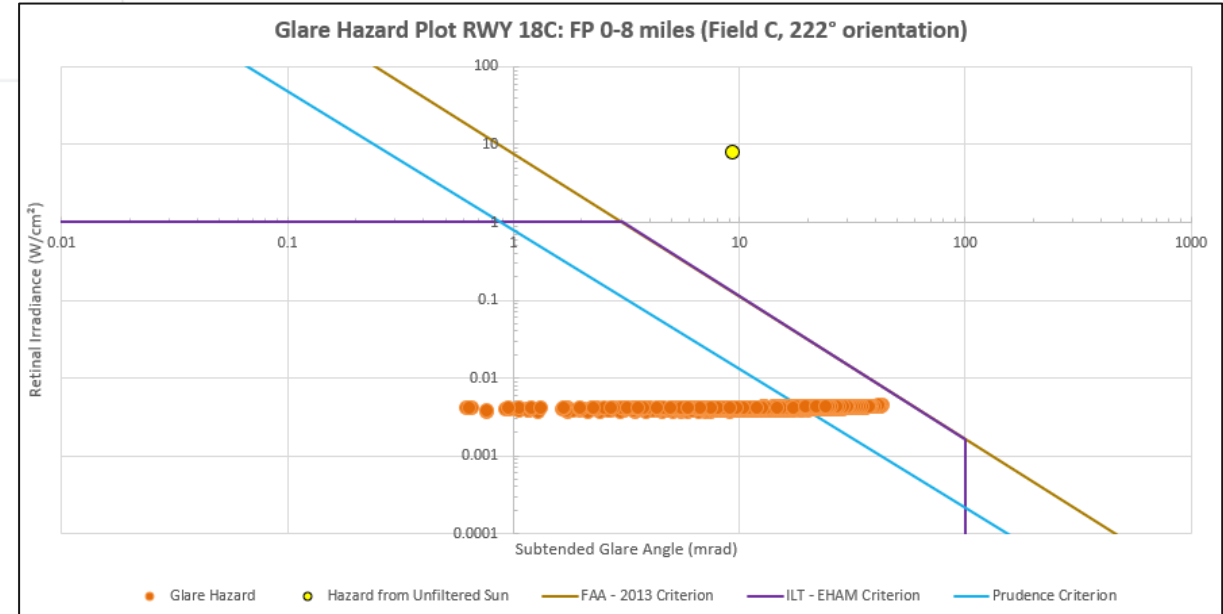
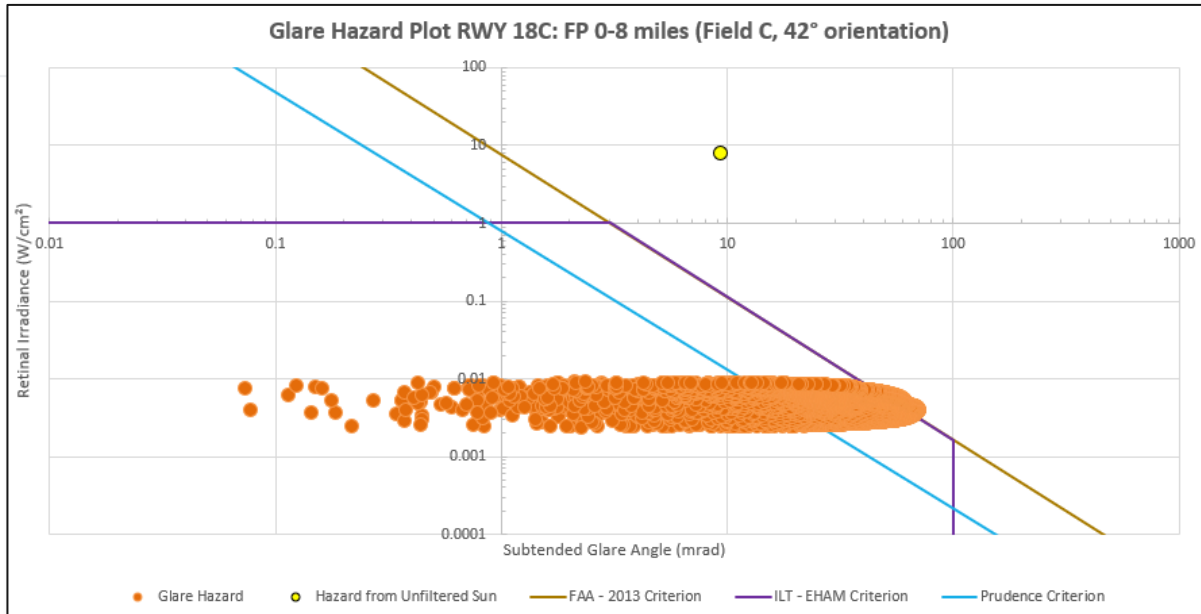
APR 18C – PV Veld A



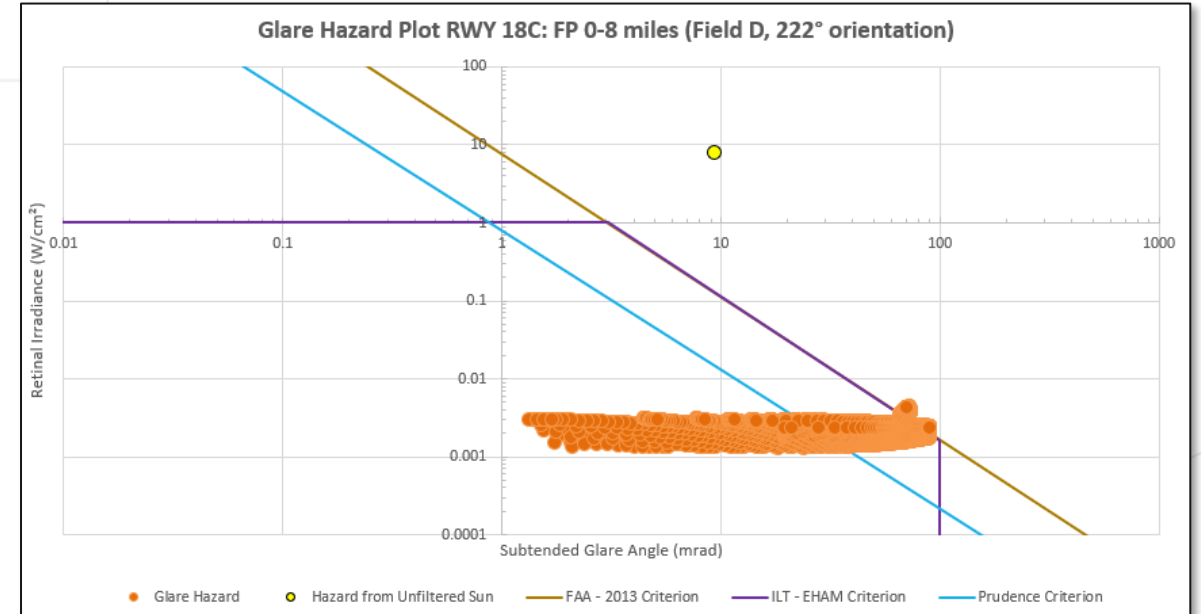
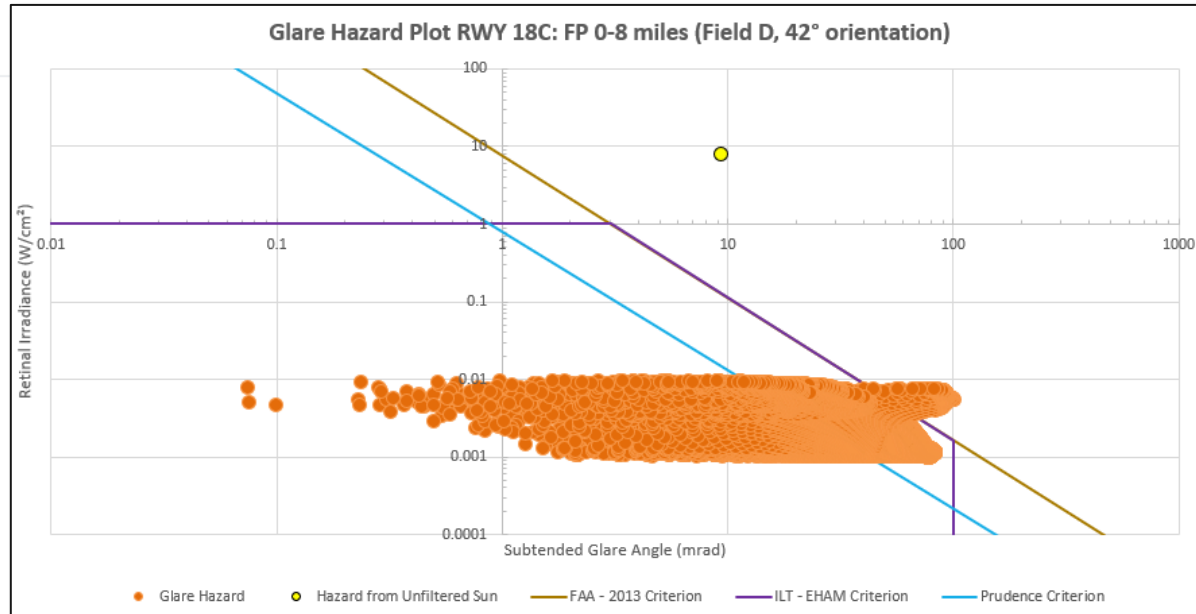
APR 18C – PV Veld B



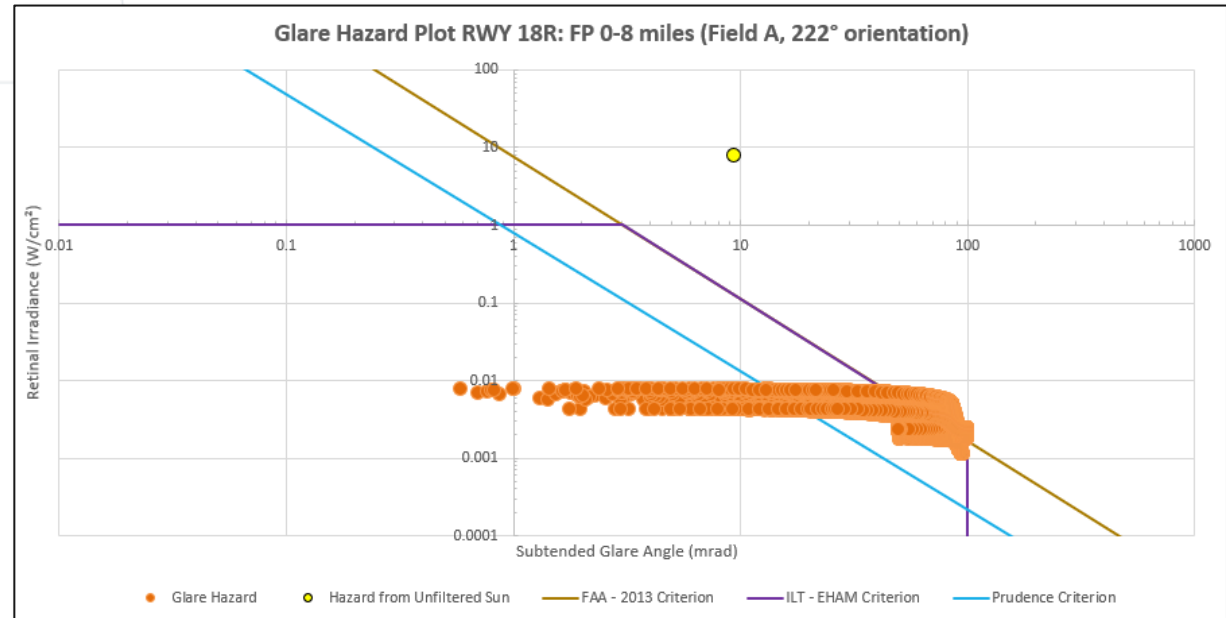
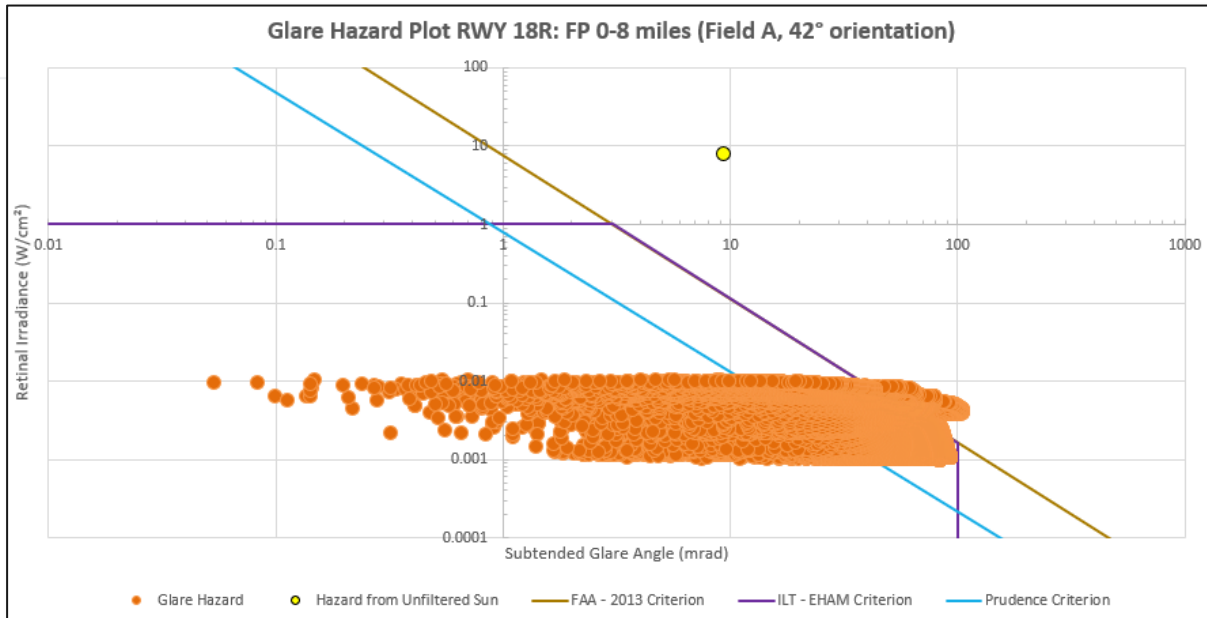
APR 18C – PV Veld C



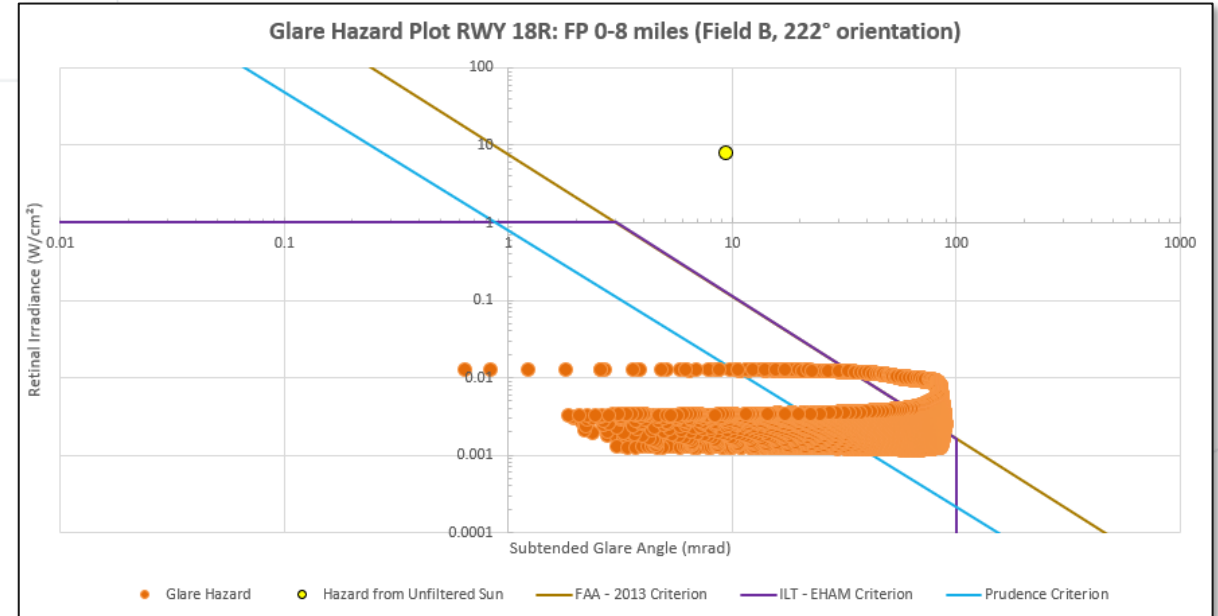
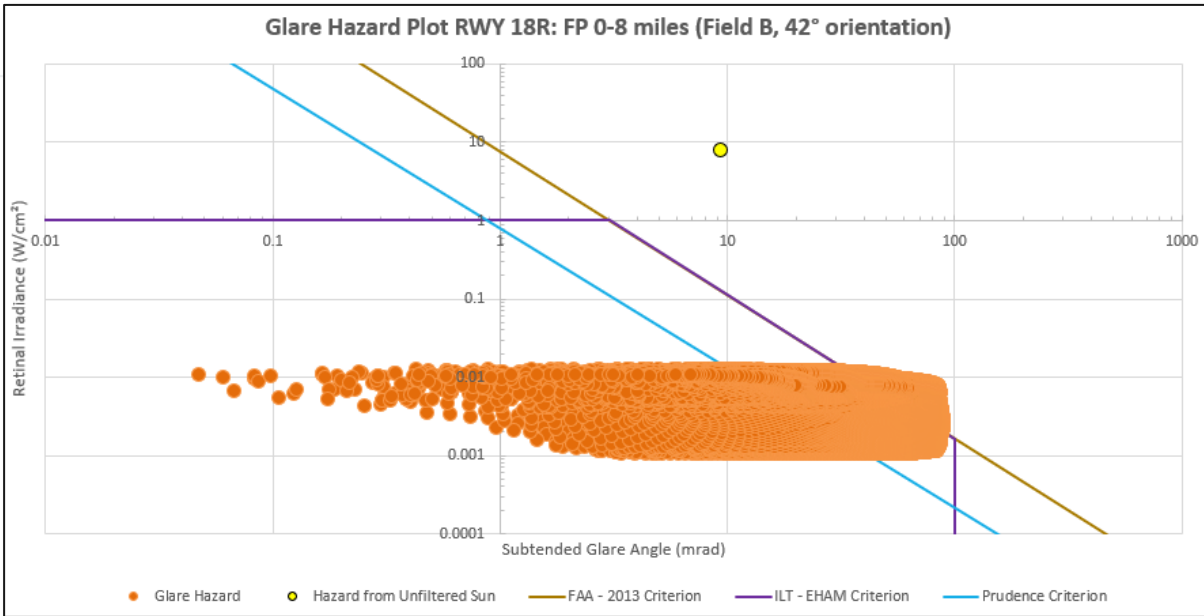
APR 18C – PV Veld D



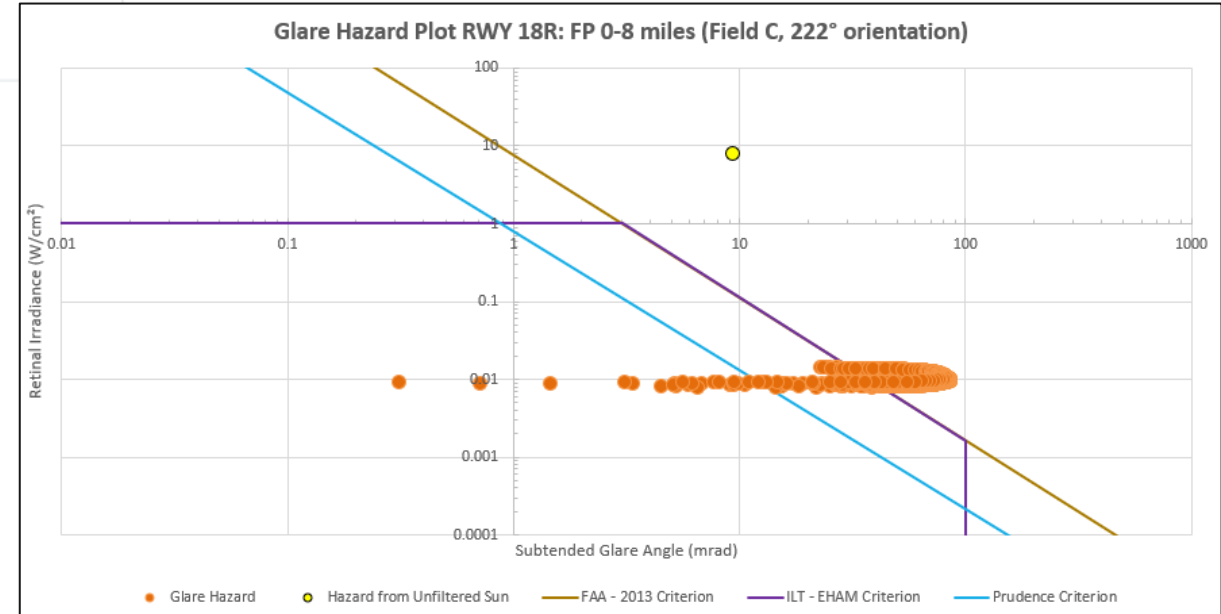
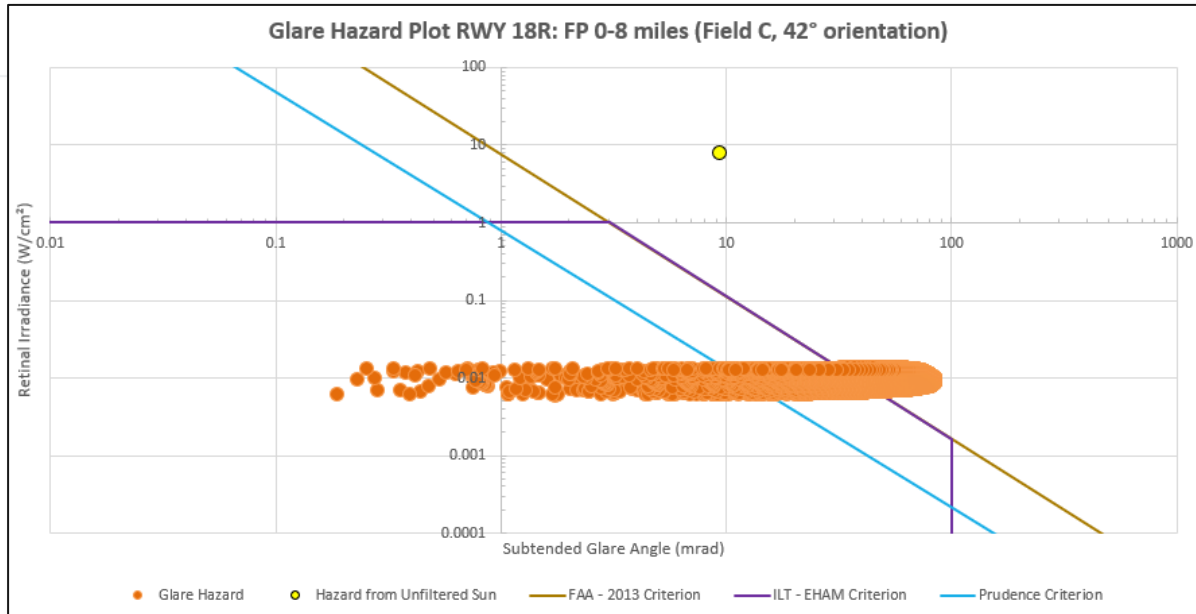
APR 18R – PV Veld A



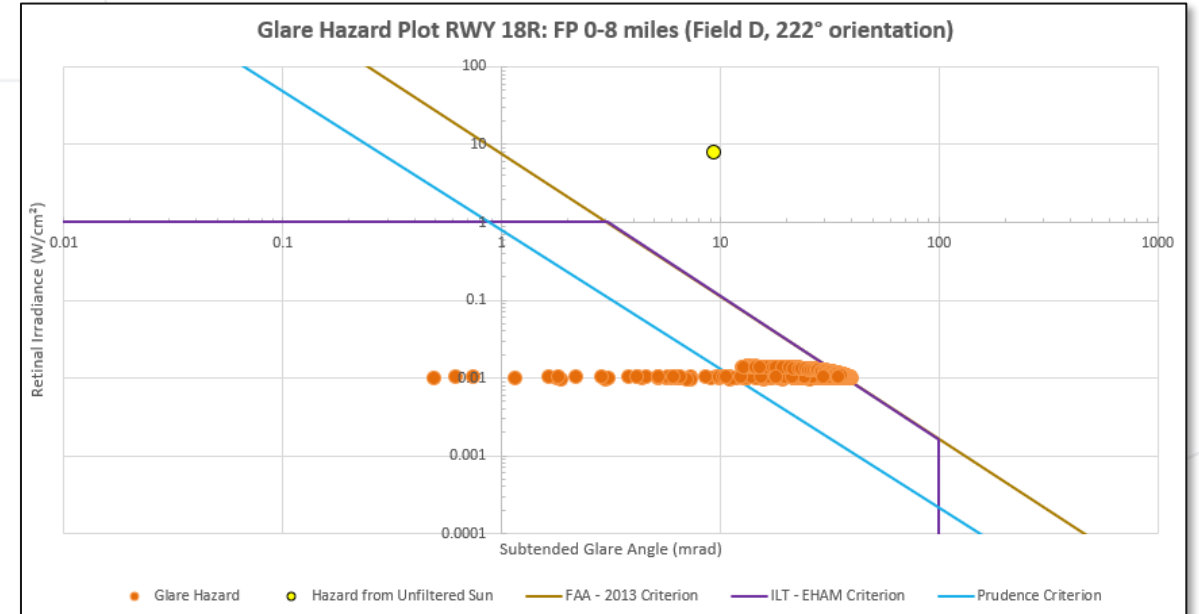
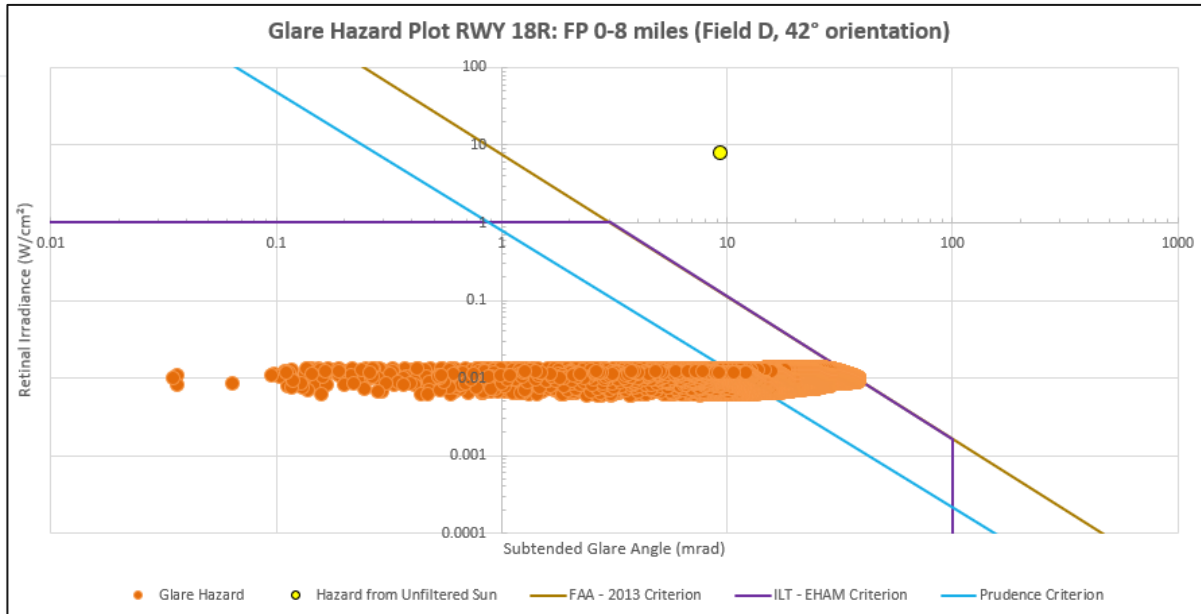
APR 18R – PV Veld B



APR 18R – PV Veld C



APR 18R – PV Veld D





Bangkok, Bengaluru, Brisbane, Brussels,
Edinburgh, Geneva, Medellín, Melbourne,
Milan, Munich, São Paulo, Singapore,
Shanghai, The Hague, Toronto.



www.to70.com



@to70



To70 Aviation