

Frokostmøte HØR!

**Måling av lydnivå
15.02.2013**

Tønnes A. Ognedal
Sinus AS



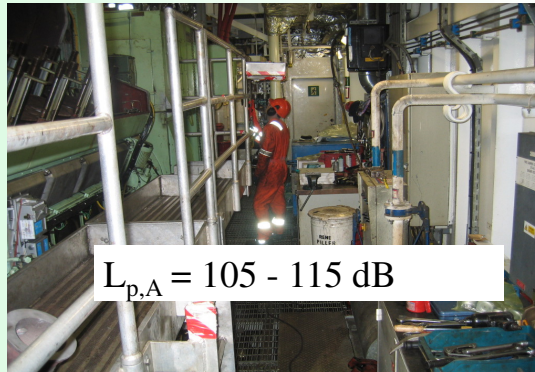
AGENDA

Målinger av støy på arbeidsplassen:

- med fokus på hørselsskadelig støy
- Bakgrunn, instrumenter, omgivelser
- Støynivå i arbeidsområder
- Støyeksponering for personell
- Støy fra håndholdt verktøy
 - Eksponeringsnivå for: støy fra egenaktivitet
 - Støydata for verktøy, leverandørdata - feltmåling

Historikk: Støyindusert hørselstap

For ca 50 år siden:
“Naturlig” at
maskinister fikk
hørselstap



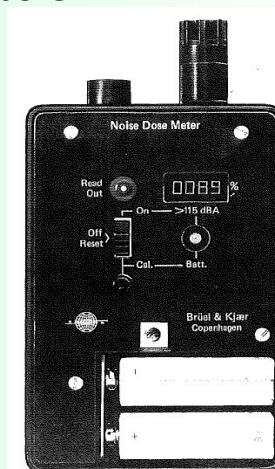
Nivå ⇔ Skade ?

- Støygrenser bygger på kunnskap:
⇒ **Trenger instrumenter for å måle støynivåer**

Nivåer: Leq, Peak, filtere

Verdens første frekvensanalysator: ca 1940

Dosimetre: 1970 årene



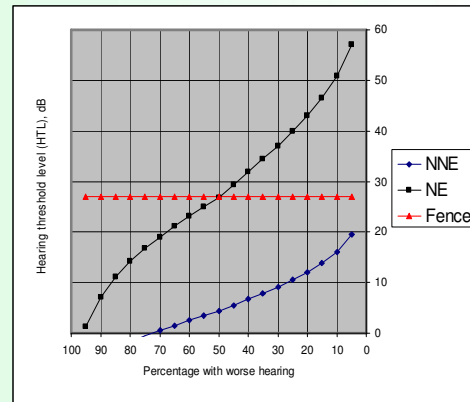
Brüel & Kjær – tidlig dosimeter

Nivå ⇔ Skade

- ISO 1999:

”With the exception of blast, high impulsive noise and extremely high levels of steady noise permanent impairment of the hearing organ take time and is progressive over months, years or decades of exposure”.
(fra første utgave 1975)

- OBS:
Individuelle forskjeller



Krav til støy på arbeidsplassen:

skal ivareta:

1. Konsentrasjon (svært viktig)
 2. Kommunikasjon (+ konsentrasjon)
 3. Beskyttelse av hørsel
- ”Tilsvare” arbeidstilsynets gruppe I, II og III

**Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer
i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer
(forskrift om tiltaks- og grenseverdier)**

IKRAFTTREDELSE:2013-01-01

"støygrenser samme som før"

	Arbeidstilsynet	Type målinger
Gruppe I	$L_{EX,1h} = 55 \text{ dB}$	Områdestøy
Gruppe II	$L_{EX,1h} = 70 \text{ dB}$	Områdestøy
Gruppe III	$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB}$	Områdestøy
Øvre tiltaksgrense	$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB}^*)$ $L_{pC,peak} = 130 \text{ dB}$	Støyeksponering Støy fra håndholdt verktøy

***) Offshore / PTIL: $L_{EX,12h} = 83 \text{ dB}$**

2009

Sinus AS

7

Internasjonale krav til støyeksponering

EKSEMPLER:

- EU – direktivet
 - Angir tilsvarende krav til hørselskadelig støy som i Norge – eller OMVENDT ©
- I-INCE* Publication 05-01:
 - All feasible engineering efforts shall be taken to achieve A-Weighted 8-hour-average not exceeding 85 dB in all frequently occupied spaces.
 - * International institute of Noise Control Engineering
- Note: Gerald Fleischer vil "begrave" støyeksponeringskravene
 - mener impulser er viktigst
- Gruppe I og II er "Norske" – ikke like vanlig andre steder
- Områdekrav offshore er i mange tilfeller reflektert i samme krav

Valg av MÅLEMETODE

Metoden tilpasses:

- FORMÅLET med målingen:
 - Kontroll mot grenseverdi eller vurdering av tiltak?
 - "Støygruppe": Høye eller lave lydnivå?
Gruppe III: Hørselsskadelig støy
 - Støy fra verktøy / utstyr

Sinus AS

9

Risikovurderinger

- **Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning**
- Når det gjennomføres **måling som grunnlag for risikovurdering**, skal målemetoder og måleinstrumenter være tilpasset miljøet, den type eksponering som forekommer og eksponeringens varighet. **Målemetodene som brukes skal være representative** for den enkelte arbeidstakers personlige eksponering, og **det skal tas hensyn til måleusikkerhet ved vurdering av risiko.**

Hva påvirker nivået?



Rettigheter til bilde er uavklart



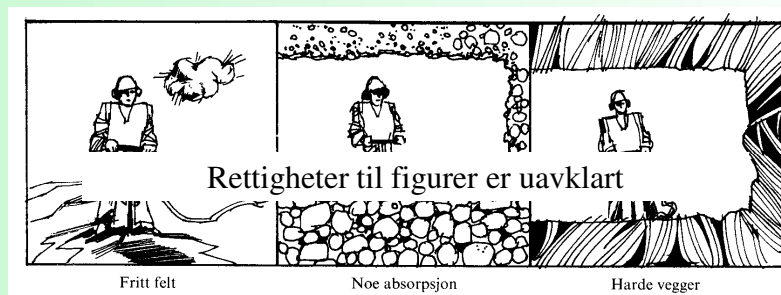
Ulike faktorer:

- Arbeidsmetoder
- Støykilder på stedet
- Sidemann / kollega
- Rombidrag / refleksjoner
- Bakgrunnstøy
 - ikke typiske kilder

Målinger under komplekse forhold kan være vanskelig.

REPRESENTATIVT NIVÅ?

Rombidrag / refleksjoner



Målemetode og forhold å ta hensyn til:

Type målig	Rombidrag	Bakgrunnsstøy
Områdestøy	Inkluder i målingen	Vurder typisk situasjon
Støyeksponering	Inkluder i målingen	Vurder typisk situasjon
Støydata for verktøy	Eliminer bidrag	Eliminer bidrag

Inkluder: lett
Vurder: greit
Eliminer: utfordring

Sinus AS

13

Metoder / Standarder

- NS 4814 Bestemmelse av støybelastning i arbeidet - Områdestøymålinger og utarbeidelse av støysonekart
- NS 4815-1 Måling av yrkesmessig eksponering av støy for arbeidstakere. Del 1: Forenklet metode (mars 06)
- NS 4815-2 Del 2: Teknisk metode, er erstattet av:
- NS-EN ISO 9612 – Bestemmelse av støyeksponering i arbeidsmiljø – Teknisk metode
- PTIL: Støyindikator – for eksponering
“et detaljnivå lavere enn NS 4815-1”

Metoder / Standarder (fortsatt)

- ISO 11200-serien: Målinger i arbeidstakers posisjon
- **Kartlegging av støydata fra utstyr:**
 - **ISO 3740-serien: Målinger av støy fra maskiner og utstyr**
 - NS-EN ISO 3746: Bestemmelse av lydeffektnivåer og lydenerginivåer for støykilder basert på måling av lydtrykk. Forenklet metode som bruker omhyllende måleflate over en reflekterende flate.
 - **NS-EN ISO 15744: Kraftdrevet ikke-elektrisk håndverktøy. Regler for støymåling. Teknisk metode (klasse 2)**
- ISO 9614: Måling av lydintensitet:

Improvisasjon?

KREVER KUNNSKAP

- Den som kan mye vet hva som skjer når man tilpasser seg situasjonen
- **Ta utgangspunkt i standardiserte metoder**

Valg av vnrstrument:

Områdestøy / Støy fra utstyr

Støyeksponering

Håndholdt støymåler

Støydosimeter eller Håndholdt



Bilder fra Norsonic

Sinus AS

17

Ulike instrumenter – eksempler vanlig bruk:

- Håndholdte lydnivåmålere:
 - Målinger av områdenivåer
 - Måling i arbeidstakers posisjon
 - Måling av støy fra utstyr
 - Frekvensanalyse / tidvariasjon
- Støydosimetre
 - Måling av nivå ved arbeidstakers øre
 - Både områdenivå og støy fra egenaktivitet
 - Måler tidsvariasjon (loggende instr.)
 - Måling av enkle Leq og Peak-nivåer



Instrumenter: fordeler / ulemper

- Håndholdte lydnivåmålere:
 - Enkle å håndtere
 - Lett start og stopp av måling
 - Vanskelig å måle i riktig posisjon
 - Kan gi for lave verdier
- Støydosimetre
 - Monteres lett i "riktig" posisjon
 - "Fanger alt":
 - Ømfintlig for falske bidrag
 - Kan gi for høye verdier
 - Begrenset dynamikk (< 60 – 70 dB)
- Ofte 3 -6 dB forskjell på eksponering målt med dosimeter og håndmåler



Usikkerhet?

- Eks: Forsamling / klasse:
- Hva er gjennomsnittsvekt?



Måling av områdenivåer / NS 4814

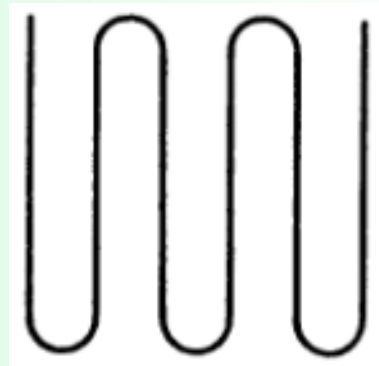
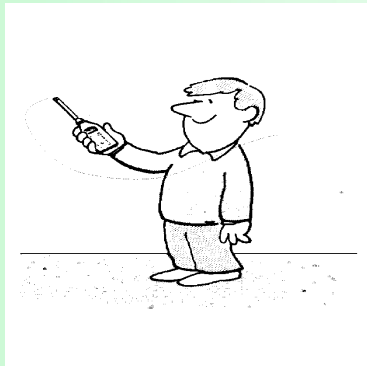
- Planlegging ut fra hensikt:
 - Finne lokale områdenivåer eller
 - Lage støysonekart for større områder
- Områdenivå, midle over sted:
 - lokale sveip eller
 - vandring med håndmåler

Forskjellig fra målinger i arbeidstakers posisjon
etter ISO 11200 - serien

Sinus AS

21

Midling under måling

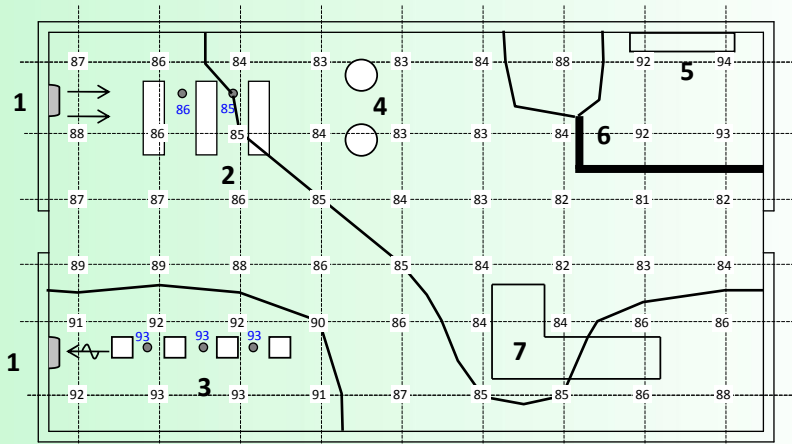


Midling på stedet ∞ og midling ved vandring:

Sinus AS

22

Støysonekart



- Eksempel på målepunkter og uttegning:

Sinus AS

23

Noen krav til målingene:

- **Målingen skal være "Representativ"**
 - For det formålet den skal oppfylle
 - Støysituasjon / produksjonsforhold etc.
 - Sted for målinger tilsv. arbeidstakers sted(er)
- **Det skal utføres flere målinger**
 - 3 hvis spredningen er mindre enn 3 dB
 - 6 hvis spredningen er større enn 3 dB
- **Usikkerhetsvurderinger er "normativt"**

Sinus AS

24

Usikkerhet med 4814

- Usikkerheten består av tre ledd:
 - u_1 er standardusikkerhet for måleverdier
 - u_2 er standardusikkerhet for instrumentering
 - u_3 er standardusikkerhet for målepunkt
 - c_1 , c_2 og c_3 er tilhørende sensitivitetsfaktorer
disse forteller hvor mye det enkelte bidraget betyr

Usikkerhet med 4814

- $1,6 \times$ roten av kvadratsummen av $c \times u$ gir U ;
=> U er 95 percentilen
"bare" 1 av 20 ligger over ($L_{EX} + U$)
- Usikkerheten kan beregnes eller anslås av tabell
 - Basert på største og minste måleverdi
- Tabellverdier varierer fra 2 dB til 6,5 dB
basert på største forskjell mellom målte verdier
 - Beregninger gir mer presise verdier

Enkel prosedyre områdemålinger
Ikke full standardmetode - kun til enkel sjekk
(Forutsetter noe kunnskap!)

- Sjekk "driftsforhold". Er disse som forutsatt?
- Kalibrer
- Sett måleren på dBA og L_{eq} .
- Vurder avstanden til kilde / flater: min 0,5 m
- Velg målepunkt:
 - Arbeidssted, i rommet eller 1 m fra kilde?

Sinus AS

27

Enkel prosedyre forts. områdemålinger

- Gjør et lite lokalt sveip
 - For eksempel ved et liggende 8-tall (∞)
- Mål i minimum minst 10 sek.
 - Eller til nivået er stabilisert
- Les av og noter L_{Aeq} og evt. L_{Cpeak}
 - Noter måleverdi og evt. referanse til lagernr.

Sinus AS

28

Enkel måleprosedyre områdemålinger

- Vurder usikkerhet, dokumenter variasjon:
 - Gjør flere målinger for å vurdere om nivået varierer med tid eller om det er variasjoner i området
 - Usikkerheten kan lett bli større enn 5-6 dB
- Ferdigstill og signer måleskjema
- Lag skisse ved behov

Støyeksponering

Avhengig av

- 1: Støynivå ved arbeidstaker
- 2: Eksponeringstider

PTIL: Støyindikator

- De **to mest støyende** operasjonene
- De **to lengste** operasjonene >80dB
- **Egenaktivitet?**
- Nøyaktighet “innen”:
2 – 3 dB med
 ± 5 dB usikkerhet

Støyindikator - Del 1. Støylingskategori, post 1-3

Innretningens navn:

Avdeling:

Støylingskategori:

Bemanning, dag + nattskift: personer

Post 1. Støyeeksponering for støylingskategorien

Område og egenaktivitet	Støytid	Eksponering		Eksponering (Døstid og)	
		Oppløstid/ Varighet	Høydeverdi / Døstid	Med HV	Uten HV
O1: Maskinrommet (O1)	40	1:11	11	60	71
O2: Garasjerommet med A, B	25	0:21	16	60	84
O3: Garasjerommet L12	20	0:11	16	73	89
O4: Garasjerommet L21	04	0:11	16	74	90
O5: Rest arbeidsområder	32	1:11		81	81
O6: Utidstilstander	18	0:11		73	73
E1					
E2					

Støyindikator for støylingskategorien:

Er det grunnstoffet detaljert risikoanalyse for støylingskategorien (sett kryss): Ja Nei

Støyeeksponering i henhold til detaljert risikoanalyse:

Post 2. Støyeeksponeringstiltak relevant for støylingskategorien

Er det utført støyeeksponeringstiltak etter år som har resultert i redusert støyeeksponering med mer enn:

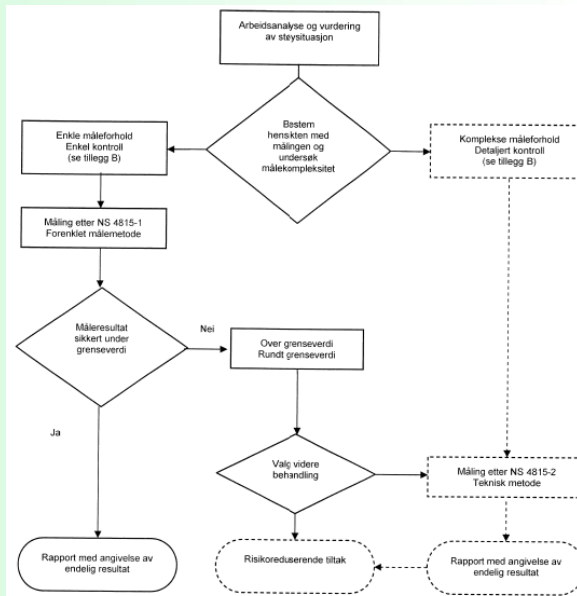
Er det formidlet arbeidsbegrensninger som utfører støylingskategorien: Ja Nei

Post 3. Oppsummering for støylingskategorien - overføres til samtekst for innsettningen

Støylingskategori	Prosesstekst
Antall personer ombord:	1
Støyindikator justert for akseptabel bruk av hørselvern	86
Støyindikator	97

NS 4815-1: Valg av metode

Der figuren henviser til NS-4815-2 brukes nå ISO 9612



Figur 1 – Valg av målemetode

NS 4815 – 1:

Beskriver framgangsmåten trinnvis:

- Arbeidsanalyse
 - Del opp arbeidsdagen i typiske operasjoner
 - Velg målemetode: Håndmåler eller dosimeter.
 - Mål lydnivået for hver arbeidsoperasjon
 - Registrer mulig feilkilder
 - Beregn delbidraget fra hver operasjon
 - Bestem den totale støyeksponeringen
- *Usikkerhet: tillegg C er informativt*

Kompleksitet

Kategori	Arbeidsplass		Lydnivå		Kompleksitet
	Stasjonær	Bevegelig	Konstant	Varyerer	
1	X		X		Lav
2	X			X	
3		X	X		
4		X		X	Høy

Usikkerhet

- Anslått usikkerhet i N4815-1

Forhold	Konstante lydforhold U dB	Variable lydforhold U dB
Stasjonær arbeidsplass	3	4
Bevegelig arbeidsplass	5	6

Hva gjør vi med usikkerheten?

Krav til usikkerhetshåndtering:

Forslag:

Middelverdi og usikkerhet kan for eksempel håndteres slik:

Kriterium	Situasjon	Behov for tiltak?
$L_{EX} > \text{øvre tiltaksgrense}$	Sikker overskridelse	Tiltak nødvendig
$L_{EX+U} > \text{øvre tiltaksgrense}$	Noen her for høyt nivå	Tiltak (eller flere målinger)
$L_{EX+U} < \text{øvre tiltaksgrense}$ $L_{EX+U} > \text{nedre tiltaksgrense}$	95 % under øvre grenseverdi, akseptabelt	Generell tiltaksvurdering
$L_{EX+U} < \text{nedre tiltaksgrense}$	Liten risiko	Ikke behov for tiltak

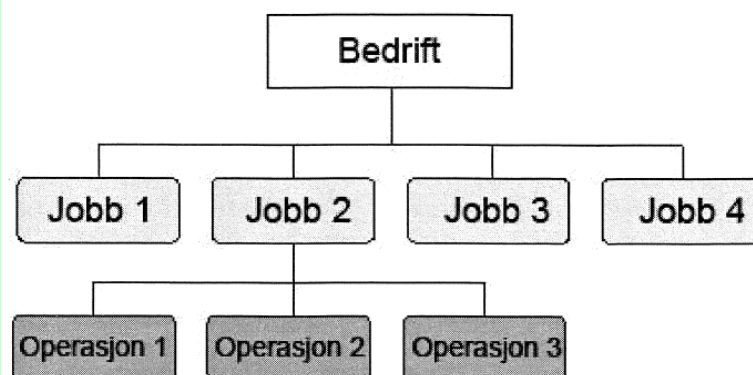
NS-EN ISO 9612 – teknisk metode beskriver tre STRATEGIER

- **Måling basert på arbeidsoperasjoner**
 - Som tidligere NS 4815-2 Teknisk metode
 - Håndholdt måler og dosimeter
- **Jobbasert måling**
 - Primært dosimetermålinger
- **Heldagsmålinger**
 - Dosimetermålinger

Sinus AS

37

Figur 1 viser et hierarki av jobber og arbeidsoperasjoner.



Tegnforklaring

Jobb 1 stillarbeidere
Jobb 2 sveisere
Jobb 3 malere
Jobb 4 lagerarbeidere

Operasjon 1 planlegging
Operasjon 2 sliping
Operasjon 3 sveising

Sinus AS

38

Trinn etter ISO 9612

Trinn 1: Arbeidsanalyse

Trinn 2: Valg av målestrategi

a: basert på arbeidsoperasjoner

b: jobbasert måling

c: heldagsmålinger

Trinn 3: Målinger

Trinn 4: Håndtering av feilkilder og usikkerhet

Trinn 5: Beregning og angivelse av

resultater og måleusikkerhet

Sinus AS

Arbeidsanalyse (1)

- Beskriv aktivitetene i bedriften eller på stedet
 - Arbeid, støykilder i drift, varighet osv.
- Definer homogene støyeksponeringsgrupper
 - Ofte yrkesgrupper / arbeidsgrupper
- Vurder / bestem nominell arbeidsdag
 - Angi hva en typisk dag omfatter
- Identifiser arbeidsoperasjoner
 - som jobbene består av hvis mulig

2009

Sinus AS

40

Arbeidsanalyse (2)

- Identifiser mulige og signifikante støyhendelser
 - Disse må inkluderes i målingene
 - Velg målestrategi:
 - Oppgavebasert, jobb basert eller heldag
 - **Fastlegg måleplan**
- =>Grunnlag for valg av målestrategi og instrument**
- arbeidsoperasjoner / jobb / heldagsmålinger
 - håndholdt måler eller dosimeter

2009

Sinus AS

41

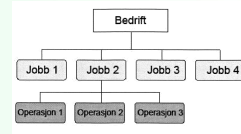
Regneark følger med ISO 9612

- For alle strategier
- Input: Verdier for hver måling
- **Beregner $L_{EX,8h}$**
- **Beregner usikkerhet**
 - Man unngår kompliserte beregninger
- **OBS: Regnearket gir ingen veiledning**
 - Forutsetter metodeforståelse, dvs.
Man må vite nok om hva som ligger bak regnearket

Sinus AS

42

Målestrategi 1:



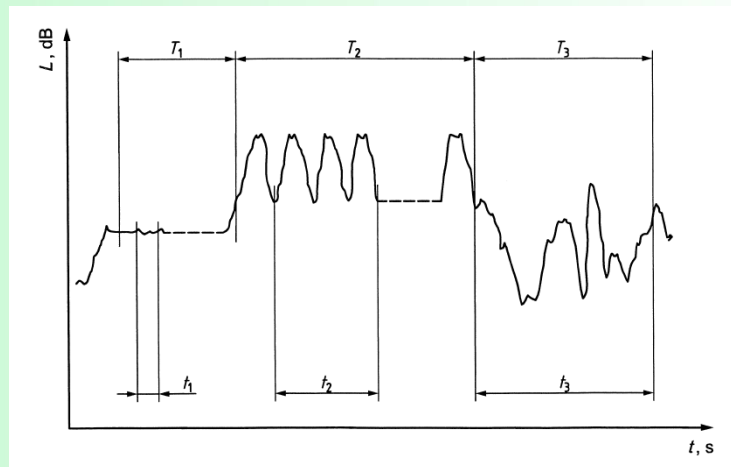
- Basert på arbeidsoperasjoner
 - Arbeidet deles i kjente operasjoner
 - Gunstig ved rutinemessig arbeid
 - Gir god informasjon om støybidrag
 - Krever grundig arbeidsanalyse
- Naturlig instrument:
 - Håndholdt måler
 - Dosimeter aktuelt for håndholdt verktøy

2009

Sinus AS

43

Eksempler på variasjoner i lydnivå fra ISO 9612



- Ulike typer variasjoner medfører ulike måletider

Sinus AS

44

Målestrategi 2:

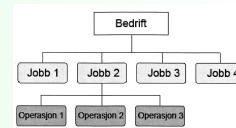
- Jobbasert måling

- "Tilfeldige" perioder av arbeidet måles

- Gunstig når jobben er vanskelig å beskrive
 - Må likevel sikre at betydelige bidrag måles
- Trenger mindre grundig arbeidsanalyse
- Kan være mer tidkrevende
- Gir liten informasjon om bidrag

- Naturlig instrument:

- Dosimeter



2009

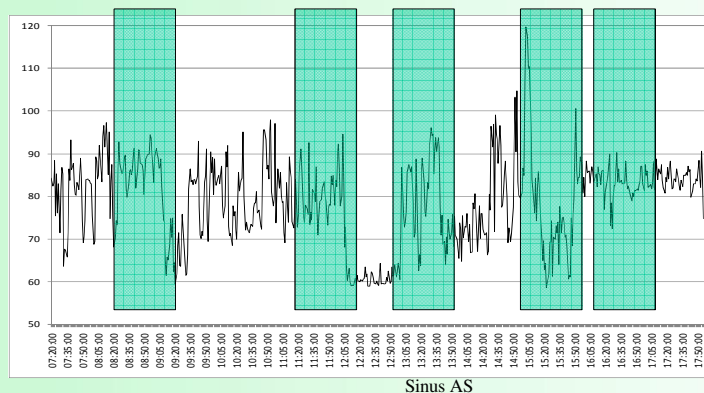
Sinus AS

45

Jobb-basert metode

Hvis verdien for $c_1 * u_1$ blir mer enn 3,5 dB.

=> flere målinger ut fra krav til variasjon i standarden.



Resultat 2

87,6

87,5

81,1

91,6

84,3

46

Målestrategi 3:

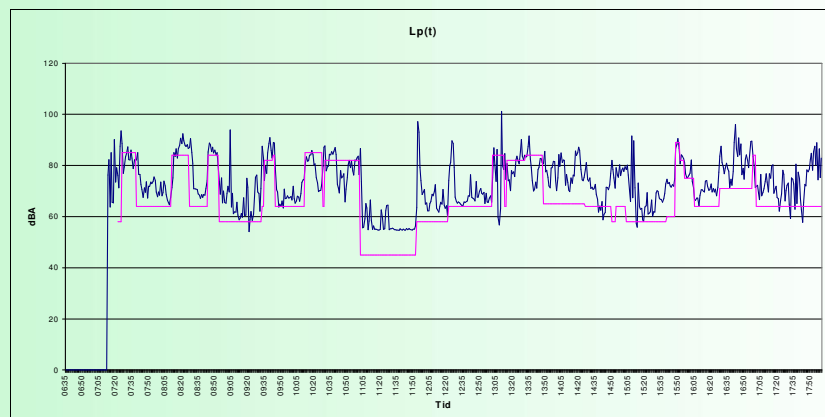
- Heldagsmålinger
- **Det måles minst tre hele dager**
 - Tillater begrenset arbeidsanalyse
 - Krever lengst måletid
 - Gir liten informasjon om bidrag
 - Kan forbedres med god målelogg
- Naturlig instrument:
 - Dosimeter

2009

Sinus AS

47

Bidrag til eksponeringsnivå



Områdenivå målt med håndmåler
og målt støyeksponering med dosimeter

Sjekk av instrument

- Krav til av instrument
 - Minimumskrav til klasse 1 eller 2
 - Kalibrering
 - Periodisk verifikasjon
- Riktig innstilling av målestørrelser
 - Leq, A-veid og Lpeak, C-veid
- Tips
 - Bruk alltid vindhette

2009

Sinus AS

49

MÅLE-USIKKERHET

Målingen skal være representative for situasjonen

Det skal tas hensyn til **måleusikkerhet**

ved vurdering av risiko

Kilder til usikkerhet:

Variable, kan eller bør inkluderes

Feilkilder, bør unngås

Kilder til usikkerhet

Inkluderes:

- Variasjoner i det daglige arbeidet,
 - Driftsforhold,
 - Egenaktivitet
 - Usikkerhet ved sampling (måling)
- Målekjeden
 - Instrumenter
 - Kalibrering
- Valg av målepunkt

Kilder til usikkerhet

Forsøkes eliminert:

- **Falske bidrag:**
 - støt mot mikrofon,
 - luftstrømmer,

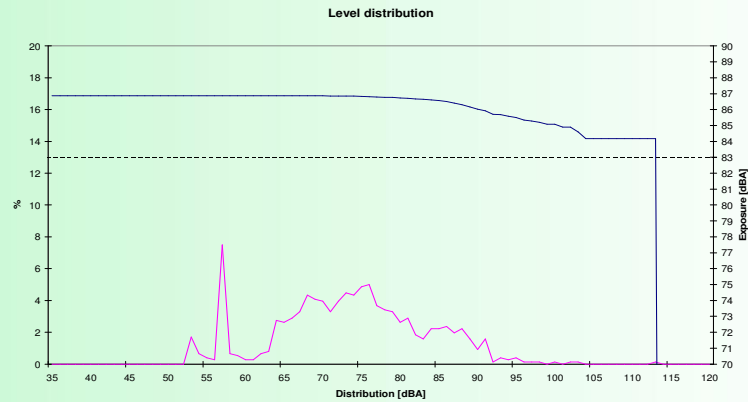
Må unngås:

- **Manglende eller mangelfull arbeidsanalyse**

Vurderes bevisst:

- **Bidrag fra atypiske kilder**
 - Tale, musikk, alarmer
 - Uvanlig oppførsel

Effekt av "peak'er" på Leq



Distribusjon av lydnivået mot støyeksposering

Usikkerhet:

Hvis alle feil er fjernet
og stor usikkerhet beregnes
betyr dette at
noen arbeidstakere har støyeksposering
langt over gjennomsnittet!

Hjelper det at gjennomsnitt ligger innenfor kravet?

SE TIDLIGERE TABELL

VIKTIGE MOMENTER

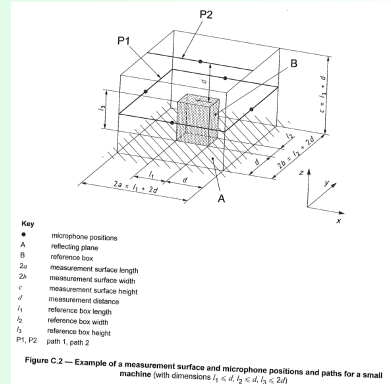
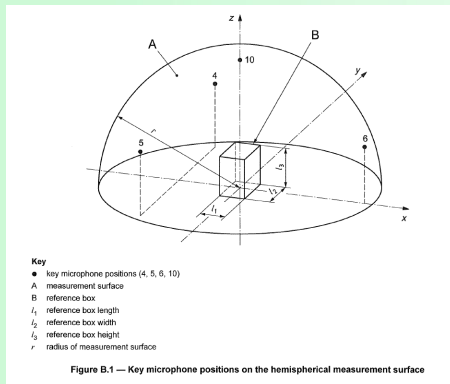
- Avklar:
 - **MÅLSETTING**: Hva omfatter oppgaven?
- Vær nøye med arbeidsanalysen!
- Følg en anerkjent målestandard
 - Velg riktig metode
 - Velg riktig strategi
- Vær nøye med **rapporteringen**
 - **Rapporter nivåer og usikkerhet**
 - **Husk å vurdere feilkilder**

Støydata for håndholdt verktøy eks: ISO 3746 – ISO 15744

- Viktige variable:
- Målepunkt - avstand
- Belastning på utstyret
- Arbeidsstykke (det som bearbeides)
- Omgivelser - rombidrag
- Bakgrunnsstøy

Målepunkt - avstand

- Ved øret eller i en meter avstand?
- ISO 3746 => ofte brukes 1 meter

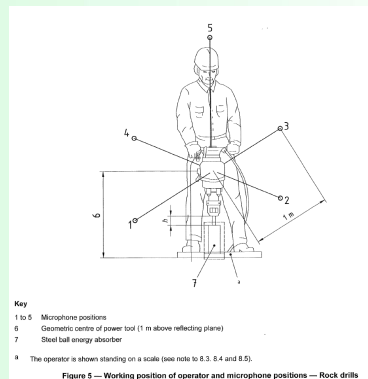


Sinus AS

57

Belastning:

- Mange leverandører måler uten belastning?
- ISO 15744 angir målinger med belastning



- Avhengig av operatør?

Sinus AS

58

Arbeidsstykke:

- Støy kommer fra
 - Kontaktpunkt



- Avstråles fra arbeidsstykket
 - For eksempel tynne metallplater som bearbeides

Sinus AS

59

Rombidrag

- Formel for lydnivå i rom:

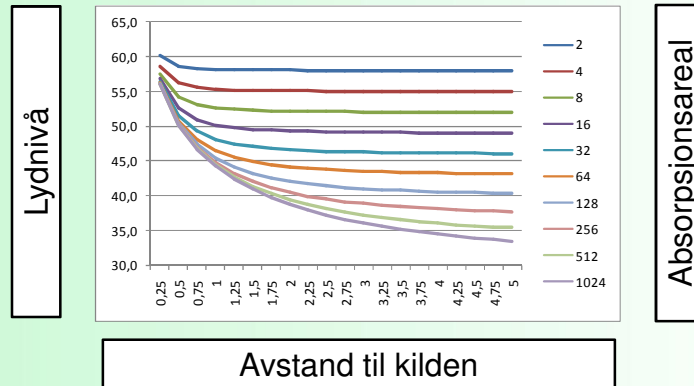
$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Sinus AS

60

Lydutfbredelse i rom. eks:

(Kopi)maskin med lydnivå ca 45 dB i 1 meter avstand frittfelt



Sinus AS

Rombidrag

- **Grovt veiledende** korreksjonstabell:

Forskjell mellom lydnivå i frittfelt og nivå i rommet

Romvolum	Godt demp ¹⁾	Middels ²⁾	Lite demp ³⁾
20	6-8 dB	8-11 dB	11-15 dB
50	4-6 dB	6-8 dB	8-11 dB
200	2-4 dB	4-6 dB	6-8 dB
500	1-3 dB	2-4 dB	3-5 dB
1000	0 dB	0 dB	0-1 dB

- 1) Absorbenter i hele himlingen og/eller vegg evt. mye innredning
- 2) Noen absorbenter og evt. litt innredning
- 3) Lite eller ingen absorbenter / mest harde flater

Sinus AS

62

Bakgrunnsstøy

- Formel for korrigert nivå:

$$L_{p,korr} = 10 \log (10^{L_p/10} - 10^{L_{p,bgstøy}/10})$$

- Enkel tilnærming:
 - Sjekk nivå og hold bakgrunnsstøyen mer enn 10 dB under målt verdi fra utstyret
- => Ingen korreksjon

”Huskeliste”

- Ta hensyn til variable
- Mål i flere punkter
 - Mål i ”standard” avstand 1 meter
 - Mål også gjerne på skulder
- Noter alle parametre
- La evt. flere personer håndtere utstyret
- Skriv fyldig målerapport

Vurdere eksponering for egenprodusert støy basert på utstyrdata

- Oppgitt data: Lp en meter avstand frittfelt?
- Vurder:
 - avstand for operatør
 - bidrag fra andre kilder / området
 - rombidrag
 - arbeidsstykke / belastning?

KONKLUSJONER

- Standardisert måling anbefales!
- Ikke standardiserte målinger blir likevel i utført mange situasjoner.
- Enkel veileder kan bidra til bedre kvalitet
- Kunnskap øker kvaliteten på resultatet.