

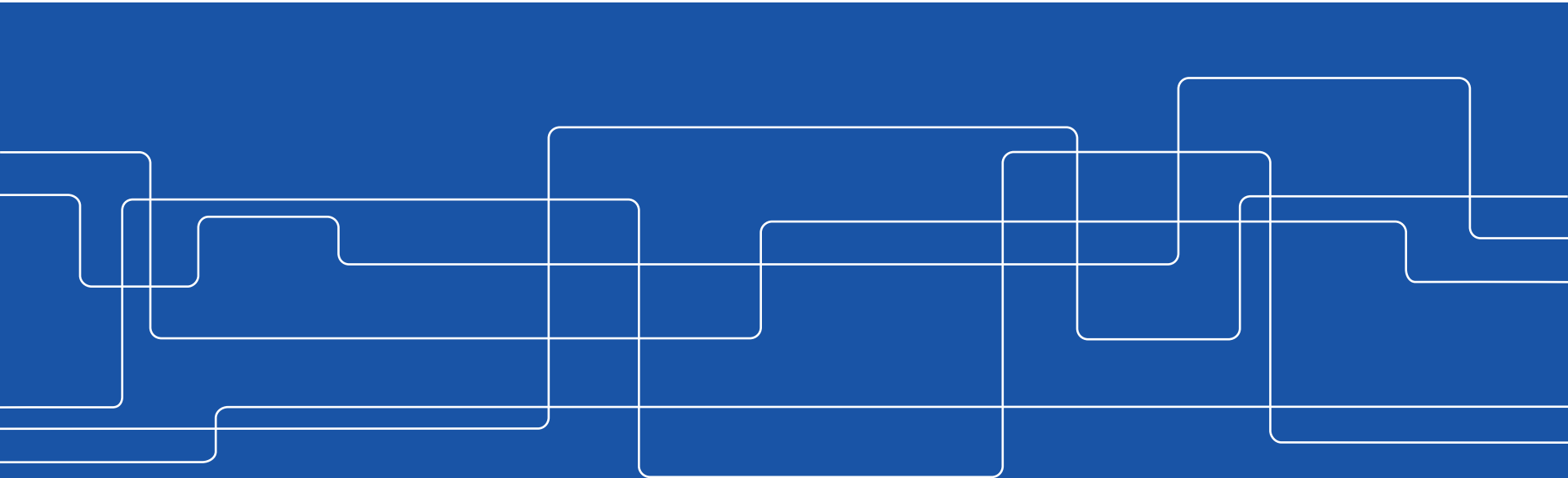


Samband mellan ljud och flygkonfiguration vid landningar

Anders Johansson, KTH/MWL, aebjo@kth.se



CSA
Centre for
Sustainable
Aviation





Projektöversikt



Anders Johansson, doktorand vid **MWL/KTH**
handledare **Karl Bolin**

CSA-projektet ULLA (finansiär: Trafikverket)

Undersökningar medelst Ljudmätningar för Landingar vid Arlanda

Presentationens innehåll

- **Frågeställningar i ULLA**
- **Metod** – Var och hur har vi mätt flygbuller?
- **Resultat:**
Samband mellan ljud och flygkonfiguration vid landningar (långtidsmätningar).

ANT - Flygbuller som funktion av flygschemats variationer.
- **Slutsats**
- **Framtida frågor**

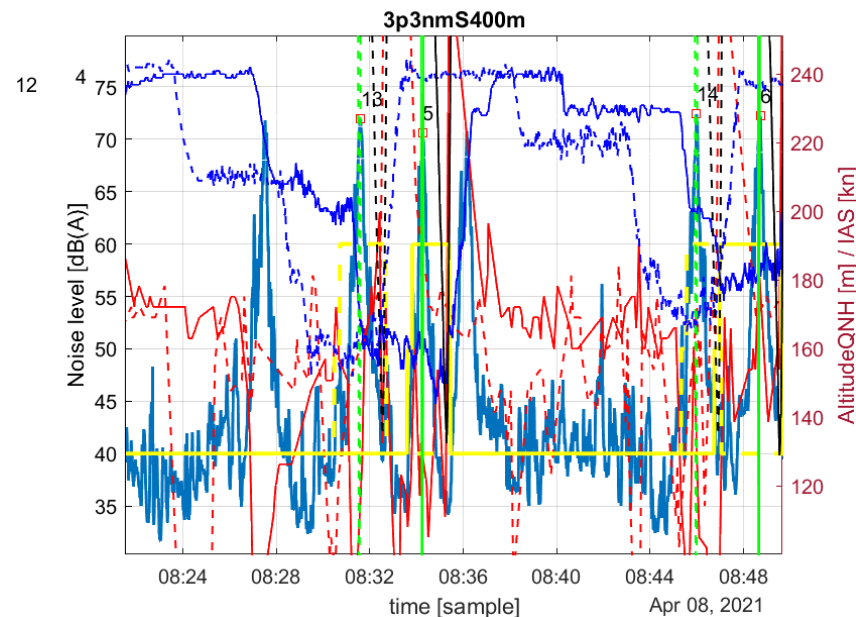
Frågeställning i ULLA



Kan skillnader i flygoperationellt beteende ge upphov till mätbara effekter för bullernivån på marken? Vid landningar?

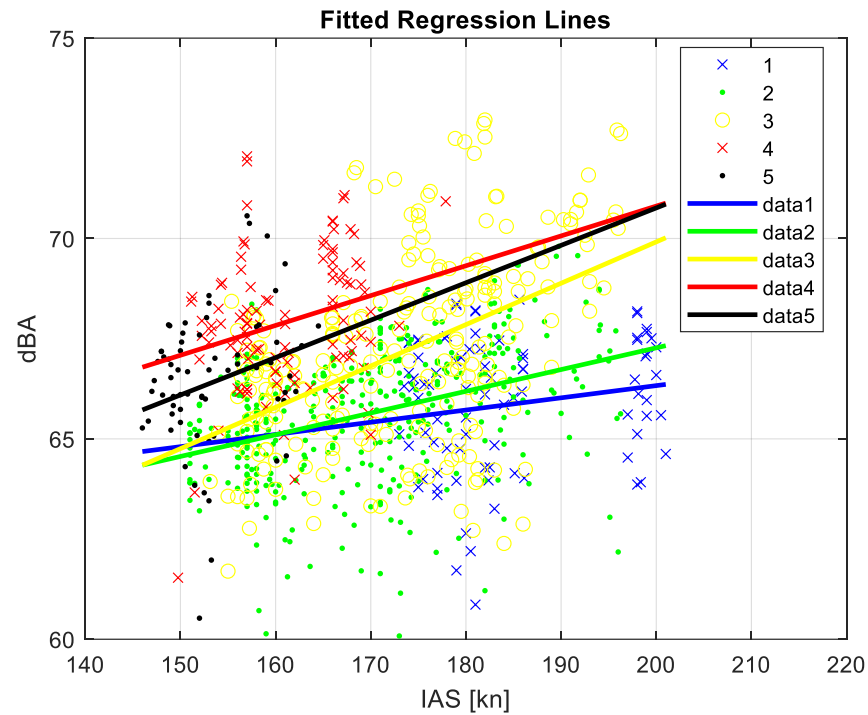
Metod

Mät flygbullret på marken, korrelera detta med FDR-data (svarta lådan) som beskriver flygplanets färd genom luften.



Metod

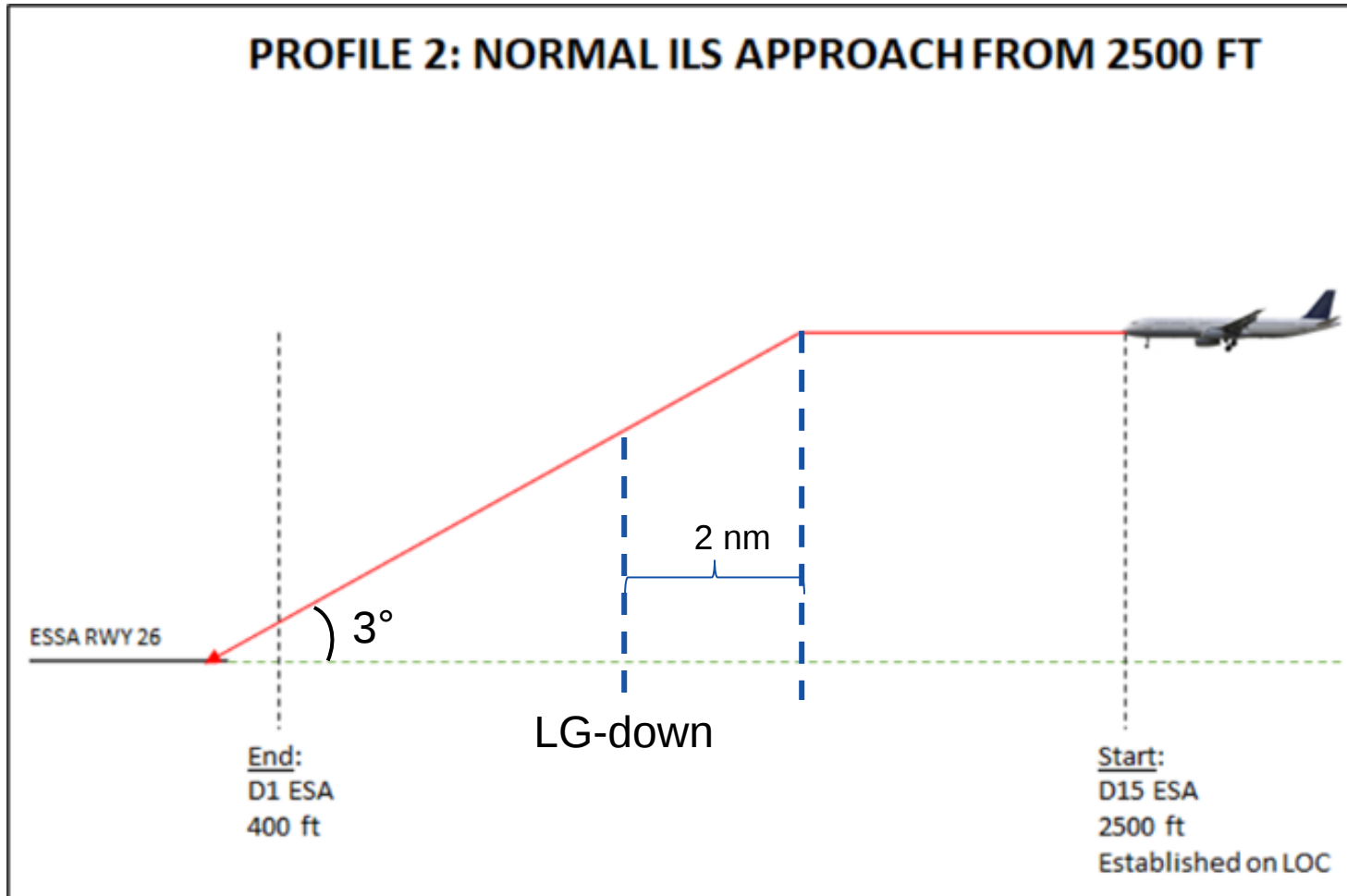
För att finna orsakssamband mellan flyplanets konfiguration och bullret på marken.



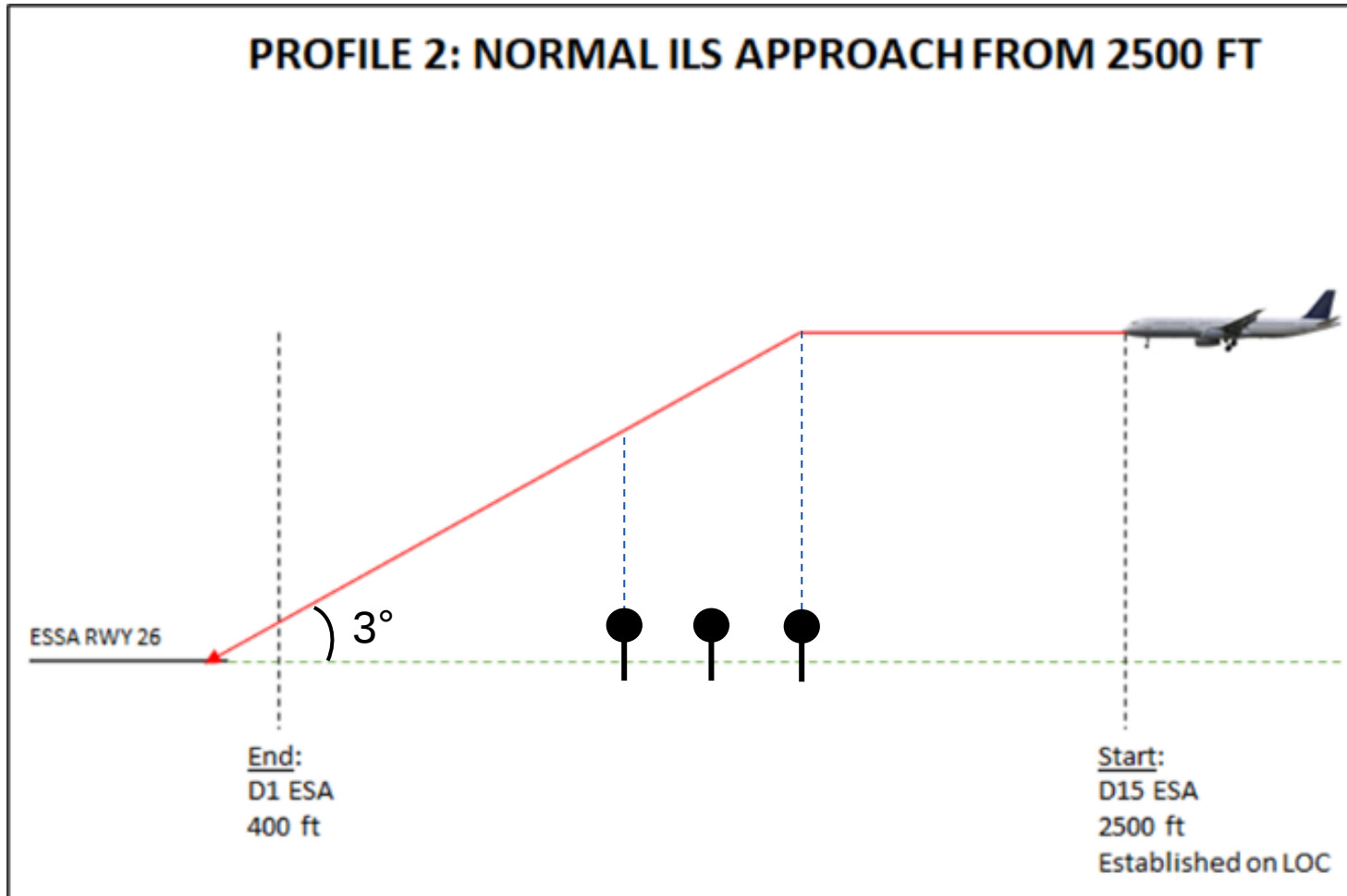
Bullermätningar: var och varför just där?



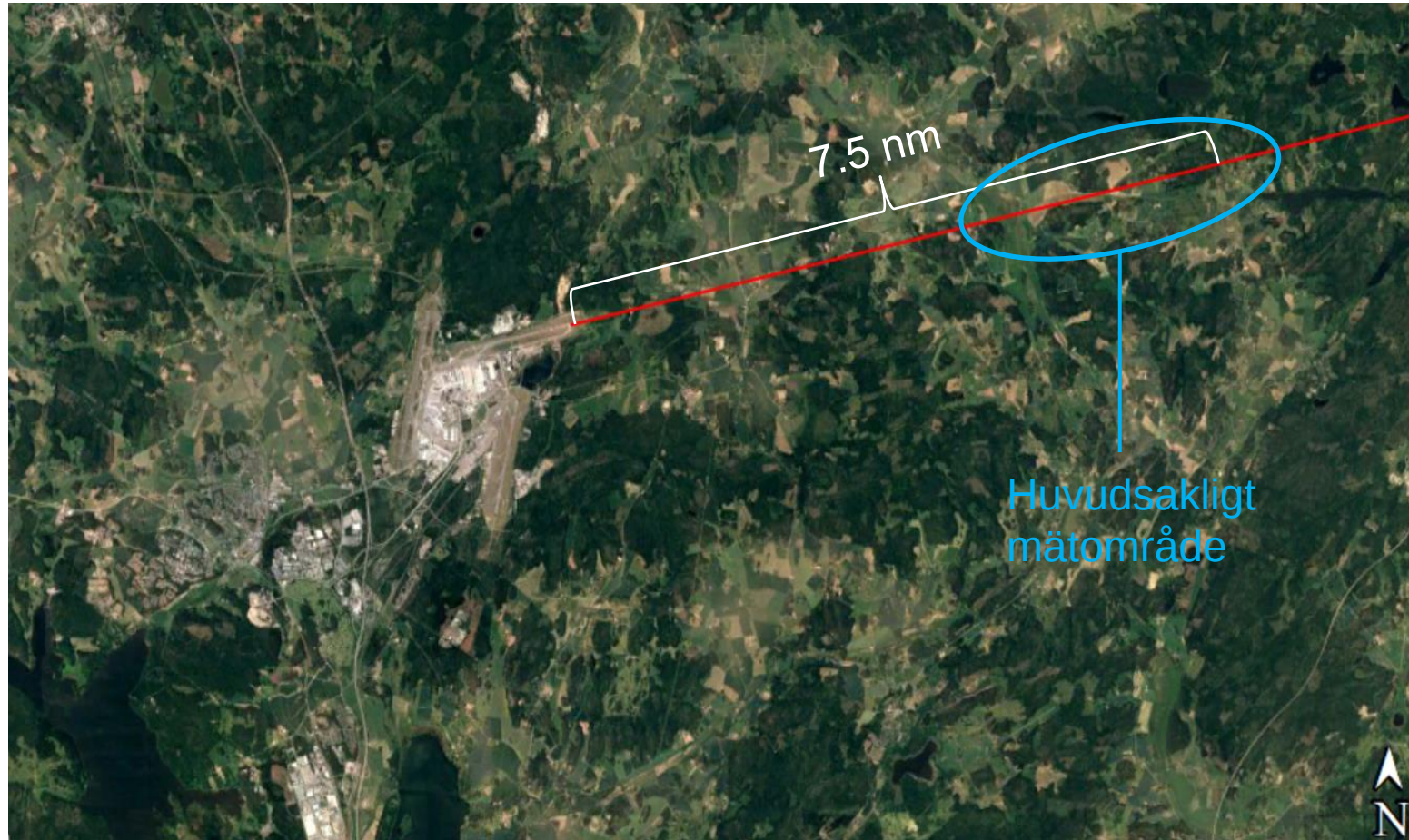
Bullermätningar: var och varför just där?



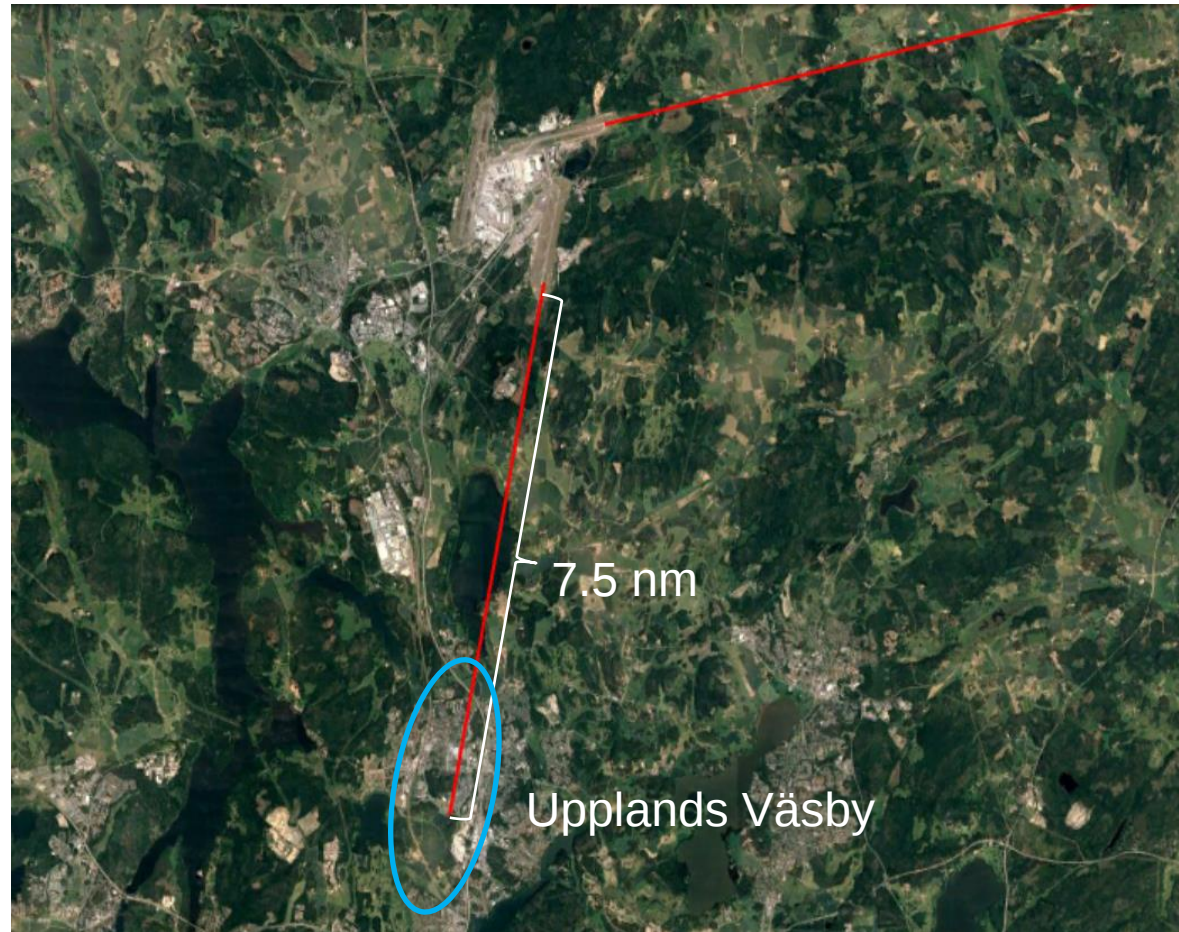
Bullermätningar: var och varför just där?



Bullermätningar: var och varför just där?



Bullermätningar: var och varför just där?



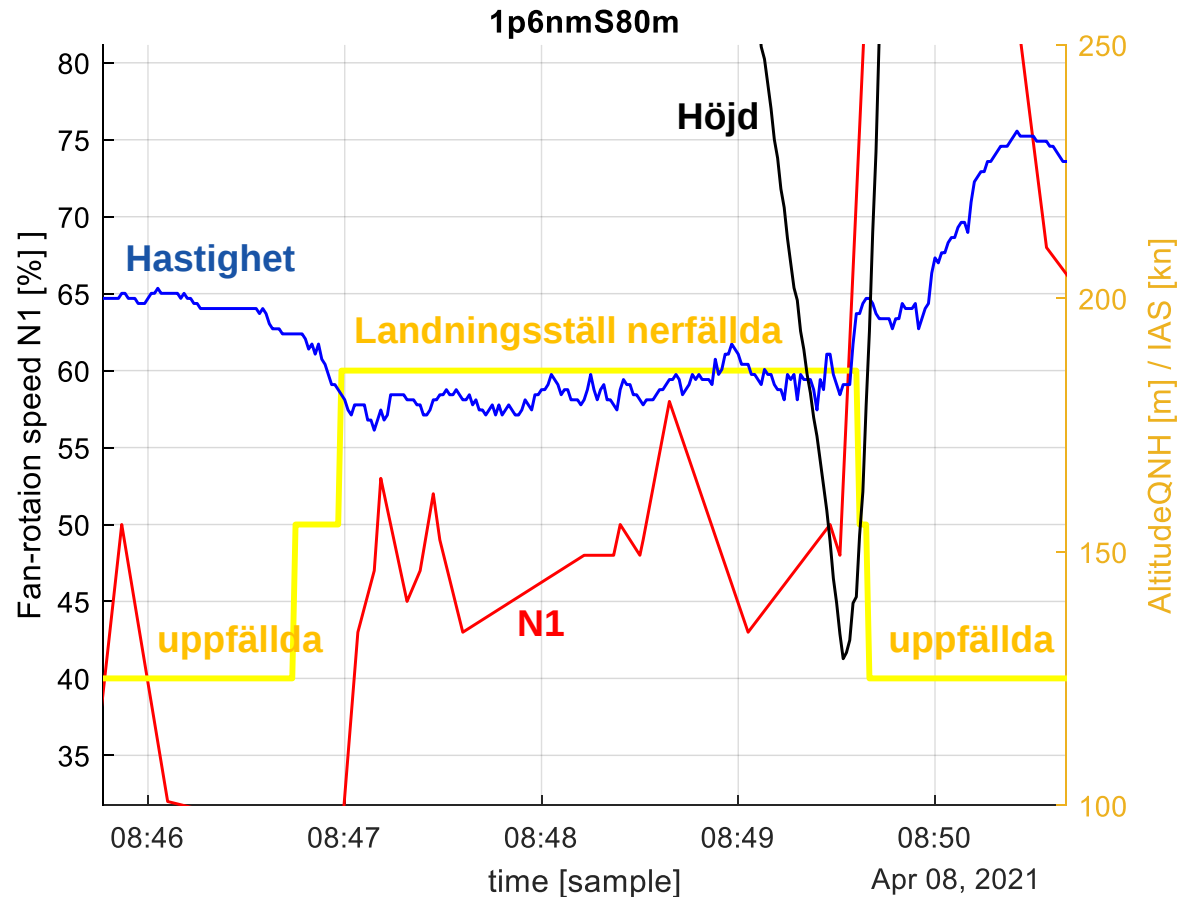
FDR-data

FDR-data kommer från flygbolaget Novair och består av ca 120 flighter som i huvudsak samlades ihop under 2019.

Datan kommer från två flygplansindivider av typen Airbus A321-neo.

Genom ett samarbete med CSA-projektet BRANTARE (Bengt Moberg och Johan Rignér) gjordes dessa data tillgängliga för ULLA.

FDR-data från ANT (avbruten landning)



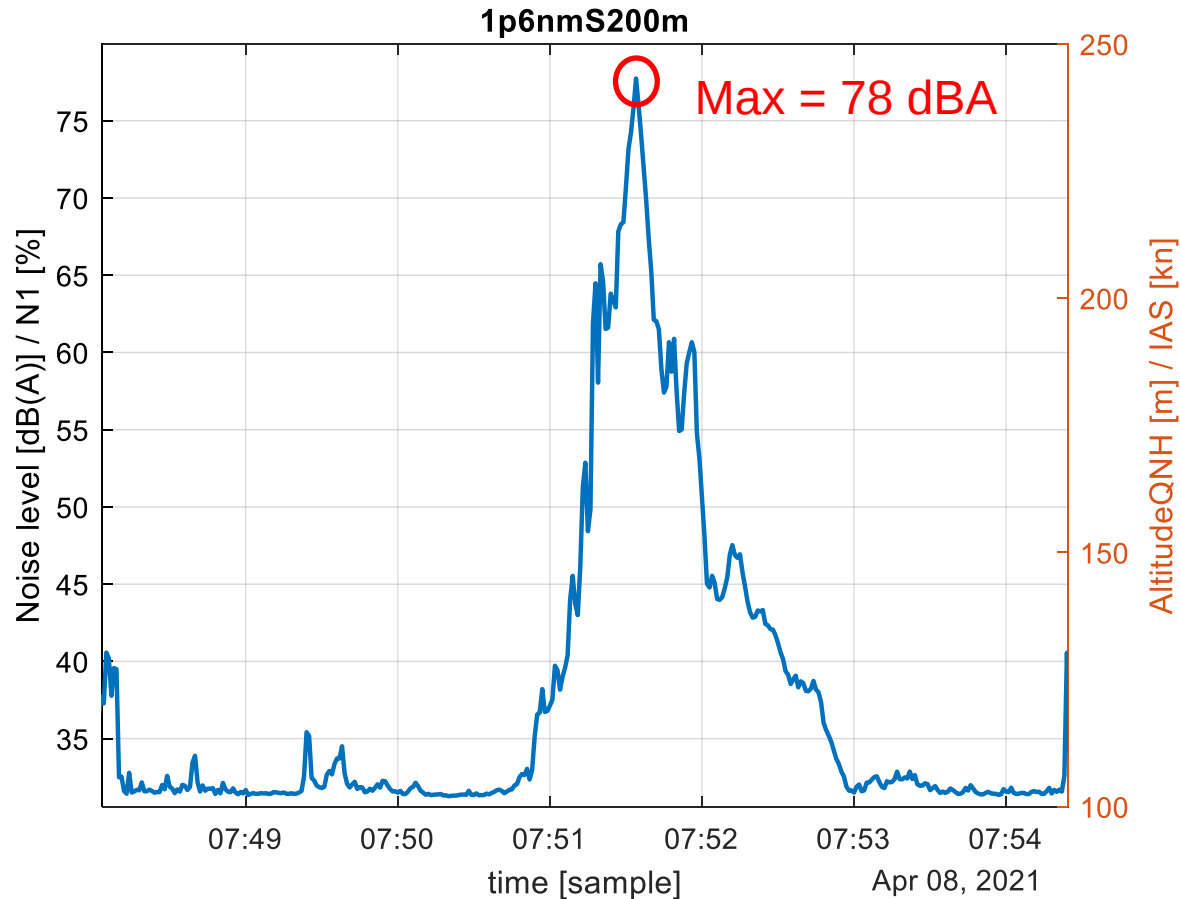
Ljudmätning

Flygplansbullrets mäts som A-vägd totalnivå (dBA) eftersom detta mått korrelerar bra mot hur människan upplever ett ljuds styrka och störnivå.

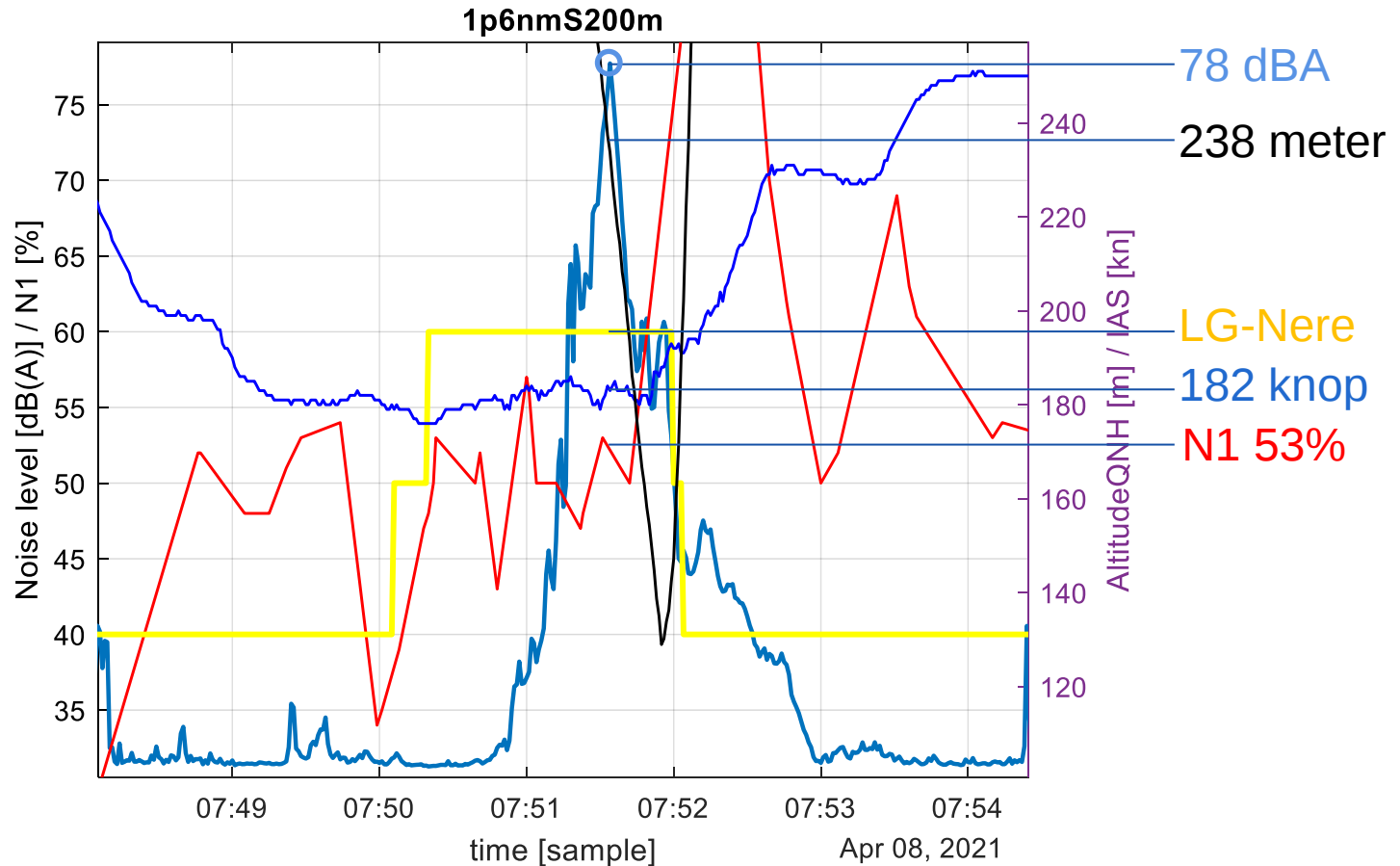
Vid en överflygning har dB(A)-max visat sig representativt för total upplevd störnivå.

Mellan *tummen och pekfingret* upplevs en 3 dB skillnad som en tydlig förändring av ljudet. 10 dB skillnad upplevs som en dubblering av ljudstyrkan.

Hur ser flygplanet konfiguration ut för tidpunkten vid överflygningens maxnivå?

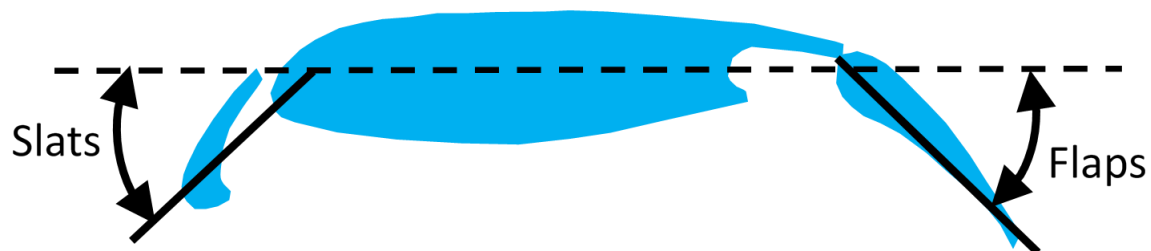


Hur ser flygplanet konfiguration ut för tidpunkten vid överflygningens maxnivå?

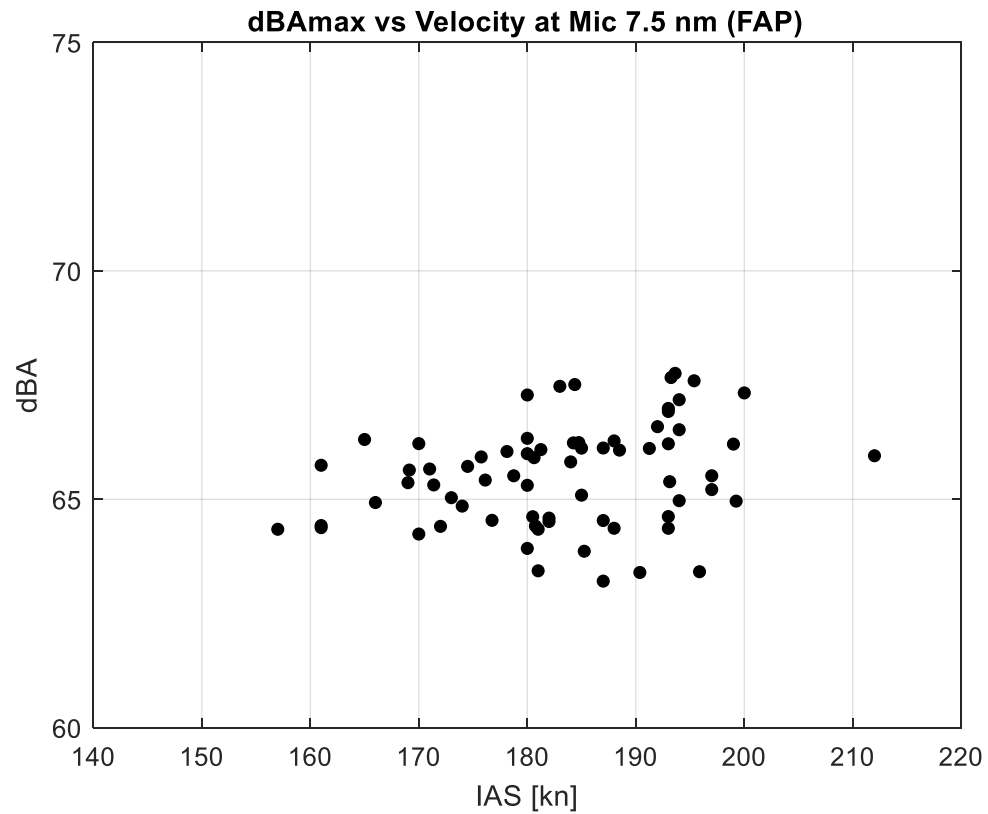


Indelning av flygkonfigurationer

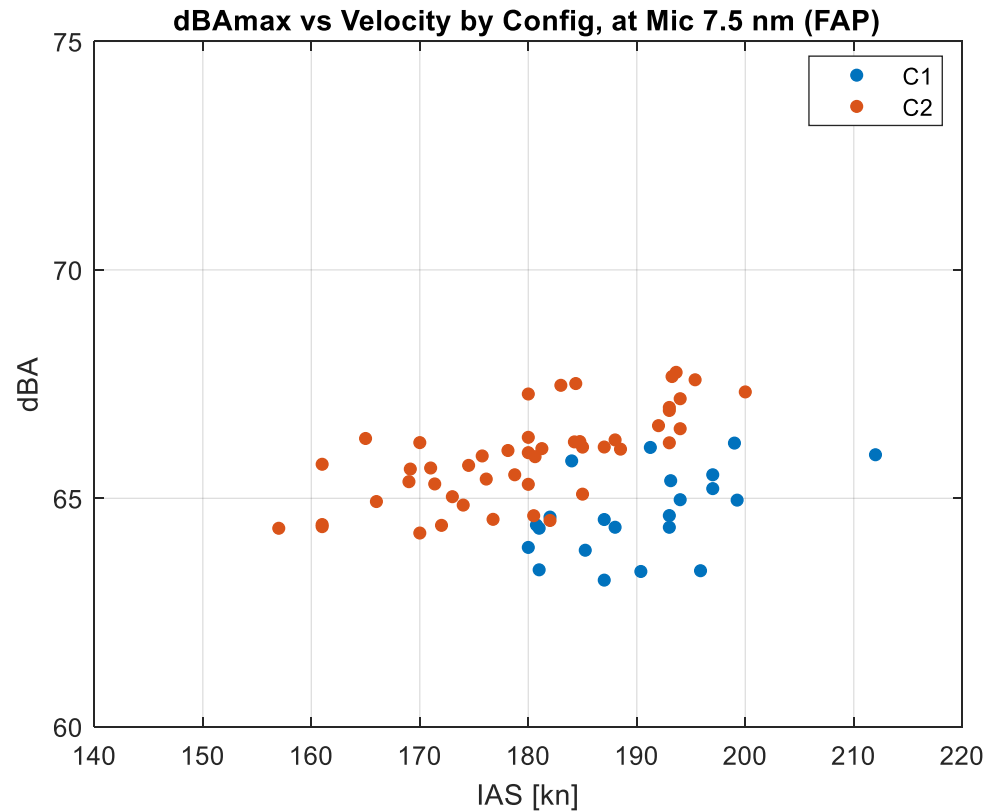
Config	Slats	Flaps
Clean (0)	0°	0°
C1	18°	0°
C2	22°	14°
C2 LG down	22°	14°
C3 (LG down)	22°	21°
Full (LG down)	27°	34°



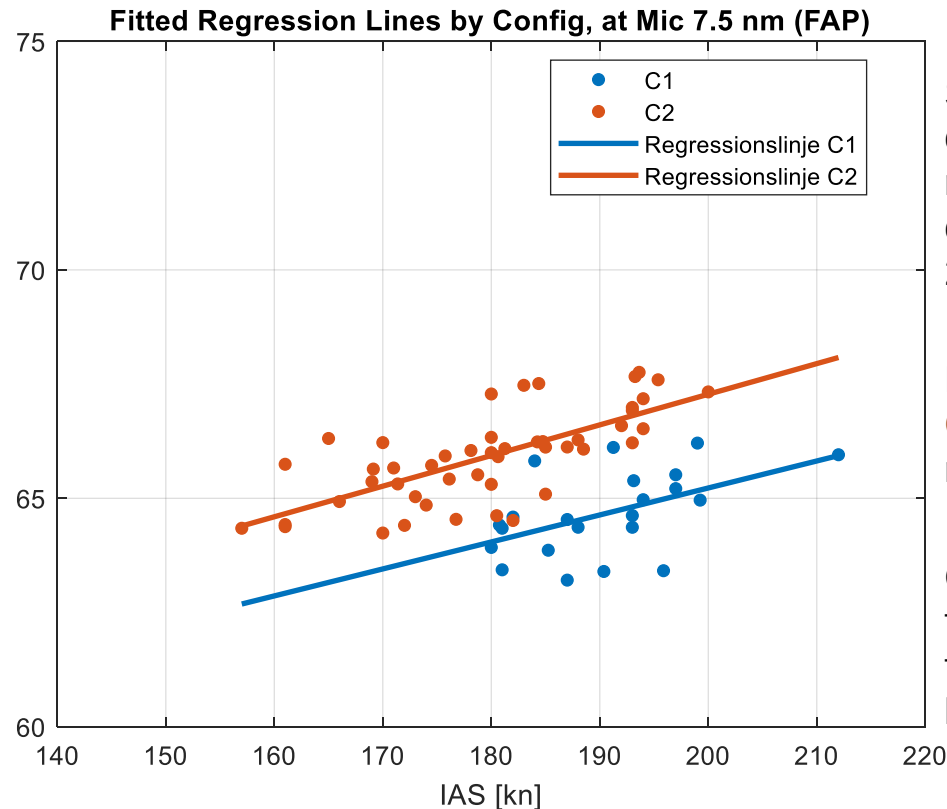
Resultat



Uppdelning i konfigurationer



Regressionsanalys, 7,5 nm



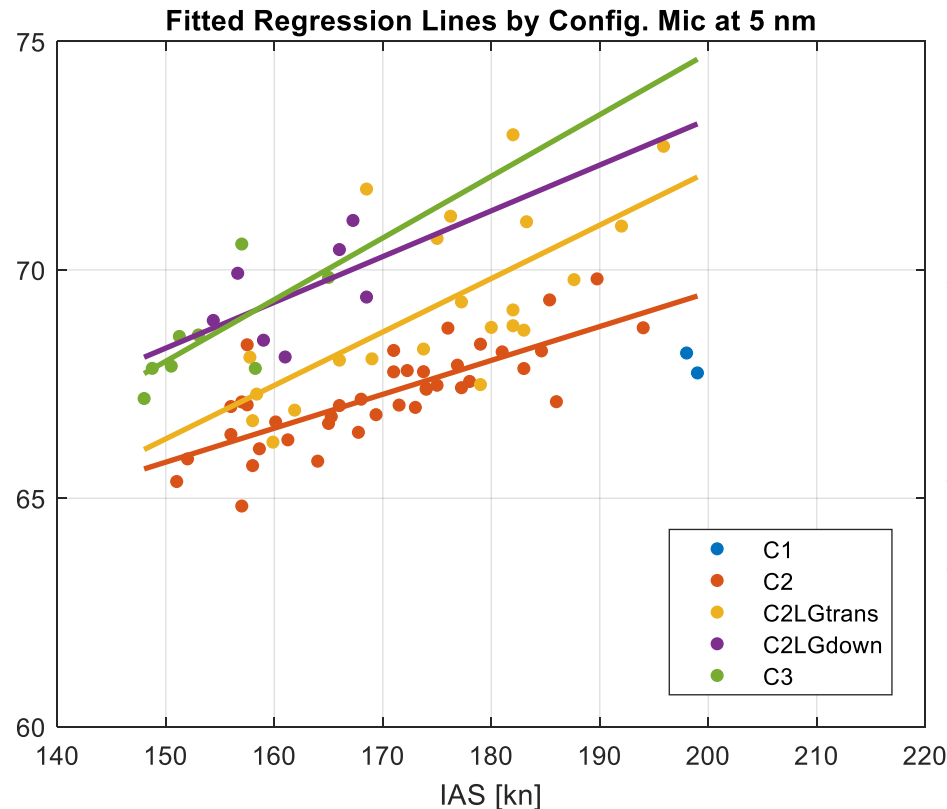
Samma lutning (ca 1 dB ökning per 15 kn) på regressionslinjerna för **C1** och **C2**, men separerade ca 2 dB.

Koefficienterna för **C1** och **C2** är statistiskt signifikanta med 95 % konfidensgrad .

Ca 60% av variationen i flygbullernivån förklaras av flygplanets konfiguration och hastighet.

Regressionsanalys, 5 nm

Config	Slats	Flaps
Clean (0)	0°	0°
C1	18°	0°
C2	22°	14°
C2 LG down	22°	14°
C3 (LG down)	22°	21°
Full (LG down)	27°	34°



När landningsstället fällts ner ökar ljudnivån ca 3dB för att sedan öka med ca 1dB per 8 kn hastighetsökning.

Interaktionseffekten är signifikant d.v.s. lutningarna på regressionslinjerna är signifikant olika.

Slutsats: långtidsmätningar

- Det finns ett starkt samband mellan flygplanets hastighet och ljudnivån på marken.
- Ökad hastighet ger ökad ljudnivå.
- När flygplanet fäller ut klaffar och landningsställ ökar ljudnivån samt förändringstakten i ljudnivåns hastighetsberoende.
- Skillnader i ljudnivå uppgår till ca 3-5 dB, beroende på hastighet och konfiguration.

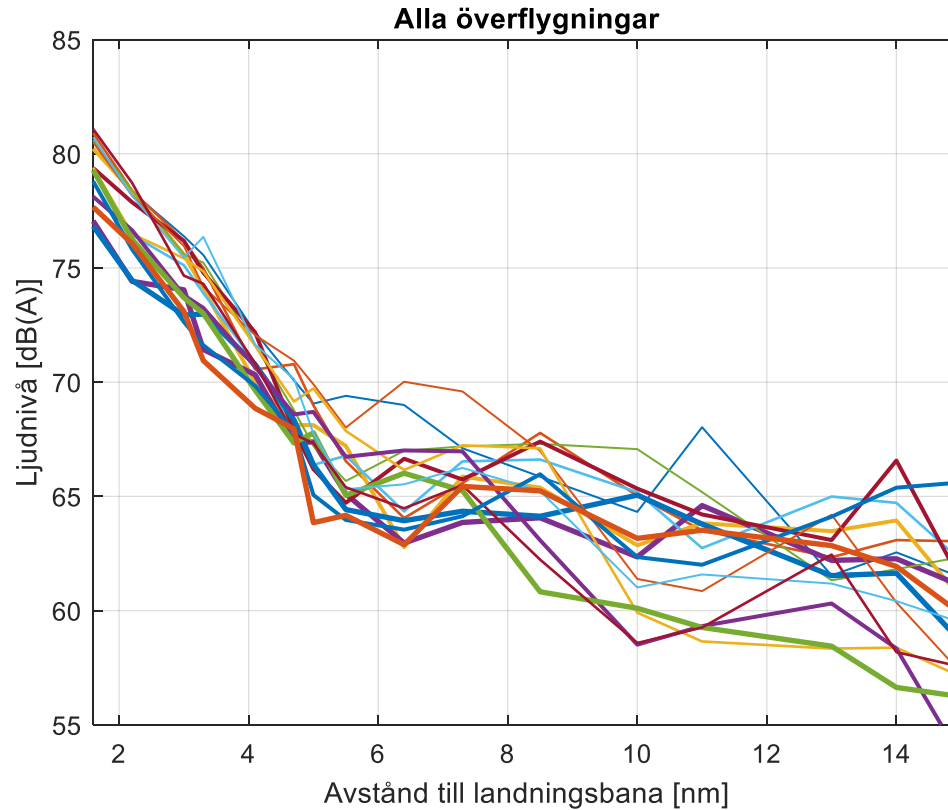
ANTs-flygschema

Hastighetsvariationer [kn]	Anflygningshöjd [ft]	Landningsställ ner [nm]
230, 220, 210 & 200	2500	5.2
230, 220, 210 & 200	2500	6.2
230, 220, 210 & 200	4000	5.2
230, 220, 210 & 200	4000	6.2

Fyra olika hastigheter och två höjder vid flygbanans start (17 nm).

Två olika avstånd för när landningsställena fälls ner.

ANT-resultat

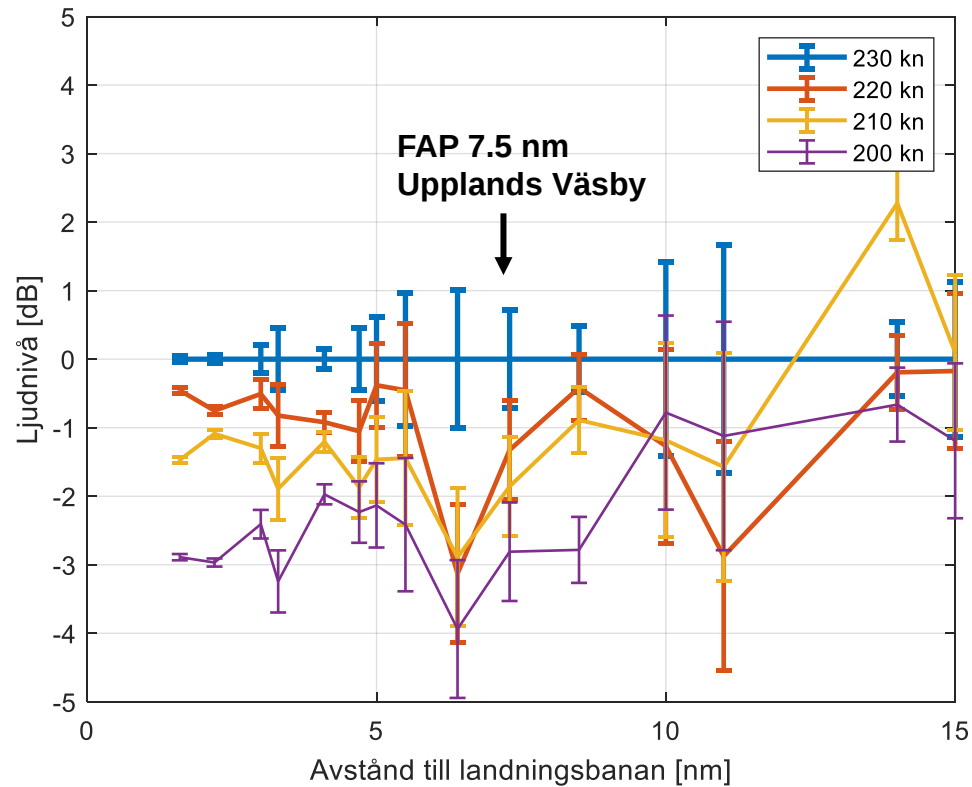


17 mikrofoner placerade
direkt under
inflygningsvägen.

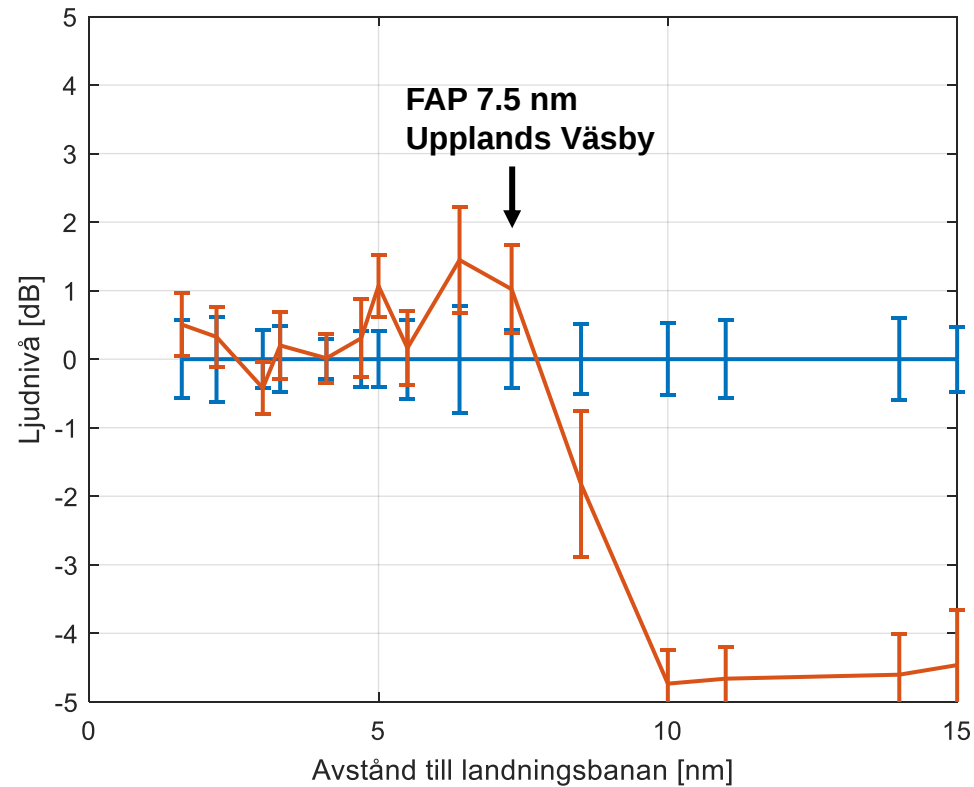
Enkel medelvärdesbildning

Hastighetsvariationer [kn]	Anflygningshöjd [ft]	Landningsställ ner [nm]
230, 220, 210 & 200	2500	5.2
230, 220, 210 & 200	2500	6.2
230, 220, 210 & 200	4000	5.2
230, 220, 210 & 200	4000	6.2

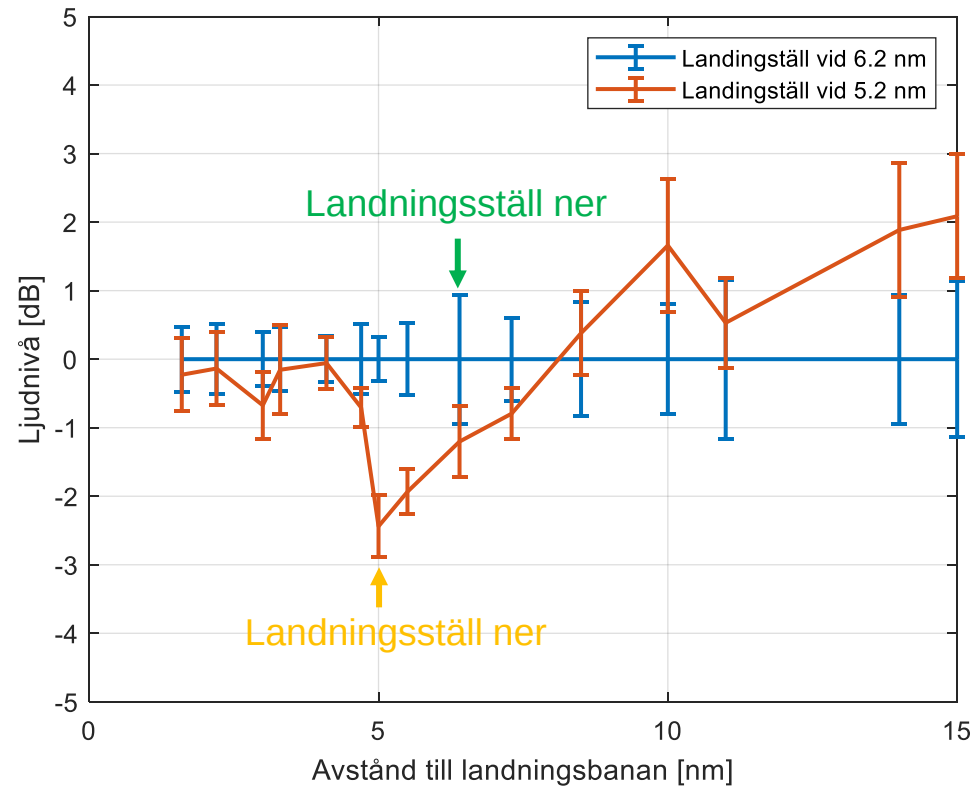
Medelvärden för de olika hastigheterna



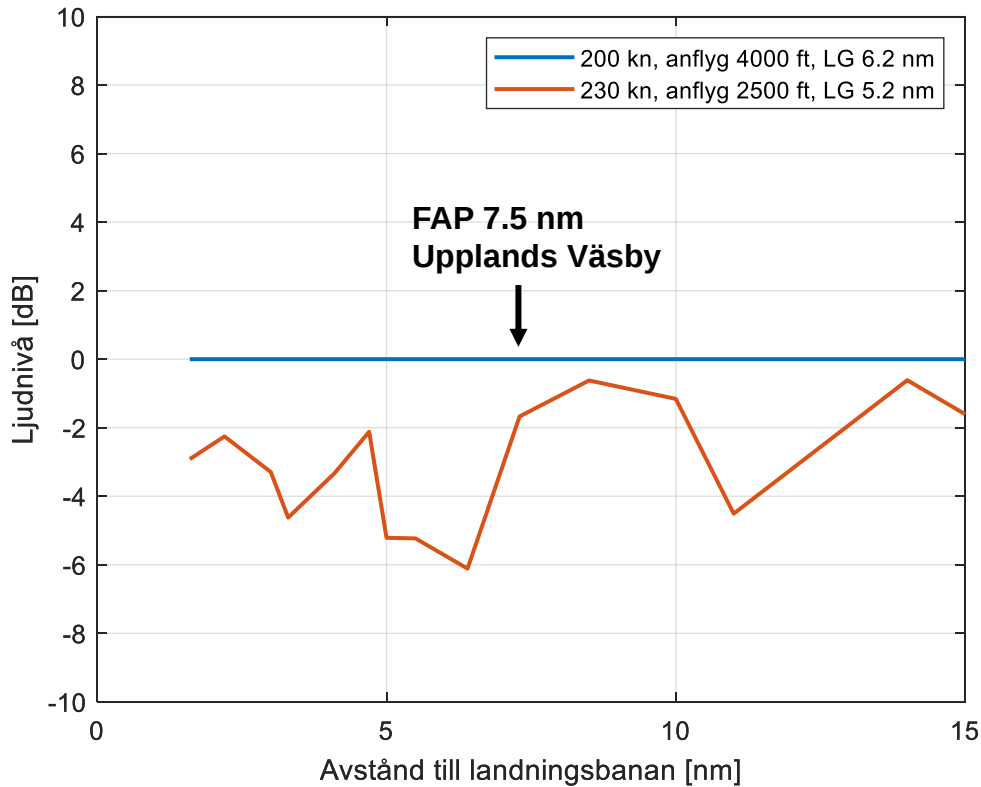
Medelvärden för olika anflygningshöjd



Medelvärden för landningsställ ner

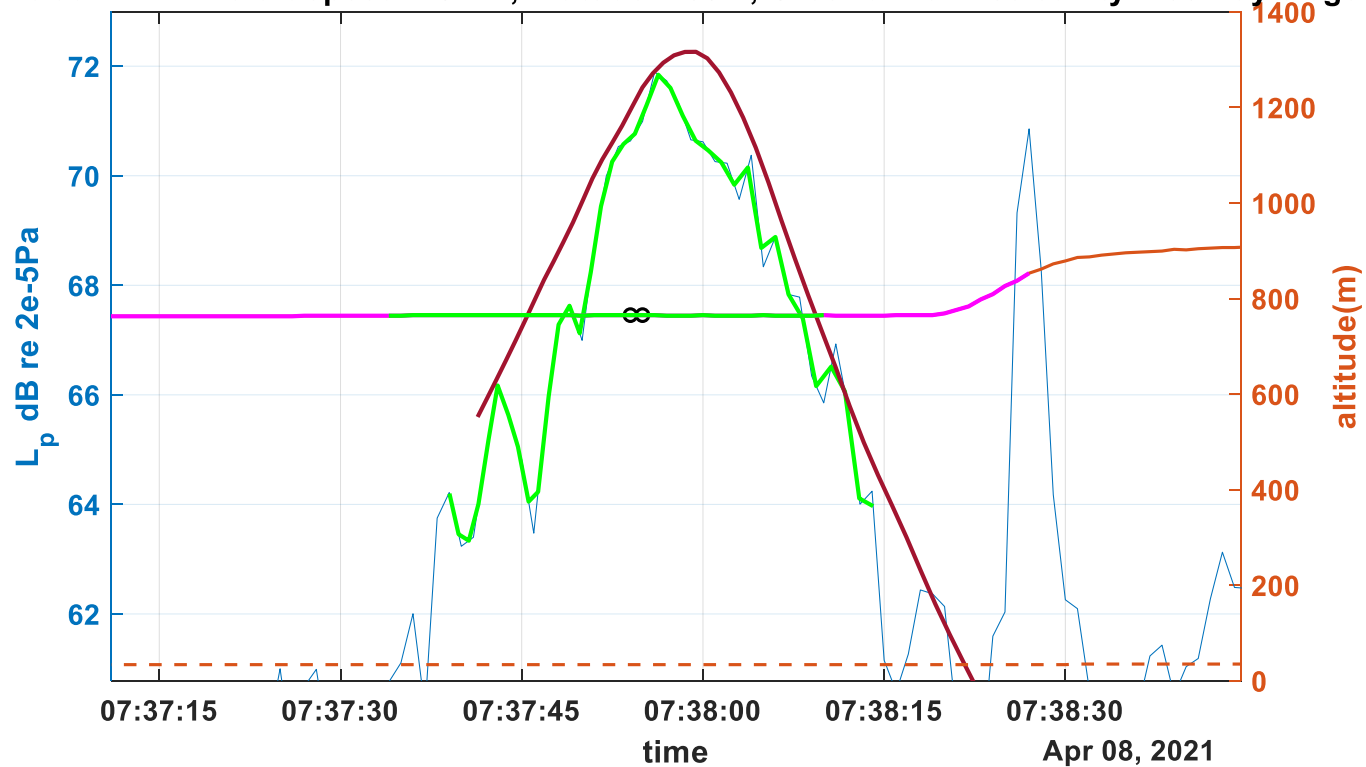


Hypotetiskt: skillnad lägst & högst ljudnivå



Beräknat mot uppmätt buller

A321neo Measured and SAFT predicted pass-by noise level on ground.
Mic at 1.2m Aircraft speed: 152kn, Altitude: 765m, Ground Flow resistivity: 200 Rayls cgs



Slutsats: ANT

- Hastigheten och landningsställens påverkan på ljudnivån är tydlig i mätresultaten.
- Hastighetens påverkan på ljudnivån är tydligast innanför FAP ,7.5 nm från bantröskeln.
- Utanför FAP avgör flygplanets höjd ljudnivån på marken.

Framtida arbete

- Djupare analys av ANT-mätningarna.
- Studera mätresultaten från de laterala mätningarna gjorda i ANT.



Tack för att ni lyssnat!

Frågor?

email: aebjo@kth.se