

Usikkerhet i målinger

NAS Høstmøte 2019

Clas Ola Høsøien, Multiconsult



Et slags bakteppe + et slags innhold

- Rådgiverrisiko
 - Tvister, registrerte avvik og bruk av uavhengig kontroll
 - Privatrettslig – rådgiveransvar overfor oppdragsgiver (kontrakt)
 - Offentligrettslig – PRO-ansvar (erklæring om ansvarsrett)
 - Samsvar mellom privat- og offentligrettslig kontrakt/ansvar?
- Fra risiko til usikkerhet, tilbake igjen, og enda litt lenger
 - lydteknisk prosjektering
 - velsignelse og forbannelse – kan mer eller mindre umiddelbart etterprøves
 - er målt verdi innenfor grenseverdi i NS 8175?
 - et annet blikk på risiko
 - tvil og tro (forholdet til Bibelen)



Hva er usikkerhet?

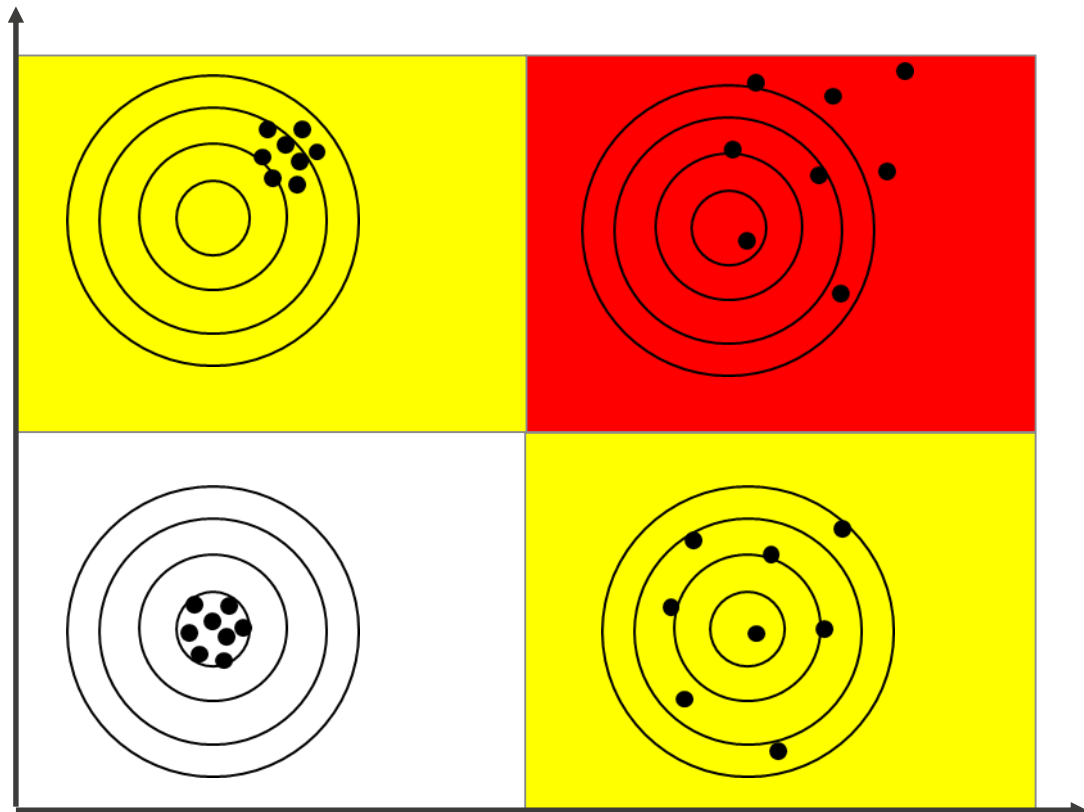
- Noen steder å lete etter presiseringer:
 - NS-EN ISO 12999-1:2014 «Bestemmelse og bruk av måleusikkerhet i bygningsakustikk. Del 1: Lydisolasjon»
 - ISO 5725-1:1994 «Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 1: General principles and definitions»
 - JCGM 100:2008 «Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement» (GUM)
- Usikkerhet i måling av trinnlyd
 - DiBK-undersøkelse – like plagsomt som vegtrafikk
 - NS 8175:2019 – omgjøringstall for spektrum ($C_{1,50-2500}$)



Usikkerhet – todimensjonal tilnærming

- Det finnes ingen «sann verdi» eller «sant resultat»
- Resultat = målt verdi + usikkerhet
- Usikkerhet kan kontrolleres
 - Systematiske effekter
 - er målt verdi representativ for det vi ønsker å måle?
 - (eks. kalibrering)
 - Tilfeldige effekter
 - spredning i måledata?
 - (eks. romlig variasjon)

Systematiske effekter



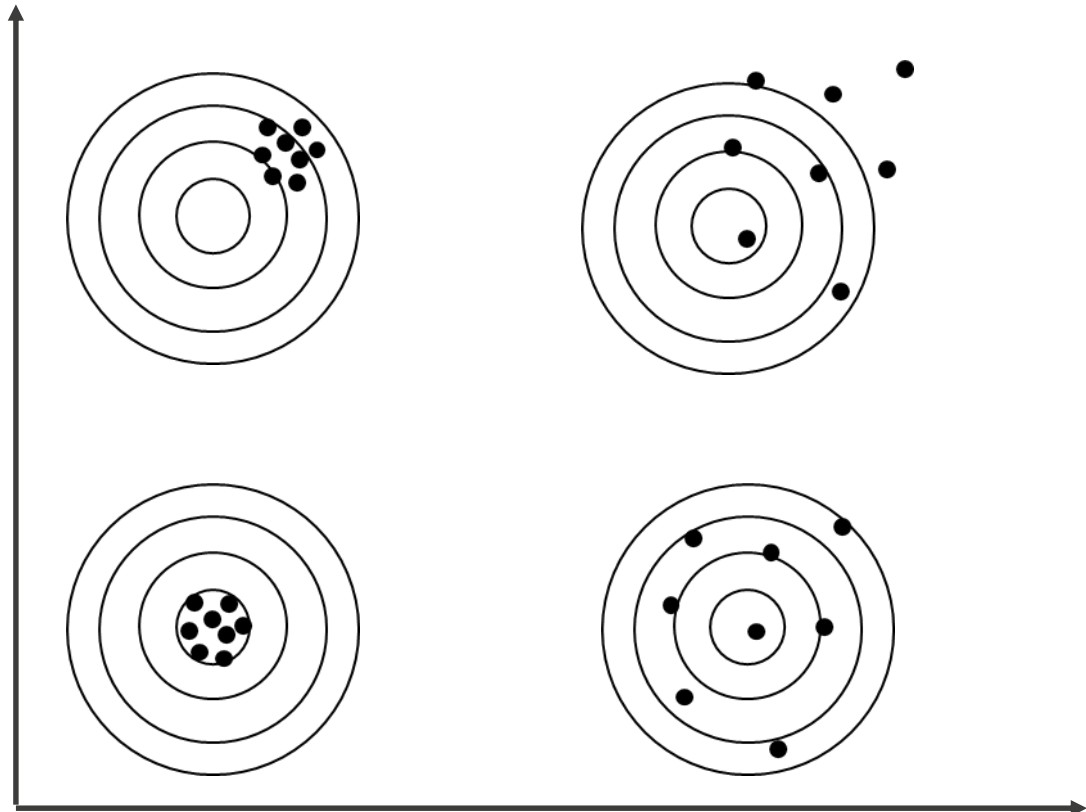
Tilfeldige effekter



Usikkerhet – todimensjonal tilnærming

- Det finnes ingen «sann verdi» eller «sant resultat»
- Resultat = målt verdi + usikkerhet
- Usikkerhet kan kontrolleres
 - Systematiske effekter
 - er målt verdi representativ for det vi ønsker å måle?
 - (eks. kalibrering)
 - Tilfeldige effekter
 - spredning i måledata?
 - (eks. romlig variasjon)

Systematiske effekter



Tilfeldige effekter



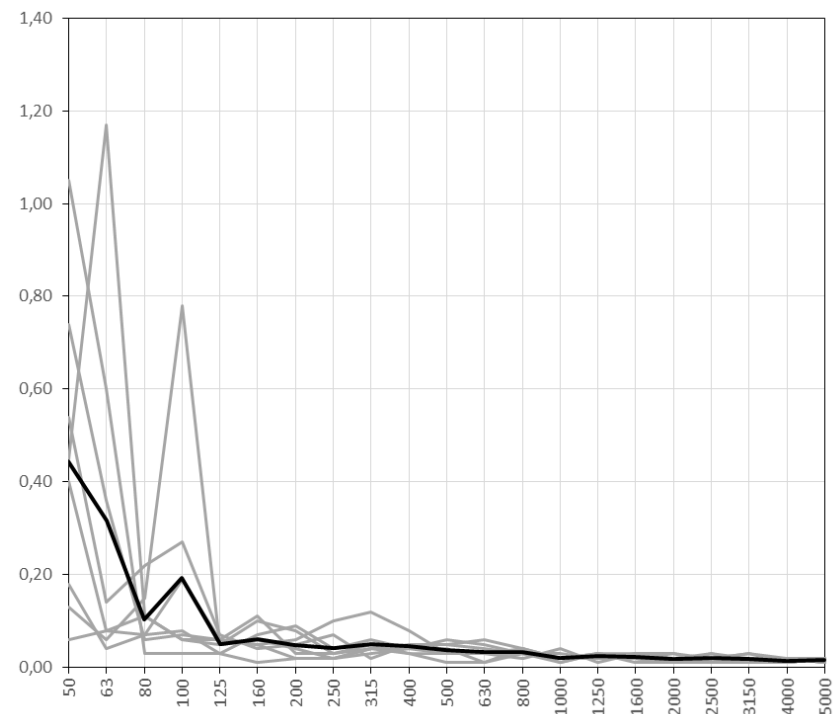
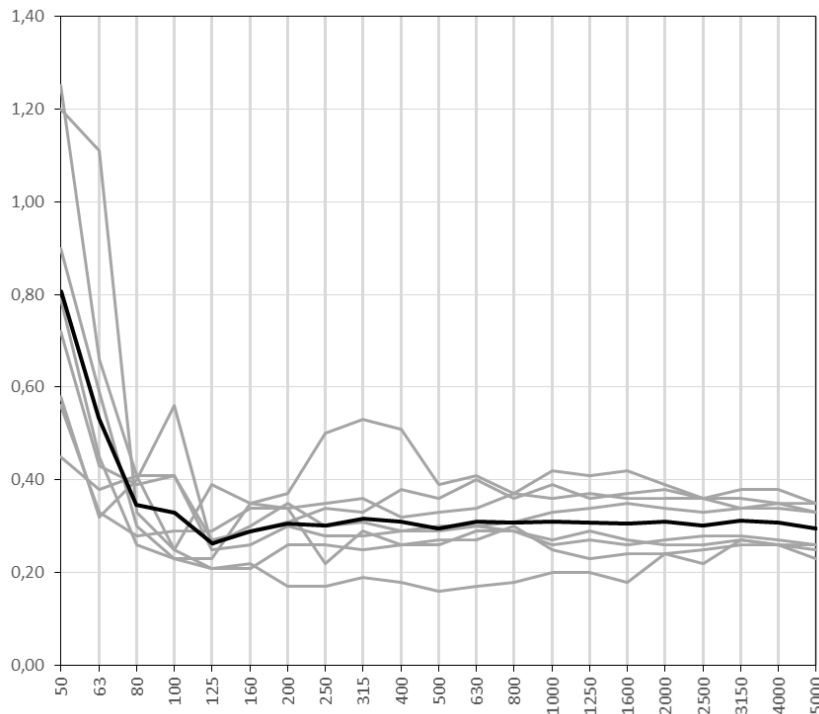
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- NS-EN ISO 12999
(samme type usikkerheter i utgått ISO 140-2)
 - standard usikkerhet gitt som standardavvik for 1/3-oktavgbånd og for éntallsverdier
 - antatt normalfordeling av målte verdier
- Prosedyre i målestandardene skal i prinsippet ivareta tilfeldige effekter knyttet til f.eks.
 - unøyaktigheter ved måling av etterklangstid
 - unøyaktigheter ved måling av lydtrykknivå
 - varierende bakgrunnsstøy
 - (oppmåling av volum)



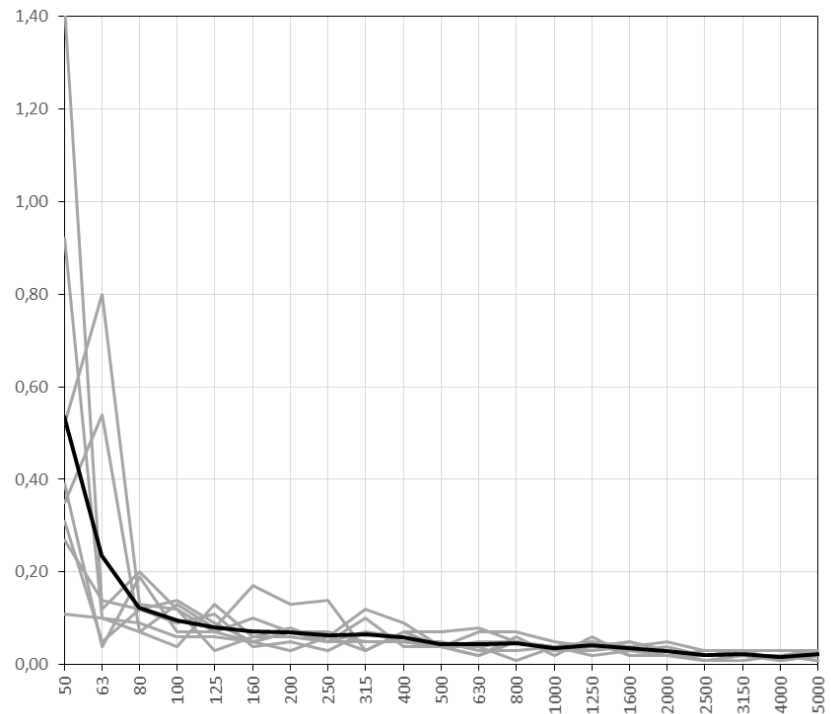
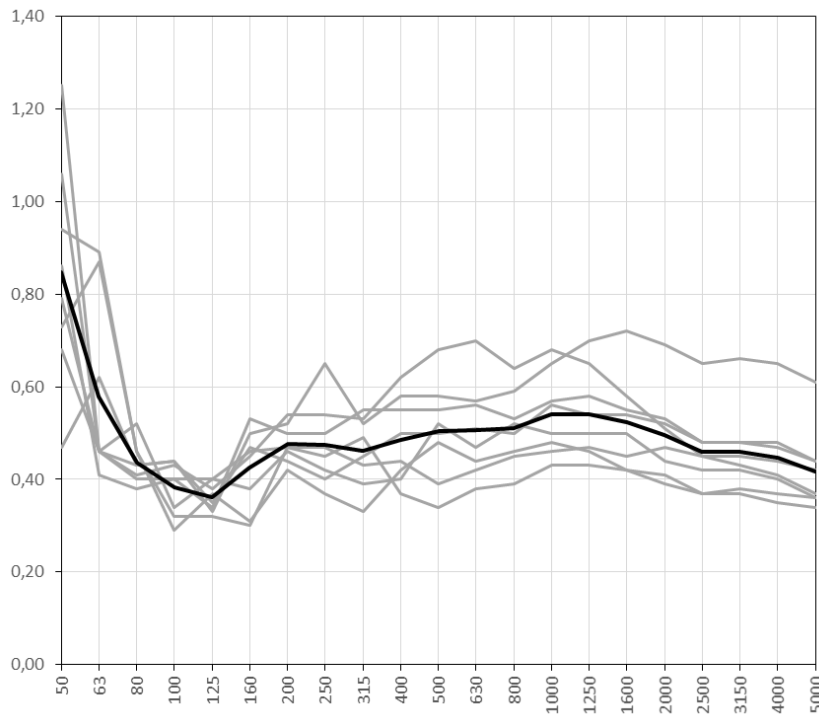
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Etterklangstid, volum = 27 m³



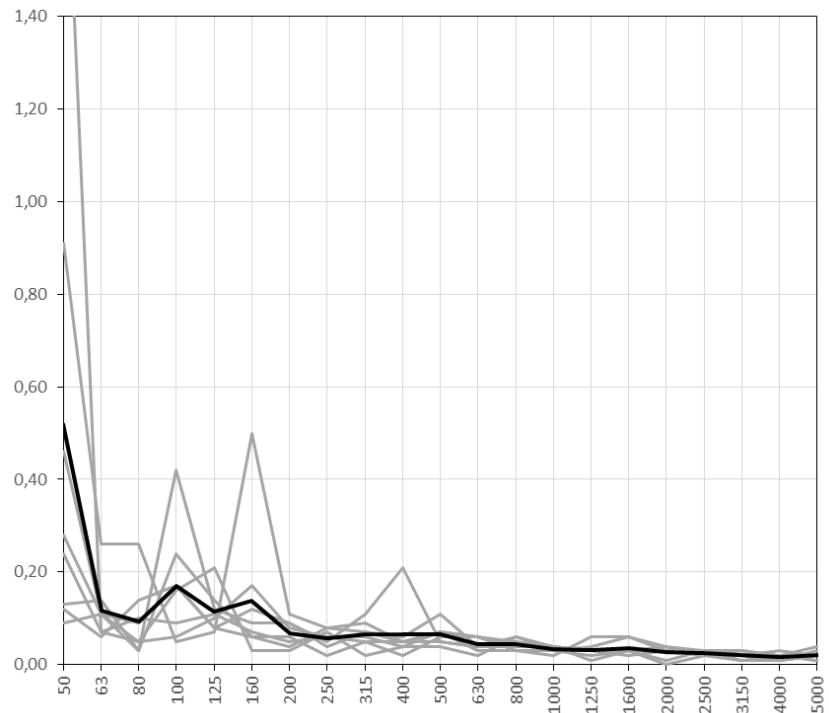
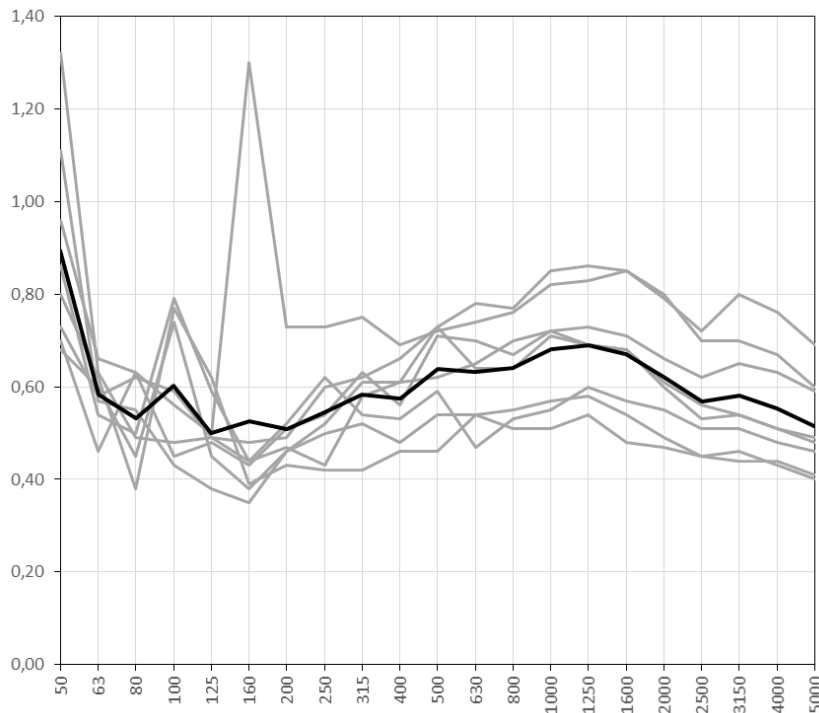
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Etterklangstid, volum = 48 m³



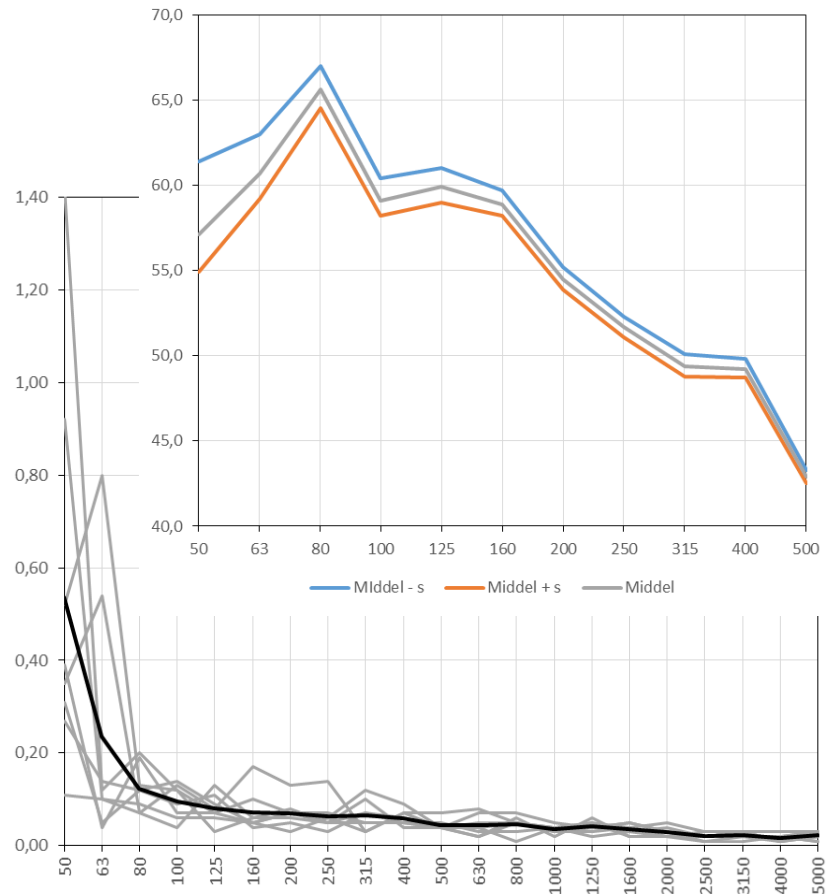
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Etterklangstid, volum = 97 m³



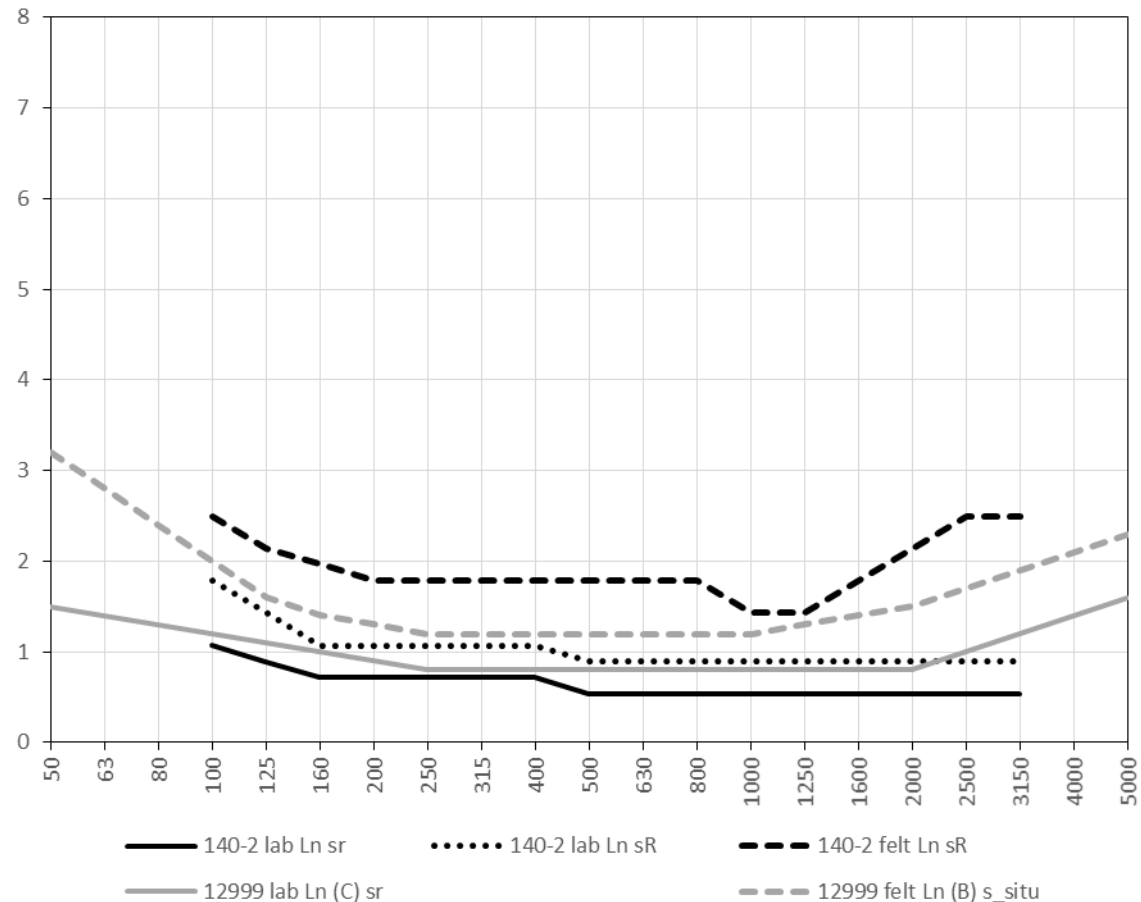
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Etterklangstid, volum = 48 m³
 - Middel - s:
 $L'_{n,w} = 50 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 6 \text{ dB}$
 - Middel + s:
 $L'_{n,w} = 48 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 5 \text{ dB}$
 - Middel:
 $L'_{n,w} = 49 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 5 \text{ dB}$



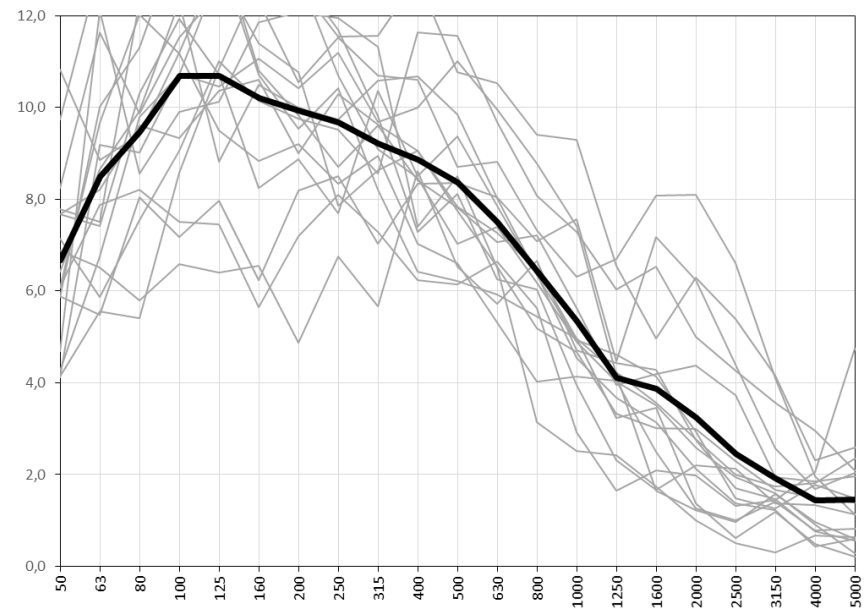
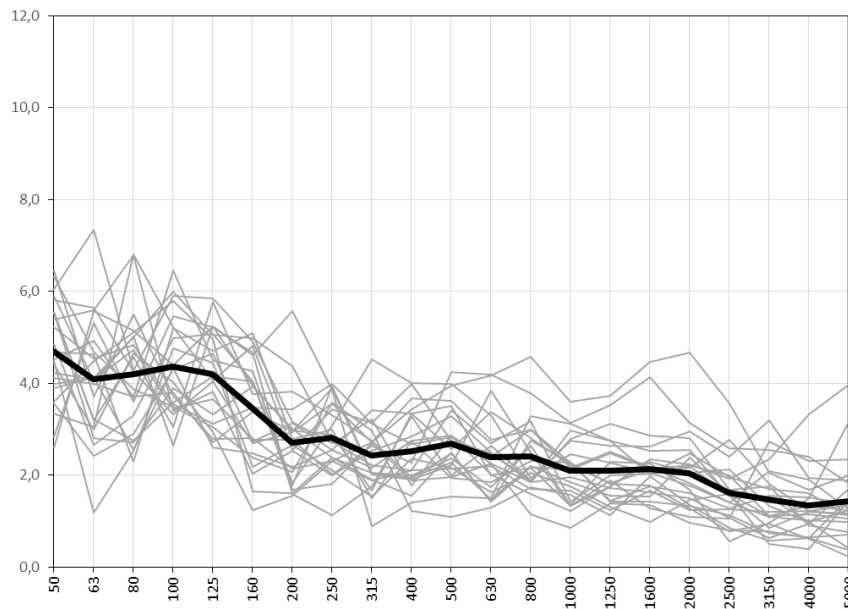
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Lydtrykknivå
- Standard usikkerhet (standardavvik) for trinnlyd etter ISO 12999-1 og ISO 140-2



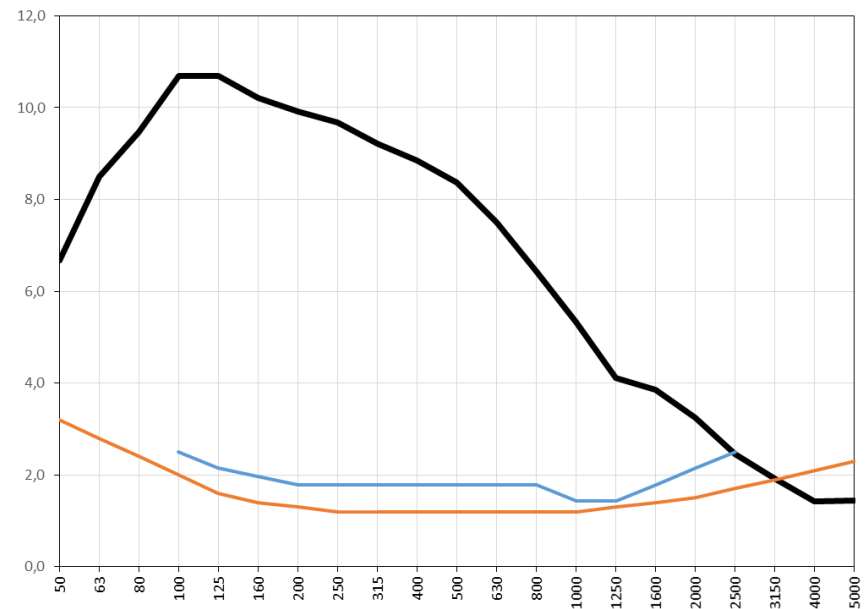
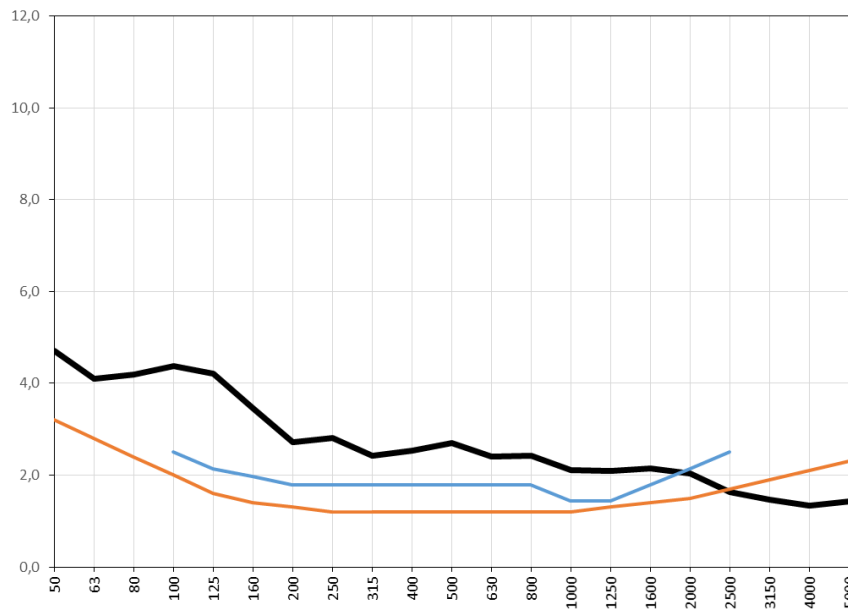
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Beregnet standardavvik og midlet standardavvik for måleserier (henholdsvis $n_1 = 24$ og $n_2 = 17$) av lydtrykknivå i mottakerrom i to ulike situasjoner.



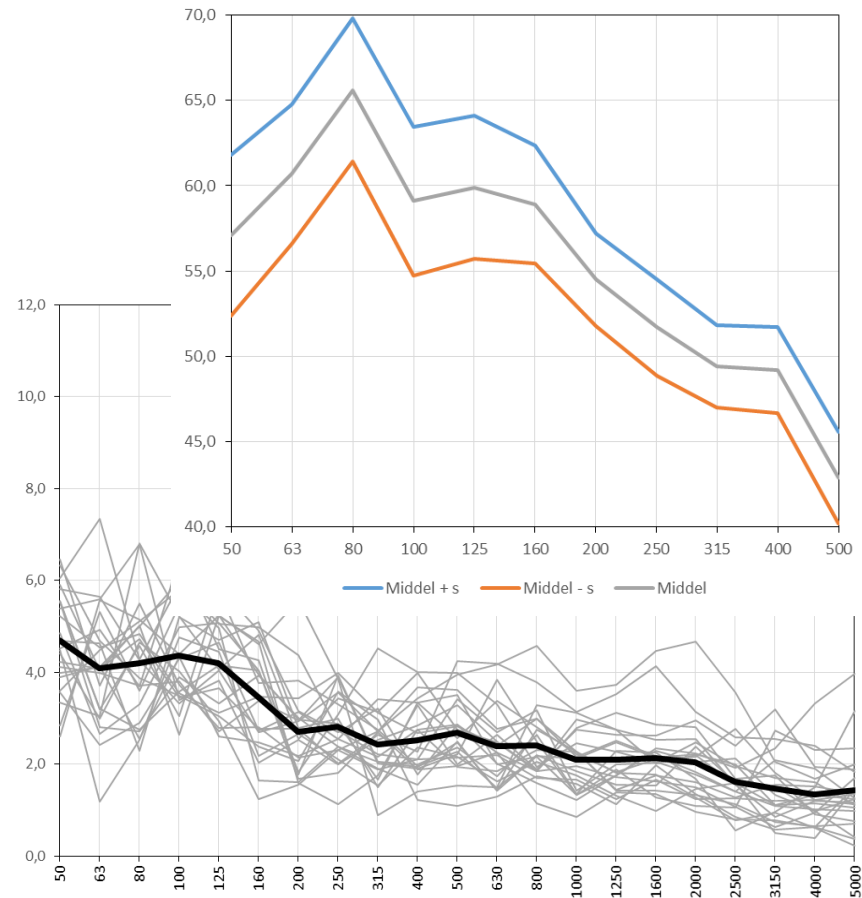
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Midlet standardavvik for de to situasjonene og standard usikkerhet (blå etter ISO 140-2 og oransje etter ISO 12999-1)



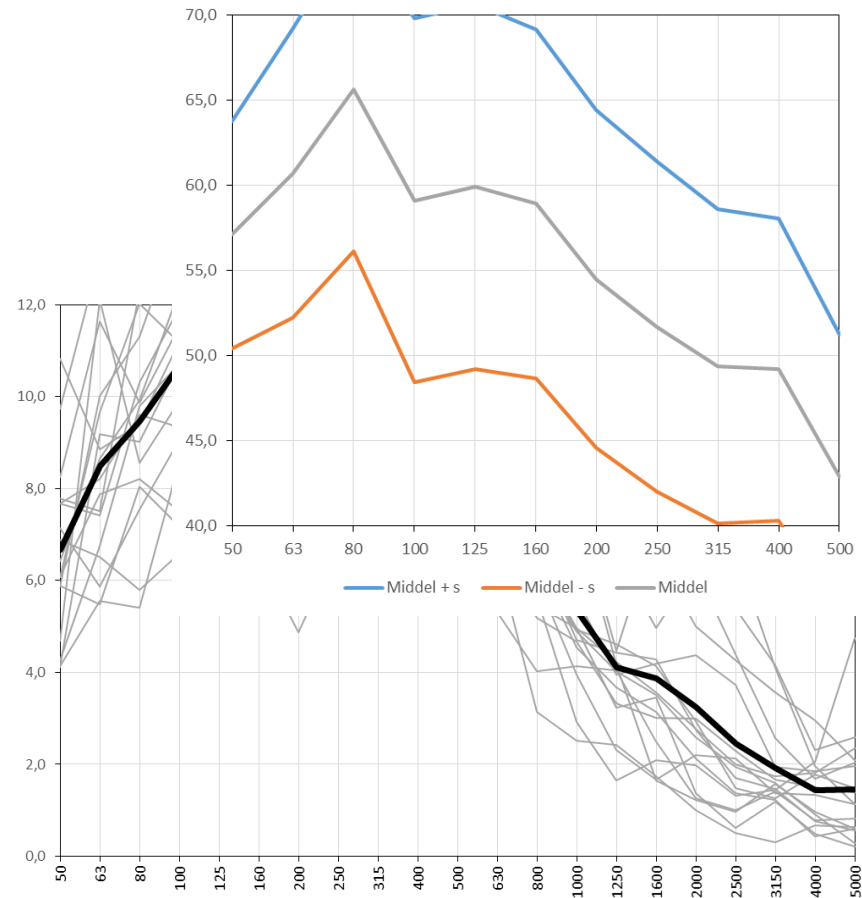
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Lydtrykknivå (volum = 48 m³)
 - Middel + s:
 $L'_{n,w} = 52 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 6 \text{ dB}$
 - Middel - s:
 $L'_{n,w} = 46 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 4 \text{ dB}$
 - Middel:
 $L'_{n,w} = 49 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 5 \text{ dB}$



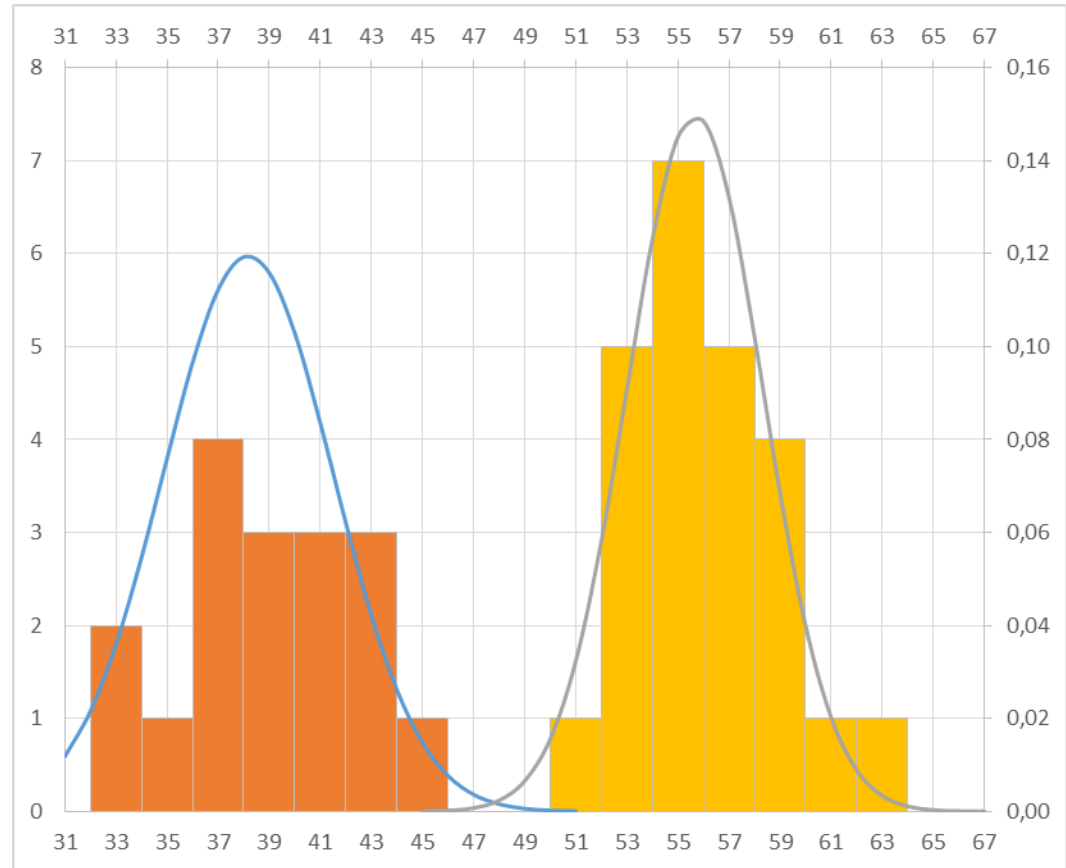
Tilfeldige effekter – spredning i måledata

- Lydtrykknivå (volum = 48 m³)
 - Middel + s:
 $L'_{n,w} = 59 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 5 \text{ dB}$
 - Middel - s:
 $L'_{n,w} = 39 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 6 \text{ dB}$
 - Middel:
 $L'_{n,w} = 49 \text{ dB}$, $C_{l,50-2500} = 5 \text{ dB}$



Tilfeldige effekter – normalfordeling?

- Hvorfor så stort standardavvik i en av situasjonene?
- Sammenstille måledataene på en annen måte:
 - To normalfordelinger
 - gul
 $n_1 = 24$, $\sigma \approx 2,6$
 - oransje
 $n_2 = 17$, $\sigma \approx 3,4$
- ISO 12999-1
 - $\sigma = 1,0$



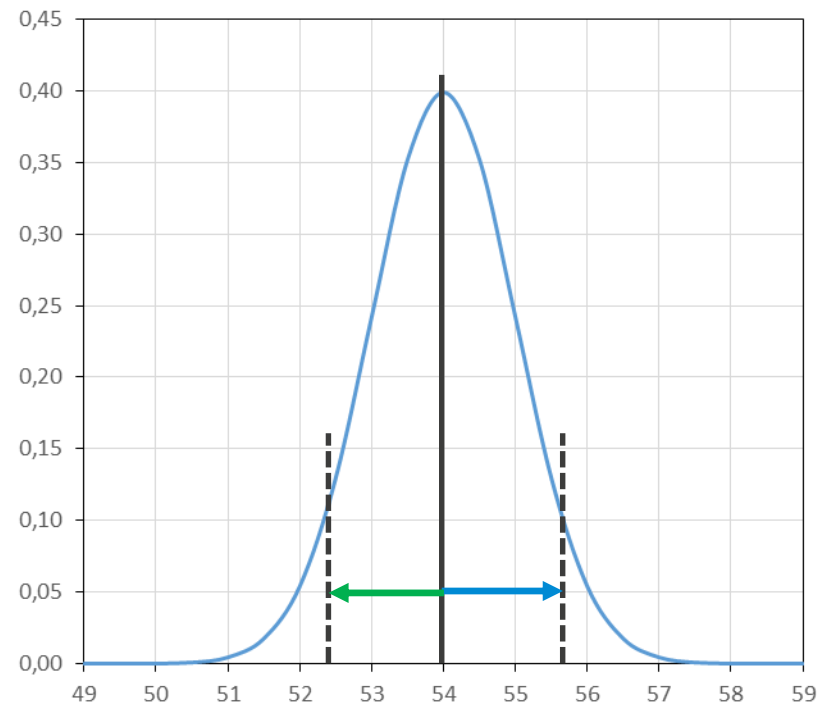
Usikkerhet i NS 8175

- Kapittel 5.6
 - Måleresultatet som skal sammenlignes med grenseverdien, er den måleverdien som fremkommer fra den aktuelle målingen.
 - For luft- og trinnlyd skal i tillegg tosidig standard måleusikkerhet med 90 % konfidensintervall angis, se NS-EN ISO 12999-1. Tosidig måleusikkerhet angir et intervall det kan forventes at resultater fra en senere måling av samme objekt eller situasjon vil ligge innenfor.
 - Usikkerheten i måleresultatet håndteres som angitt i relevante forskrifter og regelverk (hvilke?).



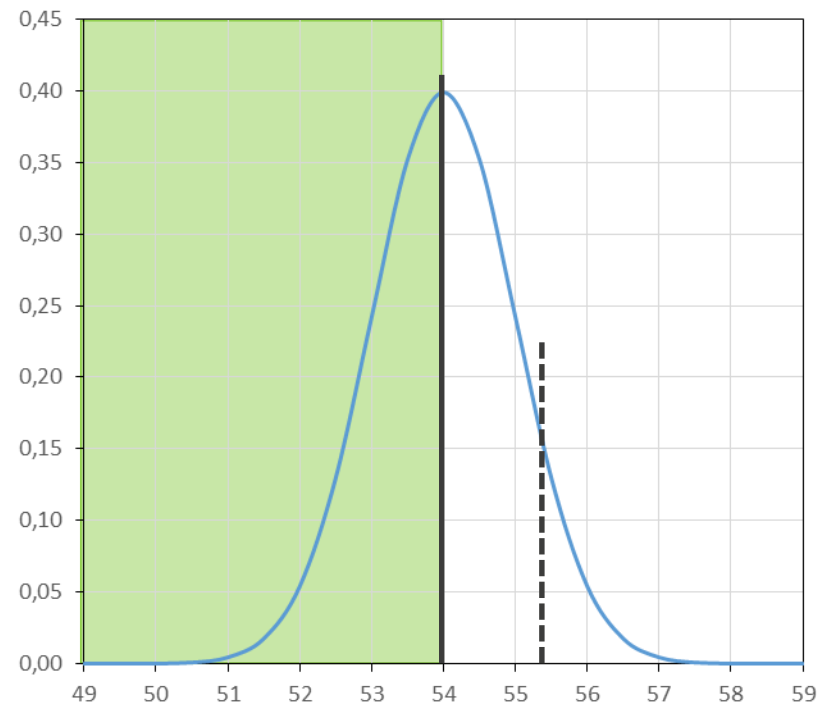
Usikkerhet i NS 8175

- Standard usikkerhet trinnlyd (feltmåling), $u = 1,0$ dB
- To-sidig test, 90 % konfidensintervall, dekningsfaktor = 1,65
- Eksempel målt
 $L'_{n,w} + C_{l,50-2500} = 54,0$ dB
- To-sidig test: $\pm 1,65$ dB
- «Risiko» sett fra
 - kjøpers ståsted
 - entreprenørs ståsted
- Er usikkerheten knyttet til grenseverdien?



Usikkerhet i NS 8175

- Standard usikkerhet trinnlyd (feltmåling), $u = 1,0$ dB
- Én-sidig test, 90 % konfidensintervall, dekningsfaktor = 1,28 dB
- Grenseverdi for trinnlydnivå er gitt som én-sidig akseptintervall (gjelder samtlige grenseverdier i NS 8175, med mulig unntak av etterklangstid?)
- Én-sidig test: +1,28 dB
- Grenseverdi ikke tilfredsstilt?
- Justere grenseverdi?



Oppsummering

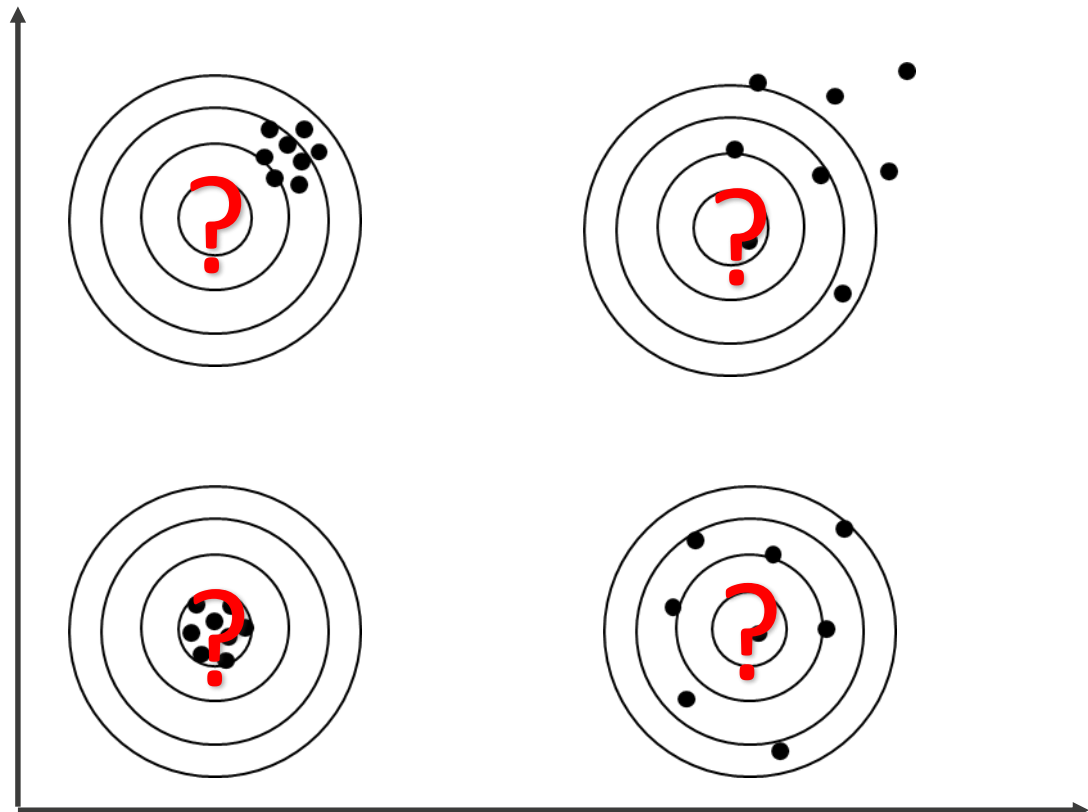
- Tja...
- Usikkerhet i målinger
- Usikkerhet i beregninger
 - Nord96
 - Nord2000
 - Cnossos
 - implementering i Cadna
 - implementering i SoundPlan
 - implementering av ISO 12354-serien
 - Bastian
 - SonArchitect
 - Insul
 - Winflag
 - Odeon
 - +++



Oppsummering

- Det finnes ingen «sann verdi» eller «sant resultat»
- Resultat = verdi + usikkerhet
- Usikkerhet kan kontrolleres
 - Systematiske effekter
 - Tilfeldige effekter
- Våre resultater, enten det er målinger eller beregninger, kan gi utslag i mange-millionerlassen

Systematiske effekter



Tilfeldige effekter

Oppsummering

- Omfavn usikkerheten
- Tvil og tro
 - Teisten
 - – jeg vet at dette er sant
 - Ateisten
 - – jeg vet at dette ikke dette er sant
 - Agnostikeren
 - – jeg kan ikke være helt sikker på om dette er sant eller ikke
- Takk for oppmerksomheten!

