

Vurdering av eksponering i forhold til Yrkeshygienisk Grenseverdi (YGV)

NYF Årskonferanse Ålesund 2014

Hans Thore Smedbold



PREPARED.

Hva skal vi gjennom

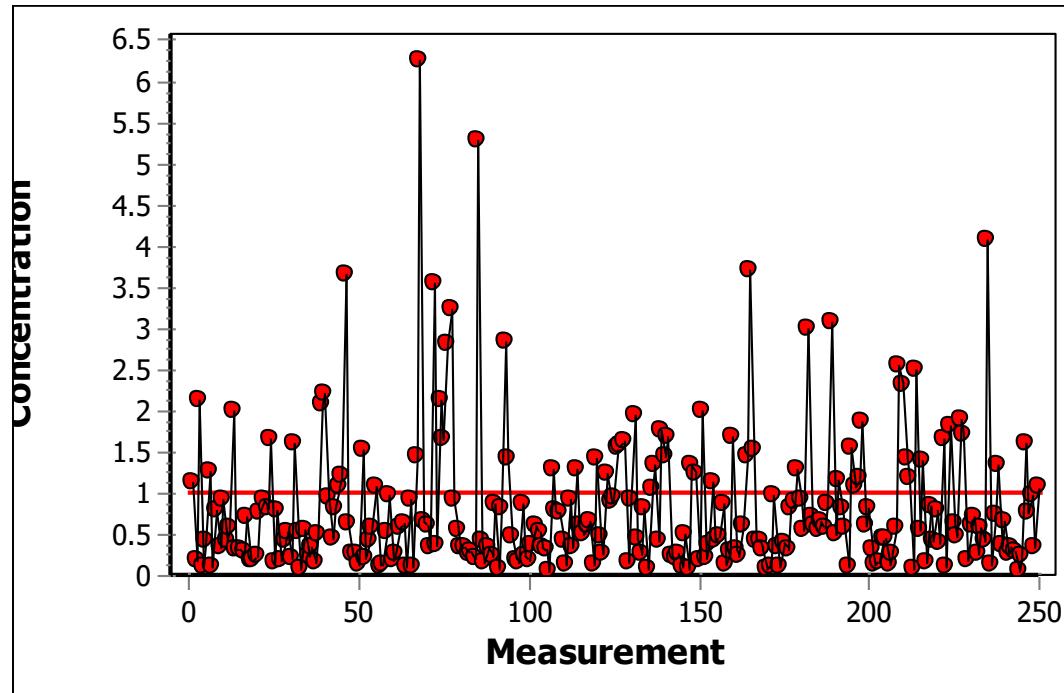
Tid	Tema
09:00 – 09:30	Innledning
09:30 – 10:15	Vurdering av eksponering i forhold til YGV (og andre typer kartlegginger og vurderinger)
10:15 – 10:30	Pause / besøk utstillere
10:30 – 11:00	Prøvetakingsstrategier for vurdering av eksponering i forhold til YGV
11:00 – 11:15	Data kvalitet
11:15 – 11:30	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 Limit - 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 revision)

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 - veiledering for yrkeshygienikere (norsk oversettelse av BOHS Guide to Report Writing). NYF 2013.
IHSTAT	Excel verktøy og veiledering for statistiskvurdering av eksponering https://www.aiha.org/get-involved/VolunteerGroups/Documents/EXASSVG-IHSTAT-V229.xls
MAK collection	http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418/topics

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) ($n \geq 1$)
ØTG	Øvre toleransegrense (øvre 95 konfidensgrense til 95 persentilen)
ØKG	Øvre konfidensgrense (øvre 95 konfidensgrense til middelverdien)
GM	Geometrisk middelverdi
AM	Aritmetisk middelverdi
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 hovedtilnærmingar

- **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

The collage includes:

- Welcome Letter:** A molecular structure of a compound with labels like CHOLINE, SERINE, TRYPTOPHANE, PYRUVIC ACID, etc.
- News:** A colorful 3D plot showing data trends over time.
- Deliverables:** A 3D model of a DNA double helix.
- Publications:** A diagram showing the process from sample collection and sample preparation to UPLC-MS analysis and peak picking and alignment.
- Participants List:** A map of Europe with project partners marked.
- Focus Areas:** A heatmap of data across different categories.
- Team Members:** An illustration of people working on a large geometric structure.
- Streams:** A diagram showing Stream 1 (WP4, WP5, WP6, WP7) and Stream 2 (WP3).
- Project Overview:** A conceptual diagram showing the project's scope, including Analytical exposure biology, Computational exposure biology, Interdisciplinarity, Collaboration, Education, Diversity, and Sustainability.

HEALS is a Project, funded by the **7th Framework Programme** of the European Commission

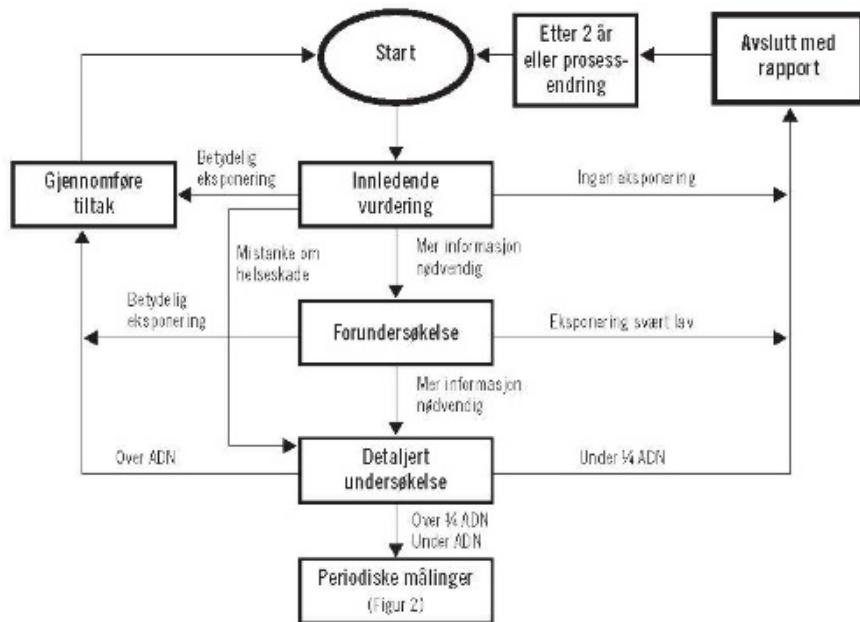
ASSESSING INDIVIDUAL EXPOSURE TO ENVIRONMENTAL STRESSORS AND PREDICTING HEALTH OUTCOMES - PAVING THE WAY FOR AN EU-WIDE ASSESSMENT

Noen eksempler på strategier

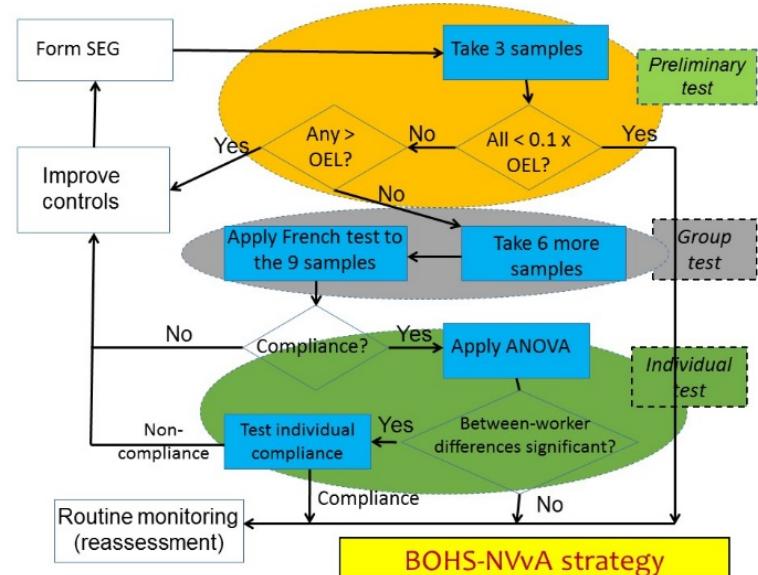
- 1977: Leidel et al, "Occupational Exposure Sampling Strategy Manual", NIOSH.
- 1991: AIHA 'SEG' Baseline Strategy (revidert i 1998, 2006, **2014**)
- 1993: BOHS Technical Guide 11, "Sampling strategies for airborne contaminants in the workplace"
- 1995: ATIL best 450: Kartlegging og vurdering av eksponering 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)



Prøvetakingsstrategi (450 detaljert undersøkelse, AIHA, BOHS NVvA)



Figur 1. Oversikt over kartleggingsprosessen

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

Eksponeringsvurdering en del av virksomhetens risikostyring

Risikostyring => Testing av følgende hypoteser

H_o : Eksponeringsprofilen er akseptabel

H_a : Eksponeringsprofilen er uakseptabel

Hva er en eksponeringsprofil ?

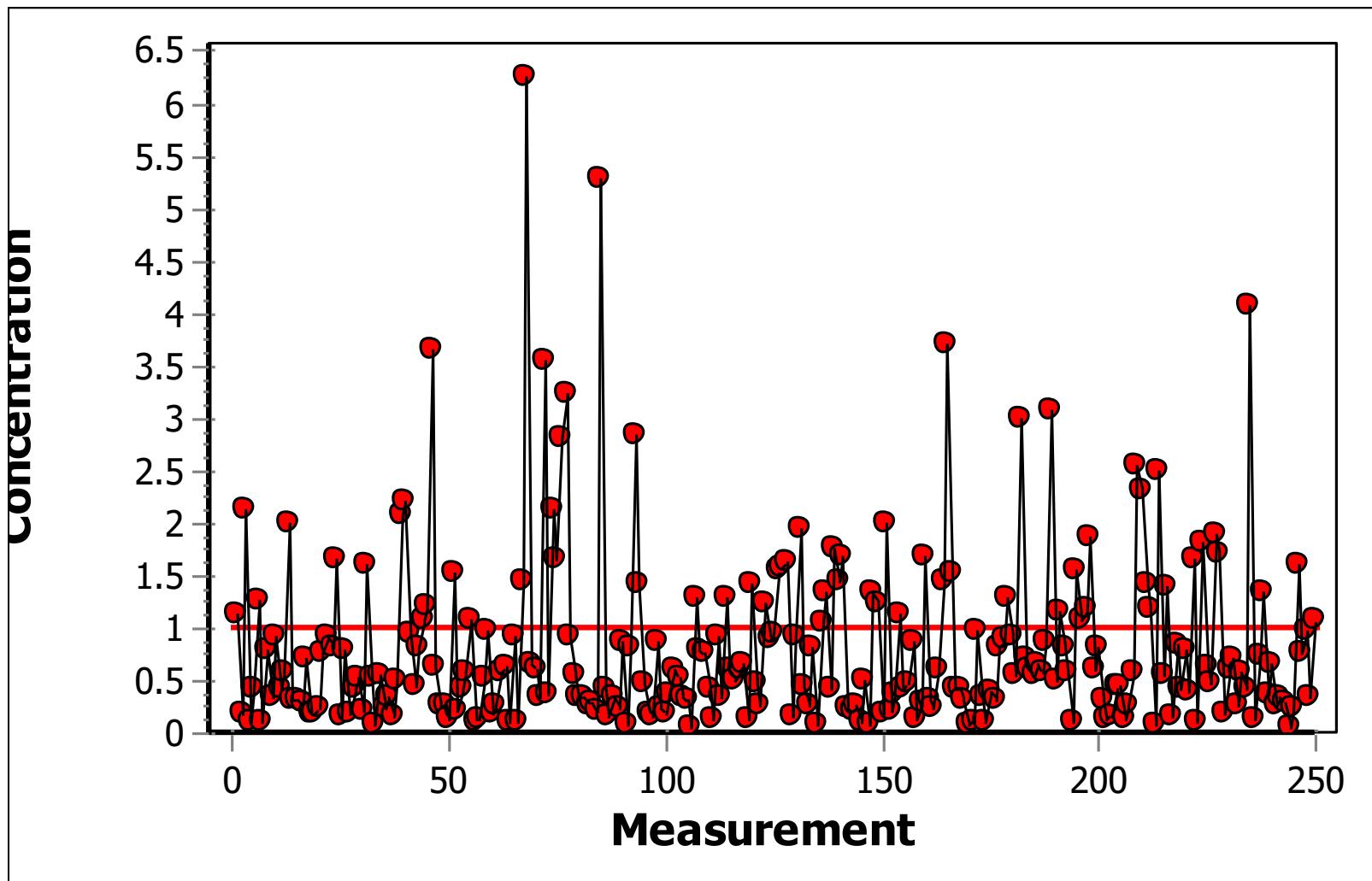
Hva er en “akseptabel” eller uakseptabel” eksponeringsprofil ?

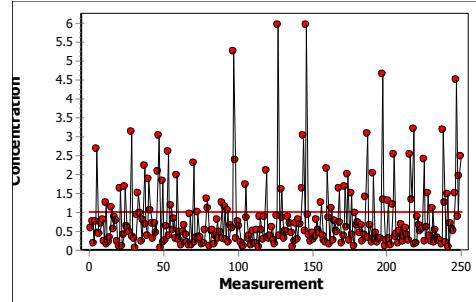
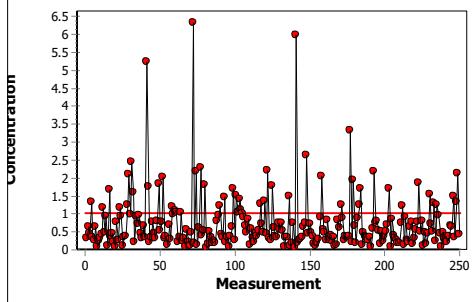
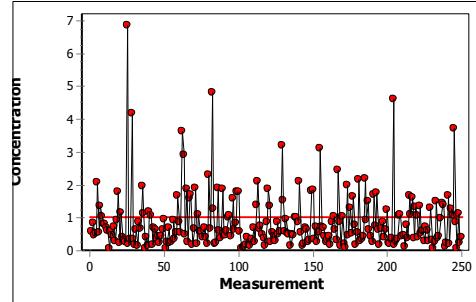
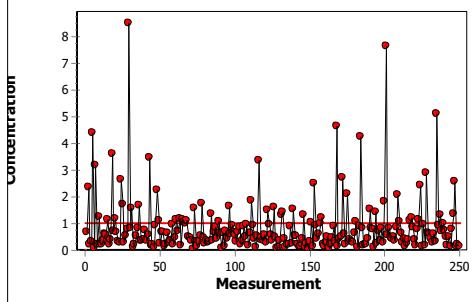
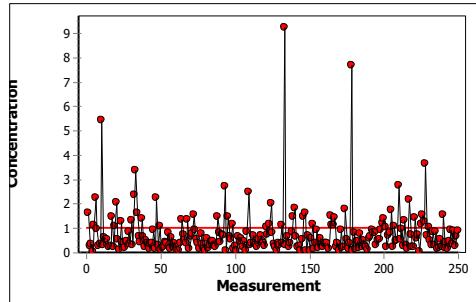
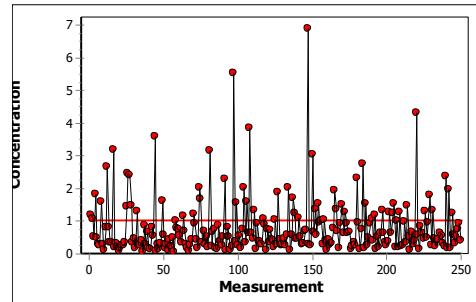
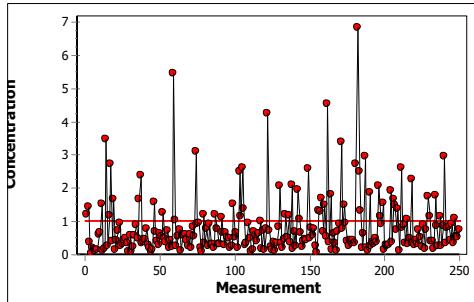
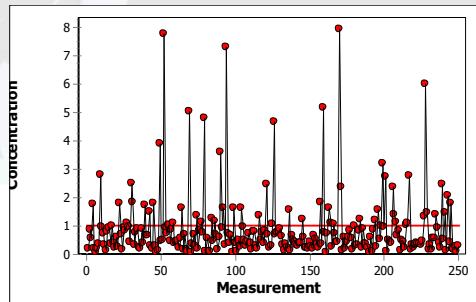
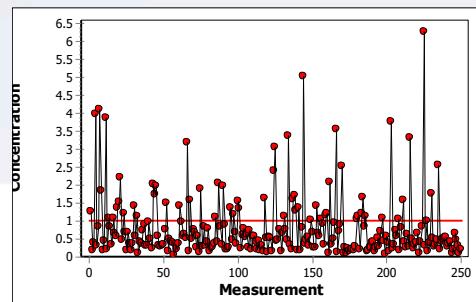
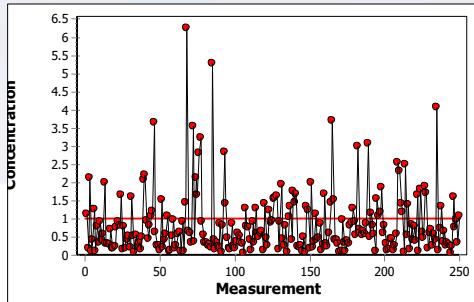
Eksponeringsprofil



- Hva er den underliggende (populasjon) av eksponering ? (eksempler)
 - Alle fullskiftsekspóneringer (TVG) for en arbeidstaker per år.
 - Alle fullskiftsekspóneringer (TVG) for en SEG per år.
 - Alle fullskiftsekspóneringer (TVG) for alle SEGene i bedriften per år.
- Alle korttidsekspóneringer (15-minutter) for en arbeidstaker pr år.
- Alle korttidsekspóneringer (15-minutter) for en SEG per år.
- Alle korttidsekspóneringer (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 ($\bar{\Omega}TG$) $<$ 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



THINKING,

FAST AND SLOW



DANIEL

KAHNEMAN

WINNER OF THE NOBEL PRIZE IN ECONOMICS

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 metningskonsentrasjon
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

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

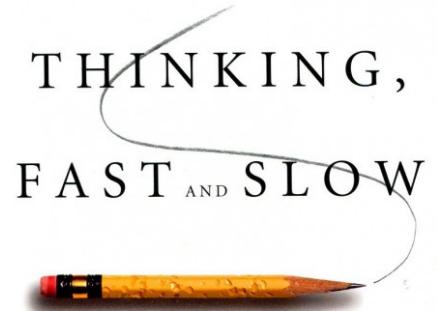
$$P_A = (P^0_A / 760 \text{ mmHg}) * 1\ 000\ 000$$

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

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

X_A = molfraksjonen av komp. A i væsken

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



DANIEL
KAHNEMAN

WINNER OF THE NOBEL PRIZE IN ECONOMICS

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
Konfidensinterval til gjennomsnittet (ØKG)

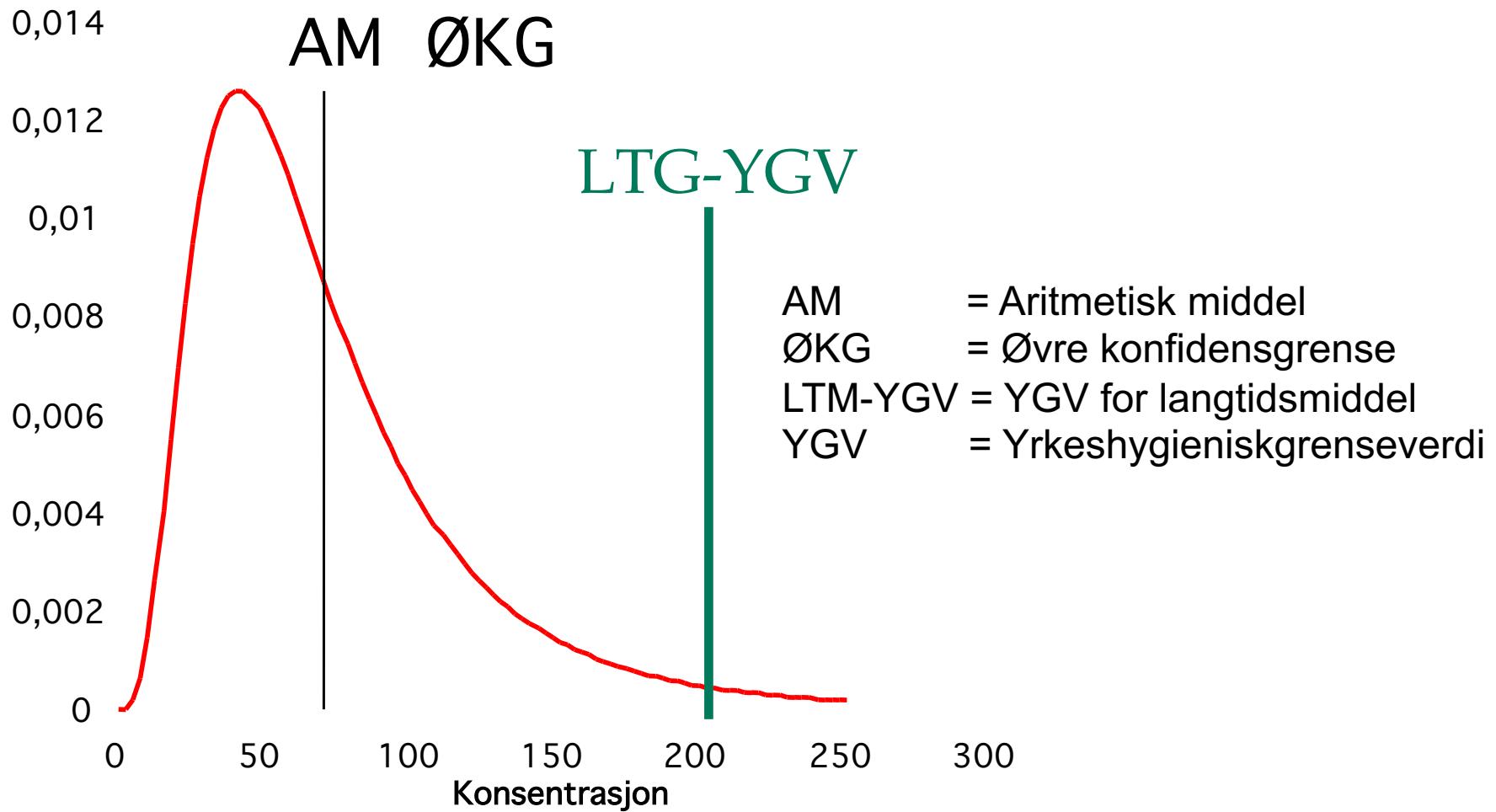
Fokus på høy eksponering:
95 persentilen
Øvre toleransegrense (ØTG)

NB! Forutsetning (homogen gruppe):

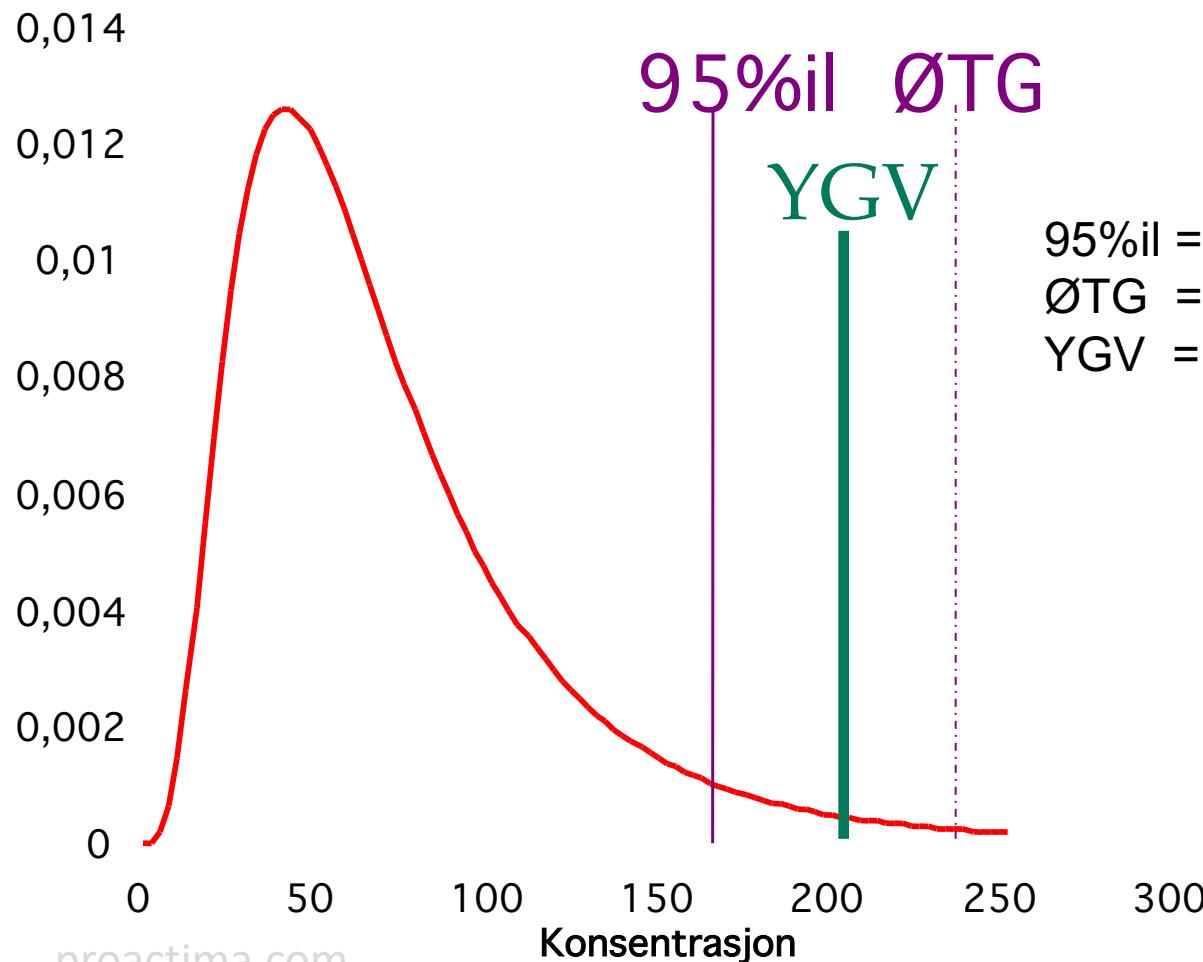
Hvis gjennomsnittsekspeseringen (aritmetisk middelverdi) for minst ett av gruppemedlemmene er mindre enn halvparten eller mer enn dobbel så stor som gjennomsnittet for hele gruppen, bør de relevante arbeidsmiljøfaktorene vurderes på nytt med sikte på en videre oppdeling av gruppen (kilde: 450).

proactima.com

Vurdering av gjennomsnittseksposering (Epidemiologi – kumulativ eksponering)



Vurdering av mulighet for overskridelse av YGV 95 - persentil



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



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

Detaljert kartlegging: AM < 25% av YGV

Forutsetter:

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

Hva kan den «sanne» 95persentilen være?

- Gitt:
 - GM = median
 - $X_p = GM \times GSD^{zp}$ (måo., $X_{0.95} = GM \times GSD^{1.645}$)
- ... 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

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

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 (måo <10) og en eller flere av målingene er > YGV, => over eksponering
2. Finn median verdien – og bruk denne som et «surrogat» 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	$10\% < X_{0,95} \leq 50\%$	
3	$50\% < X_{0,95} \leq 100\%$	
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	Arimetisk					
	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	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

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

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
- Periodisk overvåkning
- Effekt av tiltak
- Nedgradere / fjerne krav om bruk av verneutstyr
- Ferdigstillings dokumentasjon (FAT, SAT, As built)
- Feilsøking
- Forskning
- Vurdering av helseeskade

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

Ulike type vurdering – ulike hypoteser

◆ Baseline undersøkelse

- $H_o: 95^{\text{th}} \text{ persentil} \leq \text{YGV}$
- $H_a: 95^{\text{th}} \text{ persentil} > \text{YGV}$

◆ Periodisk overvåkning

- $H_o: 95^{\text{th}} \text{ persentil} \leq \text{YGV}$
- $H_a: 95^{\text{th}} \text{ persentil} > \text{YGV}$

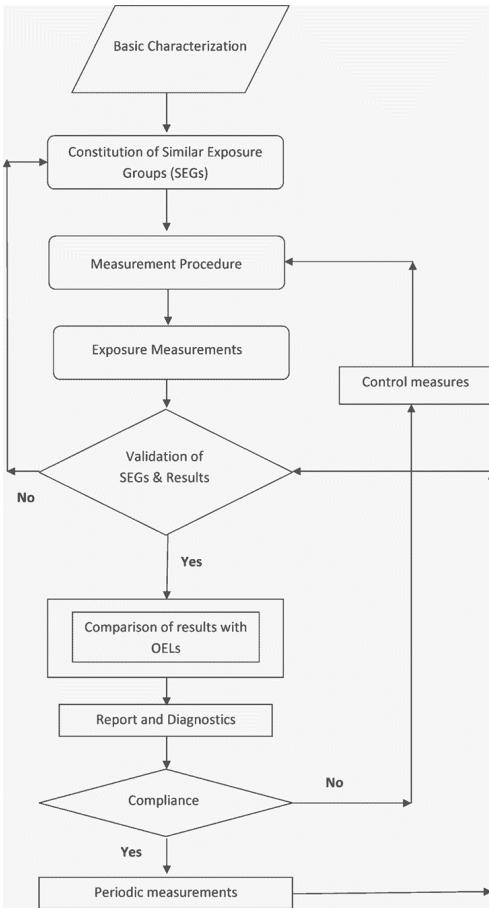
eller

- $H_o: \text{sann eksponerings «rating»} = \text{Initiell «rating»}$
- $H_a: \text{sann eksponerings «rating»} > \text{Initiell «rating»}$



- ◆ Nedgradere / fjerne krav om bruk av verneutstyr
 - H_o : 95th persentil \geq YGV
 - H_a : 95th persentil < YGV
 - H_o : 95th persentil \geq ½ YGV
 - H_a : 95th persentil < ½ YGV
- ◆ Ferdigstillingsdokumentasjon
 - H_o : 95th persentil \geq YGV
 - H_a : 95th persentil < YGV (forventet å være << 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:

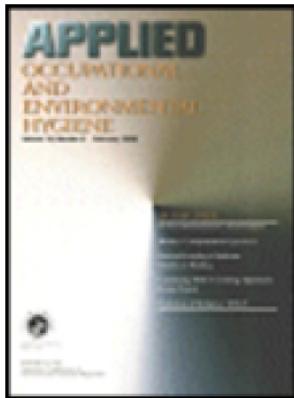
Begrense variasjon i gruppen slik at det er mulig å generalisere på bakgrunn av et begrenset antall målinger.

(stillingskategorier, agens, aktivitetsprofil, arbeidsplass osv)

Krav:

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

EN-689 (draft): GDS < 3



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^a, R. Alesbury^{b c}, B. Carton^d, M. Gérin^e, H. Litske^f, H. Marquart^{e f}, E. Olsen^g, T. Scheffers^h, R. Stammⁱ & T. Woldbaek^j

^a Health and Safety Executive , Merseyside, L20 3QZ, United Kingdom

^b BP Chemicals Ltd , London, EC2M 7BA

^c UK representing European Chemical Industry Council (CEFIC) , Brussels, B1160, Belgium

^d Institut National de Recherché et de Securité , Cedex, BP27, France

^e TNO Nutrition and Food Research , Rijswijk, 2280HV

^f The Netherlands representing Ministry of Social Affairs and Employment , The Netherlands

^g National Institute of Occupational Health , Copenhagen, DK2100, Denmark

^h DSM Limburg bv, Geleen, 6160BD, The Netherlands representing CEFIC

ⁱ Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit , Sankt Augustin, 5205, Germany

^j 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>

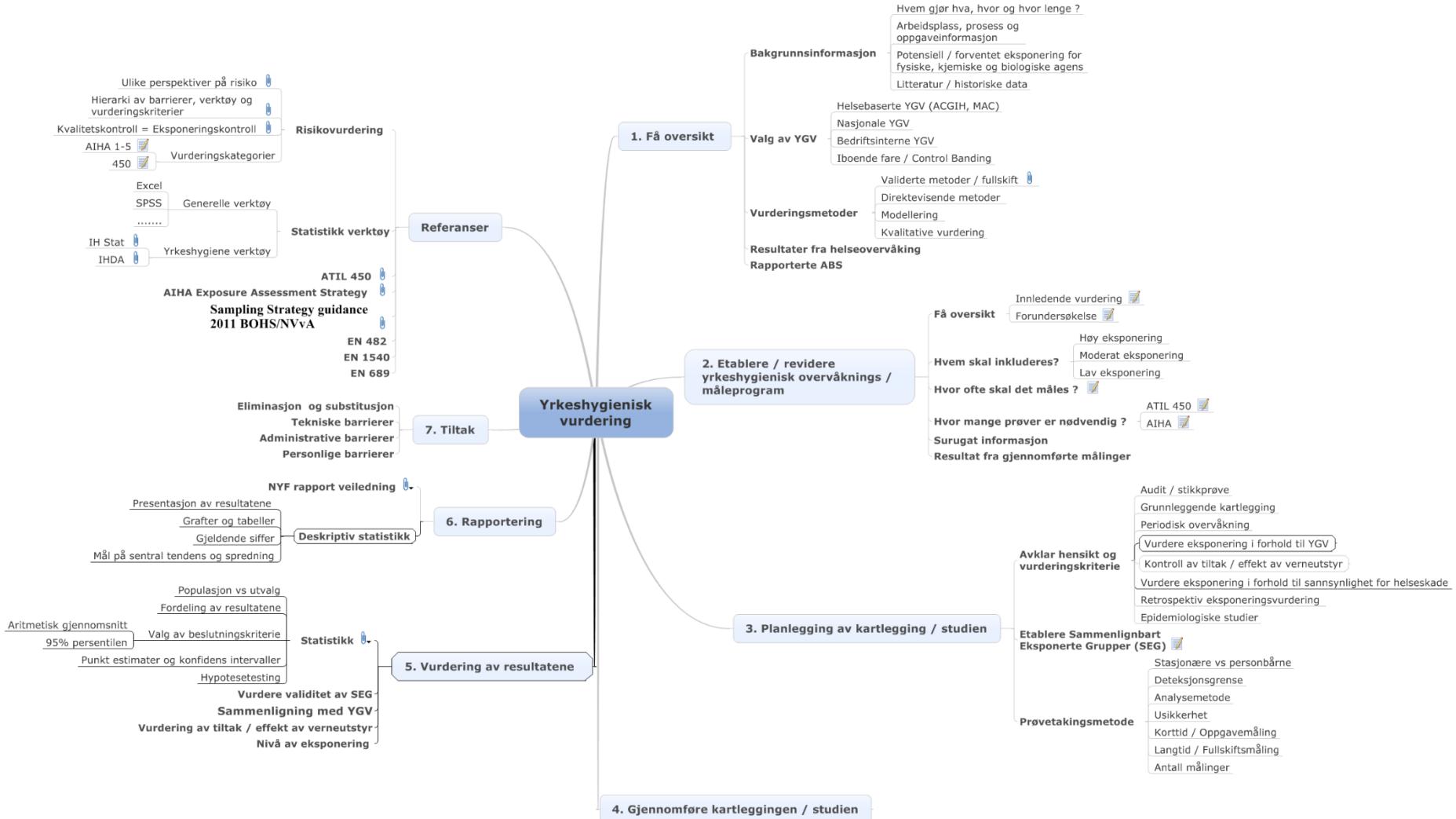
Yrkeshygienisk vurdering



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 Limit - OEL): <i>Maksimumsverdi for gjennomsnittskonsentrasjonen av et kjemisk stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode.</i>





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".**

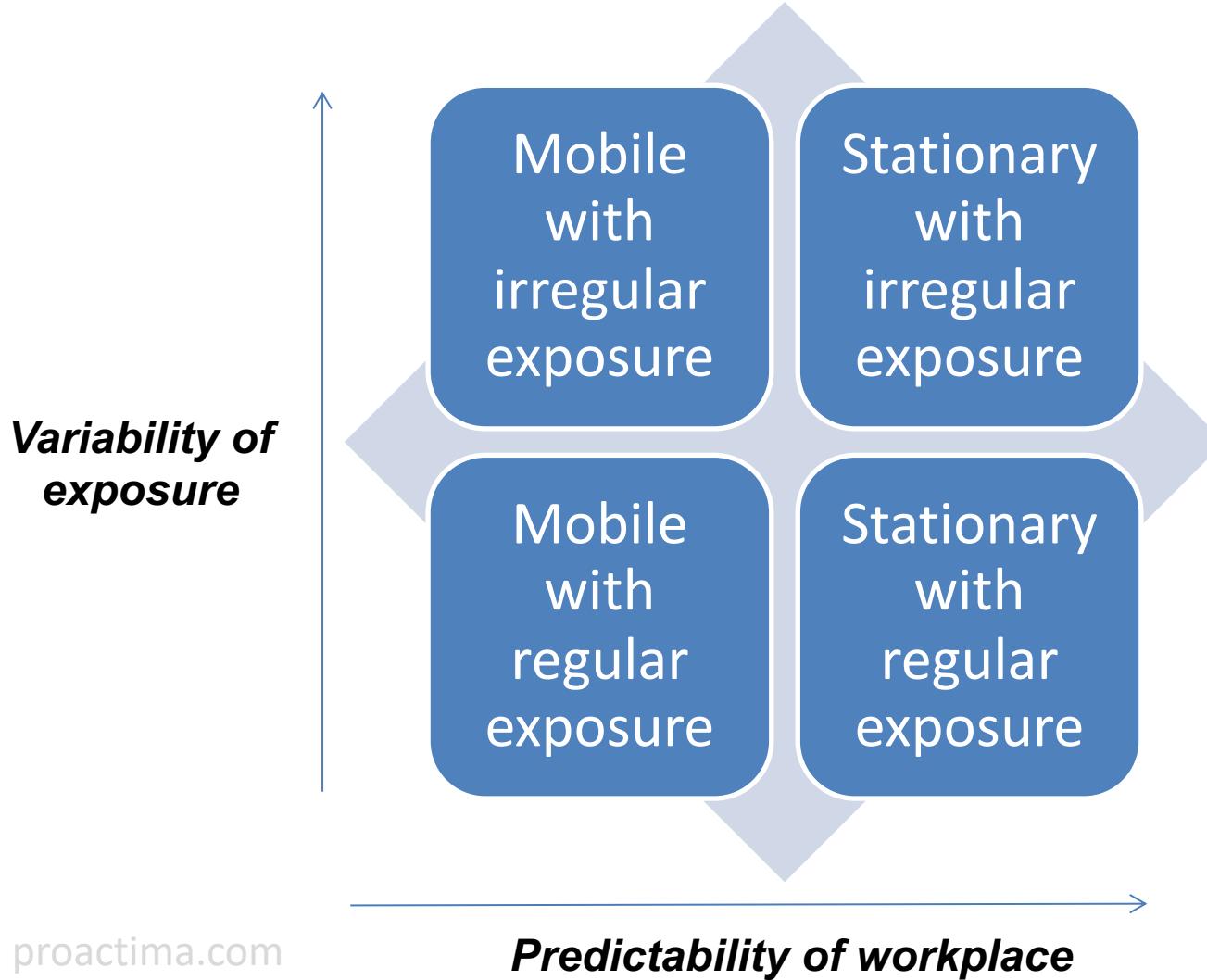
Felles for de ulike strategiene

- 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 eksponeringssituasjoner

Eksponeringssituasjon	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 sjeldent eksponering	Changing batches in the chemical industry or maintenance work on permanently installed 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	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 + logbok / intervju for å vurdere variasjon i frekvens og varighet
- > Beregnet / simulert fullskiftsekspesponering

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



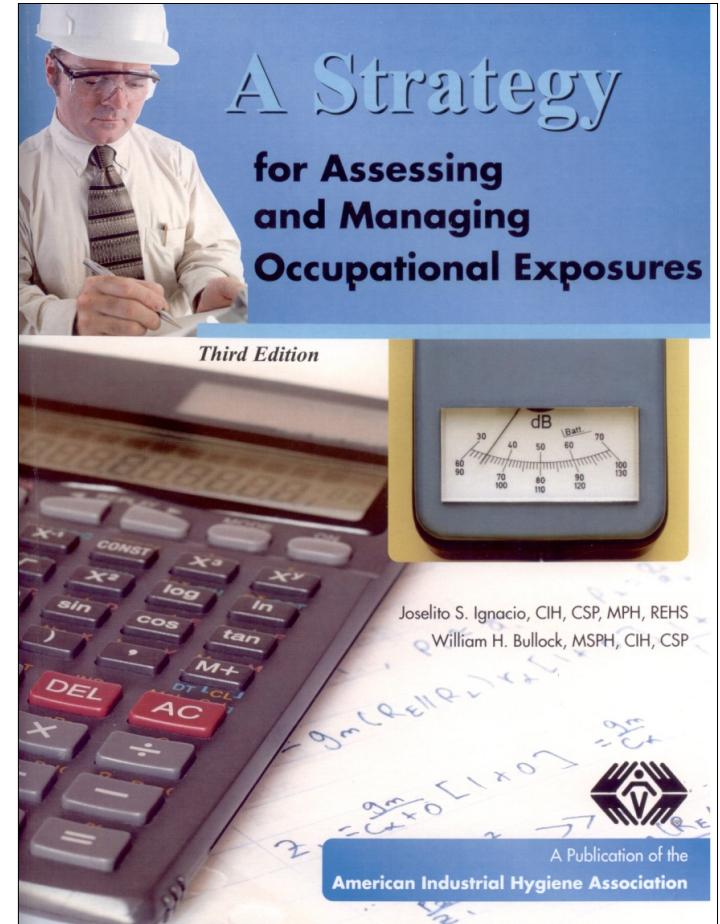
Copyright 2014

Exposure Assessment Solutions, Inc.

1

AIHA 3rd Edition (2006)

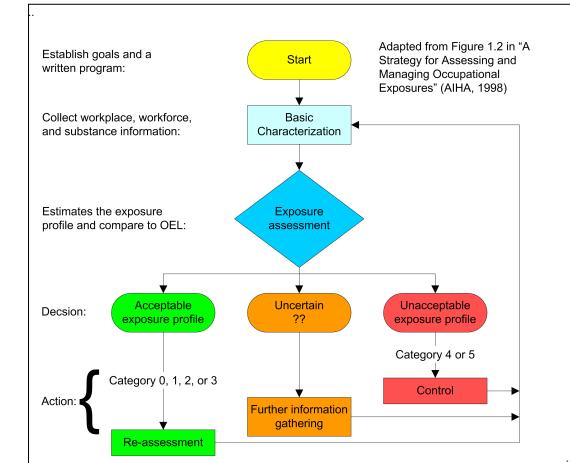
- Revised and updated
- Sections on ...
 - Lab EA
 - Batch operations
 - Dermal EA
 - Bayesian Decision Analysis
 - Censored data analysis
 - Control Banding
 - and more...



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 95th 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	$10\% < X_{0,95} \leq 50\%$	
3	$50\% < X_{0,95} \leq 100\%$	
4	$100\% < X_{0,95} \leq 500\%$	
5	$X_{0,95} > 500\%$	

Typiske “Aksjoner” basert på vurderingskategoriene

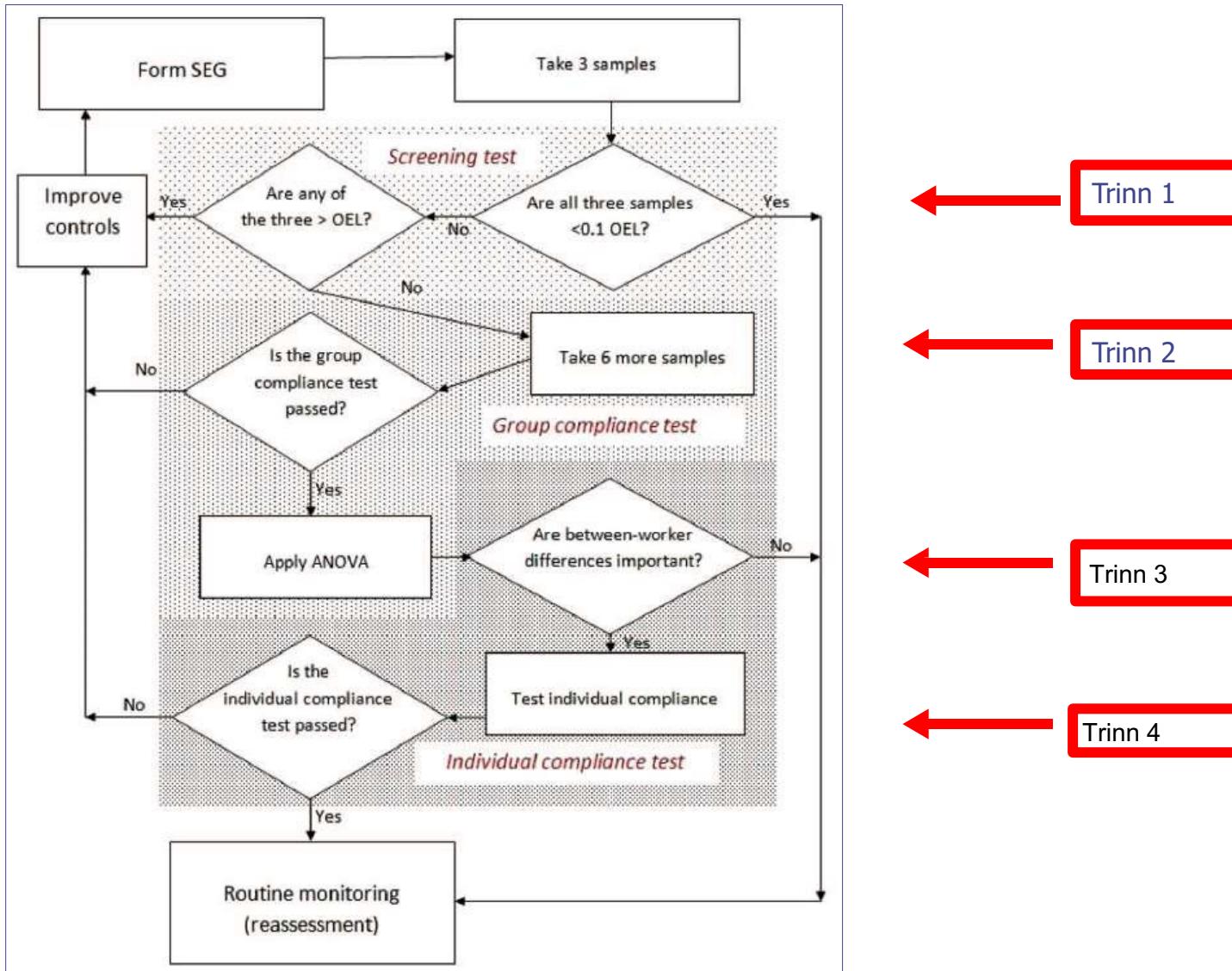
	Eksponeringskategori*	Anbefalt kontroll tiltak
	0 (<1% av YGV)	Ingen tiltak
	1 (<10% av YGV)	Generell kjemikalieopplæring
	2 (10-50% av YGV)	+ spesiell kjemikalieopplæring
	3 (50-100% av YGV)	+ periodisk overvåking av eksponering, periodisk helseovervåking, vurdere arbeidspraksis
	4 (>100% av YGV)	+ 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 99.9th and 95th 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



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 (ρ).
- 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 $X_{0.95} > OEL$.

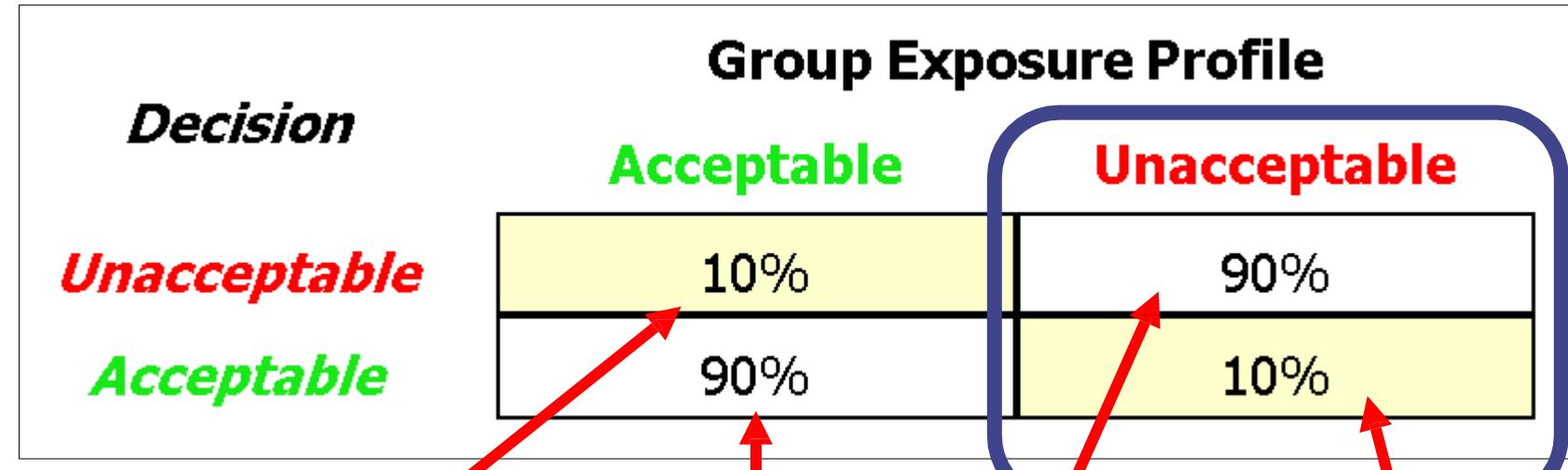
Formalisert ytelseskrav

		Group Exposure Profile	
<i>Decision</i>	Acceptable	Unacceptable	
Unacceptable	Employer's Risk (α)	1-Employees' Risk ($1-\beta$)	
Acceptable	1-Employer's Risk ($1-\alpha$)	Employees' Risk (β)	

P(falsk positive)

P(falsk negative)

Ønsket fordeling av beslutningsfeil ?



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

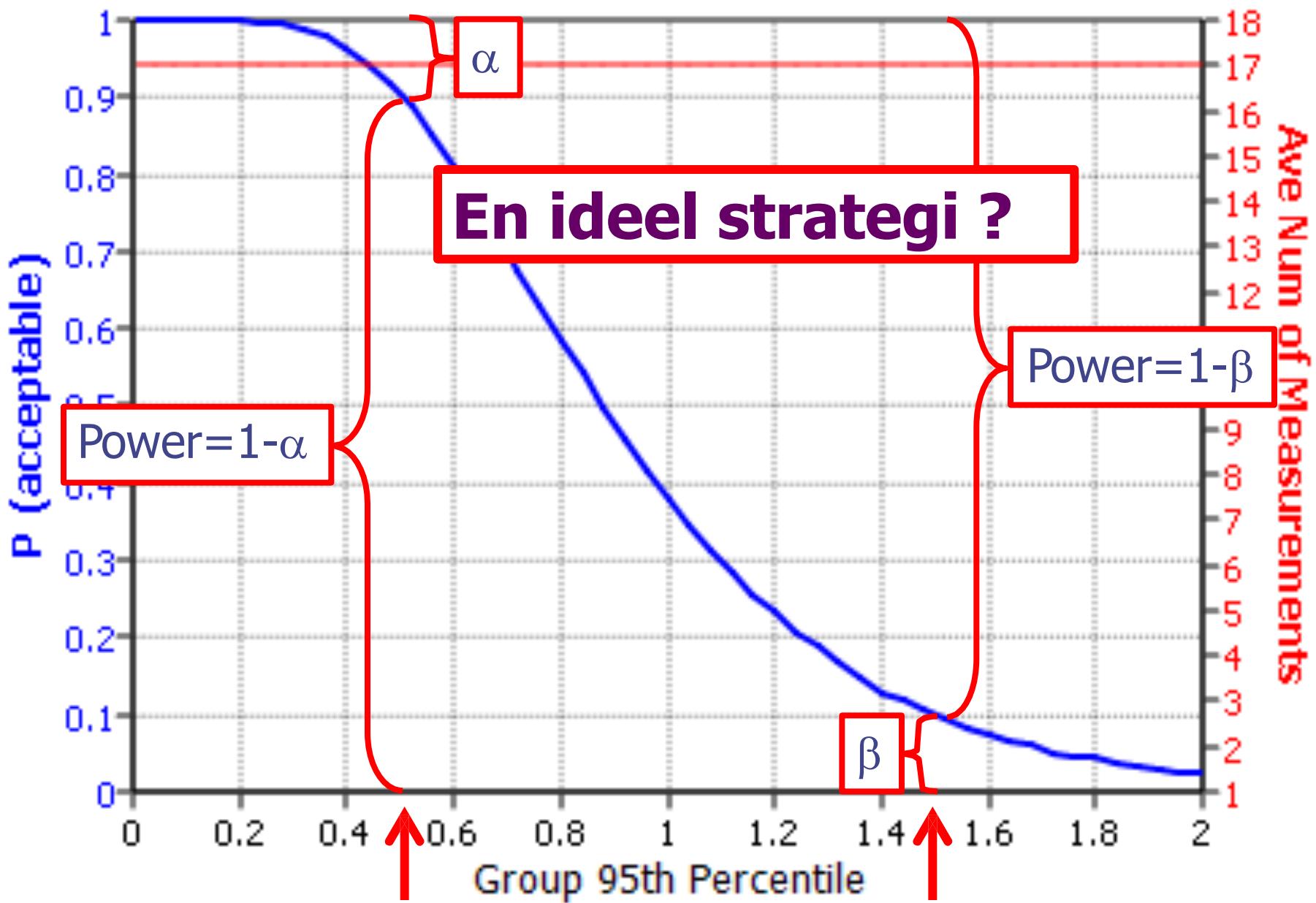
Power to detect
a “clearly acceptable”
exposure profile.

Power to detect a
“clearly unacceptable”
exposure profile.

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

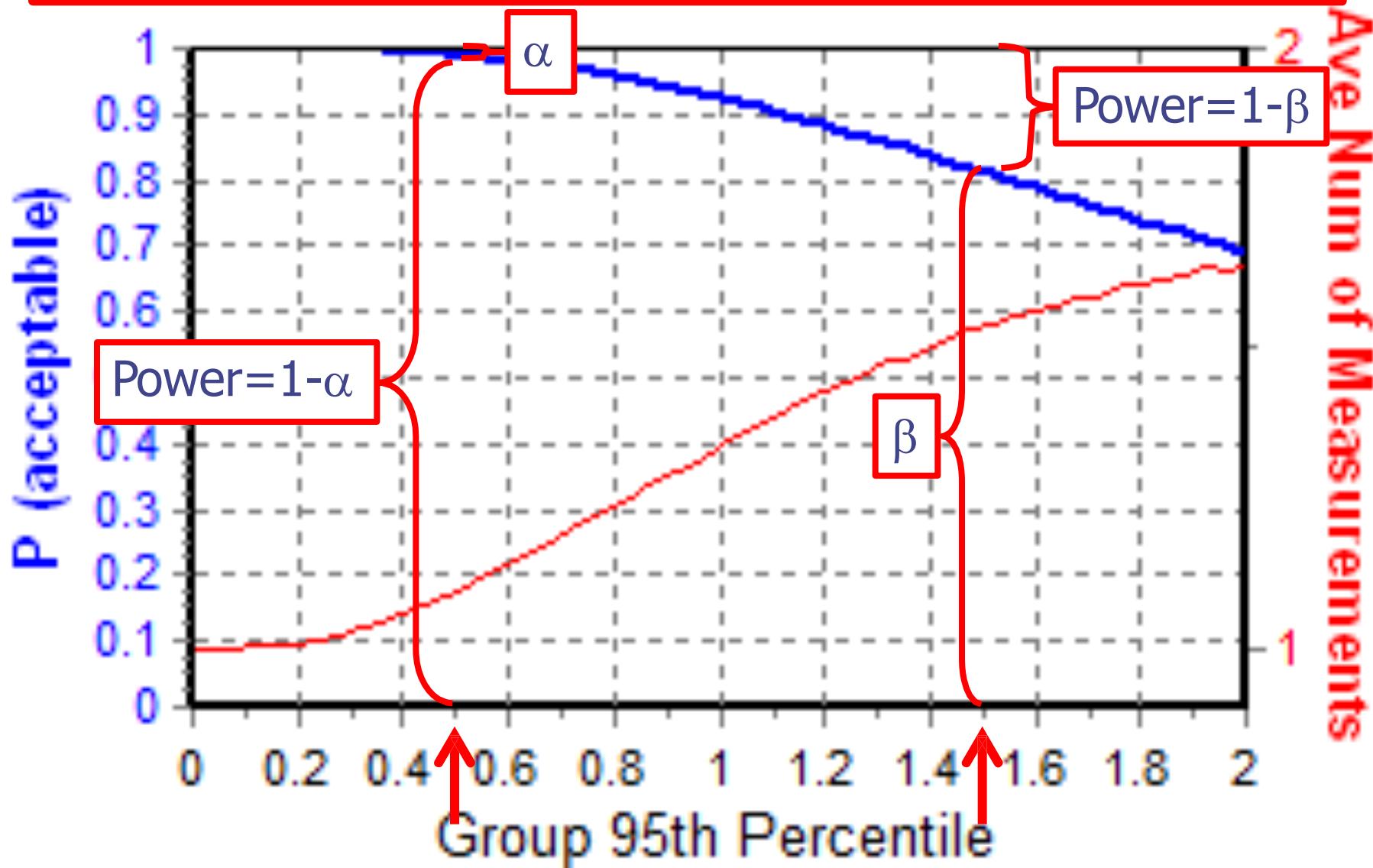
Ytelseskurver

- ◆ 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.



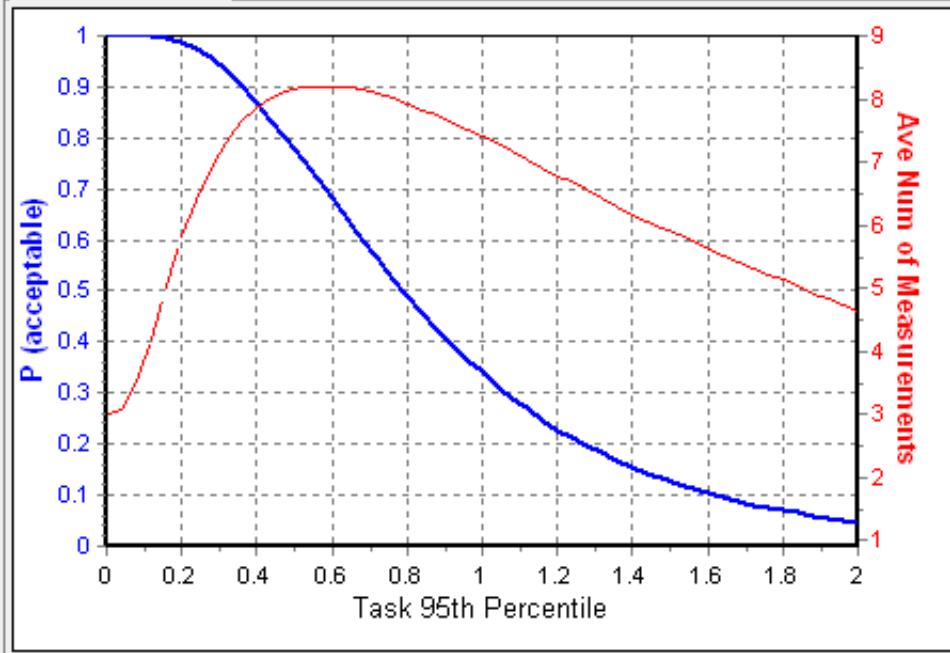
OEL=1; Clear Acceptable=0.5 & Clearly Unacceptable=1.5

A Rubbish Strategy – OEL=1, GSD=2.5



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)>OEL threshold = 0.20

Type of Sampling

- Campaign
- Sequential

Defaults

Simulation Parameters Chart Options Print Options

Simulation Size = 50000

Task GSD

GSD = 2.5

ρ = 0.2

GSDw = 2.27

GSDb = 1.51

Percentile

90th percentile

95th percentile

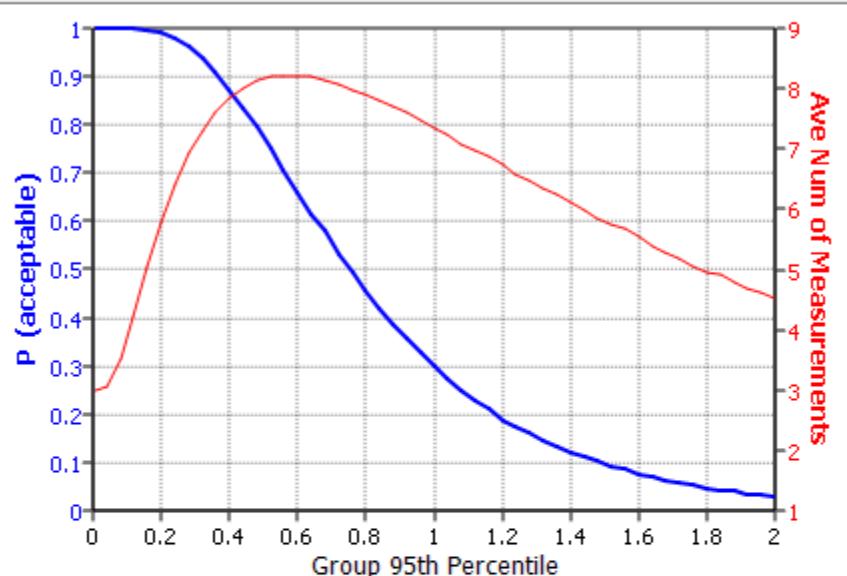
99th percentile

Start

Close

AIHA SEG Exposure Assessment Strategy

Performance Curve | Decision Curves



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

Simulation Parameters | Chart Options | Print Options

Simulation Size = 50000

Group GSDs

GSD =	2.5
ρ =	0.2
GSD _w =	2.27
GSD _b =	1.51

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 eksponerings-kategoriene.

Ytelseskurvene ligner på hverandre.

BOHS NVvA strategien er mer komplisert 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 foreslårte 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



Revisjon av EN-689



proactima.com

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

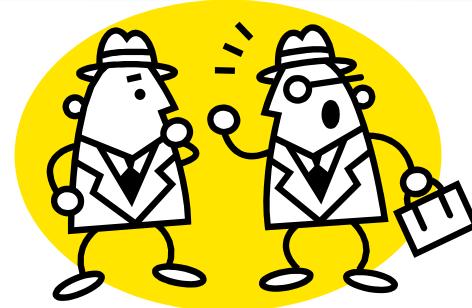
Deltatt på to møter i hhv. Marseilles (juni 2014) og Milano (oktober 2014)

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 som 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



proactima.com





Oppsummering

450 vs. AIHA vurderingsstrategier

Best. nr. 450

AIHA

Vurderer mot:
25% av YGV (Øvre tiltaksgrense)

Vurderer mot:
Yrkehøygjenisk grenseverdi (YGV)

Vurderingskriterie:
Aritmetisk Middel (AM)

Vurderingskriterie:
95 persentilen

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

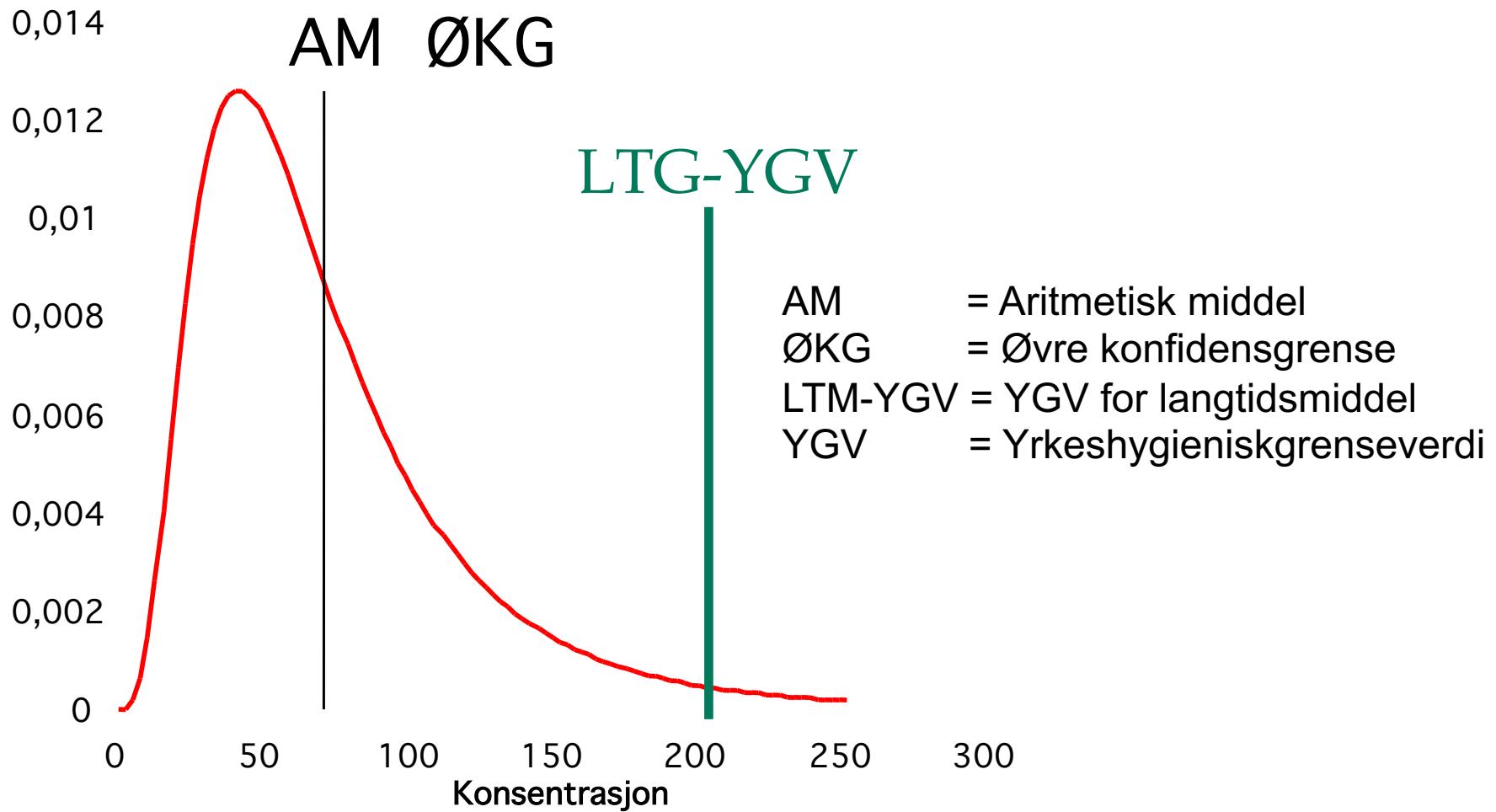
Fokus på høy eksponering:
95 persentilen
Øvre toleransegrense (ØTG)

NB! Forutsetning (homogen gruppe):

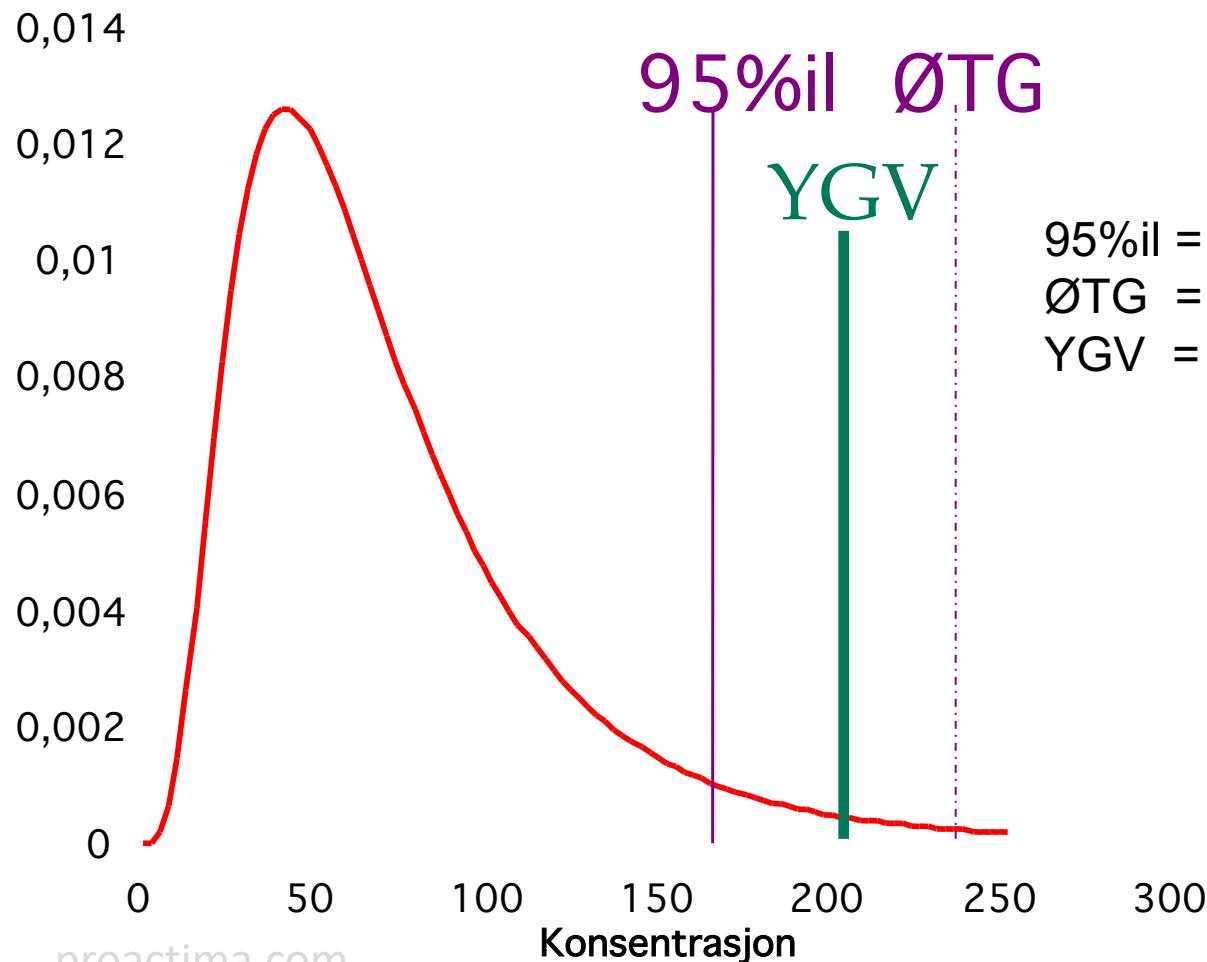
Hvis gjennomsnittsekspeseringen (aritmetisk middelverdi) for minst ett av gruppemedlemmene er mindre enn halvparten eller mer enn dobbel så stor som gjennomsnittet for hele gruppen, bør de relevante arbeidsmiljøfaktorene vurderes på nytt med sikte på en videre oppdeling av gruppen (kilde: 450).

proactima.com

Vurdering av gjennomsnittseksposering (Epidemiologi – kumulativ eksponering)



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

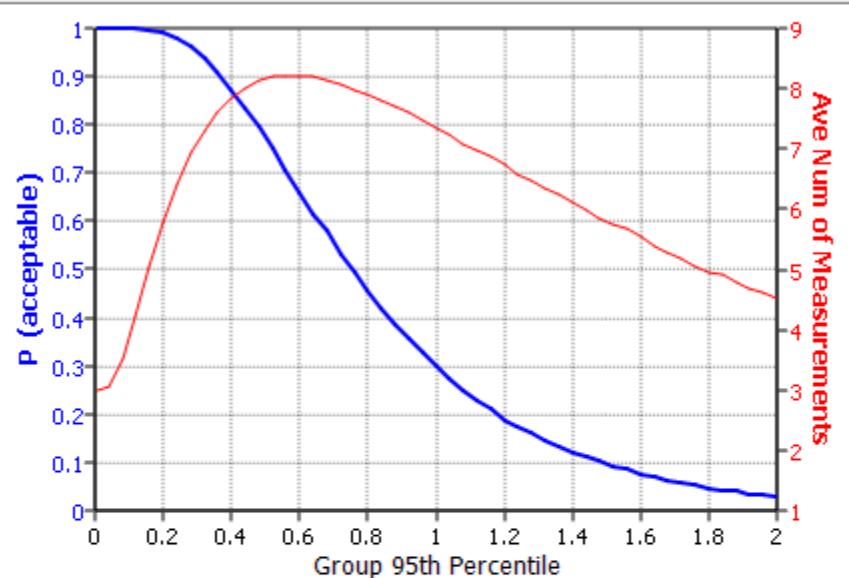
Tabellen indikerer hvilke vurderingsmetoder som kan være relevante i forhold til ulike eksponeringssituasjoner

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	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



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

Simulation Parameters | Chart Options | Print Options

Simulation Size = 50000

Group GSDs

GSD =	2.5
p =	0.2
GSDw =	2.27
GSDb =	1.51

Type of Sampling

- Campaign
- Sequential

Any single measurement > OEL' is unacceptable.

Defaults ?

Description of Strategy

Start

Close



proactima.com

Prepared.

proactima.com

