

## **Bewijsvoering in strafrechtzaken door middel van hoogte uitlezing transponders**

De laatste jaren wordt steeds vaker ATC radargegevens gebruikt als bewijs in strafrechtzaken tegen GA vliegers.

Uit een recente zaak die op 3 december 2015 voor de rechter is gekomen is gebleken dat het door ATC aangeleverde bewijs technisch niet correct is.

In de hoogte informatie zoals deze verkregen wordt van een ATC transponder aan boord van het vliegtuig is een onbetrouwbaarheidsmarge van toepassing. Het door LVNL aangeleverde bewijs was voorzien van een hoogte uitlezing tot op 1 Ft nauwkeurig, wat principieel onjuist is. Ten eerste geven de GA transponders hun hoogte door in stappen van 100 Ft dus een hoogte bepalen tot op 1 Ft nauwkeurig is absoluut onmogelijk. Dit is dus een vorm van bewijs welke wettelijk gezien niet acceptabel is als bewijs.

### **Standaard ATC procedure**

Verder moet rekening gehouden worden met een standaard ATC procedure waarbij hoogte informatie betrouwbaarder wordt gewaardeerd als deze geverifieerd is door de verkeersleider. Als deze niet is geverifieerd dan spreken we van een unverified mode-C waarbij de foutmarge aanmerkelijk groter is dan bij een verified mode-C.

Als we kijken naar standaard ATC procedures dan kunnen we daar voor veel zaken refereren aan DOC 4444. Daarin staat betreffende de afwijkingen van de hoogte uitlezing en de procedure om een verificatie te doen het volgende:

#### *8.3.8.1 Verification of accuracy of level information:*

*8.3.8.1.1 The tolerance value used to determine that pressure altitude-derived level information displayed to the controller is accurate shall be  $\pm 200$  ft in RVSM airspace. In other airspace, it shall be  $\pm 300$  ft. Geometric height information shall not be used for separation.*

*8.3.8.1.2 Verification of pressure altitude-derived level information displayed to the controller shall be effected at least once by each suitably equipped ATC unit on initial contact with the aircraft concerned or, if this is not feasible, as soon as possible thereafter. The verification shall be effected by simultaneous comparison with altimeter-derived level information received from the same aircraft by radiotelephony. The pilot of the aircraft whose pressure altitude-derived level information is within the approved tolerance value need not be advised of such verification. Geometric height information shall not be used to determine if altitude differences exist.*

*Note 1: The accuracy of pressure altitude-derived level information displayed to the controller may be verified based on the level information report given by aircraft*

*Note 2: When the accuracy of pressure altitude-derived level information displayed to the controller has been verified by a controller and handoff is made to another controller at the same airport (intra facility), the accepting controller need not verify the pressure altitude-derived level information.*

*8.3.8.1.3 If the displayed level information is not within the approved tolerance value or when a discrepancy in excess of the approved tolerance value is detected subsequent to verification, the pilot shall be advised accordingly and requested to check the pressure setting and confirm the aircraft's level.*

*8.3.8.1.4 If, following confirmation of the correct pressure setting the discrepancy continues to exist, the following action should be taken according to circumstances:*

*a) request the pilot to stop Mode C or ADS-B altitude data transmission, provided this does*

## Bewijsvoering in strafrecht en benodigde correcties

*not cause the loss of position and identity information, and notify the next control positions or ATC unit concerned with the aircraft of the action taken;*  
*b) inform the pilot of the discrepancy and request that the relevant operation continue in order to prevent loss of position and identity information of the aircraft, and, when authorized by the appropriate ATS authority, override the label-displayed level information with the reported level. Notify the next control position or ATC unit concerned with the aircraft of the action taken.*

Vrij vertaald, bij aanvang van een vlucht wordt door een radarverkeersleider de hoogte op het radarscherm vergeleken met de hoogte die de vlieger op dat moment doorgeeft.

Als het verschil tussen beide kleiner of gelijk is aan een fout van  $\pm 300$  Ft dan is de mode-C van deze vlucht geverifieerd en spreken we van een verified mode-C.

Vanaf dat moment wordt er in de standaard ATC procedures vanuit gegaan dat de hoogte uitlezing zoals deze op radar zichtbaar is kloppend is binnen de foutmarge van  $\pm 300$  Ft.

Als een vlucht niet de mode-C verificatie procedure is doorlopen, zoals gebruikelijk met de meeste GA VFR vluchten dan moet rekening gehouden worden met een veel grotere foutmarge.

LVNL heeft die, tot nu toe, niet gedefinieerd, daarom heb ik gekeken wat andere ATC organisaties uit andere landen hiermee gedaan hebben.

We vinden dan bij de Engelse ATC organisatie de NATS de volgende regel:

*If the intentions of a Mode-C transponding aircraft are not known or the mode-C data is unverified then the minimum vertical separation is 5000 Ft for aircraft in receipt of a RCS and 3000 Ft for aircraft in receipt of a Deconflicting Service and the radar returns are not allowed to merge*

Vrij vertaald: Voor onbekend verkeer waarvan niet duidelijk is wat de intenties zijn of voor verkeer waarvan de mode-C informatie unverified is moet een minimale verticale separatie van 5000 Ft aangehouden worden voor vliegtuigen onder radar control service of 3000 Ft voor vliegtuigen die onder deconflicting service vliegen. Daarnaast mogen de radar blips elkaar niet overlappen, ook horizontaal moeten de vluchten uit elkaar gehouden worden.

### **Technische eisen aan mode-C encoders**

Naast de procedures van ATC hebben we in deze ook te maken met de technische eisen waaraan transponder moeten voldoen.

Bij installatie en onderhoud worden de mode-C encoders van de transponders ingesteld dat ze voldoen aan de vereisten. Dit gaat uiteraard uit van een normaal werkend systeem vanaf transponder tot en met het static pressure systeem.

Uitgaande van een normaal werkend systeem zijn de vereisten voor een mode-C encoder als volgt:

Op 1000 Ft is de tolerantie van de hoogtemeter 20 Ft. De tolerantie van de encoder is 125 Ft. De totale fout is dus maximaal 145 Ft,

Op 4000 Ft is de tolerantie 35 Ft, en die van de encoder 125. De maximale fout is dus  $125 + 35 = 160$  Ft

Op 10.000 Ft is de tolerantie van de hoogte meter 80 Ft en van de encoder 125 Ft.  
Totale fout is dus 205 Ft.

Dit is alles uitgaande van de normale werking van het systeem.

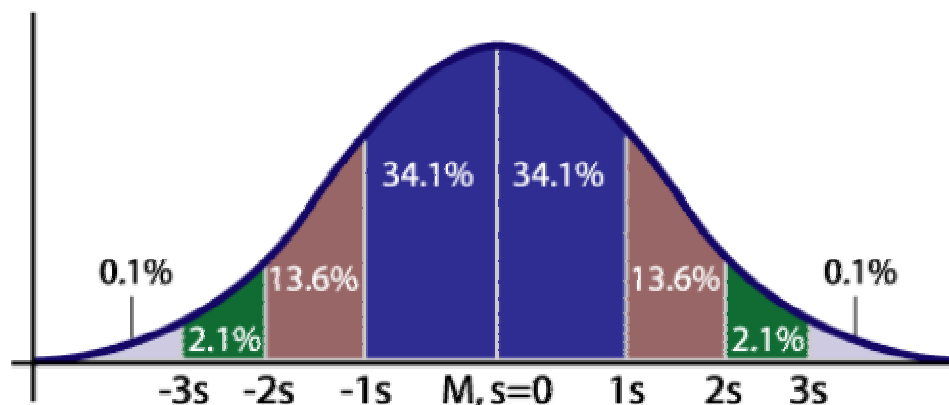
Naast de instellingen zoals deze door een boordwerktuigkundige gedaan worden krijgen we te maken met een willekeurige verdeling van de foutmarges.  
Volgens de statistiek kan daarvoor een standaard normale verdeling gebruikt worden waarmee een indruk verkregen kan worden hoe de populatie van mode-C encoders in de praktijk zullen werken.

Lastig hierbij is dat ik geen echte waarde weet van de standaardafwijking, anders dan de hierboven genoemde normen voor het instellen en calibreren van de mode-C encoders.

Duidelijk is dat als de afwijkingen in de praktijk erg klein zouden zijn, dat ATC niet speciaal een verificatie procedure in het leven zou hebben om de mode-C te verifiëren. Daarom ga ik nu uit van een standaardafwijking met als waarde de norm zoals geldend voor de instelling die de BWK doet.

Gaan we uit van een vlieghoogte van 1000 Ft dan is dus volgens de norm de totale fout 145 Ft. Dus de standaarddeviatie wordt dan 145 Ft.

### Normaal verdeling (uit Wikipedia)



Bij [normale verdelingen](#) wijkt van de mogelijke waarden:

- 68,26% ten hoogste 1 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde (het midden van de verdeling)
- 95,44% ten hoogste 2 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde
- 99,73% ten hoogste 3 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde
- 99,9937% ten hoogste 4 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde

## Bewijsvoering in strafrecht en benodigde correcties

- 99,999943% ten hoogste 5 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde
- 99,9999998% ten hoogste 6 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde

Met de normaal verdeling kunnen we dan zien hoeveel mode-C encoders een afwijking geven die valt buiten de norm van 300 Ft zoals ATC die gebruikt.

68,26 % van de encoders een fout van max 145 Ft  
96,44 % van de encoders heeft een fout van max 290 Ft  
99,73 % van de encoders heeft een fout van max 435 Ft  
99,9937 % van de encoders heeft een fout van max 580 Ft  
99,999943 % van de encoders heeft een fout van max 730 Ft  
99,9999998 % van de encoders heeft een fout van max 1600 Ft

Dat betekend grofweg gezegd dat van alle vliegtuigen met een mode-C encoder die we hebben ongeveer 3% ervan rondvliegen met een grotere afwijking dan toegestaan volgens de ATC procedures geldend voor verified mode-C.

Gaan we uit van bijvoorbeeld 1000 vliegtuigen dan betekend dit dat er 30 vliegtuigen zijn die vallen buiten de ATC norm voor verificatie. Persoonlijk heb ik hier het gevoel bij dat dit wel ongeveer zal kunnen kloppen. Hard bewijs heb ik hier echter niet van omdat ik geen informatie heb hoe vaak er een afwijking gevonden wordt die herkend wordt als afwijking van de mode-C encoder. In het verleden was het vaak zo dat LVNL de uitspraken van de vlieger dat hij op een andere hoogte vloog dan wat de VKL op zijn radarscherm zag niet wilde geloven. Hoe vaak een buiten de norm werkende mode-C encoder in de praktijk voorkomt zou mogelijk verder gehaald kunnen worden uit registraties door BWK's van gevonden en verholpen afwijkingen.

## Praktijk

Laten we kijken naar het aantal meldingen van vliegtuigen die in de praktijk gekenmerkt worden dat de mode-C informatie buiten de norm valt.

Uit de door mij persoonlijk meegemaakte historie schat ik dat jaarlijks een drietal tot vijftal vliegtuigen in de Nederlandse FIR een mode-C encoder hebben die buiten de norm van 300 Ft valt. Daarbij was kenmerkend dat in het jaar dat de GA vliegtuigen werden voorzien van de nieuwe mode-S transponder het aantal beduidend hoger was. Dat werd relatief vaak veroorzaakt door fouten in de aanpassingen van bekabeling tussen de altitude encoder en de transponder.

Als ik kijk op vliegerfora dan kom ik daar ook diverse meldingen tegen van een afwijkende mode-C encoder die buiten de norm valt. Ook als je kijkt naar incident onderzoeken kom je diverse onderzoeken tegen waar soms extreem grote fouten in de mode-C uitlezing aanleiding zijn tot zeer serieuze incidenten en ernstige near misses. Een voorbeeld is een vlucht waarbij sprake is van een verified mode-C die korte tijd later toch ruim 2000 Ft verkeerd vloog en daardoor een ernstige near miss veroorzaakte. De vlieger in kwestie valt daarin niks te verwijten.

Zie: [http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft\\_Altimeter\\_Failure](http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Altimeter_Failure)

Een ander voorbeeld is : <https://www.cs.york.ac.uk/hise/safety-critical-archive/1999/0158.html>

Uit mijn eigen periode bij LVNL kan ik me nog meerdere gevallen herinneren waar ik vliegers aangesproken heb waarvan na verder onderzoek bleek dat de mode-C encoder afwijkend was. De meest extreme afwijking was van een vlucht die rond 1000 Ft vloog maar op de radar geruime tijd, in de CTA, hoger dan FL100 vloog. Dit zijn excessen veroorzaakt door een defect die toch ook met enige regelmaat voorkomen.

De normaal verdeling zoals hierboven uitgelegd is van toepassing op de gehele luchtvloot in de situatie waarin uitgegaan wordt van een normale werking van het systeem.

### **Mode-C afwijking en het strafrecht**

Als je mode-C data wil gebruiken in strafrecht dan spelen daarbij een aantal overwegingen.

- De data is niet onafhankelijk verkregen, de vlieger draagt bij aan het bewijs tegen zichzelf. Wettelijk gezien kan de vlieger weigeren om dit te doen.
- Bewijsvoering op basis van ATC radargegevens in strafrecht is discutabel uitgaande van het feit dat het een oneigenlijke toepassing is van een systeem wat bedoeld is om de veiligheid van het luchtverkeer te bevorderen.
- Gebruik van ATC radar gegevens in strafrecht kan ongewenste effecten met zich meebrengen dat vliegers het systeem gaan boycotten en bv de transponder uitzetten, zou wettelijk gezien niet mogen, of bv zoals het advies van mijn kant om de mode-C niet te selecteren. Dit geeft ongewenste en onbedoelde neven effecten op de oorspronkelijke doelstelling van het transponder systeem. Vliegers die gaan vliegen en hun transponder uitzetten en daarna een storing melding in het VMS invoeren zijn ook niet uit te sluiten. Kortom het gebruik van SSR mode-C informatie voor het doel strafvervolging is uiterst dubieus en is in een land die zegt het Just Culture beginsel te hanteren niet te verenigen daarmee. Vliegers hebben geïnvesteerd in de aanschaf van apparatuur voor hun en andermans veiligheid en niet voor gebruik om de vlieger te vervolgen.
- De data kan niet gecontroleerd worden op foutmarge, met controle achteraf en aannames zoals hierboven in het stukje over normaal verdeling kan een orde van grote bepaald worden van een waarschijnlijke foutmarge.
- Als er sprake is van een defect aan de mode-C encoder die incidenteel optreed is niet of zeer moeilijk te achterhalen wat er gaande is. In dat soort gevallen wordt veelal de hele encoder vervangen door een nieuwe.
- ATC heeft voor een verified mode-C een maximaal acceptabele afwijking in haar procedures bepaald.
- Voor non verified mode-C heeft in ieder geval de Nederlandse ATC dat niet gedaan.
- ATC normen uit buitenland gebruiken een aanzienlijk grotere foutmarge voor het veilig separeren van andere vliegtuigen tov de vlucht met unverified mode-C
- Bewijs in een strafrechtzaak moet kloppend zijn en niet ter discussie staan

Een vergelijkbare zaak hiermee is het bewijs dat geleverd moet worden in strafrechtzaken van snelheidsovertredingen in het wegverkeer.

## Bewijsvoering in strafrecht en benodigde correcties

Het bewijs van een overtreding in het wegverkeer moet geleverd worden door een onafhankelijke bron, bv een meting door een agent met een radar of een laser.

Deze meetapparatuur moet voorzien zijn van een controleerbaar kalibratie keurmerk en met regelmaat opnieuw gekeurd worden.

De maximale fout van deze apparatuur wordt volledig gecorrigeerd in de bewijsvoering.

Werkwijze voor correcties gemeten snelheden wegverkeer.

### *3.1. Maximale fout*

*Radarsnelheidsmeter, lasersnelheidsmeter, detectorsnelheidsmeter, (mobiele) trajectnelheidsmeter*

*De maximale fout onder bedrijfsomstandigheden bedraagt 3 km/h voor snelheden niet groter dan 100 km/h en 3% van de gemeten snelheid voor snelheden groter dan 100 km/h.*

*Mobiele radarsnelheidsmeter*

*De maximale fout onder bedrijfsomstandigheden bedraagt 5 km/h voor snelheden niet groter dan 100 km/h en 5% van de gemeten snelheid voor snelheden groter dan 100 km/h.*

*Trajectnelheidsmeter*

*De maximale fout onder bedrijfsomstandigheden bedraagt 3 km/h voor snelheden niet groter dan 100 km/h en 3% van de gemeten snelheid voor snelheden groter dan 100 km/h. De maximale fout veroorzaakt door onjuiste waarde van de meettrajectlengte bedraagt 0,5% van de werkelijke snelheid.*

*Geijkte boordsnelheidsmeter in dienstvoertuig*

*In geval van een snelheidsovertreding wordt geconstateerd met behulp van een dienstvoertuig met een geijkte boordsnelheidsmeter (dus niet: radarsnelheidsmeter), wordt de maximale fout als volgt berekend:*

*De afwijking van de snelheidsmeter in het voertuig dient te worden bepaald met behulp van (geijkte) ijkapparatuur. Dit gebeurt bij elk dienstvoertuig periodiek en resulteert in een tabel (zie bijlage ) die in het voertuig aanwezig dient te zijn.*

*De meetonzekerheid bij de ijking is afhankelijk van het gebruikte ijkingsmiddel. De maximale fout bedraagt 3 km/h voor snelheden niet groter dan 100 km/h en 3% van de werkelijke snelheid voor snelheden groter dan 100 km/h, indien gebruik gemaakt wordt van een mobiele radarsnelheidsmeter respectievelijk 5 km/h en 5%. De in de tabel onder gemeten snelheid opgenomen waarden dienen daarom met deze waarden te worden gecorrigeerd.*

Als we deze zelfde werkwijze vertalen naar de ATC omgeving dan krijgen we het volgende model:

Stel de TMA grens wordt overschreden door een verified mode-C vlucht, door ATC is de mode-C readout gecontroleerd tijdens het initial contact. Vanaf dat moment geldt binnen de ATC omgeving dat er rekening gehouden wordt met max 300 Ft foutmarge voor deze vlucht.

Als de radarverkeersleider deze vlucht vervolgens ziet op zijn scherm als vliegend op 1700 Ft dus 200 Ft in de TMA dan is er wettelijk gezien nog geen sluitend bewijs van een overtreding. Pas als de vlucht op de radar hoger vliegt dan 1800 Ft is er wettelijk bewijs voor een overtreding. Als we de vergelijking met de verkeerssituatie doortrekken is er sprake van overschrijding van de TMA grens met 0 Ft.

Als we hetzelfde voorbeeld geven maar dan voor een vlucht waarvan de transponder niet geverifieerd is dan kan er niet gesteld worden dat er een overtreding is op moment dat deze vlucht op 1800 Ft getoond wordt op de radar.

## Bewijsvoering in strafrecht en benodigde correcties

Uitgaande van de max fout zoals gebruikt wordt door NATS moet de vlucht nu getoond worden op hoger dan 5500 Ft.

Om eerlijk te zeggen vind ik dit wel wat extreem maar dat is het gevolg van de norm zoals NATS die gebruikt.

Daarom ga ik de ATC norm uit DOC 4444 even verlaten en ons meer richten op de technische norm van de transponder met de daarbij horende normaal verdeling van afwijkingen.

De werking van de in een vliegtuig aanwezige mode-C encoder wordt natuurlijk niet beïnvloed door de ATC procedure waarbij de mode-C geverifieerd wordt. Wel wordt door de verificatie procedure aangetoond dat de betreffende mode-C encoder voldoet aan de vereisten conform DOC4444.

Als een vlucht niet geverifieerd wordt dan is onduidelijk welke foutmarge gebruikt moet worden als correctie. Kijkend naar de normaal verdeling volgens de statistiek zouden we dan moeten kiezen voor de grootste afwijking die met een normaal werkende transponder voor kan komen. We hebben dan een foutmarge van maximaal 1600 Ft.

### **Resumé**

- Voor een normaal werkende mode-C encoder van een vlucht waarvan de mode-C geverifieerd is moet rekening gehouden worden met een foutmarge van 300 Ft.
- Voor een normaal werkende mode-C encoder die niet geverifieerd is moet rekening gehouden worden met een foutmarge van 1600 Ft.
- Uitgaande van deze waardes zal in de praktijk ca 3% van de vluchten die geverifieerd worden in de praktijk een afwijking vertonen die groter is dan acceptabel volgens de ATC norm.