

# Vurdering av eksponering i forhold til Yrkeshygienisk Grenseverdi (YGV)

NYF Årskonferanse Ålesund 2014

Hans Thore Smedbold

**PREPARED.**

# Hva skal vi gjennom



Tid	Tema
09:00 – 09:30	Innledning
09:30 – 10:15	Vurdering av eksponering i forhold til YGV (og andre typer kartlegginger og vurderinger)
10:15 – 10:30	Pause / besøk utstillere
10:30 – 11:00	Prøvetakingsstrategier for vurdering av eksponering i forhold til YGV
11:00 – 11:15	Data kvalitet
11:15 – 11:30	Bruk av faglig skjønn sammen med målinger - en mer effektiv metode for vurdering av eksponering (eller Bayesiansk statistikk for Yrkeshygienikere)
11:30 – 11:45	Revisjon av EN 689 – opprettelse av norsk skyggekomite
11:45 – 12:00	Oppsummering

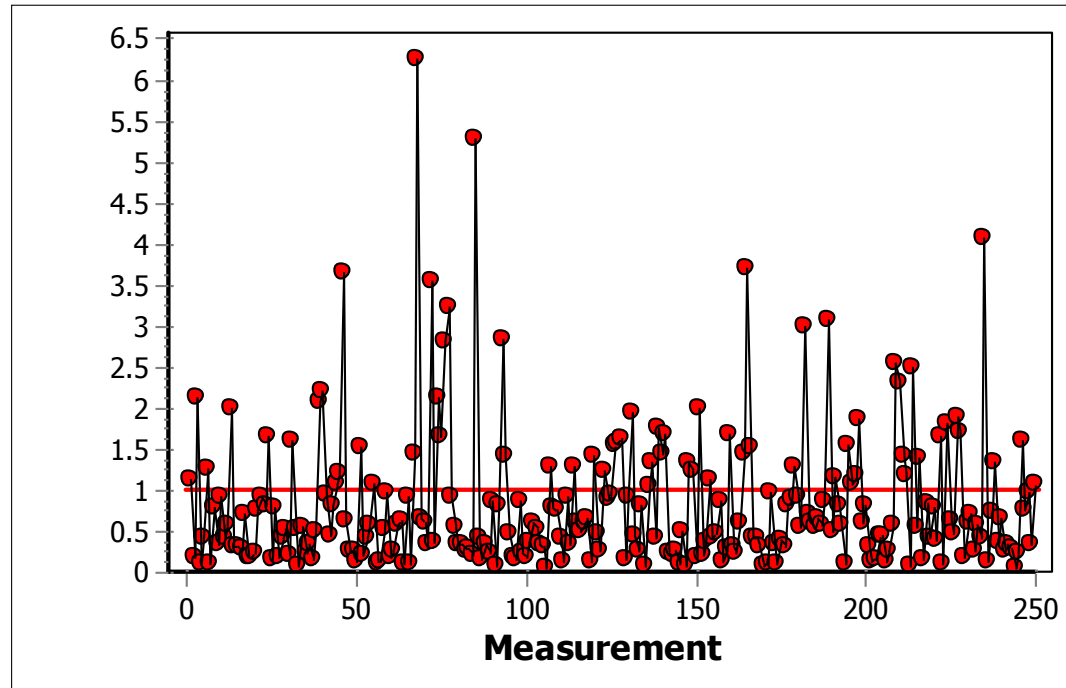
# Kontekst



*Sikre at arbeidstakere ikke eksponeres for verdier over gjeldende YGV, samt at eksponeringen videre reduseres ytterligere så mye som praktisk mulig.*

Forkortelse	Forklaring
YGV	(Yrkeshygienisk) grenseverdi (Eng. Occupational Exposure Limite - OEL): <i>Maksimumsverdi for gjennomsnittskonsentrasjonen av et kjemisk stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode.</i>

# Ingen arbeidsdag med eksponering over YGV



Eksponering ingen tilfeldighet

= > et resultat av en produksjons eller arbeidsprosess som kan beskrives

# Standarder



EN 482 (2012)	<i>Workplace atmospheres — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents</i>
EN 1540 (2011)	<i>Workplace exposure — Terminology</i>
EN-689 (1995)	Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy (under revisjon)

# Litteratur



AIHA 2006	A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Ed. Ignacio, Joselito S, Bullock, William H. AIHA 2006.
BOHS NVvA 2011	'Testing Compliance with OELs for Airborne Substances' Joint guidance published by the British Occupational Hygiene Society and the Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (Dutch Occupational Hygiene Society). BOHS NVvA 2011.
NYF2013	NYF-03 God og presis rapportskrivning - veiledning for yrkeshygienikere (norsk oversettelse av BOHS Guide to Report Writing). NYF 2013.
IHSTAT	Excel verktøy og veiledning for statistiskvurdering av eksponering <a href="https://www.aiha.org/get-involved/VolunteerGroups/Documents/EXASSVG-IHSTAT-V229.xls">https://www.aiha.org/get-involved/VolunteerGroups/Documents/EXASSVG-IHSTAT-V229.xls</a>
MAK collection	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418/topics">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418/topics</a>



# Forkortelser



Forkortelse	Forklaring
YGV	Yrkeshygienisk grenseverdi (Eng. Occupational Exposure Limite - OEL): <i>Maksimumsverdi for gjennomsnittskonsentrasjonen av et kjemisk stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode.</i>
TVG	Tidsveid gjennomsnitt (Eng. Time Weighted Average - TWA)
SEG	Sammenlignbart eksponert gruppe (Eng. Similar Exposed Group – SEG) (n>= 1)
ØTG	Øvre toleransegrense (øvre 95 konfidensgrense til 95 persentilen)
ØKG	Øvre konfidensgrense (øvre 95 konfidensgrense til middelveiden)
GM	Geometrisk middelveidi
AM	Aritmetisk middelveidi
GSD	Geometrisk standardavvik

# Statistikk for yrkeshygienikere Norsk versjon av IHSTAT

NYF Årskonferanse Tromsø 2013

Hans Thore Smedbold

PREPARED.



# Vurderingsstrategi



- En formalisert strategi for vurdering av eksponering som benytter ulike informasjonskilder bl.a.:
  - Litteratur / historiske data
  - Arbeidsplass / arbeidsprosess / arbeidsoppgave
  - Fysisk / kjemiske data
  - Effekt av generell og lokal ventilasjon
  - Om arbeidsorganisering (rotasjon, frekvens og varighet)
  - Eksponeringsmålinger
  - Effekt av personlig verneutstyr
  - ...

**=> Mao - forstå og vurdere eksponeringen**

# Prøvetakingsstrategi

En formalisert strategi for vurdering av eksponering basert på målinger.

## To hovedtilnærminger

- **Måle så mye som mulig**

- Dosimetre m.m.
  - Røntgenavdelinger – dosimetre for stråledose
  - Hørselsvern med innebygd støydosimeter
- **Sensorer og «Sky» teknologi**
  - «Exposome» – ditt livs eksponering fra fødsel til død <http://www.cdc.gov/niosh/topics/exposome/>
  - «HEALS», det største miljø og helse prosjektet i EU <http://www.heals-eu.eu/>

- **Måle så lite som mulig**

- som YH prøvetakingsstrategier tradisjonelt har handlet om pga kost og tilgjengelige ressurser

### Quantified self...



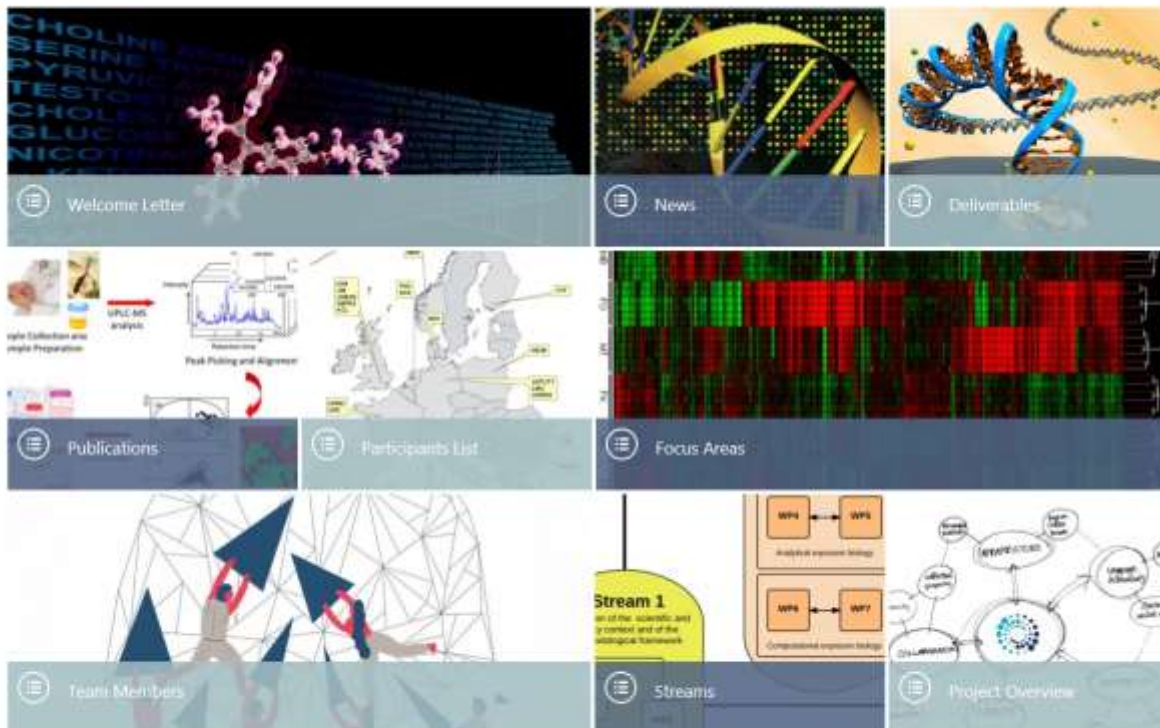
Welcome to HEALS

## Health and Environment-wide Associations based on Large population Surveys

THE LARGEST RESEARCH PROJECT IN EUROPE ON ENVIRONMENT AND HEALTH

**i** HEALS first annual meeting - Edinburgh, Scotland  
 15 - 17 SEPT. 2014 | [CLICK HERE FOR MORE INFORMATION](#)

**i** HEALS Newsletter #1 is out  
[CLICK HERE FOR MORE INFORMATION](#)



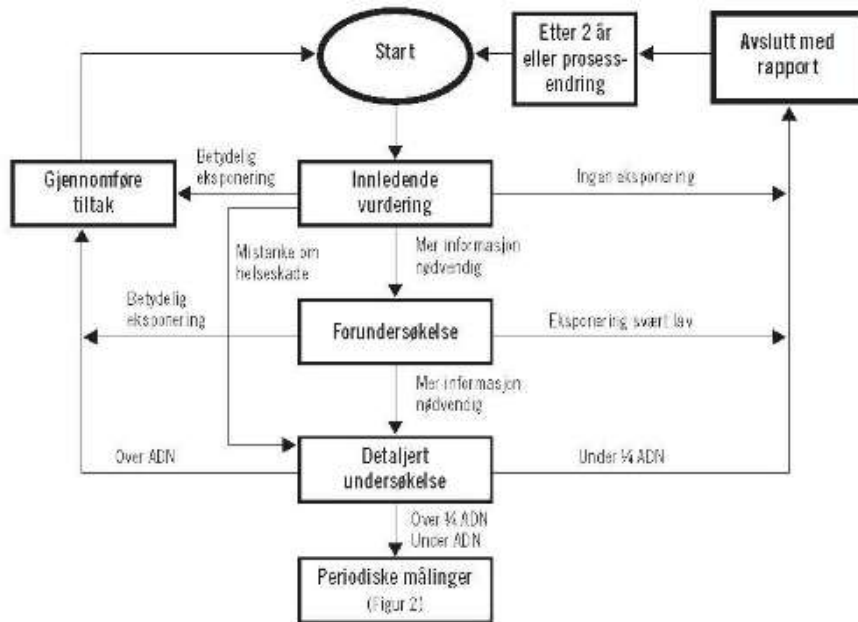
- Welcome Letter
- News
- Deliverables
- Publications
- Participants List
- Focus Areas
- Team Members
- Streams
- Project Overview

# Noen eksempler på strategier

- 1977: Leidel et al, “Occupational Exposure Sampling Strategy Manual”, NIOSH.
- 1991: AIHA ‘SEG’ Baseline Strategy (revidert i 1998, 2006, 2014)
- 1993: BOHS Technical Guide 11, “Sampling strategies for airborne contaminants in the workplace”
- 1995: ATIL best 450: Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfæren (revidert i 2002 (EN689), 2008 (henvisninger))**
- 1995: European Standard EN689, “Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy”
- 2009: *French regulatory method published*
- 2011: BOHS-NVvA strategy published
- 2015?: European Standard EN689, “Workplace exposure — Measurement of exposure by inhalation to chemical agents — Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values”.**

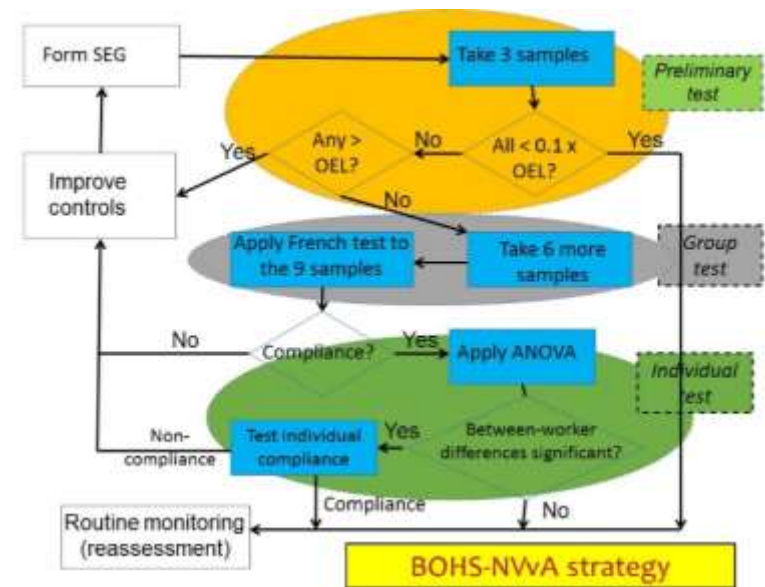
# Vurderingsstrategi vs prøvetakingsstrategi

## Vurderingsstrategi (450, AIHA)



Figur 1. Oversikt over kartleggingsprosessen

## Prøvetakingsstrategi (450 detaljert undersøkelse, AIHA, BOHS NVvA)



# Eksponeringsvurdering - en integrert del av virksomhetens risiko- og kvalitetsstyrings prosess

Eksponeringsvurdering en del av virksomhetens risikostyring

Risikostyring => Testing av følgende hypoteser

$H_0$ : Eksponeringsprofilen er akseptabel

$H_a$ : Eksponeringsprofilen er uakseptabel

Hva er en eksponeringsprofil ?

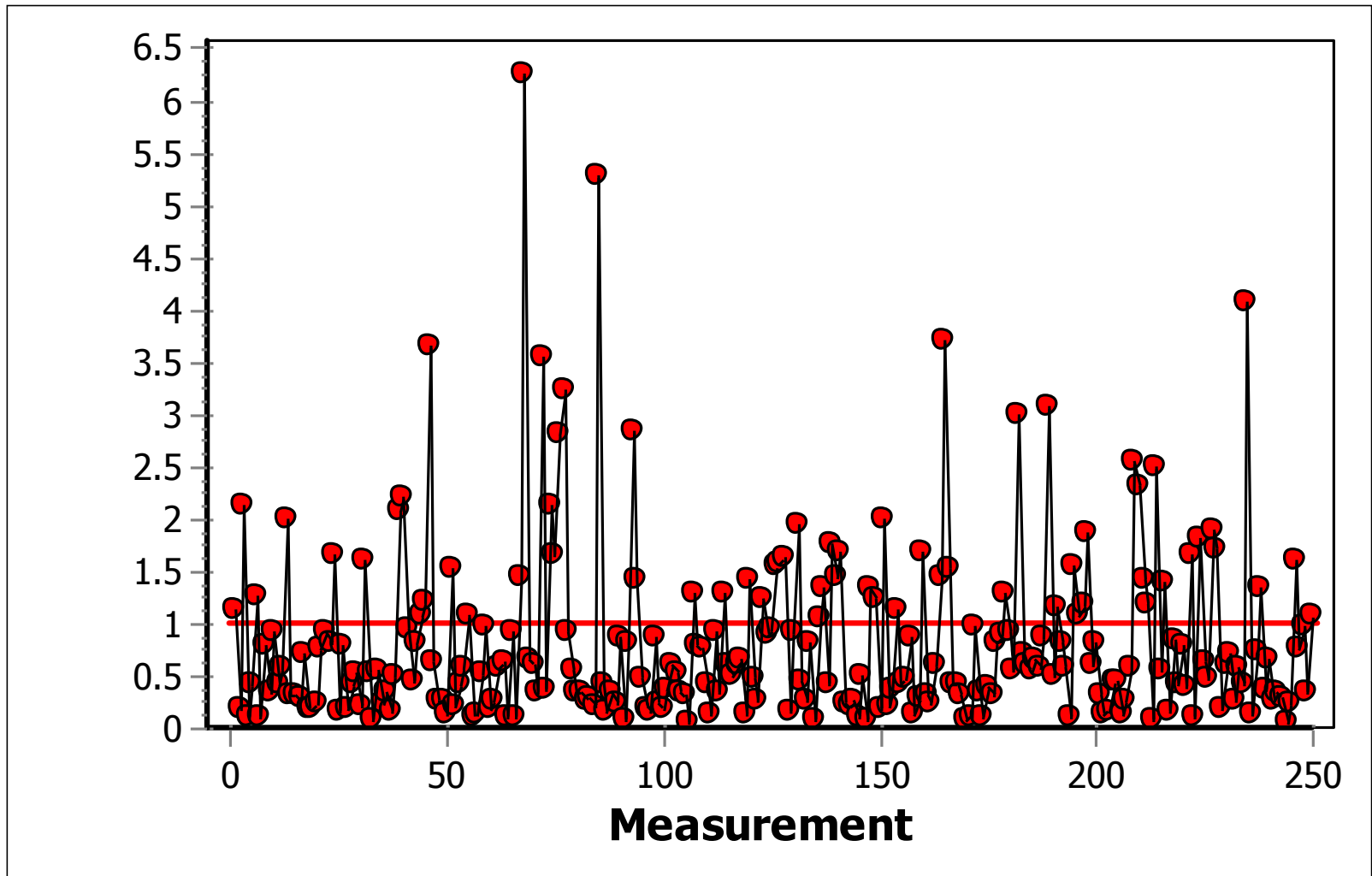
Hva er en “akseptabel” eller uakseptabel” eksponeringsprofil ?

# Eksponeeringsprofil

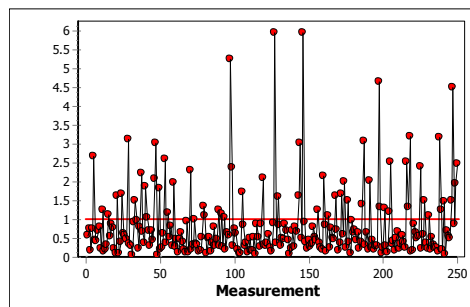
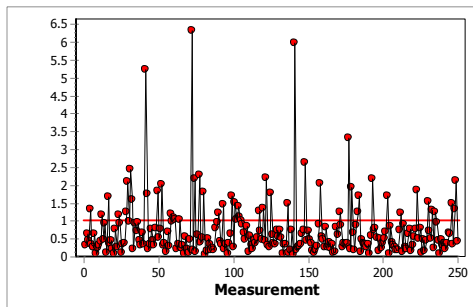
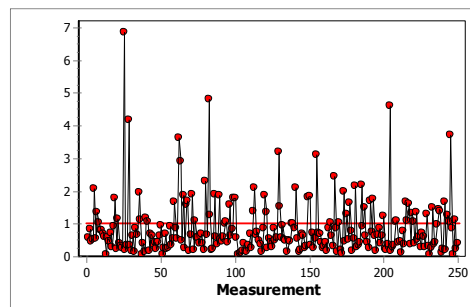
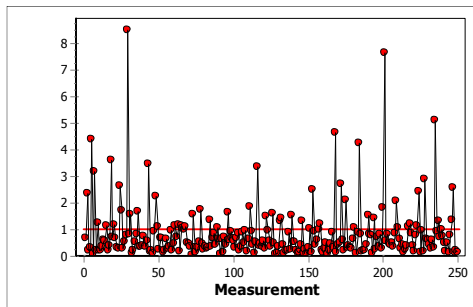
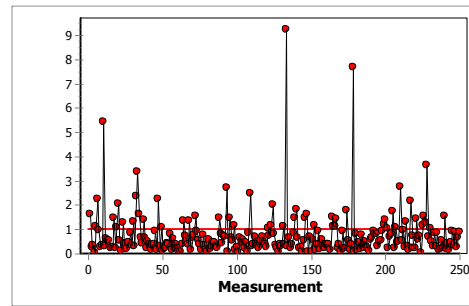
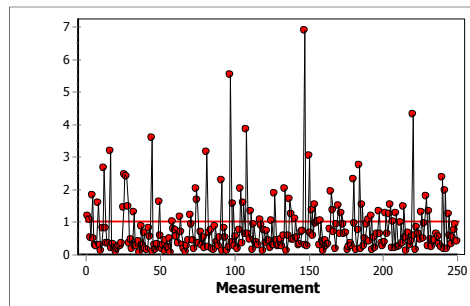
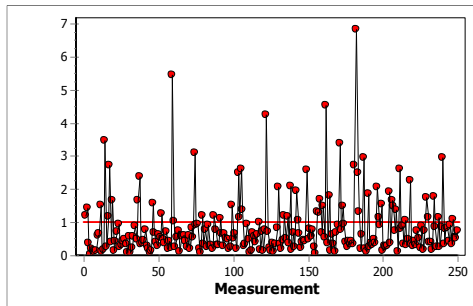
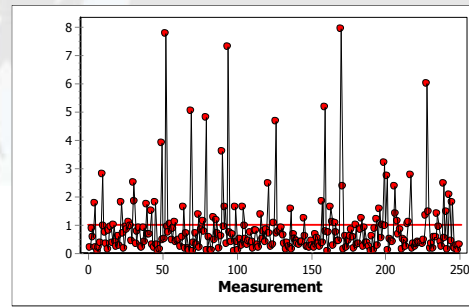
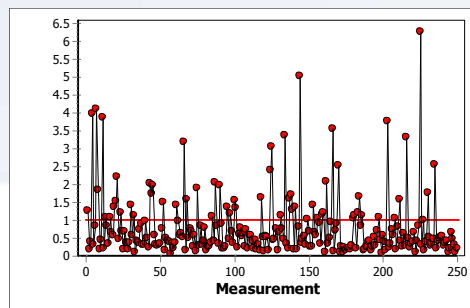
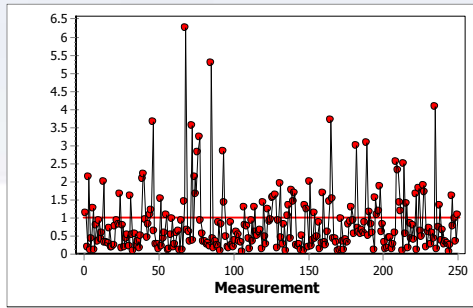


- Hva er den underliggende (populasjon) av eksponering ? (eksempler)
  - Alle fullskiftseksponeringer (TVG) for en arbeidstaker per år.
  - Alle fullskiftseksponeringer (TVG) for en SEG per år.
  - Alle fullskiftseksponeringer (TVG) for alle SEGene i bedriften per år.
  - Alle korttidseksponeringer (15-minutter) for en arbeidstaker pr år.
  - Alle korttidseksponeringer (15-minutter) for en SEG per år.
  - Alle korttidseksponeringer (15-minutter) for alle SEGene i bedriften per år.

# Årlig populasjon av eksponering (TVG\_8t) for en arbeidstaker: 250 arbeidsdager pr år.







Populasjon av eksponering for en SEG

2500 arbeidsdager  
(10 personer, 250 arbeidsdager pr år)

# Hvilken test eller prøvetakingsstrategi skal vi velge ?

- Hvilken test eller beslutningskriterie er best egnet for vurdere hvorvidt eksponeringen er “akseptabel” eller “uakseptabel” ?
  - Eksponeringen er “akseptabel” hvis ...
    - alle målingene  $< YGV$
    - “vurderingskriteriet» (“decision statistic”)  $< YGV$
    - øvre konfidensgrense for vurderingskriteriet ( $\emptyset TG$ )  $< YGV$
- Hvordan kan vi uttrykke for sikre vi er i vår beslutning ? Hvor gode er de underliggende dataene (data kvalitet) ?
- Er det mulig å integrere faglige vurderinger som del av beslutningsprosessen ?
- Hvordan designe vår prøvetakingsstrategi slik at vi kan teste vår hypotese ?

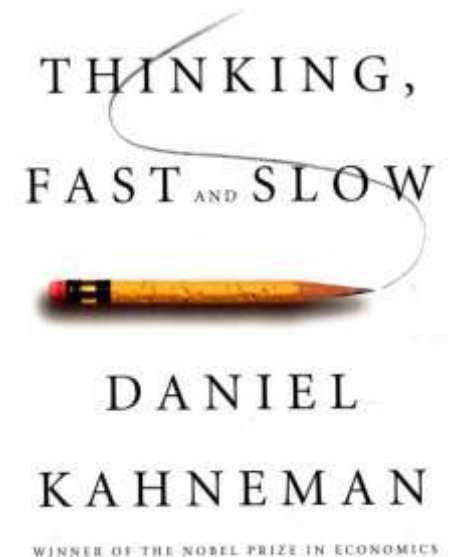
# Statistikk som

## beslutningsstøtte (hjelpemiddel)

VS.

## beslutningsverktøy

I forhold til å vurdere kartleggingsens hypotese



Hvis vi ikke vet bedre - vet vi noe

# En nyttige tommelfingerregler for vurdering av eksponering

# «10er reglen» - eksponeringspotensiale (erfaringsbasert «sann» 95 persentil – AIHA2006 s 280)

Type kontroll	Andel av mettningskonsentrasjon
Lukker rom (ingen luft utskiftning)	1/10
Dårlig (begrenset luftutskifte)	1/100
God (allmenventilasjon – 6 luftskifter/time)	1/1 000
Punktavsug	1/10 000
Innelukking	1/100 000

Mettningskonsentrasjon for ren benzen (25C,760mmHg):

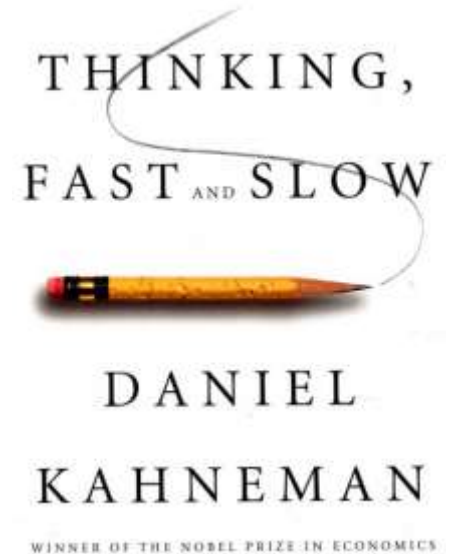
$$P_A = (P_A^0 / 760 \text{ mmHg}) * 1\ 000\ 000$$

$$P_A = (92,2 \text{ mmHg} / 760 \text{ mmHg}) \times 1\ 000\ 000 = 125\ 000 \text{ ppm}$$

Raults lov:  $P_A = X_A \times P_A^0$ , hvor  $P_A$  = damptrykket av komp. A over en væske

$X_A$  = molfraksjonen av komp. A i væsken

$P_A^0$  = damptrykket av ren komp. A (25C,760mmHg)



Og hvis vi har målinger -

# Et par nyttige tommelfingerregler til

# 450 vs. AIHA vurderingsstrategier

Best. nr. 450

AIHA

Vurderer mot:  
25% av YGV («Øvre tiltaksgrense»)

Vurderer mot:  
Yrkehygienisk grenseverdi (YGV)

Vurderingskriterie:  
Aritmetisk Middel (AM)

Vurderingskriterie:  
95 persentilen

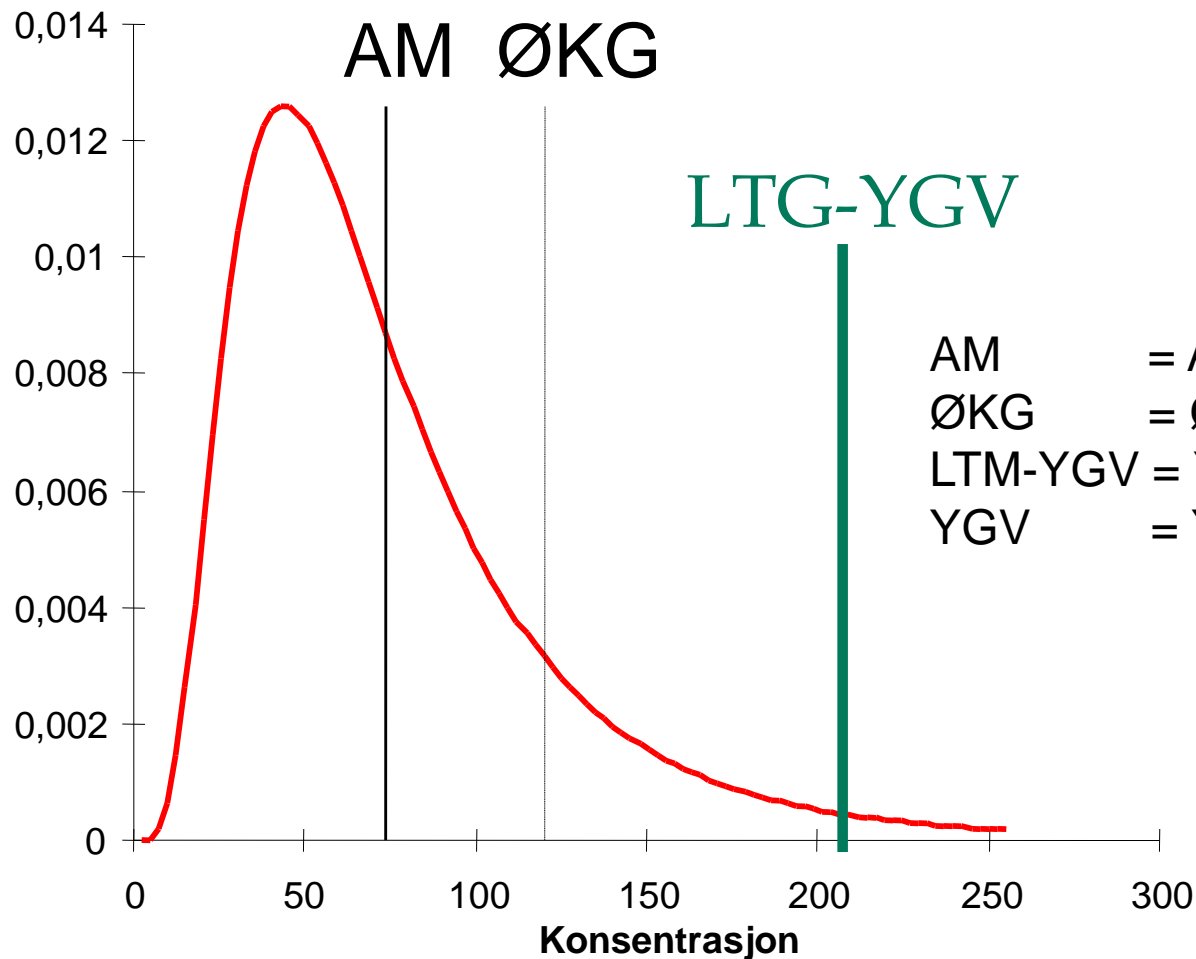
Fokus på “normal” eksponering:  
Gjennomsnitt  
Konfidensintervall til gjennomsnittet (ØKG)

Fokus på høy eksponering:  
95 persentilen  
Øvre toleransegrense (ØTG)

NB! Forutsetning (homogen gruppe):

Hvis gjennomsnittseksponeringen (aritmetisk middelverdi) for minst ett av gruppelemmene er mindre enn halvparten eller mer enn dobbel så stor som gjennomsnittet for hele gruppen, bør de relevante arbeidsmiljøfaktorene vurderes på nytt med sikte på en videre oppdeling av gruppen (kilde: 450).

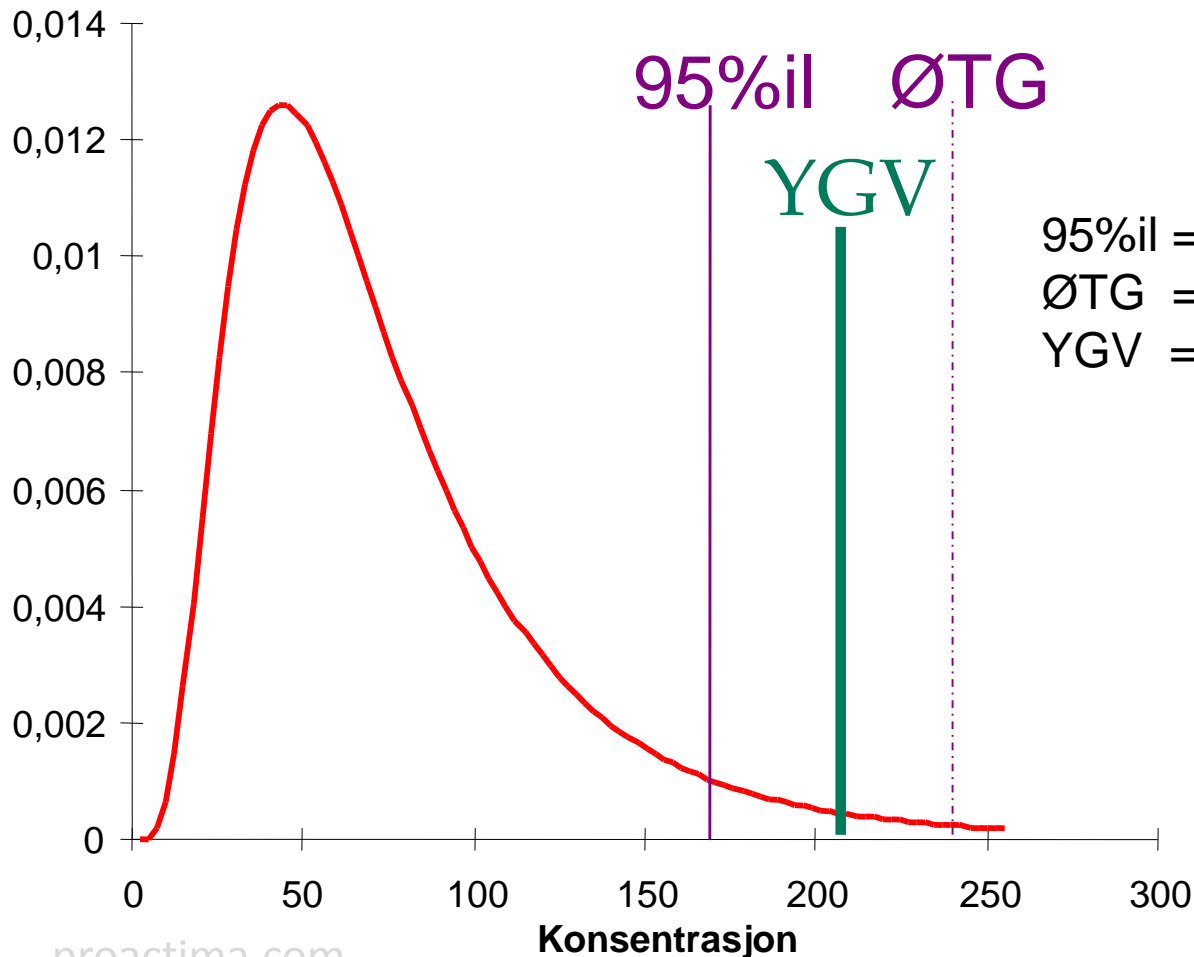
# Vurdering av gjennomsnittseksponering (Epidemiologi – kumulativ eksponering)



AM = Aritmetisk middel  
ØKG = Øvre konfidensgrense  
LTM-YGV = YGV for langtidsmiddel  
YGV = Yrkeshygieniskgrenseverdi



# Vurdering av mulighet for overskridelse av YGV 95 - persentil



95%il = 95 prosentilen  
ØTG = Øvre toleransegrense  
YGV = Yrkeshygienisk grenseverdi

# ATIL 450



Stikkprøver («< 5 målinger»): < 10% av YGV

Detaljert kartlegging: AM < 25% av YGV

## Forutsetter:

- Homogen gruppe ( $1/2xAM > x < 2xAM$ )
- Representative målinger (i forhold til kartleggingens formål)
- «uteliggerene» må ikke bortforklares

# Hva kan den «sanne» 95persentilen være?

- Gitt:
  - GM = median
  - $X_p = GM \times GSD^{Z_p}$  (mao.,  $X_{0.95} = GM \times GSD^{1.645}$ )
- ... basert på dette kan vi utlede en «tommelfingerregel», eller guide, for kjapt å vurdere i hvilken størrelsesorden den «sanne» 95 persentilen vil kunne ligge.

$$X_p = GM \times GSD^{Z_p}$$

GSD	Multipler av GM (median)
	$X_p = 95$ persentilen
	$Z_p = 1.645$
1.5	1.95
2.0	3.13
2.5	4.51
3.0	6.09

$$X_p = GM \times GSD^{Z_p}$$

Lav

Variabilitet

Høy

GSD	Multipler av GM (median)
	$X_p = 95$ persentilen
	$Z_p = 1.645$
1.5	1.95      2
2.0	3.13
2.5	4.51
3.0	6.09      6

# «95 regelen»

Variabilitet / Spredning	Multiplikator
Lav	2
Medium	4
Høy	6

# Bruk av 95 regelen



1. Hvis  $n$  er liten (mao  $<10$ ) og en eller flere av målingene er  $>$  YGV,  $\Rightarrow$  over eksponering
2. Finn median verdien – og bruk denne som et «surrugat» for måleseriens GM:
  - a) Sort dataene
  - b) Hvis  $n$  er et oddetall, median verdien er midt verdien
  - c) Hvis  $n$  er et partall, median er gjennomsnittet av de to midtverdiene
3. Multipliser medianen med 2, 4, og 6  
(resultatene gir et lavt, middels eller høyt estimat for 95 persentilen)
  - a) Bruk 2 hvis du kan anta liten variasjon i eksponeringen
  - b) Bruk 6 hvis du kan anta høy variasjon i eksponeringen

## Forutsetter:

- Sammenlignbart eksponert
- Representative målinger (i forhold til kartleggingens formål)
- «uteliggerene» må ikke bortforklares

# Eksempel bruk av «95 regelen»

Xylene: YGV = 100 ppm		95 regelen			
Scenerio	Data (ppm)	Median	2X	4X	6X
1	21, 68	45	90	180	270
2	21, 109, 38, 41, 48	41	82	164	246
3	12, 16, 21, 24	19	38	76	114
4	5	5	10	20	30
5	8, 70, 5, 37, 12	12	24	48	72



# 95 regelen – øvelse (anta YGV=100)

- A.  $X = \{30, 17, 7, 13, 63, 5\}$
- B.  $X = \{6\}$
- C.  $X = \{33, 37, 9, 109, 8, 5\}$
- D.  $X = \{5, 20, 3, 12\}$
- E.  $X = \{78\}$
- F.  $X = \{3, 1\}$
- G.  $X = \{31, 17, 18, 45\}$
- H.  $X = \{14, 5, 6, 12, 4, 36\}$

For hvert data sett, avgjør om eksponeringen over eller under YGV

# AIHA's vurderingskategorier

Eksponeringskategori		Vurderingskriterie (%YGV)	Konfidensnivå
	0	$X_{0,95} \leq 1\%$	Høy
	1	$1\% < X_{0,95} \leq 10\%$	
	2	$10\% < X_{0,95} \leq 50\%$	Medium
	3	$50\% < X_{0,95} \leq 100\%$	Lav
	4	$100\% < X_{0,95} \leq 500\%$	
	5	$X_{0,95} > 500\%$	

# 95 regelen - øvelse

Data Set	Data	Median	2x	4x	6x	Likely Category (1-4)
A	30, 17, 7, 13, 63, 5					
B	6					
C	33, 37, 9, 109, 8, 5					
D	5, 20, 3, 12					
E	78					
F	3, 1					
G	31, 17, 18, 45					35
H	14, 5, 6, 12, 4, 36					

# 95 regelen - øvelse

Data Set	Data	Median	2x	4x	6x	Likely Category (1-4)
A	5, 7, 13, 17, 30, 63	15	30	60	90	
B	6	6	12	24	36	
C	5, 8, 9, 33, 37, 109	21	42	84	126	
D	3, 5, 12, 20	8.5	17	34	51	
E	78	78	156	312	468	
F	1, 3	2	4	8	12	
G	17, 18, 31, 45	24.5	49	98	147	
H	4, 5, 6, 12, 14, 36	9	18	36	54	

38

# Øvelse



Prøve1	Prøve2	Prøve3	Prøve4	Prøve5	Prøve6	Prøve7	Prøve8
5	7	13	17	30	63		
1	2	4	10	78			
5	1	2	6	7	33	37	109
3	5	12	20				
78							
1	3						
17	18	31	45				
4	5	6	12	15	36		

Median	Artemetisk Middel	GSD	Maks	2x Median	4x Median	6x Median
15	22.5	2.5	63	30	60	90
4	19	2.7	78	8	16	24
6.5	25	4.9	109	13	26	39
8.5	10	2.3	20	17	34	51
78	78		78	156	312	468
2	2	2.2	3	4	8	12
24.5	27.75	1.6	45	49	98	147
9	13	2.3	36	18	36	54

Eksponeringskategori	Vurderingskriterie (%YGV)	Konfidensnivå
0	$X_{0,95} \leq 1\%$	Høy
1	$1\% < X_{0,95} \leq 10\%$	
2	$10\% < X_{0,95} \leq 50\%$	Medium
3	$50\% < X_{0,95} \leq 100\%$	Lav
4	$100\% < X_{0,95} \leq 500\%$	
5	$X_{0,95} > 500\%$	

Eksponeringskategori*	Anbefalt kontroll tiltak
0 (<1% av YGV)	Ingen tiltak
1 (<10% av YGV)	Generell kjemikalieopplæring
2 (10-50% av YGV)	+ spesiell kjemikalieopplæring
3 (50-100% av YGV)	+ periodisk overvåking av eksponering, periodisk helseovervåking, vurdere arbeidspraksis
4 (>100% av YGV)	+ tekniske tiltak, + kvalitetssikret bruk av åndedrettsvern, organisatoriske tiltak, fokus på rett arbeidspraksis
Flere ganger høyere enn YGV	+ umiddelbare tekniske tiltak eller stans i arbeidet, kvalitetssikret bruk av åndedrettsvern (inkl. tetthetstesting)



Yrkeshygieniske vurdering

# Vurdering av eksponering i forhold til YGV (og andre typer kartlegginger)

# Noen typer vurderinger / kartlegginger

- Audit / stikkprøve
- Grunnleggende vurdering (baseline or initial survey)
- Vurdering i forhold til YGV
- Periodiskovervåkning
- Effekt av tiltak
- Nedgradere / fjerne krav om bruk av verneutstyr
- Ferdigstillings dokumentasjon (FAT, SAT, As built)
- Feilsøking
- Forskning
- Vurdering av helseskade

Før man går i gang med vurdering / kartlegging må det etableres en prosedyre / strategi.

# Ulike type vurdering – ulike hypoteser

## ◆ Baseline undersøkelse

- $H_0$ : 95<sup>th</sup> persentil  $\leq$  YGV
- $H_a$ : 95<sup>th</sup> persentil  $>$  YGV

## ◆ Periodisk overvåkning

- $H_0$ : 95<sup>th</sup> persentil  $\leq$  YGV
- $H_a$ : 95<sup>th</sup> persentil  $>$  YGV

eller

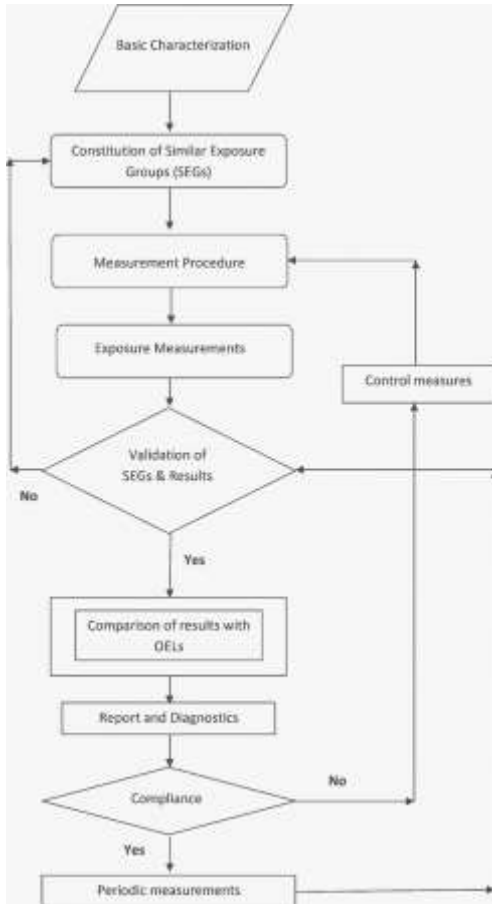
- $H_0$ : sann eksponerings «rating» = Initiell «rating»
- $H_a$ : sann eksponerings «rating»  $>$  Initiell «rating»





- ◆ Nedgradere / fjerne krav om bruk av verneutstyr
  - $H_0$ : 95<sup>th</sup> persentil  $\geq$  YGV
  - $H_a$ : 95<sup>th</sup> persentil  $<$  YGV
  
  - $H_0$ : 95<sup>th</sup> persentil  $\geq$   $\frac{1}{2}$  YGV
  - $H_a$ : 95<sup>th</sup> persentil  $<$   $\frac{1}{2}$  YGV
  
- ◆ Ferdigstillingsdokumentasjon
  - $H_0$ : 95<sup>th</sup> persentil  $\geq$  YGV
  - $H_a$ : 95<sup>th</sup> persentil  $<$  YGV (forventet å være  $\ll$  YGV)

# Vurdering av eksponering i forhold til YGV – grunnleggende elementer



- Innhent bakgrunnsinformasjon
- Etabler Sammenlignbart Eksponert Gruppe (SEG)
- Utarbeid måleprosedyre (metode)
- Gjennomfør målingene
- Valider inndeling av SEG
- Sammenlign resultatet med YGV (hypotesetesting)
- Rapporter
- Iverksett tiltak
- Periodisk overvåking

# Etabler «Sammenlignbart Eksponert Gruppe» (SEG) ( $n \geq 1$ )

## Hensikt:

Begrense variasjon i gruppen slik at det er mulig å generalisere på bakgrunn av et begrenset antall målinger.

(stillingskategorier, agens, aktivitetsprofil, arbeidsplass osv)

## Krav:

450:  $\frac{1}{2} \text{ gj.nsitt} > x < 2 \times \text{gj.nsitt}$

EN-689 (draft):  $\text{GDS} < 3$

[This article was downloaded by: [Universitetsbiblioteket I Trondheim NTNU]

On: 20 June 2014, At: 02:58

Publisher: Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



## Applied Occupational and Environmental Hygiene

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/uaoh20>

### European Proposal for Core Information for the Storage and Exchange of Workplace Exposure Measurements on Chemical Agents

B. Rajan<sup>a</sup>, R. Alesbury<sup>b,c</sup>, B. Carton<sup>d</sup>, M. Gérin, H. Litske, H. Marquart<sup>e,f</sup>, E. Olsen<sup>g</sup>, T. Scheffers<sup>h</sup>, R. Stamm<sup>i</sup> & T. Woldbaek<sup>j</sup>

<sup>a</sup> Health and Safety Executive, Merseyside, L20 3QZ, United Kingdom

<sup>b</sup> BP Chemicals Ltd, London, EC2M 7BA

<sup>c</sup> UK representing European Chemical Industry Council (CEFIC), Brussels, B1160, Belgium

<sup>d</sup> Institut National de Recherche et de Sécurité, Cedex, BP27, France

<sup>e</sup> TNO Nutrition and Food Research, Rijswijk, 2280HV

<sup>f</sup> The Netherlands representing Ministry of Social Affairs and Employment, The Netherlands

<sup>g</sup> National Institute of Occupational Health, Copenhagen, DK2100, Denmark

<sup>h</sup> DSM Limburg bv, Geleen, 6160BD, The Netherlands representing CEFIC

<sup>i</sup> Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit, Sankt Augustin, 5205, Germany

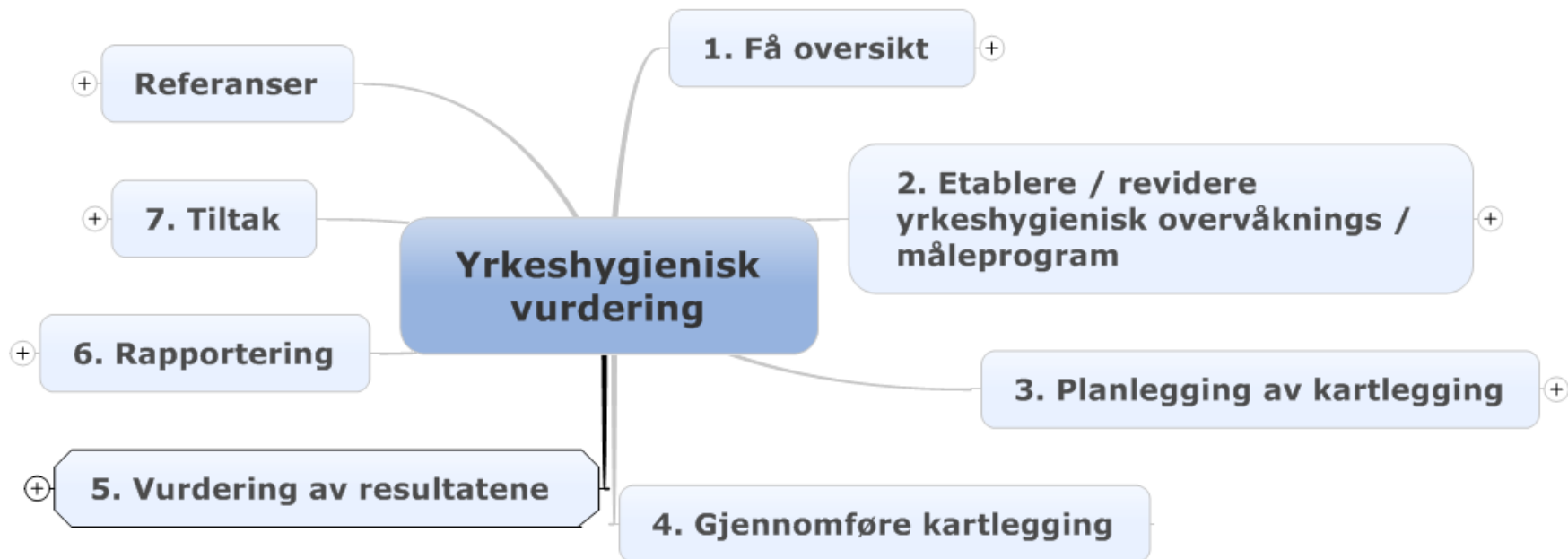
<sup>j</sup> National Institute of Occupational Health, Oslo, N0033, Norway

Published online: 24 Feb 2011.

**To cite this article:** B. Rajan, R. Alesbury, B. Carton, M. Gérin, H. Litske, H. Marquart, E. Olsen, T. Scheffers, R. Stamm & T. Woldbaek (1997) European Proposal for Core Information for the Storage and Exchange of Workplace Exposure Measurements on Chemical Agents, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 12:1, 31-39, DOI: [10.1080/1047322X.1997.10389453](https://doi.org/10.1080/1047322X.1997.10389453)

**To link to this article:** <http://dx.doi.org/10.1080/1047322X.1997.10389453>

# Yrkeshygienisk vurdering



# Kontekst



*Sikre at arbeidstakere ikke eksponeres for verdier over gjeldende YGV, samt at eksponeringen videre reduseres ytterligere så mye som praktisk mulig.*

Forkortelse	Forklaring
YGV	(Yrkeshygienisk) grenseverdi (Eng. Occupational Exposure Limite - OEL): <i>Maksimumsverdi for gjennomsnittskonsentrasjonen av et kjemisk stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode.</i>



# Yrkeshygienisk vurdering

## 1. Få oversikt

- Bakgrunnsinformasjon**
  - Hvem gjør hva, hvor og hvor lenge?
  - Arbeidsplass, prosess og oppgaveinformasjon
  - Potensiell / forventet eksponering for fysiske, kjemiske og biologiske agens
  - Litteratur / historiske data
- Valg av YGV**
  - Helsebaserte YGV (ACGIH, MAC)
  - Nasjonale YGV
  - Bedriftsinterne YGV
  - Støende føre / Control Banding
- Vurderingsmetoder**
  - Validerte metoder / fullskift
  - Direktvisende metoder
  - Modellering
  - Kvalitative vurdering
- Resultater fra helseovervåking**
- Rapporterte ABS**

## 2. Etablere / revidere yrkeshygienisk overvåknings / måleprogram

- Få oversikt**
  - Innløpende vurdering
  - Forundersøkelse
- Hvem skal inkluderes?**
  - Høy eksponering
  - Moderat eksponering
  - Lav eksponering
- Hvor ofte skal det måles?**
  - ATIL 450
  - AIHA
- Hvor mange prøver er nødvendig?**
- Surrogat informasjon**
- Resultat fra gjennomførte målinger**

## 3. Planlegging av kartlegging / studien

- Avklar hensikt og vurderingskriterie**
  - Audit / stikkprøve
  - Grunnleggende kartlegging
  - Periodisk overvåking
  - Vurdere eksponering i forhold til YGV
  - Kontroll av tiltak / effekt av verneutstyr
  - Vurdere eksponering i forhold til sannsynlighet for helseskade
  - Retrospektiv eksponeringsvurdering
  - Epidemiologiske studier
- Etablere Sammenlignbart Eksponerte Grupper (SEG)**
  - Stasjonære vs personbårne
  - Deteksjonsgrense
  - Analysemetode
  - Usikkerhet
- Prøvetakingsmetode**
  - Korttid / Oppgavemåling
  - Langtid / Fullskiftmåling
  - Antall målinger

## 4. Gjennomføre kartleggingen / studien

## 6. Rapportering

- NYP rapport veiledning**
- Presentasjon av resultatene
- Grafer og tabeller
- Gjeldende siffer
- Mål på sentral tendens og spredning
- Deskriptiv statistikk**

## 5. Vurdering av resultatene

- Populasjon vs utvalg
- Fordeling av resultatene
- Valg av beslutningskriterie
- Aritmetisk gjennomsnitt
- 95% persentilen
- Punkt estimater og konfidens intervaller
- Hypotesetesting
- Statistikk
- Vurdere validitet av SEG
- Sammenligning med YGV
- Vurdering av tiltak / effekt av verneutstyr
- Nivå av eksponering

## 7. Tiltak

- Eliminasjon og substitusjon
- Tekniske barrierer
- Administrative barrierer
- Personlige barrierer

## Referanser

- Ulike perspektiver på risiko
- Hierarki av barrierer, verktøy og vurderingskriterier
- Kvalitetskontroll = Eksponeringskontroll
- AIHA 1-5
- 450
- Vurderingskategorier
- Excel
- SPSS
- Generelle verktøy
- Yrkeshygiene verktøy
- DH Stat
- IHDA
- ATIL 450
- AIHA Exposure Assessment Strategy
- Sampling Strategy guidance 2011 BOHS/NVvA
- EN 482
- EN 1540
- EN 689



# Prøvetakingsstrategier for vurdering av eksponering i forhold til YGV



# Noen eksempler på strategier

- 1977: Leidel et al, “Occupational Exposure Sampling Strategy Manual”, NIOSH.
- 1991: AIHA ‘SEG’ Baseline Strategy (revidert i 1998, 2006, 2014)
- 1993: BOHS Technical Guide 11, “Sampling strategies for airborne contaminants in the workplace”
- 1995: ATIL best 450: Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfæren (revidert i 2002 (EN689), 2008 (henvisninger))**
- 1995: European Standard EN689, “Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy”
- 2009: *French regulatory method published*
- 2011: BOHS-NVvA strategy published
- 2015?: European Standard EN689, “Workplace exposure — Measurement of exposure by inhalation to chemical agents — Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values”.**

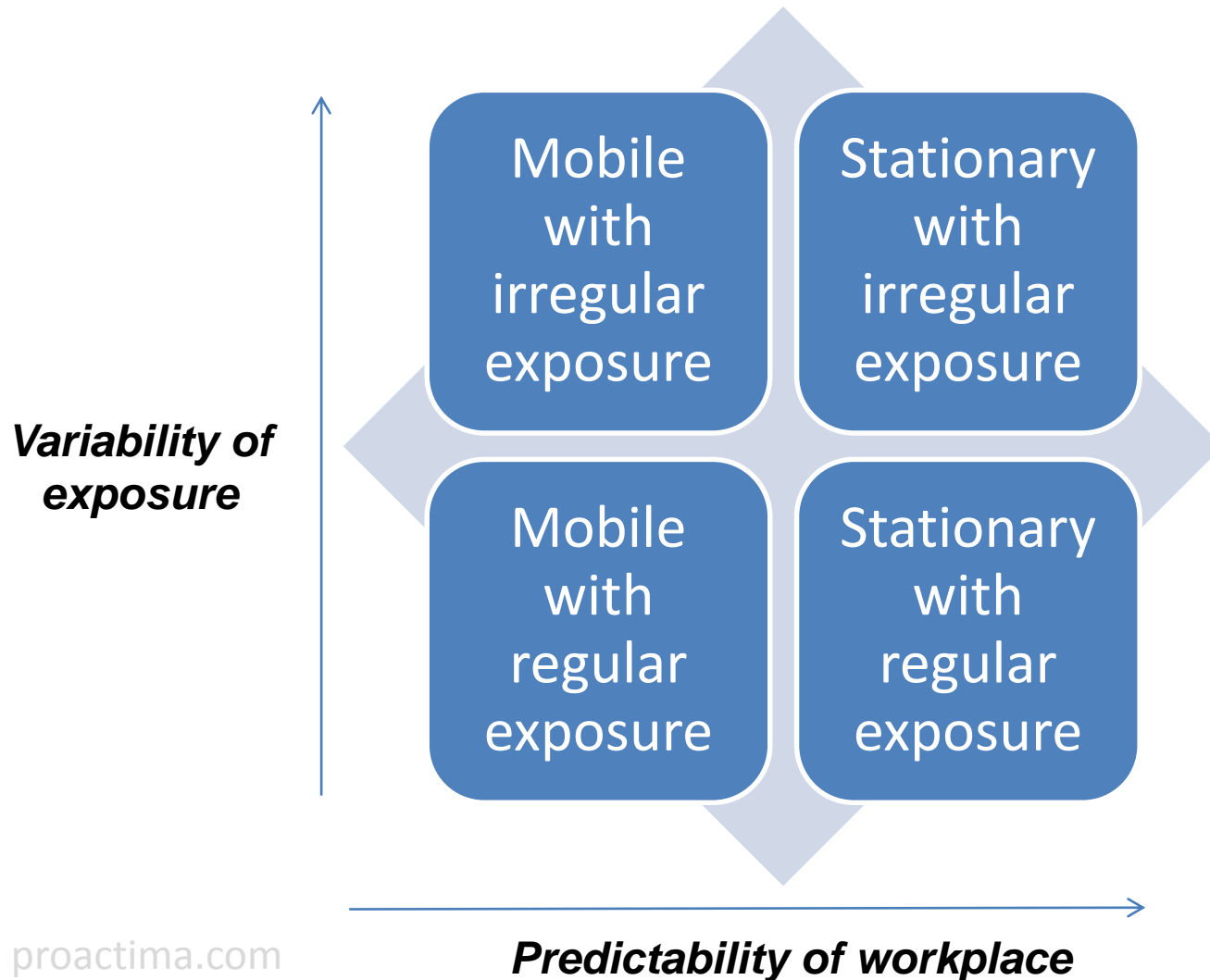
# Felles for de ulike strategiene

- Hvor mange (få) målinger kan man nøye seg med for å kunne vurdere eksponering i forhold til en grenseverdi.
- Høy variabilitet -> Mange målinger
- Generelle strategier krever som oftest flere målinger enn skreddersydde strategier for å oppnå samme ytelse.

# Når er det vi ikke trenger å bruke statistikk

- Når du har målinger over YGV
- Når du ikke kjenner bakgrunnen for målingene

# Exposure situations



# Ulike eksponerings situasjoner

Eksponeerings situasjon	Eksempler
Stabil eksponering på arbeidsplasser med konstante forhold	Industrial serial production, print shops, dry cleaning, commercial sterilisation, quality controls in routine laboratories or large-scale chemical plants.
Kort eksponering på arbeidsplasser med konstante forhold	Cold sterilisation in hospitals, stationary welding work or sampling operations for a limited time.
Arbeidsplasser med sjelden eksponering	Changing batches in the chemical industry or maintenance work on permanently installation equipment.
Faste arbeidsplass med variabel eksponering	Craft companies, for non-specialised maintenance, repair, production and assembly work, in automotive or forklift workshops, for services at filling stations (oil change etc.) or in research laboratories.
Mobile arbeidsplasser med variabel eksponering	activities performed on construction sites (e.g. painters, floor-layers, bituminous pavers) or non-stationary assembly and maintenance work (e.g. on photocopiers)
Uforutsigbar, konstant variabel eksponering	i.e. the representative nature of the investigations to be assumed for the object of the investigation (subsoil, groundwater, brickwork etc.). At locations such as landfills for household waste the stock of chemical agents actually present can also hardly be described reliably by means of extensive samplings and corresponding analyses.
Utendørs	
Tilfeldig	

# Bruk av ulike vurderingsmetoder

Tabellen indikerer hvilke vurderingsmetoder som kan være relevante i forhold til ulike eksponeringssituasjoner

Workplace situation	Exposure measurements	Reasonable worst case measurements	Measurement of technical parameters	Calculation of exposure using validated models or algorithms	Comparison with other workplaces	Control Banding	Standardized working procedures for defined branches or tasks
1 constant conditions	x	x	x	x	x	x	x
2 shortened exposure with constant conditions	x	x	x	x	x	x	x
3 occasional exposure	x	x	x	x	x	x	x
4 stationary with irregular exposure	x	x	x		x	x	x
5 mobile with irregular exposure	x*	x			x	x	x
6 unpredictable, constantly changing exposure	x*				x		x
7 outside	x*				x		x
8 underground	x*		x	x	x		x
9 unforeseen occurrences		x	x		x		x

For å redusere kost, og bedre ytelse -> kombinere flere vurderingsmetoder

# Eksempel 1: Stasjonær arbeidsplass, jevn eksponering

- > Modellering av eksponering
- > Stikkprøvekontroll

# Eksempel 2: Stasjonær arbeidsplass, variabel eksponering

- > Kartlegging av arbeidsoppgaver + loggbok / intervju for å vurdere variasjon i frekvens og varighet
- > Beregnet / simulert fullskiftseksponering



# Ulike strategier



- ATIL 450
- EN 689
- **AIHA SEG strategy**
- **BOSH NVvA**

# A Tale of Two Strategies

Paul Hewett Ph.D. CIH  
Exposure Assessment Solutions, Inc.

Occupational Hygiene 2014  
Nottingham, UK



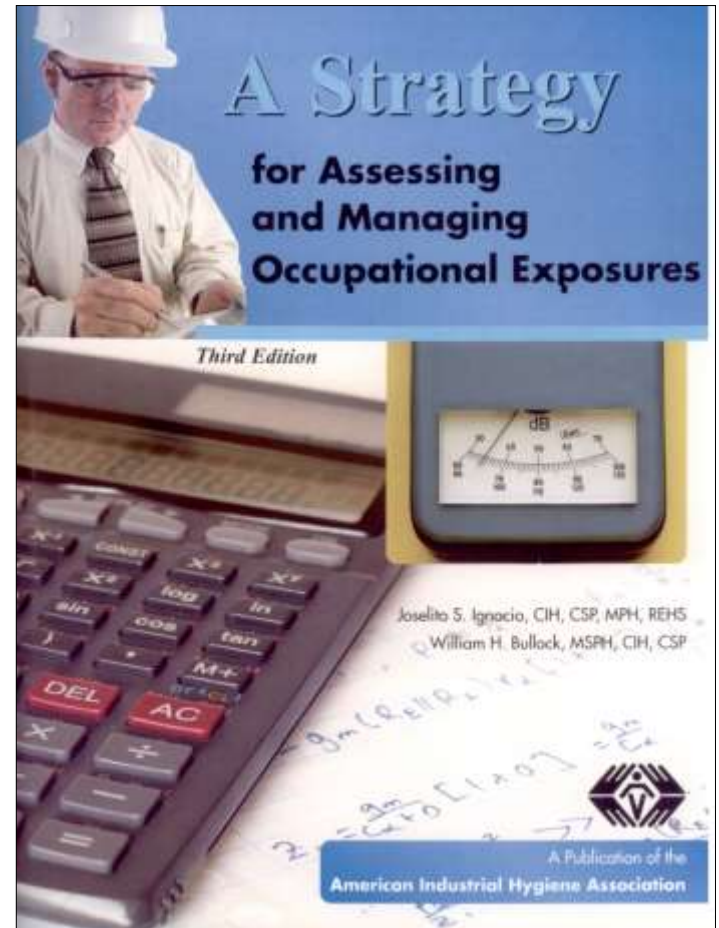
Copyright 2014

Exposure Assessment Solutions, Inc.

1

# AIHA 3<sup>rd</sup> Edition (2006)

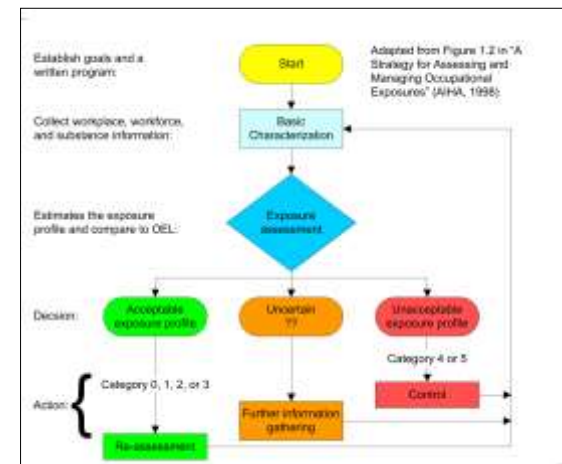
- Revised and updated
- Sections on ...
  - Lab EA
  - Batch operations
  - Dermal EA
  - Bayesian Decision Analysis
  - Censored data analysis
  - Control Banding
  - and more...



# AIHA's prøvetakingsstrategi

De fleste større Amerikanske (og andre) selskaper bruker i dag en variant av AIHA's eksponeringsvurderingsstrategi:

- Innhent bakgrunnsinformasjon
- Identifiser sammenlignbart eksponerte grupper (SEG)
- Gjør en innledende vurdering. Identifiser mest sannsynlig eksponeringsgruppe: 0, 1, 2, 3, or 4
- Gjør målinger (6-10 stk)
- Estimer øvre persentilen ( $X_p$ )
  - $X_{0,90}$ ,  $X_{0,95}$ , eller  $X_{0,99}$
  - Sammenlign  $X_p$  (eller øvre konfidensgrense (ØKG) til  $X_p$  med Yrkeshygienisk Grenseverdien (YGV))
- Foreta en endelig vurdering



## Stage 1

- Collect 6 to 10 measurements
- Calculate the sample 95<sup>th</sup> percentile.
- If  $X_{0,95} \leq OEL$ , then **Decision=Acceptable**.
  - ◆ Implement a surveillance strategy.
- If  $X_{0,95} > OEL$ , then **Decision=Unacceptable**.
  - ◆ Investigate and take appropriate action.

# AIHA's vurderingskategorier

Eksponeringskategori		Vurderingskriterie (%YGV)	Konfidensnivå
	0	$X_{0,95} \leq 1\%$	Høy
	1	$1\% < X_{0,95} \leq 10\%$	
	2	$10\% < X_{0,95} \leq 50\%$	Medium
	3	$50\% < X_{0,95} \leq 100\%$	Lav
	4	$100\% < X_{0,95} \leq 500\%$	
	5	$X_{0,95} > 500\%$	

## Typiske “Aksjoner” basert på vurderingskategoriene

	Eksponeringskategori*	Anbefalt kontroll tiltak
	0 (<1% av YGV)	Ingen tiltak
	1 (<10% av YGV)	Generell kjemikalieopplæring
	2 (10-50% av YGV)	+ spesiell kjemikalieopplæring
	3 (50-100% av YGV)	+ periodisk overvåking av eksponering, periodisk helseovervåking, vurdere arbeidspraksis
	4 (>100% av YGV)	+ tekniske tiltak, + kvalitetssikret bruk av åndedrettsvern, organisatoriske tiltak, fokus på rett arbeidspraksis
	Flere ganger høyere enn YGV	+ umiddelbare tekniske tiltak eller stans i arbeidet, kvalitetssikret bruk av åndedrettsvern (inkl. tetthetstesting)

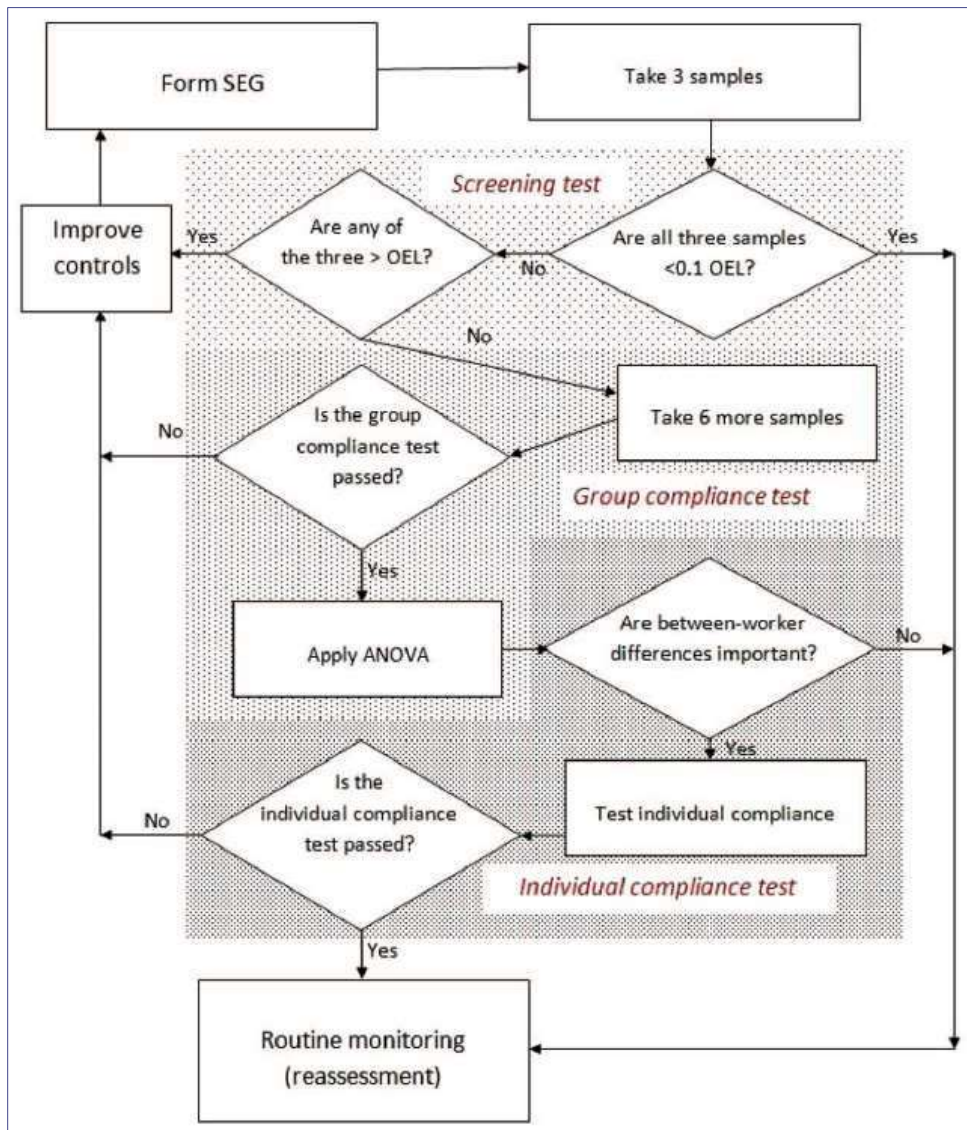
\* Beslutningsgrunnlag = 95 persentilen

# EN 689 (1995)



- Collect at least 6 measurements
- Calculate the sample 99.9<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentile.
- If  $X_{0.999} \leq \text{OEL}$ , then **Decision=Acceptable**  
(with high confidence)
- If  $X_{0.95} \leq \text{OEL}$ , then **Decision=Acceptable.**  
=> Implement a surveillance strategy.
- If  $X_{0.95} > \text{OEL}$ , then **Decision=Unacceptable.**  
=> Investigate and take appropriate action.

# BOSH NVvA – prøvetakingsstrategi



← Trinn 1

← Trinn 2

← Trinn 3

← Trinn 4



# BOSH NVvA – prøvetakingsstrategi

## ◆ Stage 1

- Collect one measurement from three workers ( $n=3$ ).
- If any measurement  $>$  OEL the **Decision=Unacceptable**.
- If all three are  $<$  10% of the OEL the **Decision=Acceptable**, otherwise . . .

## ◆ Stage 2

- Collect two additional measurements from the same three workers ( $n=9$  total)
- If any  $>$  OEL, **Decision=Unacceptable**.
- Calculate the 70%UCL( $X_{0.95}$ ).
- If it is  $<$  OEL the **Decision=Acceptable**, otherwise . . .



### ◆ Stage 3

- Estimate the group heterogeneity coefficient ( $\rho$ ).
- If  $\rho > 0.2$  the **Decision=Unacceptable**.
- If  $\rho \leq 0.2$  the between-worker contribution is low, but perhaps an individual worker has a  $X_{0.95} > OEL$ , so . . .

### ◆ Stage 4

- Calculate the probability that a worker's personal  $X_{0.95} > OEL$ .
- If  $P(\text{individual } X_{0.95} > OEL) < 0.20$  then **Decision=Acceptable**.
- Otherwise, the **Decision=Unacceptable**.
  - ◆ The individual measurements were all  $< OEL$ , but the probability is too large that an individual worker had an individual  $X_{0.95} > OEL$ .

# Formalisert ytelseskrav

		Group Exposure Profile	
		Acceptable	Unacceptable
Decision	Unacceptable	Employer's Risk ( $\alpha$ )	1-Employees' Risk ( $1-\beta$ )
	Acceptable	1-Employer's Risk ( $1-\alpha$ )	Employees' Risk ( $\beta$ )

P(falsk positive)

P(falsk negative)

# Ønsket fordeling av beslutningsfeil ?

## Group Exposure Profile

<i>Decision</i>	Acceptable	Unacceptable
	<i>Unacceptable</i>	10%
<i>Acceptable</i>	90%	10%

$\alpha = 1 - \text{Power} = P(\text{false positive})$

Power to detect a "clearly acceptable" exposure profile.

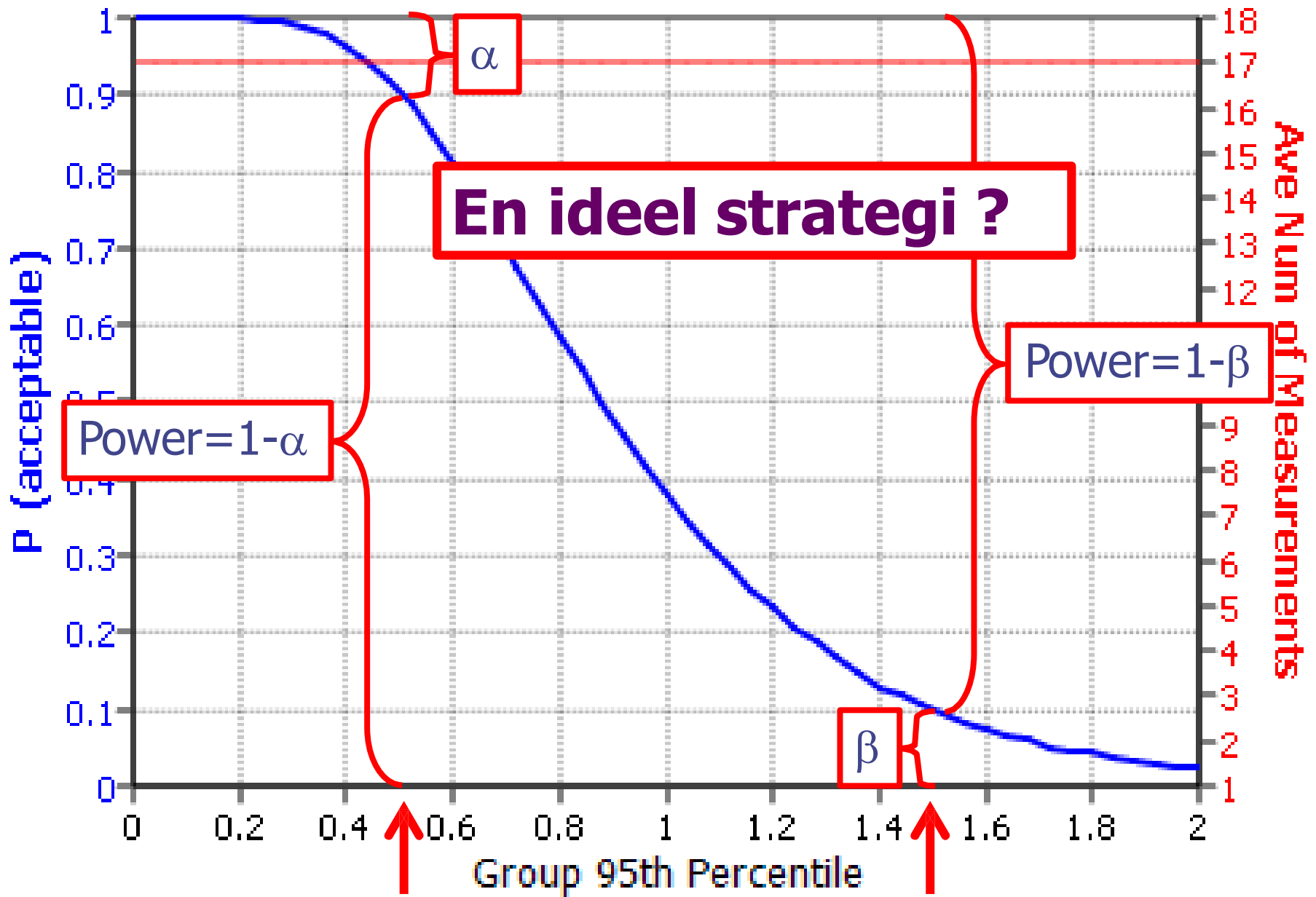
Power to detect a "clearly unacceptable" exposure profile.

$\beta = 1 - \text{Power} = P(\text{false negative})$

# Ytelseskurver

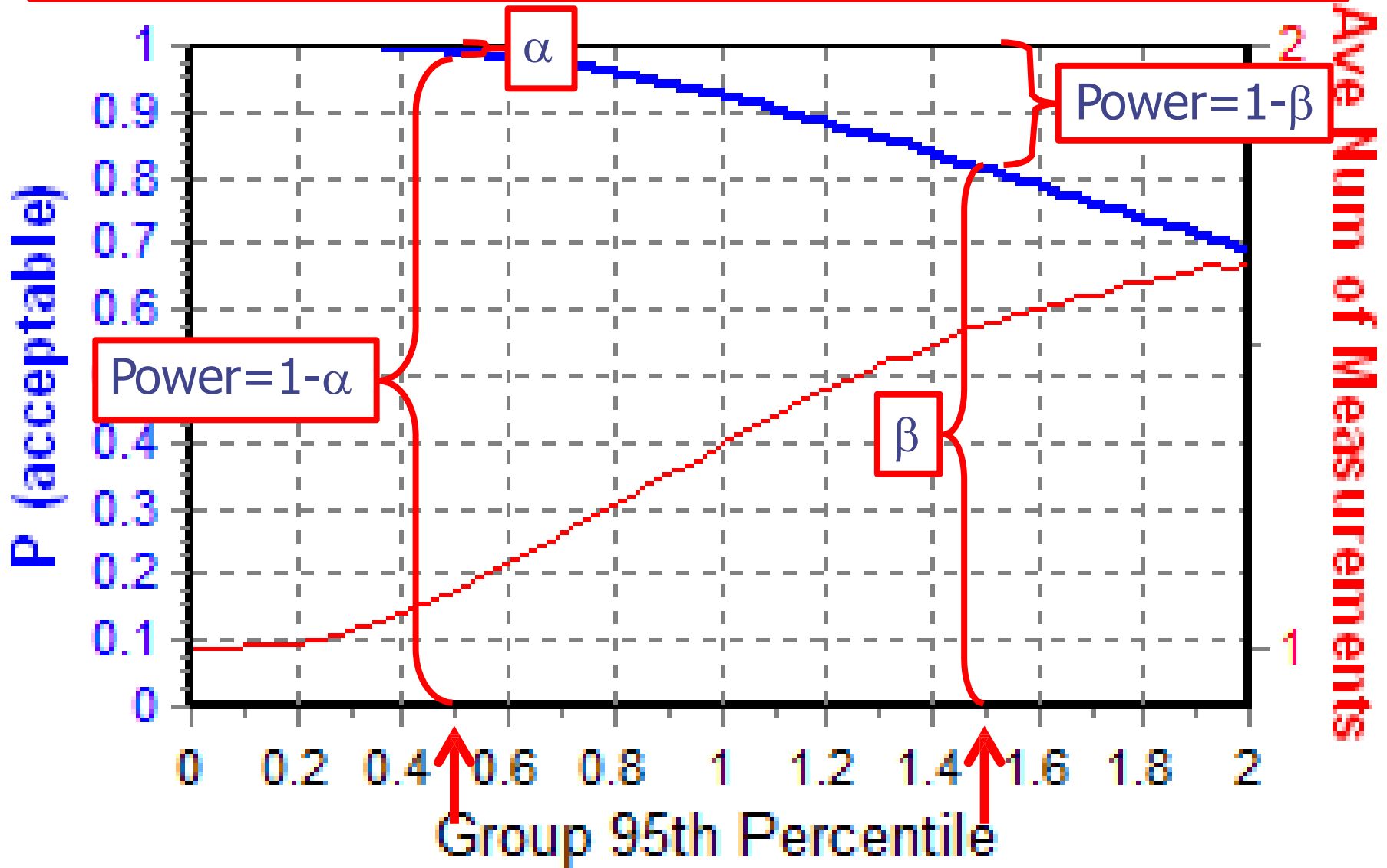


- ◆ Performance curves – also known as operating characteristic or OC curves – indicate the *theoretical* probability of a sampling strategy to detect specific exposure conditions
  - e.g., a specific exposure profile, such as a Category 4 exposure profile
- ◆ The actual probability depends upon how faithfully the strategy is implemented.



OEL=1; Clear Acceptable=0.5 & Clearly Unacceptable=1.5

# A Rubbish Strategy – OEL=1, GSD=2.5

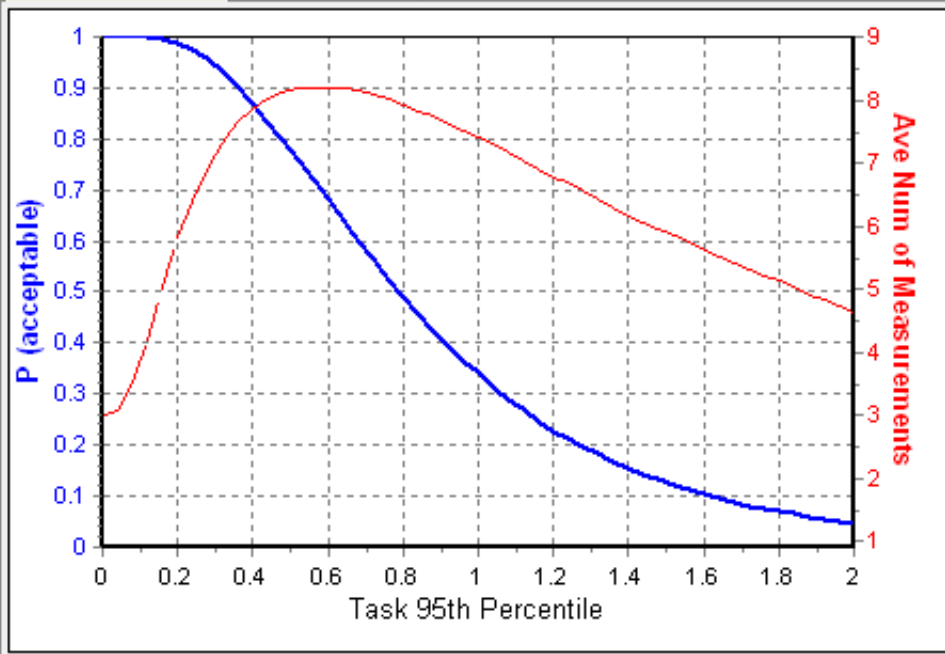


OSHA-NIOSH "6b Rule" Strategy (OEL=1)

# UK-Dutch Strategy

Performance Curve

Decision Curves



Strategy Options

Strategy Description

OEL = 1 OEL' = 100 % of OEL

Sample Size

Num of Workers = 3

Num of Meas. / worker = 3

Stage 1 Action Level = 10 % of OEL

Stage 2 - Percentile UCL

- 70%UCL  95%UCL  
 75%UCL  99%UCL  
 90%UCL

Stage 3 rho threshold = 0.20

Stage 4  $P(\pi) > \text{OEL}$  threshold = 0.20

Type of Sampling

- Campaign  
 Sequential

Defaults

Start

Close

Simulation Parameters

Chart Options

Print Options

Simulation Size = 50000

Task GSD

GSD = 2.5

$\rho$  = 0.2

GSDw = 2.27

GSDb = 1.51

Percentile

90th percentile

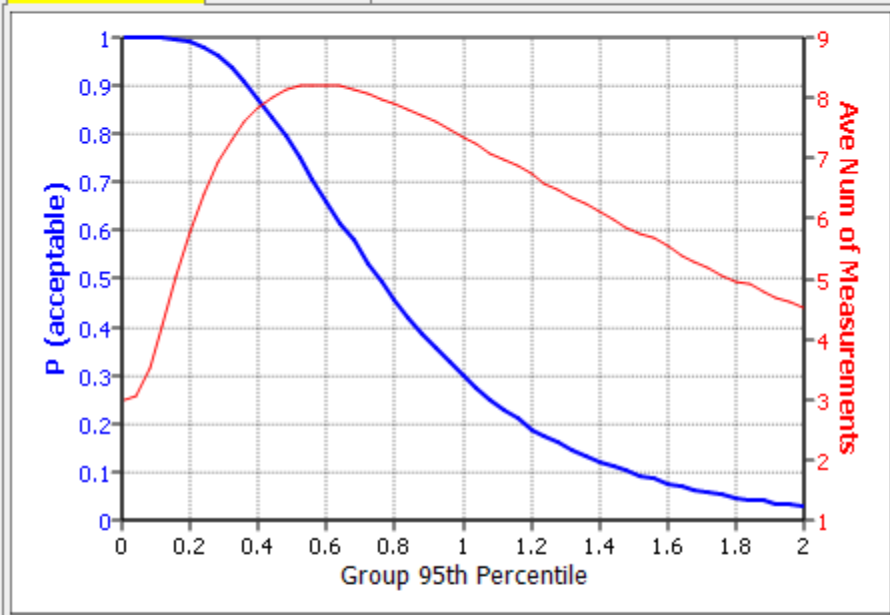
95th percentile

99th percentile



# AIHA SEG Exposure Assessment Strategy

Performance Curve Decision Curves



Simulation Parameters Chart Options Print Options

Simulation Size = 50000

Group GSDs

GSD = 2.5

$\rho$  = 0.2

GSDw = 2.27

GSDb = 1.51

Strategy Parameters Sensitizing Rules

OEL = 1 OEL' = 100 % of OEL

Number of Workers = 9

Upper Percentile

- 90th
- 95th
- 99th

Use UCL for Percentile ?

- No
- Yes

UCL

- 70%UCL (X.95 and N workers 6-30 only)
- 75%UCL
- 90%UCL
- 95%UCL
- 99%UCL
- Custom k-value

Type of Sampling

- Campaign
- Sequential

Any single measurement > OEL' is unacceptable.

Defaults ?

Description of Strategy

Start

Close

# Konklusjon

Antall målinger som er nødvendig for å kunne ta en avgjørelse er lignende på tvers av eksponeringskategoriene.

Ytelseskurvene ligner på hverandre.

BOHS NVvA strategien er mer kompleks og krever mer en dypere forståelse av gruppen og variasjon i eksponering mellom individ. AIHA sin strategi er enklere.

Begge strategiene er mye bedre en hva som typisk gjøres.

# Etablere Ytelsesbaserte Prøvetakingsstrategier

1. State the hypotheses to be tested
2. Define a clearly unacceptable (or acceptable) exposure profile
3. Specify target Employees' (or Employer's) Risk
4. Specify the proposed (or existing) strategy
5. Estimate Employees' Risk
  - using computer simulation
6. Compare estimated and target risks
7. Accept, modify, or reject proposed strategy
8. Implement (and periodically reassess)

# Anbefalinger



- Veiledningsdokumenter i forhold til vurdering av eksponering bør ikke bare gi forslag om strategier (som har blitt ytelsestestet), men også inneholde foreslåtte ytelsesmål for ulike typer studier.
- De fleste vil velge de anbefalte strategiene, men noen vil ønske å tilpasse / optimalisere disse og de vil trenge disse ytelsesmålene.



# Data kvalitet

# Variabilitet vs. usikkerhet

## Distinguishing variability and uncertainty

Term	Definition
Variability	Heterogeneity of values over time, space or different members of a population, including stochastic variability and controllable variability. Variability is a true or an inherent property of the system or population being evaluated and cannot be reduced by collection of additional information.
Uncertainty	Lack of or “imperfect knowledge concerning the present or future state of an organism, system, or (sub)population under consideration” (IPCS, 2004). May affect its accuracy or relevance. Uncertainty can be reduced, at least in principle, by collecting more information.

# Hallmark of data quality

Hallmark	Definition
Appropriateness	The degree to which data are relevant and applicable to a particular exposure assessment
Accuracy	The degree to which measured, calculated or modelled values correspond to the true values of what they are intended to represent.
Integrity	The degree to which the data collected and reported are what they purport to be.
Transparency	The clarity and completeness with which all key data, methods and processes, as well as the underlying assumptions and limitations, are documented and available.

Kilde: Guidance Document on Characterizing and Communicating Uncertainty in Exposure. IPCS harmonization project document ; no. 6. WHO 2008



Kort om

# **Bruk av fagligskjønn (professional judgement) og Bayesiansk statistikk** **(basert på PDC holdt av P. Logan og P. Hewett)**



# Classical or Frequentist Probability

- The probability of an event's occurring in a particular trial is the frequency with which it occurs in a long sequence of similar trials.

# Bayesian Statistics

- Who was the Reverend Thomas Bayes?
- 1702 -1761, Tunbridge Wells, Kent.
- He was a Presbyterian minister in Tunbridge Wells.
- "Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances" (1763).



# Bayes' Theorem – The Foundation of Bayesian Statistics



Posterior

Likelihood

Prior

$$P(Pop_i|data) = \frac{P(data|Pop_i) \cdot P(Pop_i)}{\sum [P(data|Pop_i) \cdot P(Pop_i)]}$$

Correction Factor







# Diagnosing Breast Cancer

- A woman visits a physician for an evaluation of a slight lump in her breast. The physician performs a full physical exam, reviews current and past medical records including family history.
- Given this woman's age and family history the physician estimates there would be a 1% chance that the lump is cancerous.

# Diagnosing Breast Cancer

- The physician orders a mammogram
  - If the woman has breast cancer, there is a 79.2% probability the mammogram will be positive
  - If the woman does not have breast cancer, there is a 90.4% probability the mammogram will be negative
- The woman's mammogram comes back POSITIVE.
- Given this positive test, what is the probability that the woman has breast cancer?

Given this positive test, what is the probability that the woman has breast cancer?

-  0% 1. >90%
-  0% 2. 75-90%
-  0% 3. 50-75%
-  0% 4. 25-50%
-  0% 5. 10-25%
-  0% 6. <10%

# Bayesian Statistics

## (Frequentist Approach)

Probability of a positive Mammogram for someone With breast cancer

Probability of Breast Cancer In population age group & history

Probability this Patient Has Breast Cancer

$P(H | D)$

=

$P(D | H) P(H)$

$P(D | H) P(H) + P(D | -H) P(-H)$

Probability of a positive Mammogram for someone With breast cancer

Probability of a positive Mammogram for someone WITHOUT breast cancer

Probability of Breast Cancer In population age group & history

Probability of NOT HAVING Breast Cancer In population age group & history

# Bayesian Statistics

$$P(H | D) = \frac{P(D | H) P(H)}{P(D | H) P(H) + P(D | \neg H) P(\neg H)}$$
$$P(H | D) = \frac{(0.792) (0.01)}{(0.792) (0.01) + (0.096) (0.99)}$$
$$P(H | D) = \frac{(0.00792)}{(0.00792) + (0.09504)}$$

Patient's Probability of Breast Cancer = 0.077 or 7.7%





# Introduction to Bayesian Decision Analysis using the IHDA-*lite edition*

# Bayesian Decision Analysis: Focus on Decision Making

- Regardless of the number of measurements and how we analyze the measurements, the end result is a *Decision*:
  - e.g., the Exposure Profile is a Category 0, 1, 2, 3, or 4 exposure
- ...and that Decision leads to Actions.

# The AIHA “Exposure Banding” Model

- AIHA Exposure Control Ratings for TWA OELs
  - Which exposure control band is appropriate?

Exposure Control Ratings *		Cutoff (%OEL)	Confidence level
	0	$X_{0.95} \leq 1\%$	High
	1	$1\% < X_{0.95} \leq 10\%$	
	2	$10\% < X_{0.95} \leq 50\%$	Medium
	3	$50\% < X_{0.95} \leq 100\%$	
	4	$X_{0.95} > 100\%$	Low

# Example: Exposure Control Category Follow-up

	Exposure Control Category**	Recommended Control
	0 (<1% of OEL)	No action
	1 (<10% of OEL)	general HazCom
	2 (10-50% of OEL)	+ chemical specific HazCom
	3 (50-100% of OEL)	+ exposure surveillance, medical surveillance, work practices
	4 (>100% of OEL)	+ respirators & engineering controls, work practice controls
	5 (Multiples of OEL; e.g., based on respirator APFs) - Decision statistic = 95 <sup>th</sup> percentile	+ immediate engineering controls or process shutdown, validate respirator selection

92



- BDA helps us determine the *probability* that the true exposure profile falls within each of the five exposure categories (i.e., OEL-specific control zones)...
- ...so that an exposure control category can be selected with greater accuracy, resulting in the appropriate *actions*.

# Example Survey

- OEL = 1 ppm
- During a baseline/initial exposure assessment, an IH collected the following full-shift measurements from an SEG:
  - 0.20, 0.05, & 0.10 ppm
- $n = 3$  ;  $gm = 0.10$  ;  $gsd = 2.00$
- The sample 95<sup>th</sup> percentile was 0.31 ppm
- but with a **95%UCL of 20 ppm**

When  $n$  is small, confidence intervals are often extremely broad.

- $X = \{0.20, 0.05, 0.10 \text{ ppm}\}$
- $n = 3$
  
- $\bar{x} = 0.1 \text{ ppm}$       90%CI ( 0.03, 0.32 )
- $s = 2.0$               90%CI ( 1.5, 21 )
  
- $X_{0.95} = 0.31 \text{ ppm}$       90%CI( 0.16, 20 )

# Example Survey (cont'd)

- The point estimate of the 95<sup>th</sup> percentile is < 50% of the limit.
- Exposures *appear* to be a Category 2 exposure.
- However, the 95%UCL( $X_{0.95}$ ) is considerably greater than the OEL.
- **What would you do?**
  - Make a decision ?
  - Collect more data ?



# Example (cont'd)

- Our IH concludes:
  - This operation is well-controlled with just the existing dilution ventilation.
  - Although the 95%UCLs were excessive, our IH took into account his extensive past experience with this type of operation.
- His recommendations:
  - Further sampling is not necessary.
  - Routine surveillance samples should be collected using the established schedule for well-controlled operations.
- Is such a decision making process a Bayesian Decision Analysis?

Exposures *appear* to be a Category 2 exposure.

0.20 ppm

0.05 ppm

0.10 ppm

X0.95 = 0.31 ppm

90%CI( 0.16, 20 )

Our IH concludes:

This operation is well-controlled with just the existing dilution ventilation.

## Prior

Qualitative Assessment or Validated Model



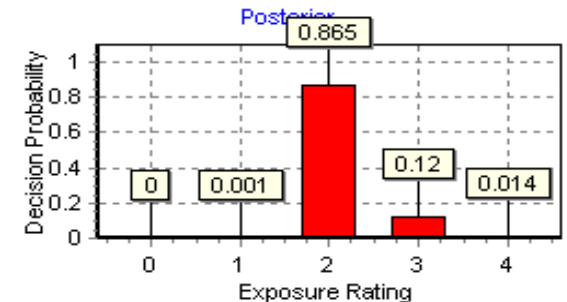
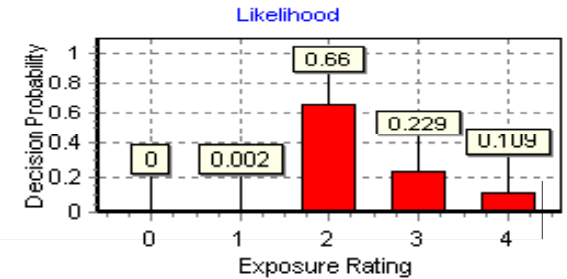
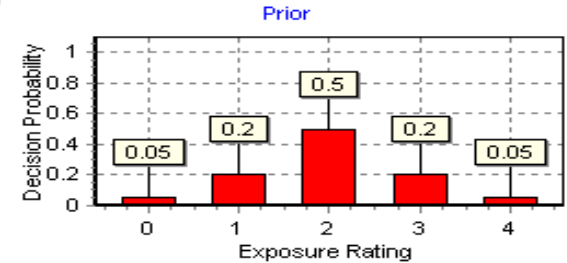
## Likelihood

Monitoring Results



## Posterior

Integrated Exposure Assessment



# Key Concept – “Decision” Distributions

- **Prior** decision distribution
  - Represents our professional judgment regarding the probability of each of the Exposure Ratings.
- **Likelihood** decision distribution
  - The set of probabilities of each Exposure Rating *calculated using only the collected data.*
- **Posterior** decision distribution
  - The set of probabilities of each Exposure Rating *calculated using Bayes’ equation.*



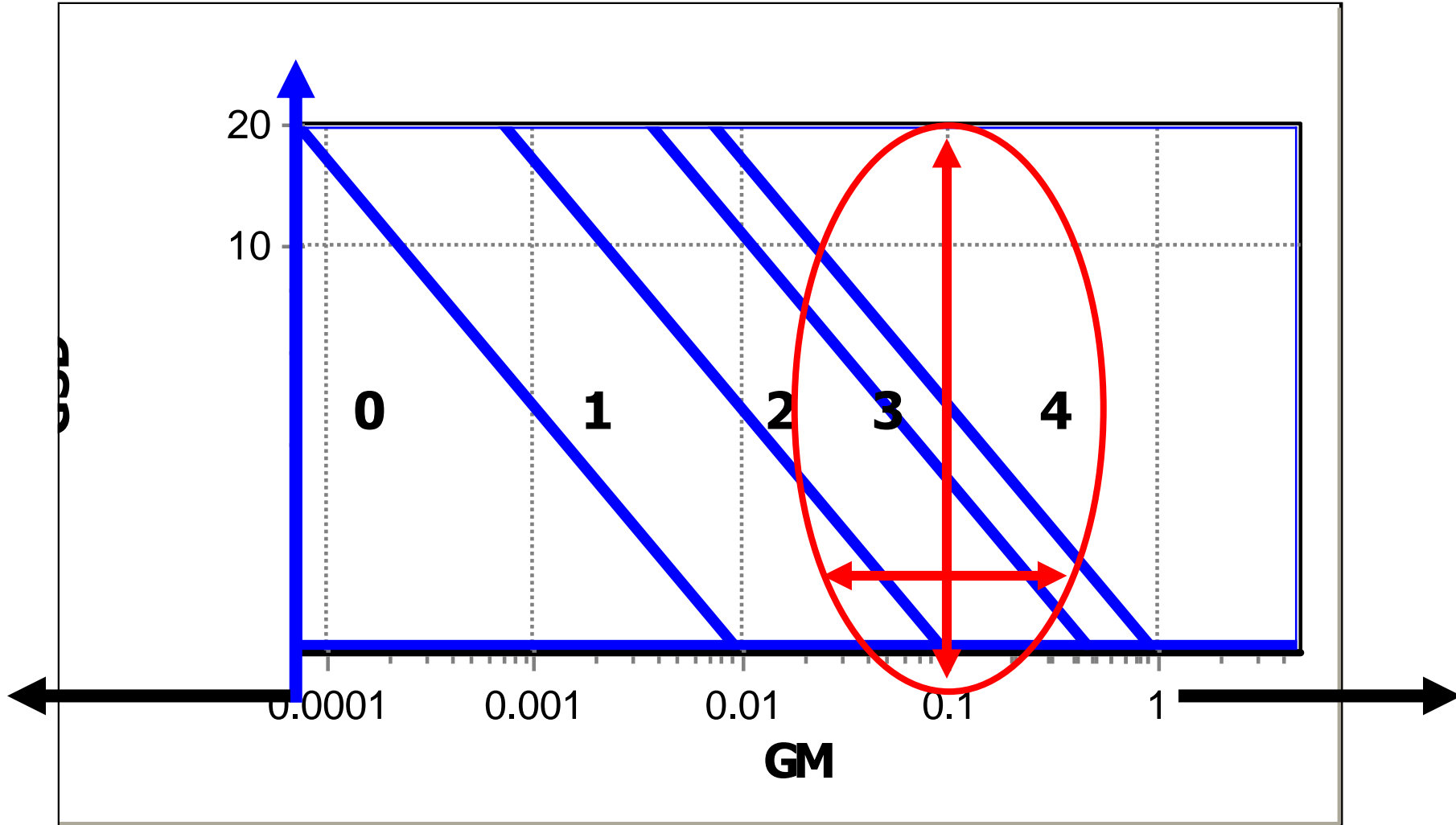
- The original Bayes' Theorem directly applies to discrete choices.
  - e.g., Exposure Profiles A vs. B
- We are not interested in distinguishing between just two exposure profiles.
- Instead, we are interested in distinguishing between five *populations* of exposure profiles:
  - Exposure Zones 0, 1, 2, 3, and 4

# Exposure Ratings – A “rating zone” represents a population of exposure profiles

Exposure Rating	Cutoff (%OEL)
0	$X_{0.95} \leq 1\%$
1	$1\% < X_{0.95} \leq 10\%$
2	$10\% < X_{0.95} \leq 50\%$
3	$50\% < X_{0.95} \leq 100\%$
4	$X_{0.95} > 100\%$

# Key Concept: Parameter Space

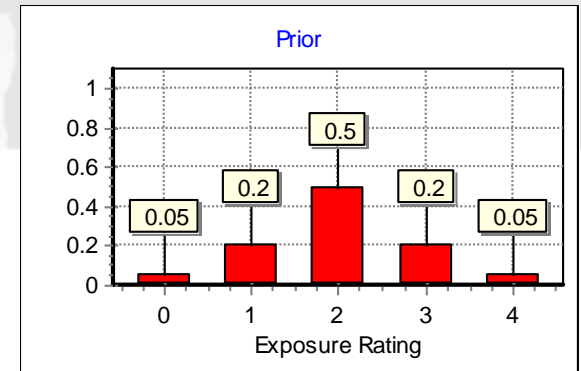
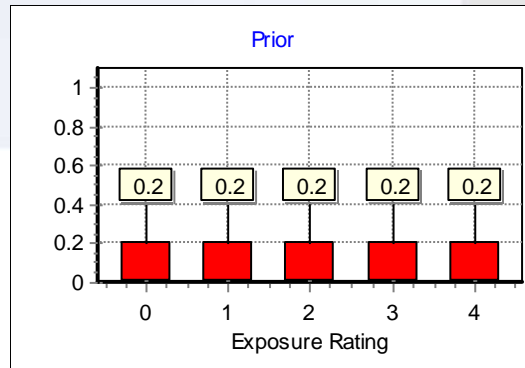
(for OEL=1 ppm)



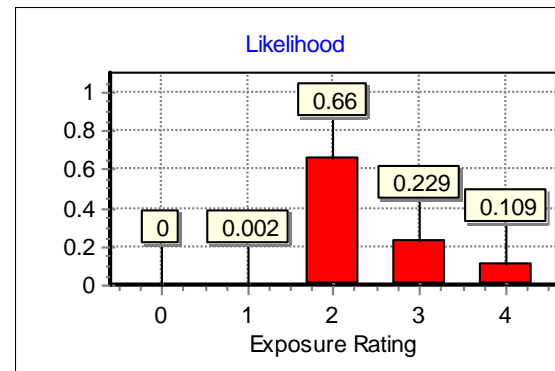
# Non-informative

# Informative

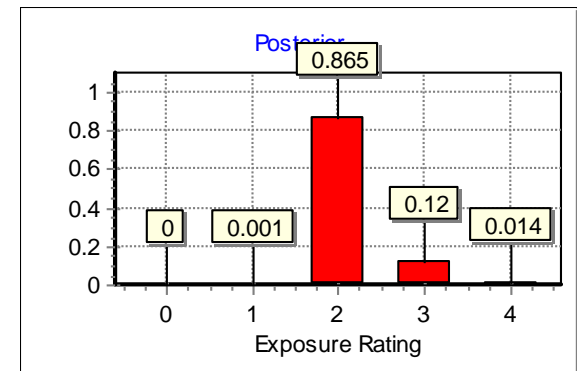
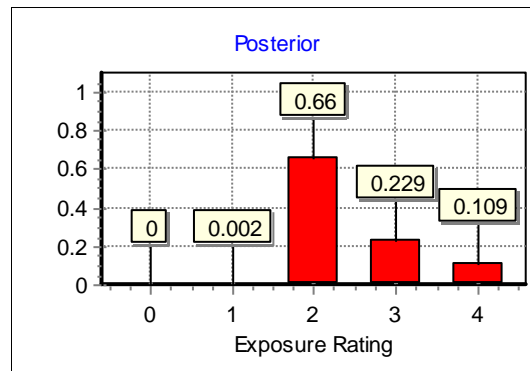
- Prior



- Likelihood



- Posterior



# Custom Priors



Categorical Univariate Bivariate

Current Initial Rating

Prior Decision Distribution

Generic Professional Judgment Prior

Custom Professional Judgment Prior

Uniform Prior

Professional Judgment

Initial Rating

Certainty Level

Custom Prior

Rating	Probability
0 - Trivial	0.05
1 - Highly-controlled	0.20
2 - Well-controlled	0.50
3 - Controlled	0.20
4 - Poorly-controlled	0.05

Sum =

Prior Decision Chart

Labels

Yes

No



Categorical Univariate Bivariate

Current Initial Rating

Prior Decision Distribution

Generic Professional Judgment Prior

Custom Professional Judgment Prior

Uniform Prior

Professional Judgment

Initial Rating

Certainty Level

Custom Prior

Rating	Probability
0 - Trivial	0.001
1 - Highly-controlled	0.01
2 - Well-controlled	0.70
3 - Controlled	0.239
4 - Poorly-controlled	0.05

Sum =

Prior Decision Chart

Labels

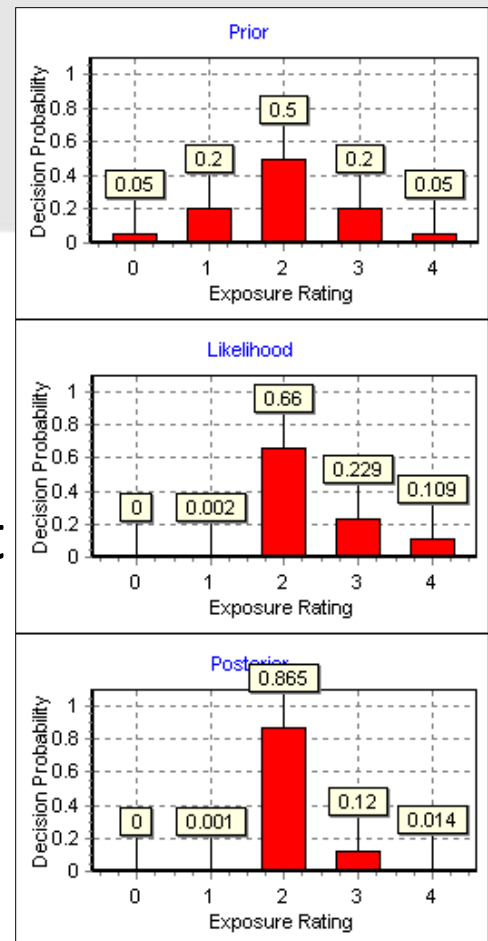
Yes

No



# Advantages of BDA

- Can set a plausible parameter space
- Output is a set of Decision Charts
- Can incorporate Professional Judgment
- Best applied to small datasets
- Provides feedback
- Consistent with ...
  - AIHA Exposure Banding Model
  - EU Control Banding Model
  - pharmaceutical Control Banding or PB-OEL Models
- Provides guidance for respirator selection
- Can be applied to *censored* datasets



# IHDA (verktøyet som er benyttet til BDA)

Gratis versjon av verktøyet som er benyttet.

<http://www.oesh.com/x%20Software/Freeware.php>




# Revisjon av EN-689



# Noen eksempler på strategier

- 1977: Leidel et al, “Occupational Exposure Sampling Strategy Manual”, NIOSH.
- 1991: AIHA ‘SEG’ Baseline Strategy (revidert i 1998, 2006, 2014)
- 1993: BOHS Technical Guide 11, “Sampling strategies for airborne contaminants in the workplace”
- 1995: ATIL best 450: Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfæren (revidert i 2002 (EN689), 2008 (henvisninger))**
- 1995: European Standard EN689, “Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy”
- 2009: *French regulatory method published*
- 2011: BOHS-NVvA strategy published
- 2015?: European Standard EN689, “Workplace exposure — Measurement of exposure by inhalation to chemical agents — Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values”.**



**Workplace exposure — Measurement of exposure by inhalation to chemical agents — Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values**

# Standard Norge



Hans Thore Smedbold utpekt av Standard Norge til å være Norges representant i gruppen.

Nominasjonen støttet av Fagrådet i NYF

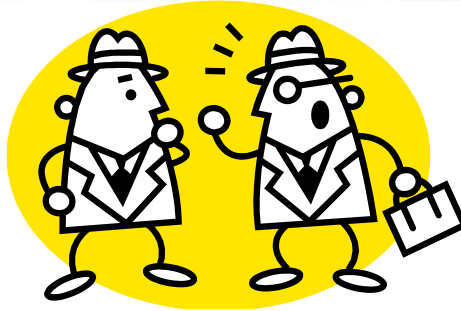
Deltatt på to møter i hhv. Marseilles (juni 2014) og Milano (oktober 2014)

Møtefrekvens og omfang betydelig høyere enn antatt

Hadde vært fint med en SPONSOR (eller flere) som kunne vært med å dekke reisekostnadene

Vil forsøke å være et bindeledd tilbake til bl.a. revisjon av 450

# Om arbeidet



- revisjonen offisielt startet oktober 2014, forberedt i over 2 år
- 2 dagersmøter ca. hver 2. mnd. (Dortmund, Brüssel, Delft, Stavanger / Oslo, .....)
- fortsatt uklart (i allefall for meg) i forhold til bakgrunnen for endringene i tittel og formål
- fokus på strategier basert på trad. fullskiftsmålinger
- liten vilje til å ta inn bruk av direktevisendeutstyr og krav datakvalitet
- dagens presentasjon har berørt noe av det som diskuteres i gruppen
  
- krevende



# Opprettelse av skyggekomite

For standardiseringsarbeidet er det mulig å opprette en nasjonal skyggekomite, som kan tjene om diskusjons arena og event. bidra til utarbeidelse av tekst.

Korte møter, tematisk, basert på bruk av video / web.

Gi beskjed til undertegnede om du ønsker å være med:

[hts@proactima.com](mailto:hts@proactima.com)



proactima.com





# Oppsummering

# 450 vs. AIHA vurderingsstrategier

Best. nr. 450

AIHA

Vurderer mot:  
25% av YGV (Øvre tiltaksgrense)

Vurderer mot:  
Yrkehygienisk grenseverdi (YGV)

Vurderingskriterie:  
Aritmetisk Middel (AM)

Vurderingskriterie:  
95 persentilen

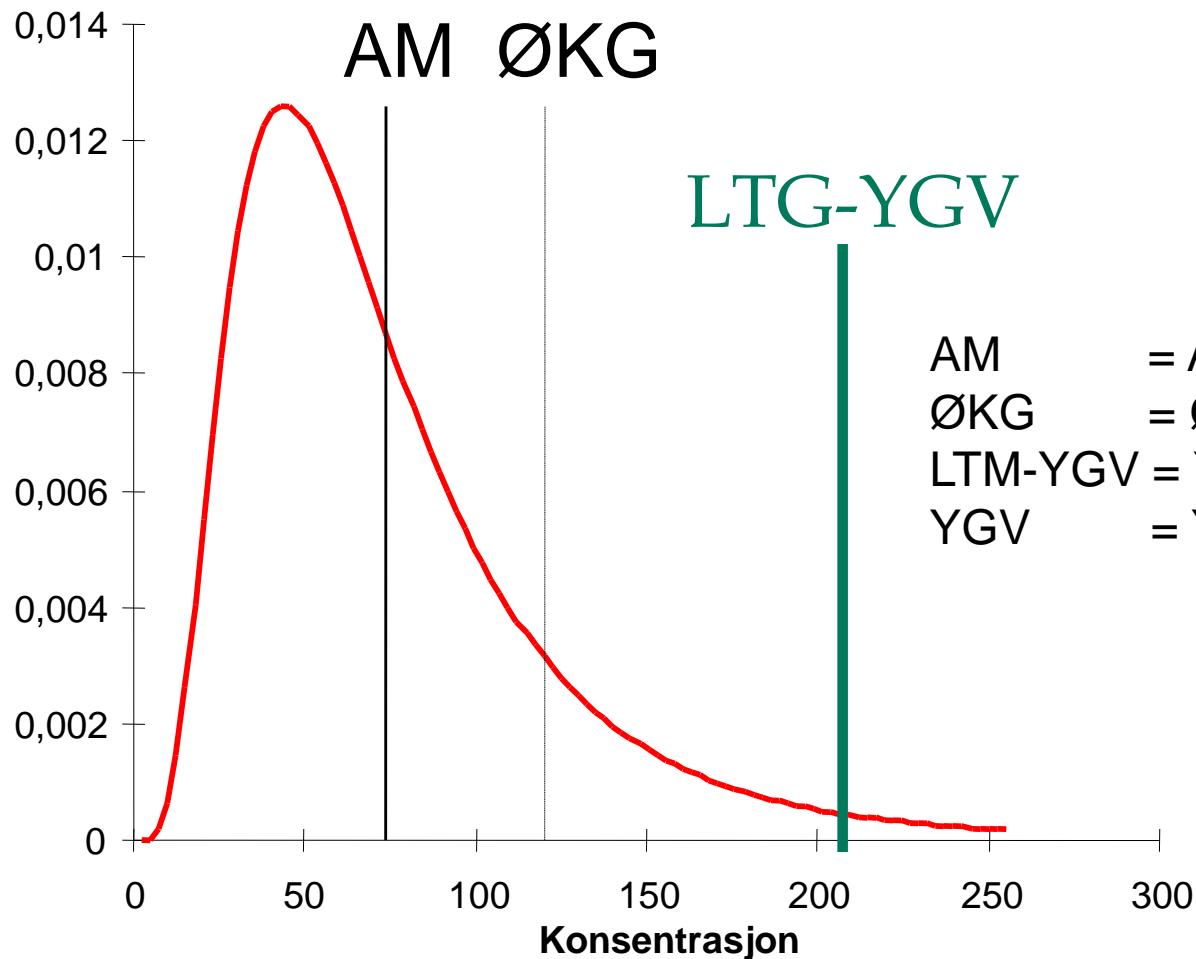
Fokus på “normal” eksponering:  
Gjennomsnitt  
Konfidensinterval til gjennomsnittet (ØKG)

Fokus på høy eksponering:  
95 persentilen  
Øvre toleransegrense (ØTG)

NB! Forutsetning (homogen gruppe):

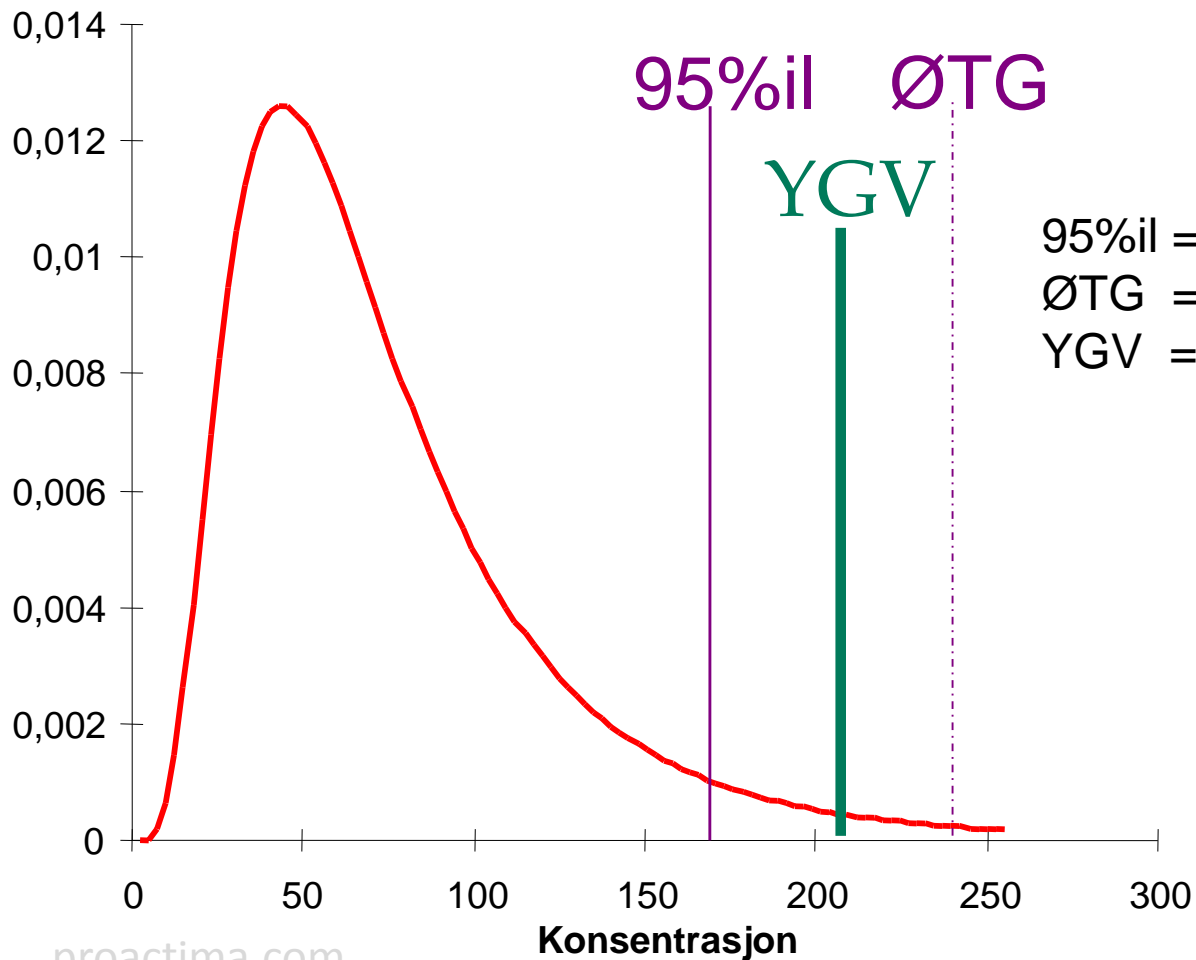
Hvis gjennomsnittseksponeringen (aritmetisk middelverdi) for minst ett av grupped medlemmene er mindre enn halvparten eller mer enn dobbel så stor som gjennomsnittet for hele gruppen, bør de relevante arbeidsmiljøfaktorene vurderes på nytt med sikte på en videre oppdeling av gruppen (kilde: 450).

# Vurdering av gjennomsnittseksponering (Epidemiologi – kumulativ eksponering)



AM = Aritmetisk middel  
ØKG = Øvre konfidensgrense  
LTM-YGV = YGV for langtidsmiddel  
YGV = Yrkeshygieniskgrenseverdi

# Vurdering av mulighet for overskridelse av YGV



95%il = 95 prosentilen  
ØTG = Øvre toleransegrense  
YGV = Yrkeshygienisk grenseverdi

# Variabilitet vs. usikkerhet

## Distinguishing variability and uncertainty

Term	Definition
Variability	Heterogeneity of values over time, space or different members of a population, including stochastic variability and controllable variability. Variability is a true or an inherent property of the system or population being evaluated and cannot be reduced by collection of additional information.
Uncertainty	Lack of or “imperfect knowledge concerning the present or future state of an organism, system, or (sub)population under consideration” (IPCS, 2004). May affect its accuracy or relevance. Uncertainty can be reduced, at least in principle, by collecting more information.

# Bruk av ulike vurderingsmetoder

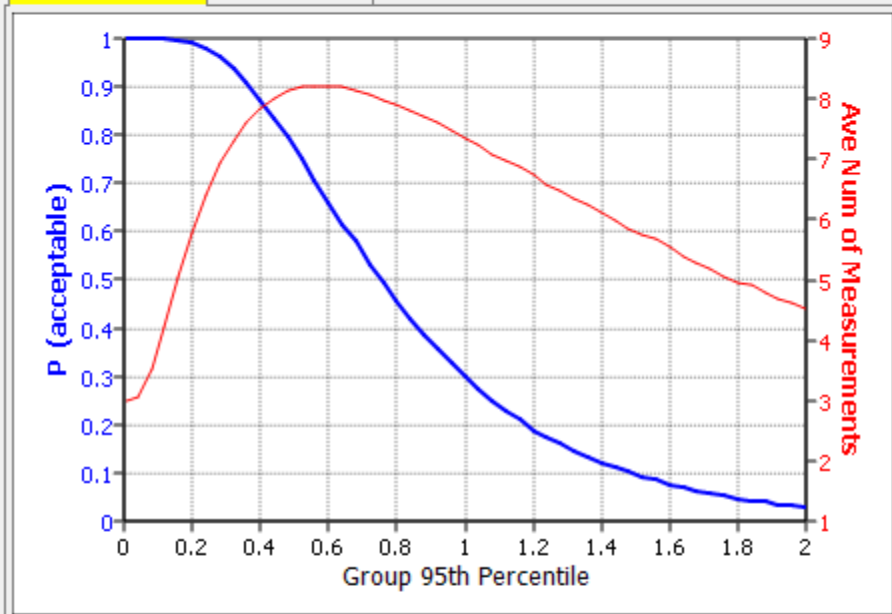
Tabellen indikerer hvilke vurderingsmetoder som kan være relevante i forhold til ulike eksponeringssituasjoner

Workplace situation	Exposure measurements	Reasonable worst case measurements	Measurement of technical parameters	Calculation of exposure using validated models or algorithms	Comparison with other workplaces	Control Banding	Standardized working procedures for defined branches or tasks
1 constant conditions	x	x	x	x	x	x	x
2 shortened exposure with constant conditions	x	x	x	x	x	x	x
3 occasional exposure	x	x	x	x	x	x	x
4 stationary with irregular exposure	x	x	x		x	x	x
5 mobile with irregular exposure	x*	x			x	x	x
6 unpredictable, constantly changing exposure	x*				x		x
7 outside	x*				x		x
8 underground	x*		x	x	x		x
9 unforeseen occurrences		x	x		x		x

For å redusere kost, og bedre ytelse -> kombinere flere vurderingsmetoder

## AIHA SEG Exposure Assessment Strategy

Performance Curve Decision Curves



Simulation Parameters Chart Options Print Options

Simulation Size = 50000

Group GSDs

GSD = 2.5

$\rho$  = 0.2

GSD<sub>w</sub> = 2.27

GSD<sub>b</sub> = 1.51

Strategy Parameters Sensitizing Rules

OEL = 1 OEL' = 100 % of OEL

Number of Workers = 9

Upper Percentile

- 90th  
 95th  
 99th

Use UCL for Percentile ?

- No  
 Yes

UCL

- 70%UCL (X.95 and N workers 6-30 only)  
 75%UCL  
 90%UCL  
 95%UCL  
 99%UCL  
 Custom k-value

Type of Sampling

- Campaign  
 Sequential

Any single measurement > OEL' is unacceptable.

Defaults ?

Description of Strategy

Start

Close





# proactima.com

Prepared.