

YRKESHYGIENISKE GRENSEVERDIER

BRUK OG MISBRUK

AV

TOR NORSETH

HD 741/770920

ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE
BIBLIOTEKET
Gydas vei 8
Postboks 8149 Oslo Dep. Oslo 1

613.63

A1 6419

Med yrkeshygienisk grenseverdi menes den konsentrasjon av en luftforurensning som de fleste mennesker kan utsettes for hvert arbeidsskift gjennom hele livet uten påviselig helse-skade. Denne, eller lignende definisjoner gis for en yrkes-hygienisk grenseverdi i de land som benytter slike kriterier for helserisiko på arbeidsplassen. Jeg skal i det følgende søke å vurdere realitetene bak et begrep slik som det er uttrykt i denne definisjon, samt knytte noen kommentarer til bruk og misbruk av grenseverdibegrepet.

Historisk utvikling

Innføringen av begrepet yrkeshygienisk grenseverdi i 30-årene og den senere raske utbredelse og bruk av begrepet kan sees som en funksjon av to forskjellige utviklinger innen samme tidsperiode. For det første bruken av et stadig økende antall nye kjemiske stoffer innen industrien, og for det andre de økte kunnskaper innen medisin, biokjemi og fysiologi.

Vi kan dele den yrkeshygieniske utvikling inn i tre faser. Den første fase representerer den uhemmede bruk av arbeidskraft og arbeideres helse. I den annen fase har diagnose og erkjennelse av sykdommer som yrkesbetingede hatt størst betydning, mens det er først i tredje fasen at den forebyggende medisin i noen grad har karakterisert yrkeshygienen. Det er ikke tilfeldig at overgangen mellom annen og tredje fase faller sammen med utviklingen av de basale biologiske vitenskaper, fordi denne utvikling førte med seg muligheter for et nærmere studium av disse sykdommers patogenese^x. Dette førte til krav om grenseverdier og toleransekriterier. Vi kan si at første fase gikk ut med forrige hundreåret i den teknologisk utviklede del av verden, men at det ennå ikke har lyktes å komme helt ut av annen fase selv om de profylaktiske aspekter

^x = årsaksmessige utvikling

får stadig økende betydning.

Industrien og biologiens utvikling i seg selv skulle ikke føre til at begrepet yrkeshygieniske grenseverdier er mindre brukbart i dag enn i tida siden den første listen ble offentliggjort i USSR i 1933, selv om begrepet og dets innhold ikke har gjennomgått noen nevneverdig utvikling. Jeg mener imidlertid at det i dag er nødvendig med en revurdering når det gjelder bruken av toleransekriteriene av typen grenseverdier fordi vårt samfunn har endret seg, og fordi helsebegrepet har fått et nytt innhold. Den økende levestandard og et stadig tilbakevendende krav om økt vekst kombinert med et økende generelt forurensningsproblem har ført til denne situasjon.

Helsebegrepet

I diskusjon om bruk og misbruk av yrkeshygieniske grenseverdier har helsebegrepet en sentral stilling. Bruk av grenseverdiene i praksis skal jo nettopp føre til at en arbeider unngår helseskade.

Tabell 1

Former for helseskade

1. Død (manglende funksjon)
2. Sykdom med varig nedsatt funksjon
3. Sykdom med forbigående nedsatt funksjon
4. Ubehag
5. Manglende optimalisering mellom individ og omgivelser

Tabell 1 viser forskjellige former for helseskade som kan tenkes i forbindelse med eksposisjon for et kjemisk stoff på en arbeidsplass.

God helse kan bety fravær av sykdom, et statistisk helsebegrep som var rimelig i den tid da begrepet yrkeshygieniske grenseverdier fikk sin utforming. Dersom så denne sykdom er av akutt art og oppstår i direkte relasjon til en eller flere større eksposisjoner for en spesiell substans på en arbeidsplass, kunne vi tenke oss at det ville være mulig å stille opp et sett verdier som med en viss sikkerhet kunne uttrykke en grense mellom ufarlige og farlige mengder av denne substans. De yrkeshygieniske grenseverdier var opprinnelig verdier av denne art, og blir av mange også i dag betraktet på samme måte. Situasjonen er imidlertid langt mer komplisert. Yrkesbetinget sykdom kan oppstå lang tid etter at den aktuelle eksposisjon er slutt (yrkesbetinget kreft). Yrkesbetinget sykdom er heller ikke nødvendigvis en spesifikk forgiftning, men kan bety en overvekt av sykkelighet som vanligvis ikke settes i forbindelse med yrket, og som kanskje bare kan oppdages ved epidemiologiske undersøkelser.

Jeg har i tabellen over helseskader vist at jeg betrakter god helse som en funksjon, mer enn som en tilstand. God helse er ikke fravær av ethvert ubehagelig stimulus fra omgivelsene. Dersom et optimalt forhold skal eksistere mellom et individ og omgivelsene kreves tilstedeværelse av visse stimuli også av ubehagelig art. God helse innebærer en mulighet for en adekvat reaksjon innenfor kroppens normale reaksjonsmekanismer på disse stimuli. På samme måte som sykdom kan måles ved nedsatt funksjon av tradisjonelle biokjemiske eller fysiologiske parametre som nedsatt bevissthet eller manglende muskulær funksjon, kan også ubehag og manglende optimalisering måles. Det er derfor ikke noe som taler imot at slike resultater av forurensninger på en arbeidsplass skal trekkes inn i toleransekriteriene dersom en går med på at disse faktorer utgjør en del av helsebegrepet. Helseskader av denne art kan måles ved fysiologiske eller biokjemiske prøver som beskriver individenes nervesystem, endokrine- eller autonome system. De kan også

beskrives ved prøver som beskriver den psykiske tilstand som psykometriske metoder eller adferdsstudier. Adferd i grupper gir ofte vesentlige opplysninger. Ansettelsestid på spesielle arbeidsplasser, flytningsmønstre eller fravær er eksempler på dette. Hverken grenseverdibegrepet eller betegnelsen yrkessykdom omfatter i dag slike parametre, selv om det stort sett er anerkjent at helsebegrepet må omfatte disse kriterier.

Det er grenseverdibegrepet med sitt tradisjonelle innhold, benyttet sammen med det moderne helsebegrep som først og fremst skaper konflikter, og som fører til det jeg vil kalle misbruk av grenseverdiene. Dette aksentueres samtidig ved at en rekke grupperinger i vårt samfunn de senere år har vist en økende interesse for helseforhold på arbeidsplassen og derved for grenseverdiene. Grenseverdiene benyttes som kriterier i lovgivning, eller for politisk målsetning. Dette har nær tilknytning til den økende interesse for miljøforurensninger også utenfor det industrielle miljø.

For å diskutere hvordan vi kan bygge opp et grunnlag for toleransekriterier som også i dag er brukbare er det nødvendig å diskutere i noen grad den teoretiske toksikologiske bakgrunn som må benyttes.

Toksikologisk grunnlag

Uavhengig av de enkelte lands varierende tall for de yrkeshygieniske grenseverdier, inneholder begrepet en vurderingsnorm for luftbåren forurensning på en arbeidsplass. Graden av denne forurensning skal etter nærmere kriterier ikke føre til helseskade hos den arbeider som utsettes for denne luft i kortere eller lengre tid. Det er viktig å være klar over at kriteriene for grenseverdiene vurderes forskjellig landene imellom. Dette fører til forskjellige verdier for samme substans i de forskjellige land, selv om begrepets prinsipielle

innhold er det samme. Dette betyr altså ikke at noen verdier er gale, eller gir større sikkerhet enn andre i relasjon til den gitte effekt.

I prinsippet kan ethvert stoff som reagerer kjemisk med en substans i organismen betraktes som et giftstoff, det er imidlertid vår erfaring at det skal en viss mengde stoff til før en helseskade opptrer. Dette betyr at vi ikke uten videre betrakter alle effekter som uønskede, eller om en vil, som en helseskade. Forholdet mellom den mengde av et stoff som fører til effekter og hvilke effekter som opptrer kaller vi et dose-effektforhold. De forskjellige effekter kan opptre enten ved at det aktuelle kjemiske stoff binder seg til forskjellige steder i organismen, eller ved at en gitt prosess i organismen endres i økende grad.

Den menneskelige organisme har til alle tider vært utsatt for et variert tilbud av kjemiske stoffer fra omgivelsene, fremmede stoffer som dersom mengden er stor nok, kan fremkalle en helseskade. Organismen har utviklet et variert system for å unngå skadelig effekt av disse stoffer. Systemet omfatter omdannelse (biotransformasjon), utskillelles- eller nøytralisasjons-mekanismer (immunmekanismer). Når slike prosesser trer i funksjon, skjer det naturligvis en effekt, men den ligger innenfor organismens normale biologiske reaksjonsområde. Slike effekter kan også skje som en følge av psykiske stimuli fra endokrine organer eller det autonome nervesystem, og kan tjene som basis for de prøver jeg tidligere har nevnt i denne forbindelse. Enhver påvirkning av organismen vil altså føre til en effekt, men denne effekt resulterer ikke nødvendigvis i en helseskade. Dette er et grunnleggende prinsipp for bruk av yrkeshygieniske grenseverdier og bakgrunnen for meget av den internasjonale uenighet ligger nettopp i hvilken effekt som skal betegnes som helseskade.

En toksikologisk vurdering omfatter imidlertid ikke bare en dose-effektvurdering, men også en vurdering av hvor hyppig en gitt effekt opptrer i en populasjon med økende dose. Dette forhold defineres som dose-respons. Et vurderingskriterium av typen yrkeshygienisk grenseverdi bør altså ideelt beskrive risikoen for at en gitt effekt skal opptre i en populasjon ved den dose som er angitt. Grenseverdien uttrykker altså en dose, eller kan betraktes som en dose-indikator.

Med doseindikator menes en uavhengig variabel som både effekt og respons er en funksjon av. En doseindikator må altså på en eller annen måte uttrykke den mengde av det aktuelle kjemiske stoff som er årsaken til den aktuelle effekt og respons. I det følgende skal vi se på enkelte årsaker til at konsentrasjonen av en luftforurensning og følgelig eksponering via luft ofte er en dårlig dose indikator. Effekt og respons forårsaket av et gitt stoff vil være avhengig av hva som skjer når dette stoff kommer i kontakt med organismen, for eksempel om det i det hele tatt er i en slik form at eksposisjon fører til opptak. Figur 1 viser enkelte forhold som har betydning.

Dette skjema er sterkt forenklet fordi det innen kroppens organer, i hver enkelt celletype og inne i hver enkelt celle også vil være flere bindingsformer for det eller de aktuelle kjemiske stoffer.

Det vil alltid være et organ, eller en celle i et organ, eller en spesiell kjemisk substans i en celle som er mer følsom enn andre substanser, celler eller organer (målorgan). Giftstoffer som kommer inn vil altså kunne binde seg til, eller reagere med, mange forskjellige stoffer, men det er bare noen få steder der en binding eller reaksjon er virkelig kritisk

for organismen slik at en uheldig effekt, om en vil en helseskade, kan oppstå. Det er prinsipielt mengden av giftstoff på dette sted vi er interessert i hos det enkelte individ, dette er den virksomme dose.

Ut fra dette kan det forklares hvorfor de yrkeshygieniske grenseverdiene som beskriver mengden av en luftforurensning meget dårlig karakteriserer den enkeltes helserisiko. For å nå målorganet må den aktuelle substans først tas opp. Dette skjer vanligvis for en luftforurensning via lungene, men kan også skje via huden. Tarmen spiller imidlertid en rolle ved at partikkelformede forurensninger vil transporteres opp av lungene og deretter svelges ned. Det er bare ved direkte effekt på opptaksorganet ved eksposisjon for irriterende gasser eller etsende stoffer at det er en enkel sammenheng mellom eksposisjon målt som en luftforurensning og effekt. Slike skader er stort sett akutte og det er karakteristisk at det er for slike stoffer at det har lyktes å komme fram til internasjonal enighet om grenseverdiene.

Fra opptaksorganene vil så det aktuelle stoff transporteres i organismen på forskjellig vis (aktivt depot), det aktuelle fordelingsmønster vil variere med de forskjellige stoffer. Noen vil fordele seg på omtrent samme måte i hele organismen, andre vil samles i spesielle organer (depotorganer). Noen stoffer vil omdannes til mindre giftige stoffer eller stoffer som lett utskilles (biotransformasjon), andre vil kunne utskilles uforandret. Enkelte stoffer vil også bli mer giftige etter omdannelse, mens andre vil bli nøytralisert av organismen.

Vi kan altså se en viss sammenheng mellom mengden av en forurensning i luften og mengden på et bestemt sted i organismen der en skade kan inntre, men at det er mange faktorer som påvirker dette forholdet. En rekke av disse faktorene er det

tatt hensyn til ved fastsettelse av de yrkeshygieniske grenseverdiene, dette gjelder faktorer som opptaks- og utskillelses-hastighet, fordelingsmønster og en eventuell om-dannelse. Foruten mengden man utsettes for, har utskillelses-hastigheten stor betydning. Figur 2 viser skjematisk hvordan mengden av et stoff i organismen varierer dersom vi i gjentatte tidsperioder, for eksempel flere arbeidsskift med fri mellom utsettes for samme mengde av to stoffer der det ene utskilles dobbelt så raskt som det andre.

Vi ser hvordan et stoff som utskilles langsomt snikende kan bygge seg opp i organismen for til slutt å nå en dose der helseskade kan inntre selv om denne ligger høyere enn tilsvarende for det stoff som utskilles raskt.

Grenseverdi og helserisiko

I fastsettelse av grenseverdiene har en altså tatt hensyn til både dose-effekt og dose-responsforhold for de forskjellige stoffer, og til hvorledes de oppfører seg i organismen (den metabolske modell). Grenseverdiene er imidlertid anbefalt for gjennomsnittsindivider, og det er en rekke forhold ved de enkelte individer som det ikke kan justeres for. Dette gjelder både effekt og respons ved en gitt dose, og den dose på det kritiske sted som kan ventes etter en gitt eksposisjon. Jeg har satt opp en rekke av disse faktorer i tabell 2.

Tabell 2

Forhold som gjør bruk av grenseverdier vanskelig

1. Genetiske varianter og/eller andre sykdommer
2. Arbeidets art
 - a. Krav til muskulær aktivitet
 - b. Mulighet for blandingseksposisjon
3. Arbeidsvaner og forhold utenfor arbeidet
 - a. Personlig hygiene
 - b. Medikamentbruk eller misbruk

Det finnes i en befolkning en rekke individer som er spesielt følsomme. Dette kan bero på det vi vanligvis kaller overfømfintlighet eller allergi. Det kan også ha sin årsak i spesielle arvelige stoffskiftesykdommer. Disse kan være manifeste som en tilstedeværende sykdom, eller ikke manifesteres som klinisk sykdom før individet utsettes for en spesiell påkjenning i form av eksposisjon for visse kjemiske stoffer. At alle interkurrente sykdommer har betydning er selvsagt, en pasient med lungesykdom bør ikke arbeide i en støvfylt atmosfære, selv om dette støv for friske har liten betydning.

Ved muskulær aktivitet trenger kroppen mer oksygen til forbrenning i cellene. Dette problem løses delvis ved en hurtigere og/eller dypere respirasjon. Dette fører til at en større mengde av forurenset luft i løpet av en gitt tidsperiode kommer i kontakt med luftveiene, og på denne måten kan tas opp. Økningen av opptaket av de enkelte stoffer vil avhenge av løsligheten i blod, transporthastighet i lungene og en rekke faktorer som det ikke er tatt hensyn til ved fastsettelse av grenseverdiene.

Blandingseksposisjoner er et spesielt problem. Forskjellige stoffer kan ha samme eller lignende effekter, og de kan påvirke hverandre gjensidig både når det gjelder opptak, utskillelse og omdannelse. Dette kan enten øke eller nedsette giftigheten av en forurensning. Enkle formler for bedømmelse av blandingseffekter kan bare benyttes i ytterst få tilfeller.

Spising og røyking på arbeidsplassen kan føre til opptak av giftstoffer dersom man ikke vasker hendene grundig, ofte er arbeidstøyets lommer forurenset. Den enkelte arbeider kan få i seg farlige stoffer utenfor arbeidet, dette er aktuelt i forbindelse med den stadig økende generelle forurensning. Den enkelte kan også med hensikt tilføre seg stoffer som kan virke sammen med industrielle gifter, for eksempel alkohol, tobakksrøyk eller forskjellige medikamenter.

Bruk av grenseverdier

De yrkeshygieniske grenseverdiene har altså en meget begrenset betydning når det gjelder å bedømme helserisikoen på en arbeidsplass dersom vi ikke samtidig vet mer om arbeidsplassen og de enkelte arbeidere. Dersom vi skal bruke de yrkeshygieniske grenseverdiene som vurderingsgrunnlag for en helserisiko, må arbeidsplassen og arbeidsoperasjoner beskrives nøyaktig. Forurensningene må måles etter et planlagt program som tar hensyn til variasjoner i driftsforhold og ventilasjon, samt til ytre forhold som vær og vind, årstid osv.

Vi vet likevel lite om den enkelte arbeider. Hvis vi ser på figur 1, ser vi imidlertid andre muligheter enn eksposisjonsmålinger for å bestemme hvor meget av et giftstoff som befinner seg i organismen, vi har muligheter for det jeg vil kalle "biologiske målinger". På samme måte som eksposisjon

vil være i en viss likevekt med mengden i organismen, eller mengden på det kritiske sted, vil også mengden som utskilles være i en slik likevekt. Dette er grunnlaget for urinprøver som benyttes ved kontroll på arbeidsplassen. Et annet utskillelesesprodukt som er brukbart i enkelte tilfeller er eks-pirasjonsluft. Det beste fra et toksikologisk synspunkt ville være å få en direkte prøve fra det stedet der vi venter at giftvirkning skal inntre, men dette er ofte organer som det er vanskelig å få prøver fra, for eksempel nyrer, lever eller hjerne. Blodprøver er imidlertid meget benyttet idet mengden i blod også er i likevekt med mengden i de forskjellige organer. Bruk av doseindikatorer i risikovurdering er imidlertid alltid avhengig av kjennskap til den metabolske modell.

Vi har også muligheter for å måle en giftvirkning direkte, idet vi måler kjemiske reaksjoner i cellene. Disse forandringer kan ligge innenfor det vi vil kalle organismens normale funksjon, og kan derfor benyttes i en forebyggende kontroll. Alle disse muligheter benytter vi i praksis for forskjellige stoffer, avhengig av hvordan de fordeles i organismen, hvordan utskillelsesforholdene er, eller om de omsettes eller ikke. Ved en arbeidsplassundersøkelse er det nødvendig å kombinere prøver av denne art med eksposisjonsprøver for å kunne vurdere risikoen og belastningen på det enkelte individ. Siden forurensningsforholdene alltid varierer i et arbeidslokale, og mange arbeidsoperasjoner forutsetter at den enkelte arbeider beveger seg omkring, benyttes gjerne bærbare pumper for å måle den enkelte arbeiders eksposisjon. Stasjonære pumper kan stort sett bare benyttes ved vurdering av tekniske installasjoner som ventilasjon og driftsforhold eller for å teste de enkelte arbeidsoperasjoner som forurensningskilde.

Selv om de yrkeshygieneiske grenseverdiene i dag ikke alene fyller kravene til toleransekriterier for vurdering av forurensninger på en arbeidsplass, har de hatt meget stor be-

tydning for utviklingen av hygiene på arbeidsplassen siden 30-årene, og de kan stadig brukes. Verdiene gir et inntrykk av muligheten for at helseskade skal inntre hos arbeidere på en arbeidsplass som gruppe. De må derfor benyttes i planlegging for å dimensjonere lokaler og ventilasjon og i utforming og valg av prosesser. En kan ikke sammenligne giftighet ved bruk av grenseverdier. Bakgrunns materialet er altfor uensartet til dette, dessuten sier grenseverdier ikke noe om hvilken skade som kan inntre. En kan imidlertid få visse holdepunkter om hvilke stoffer som vil kreve sterke sikringstiltak. Grenseverdien kan også brukes i den løpende kontroll av produksjonslokaler, dersom helserisiko og arbeidsforhold er utredet slik som skissert ovenfor.

Helsemessig forsvarlige arbeidsplasser - alles ansvar

Jeg har gitt den toksikologiske bakgrunn for usikkerheten i våre avgjørelser når vi vurderer helserisikoen på en arbeidsplass ut fra et enkelt verdsett som de yrkeshygieniske grenseverdiene. Erkjennelsen av denne usikkerheten er et resultat av vårt økende kjennskap til mennesket som biologisk individ. De stadig økende kunnskaper om mennesket som sosialt individ, den økende erkjennelse av de komplekse interaksjoner i det moderne samfunn mellom menneskelige behov, personlige ønsker og samfunnets prioritering er imidlertid momenter som også har betydning i den helsemessige vurdering av en arbeidsplass. Utvikling av det moderne helsebegrepet har nær sammenheng med denne samfunnsmessige utvikling.

Til grunn for vår vurdering av helseforholdene på en arbeidsplass må allikevel legges kjennskap til effekter og en dose-responsvurdering. Vi må imidlertid kunne skaffe data av ikke toksikologisk art som beskriver disse forhold, ikke bare i det område der det oppstår manifest sykdom av varig eller forbigående art, men også der hvor ubehag opptrer, eller på dose-

nivåer der hvor optimaliseringen mellom individ og omgivelser lider. Det er slike fullstendige opplysninger som skal benyttes der hvor vi trenger toleransekriterier, ikke bare en løsrevet opplysning i form av en grenseverdi.

Dersom ubehag og manglende optimalisering av forholdet mellom mennesket og omgivelsene trekkes inn i helsebegrepet, vil vi ikke kunne fastsette noe eksposisjonsnivå som grenseverdi med generell gyldighet. Inkorporering av grenseverdibegrepet i lovapparat eller i faste bestemmelser bør derfor være fjernere enn noensinne. Dette vil føre til et inngrep i den enkeltes ønsker og prioriteringer som overskrider det eksperten eller samfunnet kan tillate seg. Ubehag av fysisk art på arbeidsplassen tolereres av mange, og betyr nødvendigvis ikke nedsett helse dersom andre prioriteringer lider, med en sterkere effekt som resultat. Dette gjelder kanskje først og fremst muligheter for å gjennomføre målsetninger av økonomisk art. Det er klart at slike forhold ikke kan tillates når det fører til sykdom eller manifest helseskade. Et optimalt forhold mellom menneske og omgivelser totalt kan imidlertid innbefatte arbeidsforhold som ikke er optimale. Det er også en konflikt mellom kravet til stadig vekst med størst mulig økonomisk utbytte, og kravet om en helsetilstand som utelukker alt ubehag.

Løsningen på dette problemet om hvordan vi skal sikre helsemessig forsvarlige arbeidsplasser i vårt samfunn ligger i et økt opplysningsnivå. Dette opplysningsnivå må innenfor visse retningslinjer gi enhver gruppe muligheter for å velge kriterier for helseskade som på best mulig måte kombinerer alle behov og prioriteringer i hver enkelt situasjon, både for individ og samfunn.

Samarbeid mellom arbeidstaker, arbeidsgiver og samfunn er løsningen. Et ekspertdiktat på grunnlag av normer som i

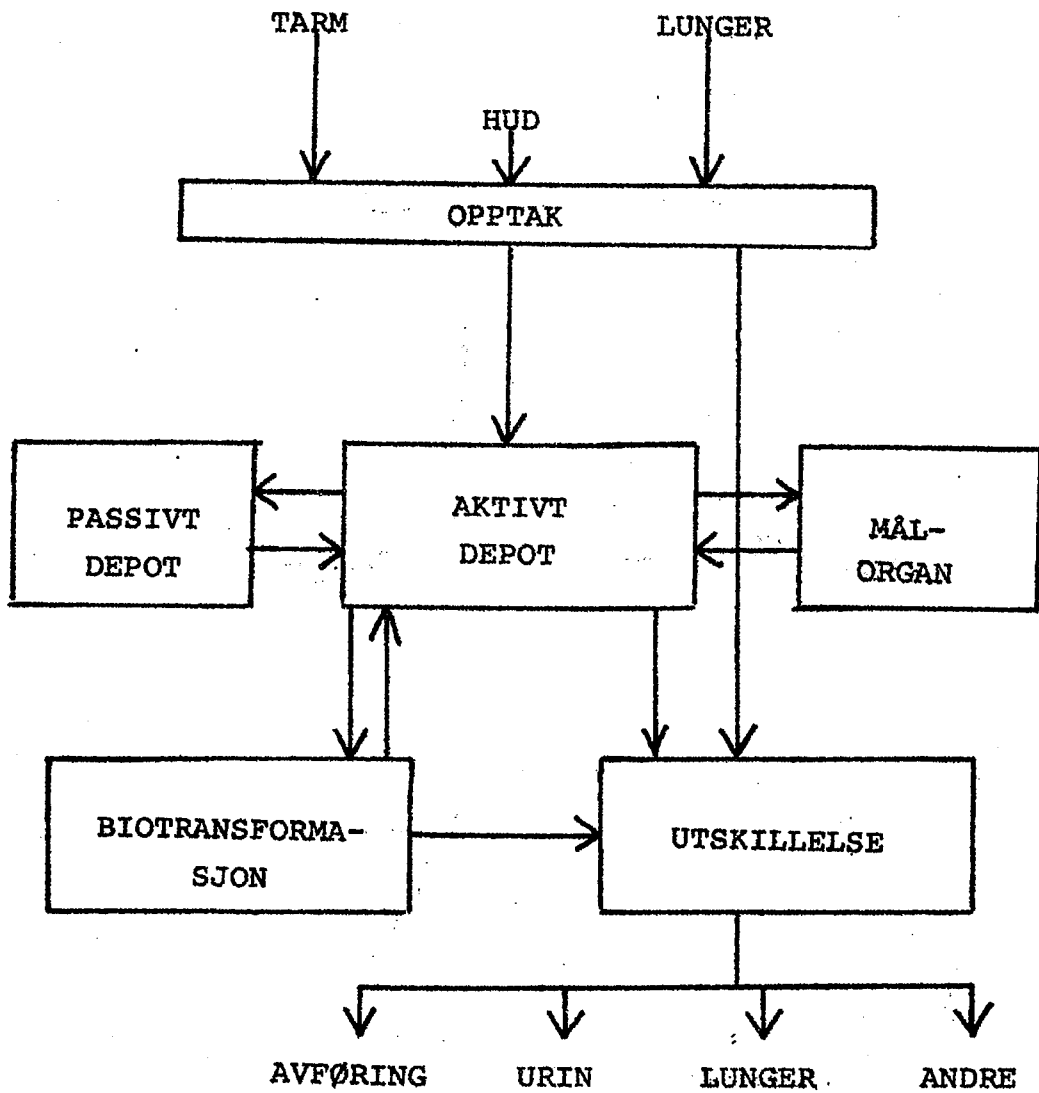
vesentlig grad griper inn i den enkeltes og samfunnets prioritering er ikke brukbart. Medisin er ikke noen eksakt vitenskap, og kan heller aldri bli dette, like lite som samfunn og helse er et statistisk begrep. Med nødvendig opplysning og kunnskaper kan enhver arbeidsplass gjøres helsemessig forsvarlig, uten bruk av yrkeshygieniske grenseverdier. Menneskelig helse eller helserisiko på arbeidsplassen kan riktignok uttrykkes i tall, men disse tall har alltid en begrenset verdi. Krav om almen gyldighet vil alltid føre til at noen lider, og gi inntrykk av at vi godtar dette. Slike krav er derfor en flukt fra ansvar for medmennesker, et ansvar som vi i vårt samfunn ikke kan eller må fri oss fra.

Litteratur:

1. Ahlmark, A., G. Gerhardsson and B. Frånberg: Methods for industrial hygiene surveys and threshold limit values. Report from a conference in Örebro, November 1968. Studia Laboris et Salutis vetenskaplig skriftserie, Arbetsmedicinska institutet, 1970, 5, Stockholm.
2. Dinman, B.D.: "Non-Concept" of "No-Threshold": Chemicals in the Environment. Stochastic determinants impose a lower limit on the dose-response relationship between cells and chemicals. Science, 1972, Vol. 175, pp. 495 - 497.
3. Grund, W., P. Schmidt und D. Sprecher: Zur Problematik der maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen. Betrachtungen zur Entstehung, gegenwärtigen Handhabung und zu den Entwicklungstendenzen der höchstzulässigen Arbeitsplatzkonzentrationen für toxische Stoffe. Arbeitsmedizin, Deutsches Gesundheitswesen, 1967, Vol. 22, pp. 706 - 711.
4. International Labour Office: Permissible Levels of Toxic Substances in the Working Environment, Sixth Session of the Joint ILO/WHO Committee on Occupational Health, Geneva, 4 - 10 Juni 1968. Occupational Safety and Health Series.
5. Lindvall, T. and E.P. Radford: Measurement of Annoyance Due to Exposure to Environmental Factors. The Fourth Karolinska Institute Symposium on Environmental Health. Environmental Research 1973, Vol. 6, No. 1, pp. 1 - 51.
6. Roach, S. A.: A More Rational Basis for Air Sampling Programs. American Industrial Hygiene Association Journal, 1966, January-February, pp. 1 - 12.
7. Stockinger, H.E.: Concepts of Thresholds in Standards Setting. An Analysis of the Concept and Its Application to Industrial Air Limits (TLVs). Arch. Environ. Health, 1972, Vol. 25, pp. 153 - 157.
8. Stockinger, E.E., J.T. Mountain and J.R. Dixon: Newer Toxicologic Methodology. Arch. Environ. Health, 1966, Vol. 13, pp. 296 - 306.

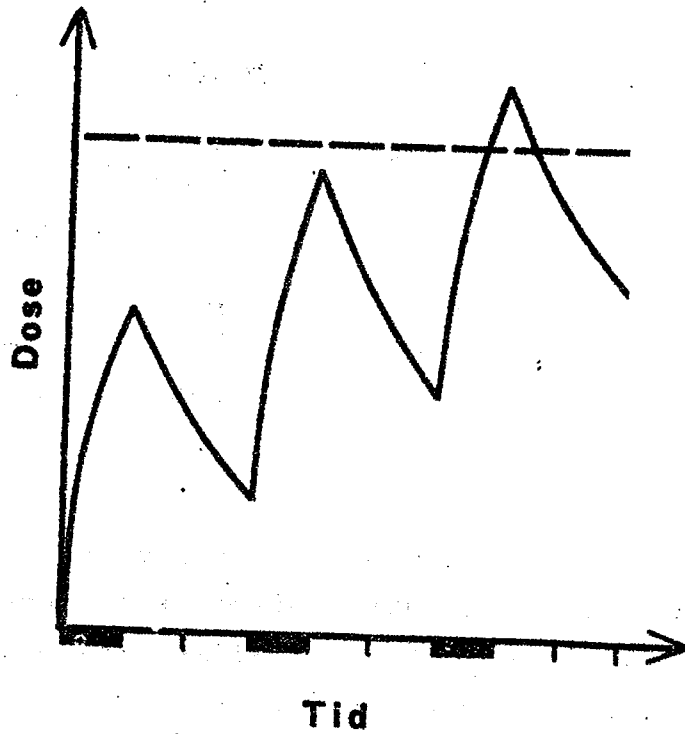
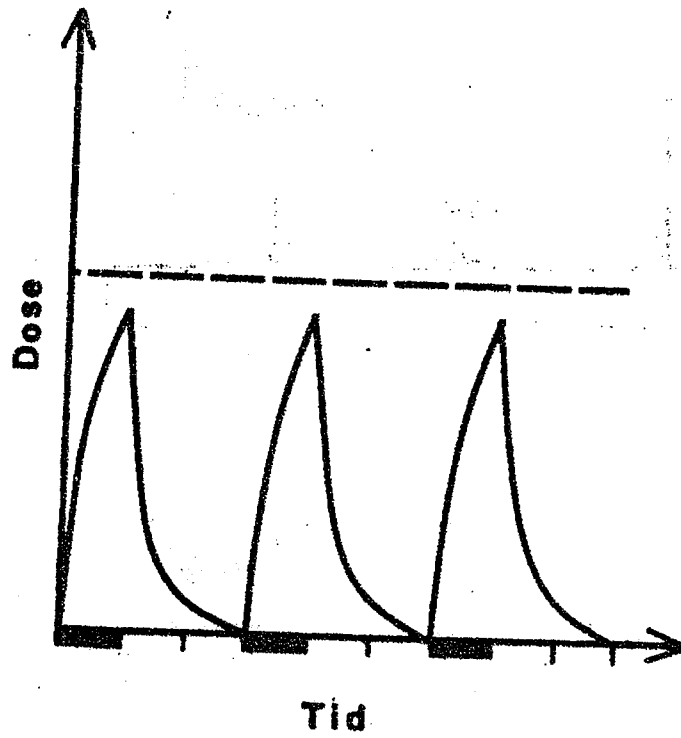
9. Stockinger, H.E.: Threshold Limits and Maximal Acceptable Concentrations: Their Definition and Interpretation, 1961. Industrial Hygiene Journal, 1962, January-February, pp. 45 - 47.
10. Threshold Limit Values, Editorial. Journal of Occupational Medicine, 1967, Vol. 9, pp. 578 - 579.
11. Truhaut, R.: Maximum Allowable Concentrations. Archives of Environmental Health, 1964, Vol. 8, pp. 487 - 491.
12. Zielhuis, R.: Threshold Limit Values and Total Work Load. Journal of Occupational Medicine, Vol. 13, pp. 30 - 34.

Figur 1.



Diagrammet viser hvorledes den menneskelige organisme kan behandle fremmede stoffer (giftstoffer) som trenger inn i forbindelse med en eksposisjon for slike stoffer. Hver boks representerer en funksjonstilstand av det aktuelle stoff eller en prosess.

Figur 2.



Kurvene viser hvorledes dosen i organismen kan svinge etter opptak av samme mengde av to forskjellige stoffer der det ene utskilles dobbelt så raskt som det andre. Den prikkede linje angir mengden som vil føre til helseskade.